

2021
02.17-18

2021 산림과학 공동학술대회

▶ On-line

일 시 2021년 2월 17일(수) ~ 18일(목)

장 소 Zoom 화상/ 공동학술대회 홈페이지

주최 산림경영정보학회, 한국산림경제학회, 한국산림공학회, 한국산림과학회,
한국산림바이오에너지학회, 한국산림유전생리학회, 한국산림휴양복지학회

주관 국립산림과학원

2021 산림과학 공동학술대회

일 시 : 2021년 2월 17일(수) ~ 18일(목)

장 소 : Zoom 화상 / 공동학술대회 홈페이지

주최 : 산림경영정보학회, 한국산림경제학회, 한국산림공학회,
한국산림과학회, 한국산림바이오에너지학회,
한국산림유전생리학회, 한국산림휴양복지학회

주관 : 국립산림과학원

2021 산림과학 공동학술대회프로그램

시간 \ 분야	산림경영 정보학회	한국산림 경제학회	한국산림 공학회	한국산림 과학회	한국산림 바이오에 너지학회	한국산림 유전 생리학회	한국산림 휴양복지 학회
2월17일(수) 11:00~11:30	2021 산림과학 공동학술대회 개회식 (Zoom 온라인)						
11:30~12:30	기조강연: 박 현 원장[국립산림과학원] (Zoom 온라인)						
13:00~14:00				정기 평의원회 (Zoom온라인)			
14:00~15:00				제62차 정기총회 (Zoom온라인)			
15:00~16:00	정기총회 (Zoom온라인)	정기총회 (Zoom온라인)	정기총회 (Zoom온라인)			정기총회 (Zoom온라인)	정기총회 (Zoom온라인)
16:00~17:00							
2월18일(목) 11:00~12:00					정기총회 (Zoom온라인)		
2월17일(수)~ 2월18일(목)	학술연구 구두 및 포스터발표회 (학술대회 홈페이지 온라인)						

2021 산림과학 공동학술대회 개회식

일 시 : 2021년 2월 17일(수) 11:00~11:30

장 소 : Zoom 화상

- 개회
- 국민의례
- 박종호 산림청장 축사
- 최정기 공동학술대회 조직위원장 인사
- 공동학술대회 조직위원 학회장 소개
- 폐회

A photograph of a dirt path winding through a dense forest. The path is light brown and curves gently to the right. The forest is composed of tall, slender trees with lush green foliage, creating a canopy overhead. The lighting is soft and diffused, suggesting an overcast day. The overall atmosphere is peaceful and natural.

(사)산림경영정보학회

O-0031. 최근 북한 산림이 늘고 있다

- 정성학* ((전) 국립산림과학원)

O-0079. RapidEye를 이용한 농림위성 수종분류 모의평가 연구

- 권수경*, 임중빈, 김은희, 양아람, 김경민(국립산림과학원)

O-0134. 농림위성 산림분야 활용을 위한 검보정 협업 체계 구성 및 추진에 대한 고찰

- 임중빈*, 권수경, 김경민, 김은희, 양아람(국립산림과학원)

O-0165. 투명성체계 대응을 위한 산림부문 온실가스 통계의 MRV 체계 개선방안

- 임종수*, 이선정, 이승현, 강진택(국립산림과학원)

O-0199. 머신러닝과 위성영상을 이용한 미얀마 Mon지역의 REDD+ 참조수준 설정

- 이용규*, 박정목, 임병민, 이정수(강원대학교)

O-0262. 무인기 기술을 이용한 잣나무림의 흉고직경 추정

- 김성용*, 이선주, 권춘근, 서경원(국립산림과학원)

O-0264. 속아베기 강도가 산불연료구조 변화에 미치는 영향

- 이선주*, 김성용, 권춘근, 이예은, 서경원(국립산림과학원)

O-0268. 산불취약성 평가 기법 개발에 관한 연구

- 강원도 지역을 중심으로 -

- 장미나* (한국산불방지기술협회), 이영진(공주대학교)

최근 북한 산림이 늘고 있다¹⁾

정성학
((전) 국립산림과학원)

North Korean forestlands have rebounded in recent years

Song-Hak Chung
((Former) National Institute of Forest Science)

요약: 북한이 김정은 집권 이후 “황금산·보물산” 운동을 장려하고 비탈경사 15° 이상의 산지개간을 단속하는 등 산림복구사업에 힘을 기울인 결과, 평양 인근을 중심으로 성과가 나타나면서 2015년부터 산림면적이 점차 늘고 있다. 최근 상업용 민간위성사진에서 보면, 작은 구릉 및 비탈진 언덕에서 숲이 늘어난 것이 관측되는데 특히, 평양과 평남 남부에서 이러한 경향이 나타나고 있다. 다만, 평양을 벗어나 시골로 갈수록 상대적으로 조림사업에 속도가 나지 않는데, 나무를 베어 주민들이 취사 및 난방용 땔감으로 쓰는 가구가 많기 때문인 것으로 평가된다. 평양에서 멀리 떨어진 산간벽지에서 산림벌채가 지속되고 있으며, 이와 같이 나무를 가정용 땔감으로 쓰는 상황이 계속된다면 산림복구사업의 성공 여부에는 의문이 제기될 수밖에 없다. 북한은 나무를 심는 동시에 대체연료를 마련토록 해야 하는데, 자칭 지하 매장량이 풍부하다는 석탄을 주민들이 쉽게 구할 수 있도록 해야 할 것이다. 이는 집권층 의지에 달려있다고 하겠다. 북한이 대한민국과 같은 산림녹화 성공국가가 되고, 김정은이 2015년에 역설한 대로 온 산을 “황금산·보물산”으로 가꾸었다면 이 같은 노력이 끈기 있게 지속되어야 할 것이다. 그리하여, 위성영상에서 북한의 산을 둘러볼 때 곳곳의 산지가 푸르러진 건강한 숲의 모습을 자주 볼 수 있게 되기를 기원해 본다.

Abstract: Since Kim Jong-Un took power, the forest area has been increasing in North Korea since 2015, with North Korea's efforts to promote the “Golden Treasure Mountain” project and crack down on reclaiming the hillsides with slopes of more than 15°. Open satellite imagery shows that forests have increased in small hills and slopes, especially in Pyongyang and South Pyongan Province. However, if we look outside of Pyongyang and look at the countryside, the pace of the afforestation project is relatively slow, apparently because there are many households that cut down trees and use them as firewood for cooking and heating in their daily lives. If deforestation continues in mountainous remote areas far from the capital city, and residents continue to use trees as home firewood, questions will be raised about the success of forest restoration project. North Korea should try to plant and protect trees, and prepare alternative fuels at the same time, making it easier for residents to get coals which are self-proclaimed rich in underground reserves. It depends on the will of young leader Kim and his inner circle. If North Korea wants to become a successful forest-restoration country like South Korea, such efforts will have to be continued patiently to turn the whole mountains into a “golden treasure mountain” as the Highest Dignity has guided in 2015. Therefore, when we, remote sensing researchers, monitor North Korea's mountains through satellite images, we hope to see healthy forests with green mountains in many places.

1) 미국의 인터넷 대북전문매체인 「38 노스」에 기고, 2020.12.31. 자료 게재된 기사를 간추린 것입니다.

RapidEye를 이용한 농림위성 수종분류 모의평가 연구

권수경*, 임중빈, 김은희, 양아람, 김정민
(국립산림과학원 국제산림연구과)

A Study on Pre-evaluation of Tree Species Classification Possibility of CAS500-4 using RapidEye

Sookyung Kwon*, Joongbin Lim, Eun-Hee Kim, A-Ram Yang, Kyoung-Min Kim
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 2023년 발사 예정인 5m급 공간해상도의 농림위성(차세대 중형위성 4호)는 주요 임무 중 하나로 한반도 산림 광역모니터링을 수행한다. 본 연구는 농림위성의 발사 및 활용에 앞서, 농림위성과 유사한 사양을 가지는 RapidEye를 이용해 위성기반 수종분류의 가능성을 모의 평가하기 위해 수행되었다. 위성 영상기반 모의 수종분류에는 생육기와 비생육기 위성 영상으로부터 추출한 수종에 대한 분광정보와 질감특성 정보가 사용되었으며 영상 분석방법으로는 머신러닝(Random Forest) 기법을 이용하였다. 본 연구에서는 강원도 춘천 선도산림경영단지를 대상지로, 침엽수종(소나무, 잣나무, 낙엽송), 활엽수종(신갈나무, 굴참나무, 자작나무, 밤나무, 아까시나무), 침활혼효림 등 목표 수종을 총 9종으로 분류하였고, 머신러닝으로부터 분류한 결과를 임상도와 비교하여 정확도를 산출하였다. 분석 결과 정확도는 약 69%였으며, 다중시기의 분광정보와 질감정보를 같이 활용하면 수종 분류의 가능성이 있음을 확인하였다. 향후 식생의 특성을 더욱 효과적으로 반영할 수 있는 추가 변수들을 대입하여 농림위성 활용 가능성을 제고하고자 한다.

Abstract: The agriculture and forestry satellite (CAS500-4, Compact Advanced Satellite 500) is scheduled to be launched in 2023 with a spatial resolution of 5m. One of its primary missions is to perform extensive area monitoring of forests on the Korean Peninsula. This study aimed to pre-evaluation of tree species classification possibility of CAS500-4 before the launch and application. The RapidEye, which has similar specifications to CAS500-4, was used for evaluation. The tree species were classified using the tree species' spectral data and texture data from satellite images. Both data were generated from the growing and the non-growing season as input data, and machine learning (Random Forest) was used to make a classification map. In this study, the study area was the Chuncheon forest management complex, Gangwon-do. Tree species were classified into nine classes to coniferous tree species (Korean red pine, Korean pine, Japanese larch), broad-leaved tree species (Mongolian oak, Oriental cork oak, Birch, Korean castanea, Black Locust), and mixed forests. Finally, the accuracy was calculated by comparing the forest type map and the results from machine learning. As a result, the accuracy was about 69%, and it is determined that there is a possibility of species classification using multi-temporal analysis with the spectral data and texture data. To improve the applicability of the CAS500-4, additional variables which effectively reflect the characteristics of vegetation will be applied in future research.

Keywords: CAS500-4, Compact Advanced Satellite 500, Machine Learning, National Forest

농림위성 산림분야 활용을 위한 검보정 협업 체계 구성 및 추진에 대한 고찰

임중빈*, 권수경, 김정민, 김은희, 양아람
(국립산림과학원 국제산림연구과)

A Study of Cal/Val Collaboration System Composition and Promotion for the Use of the CAS500-4 in the Forestry

Joongbin Lim*, Su-Kyung Kwon, Kyoung-Min Kim, Eun-Hee Kim, A-Ram Yang
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 차세대중형위성 2단계 사업으로 2023년 농림위성이 발사될 예정이다. 농림위성의 원활한 활용을 위해 국립산림과학원은 레벨4의 36가지 산림분야 산출물을 제작하여 사용자 친화적이며 현장에서 즉시 사용가능한 자료를 제공하기 위해 과학적인 기술 기반 마련을 준비하고 있다. 자료의 품질 확보를 위해서는 철저한 검보정 작업이 수반되어야 하며, 하나의 위성을 두 기관이 함께 준비하고 있는 특성상 양 기관과의 협업이 매우 중요한 상황이다. 현재 농림위성의 검보정 항목은 한국항공우주연구원, 국립산림과학원, 국립농업과학원이 공동 수행하기로 합의되었다. 초기 검보정 항목인 복사보정과 기초기하보정은 한국항공우주연구원이 담당한다. 다음 정밀기하보정, 정사보정, 지형보정은 국립산림과학원이, 대기보정은 국립농업과학원이 담당한다. 이에 본 연구에서는 산림분야에서 농림위성을 효과적으로 활용하기 위한 검보정 협업 체계를 구성해보고 이를 추진하는 단계에서 발생할 이슈들을 예상하며 해결방안을 사전에 모색해보고자 하였다. 본 연구를 통해 도출된 시사점들은 향후 검보정 협업 체계를 운영하는데 기반이 될 것으로 사료된다.

Abstract: An Agriculture and Forestry Satellite (CAS500-4) is scheduled to be launched in 2023 as a next-generation medium-sized satellite phase 2 project. The National Institute of Forest Science (NIFoS) is preparing a scientific technology foundation to provide user-friendly and ready-to-use data in the field by producing 36 forestry outputs of Level 4. The calibration and validation (Cal/Val) work must be performed to ensure data quality. Besides, cooperation between the two organizations is essential due to the two organizations preparing one satellite together. The Cal/Val activities will be performed by the Korean Aerospace Research Institute (KARI), NIFoS, and the National Institute of Agricultural Sciences (NAS). KARI will do the radiation calibration and geometric calibration without Ground Control Point (GCP). NIFoS will process geometric calibration with GCP, orthorectification, topographic calibration. NAS will perform atmospheric calibration. Therefore, in this study, a cooperative system for Cal/Val was formed. Also, issues that would arise in promoting it were anticipated, and a solution was sought in advance. The implications derived through this study are considered to be the basis for the calibration and validation collaboration system's operation in the future.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(FTIS 2020179A00-2122-BB01)의 지원에 의하여 이루어진 것임.

투명성체계 대응을 위한 산림부문 온실가스 통계의 MRV 체계 개선방안

임종수*, 이선정, 이승현, 강진택
(국립산림과학원 산림산업연구과)

Improvement of MRV System of National GHG Inventory in the Forestry Sector for Supporting Enhanced Transparency Framework

Jong-Su Yim*, Sun-Jeong Lee, Seong-Hyun Lee, Jin-Taek Kang
(Division of Forestry Industry, National Institute of Forest Science)

요약: 파리협정은 국가별 온실가스 통계 및 온실가스 감축이행실적 점검 등에 관한 투명성체계가 강화되었다. 파리협정 이행의 추가지침으로 “카토비체 기후 패키지”가 채택되었다. 파리협정의 강화된 투명성체계에 부합하는 온실가스 통계에 관한 산정·보고·검증(MRV) 체계를 확보하여야 하며, 2024년부터 온실가스 감축 이행실적을 포함하는 격년투명성보고서(BTR)를 제출하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 산림부문의 온실가스 인벤토리 보고서 작성 및 감축실적 평가를 위한 국내 통계자료의 현황을 파악하고 산림부문의 MRV 체계 구축방안을 제시하고자 하였다. 산림부문의 탄소저장고는 바이오매스, 고사유기물(고사목 및 낙엽층), 토양, 그리고 수확된 목재제품으로 정의하고 있으며, 산불에 의한 Non-CO₂ 배출량을 보고하여야 한다. 한편, 파리협정 제4조 13항은 인위적 활동에 의한 배출 및 흡수량을 산정토록 하고 있으므로 산림부문의 전체 흡수량에서 인위적 활동에 의한 흡수량을 구분하여야 하며, 이를 위해서는 산림경영기준선의 설정 및 산림경영활동에 관한 정보 수집·분석이 요구된다. 우리나라는 다양한 법적근거에 의해 개별 시스템이 구축 및 운용되고 있으므로 존재하는 시스템의 연계 및 통합적 분석을 위한 통합 플랫폼의 구축이 필요하며, 이를 위한 알고리즘의 개발이 시급하게 마련될 필요가 있다.

Abstract: In the Paris Agreement(PA), transparency framework is enhanced to review National GHG inventory report and track implement outcome by mitigation approaches. The “Katowice Climate Package” as further guidance for implementing the PA was adopted in the COP24. In order to support the ETF, the national GHG inventory should be reported measurable, reportable and verifiable. All parties shall submit biennial transparency report(BTR) at 2024 year. We analyzed activity data and collect a MRV system for GHG inventory and assessing implemented outcomes in the forestry sector. In the forestry sectors, stocked carbon change within biomass, dead organic matter, soils and harvested wood products(HWP), and emissions of non-CO₂ from forest fire should be reported. In addition, Article 4-13 of the Paris Agreement shall require the anthropogenic emissions and removals, so the total removals by the forestry sector shall be accounted for. This requires the forest management reference level(FMRL) and information of forest management activities according to national circumstances. As individual systems are developed and operated on different legal grounds in South Korea, it is necessary to create an integrated platform for linking and integrating analysis of existing databases, and the algorithms needs to be urgently developed for this purpose.

머신러닝과 위성영상을 이용한 미얀마 Mon지역의 REDD+ 참조수준 설정

이용규*, 박정묵, 임병민, 이정수
(강원대학교 산림과학부 산림경영학과)

Constructing the REDD+ FREL in Mon area of Myanmar using Random Forest algorithm and satellite imagery

Yong-Kyu Lee*, Jeong-mook Park, Byeoung-min Lim, Jung-Soo Lee
(Department of Forest Management, Division of Forest Sciences, Kangwon National University)

요약: 본 연구는 미얀마를 대상으로 REDD+ 사업 시행 시 인센티브를 평가하기 위한 산림참조수준(Forest reference emission levels; FREL) 설정을 목적으로 하였다. 산림참조수준 설정의 시계열 범위는 2014년부터 2020년까지 6년간을 기준으로 하였으며, 2014년, 2017년, 2020년으로 Landsat 위성영상 자료를 이용하였다. 산림바이오매스 추정 모델은 2017년 Landsat 위성영상 자료에 Random Forest(이하, RF) 알고리즘을 적용하여 구축하였다. 산림바이오매스 추정의 종속변수는 전세계 산림바이오매스 추정치 정보를 포함한 ESA Biomass Climate Change Initiative(Biomass_cci) 공간주제도를 사용하였으며, 독립변수는 Landsat 위성영상의 밴드값과 지표온도정보를 이용하였다. 미얀마 Mon지역의 평균 연간 탄소배출량인 참조수준은 약 70천tCO₂eq로 추정되었다. 본 연구는 기 구축된 공간자료를 이용하여 바이오매스를 추정하여 참조수준을 설정하였으며, 향후 현장조사가 불가능한 지역에 대한 바이오매스 추정에 활용될 수 있다. 또한, REDD+ 활동에 대한 평가에 있어 기초적인 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract: This study aimed at establishing Forest reference emission levels (FREL) for incentive evaluation when implementing REDD+ projects in developing countries. Landsat satellite images were used in 2014, 2017, and 2020 to set the forest reference level, and the reference period was set to 6 years from 2014 to 2020. The forest biomass estimation model was built based on the Landsat satellite image and Random Forest algorithm in 2017. In addition, band values and surface temperature information from Landsat satellite images were used as the independent variable, and the ESA Biomass Climate Change Initiative (including information on estimated global forest biomass in 2017) spatial theme system was used as the dependent variable. As a result of constructing estimation model, the R-squared was 0.63 and the RMSE was 31.8. The constructed model was applied to satellite images in 2014, 2017, and 2020. The amount of change in biomass for each year was calculated, and the average annual carbon emission during the reference period was set as the reference level. As a result of setting the reference level, the Mon area in Myanmar was calculated as 70 thousand tCO₂eq. This study estimates the amount of biomass and construct the FREL using previously established spatial data. We considered estimating to biomass for areas where field investigation is not possible and a basic data for evaluating REDD+ activities.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업 ‘(2018112A00-2020-BB01)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

무인기 기술을 이용한 잣나무림의 흉고직경 추정

김성용*, 이선주, 권춘근, 서경원
(국립산림과학원 산림방재연구과)

Estimating Diameter at Breast Height using the Unmanned Aerial System for Korea Pine(*Pinus koraiensis*) in South Korea

Sung Yong Kim*, Sun Joo Lee, Chun Geun Kwon, Kyung Won Seo
(Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest)

요약: 본 연구의 목적은 무인기 정사영상 정보를 활용하여 초미세 고해상도 3차원 공간 모델을 구축하고, 구축된 모델을 분석하여 개체목의 수고와 흉고직경을 추정하는 기술을 분석하였다. 이를 위하여 경상북도 봉화군 일대 잣나무 조림지를 대상으로 무인기 정사영상을 촬영한 후 3차원 수고 모델을 추출하였다. 유역분류 알고리즘을 이용해 임목의 개체를 추출하였으며, 개체목별 수관면적에 따른 흉고직경을 추정하였다. 본 연구 결과에 의하면, 추출된 수고모델과 현장에서 측정한 수고는 평균 제곱근 편차에서 $1.492\text{m}(R^2 = 0.3401)$ 차이를 보였으며, 오차율이 가장 작은 수고모델 추출 방법은 지형분석지점 사양이 각도 20° , 이격거리 1m, 격자크기 60m이었다. 개체목 추출율은 75.4% 이었으며, 수고가 높은 우세목의 추출율은 85.2% 이상이었다. 추출된 개체목의 수관면적과 흉고직경의 상관성은 두 변수 사이에 유의 수준($P < 0.01$)에서 상관관계가 있었으며, 적합도 77.05% 수준에서 수관면적이 커질수록 흉고직경도 증가하는 추세를 확인할 수 있었다.

Abstract: The purpose of this study is to construct 3D spatial model using the true Orthophoto of Unmanned Aerial System(UAS) and to develop the estimation technique of height and diameter at breast height (DBH) of individual trees by analyzing the 3D spatial model. To do this, we extracted 3D tree height model using structure from motion(SFM) technique after taking UAS orthophoto of Korea Pine(*Pinus koraiensis*) plantation. We extracted individual tree using the watershed classification algorithm, and through this, we estimated DBH to the crown area of individual tree. The study result showed that the extracted tree height model(THM) and height measured on the spot were difference of $1.492\text{m}(R^2 = 0.3401)$, the extraction method of the tree height model with the smallest error rate was the topographic analysis point of 20° angle, 1m separation distance, and 60m grid size. The extraction rate of individual tree was 75.4%, and the extraction rate of dominant tree was higher than 85.2%. The correlation coefficient between the crown area and DBH of extracted individual tree was in statistically significant ($P < 0.01$), DBH increased according to the crown area at 77.05% of fit.

Keywords: Unmanned Aerial System(UAS), *Pinus koraiensis*, Orthophoto, Digital Surface Model

숙아베기 강도가 산불연료구조 변화에 미치는 영향

이선주*, 김성용, 권춘근, 이예은, 서경원
(국립산림과학원 산림방재연구과)

Effects of Thinning Strength on Changes of Fuel Structure in the *Pinus densiflora* Stands

Sun Joo Lee*, Sung Yong Kim, Chun Geun Kwon, Ye-Eun Lee, Kyung Won Seo
(Forest Disaster Management Division, National institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 강원도 영동지역 III영급 소나무림을 대상으로 숙아베기 강도가 산불연료구조 변화에 미치는 영향을 분석하기 위해 수행하였다. 이를 위해 2020년 7월 강원도 고성군 죽왕면 일대 소나무림을 연구대상지로 선정하였으며, 숙아베기 강도 40-50%, 20-30%, 미시행지로 구분하고 벌채산물 존치 여부에 따라 총 11plots을 조성하였다. 숙아베기 후 초기 산불연료 변화를 분석한 결과, 지하고는 처리 전 2.1m에서 처리 후 3.1m로 높아졌으며, 수관연료밀도는 처리 전 0.47kg/m^3 에서 처리 후 0.22kg/m^3 으로 낮아지는 패턴을 보였다. 수관층연료를 수직적 분포형태로 분석한 결과, 숙아베기 강도가 높을수록 지표층에서 수관층까지의 간격이 넓어지는 패턴을 보였다. 수관화 전이 결정강도는 벌채산물존치 $3,984.4\text{kW/m}$, 대조구 $2,309.5\text{kW/m}$, 벌채산물수집 $2,111.9\text{kW/m}$ 순으로 벌채산물 존치 임분에서 잔존 연료량이 급격하게 증가하여 수관화 전이 위험성이 대조구에 비해 약 1.7배 높았다. 추후 지속적인 산불연료관리 모니터링 분석을 통해 대형산불 피해를 줄이기 위한 소나무 숲 관리 기술방안 마련에 기여할 것이다.

Abstract: This study was conducted to analyze the impact of the thinning intensity on the change in the fuel structure of forest fires in Yeongdong, Gangwon-do. The site of the survey was a large forest fire prevention *Pinus densiflora* monitoring zone in Jukwang-myeon, Goseong-gun, Gangwon-do. It was designed as thinning 40-50%, 20-30, and control zone, and it was divided into 11plots depended on the existence of slash. As a results the crown height was 2.1m to 3.1m after treatment. and converted the crown fuel density was reduced form 0.47kg/m^3 to 0.22kg/m^3 after treatment. The result of analyzed crown fuel in the form of a vertical distribution. The higher the intensity, the wider the gap between the surface fuel and the crown fuel. The critical surface fire intensity was $3,984.4\text{kW/m}$ in the presence of slash. The risk of crown surface fire was estimated to be about 1.7times higher than controls zone. It is expected to contribute to the development of *Pinus densiflora* forest management technology to reduce large forest fire damage through continuous forest fire fuel management monitoring analysis.

Keywords: Crown fire, Critical surface fire intensity, Fuel management, Thinning slash

산불취약성 평가 기법 개발에 관한 연구 - 강원도 지역을 중심으로 -

장미나^{1*}, 이영진²

(¹한국산불방지기술협회 산불방지연구소, ²공주대학교 산림과학과)

Assessment of Forest Fire Vulnerability - Case study of Gangwon Province -

Mina Jang^{1*}, Young Jin Lee²

(¹Forest Fire Management Research Center, Korea Forest Fire Management Association,

²Department of Forest Science, Kongju National University)

요약: 본 연구는 산불 발생으로 인한 피해적 관점을 고려하여 산불에 대한 생물물리학적 취약성과 사회 경제적 취약성을 동시에 고려한 산불 취약성을 평가하고자 하였다. 연구대상지는 강원도 지역으로 산불 취약성은 인구, 경제, 정보, 입지 요인으로 구성하였으며, 이를 설명하기 위해 각 요인별 대리변수를 사용하였다. 산불 취약성 지도를 작성하기 위해 최소 통계구역 단위인 집계구 단위로 산불 취약성 지수를 산출하였으며, 시·군 및 읍·면·동에 대한 산불 취약지 지도를 작성하였다. 산불 취약성에 영향을 미치는 인자를 파악하기 위해 산불 피해에 대한 통계적 분석을 실시한 결과, 상대적 피해액과 산불발생 건수는 인구 및 건물이 밀집되어 있는 도심보다는 산림과 인접한 시골에서 상관성이 더 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서 개발된 산불 취약성 지도는 지역의 산불 예방 및 대응을 위한 계획 수립에 있어 우선순위 선정 시 필요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract: The purpose of this study was to assess forest fire vulnerability by considering both biophysical and socioeconomic factors. The forest fire vulnerability index was mapped on a census tract level based on population, economy, information and location factors in Gangwon Province. The proxy variables for the index include 'people older than 65 years, people younger than 15 years; rental houses, houses of 60m² or less, houses over 20 years old, people with an elementary school education or less, forest-urban interface areas within 30m, and coniferous areas. A statistical analysis was conducted on the amount of forest fire damage and the number of fire occurrences to identify the impact of each factor of forest fire vulnerability. Both the damage amount and the frequency of forest fires were higher in areas adjacent to forests than in urban areas where population and buildings are concentrated. The forest fire vulnerability map developed in this study can be used as the basic data to assign priorities in practices concerning forest fire prevention and response.

포스터 학술연구발표

P-0003. 침엽수림에서의 지상LiDAR를 이용한 산림조사 활용성 평가

- 고병준*, 박세익, 이상현(전북대학교)

P-0006. 기후변화 적극 대응을 위한 탄소중립과 상쇄제도

- 산림탄소상쇄제도 운영을 중심으로 -

- 김종걸*, 정종복, 최환석, 신구택, 민도홍, 전창석(산림조합중앙회), 정인호, 이승우(한국임업진흥원), 이상덕, 채희문(강원대학교)

P-0013. 국유림의 소나무에 대한 목재보속생산 계획 수립

- 김현수*, 박세익, 이상현(전북대학교)

P-0014. 주요 임산물 생산비에 의한 산림복합경영 예측

- 김현수*, 이상현(전북대학교)

P-0210. 대왕참나무의 수간곡선식 추정에 관한 연구

- 장용환*(공주대학교), 강진택, 임종수(국립산림과학원), 이영진(공주대학교)

침엽수림에서의 지상LiDAR를 이용한 산림조사 활용성 평가

고병준^{1*}, 박세익¹, 이상현²

(¹전북대학교 임학과, ²전북대학교 산림환경과학과)

Evaluation of Utilization for Forest Inventory Using Terrestrial LiDAR in Coniferous Forest

Byung-Jun Ko^{1*}, Se-Ik Park¹, Sang-Hyun Lee²

(¹Department of Forestry, Jeonbuk National University,

²Department of Forest Environment Science, Jeonbuk National University)

요약: 본 연구는 침엽수림에서 입목의 수고와 흉고직경 측정에 있어 조사원이 직접 측정하는 기존의 방법과 지상 LiDAR를 이용하여 측정하는 방법의 차이를 비교분석을 통하여 지상 LiDAR의 활용성을 평가하였다. 지상 LiDAR는 운용 방식이 다른 지상 LiDAR 간의 정확도를 비교하기 위하여 고정식과 이동식을 사용하였으며, 비교분석은 대응표본 t-test, 상관관계 분석, Bland-Altman 그래프 분석 방법을 이용하였다. 수고의 경우 기존의 방법으로 측정한 값과 지상 LiDAR로 측정한 값 간의 차이 평균값은 고정식이 0.81m, 이동식이 2.88m로 나타났으며, 흉고직경의 경우 고정식이 0.13cm, 이동식이 2.36cm로 나타났다. 따라서 차이 평균값이 0에 더 근접한 고정식 지상 LiDAR를 이용한 측정 방법이 기존의 측정 방법과 일치성이 높은 것으로 나타났다. 침엽수림에서 지상 LiDAR를 이용한 측정에 미치는 영향은 지상 LiDAR의 운용 방식과 사양으로 나타났다.

Abstract: This study objective is to evaluate of forest inventory using terrestrial LiDAR in coniferous forest by comparing and analyzing the difference between the traditional measurement method by person and the measurement method using terrestrial LiDAR. The terrestrial LiDAR used fixed type and handy type with different operational methods to compare their accuracy at coniferous forest. Comparative analyses was used a paired t-test, correlation analysis, and Bland-Altman plot analysis methods. In the case of tree heights, the average value of the difference between traditional methods and terrestrial LiDAR was shown to be 0.81m for fixed type, 2.88m for handy type. In the case of tree diameters at breast height, the average value of the difference between traditional methods and terrestrial LiDAR was shown to be 0.13cm for fixed type, 2.36cm for handy type. Therefore, it has been shown that the method using fixed type terrestrial LiDAR is highly consistent with traditional measurement methods because the difference average value is closer to zero than the method using handy type terrestrial LiDAR. The impact on the method using terrestrial LiDAR was shown to be operation and specification of terrestrial LiDAR.

Keywords: Terrestrial LiDAR, TLS, Forest inventory, Coniferous forest, Bland-Altman plot

기후변화 적극 대응을 위한 탄소중립과 상쇄제도 - 산림탄소상쇄제도 운영을 중심으로 -

김종걸^{1*}, 정종복¹, 최환석¹, 신구택¹, 민도홍¹, 전창석¹, 정인호², 이승우², 이상덕³, 채희문³
(¹산림조합중앙회, ²한국임업진흥원, ³강원대학교 산림과학부)

Carbon Zero and Offset System for Active Response to Climate Change - Focused on the operation of the forest carbonization system -

Jong-Girl Kim^{1*}, Jong-Bok Jeong¹, Hwan-Seok Choi¹, Gu-Taek Shin², Do-Hong Min¹,
Chang-Seok Jeon¹, In-Ho Jung², Sung-Woo Lee², Sang-Deok Lee³, Hee-Mun Chae³
(¹National Forestry Cooperative Federation, ²Korea Forestry Promotion Institute,
³Department of Forest Sciences, Kangwon National University)

요약: 점차 가속화되는 기후 위기에 대응하기 위해 최근 정부는 2050년까지 화석연료 사용 등 국내에서 배출하는 온실가스를 최대한 줄이겠다는 이른바 ‘탄소중립’ 비전을 발표했다. 정부의 ‘탄소중립’이란 화석연료 사용 등 인간활동에서 배출되는 온실가스를 최대한 줄이고, 불가피하게 배출된 온실가스는 산림을 통해 흡수 또는 제거해서 실질적인 배출이 ‘0’이 되도록 하는 상태를 말한다.

정부의 비전 발표에 앞서 산림분야에서 시행중인 산림탄소상쇄제도는 산림을 통해 기후변화 및 저탄소사회를 구현하기 위하여 제정된 『탄소흡수원 유지 및 증진에 관한 법률(2013.2.22.시행)』에 따라 2013년에 처음 도입되어 운영되고 있으며, 유형으로는 신규조림/재조림, 식생복구, 산림경영, 산지적용억제, 목제품 이용, 산림바이오매스 에너지 등이 있다.

이 제도는 흡수된 탄소의 거래 가능 여부에 따라 “거래형”과 “비거래형”으로 구분된다. “2020년 산림탄소상쇄제도 운영 활성화 지원”으로 비거래형 사업인 2개 선도산림경영단지 (경남 고성, 충남 청양)에 대하여 1방법 (수종갱신을 통한 산림경영 사업 방법론)과 2방법 (벌기령 연장을 통한 산림경영 사업 방법론)의 두가지 방법론을 적용한 결과 온실가스 예상흡수량은 경상남도 고성군이(총 596,140tCO₂eq/연평균 19,871tCO₂eq), 충청남도 청양군이(총 296,649tCO₂eq/연평균 9,888tCO₂eq)으로 산정되었다. 향후 이러한 결과는 산림정책과 국가의 탄소중립 달성을 위한 기반자료로 활용될 것으로 기대한다.

Abstract: To cope with the increasingly accelerating climate crisis, the government recently announced a so-called “carbon zero” vision to reduce greenhouse gases emitted in the country as much as possible, including the use of fossil fuels by 2050. The government’s “carbon zero” refers to a state in which greenhouse gases emitted from human activities, such as the use of fossil fuels, are reduced to the maximum extent possible, and the inevitably emitted greenhouse gases are absorbed or removed through forests, resulting in “zero” actual emissions.

Prior to the announcement of the government’s vision, the forest carbon phase-out system was first introduced and operated in 2013 under the Carbon Absorbent Maintenance and Promotion Act (2013.2.22. enforcement) enacted to realize climate change and low-carbon society through forests. Types include new afforestation/reforestation, forest management, forest management, forest product use, forest biomass energy, etc.

The system is divided into “trade-type” and “non-trade-type” depending on whether absorbed carbon can be traded. Two methods were applied to the three leading forest management complexes (Goseong-gun Gyeongsangnam-do, Cheongyang-gun Chungcheongnam-do, which are

non-trade-type projects, through the “Activation of the Operation of the Forest Carbon Climbing System in 2020” (the methodology of forest management projects through the renewal of trees) and two methods (the methodology of forest management projects through the extension of punishment). As a result, expected greenhouse gas absorption was calculated as Goseong-gun (596,140tCO₂eq/annual average 19,871tCO₂eq), Cheongyang-gun (296,649tCO₂eq/annual average 9,888tCO₂eq). It is expected that these results will be used as basic data for forest policy and national carbon neutrality.

Keywords: *Carbon Zero, Non-trade-type, Forest Management*

국유림의 소나무에 대한 목재보속생산 계획 수립

김현수*, 박세익, 이상현
(전북대학교 산림환경과학과)

Establishing Sustained Timber Production Plan by *Pinus densiflora* in National Forests

Hyun-Soo Kim*, Se-Ik Park, Sang-Hyun Lee
(Chonbuk National University Department of Forest Environmental Science)

요약: 본 연구를 통해 공·사유림경영의 선도적 역할을 수행하는 국유림을 대상으로 보속생산이 가능한 최적의 목재생산계획을 수립하였다. 목재보속생산의 대상은 서부지방산림청 관할 국유림관리소의 소나무를 선별하였으며, 성숙도의 개념을 적용하여 법정영급배분에 따른 목재생산계획을 수립하였다. 그 결과, 정읍국유림관리소의 소나무는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 16,398.3, 법정영급면적은 585.7ha인 계획이 수립되었다. 무주국유림관리소의 소나무는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 21,746.3, 법정영급면적은 776.7ha인 계획이 수립되었다. 영암국유림관리소의 소나무는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 11,128.4, 법정영급면적은 397.4ha인 계획이 수립되었다. 순천국유림관리소의 소나무는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 26,901.0, 법정영급면적은 960.7ha인 계획이 수립되었고, 함양국유림관리소의 소나무는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 32,804.9, 법정영급면적은 1,171.6ha인 계획이 수립되었다.

Abstract: This study formulates the optimum sustainable timber production plan for national forests, which take a leading role for the management of public forests and private forests. The target of the sustainable timber production was selected *Pinus densiflora* by the national forest station under the Western Regional Office of Forest Service; and then the timber harvest schedule based on normal age was formulated by applying the concept of maturity. As results, according to the schedule, the *Pinus densiflora* in Jeongeup national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 16,398.3, and its normal age-class area is 585.7ha. The *Pinus densiflora* in Muju national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 21,746.3, and its normal age-class area is 776.7ha. The *Pinus densiflora* in Yeongam national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 11,128.4, and its normal age-class area is 397.4ha. The *Pinus densiflora* in Suncheon national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 26,901.0, and its normal age-class area is 960.7ha, and the *Pinus densiflora* in Hamyang national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 32,804.9, and its normal age-class area is 1,171.6ha.

Keywords: national forests, *Pinus densiflora*, maturity, normal forest

주요 임산물 생산비에 의한 산림복합경영 예측

김현수*, 이상현
(전북대학교 산림환경과학과)

Prediction of Agroforestry Using Production Cost of Major Non-Timber Forest Products

Hyun-Soo Kim*, Sang-Hyun Lee
(Chonbuk National University Department of Forest Environmental Science)

요약: 본 연구는 산림경영에서 목재수확장기성의 제한을 보완하기 위하여 복합경영 대상 임산물의 결정방법으로 선형계획법과 비선형계획법을 활용하였다. 또한, 주요 임산물 생산비에 의한 산림복합경영 예측을 위해 현재 임산물생산비조사가 이루어지고 있는 대추, 뽕은감, 밤, 호두에 대한 수익률의 평균과 표준편차를 분석하였다. 그 결과, 수익률의 평균은 각각 2.3, 2.25, 1.84, 3.9이며, 표준편차는 0.35, 0.53, 0.25, 0.52로 나타났다. 선형계획법을 활용한 분석의 경우 연 수익률이 가장 높은 호두만을 선택하여 생산하며, 이때의 수익률의 합은 호두의 연 수익률인 3.9인 것으로 나타났다. 비선형계획법을 활용한 분석의 경우 투자비율은 밤이 약 92%, 호두가 약 8%로 나타났으며, 대추와 뽕은감의 투자비율은 없었다. 기대수익률은 제약조건에서 최솟값으로 설정한 2였으며, 투자위험도에 해당하는 분산과 표준편차는 각각 0.00602와 0.24547로 나타났다.

Abstract: This study used linear programming and non-linear programming as methods for determining the target forest products of integrated management, to supplement the limitation of the prolonged period of timber harvest in forest management. Further, to predict the agroforestry in terms of the production cost of major forest products, the means and standard deviations of the rates of return for jujube, astringent persimmon, chestnut, and walnut, the survey of product cost of which were carried out, were analyzed. As results, the mean of the rate of return was found to be 2.3, 2.25, 1.84, and 3.9, respectively, and the standard deviation was found to be 0.35, 0.53, 0.25, and 0.52, respectively. In the case of analysis with the linear programming, the chestnut, whose annual rate of return was highest, was selected for production, and the sum of the rate of return in this case was found to be 3.9, which is the annual rate of return for the chestnut. In the case of analysis with the non-linear programming, it was found that the ratio of investment was about 92% for chestnut and about 8% for walnut, and there was no ratio of investment for jujube and astringent persimmon. And the expected ratio of investment was 2, which was set to the minimum value as the constraint, and the variance and the standard deviation, which are equivalent to investment risk, were found to be 0.00602 and 0.24547, respectively.

Keywords: agroforestry, linear programming, non-linear programming, investment risk

대왕참나무의 수간곡선식 추정에 관한 연구

장용환^{1*}, 강진택², 임종수², 이영진¹(¹공주대학교 산림과학과, ²국립산림과학원 산림산업연구과)A Study on the Estimation of Taper Model for the
Quercus palustris species in KoreaYong Hwan Jang^{1*}, Jin Taek Kang², Jong Su Yim², Young Jin Lee¹(¹Department of Forest Science, Kongju National University,²Division of Forestry Industry, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 경기도 용인 지역에 조림된 대왕참나무림을 대상으로 연구를 실시하였으며, 대왕참나무 총 77본의 표준목을 벌채한 수간석해 데이터를 이용하였다. 수간곡선식의 모델 개발, 분석을 위해 Kozak 식이 이용되었으며, 추정식을 평가하기 위하여 적합도 검정을 실시하였다. 적합도 검정을 위해 적합도 지수(Fitness index), 평균제곱근오차(Root mean square error), 추정의 표준오차(Standard error of estimate), 평균편차(Mean difference), 절대평균편차(Absolute mean difference), 적합성 결여 검정(Lack of statistics)을 이용하여 모델의 적합성을 검정하였다. SAS의 NLIN Procedure를 이용한 결과, Kozak식이 99.28%의 설명력을 나타냈으며, 평균편차는 -0.1600, 절대평균편차는 1.2300으로 나타나 높은 적합도를 나타냈다. 본 연구 결과는 향후 대왕참나무림의 합리적인 경영을 위한 기본 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract: This study was conducted for the *Quercus palustris* species in Yongin, Gyeonggi Province, and used a total of 77 standard trees to estimate stem volumes. The Kozak model was used for the development and analysis of the taper equation, and the goodness of fit test was carried out to evaluate the model. Fitness index, Root mean square error, Standard error of estimate, Mean difference, Absolute mean difference, and Lack of statistics were used for the goodness of fit tests. As a result of using SAS NLIN Procedure, the Kozak model showed a high fitness index, with an mean difference of -0.1600 and an absolute mean difference of 1.2300. This research result is expected to be used as basic information for the management of the *Quercus palustris* forest in Korea.

Keywords: *Quercus palustris*, Taper equation, Kozak model

A photograph of a dirt path winding through a dense forest. The path is light brown and curves gently to the right. The forest is composed of tall, slender trees with lush green foliage, creating a canopy overhead. The lighting is soft and diffused, suggesting an overcast day. The overall atmosphere is peaceful and natural.

(사)한국산림경제학회

구두 학술연구발표

O-0075. 산촌 지속가능성을 위한 사회생태계 특성 분석
- 박소희*, 윤여창(서울대학교)

O-0265. REDD+, 사회적 자본, 빈곤의 영향관계 분석
- 정운관, 이요한*(영남대학교)

산촌 지속가능성을 위한 사회생태계 특성 분석

박소희^{1*}, 윤여창²

(¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 농림생물자원학부)

Characteristics of Social-Ecological System for Sustainability of Forest-Dependent Communities in the Republic of Korea

Park So-Hee^{1*}, Youn Yeo-Chang²

(¹Department of Forest Sciences, Seoul National University,

²Department of Agriculture, Forestry and Biological Resources Science,
Seoul National University)

요약: 우리나라 산촌은 빈곤과 인구 감소, 고령화로 인해 지속가능성을 위협받고 있다. 산촌의 빈곤은 산림 이용 규제에 기인한다고 할 수 있으나 무분별한 산림 이용은 산림 생태계의 안정성을 저해할 수 있다. 이에 정부는 국유림 보호에 참여하는 산촌주민에게 국유림 내 산림자원을 이용할 수 있도록 허가하는 협력적 산림 관리를 시행함으로써 빈곤 완화와 산림보전을 동시에 달성하고자 하였다. 이 연구는 협력적 산림 관리에 참여하는 마을을 대상으로 산촌의 지속가능성을 평가하고, 산촌의 지속가능성에 영향을 미치는 사회생태계의 특성을 규명하였다. 이 연구는 서울대학교 남부학술림 인근 구례군과 광양시 17개 마을의 사례를 분석하였고, 경제, 사회, 생태 지표를 통합하여 지속가능성을 평가한 후 ANOVA를 이용하여 지속가능성 집단별 자원, 이용자, 거버넌스 특성의 차이를 분석하였다. 연구 결과, 지속가능성이 높은 마을은 5개, 낮은 마을은 12개로 평가되었으며, 집단별로 협력적 산림관리제도 참여율, 산림자원 의존도, 사회적 자본에 차이가 있는 것으로 나타났다.

Abstract: Forest-dependent communities face threats to disappearance. Their lacking sustainability is mainly due to poverty, population decrease and ageing population in mountainous areas. The poverty in rural communities is partly thanks to regulation of forest utilization. On the other hand over-exploitation of forest resources can potentially lead to forest degradation. To reduce their poverty and keep forest ecosystem sustainable, the government has been implementing collaborative forest management (CFM), which provides local people with access to national forest resources in return for protecting national forests. This study aims to assess the sustainability of forest-dependent communities and identify the characteristics of social-ecological system for the sustainability of mountain areas. The sustainability of 17 communities in Gurye-gun and Gwangyang-si around the Southern Seoul National University Forests was assessed by integrating economic, social and ecological indicators, and then differences in resources, users and governance system between two groups of communities in terms of sustainability were analyzed using ANOVA. This study found that the participation in CFM, forest dependency and social capital were different between sustainable and unsustainable groups.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(2014109A00-1520-AA01)의 지원에 의하여 이루어진 것임. 또한 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2017R1A2B4005498).

REDD+, 사회적 자본, 빈곤의 영향관계 분석

정운관, 이요한*
(영남대학교 산림자원및조경학과)

Causal relations between REDD+, Social capital and Poverty

Jung Woon-Gwan, Lee Yohan*
(Department of Forest Resources and Landscape Architecture, Yeungnam University)

요약: 이 연구는 REDD+ 활동(교육훈련, 개량화덕 인센티브, Community Forestry(CF) 멤버십), 사회적 자본(네트워크·신뢰·협력·사회적 통합성), 빈곤 사이의 영향관계 규명을 목적으로 한다. 본 연구의 자료는 산림청의 REDD+ 사업 지역인 미얀마 Bago 주 Kyauktaga, Minhla 지역의 주민 335 명을 대상으로 한 현장설문조사를 통해 수집되었다. 통계모형을 이용한 회귀분석 및 구조방정식 모형을 통해 변수 간 영향관계를 분석하였다. 연구 결과, 사회적 자본은 빈곤해소에 긍정적인 영향을 미치며, 세부적으로 사회적 통합성 요소가 빈곤에 직접적인 영향요인으로 나타났다. REDD+ 교육훈련과 CF 멤버십은 사회적 자본과 주민의 소득증대에 긍정적인 영향을 미치지만, 그 영향력은 빈곤 해소 달성에 충분하지 않았다. 개량화덕 인센티브는 사회적 자본에 부정적인 영향을 미치며, 소득 증대에도 영향을 미치지 않는 것을 발견했다. 산림의존도가 높은 주민이 빈곤한 경향을 나타내었다. 즉, 산림자원의 채취는 생계유지 수단으로 작용하여 빈곤해소를 위한 소득증대로는 이어지지 않는 것을 의미한다. 본 연구는 REDD+ 활성화 및 참여장려 노력이 직·간접적으로 사회적 자본 확충 및 빈곤해소 달성에 기여할 수 있음을 시사한다. 개량화덕 인센티브는 수혜자의 우선순위가 고려되지 않고 무작위로 주민에게 제공되어 정책의 양적목표 달성에 편중되었으므로 추진방법의 재설정이 필요하다. 효과적인 REDD+ 목적달성을 위해서는 산림의존도가 높은 주민을 대상으로 소득 증진을 고려한 교육훈련 제공과 CF 지원강화가 중요하다.

Abstract: This study aims to analyze the causal effects between REDD+ activities (education, cookstove incentives, Community Forestry(CF) membership), Social capital (network, trust, cooperation, social inclusion) and Poverty. We collect data through a field survey from the randomly selected 335 households in the REDD+ pilot sites(Kyauktaga, Minhla townships) in Bago Province, Myanmar. The relationship between variables was analyzed using a binary logistic regression and SEM analysis. The results show that social capital has significant impacts on the household poverty reduction. Specifically, social inclusion factor has direct impact on poverty reduction. REDD+ education and CF membership has impact on income generation but the impacts was insufficient for reducing poverty. Cookstove incentives has negative impact on social capital and forest dependents are relatively poor, which implies that forest activities are limited in increasing income for reducing poverty. We found that REDD+ program intervention on local community may contribute on accumulating social capital and reducing poverty. This study suggest that forest policy makers should consider prioritize marginalised people in REDD+ incentives and forest income generating training, supporting CF are important for realizing effectiveness in REDD+ programs.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(‘2018112A00-2020-BB01’)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

포스터 학술연구발표

P-0027. 생태인문교육이 초등학생의 생태소양과 비판적사고력 및 공감능력에 미치는 영향
- 서혜리*, 안기완(전남대학교)

P-0034. 전남대학교 난대 산림생물소재 고부가가치화 전문 인력양성 사업의 1차년도 연구
- 장수진*, 백을선, 이계한, 안기완(전남대학교)

P-0102. 산림교육 프로그램이 중학생의 사회성 및 숲에 대한 태도에 미치는 영향
- 정숙희*, 안기완(전남대학교)

P-0105. 완도군 삼두리 산촌마을의 융·복합 산촌체험관광 프로그램 개발 사례
- 이가영*, 백을선, 안기완(전남대학교)

P-0109. 서부지방산림청의 산림정책 핵심과제에 대한 중요도 및 미래 대응전략의 요인
- 안태성*, 백을선, 안기완(전남대학교)

P-0179. 습지의 가치평가 방법에 대한 비교 분석
- 조기륜*, 김준순(강원대학교)

P-0189. 파티클보드와 섬유판의 수급량 변화 요인 분석 및 전망
- 김기동*(국립산림과학원 산림산업연구과)

생태인문교육이 초등학생의 생태소양과 비판적사고력 및 공감능력에 미치는 영향

서혜리^{1*}, 안기완²

(¹전남대학교 임학과, ²전남대학교 산림자원학과)

The effects of an ecological humanities education on ecoliteracy, critical thinking competency and empathic ability

Hyeli Seo^{1*}, Kiwan An²

(¹Department of Forestry, Chonnam National University,

²Department of Forest Resources, Chonnam National University)

요약: 현대사회는 자원 고갈, 생태계 파괴, 지속 불가능성 등의 위기를 겪고 있기 때문에 앞으로 생태교육에 대한 기대와 관심이 더욱 증가할 것이며, 특히 생태인문교육을 통하여 생태적 세계관을 바탕으로 사유하는 인간을 양성할 수 있기를 기대할 것이다. 그러나 국내에서는 생태인문교육에 관한 연구가 미흡한 실정이며 특히 초등학생을 대상으로 공교육 환경에서 실천한 사례는 전무하다. 이에 본 연구에서는 생태교육의 새로운 패러다임으로서 생태인문교육을 정의하고 초등학생을 위한 프로그램을 개발하여 그 효과를 검증하였다. 생태인문교육 프로그램은 문학작품 함께 읽기와 야외 관찰 활동, 그리고 각 회기마다 제시되는 주제에 관한 탐구와 토론으로 구성하였으며 광주 시내 초등학교 5학년을 대상으로 실시하였다. 프로그램의 효과 검증을 위해 SPSS 18을 이용한 대응표본 t-검증, 독립표본 t-검증, 상관관계 분석을 실행한 결과 생태인문교육 프로그램은 초등학생의 비판적 사고력 ($p=.001^{**}$)과 공감능력($p=.041^{*}$)에 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구는 초등학생을 위한 생태인문교육 프로그램을 개발 및 실시한 결과를 검증하였다는 점에서 의의가 있다고 할 수 있다.

Abstract: Since the modern society is facing a crisis such as resource depletion, ecosystem destruction, and unsustainability, expectations and interest in ecological education will increase further in the future. In particular, through ecological humanities education, we will cultivate humans who think based on an ecological worldview. I hope to be able to. However, research on ecological humanities education is insufficient in Korea, and there are no cases of practice in public education environments especially for elementary school students. Therefore, in this study, ecological humanities education was defined as a new paradigm of ecological education, and the effect was verified by developing a program for elementary school students. The ecological humanities education program consisted of reading literature, outdoor observation activities, and exploration and discussion on topics presented in each session, and was conducted for the fifth grader of elementary school in Gwangju city. As a result of conducting the response sample t-test, independent sample t-test, and correlation analysis using SPSS 18 to verify the effectiveness of the program, the ecological humanities education program is characterized by critical thinking skills ($p=.001^{**}$) and empathy skills ($p=.001^{**}$) of elementary school students. $p=.041^{*}$) was found to have a significant effect. This study can be said to be meaningful in that it verified the results of the development and implementation of an ecological humanities education program for elementary school students.

전남대학교 난대 산림생물소재 고부가가치화 전문 인력양성 사업의 1차년도 연구

장수진^{1*}, 백을선², 이계한², 안기완²
(¹전남대학교 임학과, ²전남대학교 산림자원학과)

A Study on the 1st Year of Chonnam National University's Professional Education and Training Project for Promoting Value of Warm Temperate Forest Biomaterial

SuJin Jang^{1*}, Eul Sun Baek², GyeHan Lee², Kiwan An²
(¹Department of Forestry, Chonnam National University,
²Department of Forest Resources, Chonnam National University)

요약: 본 연구는 난대 산림생물소재 고부가가치화 전문인력양성사업 중 제3세부과제인 “난대 산림생물소재 6차 산업을 리드하는 융복합 전문 인력 양성사업”의 제1차년도 연구로서 난대 산림생물자원 어메니티를 평가하고자 완도 삼두리 산촌마을 산림자원, 장흥 천관산 산림유전 자원보호구역의 난대 생물자원, 도서지역 난대생물자원의 어메니티를 검토하였다. 더불어, 산촌지역의 산림보건휴양효과를 평가하기 위해 뇌파예비실험을 실시하고, 난대지역 정원문화를 6차산업으로 활용하기 위해 난대성 산림수목의 분포를 조사하였다. 그 결과, 완도 삼두리산촌마을 어메니티 (산림자원, 역사, 문화, 음식 자원)는 산·하천·자연관찰로, 생물, 자연보존활동, 유형문화재, 무형문화재, 전통행사, 음식문화, 축제, 공동체로 나타났으며, 장흥 천관산 난대생물자원 어메니티로서 동백나무림내 분포하는 식물은 66과 120속 151종 7변종 2품종으로 총 160분류군으로 확인되었다. 또한 진도군 여귀산, 지력산, 신안 도서지역, 완도 보길도지역은 추후 난대 산림생물자원으로서 큰 가치성을 보유하고 있는 지역으로 파악되었다. 뇌파실험은 좌·우측 전두엽과 전두엽 중앙의 값이 산림욕 후에 상승하는 것으로 확인되었다. 전남지역 12개 민간정원의 전체적인 수목의 성상 분포는 교목 19%(655종), 관목 21%(707종)였으며, 초본류가 60%(2,077종) 차지하고 있는 것으로 나타났다.

Abstract: This study is a first-year study of “Development of Convergent Human Resources for Forest plants in Warm Temperate Materials 6th Industrialization” in Professional Education and Training Project for Promoting Value of Warm Temperate Forest Biomaterial to evaluate the temperate forest biological resource amenity in Wando Samduri village, Jangheung cheongwan mountain, and the island's forest genetic resource reserve. In addition, brain wave preliminary experiments were conducted to evaluate forest health and recreation effects in mountain villages, and the distribution of forest trees in temperate province was investigated to utilize the garden culture in temperate as a sixth industry. As a result, the amenity in Wando represents a mountain, river, the road for natural observation, biological, conservation activities, tangible cultural assets, intangible cultural assets, food culture, festivals, and community. In addition, Yeogwi mountain, Jigyeil mountain, Sinan island area, and Bogildo area in were identified as areas of great value as warm temperate materials. frontal lobes and the center of the frontal lobe rise after a forest bath. The overall distribution of trees in 12 private gardens in Jeollanamdo province was 19% (655 species) and 21% (707 species) of shrubs, while 60% (2,077 species) were found to be occupied by herbaceous plants.

사사: 본 연구는 산림청 산림융복합 전문인력 양성(R&D)-산림산업 특화 연구지원사업,
(No. 2020183E10-2022-AA02)의 지원에 의해 이루어진 것임.

산림교육 프로그램이 중학생의 사회성 및 숲에 대한 태도에 미치는 영향

정숙희^{1*}, 안기완²

(1전남대학교 임학과, 2전남대학교 산림자원학과)

The Effect of Forest Education Program on Changes in Sociality and Attitudes toward Forests of Middle School Students

Sookhee Jeong^{1*}, KiWan An²¹Department of Forestry, Chonnam National University,²Division of Forest Resources, Chonnam National University)

요약: 본 연구는 산림교육 프로그램이 중학생의 사회성 및 숲에 대한 태도에 미치는 영향을 알아보기 위한 목적으로 수행하였다. 연구과정은 2020년 9월~11월까지 광주 전남 지역의 중학교 1학년 학생을 대상으로, 1회기 산림교육 프로그램 참여자 179명과 반복적(5회기) 산림교육 프로그램 참여자 112명을 대상으로 산림교육 프로그램 실시 전과 실시 후의 사회성과 숲에 대한 태도의 변화에 미치는 영향을 비교 분석하였다. 분석 결과는 첫째 숲에 대한 태도의 변화는 운영주기, 성별, 가족형태, 만족도의 점수에 관계없이 긍정적 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었으며 통계적으로 유의하였다. 둘째, 사회성 발달에 미치는 영향에서 1회기 산림교육 프로그램은 안정성을 제외한 나머지 활동성, 지배성, 사교성, 자율성 영역에서 유의미한 결과를 보였고, 반복적 프로그램 참여자는 사회성의 모든 하위영역에서 긍정적인 변화를 보였다. 또한 성별, 가족형태, 만족도 점수에 상관없이 긍정적인 영향을 미쳤으며 통계적으로 유의하였으며, 반복적으로 참여할수록, 만족도가 높을수록 사회성 변화에 긍정적인 영향을 초래하는 것을 확인하였다. 본 연구결과에서 알 수 있듯 산림교육 프로그램은 중학생의 사회성과 숲에 대한 태도의 변화에 긍정적인 영향을 초래하였던 기초자료로 의미가 있으나 중학생 개인 특성이나 산림교육 제공 환경에 따른 다양한 효과를 반영하지 못한 한계가 있었다.

Abstract: This study was conducted to find out the impact of forest education programs on middle school students' sociality and attitudes toward forests. The research course is for first-year middle school students in Gwangju and Jeonnam area from September to November 2020, 179 participants in the first forest education program and 112 participants in the repeated (5th) forest education program compared the impact of changes in sociality and forest attitudes before and after the forest education program was implemented. The results of the analysis first showed that changes in attitudes to forests had a positive effect, regardless of the scores of the operating cycle, gender, family type and satisfaction, and were statistically significant. Second, in its impact on sociality development, the first-term forest education program showed significant results in the areas of activity, dominance, sociability and autonomy except stability, and repetitive program participants showed positive changes in all sub-regions of sociality. In addition, regardless of gender, family type, or satisfaction score, it was statistically significant, and the higher the satisfaction, the more positive the change in sociality. As the results of this study show, forest education programs were meaningful as basic data that had a positive impact on the sociality and attitude of middle school students, but there were limitations that did not reflect various effects depending on the individual characteristics of middle school students or forest education.

Keywords: Forest education, Middle school student, a change of attitude toward the forest, a social nature

완도군 삼두리 산촌마을의 융·복합 산촌체험관광 프로그램 개발 사례

이가영^{1*}, 백을선², 안기완²

(¹전남대학교 임학과, ²전남대학교 산림자원학과)

A Case Study of the Development of a Convergence Mountain Village Experience Tour Program in Samduri Mountain Village, Wando-gun.

GaYoung Lee^{1*}, Eul Sun Baek², Kiwan An²

(¹Department of Forestry, Chonnam National University,

²Department of Forest Resources, Chonnam National University)

요약: 본 연구는 지역 자원인 동백나무를 활용한 식·의약 산업화 및 융·복합 산촌체험, 관광 개발로 산촌활성화 및 지역소득 증대에 기여하는 모델 개발에 기초적인 자료를 제공하고자 수행되었다. 프로그램 개발 대상지역은 전남 완도군 삼두리 산촌마을이며 지역의 동백나무를 대상으로 수행되었다. 산촌체험관광 프로그램 개발을 위해 산림교육 프로그램 개발, 동백의 꽃과 잎을 주원료로 아침밥상, 점심 도시락과 간편 밥상, 저녁 산촌 동백밥상, 치유도시락 및 선물세트 개발을 위해 마을대표들을 대상으로 현장 시연회를 진행하였다. 그 결과, 지역의 완도수목원과 청소년수련원 및 삼두리 마을과 동백 숲을 찾는 탐방객들이 경험할 수 있고 삼두리 산촌마을 활성화에 기여할 수 있는 프로그램을 개발하였으며 이 지역 동백 숲을 활용한 산림자원과 지역의 음식자원을 연계한 당일형 프로그램(동백꽃 필무렵)을 산림청 산림교육 프로그램으로 인증 신청하였다. 또한, 지역 음식자원을 이용한 아침밥상(전복죽, 해초죽, 해물죽, 동백죽, 해초밥, 동백밥 등), 점심 치유도시락과 간편밥상, 저녁 삼두리 산촌 동백밥상 및 방문자들에게 판매할 수 있는 선물세트(동백해초강정, 해초감부각, 동백유감부각, 동백유부꾸미, 동백잎떡 등)를 개발하였다. 추후 삼두리 융·복합 산촌체험, 관광 프로그램의 실질적 활용을 위해서 현장에서의 적용, 평가를 통한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Abstract: This study was conducted to provide basic data for the development of models that contribute to the revitalization of mountain villages and income growth through food and medicine industrialization and convergence mountain village experience and tourism development using the local resource, Camellia. The target area was a mountain village in Samdu-ri, Wando-gun, Jeollanam-do, and was carried out with camellia trees. To develop a mountain village experiential tourism program, breakfast, lunch dinner, healing lunch, and gift sets were developed with camellia flowers and leaves as the main ingredients, and demonstrations were conducted for village residents. As a result, we developed programs that can be experienced by visitors to Arboretum, Youth Training Center, Samduri Village and Camellia Forest, and contribute to the vitalization of the Samduri Mountain Village. It applied for certification to the Korea Forest Service as a one-day program linking local resources. In the future, it is expected that additional research through application and evaluation in the field is necessary for the practical use of the Samdoori convergence mountain village experience and tourism program.

사사: 본 연구는 산림청 융복합기반 임산업의 신산업화 기술개발 사업(2019148A00-1921-AB02)의 지원에 의해 이루어진 것임.

서부지방산림청의 산림정책 핵심과제에 대한 중요도 및 미래 대응전략의 요인

안태성^{1*}, 백을선², 안기완²
 (¹전남대학교 임학과, ²전남대학교 산림자원학과)

Factors of importance and future response strategies for key forest policy tasks of the Western Regional Forest Service

Taeseong Ahn^{1*}, Eul Sun Baek², Kiwan An²
 (¹Department of Forestry, Chonnam National University,
²Department of Forest Resources, Chonnam National University)

요약: 본 연구는 서부지방산림청이 1991년 개청하여 30년 동안 산림사업에서 많은 양적인 성장을 이루어 왔음에도 불구하고, 지금까지 Top-down 국유림 정책의 수행 및 변화 없는 조직체계 등 내재된 많은 문제점이 수반되고 있는 현실을 재검토하고, 미래 기후변화와 인구감소, 경제여건 등 사회적 변화에 대응할 수 있는 새로운 국유림정책 방향에 대한 서부지방산림청만의 새로운 Agenda 대응 전략이 필요하다고 판단된다. 본 연구의 목적은 지역산림계획의 핵심과제에 대한 중요도와 미래 대응 전략으로서 추진되어야 할 조직 개선에 대한 요인을 규명하고자 수행하였다. 연구방법으로는 서부지방산림청 직원 135명을 대상으로 인식조사를 수행하였으며 지역산림계획의 ‘6대 전략과 23대 핵심과제’ 및 미래 대응전략으로서 조직적 측면의 12개 요인에 대해 설문조사 및 현장인터뷰 조사방법으로 진행하였다. 그 결과 첫째, 국유림 정책수행 중요도는 만족도 높은 속성 7개, 관리 및 개선 요인이 3개, 우선순위가 낮은 속성 8개, 중요하게 판단하지 않은 속성이 5개로 나타났다. 둘째, 미래 산림의 패러다임 변화에 대응하기 위한 조직의 확대는 난대림이라는 특정 산림자원을 보유하고 있어 난대림을 조성하고 관리하기 위한 전담부서 검토가 필요하다. 셋째, 직원의 행복직장 요구요인으로서 청사 및 국유림관리소 이전 및 다각화 되어 가고 있는 국유림 업무분야에 대응하는 차원에서 직원 증원에 대해서도 개선이 필요하다는 의견을 제시하였다.

Abstract: This study reexamines the reality of many inherent problems, such as implementation of Top-down National Forest Policy and unchanged organizational system, although the Western Forest Service opened in 1991 and determines that a new Agenda response strategy is needed. The purpose of this study was to identify the importance of key tasks in regional forest planning and the factors for organizational improvement that should be implemented as a future response strategy. As a research method, the recognition survey was conducted on 135 employees of the Western Regional Forest Service, and 12 factors in organizational aspects were conducted as “six strategies, 23 core tasks” and future response strategies of the regional forest plan. As a result, first, the importance of national forest policy performance was 7 highly satisfactory attributes, 3 management and improvement factors, 8 low-priority attributes, and 5 non-critical attributes. Second, the expansion of the organization to respond to changes in the paradigm of future forests has a specific forest resource called Nandarim, so it is necessary to review the dedicated department to create and manage Nandarim. Third, it suggested that the number of employees should be improved to cope with the relocation and diversification of the national forest management office as a factor in the demand for happy jobs of employees.

습지의 가치평가 방법에 대한 비교 분석

조기륜*, 김준순
(강원대학교 산림경영학과)

A Comparative Analysis on The Value Evaluation Method Of Wetlands

Keeryun Cho*, Joonsoon Kim
(Department of Forest Management, Kangwon National University)

요약: 습지는 자연자원으로서 사용가치와 함께 비사용가치를 아우르는 총가치를 지니고 있다. 총가치를 보다 정확하게 파악하기 위해서 경제적총가치 유형과 추정기법의 적합성을 충분히 고려해야 한다. 이에 본 연구는 습지의 휴양·레저·경관미와 보전가치 관련 연구에서 추정기법에 따른 추정값을 비교하였다. 이를 위해 환경가치종합정보시스템(EVIS)으로부터 선행연구 45편을 통해 습지의 주요 생태계서비스를 파악하여 동일한 기능과 단위가치를 충족하는 연구를 선정하였다. 선정된 연구에서 사용된 추정기법은 CVM, CE, TCM으로 구분되었으며, 추정기법에 따른 추정값을 비교분석하였다. 그 결과, 시간과 관련된 단위의 가법성이 반드시 일치하지 않음을 확인하였으며 추정기법에 따른 추정값의 차이 및 원인을 분석하였다.

주제어: 생태계서비스, 경제적총가치, 조건부가치평가법, 선택실험법, 여행비용법

Abstract: Wetlands are natural resources which have total economic value that includes non-use value as well as use value. In order to better understand the total economic value, the type of total economic value and the suitability of the estimation technique should be considered. In this study, we compared the estimated values according to the estimation technique in the study which associated with recreation, leisure, aesthetic and conservation value of wetlands. For this, we reviewed 45 prior studies from the Environmental Valuation Information System (EVIS) identified major ecosystem services of wetlands and selected studies that meet the same function and unit value. The estimation techniques used in the selected studies were divided into CVM, CE, and TCM, and the estimated values according to the estimation techniques were compared and analyzed. As a result, the additivity of the units associated with time was found not to be always inconsistent and analyzed the difference and cause of the estimated values according to the estimation technique.

Keywords: ecosystem services, TEV, CVM, CE, TCM

파티클보드와 섬유판의 수급량 변화 요인 분석 및 전망

김기동*

(국립산림과학원 산림산업연구과)

Anaysis and Prospect of Change in Supply and Demand of Particle board and MDF

Ki Dong Kim*

(Division of Forest Industry, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구의 목적은 국내 파티클보드와 섬유판의 소비량 변화를 분석하고 향후 전망을 통해 대응방안을 마련하기 위해 수행하였다. 국내 파티클보드 생산업체는 3개 업체이며 2019년 연간 생산능력은 867천 m³으로 가동률은 93%를 나타내고 있다. 2020년 국내 파티클보드 생산량은 856천 m³으로 추정되며 수입량은 1,213천 m³, 수출량은 2천 m³으로 국내 재고량이 없다고 가정할 경우 연간 소비량은 2,067천 m³이다. 섬유판 생산업체는 5개 업체이며 2019년 연간생산능력은 1,828천 m³으로 가동률은 84%를 나타냈다. 2020년 국내 섬유판 생산량은 1,369천 m³이며 수입량은 216천 m³ 그리고 수출량은 25천 m³으로 나타나 국내 소비량은 1,560천 m³으로 추정된다. 2020년 파티클보드 소비량은 전년 대비 3.7% 증가하였으며 섬유판 국내 소비량은 전년 대비 13.4% 감소한 것으로 나타났다. 파티클보드와 섬유판의 주요 소비처는 가구용재이며 가구용재는 섬유판보다 파티클보드의 수요가 증가하고 있는 것으로 분석된다. 국내에서는 2014년까지 섬유판 소비량이 파티클보드 소비량보다 많았으나 2015년부터 파티클보드 수요량이 섬유판 수요량을 추월하였으며 가구용재 소비가 증가한 2020년에는 파티클보드 소비량은 전년 대비 증가한 반면 섬유판 소비량은 지속적으로 감소하고 있는 것으로 나타났다. 건축경기 침체가 지속되는 상황에서 섬유판 소비는 증가하지 않을 것으로 전망되나 가구용재 수요는 증가할 것으로 전망되어 파티클보드 소비량은 증가할 것으로 전망된다.

Abstract: The purpose of this study was to analyze changes in consumption of particle board and MDF in Korea and to prepare countermeasures through prospects. There are three domestic particleboard manufacturers, and their annual production capacity is 867,000 m³ in 2019, with 93% operating rate. Domestic particleboard production is estimated to be 856,000 m³ in 2020, with imports 1,213,000 m³ and exports 2,000 m³, annual consumption is 2,067,000 m³. There are five MDF manufacturers, and their annual production capacity in 2019 was 1,828,000 m³, and their operating rate was 84%. In 2020, domestic MDF production is 1,369,000 m³, imports are 216,000 m³, and exports are 25,000 m³, with domestic consumption estimated at 1,560,000 m³. In 2020, consumption of particle boards increased 3.7 percent year-on-year, while domestic consumption of MDF fell 13.4 percent year-on-year. It is analyzed that the main consumer of particle board and MDF is furniture materials, and the demand for particleboard is increasing than fiberboard. In Korea, consumption of MDF was higher than consumption of particle board until 2014, but demand for particleboard surpassed demand for MDF since 2015, and consumption of furniture materials increased year-on-year in 2020, while consumption of MDF continued to decline. In the face of the construction recession, consumption of MDF is not expected to increase, but consumption of particle boards is expected to increase as demand for furniture is expected to increase.

A photograph of a dirt path winding through a dense forest. The path is light brown and curves gently to the right. The forest is composed of tall, slender trees with lush green foliage, creating a canopy overhead. The lighting is soft and diffused, suggesting an overcast day. The overall atmosphere is peaceful and natural.

(사)한국산림공학회

O-0047. 연행작용을 고려한 토석류 유동해석 모형 개발

- 유송*(국립산림과학원 산림방재연구과), 임상준(서울대학교 산림과학부), 서준표(국립산림과학원 산림방재연구과)

O-0127. 잣나무림 간벌지 내 임업기계 주행으로 인한 토양 CO₂ 농도 및 방출량 변화

- 김익현*(강원대학교 산림환경시스템학과), 한상균(강원대학교 산림과학부), 오재현(국립산림과학원 산림기술경영연구소), 최병구(강원대학교 산림과학부)

O-0164. 이태리포플러 목재칩의 연료 특성 분석에 관한 연구

- 정인선*, 최윤성, 조민재, 문호성, 오재현(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

O-0166. 영상 모니터와 실제작업에 따른 원목 상차작업 생산성 비교 분석

- 최윤성*, 정인선, 조민재, 문호성, 오재현(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

O-0175. 프로세서를 이용한 박피작업의 생산성 및 비용 분석

- 문호성*, 조민재, 정인선, 최윤성, 오재현(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

O-0255. 산림토양의 토양수분 보유곡선식 추정 및 특성 분석

- 임홍근*, 최형태, 김재훈, 양현제(국립산림과학원 산림육성·복원연구과)

O-0256. 머신러닝을 이용한 전국단위 산림토양 수분보유력 추정

- 양현제*, 임홍근, 최형태, 김재훈(국립산림과학원 산림육성·복원연구과)

O-0260. 산불 식생피해강도가 토양 투수계수에 미치는 영향

- 이기문*(서울대학교 농림생물자원학부), 안수정(강원도 동해안산불방지센터, 국립산림과학원 산림방재연구과), 김태현, 이제만(서울대학교 농림생물자원학부), 임상준(서울대학교 농림생물자원학부, 서울대학교 농업생명과학연구원)



연행작용을 고려한 토석류 유동해석 모형 개발

유송^{1*}, 임상준², 서준표¹(국립산림과학원 산림방재연구과, ²서울대학교 산림과학부)Applicability Analysis Framework for
Forest Ecosystem Services Quantification in KoreaSong Eu^{1*}, Sangjun Im², Junpyo Seo¹(¹Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science,²Department of Forest Sciences, Seoul National University)

요약: 토석류는 물과 토사가 혼합되어 계류를 따라 빠르게 흘러내리는 현상으로, 빠른 속도로 인한 강한 충격력과 막대한 토사 유출로 인한 퇴적지 형성으로 인명과 재산피해를 야기한다. 토석류는 계류를 따라 유동하는 과정에서 계상과 계안의 침식 및 퇴적을 반복하는 연행작용(entrainment)을 겪는다. 토석류는 연행작용으로 인해 유동특성이 변화하고, 공급된 토사량에 비해 수 배 내지 수십 배 가량의 토사를 유출한다. 따라서 재해 피해 최소화를 위한 구조물, 비구조물 대책 수립을 목적으로 토석류를 모의 혹은 재현하는 경우에는 반드시 연행작용을 고려한 토석류 유동해석이 이루어져야 한다. 이 연구에서는 토석류의 연행작용을 고려한 1차원 수치모형을 개발하였다. 이후 수로실험을 통해 해당 모형을 검증하고, 2011년 우면산에서 발생한 토석류 사례를 통해 현장 적용성을 검증하였다.

Abstract: A debris flow, that is a flow of water-soil mixture along a channelized stream, is one of the major forest soil disaster in Korea. debris flow damage human lives and properties due to impact force induced by rapid velocity and large amount of soil discharge. during its flow, a debris flow undertakes the entrainment, that means erosion and deposition of stream bed by friction on the bottom of a debris flow. This phenomenon change not only the amount of discharged soil to downstream, but also flow characteristics and the of debris flow totally. To mitigate debris flow hazard effectively, thus, debris flow simulation should be conducted considering the entrainment In this study, we developed a 1D debris-flow simulator that contains the entrainment term in its govern equation. this model was calibrated by a set of flume experiments, and we validate it using an real debris-flow case that occurred in Mt.Umeoyn, Seoul, 2011.

Keywords: debris flow, entrainment, numerical analysis, flow simulation

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(2017061B10-1919-AB01)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

잣나무림 간벌지 내 임업기계 주행으로 인한 토양 CO₂ 농도 및 방출량 변화

김익현^{1*}, 한상균², 오재현³, 최병구²

(¹강원대학교 산림환경시스템학과, ²강원대학교 산림과학부, ³국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Soil CO₂ Efflux and Concentration as Affected by Heavy Machine Traffic in a *Pinus koraiensis* Thinning Stand

Ik-Hyun Kim^{1*}, Sang-Kyun Han², Jae-Heun Oh³, Byoung-Koo Choi²

(¹Department of Forestry and Environmental Systems, Kangwon National University,

²Division of Forest Science, Kangwon National University,

³Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 임목수확작업 시 임업기계의 주행으로 인한 토양 교란 영향을 평가하기 위하여 2018년 9월부터 2020년 9월까지 매월 1회, 총 17회에 걸쳐 강원 화천군 잣나무림 간벌지 내에서 토양 이산화탄소 방출량 (F_c) 및 농도 ($[CO_2]$)를 측정하였다. 조사지 내 간벌작업시 사용된 임업기계(그래플쏘, 스키더)의 주행차로 4개를 처리구로 선정하고, 각 처리구 별 대조구를 선정하였다. 임업기계주행 이후 토양 용적밀도 (BD; 0-30 cm)는 대조구 대비 처리구에서 높았으며, 0-10 cm 토양에서 가장 많이 증가하였다. 또한 대조구에 비해 처리구에서 F_c 는 높았고 $[CO_2]$ 는 낮았다. 처리구의 BD와 $[CO_2]$ 는 주행횟수가 많거나 경사도가 높을 때 많이 증가하였다. 또한 처리구의 BD 증가율이 높을수록 $[CO_2]$ 의 증가율도 높았으나, BD가 40% 이상 증가하였을 때 $[CO_2]$ 는 감소하였다. 처리구에서 F_c 와 $[CO_2]$ 간의 R^2 는 대조구에 비해 낮았으며, 분산의 변동이 큰 것으로 나타났다. 처리구의 온도민감도계수(Q_{10})는 F_c 의 경우 감소하고, $[CO_2]$ 는 증가하여 답압 이후의 토양 CO₂ 반응은 여름철에 상대적으로 뚜렷한 것으로 보인다. 답압 이후 3년간의 모니터링 기간 동안 BD와 F_c 및 $[CO_2]$ 의 연차별 변동은 있었지만 뚜렷한 회복은 확인되지 않았다.

Abstract: Soil CO₂ efflux (F_c) and concentration ($[CO_2]$) were measured from September 2018 to September 2020 once a month (total of 17 sampling days) in the four control (C) plots and four trafficked (T) plots. to assess the effects of soil disturbance due to the forestry machine traffic. After machine traffic, the soil bulk density (BD; 0-30 cm soil depth) was high in the T plot relative to the C plot, and the largest increase in 0-10 cm soil depth. In addition, $[CO_2]$ was lower and F_c was higher in the T plot compared to the C plot. The BD and $[CO_2]$ of T plots increased significantly when the number of machine traffic was high or the gradient was high. $[CO_2]$ increased with increasing the BD in the T plot, while $[CO_2]$ decreased when the BD increased over 40%. The correlation between F_c and $[CO_2]$ was less obvious and more complex in the T plots than the C plots. The temperature sensitivity coefficient (Q_{10}) of F_c was low in the T plot than the C plot while that of $[CO_2]$ was high in the T plot than the C plot. Though the BD, F_c , and $[CO_2]$ varied during 3-yr, recovery from compaction was not evident.

Keywords: Forest soil, Heavy machine traffic, Soil compaction, Soil CO₂ efflux, Soil CO₂ concentration

사사: 본 연구는 국립산림과학원 연구과제(FM0101-2009-1)의 위탁과제지원과 2018년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(NRF-2018R1D1A1B07041766)을 받아 수행되었음.

이태리포플러 목재칩의 연료 특성 분석에 관한 연구

정인선*, 최윤성, 조민재, 문호성, 오재현
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

A Study on Analysis of Fuel Properties of *Populus canadensis* Wood Chip

In-Seon Jeong*, Yun-Sung Choi, Min-Jae Cho, Ho-Seong Mun, Jae-Heun Oh
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest science)

요약: 본 연구는 속성수인 이태리포플러를 에너지로 이용하기 위해 파쇄시기에 따른 목재칩의 연료 특성을 분석하였다. 파쇄시기에 따라 목재칩 A(벌채 직후 파쇄)와 목재칩 B(현장건조 후 파쇄)로 구분하였으며, 목재칩의 연료 특성은 국립산림과학원에서 고시한 ‘목재제품의 규격과 품질기준(제2020-3호)’를 기준으로 분석하였다. 분석 결과, 목재칩 A와 목재칩 B의 질소와 크로뮴은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었으며($p>0.05$), 크로뮴을 제외한 무기금속, 회분, 황은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다($p<0.05$). 또한, 목재칩 A는 겉보기밀도, 목재칩 B는 미세분 항목에서 목재칩 품질 기준에 만족하지 않아 모두 등급 외로 분석되었다. 파쇄 후 선별작업 적용 시 목재칩 크기의 균일화 및 미세분 감소 효과로 목재칩의 품질 향상이 가능할 것으로 판단되며 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Abstract: In this study, the fuel properties of wood chips were analyzed according to the time of chipping for use *Populus canadensis*, a species of short rotation coppice, as energy. The wood chip A(chipping immediately after harvesting) and wood chip B(chipping after on-site drying) were classified according to the chipping time. And the fuel properties were evaluated based on the ‘Standards and quality standards of wood product (No.2020-3)’ announced by the National Institute of Forest Science. As a result of analysis of wood chip A and B, there was no statistical significant difference between nitrogen and chromium ($p>0.05$), and there was statistical significant difference in ash, sulfur, and inorganic substance excluding chromium($p<0.05$). In addition, it was analyzed that wood chip A and B were not graded because of did not satisfy the standard of the bulk density and fines. It was decided that quality of wood chips can be improved by the effect of uniformity of the wood chips size and reducing fines, through the screening operation after chipping. Therefore, additional study on the effect of screening on wood chip quality are considered necessary in the future.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반과제(FPO0200-2018-01)의 지원에 의해 이루어진 것임.

영상 모니터와 실제작업에 따른 원목 상차작업 생산성 비교 분석

최윤성*, 정인선, 조민재, 문호성, 오재현
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Comparative Analysis of Loading Productivity between Operation with Image Monitor and Actual Operation

Yun-Sung Choi*, In-Seon Jeong, Min-Jae Cho, Ho-Seong Mun, Jae-Heun Oh
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest science)

요약: 본 연구는 굴삭기 우드그랩과 케도형 임내차를 이용하여, 영상 모니터와 실제작업에 따른 원목 상차작업 생산성을 비교·분석하였다. 작업자 A, B(경력 30년 이상, 50대), 작업자 C(경력 5년 이하, 30대), 작업자 D(경력 5년 이하, 20대)로 구분하였으며, 장비위치를 고정하여 동일한 조건으로 잣나무 원목 2.1m를 상차작업하였다. 작업자별 영상 모니터와 실제작업에 따른 상차작업 생산성은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다($p < 0.05$). 실제 상차작업의 생산성은 작업자 B(27.5톤/시간), 작업자 D(22.8톤/시간), 작업자 A(16.2톤/시간), 작업자 C(15.2톤/시간)로 나타났다. 영상 모니터작업의 상차작업 생산성은 작업자 D(15.1톤/시간), 작업자 B(12.4톤/시간), 작업자 A(9.8톤/시간), 작업자 C(9.5톤/시간)로 나타났다. 실제 상차작업 생산성은 경력이 높은 작업자 B가 작업자 D보다 높게 나타났으나, 영상 모니터의 상차작업 생산성은 작업자 D가 작업자 B보다 높게 나타났다. 영상 모니터의 상차작업은 연령과 상관관계가 높은 것으로 사료되며, 향후 경력과 연령을 모두 고려한 정밀 분석을 위해 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Abstract: This study used excavator-based wood grapple loader and forwarder, and compared and analyzed the productivity of loading operation according to image monitor and actual operation. The operator A and B(30 years of experience or more, 50s), operator C(5 years of experience or less, 30s) and operator D(5 years of experience or less, 20s). The equipment location was fixed, and 2.1 m of *pinus koraiensis* log was loaded under the same conditions. It was analyzed that there was a statistical significant difference in the loading productivity of image monitor and actual operation($p < 0.05$). In the actual loading operation, the productivity was operator B(27.5 t/hr), operator D(22.8 t/hr), operator A(16.2 t/hr), and operator C(15.2 t/hr). In the image monitor loading operation, the productivity was operator D(15.1 t/hr), operator B(12.4 t/hr), operator A(9.8 t/hr), and operator C(9.5 t/hr). In the actual loading operation, the productivity was operator B(high-experience) was higher than operator D, and the image monitor loading operation, the productivity was operator D was higher than operator B. In the image monitor, loading operation was considered to have a high correlation with age. Therefore, additional study was expected to be needed for a detailed analysis that considers both experience and age in the future.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반과제(F00200-2018-01)의 지원에 의해 이루어진 것임.

프로세서를 이용한 박피작업의 생산성 및 비용 분석

문호성*, 조민재, 정인선, 최윤성, 오재현
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

An Analysis on Productivity and Cost of Debarking Operation with Processor

Ho-Seong Mun*, Min-Jae Cho, In-Seon Jeong, Yun-Sung Choi, Jae-Heun Oh
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest science)

요약: 본 연구는 소나무재선충병 선단지에서 잣나무를 용재로 활용하는데 있어 비용을 절감하기 위해 프로세서 기종별 박피작업의 생산성 및 비용을 분석하였다. 박피작업에 활용된 장비는 AFM 45, Woody 60 하베스터를 박피작업에 활용하였다. AFM 45의 박피작업의 생산성은 26.6m³/PMH (Productivity Machine Hour), 박피작업 비용은 7,104원/m³으로 산출되었다. Woody 60의 박피작업의 생산성은 18.4m³/PMH, 박피작업 비용은 3,162원/m³으로 산출되었다. 소나무재선충병 피해목을 대량 훈증을 통해 목재로 재활용하는 비용(30,000원/m³ 대비 비용 절감 효과가 있는 것으로 나타났다. 향후, 소나무재선충 피해목 박피에 따른 매개충의 우화 여부를 검증하여 자원화 방법을 제시하고자 한다.

Abstract: This study analyzed the productivity and cost of debarking operation by processor in order to reduce the cost of using the *Pinus koraiensis* as a timber in pine wit disease boundary area. The equipment used for the debarking operation was AFM 45 and Woody 60 harvesters. The productivity of the debarking operation of AFM 45 was calculated as 26.6m³/PMH (Productivity Machine Hour), and the cost was calculated as 7,104won/m³. The productivity of the debarking operation of Woody 60 was calculated as 18.4m³/PMH and the cost was calculated as 3,162 won/m³. Although it was found that the cost reduction effect of recycling the *Pinus koraiensis* as a timber rather than mass fumigation method (30,000 won/m³) in boundary area, it is intended to suggest a method of recycling by verifying whether or not vector insects have emerged in the debarked trees.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반연구과제(FE0702-2016-01, FE0702-2020-01) 수행에 의한 결과임.

산림토양의 토양수분 보유곡선식 추정 및 특성 분석

임홍근*, 최형태, 김재훈, 양현제
(국립산림과학원 산림육성·복원연구과)

Estimation and Characteristics Analysis of Forest soil water retention curve

Honggeun Lim*, Hyung Tae Choi, Jae-Hoon Kim, Hyunje Yang
(Forest Restoration and Resource Management Division, National institute of Forest Science)

요약: 이 연구는 산림토양의 최적 토양수분 보유곡선식을 추정하고, 특성을 분석하기 위해 수행되었다. 전국 1,160개 산림지를 대상으로 토양 코어 샘플을 채취하였고, 토양의 물리적 특성과 산림의 입지·환경 인자를 바탕으로 추정 모델식을 개발하였다. 산림토양의 토양수분 보유곡선의 작성을 위해서는 van Genuchten 식을 기반으로 한 Fredlund and Xing 식을 이용하여 작성하였다. 측정지점별 토양수분 보유곡선식의 최적 파라미터 결정을 위하여 분석된 최대용수량, 포장용수량, 수분당량을 기준으로 Monte Carlo simulation을 적용하였다. 측정지점별로 최적화된 토양수분 보유곡선식의 주요 파라미터 분포를 보면 파라미터 SSW, a , m 은 각각 평균 0.5899, 4.3946, 0.3754로 나타났다. 각 측정지점별 최적 파라미터는 파라미터 a 를 제외하고는 층위별로 유의미한 차이를 보였으며, 파라미터 SSW는 표토와 심토에서 모암, 임상, 고도, 경사별로 각각 유의미한 차이를 보였다. 파라미터 a 는 표토에서 모암별로 유의미한 차이를 보였으며, 표토와 심토에서 고도와 경사별로 각각 유의미한 차이를 보였다. 파라미터 m 은 표토와 심토에서 모암, 고도 간에 유의미한 차이를 보였으며, 심토에서 경사 간에 유의미한 차이를 보였다.

Abstract: This study was conducted to analyze the estimate and characteristics of forest soil water retention curve. Soil core samples were collected from 1,160 forest sites, and estimation model was developed with soil physical features and forest environment and site characteristics. The Fredlund Xing equation based on the van Genuchten equation was used to create a soil water retention curve for forest soil. In addition, Monte Carlo simulation was applied based on the analyzed maximum water holding capacity, field capacity, and moisture equivalent to determine the optimal parameter of the soil water retention curve for each measurement point. The main parameters of the soil water retention curve for each measurement point were optimized. The average values of the parameters SSW, a , and m were 0.5899, 4.3946, and 0.3754, respectively. The optimum parameters for each measurement point showed significant differences for each soil layer except for parameter a . For parameter SSW, there were significant differences in parent rock, forest type, elevation, and slope between top soil and sub soil. Parameter a significantly differ among the parent rock at the top soil. Also, parameter a showed significant difference in elevation and parent rock between top soil and sub soil. Between top and sub soil, parameter m showed significant difference in parent rock and elevation and also, there was significant differences in slope showed significant differences at the sub soil.

Key words: Forest Soil, Soil water retention curve, Monte Carlo Simulation, Fredlund and Xing equation

머신러닝을 이용한 전국단위 산림토양 수분보유력 추정

양현제*, 임홍근, 최형태, 김재훈
(국립산림과학원 산림육성·복원연구과)

Estimating the Spatial Distribution of Forest Soil Water Retention Using the Machine Learning Model

Hyunje Yang*, Honggeun Lim, Hyung Tae Choi, Jaehoon Kim
(Forest Restoration and Resource Management Division, National Institute of Forest Science)

요약: 토양 수분보유력은 특정 압력조건에서 토양이 보유할 수 있는 수분량을 의미한다. 이는 지속 가능한 물 관리를 위해 필요한 유역단위의 산림 물순환 모델링에 중요한 입력 인자로 사용되는 요소이다. 국토의 64%를 차지하는 산림은 깨끗한 물을 공급하는 원천으로써, 효과적인 산림 수자원관리를 위해서는 전국 단위의 산림토양 수분보유력 추정이 필수적이다. 하지만 현재까지 전국단위의 산림토양을 대상으로한 수분보유력의 추정은 거의 이뤄지지 않았다. 이 연구에서는 공간 빅데이터와 머신러닝 모델을 이용하여 전국단위의 산림토양 수분보유력(최대용수량, pF1.8, pF2.7)을 추정하였다. 전국 953개의 지역에서 총 5,718개의 토양샘플이 수집되었으며, 산림공간 자료를 추가한 후 랜덤포레스트 머신러닝 기법을 통해 모델을 개발하였다. 토양의 물리특성을 통해 수분보유력을 예측한 경우 R^2 0.49~0.58 범위의 예측력을 보였으며, 산림 공간데이터를 통해 수분보유력을 예측한 경우 R^2 0.47~0.58 범위의 예측력을 보였다. 토양의 물리특성 중에는 가밀도, 유기물 함량, 모래 함량이 수분보유력 추정에 큰 영향을 미쳤으며, 공간데이터 중에는 고도와 TPI(topographic position index)가 주요한 인자로 분석되었다. 추후 여러가지 머신러닝 기법의 적용과 비교를 통해 최적의 산림토양 수분보유력 추정 모델을 개발한다면 여러 수문모델의 입력인자로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: Soil water retention is soil water-holding volume in fixed pressure head. Soil water retention is used for main input variable in distributed hydrological models which have been widely used for sustainable water resources management. In South Korea, 64% of the country's land are covered by forest, leading forest as a main source for fresh water. For this reason, estimating the spatial distribution of forest soil water retention is important. However, there were few studies related to prediction of forest soil water retention in South Korea. This study was conducted to estimate the forest soil water retention(saturated, pF1.8, pF2.7) using the forest spatial big dataset and machine learning model. Total 5,718 soil samples in 953 sites have been collected, and prediction model was developed with random forest machine learning model. Prediction model developed with soil physical characteristics as input data showed coefficient of determination range of 0.49~0.58, and environmental covariates as input data showed 0.47~0.58. Bulk density, organic matter, and sand fraction were key factors for prediction model among soil physical characteristics and elevation, TPI(topographic position index) also important factor for prediction model among environmental covariates. We expect that developed model can be widely used for hydrological model as input data if optimal estimation model is developed through comparison of various machine learning models and applicability analysis.

Keywords: machine learning model, soil water retention, digital soil mapping, pedo-transfer function, repeated random sub-sampling validation

산불 식생피해강도가 토양 투수계수에 미치는 영향

이기문^{1*}, 안수정^{2,3}, 김태현¹, 이제만¹, 임상준^{1,4}(1서울대학교 농림생물자원학부, 2강원도 동해안산불방지센터,
3국립산림과학원 산림방재연구과, 4서울대학교 농업생명과학연구원)Post-fire Impact of Vegetation Burn Severity on
Saturated Hydraulic Conductivity of SoilQiwen Li^{1*}, Sujung Ahn^{2,3}, Tae Hyun Kim¹, Jeman Lee¹, Sangjun Im^{1,4}¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University,²East Coastal Forest Fire Center of Gangwon Province,³Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science,⁴Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University)

요약: 이 연구는 산불 식생피해강도가 산불에 의해 생성된 산불 토양의 물리적·수리적 특성에 미치는 영향을 알아보고자 진행하였다. 토양 채취를 위해 현행 산불 식생피해 분류에 의해 미피해, 지표화, 수관열해, 수관화 등 네 가지 지역으로 구분하여 각 지역마다 3점의 표층토양(0-5 cm)을 수집한 후 변수위법으로 토양의 투수계수를 측정하였다. 측정결과, 미피해, 지표화, 수관열해, 수관화 지역의 투수계수는 각각 0.008969, 0.003828, 0.001966, 0.001553 cm/s로 나타나 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 분산분석 결과, 지표화, 수관열해, 수관화 지역과 미피해 지역에서 $p < 0.05$ 수준에서 유의한 차이를 보였으나 지표화, 수관열해 및 수관화 지역 사이에서는 유의성 수준을 만족하지 않아 차이가 없는 것으로 판단되었다.

Abstract: This study investigated the direct impacts of forest fires on soil hydraulic properties with vegetation burn severity. Soil samples were collected in four stratified units which were unburned (UB), surface-fuel consumption (SC), foliage necrosis (FN) and crown-fuel consumption (CC). The saturated hydraulic conductivity were measured by fall-head method. The results showed that mean saturated hydraulic conductivities in each area were 0.008969, 0.003828, 0.001966, 0.001553 cm/s, respectively. Non-parametric ANOVA showed that saturated hydraulic conductivity in UB area was significantly different from the other areas ($p < 0.05$), while among SC, FN and CC areas were not. A decrease, nevertheless, in hydraulic conductivity was observed with vegetation burn severity.

사사: 이 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2019R1A2C1089203).

포스터 학술연구발표

P-0059. 땅밀림 발생지의 상대적 위험도 평가방안에 관한 연구

- 서준표*, 이창우, 우충식, 유 송, 이기환, 강민정(국립산림과학원 산림방재연구과)

P-0072. 임도 연접 기계화작업장의 시설 현황 분석

- 이관희*, 황진성, 지병윤(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

P-0093. 조림지가꾸기와 어린나무가꾸기의 근골격계 부담 정도 및 작업 자세 위험도 분석

- 이은재*, 조구현(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

P-0128. 임도 시설상태에 따른 대형 목재운송차량의 주행속도 분석

- 황진성*, 이관희, 지병윤(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

P-0185. 마이크로웨이브를 이용한 소나무재선충 피해목의 효율적인 살충처리시스템 개발(IV)

-시작기 시료테스트를 중심으로-

- 임희민*(경북대학교 임학과), 김민규, 권영두(경북대학교 농업과학기술연구소), 전성화(경북대공학설계기술원), 최경수, 박용호(㈜삼익테크), 기영오(포항시 산림조합), 박상준(경북대학교 임학과)

P-0217. 하이드로폰을 이용한 산불피해지 계류의 토사유출 특성 분석

- 이기환*(국립산림과학원 산림방재연구과), Taro Uchida(츠쿠바대학교 생물자원학과, 일본 국토기술정책종합연구소), 서준표, 우충식, 유 송, 강민정(국립산림과학원 산림방재연구과)

P-0240. 산림사업 주체별 수주현황 및 실태 파악에 관한 연구

- 강이레*, 최성민, 윤상호, 김 참, 박혜인, 이윤태, 오유미(산림기술연구원), 정규원(한국산림기술인회)

P-0269. 낙엽송 임분의 개별작업에 있어서 전목 및 단목 수확시스템의 작업생산성 및 비용분석

- 정응진*, 조현민, 이영석, 한상균(강원대학교 산림과학부))

땅밀림 발생지의 상대적 위험도 평가방안에 관한 연구

서준표*, 이창우, 우충식, 유송, 이기환, 강민정
(국립산림과학원 산림방재연구과)

A Study on the Evaluation of the Relative Risk of Slow-moving landslide

Junpyo Seo*, Changwoo Lee, Choongshik Woo, Song Eu, KiHwan Lee, Minjeng Kang
(Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science)

요약: 국내에서 산지토사재해로 인한 피해는 산사태와 토석류가 대부분이지만 2017년 포항지진 이후에는 땅밀림에 대한 위험성이 대두되어 관련 연구개발이 활발히 수행되고 있다. 땅밀림은 강우나 지하수에 의해 산지비탈면이 포화되고 중력작용에 의하여 느린 속도로 이동하는 현상을 말한다. 국내에 알려진 땅밀림 발생지는 35개소인데 이에 대한 복구 등 관리대책이 필요하다. 그러나 한정된 인력과 예산을 효율적으로 활용하기 위해서는 상대적 위험성 평가를 통해 복구 우선순위를 결정할 필요가 있다. 본 연구에서는 땅밀림 발생지에 대한 상대적 위험도를 정량적으로 평가하기 위하여 사면안정해석법을 적용하였다. 분석에는 건축·지반 등 현장에서 많이 사용되고 있는 Bishop의 간편법(한계평형법)을 사용하였고, 과학적 분석을 위하여 물리탐사(탄성파탐사)와 토질분석(점착력, 내부마찰각 등) 자료가 있는 14개소를 대상으로 안정해석을 수행하였다. 건설공사 비탈면 설계기준의 허용안전율 건기 1.5, 우기 1.2 이상을 기준안전율로 하였다. 그 결과 건기 평균 안전율 1.7, 우기 평균 안전율 0.8로 건기에 7개소(50%), 우기에 12개소(85%)가 불안정한 것으로 분석되었으며, 안전율과 같은 정량적 수치를 도출함으로써 땅밀림에 대한 서열화로 위험도 우선순위 선정이 가능한 것으로 판단된다.

Abstract: Most of the damage caused by mountainous soil disasters in Korea is landslides and debris flow, but related research and development have been actively carried out since the 2017 Pohang earthquake due to the danger to the slow-moving landslide. A slow-moving landslide is a phenomenon in which mountain slopes are saturated by rainfall or groundwater and moved at a slow rate due to gravitational action. There are 35 slow-moving landslide sites known in Korea, and management measures such as rehabilitation are needed. However, in order to efficiently utilize limited manpower and budgets, it is necessary to determine rehabilitation priorities through relative risk assessments. In this study, the slope stability analysis was applied to quantitatively evaluate the relative risk of slow-moving landslide sites. The analysis was conducted using the Bishop's method, which is widely used in the field, and the slope stability analysis was conducted on 14 sites with physical exploration and soil analysis data for scientific analysis. The permitted safety rate of the construction slope design standards was dry season 1.5, rainy season 1.2, or more as a reference safety rate. As a result, the average safety rate of the dry season was 1.7 and the average safety rate of the rainy season was 0.8, which was analyzed to be 7 sites (50%) in the dry season and 12 sites (85%) in the rainy season. And by deriving quantitative figures such as slope safety factor, it is determined that risk is possible to select priority by ranking for the slow-moving landslide.

임도 연접 기계화작업장의 시설 현황 분석

이관희*, 황진성, 지병윤
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Analysis of the Present Conditions of Facilities in Landing Areas in Touch with Forest Roads

Kwan-Hee Lee*, Jin-Sung Hwang, Byong-Yun Ji
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 향후 임도 개설시 발생하는 잉여 토량을 활용한 임도 연접 기계화작업장의 시설 현황을 분석하였다. 최근 3년간(2018~2020년) 홍천, 원주, 영월, 봉화, 울진에 시설된 총 8개 노선 기계화작업장 44개소를 대상으로 지상 LiDAR를 활용하여 정밀측량을 실시하였다. 기계화작업장의 시설 현황 분석결과, 임도 시설길이 21.24km에 기계화작업장 44개소로 km당 평균 2개소가 시설되어 있었으며, 시설위치는 주로 계곡부(70.4%)에 시설되고 있는 것으로 나타났다. 기계화작업장의 구조·규격 분석결과, 산지경사 평균 23.1°, 성토높이 평균 20.6m, 조성면적 평균 491.9m²(폭 평균 15m, 길이 평균 43m)로 시설되어 있는 것으로 나타났다. 또한, 기계화작업장 조성시 곡선반지름의 개선, 재해위험 감소, 시설비용이 저렴할 것으로 판단되는 계곡부 기계화작업장을 대상으로 성토량 및 곡선반지름을 분석한 결과, 소요되는 토량은 평균 5,818.2m³인 것으로 나타났으며, 곡선반지름은 평균 41.3m로 확대되어 대형 목재운송차량(25톤) 통행에 지장이 없는 수준으로 개선된 것으로 나타났다. 본 연구는 향후 잉여 토량을 활용한 기계화작업장의 적정 규모 및 시설기준 마련을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract: This study analyzed the present conditions of facilities in the landing area in touch with a forest road, utilizing the excess soil volume occurring in the forest road facilities in the future. With 44 landing areas in a total of eight routes established in Hongcheon, Wonju, Yeongweol, Bonghwa, and Uljin in the past three years (2018-2020), precision surveys were conducted, utilizing terrestrial LiDAR. As a result of an analysis of the present conditions of facilities in the landing areas, there were 44 landing areas in the length of the forest road facilities of 21.24km with two sites established per km, and the locations of the facilities were mostly valley areas (70.4%). As a result of an analysis of the structures and dimensions of the landing areas, they were established with average mountain slope: 23.1°; average embankment height: 20.6m; and average construction area: 491.9m² (Average width: 15m and average length: 43m). Also, as a result of an analysis of the embankment volume and curvature radius with landing areas in the valley areas, judged to improve the radius of curvature in the construction of the landing areas, to reduce the risk of disaster, and to cost less for the establishment, the soil volume consumed was 5,818.2m³ on average, and the curvature radius extended to 41.3m on average. Thus, it turned out that they were improved to the level that would not interfere with the transit of large logging trucks (25 tons). It is judged that this study can be utilized as the baseline data for the preparation of the appropriate size of the landing area and criteria for the establishment, utilizing the excess soil volume.

조림지가꾸기와 어린나무가꾸기의 근골격계 부담 정도 및 작업 자세 위험도 분석

이은재*, 조구현
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Postural risk assessment of plantation management and young tree tending operations

Eunjai Lee*, Koo-Hyun Cho
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 국내의 조림지가꾸기와 어린나무가꾸기는 불안정적인 작업 환경에서 단순반복작업으로 인하여 목, 어깨, 허리 등 부위에 통증을 일으키는 근골격계질환에 취약할 수 있다. 이에 본 연구에서는 근골격계 부담 정도 및 작업 자세 위험도를 정량적으로 평가하였다. 그 결과, 조림지가꾸기의 경우, 풀베기 작업과 덩굴제거 작업의 근골격계에 심각한 손상이 발생하는 정도는 전체 작업 자세의 27%와 33%로 나타났다. 한편, 어린나무가꾸기의 침입 잡관목류와 덩굴류를 제거하는 작업과 가지치기 작업에서는 각각 5%와 4%로 나타났다. 작업 자세 위험도(Postural risk index: *PRI*)를 살펴보면, 풀베기 작업과 덩굴제거 작업의 경우, *PRI*는 각각 157~180와 206~218 범위를 보였다. 한편, 침입 잡관목류와 덩굴류를 제거하는 작업과 가지치기 작업의 *PRI*는 각각 115~122와 102~105 범위를 보였다. 결과적으로, 조림지가꾸기는 어린나무가꾸기에 비해 상당히 작업 자세 위험도가 높은 것을 알 수 있었다.

Abstract: The plantation management and young tree tending operations are carried out by intensively manual labor, and they can expose the workers to rough terrain and uncomfortable work postures as well as to increased risks of musculoskeletal disorders. The objective of this study was to evaluate postural risk associated with plantation management (weeding and vine cutting) and young tree tending (brashing and pruning) operations. In weeding operations, more than 25% of the body postures were classified as “the necessity of intervention as soon as possible” category. This action category for vine cutting, brashing, and pruning were 33, 5, and 4%, respectively. In addition, The weeding, vine cutting, brashing, and pruning, which were characterized by postural risk index, were 171, 213, 121, and 103, respectively. As a result, plantation management activities had considerably higher postural risks compared to young tree tending operation.

Keywords: *weeding, vine cutting, brashing, pruning*

임도 시설상태에 따른 대형 목재운송차량의 주행속도 분석

황진성*, 이관희, 지병윤
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Analysis of the Traveling Speed of Large Logging Trucks by the Conditions of the Forest Road

Jin-Sung Hwang*, Kwan-Hee Lee, Byong-Yun Ji
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 최근 목재 운송비용 절감을 위해 점차 대형 목재운송차량(25톤 규모)의 활용이 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 목재운송에 적합한 임도 선형 개선 방안을 마련을 위해 기설 간선임도 4개 노선(총 11.3km)을 대상으로 25톤 카고트럭(목재 21.8톤 적재)의 통행시험을 실시하였으며, 임도 구조별 운송속도를 조사·분석하였다. 분석결과, 주요 통행저해는 곡선부 확폭 또는 완화구간이 미확보된 구간에서 발생하였으며, 운송속도 또한 평균 3.8km/h로 양호구간의 약 46% 수준인 것으로 나타났다. 선형별 운송속도는 종단기울기의 경우 5% 미만 7.9km/h, 5~10% 8.3km/h, 10% 이상 7.6km/h였으며, 직선부의 구간거리별로는 50m 미만 8.5km/h, 50~100m 8.3km/h, 100~150m 9.8km/h, 150m 이상 9.3km/h인 것으로 나타났다. 곡선구간에서는 통행시 진행방향에 대한 가시거리 확보가 양호한 계곡부의 운송속도가 높은 것으로 나타났으며, 진출입각 및 곡선반지름은 커질수록 운송속도가 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구는 향후 목재생산시대에 생산성을 높일 수 있는 임도 구조개선의 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract: Recently, the utilization of large logging trucks (25 tons) has gradually increased to reduce the cost for transporting lumber. Therefore, this study conducted the transit of a 25-ton cargo truck (loading 21.8 tons of lumber) with four routes of the established main forest roads (a total of 11.3km) to prepare measures for the improvement of the forest road alignment appropriate for lumber transportation. We also investigated and analyzed the transporting speed by the structure of the forest road. As a result of the analysis, the major transit impediment took place in the sections with curvature widening or without transition distance, and the transporting speed too was 3.8km/h on average, which was about 46% of fine sections. For the transporting speed by the alignment, the longitudinal slope was less than 5% in 7.9km/h; 5~10%, in 8.3km/h; and more than 10%, in 7.6km/h. By the distance of routes in the straight-line areas, less than 50m was in 8.5km/h; 50~100m, in 8.3km/h; 100~150m, in 9.8km/h; and more than 150m, in 9.3km/h. In curved sections, the transporting speed was high in the valley areas, since there are good for securing visible range in the direction of progress in transit, and the more the entry/exit angles and radius of curvature. It is judged that this study can be utilized as the baseline data for the improvement of forest roads and increase productivity for lumber production era in the future.

**마이크로웨이브를 이용한
소나무재선충 피해목의 효율적인 살충처리시스템 개발(IV)
-시작기 시료테스트를 중심으로-**

임희민^{1*}, 김민규², 권영두², 전성화³, 최경수⁴, 박용호⁴, 기영오⁵, 박상준¹
(¹경북대학교 임학과, ²경북대학교 농업과학기술연구소, ³(사)경북대공학설계기술원,
⁴(주)삼익테크, ⁵포항시 산림조합)

**The development of efficient insect killing system for the
wood damaged by pine wilt disease using the microwave(IV)
-Focused on the sample test of prototype machine-**

Hee-Min Lim^{1*}, Min-Kyu Kim¹, Young-Doo Kwon², Seong-Hwa Jeon³, Kyung-Soo Choi⁴,
Yong-Ho Park⁴, Young-Oh Ki⁵, Sang-Jun Park¹

¹Department of Forestry, Kyungpook National University,

²Institute of Agriculture Sciences & Technology, Kyungpook National University,

³Institute of Engineering Design & Technology, Kyungpook National University,

⁴Samictech CO., LTD., ⁵National Forestry Cooperative Federation, Pohang)

요약: 본 연구는 양질의 대경재 소나무재선충병 피해목을 다용도의 원목으로 이용하기 위하여 마이크로웨이브를 이용한 살충처리시스템을 개발하고자 제작한 시작기에 대한 시료테스트를 실시한 결과이다. 시작기는 Ø300×3,000(mm)의 소나무재선충 피해목 6본을 살충 처리할 수 있고, 채택된 마그네트론은 915MHz, 45kw이며, 피해목을 투입할 챔버는 1,320×3,195×1,326(mm)로서 시료목재 3본을 2단 적재하여 최대 6본까지 동시에 투입하여 살충 처리할 수 있다. 산림청의 소나무재선충병 방제지침은 마이크로웨이브를 이용한 소나무재선충의 사멸 인증기준으로서 피해목 벌채산물 전체에 최저 60℃에서 지속적으로 1분 이상 유지하여 처리하도록 되어 있다. 이를 기준으로 본 시작기 테스트에 사용된 시료는 직경 20~30cm, 재장 1m의 소나무재선충병 피해 원목이고, 시료 깊이별 온도변화를 측정하기 위하여 원목에 천공한 후, 온도측정장치를 장착하여 온도변화를 측정하였다. 시작기의 시료 테스트 결과, 60℃에서 1분간 처리한 시료는 재선충이 생존하였으나, 3분 이상 처리한 시료는 재선충이 모두 사멸되었다. 따라서 마이크로웨이브를 이용한 본 시작기에서는 소나무재선충병 피해목을 원목으로 사용하기 위해서 최소 3분 이상의 마이크로웨이브 주사 시간이 필요한 것으로 판단되었으며, 향후 목재의 함수율 및 직경별 살충테스트에 관한 추가 연구를 통해 효율적인 살충처리시스템을 구축할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: In this study, we have tested the prototype machine designed and manufactured to develop the insect killing system using the microwave to use as a multipurpose log that the high quality and large diameter wood damaged by pine wilt disease. According to the guideline of Korea Forestry Service for the control of pine wilt disease, the certification standards of the death of pine wilt by microwave should be maintained the lowest at 60℃, continuously for longer than 1 minute throughout the harvested product. The prototype machine designed and manufactured on the basis of this, can input six pieces of Ø300-3,000(mm) of wood damaged by pine wilt disease, and adopted the magnetron of 915MHz, 45kw. The chamber for loading damaged wood is 1,320×3,195×1,326(mm) size. The method for loading damaged wood is

designed to be able to simultaneously input up to 6 pieces of sample wood by loading 3 pieces of sample wood in two stages. The sample test was carried out with a temperature measuring device after perforating the wood damaged by pine wilt disease to measure the temperature change of depth with a diameter of 20~30 cm, a length of 1m. As a result of the test with prototype machine, the pine wilts survived the samples treated at 60℃ for 1 minute. However, the pine wilts were completely dead in the samples treated for more than 3 minutes. On the basis of this, when treating wood damaged by pine wilt disease using microwave, it is believed that at least 3 minutes of microwave scanning time is required. In the future, it is expected that it will be possible to construct an efficient insecticide treatment system by carrying out complementary studies on insecticidal test according to water content and diameter of wood.

사사: 이 연구는 산림청 ‘융복합기반 임산업의 신산업화 기술개발사업(2017094A00-1719-AB01)’의 지원에 의해 이루어진 것임.

하이드로폰을 이용한 산불피해지 계류의 토사유출 특성 분석

이기환^{1*}, Taro Uchida^{2,3}, 서준표¹, 우충식¹, 유송¹, 강민정¹

(¹국립산림과학원 산림방재연구과, ²츠쿠바대학교 생물자원학과, ³일본 국토기술정책종합연구소)

Analysis of Sediment Characteristics on Forest Fire Area using Hydrophone

KiHwan Lee^{1*}, Taro Uchida², Jun-Pyo Seo¹, Choongshik Woo¹, Song Eu¹, Min-Jung Kang¹

(¹Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science,

²Faculty of Life and Environmental Sciences, Tsukuba University, Japan)

요약: 본 연구는 산불피해 후 수토보전기능이 저하한 산림유역에서 산림환경 변화가 가장 심했던 3년 동안 강우량과 수위, 그리고 토사유출량을 모니터링하였다. 토사유출량 모니터링은 유역출구에 설치한 길이 0.5m의 하이드로폰과 용량 10kN(≒1,019.7kgf)의 피트 유사계를 이용하였다. 하이드로폰은 계상에 마이크로폰을 삽입한 금속 파이프를 설치, 파이프에 충돌하는 토사의 반향음을 계측하여 토사유출량을 추정하는 관측 기기이다. 본 연구에서는 하이드로폰에 입력된 반향음이 미리 설정한 임계 값을 초과한 횟수를 나타내는 펄스 값을 이용하여 계류의 수문 조건에 따른 토사유출량 변화를 검토하였다. 모니터링 기간 발생한 세 번의 호우 이벤트를 분석한 결과, 산불피해지 계류에서 토사유출량은 강우 초기에 반응을 시작하였으며, 수위 피크 이후 하강기에도 토사 이동이 발생하는 것으로 나타났다. 이는 산림 훼손 이력이 없는 일반산지에서 관찰한 토사유출 특성과 명확히 상반되는 결과였다. 또한, 토사는 산불 발생 이듬해의 호우 이벤트에서 가장 많은 양이 유출된 것으로 나타났다.

Abstract: We observed rainfall, flow depth, and sediment discharge for three years in a small mountain catchment where forest fire derived a severe deterioration in forest environments. Sediment observation was conducted at the catchment outlet using a 0.5m long hydrophone and a pit-sampler with a capacity of 10kN (≒1,019.7kgf). The hydrophone consists of a steel pipe deployed across a riverbed. A microphone inserted inside the device detects vibrations generated by the collision of sediment particles on the pipe. To measure sediment discharges, we used a pulse corresponding to the number of collision signals that exceeded a preselected threshold value. The data obtained from three heavy rainstorms showed that sediment discharges sensitively responded to initial rainfall and were observed during falling limbs in the hydrograph. This was contrary to our earlier findings on the sediment characteristics in a catchment undamaged. Moreover, the largest bedload discharge was recorded at the rainstorm event that occurred in the year following the forest fire occurrence.

산림사업 주체별 수주현황 및 실태 파악에 관한 연구

강이레^{1*}, 최성민¹, 윤상호¹, 김참¹, 박혜인¹, 이운태¹, 오유미¹, 정규원²

(¹산림기술연구원, ²한국산림기술인회)

A study on the actual condition and amount of orders for each forest project agency

Leerye Gang^{1*}, Sungmin Choi¹, Sangho Yun¹, Cham Kim¹,

Hye-in Park¹, Youn-tae Lee¹, Yoo mi Oh¹, Kyuwon Jung²

(¹Korea Forest Engineer Institue, ²The Korea Forest Engineer Associaiton)

요약: 우리나라 산림사업은 현재 산림조합, 산림사업법인 등 6개의 주체가 시행하고 있다. 최근 5년간(2015~2019년) 산림사업 발주현황 및 수주분석을 실시한 결과 전체 산림사업 발주건은 '15년 17,725건에서 '19년 19,228건으로 평균 18,194건, 수주액은 '15년 10,892건에서 '19년 13,086억원으로 평균 11,654억원으로 집계되었으며, 매년 일정한 추세이다. 또한, 산림사업 연차별 실적을 분석한 결과, 숲가꾸기(27만 ha→21만 ha)와 사방사업은 최근 5년간 사업실적이 감소하는 추세이며, 조림, 임도, 도시숲 사업의 경우는 매년 비슷한 수준이었다. '18년 「산림기술법」 시행 후 산림기술자 배출과 업체 수가 지속적으로 증가하고 있으나 국가 산림사업만으로는 각 주체의 안정적인 소득기대가 어려운 실정이다. 따라서 임업의 산업화를 위한 신규사업의 발굴과 민간사업의 확대를 통한 새로운 산림기술시장의 도입을 검토할 시기이다.

Abstract: Korea's forest project are currently being implemented by six project entities, including 'National forestry cooperative federation' and 'Forest project corporations'. According to the analysis of forest project orders over the past five years (2015-2019), the total number of forest project orders averaged 18,194 from 17,725 in 2015 to 19,228 in 2019. And the amount of orders averaged 11,654 billion won in 2019 from 10,892 in 2015. According to an analysis of the annual performance of forest project, forest thinning(270,000ha→210,000ha) and erosion control project have been on the decline over the past five years, and the case of afforestation, forest road, and urban forest project has been similar every year. Although the number of forest engineers and companies continues to increase after the enforcement of the 「Act on Promotion and Management of Forestry Technology」 in 2018, it is difficult to expect stable income from each subject by national forest project. Therefore, it is time to consider introducing a new forest technology market through the discovery of new business for the industrialization of forestry and the expansion of private enterprise.

사사: 본 연구는 산림청 산림일자리창업팀 「산림사업법인 운영의 문제점과 경영기반구축에 관한 연구」의 지원에 의해 이루어진 것임.

낙엽송 임분의 개별작업에 있어서 전목 및 단목 수확시스템의 작업생산성 및 비용분석

정응진*, 조현민, 이영석, 한상균
(강원대학교 산림과학부)

Comparative Analysis of Operation Productivity and Costs between Whole-tree and Cut-to-Length Harvesting System for Clear cutting in *Larix kaempferi* Stand

Eung-Jin Jeong*, Hyun-Min Cho, Young-Seok Lee, Sang-Kyun Han
(Division of Forest Science, Kangwon National University)

요약: 임목수확작업에 있어서 친환경적이고 안전한 작업을 위해서는 벌채지의 임황 및 지황을 고려한 적절한 목재수확시스템의 선정이 필수적이라 할 수 있다. 하지만 국내에서는 확일적으로 굴삭기 우드그랩을 이용한 단목수확시스템이 적용되고 있으며, 이러한 시스템은 토양환경피해, 원목 가치 및 품질 저하, 벌채부산물 수집 비용 증가 등 여러 가지 문제점이 야기하고 있다. 따라서 본 연구에서는 경사지의 낙엽송 임분을 대상으로 동일 임분에서 굴삭기 우드그랩을 이용한 단목수확시스템과 타워야더 Koller K301-4를 이용한 전목수확시스템 간의 임목수확작업 생산성 및 비용을 비교·분석하였다. 벌도작업 생산성은 전목수확시스템이 단목수확시스템보다 약 21% 높게 나타났으나, 조재작업과 집재작업의 생산성은 단목수확시스템에서 각각 약 33%와 78% 더 높게 나타났다. 총 작업생산성은 단목수확시스템이 9.1m³/hr로 전목수확시스템의 6.1m³/hr보다 약 67% 높게 나타났으며, 총 작업비용은 단목수확시스템이 22,439원/m³으로 전목수확시스템의 44,256원/m³ 보다 약 51% 저렴한 것으로 분석되었다. 하지만 향후 가선집재시스템의 작업생산성 향상과 함께 환경피해에 따른 사회적 비용 및 효율적인 벌채부산물 수집을 고려한다면, 경사지에서 효율적인 목재수확을 위해서는 전목수확 작업시스템의 적극적인 적용이 고려되어야 할 것이다.

Abstract: There is necessary to select a proper forest machine and harvesting system considering the harvesting stand and site conditions for the safe operations and environmental impacts. In South Korea, cut-to-length harvesting system using wood-grab has been uniformly applied, but this system also cause various problems such as impacts of soil environment, value loss of log, and increase of harvesting costs for woody residue. In this study, the operational productivity and cost between the cut-to-length and whole-tree harvesting system were comparatively evaluated in *Larix kaempferi* Stand. As a result, the operational productivity of felling operation in whole-tree harvesting system showed 33% higher than in cut-to-length harvesting system. The operational productivity of bucking and yarding operation in cut-to-length harvesting system showed each of 33% and 78% higher than in whole-tree harvesting system, respectively. The overall operational productivity of the cut-to-length harvesting system was calculated as 9.1m³/hr, which was 67% higher than 6.1m³/hr of the whole-tree harvesting system. The overall harvesting cost of the cut-to-length harvesting system was calculated as 22,439won/m³, which was 51% more competitive than 44,256won/m³ of the whole-tree harvesting system.

사사: 본 연구는 산림청 ‘목재 자원의 고부가가치 첨단화 기술 개발사업(과제번호: 2020212C10-2022-AC02)’의 지원에 의하여 이루어진 것임.

A photograph of a dirt path winding through a dense forest. The path is light brown and curves gently to the right. The forest is composed of tall, slender trees with lush green foliage, creating a canopy overhead. The lighting is soft and diffused, suggesting an overcast day. The overall atmosphere is serene and natural.

(사)한국산림과학회

- O-0005. 스마트폰 및 Mask R-CNN을 이용한 임목측정 프로그램 개발
- 김동현*, 김선재, 성은지, 이종서, 김동근(경북대학교)
- O-0009. 중금속(Cd, Cr, Cu, Zn) 처리에 따른 버드나무 4종의 생장특성과 생리반응
- 조원우*, 김태림(국립산림과학원), 이지은, 강호덕(동국대학교), 이위영(국립산림과학원)
- O-0032. 계절별 PM_{2.5}가 산림 생산성에 미치는 영향의 정량화
- 겨울철 부정적 vs. 여름철 긍정적
- 이호진*, 전지현, 이민수(서울대학교), 김현석(서울대학교, 국가농림기상센터)
- O-0065. 위성영상 기반의 도시숲과 미세먼지 농도의 상관성 추정
- 서울 도시숲을 대상으로 -
- 이상훈*, 오지연(한양대학교)
- O-0068. 산림 미세먼지 측정넷 자료를 활용한 발생원 대응 도시숲의 미세먼지 농도 저감 특성
- 김태희*, 유신이, 여재호, 최수민, 박찬열, 조재형(국립산림과학원)
- O-0088. 선자령 순환등산로의 숲길 훼손실태 연구
- 이진규*, 이수광(국립산림과학원), 김명준, 방홍석(산림환경공간기술연구소)
- O-0115. 인접 최적화(ONA) 모형과 FG 모형을 이용한 일본잎갈나무 채종원 설계 및 평가
- 강혜인*, 이경미, 송정호(국립산림과학원)
- O-0117. 잣나무(*Pinus koraiensis*) 개량채종원에서 개화·결실 특성 분석을 통한 우량종자 생산 모델 개발
- 김예지*, 박지민, 구다은, 우영곤, 강규석(서울대학교)
- O-0118. 북한 8차 당대회의 산림 분야 분석과 대응 방향
- 오삼언*, 김은희, 양아람(국립산림과학원)
- O-0123. 복원기회매핑방법을 활용한 북한의 임농복합경영 대상지 선정 연구
- 박소희*, 양아람, 임중빈, 김은희(국립산림과학원)
-

- O-0124. 유전자가위를 이용한 *PagCSE1* 유전자 교정 현사시나무 개발
- 장현아*, 배은경, 박수진, 최영임(국립산림과학원)
- O-0129. 건축물화재-산불전이 현장실험 사례연구를 통한 산불피해저감을 위한 적정주수방법 제안
- 이예은*, 권춘근, 김성용, 이선주, 방철안, 서경원(국립산림과학원)
- O-0144. “낙엽송 합판”으로부터 DNA 추출, PCR 및 메타바코딩을 통한 합판 구성 수종 동정
- 이병주*, 송인준(공주대학교), 이제완, 이현미(국립산림과학원), 어수형(공주대학교)
- O-0152. 조경수 13 수종의 형태적 생리적 특성과 초미세먼지(PM_{2.5}) 저감량의 관계
- 김근효*, 전지현, 정희진, 김태경, 홍정현(서울대학교), 전기성(한국도로공사), 김현석(서울대학교,국가농림기상센터)
- O-0161. 국제 REDD+ 재정지원의 불균형과 조정을 위한 시사점
- 김동환*, 김래현, 김명길(국립산림과학원)
- O-0178. 정량적 성과평가를 위한 산림 ODA 사업 영향평가 사례 분석
- 서혜윤*, 최은호(국립산림과학원)
- O-0188. 두릅나무 대절에 의한 클론별 가지 생장 및 새순 특성
- 서지애*, 신한나, 권해연(국립산림과학원)
- O-0190. 분비나무 채종원 클론 개체들의 유전자형 및 원산지 확인
- 이해진*, 박시연, 김양길, 이채빈, 김수비(서울대학교), 김인식, 이경미(국립산림과학원), 강규석(서울대학교)
- O-0193. 산림 미세먼지 측정넷 기반 그린 쉼터 탐색을 위한 보행 네트워크 개발
- 박완혁*(국립산림과학원,국민대학교), 박찬열(국립산림과학원), 송동하(스마클(주)), 최수민(국립산림과학원), 고동욱(국민대학교)
- O-0197. 경제림육성단지와 비경제림육성단지의 입지환경 및 경영 특성 비교
- 유중원*, 한희, 원현규, 이승현(국립산림과학원)
-

O-0216. 산불피해지 복원계획 수립을 위한 산불피해목 고사여부 추정식 개발

- 권세명*, 강원석, 박기형, 정유경(국립산림과학원)

O-0218. 가뭄 저항성 평가를 위한 수목 11수종의 형태학적, 생리학적, 생화학적 특성 평가

- 나라얀 부샬*, 이민수, 이호진(서울대학교), 한아름, 한아름(국립생태원),
김현석(서울대학교,국기농림기상센터)

O-0222. 산지하천에서 소류사 유출특성의 시계열 변화

- 이기환*(국립산림과학원), Taro Uchida(츠쿠바대학교),
Hiroaki Izumiyama(일본 국토기술정책종합연구소), 이창우(국립산림과학원)

O-0227. 산림부문 온실가스 감축실적 평가를 위한 산림경영률 산정 체계 개발 및 적용

- 한희*, 이선정, 배재수, 임종수, 이승현, 유중원(국립산림과학원)

O-0228. 소나무림의 장기적 변화 추세의 지역적 차이 분석

- 김은숙*, 임종환(국립산림과학원)

O-0229. 합성곱신경망 및 Class Activation Mapping을 활용한 42개 수종의 수피 기반 동정
및 핵심 분류 특징 도출

- 김태경*, 백규현(서울대학교), 김현석(서울대학교, 국가농림기상센터)

O-0237. Quality changes of oak mushroom (*Lentinus edodes*) sealed with various film
during cold storage

- Hyowon Park*, Chul-Woo Kim, Rhim Ryoo, Uk Lee, (National Institute of
Forest Science)

O-0241. 국유림 내 특화조림단지 조성을 통한 임산물 생산액 추정

(평창 선도 산림경영단지 중심으로)

- 윤상호*, 최성민, 강이레, 김참, 박혜인, 이윤태, 오유미(산림기술연구원),
정규원(한국산림기술인회)

O-0245. 블루베리 재배를 위한 산림부산물 파쇄갯구과와 솔잎 멀칭처리의 효과
- 장경주*, 정은주(강원대학교)

O-0252. 설악산 대청 일대 분비나무 개체군 변화
- 한정우*, 김호진, 이정은(공주대학교), 임종환, 정성철(국립산림과학원),
윤충원(공주대학교)

O-0253. 백두대간 육십령-천왕봉 구간의 산림식생유형 분류
- 이정은*, 김호진, 한정우(공주대학교), 송주현(국립백두대간수목원),
조현제(자연과숲연구소), 박완근(강원대학교), 윤충원(공주대학교)

O-0254. 평창 일본잎갈나무 친환경벌채지 산림식생의 임분특성
- 김호진*, 이정은, 한정우(공주대학교), 김현섭, 정준모(국립산림과학원 산림기술경영연
구소), 윤충원(공주대학교)

스마트폰 및 Mask R-CNN을 이용한 임목측정 프로그램 개발

김동현^{1*}, 김선재², 성은지², 이종서¹, 김동근¹

(1경북대학교 생태환경시스템학과, 2경북대학교 소프트웨어학과)

Development of Standing Tree Measurement Program Using Smartphone and Mask R-CNN

Donghyeon Kim^{1*}, Sunjae Kim², Eunji Sung², Jongseo Lee¹, Donggeun Kim¹¹Department of Ecology and Environment System, Kyungpook National University,²Department of Software, Kyungpook National University)

요약: 본 연구는 스마트폰을 통해 취득된 임목 정보를 Mask R-CNN을 이용하여 이용재적, 간벌목 선정 등을 자동으로 분석하는 프로그램을 개발하였다. 스마트폰은 Google AR Core와 안드로이드 스튜디오를 이용하여 개발하였으며, Mask R-CNN 딥러닝 모델은 본 연구에서 활용할 수 있도록 파이썬 언어로 변경하였다. 스마트폰은 증강현실(Augmented Reality, AR)과 동작센서를 활용하여 임목의 수고, 흉고직경, 방위, 고도, 경사, 위치 좌표, 거리, 사진을 취득하고 웹 애플리케이션 서버(Web Application Server, WAS)에 전송하며, Mask R-CNN은 사진에서 수간을 자동으로 분류하고 이용재적, 간벌목 선정을 위한 이미지 처리 작업을 수행한다. 스마트폰을 통해 취득된 정보의 정확성 평가를 위해 버텍스 및 윤척과의 비교를 실시하였으며, 연구대상지는 인공침엽수림에서 잣나무 90본, 천연혼효림에서는 무작위로 90본을 선정하여 실시하였다. 비교 결과, 흉고직경과 수고 모두 95% 수준에서 유의한 결과를 나타내었으며, 평균 0.972로 매우 높은 상관관계를 보였다. 흉고직경의 경우 인공침엽수림이 평균 0.6745cm, 천연혼효림에서는 평균 1.0139cm의 오차를 보였으며, 수고의 경우 인공침엽수림은 평균 0.6714m, 천연혼효림에서는 평균 1.3297m의 오차를 보여 인공침엽수림에 비해 천연혼효림이 높은 오차를 나타내는 것으로 분석되었다.

Abstract: In this study, standing tree information acquired with a smartphone and with the use of Mask R-CNN, a program that automatically analyzes the merchantable volume and identification of trees to be felled was developed. In order that it could be used for this study, smartphone Google AR Core and Android Studio and Mask R-CNN deep learning model was converted to Python language. Smartphones, with the use of Augmented Reality and motion sensor, acquire tree height, diameter at breast height (DBH), azimuth, altitude, slope, geographical coordinates, distance and picture. These information are transmitted to a web application server and with the use of Mask R-CNN, image processing is done to automatically classify stems and identify trees to be felled. In order to evaluate the accuracy of information acquired through a smart phone, 90 Korean Pines (*Pinus koraiensis*) were randomly selected from an artificial coniferous forest and 90 representative trees were randomly selected from a natural mixed forest, and were measured using Haglof Vertex Laser Hypsometer and caliper and the results were compared. Comparison showed significant result at 95% level and a very high average correlation of 0.972 for both tree height and DBH. In terms of DBH, average error was 0.6745 cm and 1.0139 cm for artificial coniferous forest and natural mixed forest, respectively. On the other hand, an average error of 0.6714 m and 1.3297 m for artificial coniferous forest and natural mixed forest, respectively, was found for tree height.

Keywords: Augmented reality, Deep learning, Mask R-CNN, Smartphone, Stem

중금속(Cd, Cr, Cu, Zn) 처리에 따른 버드나무 4종의 생장특성과 생리반응

조원우^{1*}, 김태림¹, 이지은², 강호덕², 이위영¹

(¹국립산림과학원 산림자원개발연구과, ²동국대학교 바이오환경과학과)

Growth Performance and Physiological Response of four *Salix* Species with the Different Heavy Metal (Cd, Cr, Cu, Zn) Treatments

Wonwoo Cho^{1*}, Taelim Kim¹, Ji-Eun Lee², Hoduck Kang², Wiyoun Lee¹

(¹Department of Forest Bioresources, National Institute of Forest Science,

²Department of Biological & Environmental Science, Dongguk University)

요약: 수변지에서 중금속 흡착 능력이 용이한 버드나무속 4종을 대상으로 토양오염을 일으키는 4종류의 중금속(Cr, Cd, Cu, Zn)을 처리하여 생장특성과 수목의 생리적 반응을 조사하였다. 버드나무 모본에서 1년생 가지를 채취하여 삽목으로 포트에서 12주동안 활착시킨 이후에 중금속을 저농도인 200ppm과 고농도인 1,000ppm으로 나누어 처리한 후 4주 간격으로 2회에 걸쳐 시료의 생장특성, 광합성 능력, 형광반응 등을 조사하였다. 포트 내에서 4종의 버드나무 중에서 생장량(RHGR)의 경우, 버드나무 종간에 차이를 나타냈으나, 버드나무×쪽버들 교잡종에서 200ppm의 저농도의 Cu를 처리한 결과 비교적 양호한 생장(0.776)을 보였다. 갯버들의 경우에는 1,000ppm의 Cr을 처리했을 시 생장(0.120)이 불량했다. 이러한 결과는 버드나무 자연 교잡종이 잡종 강세의 영향으로 순종보다 중금속의 흡수능력이 뛰어남을 볼 수 있다. 광합성능력은 버드나무×쪽버들 교잡종에서 차이를 보였으며, 특히, Cu 200ppm 처리구에서 14.93 ± 4.31 , Cu 1,000ppm 처리구에서 14.16 ± 3.01 비교적 낮은 값을 나타냈다. 형광반응의 경우 버드나무×쪽버들 교잡종에 Zn 1,000ppm 처리구에서 0.839로 가장 높은 값을 나타내어 중금속에 대한 내성이 있는 것으로 확인되었다. 교잡종 버드나무의 중금속 토양의 식물정화능력 가능성을 확인 할 수 있었다.

Abstract: This study was carried to investigate the responses regarding four different heavy metals of Cr, Cd, Cu and Zn as major contaminants under the soil conditions. Total 4 *Salix* species were selected to do experimental studies containing two pure species and two hybrid species. The 12-weeks grown seedlings in containers were treated with different concentrations of 200ppm and 1,000ppm of Cr, Cd, Cu and Zn. After the treatments, tree growth rate, photosynthesis rate and chlorophyll quantum efficiency were measured twice in greenhouse conditions. Among four different *Salix* species, *Salix kareensis* × *S. maximowiczii* was shown high value (0.776) with the treatment of Cu 200ppm growth rates (RHGR) were shown wide values, whereas *S. gracilistyla* had the lowest value (0.120) with Cr 1,000ppm. It might be interpreted by hybrid vigor effect with high environmental adaptability of natural crosses than pure species. The photosynthesis ability was shown with high value (14.93 ± 4.31) in *Salix kareensis* × *S. maximowiczii* with Cu 200ppm treatment. Furthermore, the high value (39.92 ± 7.35) in treatment of Zn 200ppm. The chlorophyll quantum efficiency (Fv/Fm) was shown with the highest value (0.839) at the treatment of Zn 1,000ppm in *Salix kareensis* × *S. maximowiczii*. As a result, It assumed that the hybrid than pure species of *Salix* recommended to be applicable for phytoremediation to minimize heavy metal contamination in soil.

계절별 PM_{2.5}가 산림 생산성에 미치는 영향의 정량화 -겨울철 부정적 vs. 여름철 긍정적-

이호진^{1,2*}, 전지현¹, 이민수¹, 김현석^{1,2,3,4}

(¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 협동과정 농림기상학전공,

³국가농림기상센터, ⁴서울대학교 농업생명과학연구원)

Quantifying the Effect of Seasonal PM_{2.5} on Forest Productivity -Negative in winter vs. positive in summer-

Hojin Lee^{1,2*}, Jihyeon Jeon¹, Minsu Lee¹, Hyun Seok Kim^{1,2,3,4}

(¹Department of Forest Sciences, Seoul National University,

²Interdisciplinary Program in Agricultural and Forest Meteorology, Seoul National University,

³National Center for AgroMeteorology,

⁴Research Institute for Agriculture and Life Sciences, Seoul National University)

요약: 최근 미세먼지가 심각한 사회문제로 대두되면서 산림이 미세먼지 저감을 위한 해결 방안으로 제시되고 있다. 산림은 잎의 미세먼지 흡수 및 흡착 기능을 통해 대기 중 미세먼지 농도를 저감시키므로 미세먼지 차단숲 및 바람길숲 조성을 통한 대기 정화에 큰 역할을 할 수 있다. 그러나 미세먼지가 산림에 미치는 영향에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이므로 본 연구에서는 계절별 미세먼지 농도가 산림의 생산성에 미치는 영향을 분석하였다. 연구대상지는 경기도 광주시 서울대학교 태화산학술림 내 잣나무 조림지와 참나무 임분으로 2018년부터 2019년까지 광산란법 기반의 미세먼지 입자수 측정기를 이용하여 PM_{2.5} 농도를 측정하였고, 에디 공분산 시스템을 이용하여 산림의 순생태계생산성(net ecosystem productivity, NEP)을 측정하였다. 여름철 PM_{2.5} 농도의 증가는 산란광을 증가시켜 두 임분의 NEP가 증가하였으나, 봄, 가을, 겨울철에는 산란광과 NEP 모두 감소하였다. 이는 여름철에 산림의 BVOCs 배출이 증가하여 빛을 산란시키는 특성이 높은 OC(organic carbon)의 비율이 높아지고, 겨울철은 화석연료 사용의 증가로 빛을 흡수하는 BC(black carbon) 또는 EC(elemental carbon)의 비율이 높아지기 때문으로 생각된다. 본 연구는 미세먼지의 발생원인에 따라 산림 생산성이 받는 영향이 달라질 수 있음을 시사한다.

Abstract: Forests are a solution for fine dust reduction because of foliar dust absorption and adsorption. However, the study on the fine dust impact on forests is still insufficient. This study analyzed the effect of seasonal fine dust concentration on forest productivity. The measurements of PM_{2.5} concentrations and net ecosystem productivity (NEP) were conducted using laser particle counters and eddy covariance system at Korean pine and oak stands on Taehwa Research Forest of Seoul National University from 2018 to 2019. In summer, increase in PM_{2.5} concentrations enhanced NEP at both stands by increase in diffuse light, but in spring, autumn, and winter, it decreased both diffuse light and NEP. It is thought that increased BVOCs emissions from forests in summer raised the proportion of organic carbon (OC) that typically scatters light, while use of fossil fuels in winter for heating raised the proportion of light-absorbing black carbon (BC) or elemental carbon (EC). This study suggests that the impact of PM_{2.5} on forest productivity may vary depending on the source of fine dust.

사사: 본 연구는 산림청 미세먼지 대응 도시숲 연구 사업(2019156A00-2021-0101)의 지원에 의해 이루어진 것임.

위성영상 기반의 도시숲과 미세먼지 농도의 상관성 추정 -서울 도시숲을 대상으로-

이상훈*, 오지연
(한양대학교 도시·지역개발경영학과)

Remotely sensed data-based estimation on the relationship between urban forest and concentration of ambient particulate matter over urban forest in Seoul, South Korea

Peter Sang-Hoon Lee*, Jiyeon Oh
(Department of Urban & Regional Development, Hanyang University)

요약: 최근에 한국에서 문제가 되고 있는 미세먼지의 경우, 특정 지역에서 해결 가능한 문제가 아니기 때문에 다양한 접근법을 활용한 연구가 요구된다. 인구밀도가 낮은 도시숲 지역에 대한 미세먼지 농도의 현장 데이터는 수집에 있어서 상당히 제한적이기 때문에 원격탐사 기법의 활용이 효과적인 것으로 판단된다. 본 연구에서는 서울을 대상으로 Landsat 8 위성영상자료로부터 계산된 에어로졸 광학 깊이(AOD)와 지상의 도시대기측정망에서 수집된 미세먼지 농도를 비교하여 미세먼지 농도를 추정하였고, 입력변수로는 온도, 습도, 풍향, 풍속을 사용하였다. 도시숲으로부터 거리를 구분하여 도시숲의 미세먼지 저감에 대한 영향범위를 구분하였다. 도시숲의 크기와 지형적인 특성을 기준으로 미세먼지 농도변화를 분석하였다. 후속 연구를 통하여 미세먼지의 모니터링에 효과적인 환경요인들을 추가적으로 발굴하여 미세먼지 농도의 추정식을 향상시키고자 한다.

Abstract: Due to the recent issue of particulate matter (PM) in South Korea, it is required to develop and employ diverse methodology for resolving the problem. As collecting data over urban forest where there is relatively low population is very limited, remote sensing technology could be considered highly effective. In this study, Landsat 8 imagery was used to compute aerosol optical depth (AOD) and estimate PM concentration using temperature, relative humidity, wind direction and velocity as input parameters in addition to AOD. The result was compared with ground truth of PM from 25 Air Quality Monitoring Stations across Seoul. Buffer for dividing spatial distance was employed to identify the impact range of urban forest on PM mitigation. Size in area and topology were used as factors regarding PM mitigation. To develop a useful regression model for PM, it is necessary to examine diverse environmental factors in relation to PM mitigation.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF) grant funded by the Korean government (Ministry of Science and ICT) (No. NRF-2017R1C1B5017787).

산림 미세먼지 측정넷 자료를 활용한 발생원 대응 도시숲의 미세먼지 농도 저감 특성

김태희*, 유신이, 여재호, 최수민, 박찬열, 조재형
(국립산림과학원 도시숲연구센터)

The Reduction Analysis of Particulate Matter at Urban Forests near Pollutant Sources with Forest PM Monitoring Nets

Taehee Kim*, Yoo Sin Yee, Yeo Jaeho, Choi Sumin, Chan Ryul Park, Cho Jae Hyoun
(Urban Forests Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 국립산림과학원 도시숲연구센터는 산림의 미세먼지 저감효과를 분석하기 위해 「산림 미세먼지 측정넷」을 구축하여 운영하고 있다. 산림 미세먼지 측정넷은 독일 Grimm사의 EDM #365 SVC 장비를 이용하여 대기 중 미세먼지의 농도를 실시간 관측하고 있으며 산림 및 도시숲 내에 설치되어 산림의 미세먼지 농도를 측정 및 분석하여 10분 단위로 국민에게 정보를 제공하고 있다. 본 연구에서는 발생원 대응 도시숲을 대상으로 미세먼지의 발생 특성과 도시숲의 미세먼지 저감효과를 분석하였다. 본 연구에서 비교한 발생원 대응도시숲 유형에 해당하는 지역은 시흥 완충숲과 기흥 고매 시험림으로 시흥은 산업단지로부터 영향을 받고 있으며 기흥은 인근 도로 발생원으로부터 영향을 받는다. 시흥에 설치된 미세먼지 측정넷은 시흥 산업단지, 시흥 완충숲, 시흥 주거지역의 3지점이며 대상 지역에서 2020년 관측된 미세먼지 총량을 비교하였을 때 시흥 산업단지의 1년 총 미세먼지 농도는 $328.1\text{mg}/\text{m}^3$, 시흥 완충숲의 미세먼지 농도가 $282.3\text{mg}/\text{m}^3$, 시화 주거지역 미세먼지 농도가 $313.3\text{mg}/\text{m}^3$ 로 시흥 완충숲이 가장 낮게 나타났으며 공단 대비 14%의 저감효과가 있었으며 주거지역도 공단 지역 대비 5% 낮게 나타났다. 고매 시험림은 발생원인 도로오염원으로부터 수평으로 도로, 50m, 150m 위치 설치하였다. 결과를 비교하였을 때 도로에 인접한 측정넷에선 연간 총 미세먼지의 농도가 $215.1\text{mg}/\text{m}^3$, 시험림의 50m에서 $207.1\text{mg}/\text{m}^3$, 시험림의 가장 외곽인 150m 지점에서는 $220.6\text{mg}/\text{m}^3$ 로 숲의 중심부에서 가장 낮은 농도를 보였다. 산림 미세먼지 측정넷 자료 비교 결과 시흥 완충숲은 연간 $45.9\text{mg}/\text{m}^3$ 의 미세먼지를 수목이 흡수한 것을 알 수 있었고, 기흥 고매 시험림에서는 도로오염원 미세먼지를 연간 $8.0\text{mg}/\text{m}^3$ 흡수하는 것으로 나타났다. 산림은 오염물질 발생원으로부터 유입을 방지하고 대기 중 미세먼지를 저감하는 것을 확인하였다.

Abstract: The Urban Forest Research Center of the National Forest Research Institute has established the "Forest PM Monitoring Net(FPMNets)" to analyze the effect of reducing Particulate matter(PM) in forests. The FPMNets uses EDM #365 SVC equipment(Grimm Co. Germany) to monitor the concentration of PM in the atmosphere and provide information to the people every 10 minutes. We analyzed traits and reduction effects of PM at urban forests near pollutant sources. Pollutant's source was industrial complex at Siheung Buffer Forests(SBF), and highway road at Giheung Gomae Experimental Forests(GGEF). In SBF site, annual total PM concentration in Siheung Industrial Complex was $328.1\text{mg}/\text{m}^3$, Siheung Buffer Forest was $282.3\text{mg}/\text{m}^3$, and the Siheung Residential Area was $313.3\text{mg}/\text{m}^3$. In GGEF site, total annual concentration of PM on the measuring net adjacent to the road was $215.1\text{mg}/\text{m}^3$, 50m site at the center of the test forest was $207.1\text{mg}/\text{m}^3$, and $220.6\text{mg}/\text{m}^3$ at the outermost point of the test forest. We compared the FPMNets monitoring data, SBF site showed that trees absorbed $45.9\text{mg}/\text{m}^3$ of PM annually, and GGEF site absorbed $8.0\text{mg}/\text{m}^3$ of PM from highway pollutants annually. It was confirmed that urban forests absorbed the inflow of pollutants from sources and reduce fine dust in the atmosphere

Keywords: Forest PM Monitoring Nets(FPMNets), Particulate matter, Urban forest

사사: 본 연구는 국립산림과학원 연구사업(미세먼지 저감 도시숲 가치의 측정넷 기반 대국민 인식증진 기술 개발, FE0100-2019-06-2021)의 지원으로 이루어진 것임.

선자령 순환등산로의 숲길 훼손실태 연구

이진규^{1*}, 이수광¹, 김명준², 방홍석²

(¹국립산림과학원 산림복지연구과, ²산림환경공간기술연구소)

A Study on Deterioration Satus on the Forest Trails in the Seonjaryeong

Jinkyu Lee^{1*}, Sugwang Lee¹, Myeongjun Kim², Hongseok Bang²

(¹Department of Forest Welfare, National Institute of Forest Science,

²Forest Environment & GeoSpatial Technology Research Institute)

요약: 본 연구는 숲길 훼손등급별 조사인자의 정량적 데이터 구체화와 조사방법 기준마련을 위한 목적으로 수행되었다. 선자령 순환등산로 4.3km를 대상으로 숲길의 물리적 특성과 훼손특성을 조사하였다. 그 결과, 훼손유형은 노면침식, 노폭확대 등 6개가 발생하였으며, 복합훼손이 1.28km(29.8%)로 가장 높게 나타났다. 훼손지 경사가 높을수록 훼손등급이 높아지는 정의 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 능선보다 산복일수록 평균과 중앙의 토양침식깊이와 토양침식량이 높아지며, 평균 토양경도는 낮아지는 것으로 나타났다. 훼손지 평균 토양침식깊이는 12.9cm이며, 침식량은 14.6cm²로 나타났다. 평균 토양경도는 11.1kg/cm², 19.4mm로 나타났으며, 조사방법에 따라 훼손등급간, 노지수평위치간의 차이가 인정되었다. 결론적으로 숲길 훼손조사의 정량적 데이터 제시로 향후 숲길 훼손등급을 평가하는 데 유용하게 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

Abstract: The purpose of this study was to materialize the quantitative data by damage grade of trail and to prepare the standards for the method. We investigated physical and deterioration characteristics of Seonjaryeong forest trail(4.3km). As a result, there were six types of damage including soil erosion, trail width expansion, and combined damage was the highest at 1.28km(29.8%). The soil erosion depth and soil hardness were higher in the hill-side than in the ridge, and the average soil hardness was lower. There was a correlation that higher slope of trail, the higher damage grade. The average soil erosion depth was 12.9cm and cross section area(CSA) was 14.6cm². The average soil hardness were 11.1kg/cm² and 19.4mm, and there were significantly differences between the damage grades and the surface positions according to the survey method. The results of this study was expected to be useful in assessing the damage grade of forest trail in the future.

Keywords: Forest trail, Soil survey methodology, Trail degradation, Seonjaryeong

인접 최적화(ONA) 모형과 FG 모형을 이용한 일본잎갈나무 채종원 설계 및 평가

강혜인*, 이경미, 송정호
(국립산림과학원 산림생명자원연구부)

Design and Evaluation of Japanese Larch (*Larix kaempferi*) Seed Orchard using ONA and FG model

Hye-In Kang*, Kyungmi Lee, Jeongho Song
(Department of Forest Bio-resources, National Institute of Forest Sciences)

요약: 채종원에서는 근친교배를 최소화하기 위해 동일한 클론 및 유전적으로 가까운 클론 사이에 적절한 간격을 유지하도록 배치해야 한다. 이 연구에서는 인접 최적화(ONA, Optimum neighborhood algorithm) 모형과 FG 모형(so-far-so-good)을 이용하여 일본잎갈나무 채종원을 설계하고, 기존 및 임의배치로 재설계한 채종원과 유전적 구성의 특성을 비교하였다. ONA와 FG 모형을 이용한 채종원 설계를 위해 기존 채종원과 동일한 조성인 64클론 945개체를 활용하였다. 평가 지표는 근친교배 확률을 간접적으로 나타내는 라멧 간 최소거리(d_{\min}), 인접 클론 수 분산(σ_{\min}^2), 인접 공선조 총합(F_{\min})을 사용하였다. 세 가지 평가 지표 모두에서 ONA와 FG 모형을 이용한 채종원이 임의배치 채종원의 평균보다 낮거나 오차범위 내의 차이를 보였다. ONA와 FG 모형 간의 비교 결과 ONA 모형에 대해 모든 지표가 낮은 것으로 나타났다. 따라서 ONA 모형이 일본잎갈나무 채종원 설계에 적합한 것으로 여겨졌으며, 향후 진전 세대 채종원 조성 시 ONA 모형을 활용할 수 있을 것으로 판단되었다.

Abstract: In seed orchard, in order to minimize inbreeding, the genetically close clones should be placed in an appropriate distance. In this study, a Japanese larch seed orchard was designed using Optimal Neighborhood Algorithm (ONA) and FG model (so-far-so-good), and the characteristics of the genetic composition were compared with the conventional and randomly redesigned seed orchard. For the design of the seed orchard using ONA and FG model, 945 ramets of 64 clones with the identical composition to the existing seed orchard were targeted. In addition, the minimum distance among ramets (d_{\min}), the variance of the number of adjacent clones (σ_{\min}^2), and the summation of adjacent coancestry (F_{\min}) were used as the indicators of inbreeding for evaluation. In all three indicators, ONA and FG model showed lower values than the average of the randomly arranged seed orchard or showed little difference within error range. As the result of comparison between ONA and FG model, ONA showed lower values in all indicators. Therefore, we concluded that the ONA model was more suitable for the design of Japanese larch seed orchard than FG model. ONA model could be applied to the design of seed orchard for advanced generations.

Keywords: Seed orchard, ONA model, FG model, Japanese larch

잣나무(*Pinus koraiensis*) 개량채종원에서 개화·결실 특성 분석을 통한 우량종자 생산 모델 개발

김예지*, 박지민, 구다은, 우영곤, 강규석
(서울대학교 농림생물자원학부)

Development of Superior Seed Production Model through the Analysis of Cone and Seed Characteristics in a Seed Orchard of *Pinus koraiensis*

Ye-ji Kim*, Ji-min Park, Da-eun Gu, Yeoungkon Woo, Kyu-suk Kang
(Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University)

요약: 본 연구의 목적은 잣나무 개량채종원에서 암·수 구화수 및 구과 생산에 대한 유전적 특성을 구명하고 선형적 구과 채취 방안을 고안하여 지속적으로 활용하는데 있다. 최근 3년(2018-2020년) 동안 조사된 클론별 암·수 구화수, 유구과 및 구과 생산량에 대한 일원분산분석 결과, 2019년 유구과 생산량을 제외한 모든 항목에서 클론 간의 유의미한 차이가 있었다. 분산성분으로 추정된 유전력은 수구화수에 비해 암구화수가 낮아 개체 간 변이가 큰 편이었고 각 구화수 및 구과의 연도별 상관분석 결과, 대부분의 년도에 정의 상관을 보였다. 유효집단크기를 추정하고 클론 간 기여도를 분석한 결과, 생산량이 저조했던 2018년에 클론 간의 기여도가 가장 불균형하였다. 구과 및 종자 특성을 분석한 결과, 구과 및 종자의 형태적 특성은 클론 간에 차이가 유의미한 것으로 나타났다. 구과분석 결과, 종자 분류항목별로 클론 간의 차이가 유의미한 것으로 나타났고 평균 첫째 고사배주 비율과 평균 상해종자 비율이 높은 것으로 나타났다. 본 연구에서 제시한 선형적 구과 채취 모형으로 구과를 채취할 경우, 채취율에 따라 개량효과가 증가하여 종자의 유전적 가치를 향상시킬 뿐만 아니라 효율적으로 종자를 생산할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: The purposes of this study were to estimate genetic characteristics of strobilus, conelet and cone production and to develop and continuously utilize linear cone collection model in a clonal seed orchard of Korean pine (*Pinus koraiensis*). The production of strobili, conelets and cones per clone was investigated for three consecutive years (2018~2020) to analyze the genetic variation of cone and seed characteristics. The effective population size was estimated and parental balance curve was drawn to estimate fertility variation among clones. The status of cone and seed production was figured out through cone analysis. Then, the linear cone collection model was proposed to collect cones from selected ramets and/or clones (families) showing excellent growth and seed production based on filled seed production and clonal general combining ability.

Keywords: *Pinus koraiensis*, 1.5 generation seed orchard, reproductive variation, genetic diversity, cone analysis, linear cone collection

사사: 본 연구는 산림청 신기후체제 대응 연구사업(No.2020182B10-2022-BB01)의 지원에 의해 이루어진 것임.

북한 8차 당대회의 산림 분야 분석과 대응 방향

오삼언*, 김은희, 양아람
(국립산림과학원 국제산림연구과)

Implications of Forests in North Korea's 8th Party Conference

Sam un Oh*, Eun-Hee Kim, A-Ram Yang
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 북한의 지난 5년간 평가와 함께 향후 계획을 알 수 있는 중요 일정인 8차 당대회분석을 통해 산림 분야의 대응 방향을 모색하는 데 목적이 있다. 김정은 위원장이 지난 5년간 내세웠던 목표가 거의 모든 부문에서 엄청나게 미달됐다고 평가했음에도 불구하고 산림 분야는 주요 성과로 평가되고 있어 주목된다. 산림 분야는 경제 영역에서 내용상 세부 분야 12개 중 6번째로 거론되며 비중을 차지했다. 특히 타 분야와 비교해 산림 분야는 유일하게 '100여만 정보의 산림 조성'이 언급되면서 구체적인 수치를 통해 성과가 제시됐다. 또한 관련 역량과 수단이 마련됐다고 평가됐다. 향후 5개년 계획에서 산림 분야와 연관된 것은 크게 3가지를 꼽을 수 있다. ▲ 임업 생산성 보장 및 산림 조성 ▲ 산림 및 생태환경에 대한 전반적인 실태 조사 및 대응 ▲ 금강산지구와 비로봉 등산관광지구 등 관광 활성화 계획이다. 북한이 산림과 관련한 국토관리, 금강산 관광 등을 5개년 계획에서 다루고 있는 것을 고려해 남북 산림협력에 있어 산림과 연계된 분야에 관한 폭넓은 협력 계획과 대응 전략이 필요하다.

Abstract: This study aims to find out the direction of response in the forest sector through analysis of the 8th Party Congress, an important schedule for North Korea's future plans, along with its evaluation over the past five years. Despite the fact that Chairman Kim Jong-un's goal over the past five years has fallen far short in almost all sectors, the forest sector is considered a major achievement, drawing attention. The forest sector accounted for the sixth out of 12 detailed areas in the economic sector. In particular, the forest sector was the only one mentioned in the forest sector compared to other sectors, and results were presented through specific figures. It was also evaluated that related capabilities and means were prepared. In the next five-year plan, there are three main things related to the forest sector. ▲ Ensuring forestry productivity and creating forests ▲ Investigating and responding to the overall status of forests and ecological environments ▲ Plans to boost tourism such as the Geumgangsan and Birobong mountainous tourist zones. Considering North Korea's five-year plan to deal with forest-related land management and Mt. Kumgang tourism, a wide cooperation plan and response strategy are needed in areas linked to forests in inter-Korean forest cooperation.

Keywords: golden mountain, North Korea, North Korean Forest, North Korea's 8th Party Conference, inter-Korean forest cooperation

복원기회매핑방법을 활용한 북한의 임농복합경영 대상지 선정 연구

박소희*, 양아람, 임중빈, 김은희
(국립산림과학원 국제산림연구과)

A study on selection of sites for agroforestry in North Korea by using the Restoration Opportunities Mapping Method

Sohee Park*, A-Ram Yang, Joongbin Lim, Eun-hee Kim
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 임농복합경영은 2018년 남북산림협력 분과회담의 주요의제 중 하나로 북한에서는 2003년부터 추진하고 있다. 본 연구는 북한의 지형환경·생태 특성을 고려하여 복원기회평가방법론(ROAM)에 기반한 임농복합경영 대상지를 선정하기 위해 수행되었다. 연구대상지는 북한의 지형환경 및 생태 특성을 고려한 북한 생태지리구획도(4지대 13지역 39지구)를 기반으로 3 지구(양덕-회창지구, 연안-배천지구 및 통천-고성지구)를 우선 선정하였다. 먼저, 각 지구에서 복원기회매핑방법을 활용하여 토지 황폐, 토양침식 깊이, 도로와 주거지로부터의 거리 등을 고려하여 황폐 정도가 심하고 접근이 용이하여 복원기회가 높은 곳을 추출하였다. 그 후 임농복합경영 경영기간에 따라 단기와 장기로 임농복합경영 대상지를 분류하였다. 대상지 추출은 ArcMap을 사용하였으며, Google Earth를 함께 활용하여 입체적으로 시각화하였다. 그 결과, 각 지구 전체 면적 대비 대상지 면적은 양덕-회창 지구에서 1.85%(9,185 ha), 통천-고성지구에서 0.80%(1,889 ha), 연안-배천 지구에서 0.19%(791 ha)로 나타났다. 본 연구로 도출된 임농복합경영 대상지는 ROAM 기반 시나리오별 수익성을 분석 및 평가하고 최적의 임농복합경영 모델을 개발하는 데에 활용될 것이다.

Abstract: Agroforestry is one of the main agendas of the 2018 inter-Korean forest cooperation sub-meeting, which has been promoted in North Korea since 2003. Therefore, this study was conducted to select target sites for agroforestry based on the Restoration Opportunities Assessment Methodology (ROAM) considering the geographical environment and ecological characteristics of North Korea. Based on the ecological geographic map (4 zones, 13 regions, 39 districts) of North Korea, three districts (Yangdeok-Hoechang, Yeonan-Baecheon, and Tongcheon-Goseong districts) were selected first. First, the area with high restoration opportunities in each district was extracted using the Restoration Opportunities Mapping Method by ROAM with land degradation, soil erosion depth, and distance from roads and residential areas. After that, the target sites for agroforestry were classified into short-term and long-term according to the period of management. The target sites were extracted and visualized using ArcMap with Google Earth. The result of the area was 1.85% (9,185 ha) in Yangdeok-Hoechang district, 0.19% (791 ha) in Yeonan-Baecheon district, and 0.80% (1,889 ha) in Tongcheon-Goseong district. The target sites for agroforestry derived from this study will be used to analyze and evaluate profitability by scenario based on ROAM, and to develop a suitable agroforestry model.

Keywords: agroforestry, ecological geographic map, North Korea, ROAM

유전자가위를 이용한 *PagCSE1* 유전자 교정 현사시나무 개발

장현아*, 배은경, 박수진, 최영임
(국립산림과학원 산림생명공학연구과)

Development of CRISPR/Cas9-mediated knockout of *Caffeoyl shikimate esterase 1* in hybrid poplar

Hyun A Jang*, Eun-kyung Bae, Su-Jin Park, Young-Im Choi
(Department of Forest Resources, National Institute of Forest Science)

요약: 화석연료 사용에 따른 기후변화로 인하여 바이오에너지 자원에 대한 관심이 증가하고 있다. 특히 목질계 바이오매스는 친환경 대체에너지 자원으로 주목받고 있다. 따라서 목질 성분의 약 30% 정도를 차지하는 난분해성 리그닌의 함량을 조절한다면 목질계 바이오매스 이용 효율을 개선시킬 수 있다. 본 연구에서는 유전자교정 기술을 이용하여 리그닌 생합성 경로에 작용하는 *Caffeoyl shikimate esterase* (CSE) 유전자를 knockout 시켜, 리그닌 함량을 감소시킨 현사시나무(*Populus alba* x *P. glandulosa*)를 개발하고자 하였다. 유전체 정보가 공개된 검은미루나무(*P. thrichocarpa*)의 염기서열을 주형으로 현사시나무의 *CSE1* 유전자를 분리하여 염기서열을 확인하고, 2번째 exon을 대상으로 가이드 RNA 벡터를 제작하였다. 제작된 벡터를 현사시나무에 도입하여 30개의 교정체 식물을 재분화하였다. 1bp 또는 2bp의 삽입·결실(Indel)이 확인된 3개의 계통(*CSE1*-sg2-1, -16, -28)을 이용하여 리그닌 및 당화효율을 분석하였다. 3개의 교정체에서 리그닌 함량은 대조구와 비교하여 최대 10.6% 감소하였으며, 당화 효율은 25.3% 증가하였다. 또한, 리그닌이 감소한 식물체에서 특이적으로 나타나는 생장 저하 현상은 관찰되지 않았다. 따라서 개발된 현사시나무들은 기존의 식물들보다 바이오매스 생산량을 개선하여 산업적 활용성을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: Due to climate change caused by fossil fuel use, dependence on oil needs to be reduced. Woody biomass especially is being evaluated as an eco-friendly alternative energy resource. Therefore, it is possible to increase the efficiency of using woody biomass by controlling the content of non-degradable lignin, which accounts for about 30% of woody components. In this study, we tried to develop lignin reduction hybrid poplar by knocking out the *Caffeoyl shikimate esterase* (CSE) gene that acts on the lignin biosynthesis pathway in plants using CRISPR/Cas9 system. A guide RNA vector was constructed in the second exon of *CSE1*, isolated using the published nucleotide sequence of the black cottonwood (*Populus thrichocarpa*). Total of 30 regenerated plants were obtained by introducing them into hybrid poplar (*P. alba* x *P. glandulosa*). Among them, insertions and deletions of 1 bp to 2 bp in target sites of 3 lines of *PagCSE1*-sg2-1, -16, and -28 were confirmed. They reduced lignin by up to 10.6% and increased saccharification efficiency by up to 25.3% compared to wild type. Interestingly, in plants with reduced lignin, there was no specific reduction in growth. Therefore, it is expected that the production of industrially available woody biomass can increase efficiently.

사사: 본 연구는 2021년도 국립산림과학원 석박사연구원의 지원에 의해 이루어진 것임

건축물화재-산불전이 현장실험 사례연구를 통한 산불피해저감을 위한 적정주수방법 제안

이예은*, 권춘근, 김성용, 이선주, 방철안, 서경원
(국립산림과학원 산림방재연구과)

Suggestion of Proper Watering Technique for Reduction of Forest Fire Damage Through a Case Study of Forest Fire Transition Field Experiment

Ye-Eun Lee*, Chun Geun Kwon, Sung Yong Kim, Sun Joo Lee, Cheol An Bang, Kyung Won Seo
(Division of Forst Disaster Management, National Institute of Forest Service)

요약: 최근 산림 주변으로 주택이 점점 증가하는 상황에서 산불로 인한 피해를 최소화하기 위해서는 건축물화재로부터 산불로 전이되는 현상과 관련된 연구 및 정책 수립이 시급하지만, 이러한 특성을 반영한 국내연구는 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 실물화재 모의실험을 통한 행동패턴 관찰로 건축물화재-산불전이 저감을 위한 연구의 기초자료를 마련하고자 하였다. 산림인접지 내 시설물의 대부분을 차지하고 있는 OSB합판 시설물을 재료로 선정하였으며, 무풍조건을 가정하고 실험을 수행하였다. 실험 후 스티로폼 및 영상분석을 통해 시설물화재의 비화양상 변화를 관찰함으로써 산불피해 저감을 위한 적정주수방법을 제안하고자 하였다. 본 연구결과에 따르면, OSB합판 시설물화재의 최대비화거리는 약 6m로 측정되었으며, 선행연구에서 제시된 식을 이용한 풍속에 따른 비화거리는 풍속 5m/s → 13m, 풍속 10m/s → 20m로 예측되었다. 주수방식에 따른 비화거리 측정 결과, 직사방식은 12.9m, 분사방식은 7.2m로 측정되었으며, 직사방식의 경우, 진화 시 수압으로 인해 시설물이 붕괴되면서 비화크기 및 거리가 증가하였다. 결과적으로 분사방식 적용 시, 직사방식 대비 비화거리는 44.2%, 비화크기는 58.7%, 비화발생량은 84.7%, 착화가능성은 10.0%의 감소 효과가 있을 것으로 예측되었다. 이에 따라 산림인접지 내 건축물 화재 진화 시, 비화로 인한 산불전이 저감을 위해서는 분사방식을 적용하는 것이 타당할 것으로 사료된다.

Abstract: It is urgent to establish the effective research and policy related to forest fires resulted from building fires for minimization of fire damage, but it is insufficient in Korea. In this study, we were going to prepare the basic data of study through full-scaled fire simulation for minimization of forest fires caused by building fires. According to the results of this study, spotting distance of OSB plywood facility fires was measured 6m, and spotting distance by wind speed was predicted that when wind speed is 5m/s, the spotting distance is estimated to be 13m, and when wind speed is 10m/s, the spotting distance is estimated to be 20m. This study revealed that spotting distance of direct stream was measured 12.9m, and that of spray stream was measured 7.2m. we confirmed that In the case of direct stream, as the facility collapses due to water pressure, the size and distance of spotting increased. As a result, when applying the spray stream, it is predicted that the spotting distance will decrease by 44.2%, the size is 58.7%, the amount of that is 84.7%, and the possibility of ignition is reduced by 10.0% compared to the direct stream. Accordingly, it is considered reasonable to apply the spray stream when extinguishing a building fires in WUI for reducing the transition of forest fires from building fires.

“낙엽송 합판”으로부터 DNA 추출, PCR 및 메타바코딩을 통한 합판 구성 수종 동정

이병주^{1*}, 송인준¹, 이제완², 이현미³, 어수형¹

(¹공주대학교 산림과학과, ²국립산림과학원 산림생명정보연구과, ³국립산림과학원 목재공학연구과)

Identification of tree species composing “larch plywood” by DNA extraction, PCR and metabarcoding

Byeong-Ju Lee^{1*}, In Joon Song¹, Jei-Wan Lee², Hyun-Mi Lee³, Soo Hyung Eo¹

(¹Department of Resources, Kongju National University,

²Division of Forest Bioinformation, National Institute of Forest Science,

³Division of Timber Engineering, National Institute of Forest Science)

요약: 불법 목재의 생산 및 유통은 산림 생물자원을 고갈시키고, 목재의 시장 가격을 교란시키는 원인 중 하나이다. 최근 불법 목재의 생산 및 유통 방지를 위해 DNA 표지자를 사용하여 목재 수종 및 원산지를 식별하는 노력이 이루어지고 있다. 그러나, 합판과 같은 목재 제품의 경우 목재 자체의 DNA 추출 난이도와 제조 과정에 가해지는 물리·화학적 처리에 의해 고품질 DNA를 얻는 것이 어렵다. 본 연구에서는 “낙엽송 합판”으로 판매되는 목재 제품에 대해 PVP(polyvinylpyrrolidone) 첨가 농도에 따른 DNA 추출 효율 비교와 WGA(Whole Genome Amplification) 실시 여부에 따른 PCR 증폭 성공률을 비교하였다. 또한, 합판을 구성하는 복수 수종 동정을 위하여, ITS2 식물 공용 분자 마커를 사용한 메타바코딩(metabarcoding) 분석을 실시하였다. 합판 DNA 추출 과정 중 PVP를 첨가한 경우, DNA 농도(ng/uL)와 *psbC* 영역의 PCR 성공률(%)이 증가하였다. 낙엽송 합판 DNA에 대해 PCR만 실시한 경우와 WGA 실시 후 PCR을 실시한 경우의 증폭 성공률(%)에는 큰 차이가 보이지 않았다. 한편, 합판 DNA 메타바코딩 분석 결과, 동정에 성공한 염기서열 단편들(reads)의 99%가 소나무속(*Pinus*)에 포함된 것으로 나타났는데, 이는 시료 합판의 일부를 제외하고 나머지 대부분을 구성하는 소나무류 목재에서 유래된 것으로 판단된다.

Abstract: The production and trade of illegal wood is one of the reason of reducing forest biological resources and disturbing the market price of wood. Recently, the efforts have been made to identify wood species and origin by using DNA markers in order to prevent the production and trade of illegal wood. However, in the case of wood products such as plywood, it is difficult to obtain high-quality DNA due to the DNA extraction difficulty of wood itself and the physical and chemical treatment applied to the manufacturing process. In this study, the comparisons of DNA extraction efficiency according to the concentration of PVP(polyvinylpyrrolidone) and PCR amplification success rate according to WGA(Whole Genome Amplification) implement were performed on the wood products sold as “larch plywood”. In addition, in order to identify the multiple species composing the plywood, metabarcoding analysis using an ITS2 plant universal molecular marker was conducted. When PVP was added during the DNA extraction process, the plywood DNA concentration(ng/uL) and the PCR success rate(%) of the *psbC* region increased. There were no noticeable differences in the amplification success rates(%) of only PCR and PCR after WGA implement. As a result of plywood DNA metabarcoding analysis, 99% of the successfully identified reads were found to be contained in genus *Pinus*, which was expected to be derived from the pine wood composing the most of the rest except a part of the sample plywood.

사사: 본 연구는 국립산림과학원의 “국내 유통 침엽수 목재의 수종 식별을 위한 DNA 분석 기술 개발(FG0603-2021-02)”의 지원으로 수행되었습니다.

조경수 13 수종의 형태적 생리적 특성과 초미세먼지(PM_{2.5}) 저감량의 관계김근호^{1*}, 전지현¹, 정희진¹, 김태경¹, 홍정현¹, 전기성², 김현석^{1,3,4,5}¹서울대학교 농림생물자원학부 산림환경학전공, ²한국도로공사 도로교통연구원,³서울대학교 농업생명과학연구원, ⁴서울대학교 협동과정 농림기상학전공, ⁵국가농림기상센터)Fine particulate matter (PM_{2.5}) reduction capacities and their relation to morphological and physiological traits in 13 landscaping tree speciesKunhyo Kim^{1*}, Jihyeon Jeon¹, Heejin Jung¹, Tae Kyung Kim¹,Jeonghyun Hong¹, Gi-Seong Jeon², Hyun Seok Kim^{1,3,4,5}¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University,²Korea Expressway Corporation Research Institute,³Research Institute of Agriculture and Life Sciences,⁴Interdisciplinary Program in Agricultural and Forest Meteorology,⁵National Center for Agro Meteorology)

요약: 화석 연료의 사용과 자동차 배기가스가 증가함에 따라 초미세먼지(PM_{2.5})는 현재 세계적으로 가장 중요한 환경 문제 중 하나로 떠오르고 있다. 이에 본 연구에서는 주요 조경수종 13 수종을 대상으로 PM_{2.5} 저감 능력을 정량화 하고, 수종별 물리적, 생리적 특성과 PM_{2.5} 저감 능력의 관계를 분석하였다. 실험은 실내 공간을 모형화한 챔버를 통해 진행하였으며, 형태적 특성은 잎의 넓이, 잎의 두께, 엽면적비(SLA), 엽중량비(LMA)를 측정하였고, 생리적 특성은 광합성 속도인 최대광합성량(A_{max}), 카르복실화속도(V_{Cmax}), 전자전달속도(J_{max}), 호흡량(R_d)과 기공전도도(g_s), 증산량, 엽록소 함량을 측정하였다. 실험 결과 엽면적당 PM_{2.5} 저감량은 은행나무($0.127 \pm 0.024 \mu\text{g cm}^{-2}$)가 가장 높고 스트로브잣나무($0.0072 \pm 0.0008 \mu\text{g cm}^{-2}$)가 가장 낮았으며, 활엽수종($0.085 \pm 0.007 \mu\text{g cm}^{-2}$)이 침엽수종($0.009 \pm 0.001 \mu\text{g cm}^{-2}$)보다 약 9.4배 높았다($P < 0.001$). 상관관계 분석 결과 종간 PM_{2.5} 저감능력은 SLA로 가장 잘 설명되었으며($R^2 = 0.541$, $P = 0.004$), 종내 개체목간 저감능력은 엽면적당 두께비로 가장 잘 설명되었다($R^2 = 0.61$, $P < 0.001$). 또한 PM_{2.5}는 광합성 특성인 A_{max} , V_{Cmax} , J_{max} , R_d 와도 상관관계를 보여 수목의 물리적 기작 뿐만 아니라 생리적 기작에 의해서도 저감되는 것으로 나타났다($P < 0.001$). 이러한 발견은 조경수를 통해 초미세먼지를 효과적으로 저감하기 위해서는 수종의 물리적 특성과 생리적 특성을 종합적으로 고려하여 앞으로의 식재 수종을 선정하는 것이 필요하며, 이미 식재되어 있는 수종에 대해서는 건강한 생리적 활성을 유지하도록 지속적인 관리가 필요하다는 것을 의미한다.

Abstract: With the increasing use of fossil fuels, fine particulate matter(PM_{2.5}) is emerging as a serious environmental problem worldwide. In this study, we quantified and compared the PM_{2.5} reduction capacities of 13 major landscaping tree species and analyzed the relationship between the physical and physiological characteristics of each species and PM_{2.5} reduction. Results showed that the amount of PM_{2.5} reduction differed among species; reduction per leaf area was the highest in *Ginkgo biloba*($0.127 \pm 0.024 \mu\text{g cm}^{-2}$) and the lowest in *Pinus strobus*($0.0072 \pm 0.0008 \mu\text{g cm}^{-2}$). Moreover, PM reduction by the broadleaf species($0.085 \pm 0.007 \mu\text{g cm}^{-2}$) was approximately 9.4-fold that by the needleleaf species($0.009 \pm 0.001 \mu\text{g cm}^{-2}$). Correlation analysis revealed that differences in PM_{2.5} reduction were described by specific leaf area between species ($P = 0.004$), and explained by the length of margin per leaf area among individual trees ($P < 0.05$). Additionally, reduction in PM_{2.5} correlated with photosynthetic properties such as maximum assimilation and carboxylation rates, indicating that PM_{2.5} is reduced not only by physical but also by physiological processes($P < 0.001$).

사사: 본 연구는 한국도로공사 공공용역사업과 산림청 R&D 사업(2019156A00-2021-0101) 과제의 지원으로 수행됨.

국제 REDD+ 재정지원의 불균형과 조정을 위한 시사점

김동환*, 김래현, 김명길
(국립산림과학원 국제산림연구과)

Imbalance of International REDD+ Financial Supports and Implication for Coordination

Dong-hwan Kim*, Raehyun Kim, Myungkil Kim
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: REDD+는 열대 개도국의 국가감축목표 달성과 지구 기후변화 대응에 참여하기 위한 수단이 될 것으로 전망된다. 개도국의 산림전용 방지 및 흡수원 증진 활동을 통한 감축성과를 국제적으로 인정 받기 위해서는 유엔기후변화 협약의 바르샤바 REDD+ 프레임워크(Warsaw REDD+ Framework)에 기반한 감축노력이 필요하며, 국제사회의 재정지원이 필수적이다. 국제사회는 개도국의 REDD+ 이행을 촉진하기 위한 보다 큰 규모의 예측가능하고 적절한 재정지원에 합의하였다. 국제 REDD+ 재정지원은 다양한 선진국과 국제기구를 포함하는 공여자들이 저마다의 목적을 달성하기 위하여 개별적으로 추진되었고, 특정 수원국으로의 재정지원의 편중과 재정지원의 파편화가 발생하여 국제 REDD+ 재정지원의 조정 필요성이 제기되었다. 본 연구는 양자 및 다자 REDD+ 재정지원의 현황과 파편화를 분석하여 재정지원의 개선방안을 제안하기 위하여 수행하였다. 2005년부터 2019년까지 체결된 공여자(공여국 및 공여기금/기구)와 REDD+국가 간 양자 및 다자 REDD+ 재정지원 공약을 대상으로 재정지원의 배분 현황을 확인하고, OECD가 제안한 파편화 산정 방법을 적용하여 분석하였다. 분석을 통하여, 다자보다 양자 채널을 통한 REDD+ 재정지원이 더 많은 비중을 차지하였으나, 공여국과 수원국 모두의 관점에서 중요도가 낮은 재정지원 관계가 31.8%로 확인되어 개선 가능성이 확인되었다. 일반적으로 수원국에 너무 많은 공여자가 너무 적은 규모의 재정을 지원하여 파편화가 발생하지만, 국제 REDD+ 재정지원은 소수의 REDD+국가에 다수의 공여자의 재정지원이 편중되면서 발생하였다. 파리협정 체제하에서 지구적 기후목표와 NDC 달성에 기여하기 위하여 개도국의 REDD+ 이행단계와 재정 지원 접근성을 고려한 재정지원의 편중과 파편화를 완화하기 위한 재정지원의 조정이 필요하다.

Abstract: REDD+ has been anticipated to serve as a means for developing countries to achieve their Nationally Determined Contributions and participate in global efforts for climate change mitigation. To be acknowledged internationally, REDD+ activities are required to satisfy elements of Warsaw REDD+ Framework, and international support is essential. International society agreed to provide additional, predictable and adequate financial supports for developing countries to catalyze REDD+ activities. The international supports, however, have been delivered independently by various donors including developed countries and funds, which pursue their own objectives. Allocation of financial supports for REDD+ became biased and fragmented, and coordination of the support is in need. This study analyzes allocation and fragmentation of bilateral and multilateral REDD+ financial supports, and provides implications for the coordination. Status of international REDD+ financial supports from donors to recipient countries between 2005 and 2019 were analyzed, and the fragmentation of the supports was measured by applying a method proposed by OECD. More REDD+ support commitments were made through bilateral channel. However, 31% of the bilateral supports were fragmented, which show potential improvements. Generally, the aid fragmentation occurs when the recipient receive too small supports from too many donors, however, the REDD+ support fragmentation was occurred because too many donors focused in too small countries. To achieve global and national climate target under the Paris Agreement regime, coordination of international supports, considering the recipients' national REDD+ phase and support accessibility, is required.

Keywords: NDC, REDD+, Paris Agreement, Aid fragmentation, Coordination

정량적 성과평가를 위한 산림 ODA 사업 영향평가 사례 분석

서혜윤*, 최은호
(국립산림과학원 국제산림연구과)

Case Studies of Impact Evaluation on Forestry ODA for Qualitative Outcome Evaluation

Hye Yoon Seo*, Eunho Choi
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 우리나라 공적개발원조(ODA) 사업은 경제협력개발기구 개발원조위원회(OECD DAC) 5대 평가기준에 따라 평가되고 있지만 정성적인 방법으로 사업 운영의 효율성과 경제, 사회 환경에 미치는 파급효과를 파악하는 데 한계가 있다. 산림 ODA 사업의 환경과 사회경제적으로 미치는 파급효과를 정확히 평가하기 위해 본 연구는 국내 산림 ODA에 적합한 영향평가체계를 모색하였다. 산림부문 ODA 사업의 영향평가 중 약 80%를 차지하는 준실험적 방법(quasi-experimental method)이 널리 활용되며, 이에 속하는 성향점수매칭법(Propensity score matching), 이중차이법(Difference in Difference), 도구변수(instrument variable) 방법론을 비교해 보았다. ODA 사업 특성에 따라 다르지만 성향점수매칭방법은 실험군과 성향이 비슷한 대조군을 설정하여 비교하기에 불편향(unbiased)된 파급효과를 얻을 수 있어 산림부문 ODA 사업 평가에 가장 많이 활용되는 방법으로 국내 사례에도 적합할 것으로 나타났다. 국내의 산림 부문 ODA 사업의 평가체계에 영향평가가 도입되면 객관적인 이행성과를 제시함으로써 ODA 사업을 정량적으로 평가해 사업의 관리 단계에서 나타나는 문제점을 개선하고 ODA 사업 확대 및 발전에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract: Korea has been evaluating Official Development Assistance(ODA) with five evaluation criteria from Organization of Economic Cooperation and Development(OECD) DAC(Development Assistance Committee). However, with the qualitative method, there are limitations in estimating not only the efficiency of projects but also the environmental, social and economic impact. Thus, to make accurate evaluation of environmental, social and economic impact of forestry ODA, this study seeks adequate impact evaluation method for Korean forestry ODA. We have compared propensity score matching, difference in difference, instrument variable methods which are categorized as quasi-experimental methods and account for about 80% of forestry ODA impact evaluation. Although evaluation methods vary depending on projects, propensity score matching appeared to be the most proper method to evaluate forestry ODA in Korea. Since counterfactuals have similar characteristics and tend to give unbiased impact, majority of forestry ODA applies the evaluation method. From adopting impact evaluation system for forestry ODA in Korea, we expect to assess project execution with objective perspectives and make improvements in ODA.

Keywords: Impact Evaluation, ODA, forestry, quasi-experimental method

두릅나무 대절에 의한 클론별 가지 생장 및 새순 특성

서지애*, 신한나, 권해연
(국립산림과학원)

Clonal Stem Growth and Shoot Characteristics of Japanese Angelica (*Aralia elata* (Miq.) Seem.) by Cutback

Jiae Seo*, Hanna Shin, Hae-Yun Kwon
(Division of Special Forest Products, National Institute of Forest Science)

요약: 직경이 크고 무게가 많이 나가는 두릅나무 새순을 대량 생산하기 위해 전국에서 수집된 16개 우수 클론을 대상으로 대절 후 가지와 새순 특성을 조사하고, 적정 대절 시기를 결정하였다. 2019년 봄에 두릅나무 새순 수확 후 지상 30cm 높이에서 대절을 실시하였으며, 2020년에도 동일 조건으로 대절하였다. 또한, 적정 대절 시기를 결정하기 위해 2020년 5월 4일부터 2주 간격으로 총 5회 대절하고 2021년 1월에 가지 특성을 조사하였다. 두릅나무 대절에 의한 평균 가지 수는 7.0 ± 3.2 (개)('19 ~ '20)에서 9.0 ± 3.9 (개)('20 ~ '21)로 증가하였으며, 특히 CJ6 등 세 클론에서 유의미한 증가를 나타내었다. 연차별 대절에 의한 새순 특성은 2019년과 2020년 봄에 수확하였을 때 평균 직경이 12.6 ± 1.8 (mm)에서 16.3 ± 1.8 (mm)로, 새순 무게가 9.4 ± 3.3 (g)에서 22.2 ± 5.7 (g)으로 증가하였다. 특히, 클론별로는 CB1-8의 새순 직경이 10.5 ± 2.4 (mm)에서 19.4 ± 5.2 (mm)로 증가하였으며, SC16의 새순 무게가 10.1 ± 5.3 (g)에서 34.6 ± 10.6 (g)으로 3배 이상 증가하여 가장 큰 증가를 나타내었다. 대절 시기에 따라서는 수고, 도장지 수 및 정아 아랫부분의 가지 직경이 시기별로 유의한 차이를 나타내었으며, 처음 대절하였을 경우 수고 95.1 ± 24.9 (cm), 도장지 수 2.2 ± 1.7 (개) 및 정아 아랫부분 가지 직경이 7.0 ± 2.7 (mm)로 나타났다. 새순 수확 후 대절까지의 기간이 길어질수록 생육이 불량해지는 경향을 보여 새순 수확 후 빠른 시간 내에 대절하는 것이 차년도 새순 크기와 수확량 증대에 좋을 것으로 보인다.

Abstract: Shoots of Japanese angelica (*Aralia elata* (Miq.) Seem.) are popular as a representative food in the springtime. In order to harvest the larger and heavier ones with increased yield, stem and shoot characteristics of a total of 16 clones were investigated after annual cutback. Moreover, sequential cutback of five times from early May to mid June were implemented to determine optimum time of cutback. As a result, the average number of stems increased from 7.0 ± 3.2 in 2019~2020 to 9.0 ± 3.9 in 2020~2021, especially, the significant increases were shown in CJ6, GC5 and CB1-8 clones. In the aspect of shoot characteristics after cutback, shoot diameter increased from 12.6 ± 1.8 (mm)('19) to 16.3 ± 1.8 (mm)('20), and from 9.4 ± 3.3 (g)('19) to 22.2 ± 5.7 (g)('20) in shoot weight, respectively. In particular, shoot diameter of CB1-8 clone was increased from 10.5 ± 2.4 (mm) to 19.4 ± 5.2 (mm). Shoot weight of SC16 clone was heavier more than three times from 10.1 ± 5.3 (g) to 34.6 ± 10.6 (g). According to cutback time, there were significant differences in stem characteristics. Three factors, i.e., tree height, the number of epicormic shoot and stem diameter under the terminal bud, were superior in the first cutback to other times and showed 95.1 ± 24.9 (cm), 2.2 ± 1.7 and 7.0 ± 2.7 (mm), respectively. Stem growth tended to worsen as the cutback was delayed, therefore, cutting back shortly after shoot harvest is expected to be good for increasing shoot quality and yield in the next year.

Keywords: cutback, Japanese angelica, shoot diameter, shoot weight, terminal bud

분비나무 채종원 클론 개체들의 유전자형 및 원산지 확인

이혜진^{1*}, 박시연¹, 김양길¹, 이채빈¹, 김수비¹, 김인식², 이경미², 강규석¹

(¹서울대학교 농림생물자원학부, ²국립산림과학원 산림생명자원연구부)

Genotype and Provenance Identification of Clones in a Clonal Seed Orchard of *Abies nephrolepis*

Hye Jin Lee^{1*}, Si Yeon Park¹, Yang Gil Kim¹, Chae-Bin Lee¹, Suvi Kim¹,
In-Sik Kim², Kyoungmi Lee², Kyu-Suk Kang¹

(¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University,

²Forest Bioresources Department, National Institute of Forest Science)

요약: 분비나무 채종원은 강원도 오대산, 치악산에서 선발한 우량개체로부터 접목증식한 20개 클론 156개 라멧으로 2005년 경기도 화성시에 조성되었다. 아고산 침엽수종인 분비나무는 기후변화에 취약하여 국내 개체수가 줄어들고 있으므로 해당 채종원은 종자 공급뿐 아니라 유전자원의 현지 외 보전, 개체들의 기후변화 적응특성 시험을 위한 다목적 채종원으로 활용될 수 있다. 이를 위해 분비나무 채종원 개체들의 생육상태를 조사하고, 유전자형을 분석하여 모수 및 산지를 확인하고자 하였다. 채종원 개체들과의 유전자형 비교를 위해, 모수로 알려진 분비나무 수형목의 1996년 선발 기록을 토대로 오대산과 치악산에서 현지조사를 실시하였다. 그 결과 생존이 확인된 수형목 2개체와 주변 분비나무 개체들의 잎을 채취하여, 분비나무를 대상으로 개발된 6개의 microsatellite 마커를 이용하여 유전형을 분석하였다. 분석 결과, 채종원에는 15개 클론 91본이 생존해 있음을 확인하였고, 이 중 3개 클론의 산지는 오대산, 4개는 치악산으로 추정하였다. 나머지 8개 클론은 현재의 실험 결과만으로는 산지를 추정할 수 없었다. 이를 바탕으로 채종원의 도면을 수정하고, 채종원을 실험 목적으로 활용하기에 앞서 유전자형 분석 등의 기초 조사가 필요하다고 판단하였다.

Abstract: *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim, a subalpine conifer, is vulnerable to climate change, so its population on the Korean Peninsula is decreasing. The seed orchard of *A. nephrolepis* was established in Gyeonggi-do in 2005 with 156 ramets of 20 clones grafted from plus trees of Odaesan and Chiaksan. The seed orchard can be used as an ex-situ conservation unit or as a site for testing the adaptation characteristics of clones to climate change. We observed the growth status of ramets and analyzed their genotypes. And for genotype comparison, we investigated Odaesan and Chiaksan with the selection records of plus trees in 1996. The leaves of the 2 surviving plus trees and the surrounding trees were collected and analyzed using 6 microsatellite markers. As a result of the analysis, it was confirmed that 91 ramets of 15 clones survived in the seed orchard. We inferred that 3 clones were from Odaesan and 4 were from Chiaksan. The remaining 8 clones were unknown only by the current experimental results. With this information, we revised the seed orchard map and assured that a basic investigation such as genotyping is necessary before the experiment in a seed orchard.

Keywords: *Abies nephrolepis*, subalpine conifer, seed orchard, microsatellite marker, genotyping

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(No. 2020185D10-2122-AA02)의 지원에 의해 이루어진 것임.

산림 미세먼지 측정넷 기반 그린 쉼터 탐색을 위한 보행 네트워크 개발

박완혁^{1,2*}, 박찬열¹, 송동하³, 최수민¹, 고동욱²

(¹국립산림과학원 도시숲연구센터, ²국민대학교 산림자원학과, ³스마클(주))

Development of Walking Networks for Green Shelters based on the Forest PM Monitoring-Net

Wanhyeok Park^{1,2*}, Chan-Ryul Park¹, Dongha Song³, Sumin Choi¹, Dongwook W. Ko²

(¹Urban Forests Research Center, National Institute of Forest Science,

²Department of Forest Resources, Kookmin University, ³Smacle Co. Ltd.)

요약: 국립산림과학원은 2020년까지 20개소 60지점의 미세먼지 측정넷을 구축하였다. 각 측정소는 오염원과의 거리에 따라서 3개 측정점을 포함하고 있다. 3개 측정점을 기반으로 측정소 전체 지역 (직경 4km)에서 고농도 및 폭염시기에 대피할 수 있는 ‘쉬편한길’과 ‘더위피하는길’을 도출하기 위한 보행 경로를 개발하였다. 조사지역내 그린/그레이 인프라, 생활인구, 토지피복, 지형 등을 분석하였다. 그린쉼터는 학교숲, 도시숲, 공원 등으로 설정하였다. 보행 속도, 보도 인근 생활인구, 주변 통행량, 토지피복도, 미세먼지 실측값을 종합하여 보행 점수에 가중치를 부여했다. 100m 간격의 인구 데이터를 구역 통계를 이용해 건물에 할당하여 생활인구 지도를 작성하고 보도 주변 반경 10m 이내의 생활인구와 통행량을 합산하여 많을수록 낮은 등급을 부여하였다. 토지피복 유형별로 보행자 선호도를 고려하여 점수를 차등 적용하였다. 미세먼지 ‘나쁨’ 날짜에 실측된 데이터를 종합하여 그린쉼터간 미세먼지 노출을 최소로 하는 경로 네트워크를 산출하였다. 향후, 측정넷의 실측 데이터를 기반으로 실시간 예보 등으로 응용이 가능할 것으로 보인다.

Abstract: The National Institute of Forest Science has established a PM(particulate matter) monitoring net at 60 points in 20 stations by 2020. Each Monitoring station contains three monitoring points depending on the distance from the pollutant source. In the area within 2 km radius of each monitoring station, a walking network was developed to derive “easy-breathing-pathway” and a “avoiding-heat-pathway” that can be a refuge during the period of high concentration of PM and heat wave. The green/gray infrastructure, living population, land cover, and topography were analyzed in the study area. School forests, urban forests, and parks were set up as “green shelters”. Walking speed, living population and traffic volume near the walkway, land cover, and the measured data of PM were synthesized to ranks weight value to the walking score. Population data were allocated to buildings to create a living population map. And the living population and traffic volume were summed up within 10 m around the walkway. A low grade was given to high-value segments. The walking network that minimizes the exposure of PM between green shelters was calculated by synthesizing the data measured on the high PM concentration date.

Keywords: PM reduction, Public Awareness, Spatial Modeling, Urban Forests

사사: 본 연구는 국립산림과학원 ‘미세먼지 저감 도시숲 가치의 측정넷 기반 대국민 인식증진 기술 개발’과제(No.FE0100-2019-06-2021)에서 수행한 연구 결과임.

경제림육성단지와 비경제림육성단지의 입지환경 및 경영 특성 비교

유중원*, 한희, 원현규, 이승현
(국립산림과학원 산림산업연구과)

A Comparative Analysis of Site Environment and Management Characteristics Between Designated and Non-designated Timber Forests

Joung-Won You*, Hee Han, Hyun-Kyu Won, Seung-Hyun Lee
(Division of Forest Industry, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 경제림육성단지와 비경제림육성단지의 입지환경 및 경영특성을 비교 분석하기 위한 목적으로 수행되었다. 이를 위해서 경제림육성단지로 지정된 산림과 지정되지 않은 산림을 대상으로 각각의 인공림 비율, 수종분포 현황, 목재자원량 등의 입지환경 특성과 임도밀도, 산림사업이력과 같은 경영 특성을 분석하였다. 분석 결과, 경제림육성단지의 인공림 비율은 18%로 비경제림육성단지의 인공림 비율 15%에 비해 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 경제림육성단지의 주요 침엽수종별 면적 분포는 소나무(25%), 일본잎갈나무(5%), 리기다소나무(3%) 순이었던 반면 비경제림육성단지 내 침엽수종의 분포는 소나무(19%) 다음으로 리기다소나무(4%)가 많이 분포하는 것으로 나타났다. 경제림육성단지의 ha당 임목축적은 166m³로 경제림육성단지로 지정되지 않은 산림에 비해 약 6m³ 가량 높은 것으로 나타났다. 또한 경제림육성단지 지정 후 발생한 국·사유림의 산림사업이력을 분석한 결과 상대적으로 경제림육성단지에서 더 많은 경영활동이 이루어진 것으로 나타났다.

Abstract: This study was conducted to comparatively analyze the site environment and management characteristics of designated timber forests with non-designated timber forests in South Korea. To this end, the site environmental characteristics, such as the ratio of artificial forests, the status of species distribution, and the amount of timber resources, as well as the management characteristics, such as forest road density and management activity records were analyzed for the both forests. According to the results of the analysis, the ratio of artificial forests in the designated timber forests was 18%, which is relatively higher than that of artificial forests in non-designated timber forests of 15%. The area distribution of the major coniferous species in the designated timber forest was followed by *Pinus densiflora* (25%), *Larix kaempferi* (5%), and *Pinus rigida* (3%), while the distribution of coniferous species in the non-designated timber forests was followed by *Pinus densiflora* (19%) and *Pinus rigida* (4%). The stand volume per ha in the designated timber forests is 166m³, which is approximately 6m³ higher than the forest that is not designated as a timber forest. In addition, an analysis of the management records in the national and private forests showed that more management activities were conducted in the designated timber forests since the designation of timber forests in 2004.

Keywords: Designated Timber Forest, Non-designated Timber Forests, Site Environment, Management Characteristics, Comparative Analysis

산불피해지 복원계획 수립을 위한 산불피해목 고사여부 추정식 개발

권세명*, 강원석, 박기형, 정유경
(국립산림과학원 산림육성·복원연구과)

Estimation Formula Development to Examine the Mortality of *Pinus densiflora* after Surface Fire, for Establishment of Restoration Plan for Forest Fire Damaged Area

SeMyung Kwon*, WonSeok Kang, KiHyung Park, YuGyeong Jung
(Division of Forest Restoration & Resource Management, National Institute of Forest Science)

요약: 기후변화로 인한 고온·건조 환경의 확대와 함께 산림에 대한 접근성 향상으로 우리나라에서 산불 발생 빈도와 규모가 증가하고 있으며, 2020년 1년간 발생한 620회의 산불로 약 2,920ha의 산림이 훼손되었다. 산불은 대표적인 산림생태계 파괴 주요 원인으로 직접적인 재산 및 인명 피해뿐만 아니라 탄소배출, 바이오매스 저감, 임목 및 임산 자원 손실, 동·식물 서식지 파괴, 토양 유실 및 황폐화 등 산불 이후에도 각종 산림생태계에 큰 피해를 주고 있다. 이러한 산불피해지의 기존 복원은 모든 피해목을 벌채 후 조림되고 있는 실정이다. 그러나 1) 최근 지역 주민들의 피해 정도가 약한 산불피해목(가시적 미피해목)의 벌채에 대한 민원 제기뿐만 아니라, 2) 산림생태계 보호 측면에서 또한 최소한의 동·식물 서식지 보존 및 임지 내 토양 보호, 3) 조림 비용 절감 등을 목적으로 피해 정도가 약한 또는 생존 가능성이 높은 산불피해목의 존치가 요구되고 있는 추세이다. 따라서, 본 연구는 산불피해목의 벌채 혹은 존치 결정에 과학적 근거자료 제시 목적으로 우리나라 삼척 지역에서 2017년 발생한 산불피해지 중 비교적 약한 강도의 산불이 발생한 지표화피해지 내의 소나무(*Pinus densiflora*)를 대상으로 고사율을 모니터링 하였다. 산불 발생 3년 경과 후 고사목의 고사원인 추정을 위해 임목의 입지, 생장, 그늘음 인자들을 활용하여 로지스틱 회귀 모델을 분석하였으며 그 결과, 그늘음지수(BSI), DBH 및 경사를 통한 모델이 가장 높은 예측력을 나타내었다(AUC=0.87). 이러한 모델을 통해 산불피해지 복원계획 수립에 있어 산불피해목의 처리방법 결정에 중요한 근거 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: The frequency and scale of forest fires have been increasing in Republic of Korea (ROK), due to the climate change, causing the expansion of high-temperature zone with dry environments. The 2,920 ha of forest area was damaged by 620 times of forest fires in 2020 alone. Forest fires are pointed out as a major cause of forest ecosystem destruction, followed by habitat loss of animals and plants as well as human life affection. It is also attributed to increased carbon emissions, biomass reduction, loss of timber, forestry resources, soil loss and devastation. Currently, restoration is mainly conducted just by cutting down all the damaged trees on the fire damaged sites. However, such a traditional method brings about 1) stronger complaints of local residents against the logging of damaged trees (including seemingly intact trees); 2) stronger requirements for forest ecosystem protections, including habitats and forest soil; and for 3) cost reduction for afforestation projects, by maintaining less damaged trees or trees showing high possibility of survival on the damaged sites. In this regard, for the purpose of presenting scientific data in selecting trees to be cleared out or left on the forest fire damaged sites, this study conducted a monitoring on the mortality rate of pine trees (*Pinus densiflora*) on the damaged areas affected by forest fires, particularly with relatively weak

intensity in Samcheok in Korea in 2017. Then the study analyzed the monitoring results using the logistic regression model, with the factors of location, growth, and bark scorch and determined the cause of pine death (*Pinus densiflora*), three years after the forest fire occurred in Samcheok, Gangwon province, ROK. As a result, the model with Bark Scorch Index (BSI), DBH and slope showed the highest predictive power (AUC=0.87). Through these models, the study is expected to be used as an important scientific basis not only for determining the treatment methods of fire damaged trees, but also for the establishment of effective restoration plans.

가뭄 저항성 평가를 위한 수목 11수종의 형태학적, 생리학적, 생화학적 특성 평가

나라얀 부살^{1,2*}, 이민수¹, 이호진^{1,3}, 한아름⁴, 한아름⁴, 김현석^{1,2,3,5}

(¹서울대학교 농림생물자원학부 산림환경학전공, ²서울대학교 농업생명과학연구원,
³서울대학교 협동과정 농림기상학전공, ⁴국립생태원 생태기반연구실, ⁵국가농림기상센터)

Evaluation of morphological, physiological, and biochemical traits for assessing drought resistance in eleven tree species

Narayan Bhusal^{1,2*}, Minsu Lee¹, Hojin Lee^{1,3}, Ah Reum Han⁴, Areum Han⁴, Hyun Seok Kim^{1,2,3,5}

(¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University,

²Research Institute for Agriculture and Life Sciences,

³Interdisciplinary Program in Agricultural and Forest Meteorology,

⁴Division of Basic Research, National Institute of Ecology,

⁵National Center for Agro Meteorology)

요약: 자연 서식지의 최대 생존과 보존을 위해 조림 계획에 있어 수종의 가뭄 저항성을 고려해야 한다. 2년 연속 동아시아 지역의 주요 조림 수종 중 겉씨식물(침엽수종) 6종과 속씨식물(활엽수종) 5종에 대해 대조구(100% 강수량), 약가뭄구(40% 강수량 감소), 강가뭄구(80% 강수량 감소) 등 3가지 실험구를 설치하여 가뭄 강도에 의한 수종별 가뭄 저항성을 평가하였다. 본 연구에서는 근원경 가뭄 저항성 지수(R_d) 및 형태적, 생리적, 생화학적 특성 간의 회귀 분석을 수행하여 가뭄 저항 지수(R_x)를 정량화했다. 가뭄 저항성이 높은 종은 면적당 잎질량(LMA), 광합성률(P_n), 정오 수분포텐셜(Ψ_{MD}) 및 탄소 동위원소 구별($\delta^{13}C$), 플라보노이드와 폴리페놀 함량, 초과산화물불균등화효소(SOD) 함량, DPPH 라디칼 제거작용 값이 높았다. 가뭄 저항성 수종은 가뭄 민감성 수종 보다 잎의 크기, P_n 및 새벽 수분포텐셜(Ψ_{PD})의 감소가 상대적으로 적었고, $\delta^{13}C$, 앱시스산, 수크로스 함량 및 LMA의 증가도 적었다. R_d 의 연간 변동(ΔR_d)은 수종별 수분이용특성(등수성 및 비등수성, Ψ_{PD} 과 Ψ_{MD} 관계식에서의 기울기)과 양의 상관관계를 보였다. 낙엽송와 잣나무는 등수성 수종으로, 가뭄 저항성이 가장 높은 것으로 나타났으며, 상수리나무와 고로쇠나무는 비등수성 수종으로 가뭄에 가장 취약한 것으로 확인되었다. 자작나무, 물푸레나무, 편백, 산벚나무는 중간 정도의 가뭄 저항성을 보인 반면, 곰솔, 소나무, 전나무는 가뭄 저항성이 더욱 높은 것으로 나타났다. 본 연구의 결과는 조림 계획에 있어 가뭄 저항성 수종 선별과 이를 통한 지속가능한 산림 관리에 기여할 것이라고 생각한다.

Abstract: Drought resistance of tree species should be considered before their planting in the field for maximum survival and conservation of natural habitats. Three different irrigation regimes: control (100% precipitation), mild drought (40% reduction in precipitation), and severe drought (80% reduction in precipitation) were applied to six gymnosperms and five angiosperm species for two consecutive years and quantified the drought resistance index (R_x) based on root collar diameter. The species with high drought resistance had high values of leaf mass per area (LMA), photosynthetic rate (P_n), and midday leaf water potential (Ψ_{MD}) and low values of carbon isotopic discrimination ($\delta^{13}C$), flavonoid and polyphenol content, and superoxide dismutase, and DPPH radical scavenging activity. The highly drought-resistant species had a relatively less decrease in leaf size, P_n , and predawn leaf water potential (Ψ_{PD}), and less increase in $\delta^{13}C$, abscisic acid, and sucrose content and LMA compared to the control. The interannual

variation in stem diameter resistance index (ΔR_d) was positively correlated with the species hydroscope slope (isohydric and anisohydric). Japanese larch and Korean pine (isohydric) were highly drought resistant, sawtooth oak and mono maple (anisohydric) were highly drought susceptible, and East Asian white birch, East Asian ash, hinoki cypress, and Sargent cherry were moderately drought resistant, whereas black pine, Korean red pine, and needle fir showed a strong drought resistance. These findings will help in species selection for afforestation programs and establishment of sustainable forests.

사사: 본 연구는 국립생태원 제2차 국가장기생태연구와 산림청 R&D 사업(2020185D10-2022-AA02) 과제의 지원으로 수행됨.

산지하천에서 소류사 유출특성의 시계열 변화

이기환^{1*}, Taro Uchida², Hiroaki Izumiyama³, 이창우¹

(¹국립산림과학원 산림방재연구과, ²츠쿠바대학교 생물자원학과, ³일본 국토기술정책종합연구소)

Temporal Changes of Bedload characteristics in Steep Mountain Rivers

KiHwan-Lee^{1*}, Taro Uchida², Hiroaki Izumiyama³, Changwoo Lee¹

(¹Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science, Korea

²Faculty of Life and Environmental Sciences, Tsukuba University, Japan

³National Institute for Land and Infrastructure Management, Japan)

요약: 소류사는 급경사의 산지하천에서 수문·수리량과 함께 하천 지형과 토사공급 조건을 조절하는 역할을 한다. 소류사 모니터링은 하천의 토사재해 방지에 필요한 실질적 정보를 제공한다. 지난 반세기 동안, 산지하천의 유사유출 특성을 설명하기 위해 다수의 연구가 이루어졌다. 하지만, 유역환경 변화에 다양하게 반응하는 소류사 특성을 실증하는 현장 데이터는 여전히 부족하다. 본 연구는 일본 남알프스 지역에 위치한 카마나시강과 그 지류에서 하이드로폰을 이용해 소류사 모니터링을 실시하였다. 모니터링 결과는 유역의 강우가 소류사 유출에 미치는 영향을 검토하기 위해 강우사상별로 대꽃값(총 강우량, 총 소류사 유출량, 비소류사량, 평균 입도)을 이용하여 정리하였다. 그 결과 소류사량은 각 강우사상에서 누적된 유역의 총 강우량과 유의한 상관관계를 나타냈다. 또한, 재현기간 20년 이상의 호우 이벤트 발생 후 유역의 소류사 유출량은 현저히 증가하여 약 1~2년 동안 지속하였다.

Abstract: The bedload transport is the primary factor in controlling the channel morphology and sediment supply condition in the steep mountain rivers. The bedload measurement provides practical information necessary to prevent sediment disasters in the fluvial system. Over the past half-century, many studies have been conducted to explain sediment characteristics in mountain rivers. However, there is still a lack of field observations to demonstrate the bedload characteristic that responds variously to the change in catchment circumstances. We have conducted continuous bedload observations using a hydrophone (Japanese pipe hydrophone) at the Kamanashi River and its tributaries in the southern Alps, Japan. To examine the effect of rainfall on bedload characteristics, the results were arranged by applying representative values, e.g., total rainfall amount, total bedload discharge, specific bedload yield, and mean grain size, for each rainfall event. The bedload discharge showed a significant correlation with the accumulated rainfall amount for each event. Moreover, the bedload discharges significantly increased after heavy rainstorms with a return period of ≥ 20 years. This enhancement of bedload transport rate for a given rainfall event lasted for about one and two years in the studied catchments.

산림부문 온실가스 감축실적 평가를 위한 산림경영률 산정 체계 개발 및 적용

한희*, 이선정, 배재수, 임종수, 이승현, 유중원
(국립산림과학원 산림산업연구과)

Development and Application of an Framework to Assess Forest Management Rate for Greenhouse Gas Accounting in the Forest Sector

Hee Han*, Sun-Jeoung Lee, Jae-Soo Bae, Jong-Su Yim, Seong-Hyun Lee, Joung-Won You
(Division of Forest Industry, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 우리나라 산림부문 온실가스 감축실적 평가를 위한 산림경영률 산정 체계를 개발하고 국내에 실제 적용해 보는 것을 목적으로 수행되었다. 이를 위해 현재 활용 가능한 국·공·사유림의 산림경영 이력 자료를 바탕으로 1990년 이후 누적된 경영 면적을 분석하는 방법과 절차를 설계하고 그에 따른 분석 결과를 제시하였다. 조림과 숲가꾸기 사업을 대상으로 최대사업면적법을 적용하여 국·공·사유림의 경영 면적을 산출한 결과, 1990년부터 2019년까지 중복을 제외한 누적 경영 면적은 약 1,690천ha인 것으로 나타났다. 공익용 산지 면적을 더한 총 산림경영 면적은 3,365천ha로, 2019년 산림경영률은 전체 산림면적 6,299천ha 대비 53.4%로 분석되었다. 또한 산림경영률은 2008년부터 2019년까지 평균적으로 연간 1.4% 포인트씩 상승한 것으로 나타나 이러한 추세가 유지될 경우 2030년 68.8%에 이를 것으로 예측되었다.

Abstract: This study was conducted with the aim of developing and applying an framework to assess forest management rate for greenhouse gas accounting in the forest sector. To this end, the methods and procedures for analyzing accumulated management area since 1990 were designed and the results of analysis were presented based on the available management records of national, public, and private forests. As a result of applying the maximum practice area method to the management activities, such as plantation and forest thinnings, the cumulative management area without redundancy was approximately 1,690 thousand ha from 1990 to 2019. The total forest management area including the area of forest lands for the public used was 3,365 thousand ha and the forest management rate was 53.4% compared to the total forest area of 6,299 thousand ha in 2019. In addition, the forest management rate rose 1.4% points annually from 2008 to 2019, the forest management rate is expected to be 68.8% in 2030 if the current trend is maintained.

Keywords: Forest Management Rate, Forest Management Record, Greenhouse Gas Accounting, Forest Sector, Maximum Practice Area Method

소나무림의 장기적 변화 추세의 지역적 차이 분석

김은숙*, 임종환
(국립산림과학원 기후변화생태연구과)

Regional Differences of Long-term Changes in Korean Pine Forest Area

Eun-Sook Kim*, Jong-Hwan Lim
(Division of Forest Ecology and Climate Change, National Institute of Forest Science)

요약: 소나무는 현재 우리나라의 산림에서 단일수종으로 가장 넓은 면적을 차지하는 주요 산림 수종이다. 그러나 최근 소나무 숲이 참나무류 등 활엽수 숲으로 교체되고, 병해충이나 산불, 이상기후로 인한 생육스트레스 등으로 인해 급격히 피해를 입는 사례들도 빈번하게 발생하고 있어, 장기적인 소나무림 관리를 위해 소나무의 변화 특성과 원인에 대한 정확한 파악이 필요한 상황이다. 이를 위해 본 연구에서는 1990년대 초 임상도와 가장 최근의 임상도를 비교하여 약 30년 동안의 소나무림 분포의 변화 경향을 파악하고, 감소 또는 증가의 변화가 집중적으로 발생한 핫스팟을 추출하여 특징을 비교하였다. 그 결과, 전남지역이 가장 큰 소나무림 감소 추세를 보였고 강원지역은 감소, 경북지역은 증가 추세를 보였다. 전남지역의 소나무림 면적 감소율은 30.9%, 강원지역은 15.8%로 산출되었다. 소나무림은 주로 혼효림과 참나무류 임분 등 활엽수림으로 전환되는 경향을 보였다. 또한 전라남도 남서부 지역과 강원도 남서부 및 동해안 지역이 소나무림 대규모 감소 핫스팟 지역으로 추출되었다. 이러한 소나무림 변화 핫스팟 정보는 소나무림 변화 요인을 파악하는 중요한 기초정보로 활용될 수 있다.

Abstract: Pine tree is a major forest tree species that occupies the largest area in Korean forest. However, recently, pine forests have been replaced with broad-leaved forests such as oak and also damaged by pests, forest fires, and physiological stress caused by abnormal climates. Therefore, we need to accurately understand the characteristics and causes of these changes in pine trees in order to manage pine forest effectively. In order to determine the characteristics of pine forest area changes during about past 30 years, this study compared national forest type maps of the early 1990s and the most recent forest type map. In addition, we extracted hot spots with intensive changes in pine forest loss or gain. As a result, pine forests of Jeonnam showed the greatest decline, pine forests of Gangwon also decreased, and that of Gyeongbuk increased. The loss rate of pine forest area in Jeonnam was 30.9% and that of Gangwon was 15.8%. In addition, the southwestern part of Jeonnam and the southwestern or eastern coast parts of Gangwon were extracted as hot spots of intensive pine forest loss. These hot spot information can be used as important basic information to identify key factors of pine forest change.

합성곱신경망 및 Class Activation Mapping을 활용한 42개 수종의 수피 기반 동정 및 핵심 분류 특징 도출

김태경^{1*}, 백규현¹, 김현석^{1,2,3,4}

(¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 협동과정 농림기상학,

³서울대학교 농생명과학연구원, ⁴국가농림기상센터)

Identifying and extracting key features from bark images of 42 tree species using convolutional neural networks and class activation mapping

Tae Kyung Kim^{1*}, Gyu Heon Baek¹, Hyun Seok Kim^{1,2,3,4}

(¹Program in Forest Environmental Sciences, Seoul National University,

²Interdisciplinary Program in Agricultural and Forest Meteorology, Seoul National University,

³Institute of Future Environmental and Forest Resources, Seoul National University,

⁴National Center for Agro Meteorology)

요약: 수목의 분류를 위해 활용될 수 있는 여러 기관 중, 수피는 계절에 따른 변화가 적고 접근이 비교적 쉽다는 장점이 있기에, 수피 한 가지만을 활용하여 수목을 동정하는 기계학습 기반의 연구가 최근 늘어나고 있다. 이전 연구들에서 22~53종의 수종에 대하여 90% 이상의 수피 분류 정확도를 달성하여 사람의 정확도를 능가하였다고 판단되나, 복잡한 질감(Texture)의 연속으로 이루어진 수피 사진들에 대해 실제로 기계가 어떠한 과정을 거쳐 성공적으로 분류를 수행하는지는 제대로 다뤄지지 않았다. 기존 연구들에서 주로 활용되는 기계학습 알고리즘은 이미지 처리 및 분류에 월등한 성능을 보이는 합성곱신경망(Convolutional Neural Network, CNN)으로, 복잡한 구조를 가진 신경망의 근본적 특징상 그 내부의 작동 과정을 살펴보기는 어렵다. 하지만, 최근 활발히 연구되고 있는 Class Activation Mapping (CAM) 기법의 등장으로, CNN의 각 예측 결과에 대해 신경망이 주목한 영역을 파악할 수 있게 되었다. 본 연구에서는 기존과 다른 방식으로 학습시킨 가장 좋은 성능의 모델과 데이터셋을 구축하고, 이에 CAM 기법을 적용하여, 수피 동정 시 CNN이 실제로 주목하는 영역들을 추출하고 각 수종별로 분류에 핵심이 되는 특징들을 선정하였다. CAM 기법의 경우, Global Average Pooling이 적용되지 않은 모든 일반적인 CNN에 적용할 수 있는 Grad-CAM, 그리고 Grad-CAM++ 기법을 42개 수종의 수피 이미지로 학습시킨 EfficientNetB7과 VGG-16 모델에 적용하였다. EfficientNetB7과 VGG-16 모델 모두 총 70번 이상의 반복 학습 이후에 92% 대의 최고 정확도를 달성할 수 있었다. 두 가지 모델에 대하여 CAM 기법을 적용하고 추출된 영역에 대하여 여러 가지 영상 기반의 Hand-crafted feature를 계산하여, 이를 다시 Decision Tree 알고리즘으로 분류하여 검색표를 도출하였다.

Abstract: Among the various organisms that can be used for the classification of trees, the bark has the advantage of being relatively easy to access and possesses less change according to the season. Consequently, machine learning-based research that only utilize bark images to identify trees is increasing recently. In previous studies, the bark classification accuracy have been achieved over 90% for 22 to 53 tree species, indicating the better performance of machines than humans. However, the features that machines utilized for classifying bark images with complex textures remain veiled. The machine learning algorithm mainly used in the previous studies is convolutional neural network (CNN) that shows superior performance in image

processing and classification. Despite the superior performances that CNNs show, fundamental characteristic as a ‘black-box’ hinder us from inspecting the detail inside CNNs. However, with the invention of the Class Activation Mapping (CAM) methods, which has been actively researched recently, it is possible to grasp the area where the CNN ‘pays attention’ for each prediction results. In this study, the state-of-the-art CNNs were trained and tested in a novel method, and CAM techniques were applied to introduce a identification key using bark image features. For CAM methods, Grad-CAM and Grad-CAM++, which can be applied to all general CNNs without Global Average Pooling layer were adopted and applied to EfficientNetB7 and VGG-16 models. Both the EfficientNetB7 and VGG-16 models achieved the highest accuracy of 92% after more than 70 epochs. The CAM technique was applied to these two models, and hand-crafted image features were calculated for the extracted regions, and the identification keys were derived by re-classifying them using the decision tree algorithm.

Quality changes of oak mushroom (*Lentinus edodes*) sealed with various film during cold storage

Hyowon Park*, Chul-Woo Kim, Rhim Ryoo, Uk Lee

(Division of Forest Special Products, National Institute of Forest Science)

Abstract: Oak mushroom, which grows on oak trees and has a medium brown color with an umbrella-shaped cap is one of the most popular edible mushroom in Korea. Since mushrooms are fast respiring, and start deterioration immediately after harvest, extension of postharvest storage while preserving product quality would be beneficial for mushroom industry as well as consumers. The aim of the present study was to evaluate the influence of various film packaging on quality and sensory characteristics of oak mushrooms. Mushrooms were packed with 6 fruit per each container and then sealed with three types microperforated films, which have different oxygen transmission rate (OTR) [A; control (PET), B; $5,000 \text{ cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$, C; $20,000 \text{ cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$, D; $80,000 \text{ cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$], and stored at $3 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for 28 days. The concentration of CO_2 inside each container was 0.2, 21.2, 16.3 and 10.1%, respectively, which remained lower as the OTR was higher during storage. Weight loss of A (control) rapidly increased to 14.7%, while B-D treatments showed 0.8, 0.8 and 1.4% after 17 days of storage. Browning index in A showed continuously higher value than every type of perforated films (B-D) during storage period. In sensory evaluation, especially off-odor index (0-10) was significantly decreased to 6.9 on B and 7.7 on C while 9.2 on D after 10 days of storage. Marketability of mushroom, which includes appearance, texture, off-odor and overall preference index was maintained 6 days for A and B, 8 days for C and 13 days for D. These results demonstrated that 1) mushroom avoids PET container due to prevent weight loss and color changes, 2) the OTR affects a significant effect on the quality and sensory of oak mushroom and 3) sealing with lower OTR films accumulates CO_2 in the mushroom during storage, which leads to loss of quality due to off-odor. In short, film D prolong marketability for 5 days compared to A. To preserve optimum quality of oak mushroom, using $80,000 \text{ cc} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ film was recommended for sealing package.

Keywords: modified atmosphere packaging, microperforated film, oak mushroom, storage, weight loss

국유림 내 특화조림단지 조성을 통한 임산물 생산액 추정 (평창 선도 산림경영단지 중심으로)

윤상호^{1*}, 최성민¹, 강이레¹, 김참¹, 박혜인¹, 이운태¹, 오유미¹, 정규원²

(¹산림기술연구원, ²한국산림기술인회)

Estimates of non-timber forest product(NTFP) output through the creation of specialized reforestation complex in national forests

Sangho Yun^{1*}, Sungmin Choi¹, Leerye Gang¹, Cham Kim¹,

Hye-in Park¹, Youn-tae Lee¹, Yoo mi Oh¹, Kyuwon Jung²

(¹Korea Forest Engineer Institue, ²The Korea Forest Engineer Associaiton)

요약: 최근 귀산촌에 대한 관심과 수요가 증가하고 있으며, 산림청은 산촌경제 활성화를 위한 다양한 지원정책을 펼치고 있다. 이에 따라 지금까지 보존중심이었던 국유림의 산림자원을 활용하여 산촌활성화를 지원하는 국유림 경영을 시도하고 있다. 평창국유림관리소는 지역성, 지리적특성, 시장성 등을 고려한 특용활엽수(돌배나무, 피나무, 마가목, 음나무 등)를 선정하고, 선도단지 내 경영여건이 우수한 지역에 수종별 단지화하여 약 120ha의 특화조림단지 조성계획을 수립하였다. 수종별 조성면적은 돌배나무 50.7ha, 피나무는 32.6ha, 마가목은 24.9ha, 음나무 12.6ha이다. 이에 따른 임산물의 생산가능량은 돌배 140톤/연간, 피나무꿀 40리터/연간, 마가목열매 56톤/연간, 음나무 순은 7.6톤/연간 추정하였으며, 2076년까지 임산물 총생산액은 520억 원, 연평균생산액은 10억 원으로 전망하였다.

Abstract: Recently, the public's interest and demand for migration to mountain villages has been increasing, and the Korea Forest Service is implementing various support policies to revitalize the mountain village economy. As a result, the government is attempting to manage national forests to support the revitalization of mountain villages by utilizing forest resources of national forests, which have been the center of conservation. The Pyeongchang National Forest office selected special broadleaf trees (such as *Pyrus ussuriensis*, *Tilia amurensis*, *Sorbus commixta*, *Kalopanax pictus* etc.) considering locality, geographical characteristics, and marketability, and established a plan to create a specialized forest complex of about 120ha. Each species has an area of 50.7 ha of *Pyrus ussuriensis*, 32.6 ha of *Tilia amurensis*, 24.9 ha of *Sorbus commixta*, and 12.6 ha of *Kalopanax pictus*. As a result, the production capacity of non-timber forest product was estimated at 140 tons/year for *Pyrus ussuriensis* fruits, 40 liters/year for *Tilia amurensis* honey, 56 tons/year for *Sorbus commixta* berries, and 7.6 tons/year for *Kalopanax pictus* sprouts. The total non-timber forest products output is estimated to be 52 billion won (until 2076), and the annual products output is estimated to be 1 billion won.

사사: 본 연구는 평창 국유림관리소의 「봉평 선도 산림경영단지 산촌활성화 추진계획」연구의 지원에 의해 이루어진 것임.

블루베리 재배를 위한 산림부산물 파쇄잣구과와 솔잎 멀칭처리의 효과

장경주*, 정은주
(강원대학교 산림자원학전공)

Effects of mulching treatment with forest by-products, pine cones
(*Pinus koraiensis*) and *Pinus densiflora* Needle on Blueberry cultivation

Gyeong Ju Jang*, Eun Ju Cheong
(Department of forest resources, Kangwon National University)

요약: 블루베리는 열매가 슈퍼푸드로 선정된 유용한 산림과수이다. 이에 우리나라에서도 다양한 품종이 수입, 재배되고 있다. 블루베리는 pH 4.0-5.5인 토양에서 잘 자라므로 산도가 낮은 수입 피트모스나 황을 재배에 이용하고 있다. 피트모스는 넓은 면적에 이용하기에는 값이 비싸므로 비교적 저렴한 황 입제가 자주 사용되는데, 이를 지속적으로 사용할 경우 토양 및 수생태계 교란 우려가 있다. 이에 농가에서는 잣구과나 솔잎 등 산림부산물을 대체재로 이용하기도 한다. 이 중 솔잎의 효과에 대한 연구는 있으나 잣 구과의 효과에 대한 과학적 근거는 밝혀진 바가 없다. 따라서 본 연구는 블루베리 묘목에 파쇄한 잣구과를 멀칭하고 황, 솔잎 처리구와 비교함으로써 식물 생장에 미치는 효과를 구명하고자 하였다. 2년생 블루베리를 대상으로 5개 처리구(대조구, 잣구과 멀칭, 잣구과 멀칭+황, 황, 솔잎 멀칭)를 조성한 후 토양 화학성, 생장(수고, 수폭, 잎 크기), 잎 무기성분, 생리특성(엽록소함량, 최대양자수율)을 조사하였다. 처리 5개월 후 토양 화학성 조사 결과 pH는 무처리구가 5.86으로 가장 높았고 솔잎, 황 처리구가 4.49-4.86 범위로 낮았으며 잣 구과 처리구는 5.16로 약간 높았다. 블루베리가 흡수하는 질소 형태인 NH_4 (ppm)는 잣구과+황 처리구(9.5), 황처리구(11.5)가 가장 낮았으며 다음으로 솔잎 처리구(12.6), 잣구과 처리구(18.5), 대조구(35.3) 순이었다. 수고 생장은 황 단용 처리, 솔잎 처리구, 잣구과 처리구가 유사하게 높은 값이었고, 수폭은 솔잎 처리구가 가장 넓게 퍼졌으며 잣구과 처리구에서 가장 좁았다. 잎 크기는 대조구가 가장 작았으며 다른 처리구는 비슷한 값이었다. 잎 무기성분은 대조구와 황 단용처리구가 다른 세 처리구와 다르게 나타났다. 잎 엽록소함량은 황, 잣구과+황, 대조구, 잣구과, 솔잎 순으로 높았으며 최대양자수율은 황 처리구와 솔잎 멀칭 처리구가 유의하게 낮은 값을 나타냈다. 식물의 생장, 생리 특성 조사 결과 황 처리구와 솔잎 처리구가 생장을 촉진하였으나 황 단용 처리구는 생장이 감소해야 할 8, 9월 수고생장이 증가하였다. 잣구과 처리구는 생장과 생리특성이 중간 정도였으며 황과 혼용할 경우 생장, 생리 특성 및 토양 pH가 개선되었다. 잣구과는 대부분의 조사 항목에서 황, 솔잎 처리구와 통계적으로 유의한 차이가 없어 블루베리 생장에 긍정적인 효과를 주는 것으로 나타났다.

Abstract: The blueberry is a beneficial forest fruit that has been selected as a superfood. As a result, various varieties are imported and grown in Korea. Since blueberries grow well in acid soil, farmers use imported peat moss or sulfur with low pH. Peatmoss is expensive to use for a large area, so relatively inexpensive sulfur is often used. However, if used continuously, there is a negative impact on the soil and aquatic ecosystem. In response, farmers often use pine cones, pine needles, and other forest byproducts as alternatives. There is research on pine needles' effect, but no scientific basis has been found for the effect of pine cones. Therefore, we investigated the effect on plant growth by mulching shredded pine cones to blueberries and comparing them with sulfur and pine needles. Five treatments, i.e., no treatment (control), shredded pinecone, shredded pinecone with sulfur, sulfur only, pine needles were applied in the soil. We measured plant growth(height, width, leaf size), inorganic components of leaves, soil

chemistry, and plant physiological properties such as chlorophyll content and chlorophyll fluorescence at 5 months of cultivation from the treatments. The soil pH was the highest in control(5.86), pine needles and sulfur treatment were lower in the range of 4.49–4.86, and pine needles(5.16) were slightly higher than pine needles and sulfur. The blueberry-absorbed form of nitrogen, NH_4 (ppm), was the lowest in pine cone and sulfur(9.5), followed by sulfur(11.5), pine needles(12.6), pine cones(18.5), and control(35.3). The height of trees was similar in sulfur, pine needle, and pine cone treatment, while the width of the tree was the widest in the pine needle treatment and the narrowest in the pine cone treatment. The leaf size was the smallest in control, and the results of the other four were similar. The inorganic content of leaves of control and sulfur treatment was different from the other three treatments. The leaves' chlorophyll content was the highest in sulfur treatment, followed by pine cones+sulfur, control, pine cones, and pine needles. Meanwhile, the maximum quantum yield of leaves was significantly lower in sulfur and pine needle treatment. While sulfur and pine needle treatment promoted plants' growth, sulfur only treatment made plants growing late summer in August and September, which may cause frost damage of new shoots. The growth of plants on pine cones only and pine cone plus sulfur treatment had a moderate effect. There were no statistically significant differences among the treatments except control, which suggests pine cone mulching would positively affect blueberry growth.

Keywords: *Blueberry, forest by-product, Pine cone, Pine needle, Sulfur, mulching treatment*

설악산 대청 일대 분비나무 개체군 변화

한정우^{1*}, 김호진¹, 이정은¹, 임종환², 정성철², 윤충원¹

(1공주대학교 산림과학과, 2국립산림과학원 기후변화생태연구과)

The Change of The *Abies nephrolepis*
Population around Daecheong of Seoraksan MountainJeongwoo Han^{1*}, Hojin Kim¹, Jeongeun Lee¹, Jonghwan Lim²,
Sungcheol Jung², Chungweon Yun¹⁽¹Department of Forest Science, Kongju National University,²Division of Forest Ecology and Climate Change, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 설악산 아고산 상록침엽수림을 대상으로 분비나무의 동태 변화를 알아보기 위해 수행되었다. 총 27개소의 모니터링구에서 2016년, 2018년과 2020년에 3월부터 10월까지 실시하여 얻은 매목조사 데이터를 사용하였다. 분비나무의 고사목은 16'-18'-20' 각각 32본/ha, 47본/ha, 68본/ha으로 증가하였고, 분비나무의 연평균 고사율도 16'-18' 1.73%, 18'-20' 2.50%으로 증가함을 보였다. 직경급 분포에서는 직경 2-10cm 미만의 분비나무 개체수가 2016년 281본/ha에서 2020년 267본/ha으로 감소하였다. 분비나무의 고도별 중요치는 1,400-1,500m를 제외한 모든 구간에서 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 수간건강도 유형 중 AS는 2016년 447본/ha에서 2020년 412본/ha으로 감소하였으며, 고사목은 DF를 제외한 모든 유형(DS, DL, DB)이 증가하였다. 분비나무의 치수는 대부분 구간에서 증가하는 경향을 보였다. 본 연구결과에서 치수 발생을 제외한 분비나무의 감소가 계속해서 나타나고 있으므로 분비나무군락을 유지 시킬 수 있는 치수의 생장을 지켜보기 위하여 향후 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단되었다.

Abstract: This study was conducted to identify the dynamics of *Abies nephrolepis* in the subalpine evergreen coniferous forest of Seoraksan Mountain. The data were collected from March to October in 2016, 2018 and 2020 for 27 monitoring plots. The number of dead tree individuals of *A. nephrolepis* have increased to 32 stems/ha, 47 stems/ha, 68 stems/ha in the order of 16'-18'-20', and the average annual mortality rate increased to 1.73% 16'-18' and 2.50% 18'-20'. In the DBH class distribution, the number of *A. nephrolepis* of 2-10cm decreased from 281 stems/ha in 2016 to 267 stems/ha in 2020. It was found that the importance value of the *A. nephrolepis* by height decreased in all altitude classes except 1,400-1,500 m. Among the health status of the species, AS decreased from 447 stems/ha in 2016 to 412 stems/ha in 2020, and the dead trees have increased in all types(DS, DL and DB) except DF. *A. nephrolepis* seedlings have increased at most class. The results of this study continue to show a decrease in *Abies nephrolepis* except for seedlings. Therefore, it was determined that continuous monitoring will be necessary in the future to observe the growth status of seedling that can sustainably maintain the *A. nephrolepis* population.

백두대간 육십령-천왕봉 구간의 산림식생유형 분류

이정은^{1*}, 김호진¹, 한정우¹, 송주현², 조현제³, 박완근⁴, 윤충원¹

(1)공주대학교 산림과학, (2)국립백두대간수목원 산림복원지원실, (3)자연과숲연구소,

(4)강원대학교 산림환경시스템학과)

Forest Vegetation Classification in the
Yuksimnyeong-Cheonwangbong Section of the BaekdudaeganJeongeun Lee^{1*}, Hojin Kim¹, Jeongwoo Han¹, Juhyeon Song²,Hyunje Cho³, Wangeun Park⁴, Chungweon Yun¹⁽¹⁾Department of Forest Science, Kongju National University,⁽²⁾Forest Restoration Support Division, Baekdudaegan National Arboretum,⁽³⁾Nature and Forest Research Institute, ⁽⁴⁾Division of Forest Science, Kangwon National University)

요약: 백두대간은 생물종이 다양하고 풍부한 한반도의 핵심 생태축으로 향로봉에서 지리산 천왕봉까지 약 683km에 이른다. 육십령-천왕봉구간은 남부권역에 속하며, 특히 지리산은 지리적 특성에 따라 다양한 식생이 나타나는 곳이다. 따라서 본 연구는 백두대간 육십령-천왕봉 구간의 식생현황을 조사하고 산림식생유형분류를 통해 향후 체계적이 보전 및 관리를 위한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다. 식생조사는 2020년 6월부터 10월까지 수행하였으며 총 373개소의 조사를 실시하였다. 연구결과, 군락군수준에서는 신갈나무군락군락군으로 구분되었으며, 군락수준에서는 구상나무군락, 소나무군락, 비목나무군락, 신갈나무전형군락으로 구분되었다. 구상나무군락에서는 가문비나무군, 이질풀군, 흰참꽃나무군, 구상나무전형군으로, 소나무군락은 비목나무군, 소나무전형군으로 구분되었다. 소나무군에서 가문비나무군은 구성종의 차이에 의해 흰참꽃나무소군과 가문비나무전형소군으로 다시 구분되었다. 본 연구를 통하여 아고산식생, 초지식생 등 특이한 산림식생을 보전할 수 있는 관리방안이 마련되어야 할 것으로 판단된다.

Abstract: The Baekdudaegan has known as a core ecological axis of the Korean Peninsula, which contains rich and diverse species and its distance is about 683 kilometers from Hyangrobon to Cheonwangbong of Mt. Jirisan. The Yuksimnyeong-Cheonwangbong section belongs to the most southern part of the region. Mt. Jirisan especially occurs various vegetation types depending on geographical characteristics. The purpose of this study is to investigate the actual vegetation status at Yuksimnyeong-Cheonwangbong section of the Baekdudaegan and to provide the basic data for systematic conservation and management in the future through the classification of forest vegetation types. A vegetation survey was conducted with 373 plots from June to October 2020. As a result, vegetation was classified as *Quercus mongolica* community group that divided into four communities such as *Abies koreana* community, *Pinus densiflora* community, *Lindera erythrocarya* community and *Q. mongolica* typical community. *A. koreana* community was subdivided into *Picea jezoensis* group, *Geranium thunbergii* group, *Rhododendron tschonoskii* group and *A. koreana* typical group. *P. densiflora* community was also divided into *L. erythrocarya* group and *P. densiflora* typical group. *P. jezoensis* group was divided to *Rhododendron tschonoskii* subgroup and *P. jezoensis* typical subgroup. In conclusion, it was considered that management plan for the distinctive forest vegetation such as subalpine vegetation and grass or herb vegetation of montane zone should be urgently prepared to preserve the ecosystem.

사사: 본 연구는 “백두대간 자원실태변화 조사 및 관리방안 연구”의 지원에 의해 이루어진 것임.

평창 일본잎갈나무 친환경벌채지 산림식생의 임분특성

김호진^{1*}, 이정은¹, 한정우¹, 김현섭², 정준모², 윤충원¹

(¹공주대학교 산림과학과, ²국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Stand Characteristic of *Larix kaempferi* Forest Vegetation at Aggregated Retention Harvest Area in Pyeongchang-Gun

Hojin Kim^{1*}, Jeongeun Lee¹, Jeongwoo Han¹,
Seophyun Kim², Junmo Jung², Chungweon Yun¹

(¹Department of Forest Science, Kongju National University,

²Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 평창 남병산 일대의 일본잎갈나무 친환경벌채지를 대상으로 산림식생(벌채지, 산림영향권, 군상잔존구, 수림대)의 군집구조를 파악하여 친환경벌채의 생태적 정보를 제공하고자 수행되었다. 2020년 7월 54개소의 방형구를 Braun-Blanquet 방법으로 식생조사를 실시한 후 중요치, 종다양도, 군락유사도, DCA를 분석하였다. 그 결과, 벌채지와 산림영향권에서 덩굴성 식물의 중요치가 높은 것으로 나타났다. 종다양도는 수림대가 2.419로 가장 높게 나타났고, 산림영향권이 2.171로 가장 낮게 나타났다. 군락유사도는 수림대와 군상잔존구가 0.723로 가장 높게 나타났고, 군상잔존구와 산림영향권이 0.658로 가장 낮게 나타났으며, Sørensen의 유사계수와 더불어 조사위치별 거리를 정량적으로 확인해 보고자 DCA분석을 실시한 결과 군락유사도와 유사한 결과를 나타내었다. 결론적으로 친환경벌채 후 초기상태에서의 종다양도는 일시적 교란에 의해 다소 높을 수 있어 생태적 의의를 기대하는 것은 어려운 것으로 판단되었다. 본 연구결과를 바탕으로 추후 장기적인 모니터링을 통해 친환경벌채의 생태적 정보의 축적이 필요할 것으로 사료되었다.

Abstract: This study was carried out to provide ecological information by identifying the stand characteristic structure of *Larix kaempferi* forest vegetation(deforestation area, forest influence area, patch area, forest region) for aggregated retention harvest in Mt. Nambyeongsan, Pyeongchang-Gun. Data were collected by 54 quadrates through Braun-Blanquet vegetation survey method from July in 2020, which were analyzed importance value, species diversity, similarity index and DCA. As a result, the importance value of vine species was higher in deforestation area and forest influence area. As for species diversity, forest region showed the highest as 2.419, and forest influence area was the lowest as 2.171. As for similarity index, that of between forest region and patch area was the highest as 0.723, and that between patch area and forest influence area was the lowest at 0.658, those results were similar to DCA results. In conclusion, species diversity in the initial stage after aggregated retention harvest could temporally show higher value, it was difficult to give them an ecologically specific meaning. And it was considered that long-term monitoring could be necessary to accumulate the ecological information of aggregated retention harvest.

포스터 학술연구발표

- P-0004. 지형 및 토양인자를 고려한 전라도 지역 소나무 임분의 지위지수 추정식 개발
- 이은성*, 박희정, 이상현(전북대학교)
- P-0007. 대나무 숲 밀도 조절이 죽순 발생 특성에 미치는 영향
- 윤준혁, 전형국*, 배은지, 손영모(국립산림과학원 산림바이오소재연구소)
- P-0008. 대나무 숲 황폐화·확산지 실태 조사를 통한 유형 분류
- 전형국*, 윤준혁, 배은지, 손영모(국립산림과학원 산림바이오소재연구소)
- P-0010. 두경부 편평 세포 암종 세포에서 황국균 발효 동백 건조 과피 물 추출물의 IGFBP-2/mTOR 경로 조절을 통한 항암 활성
- 조유진, 정다혜, 백효은, 조건웅, 김현석, 오찬진, 김재광, 김현우*(전라남도산림자원연구소)
- P-0012. 귀지뽕 발효추출물의 성분분석 및 생물학적 활성 평가
- 조건웅*, 정다혜, 김다인, 김형우, 정보미, 신순호, 오찬진, 김재광(전라남도산림자원연구소)
- P-0015. 국유림의 참나무류에 대한 목재보속생산 계획 수립
- 김현수*, 박세익, 이상현(전북대학교)
- P-0017. 전남 보성 일림산 일원 관속식물상
- 신순호*, 오찬진, 배푸리(전라남도산림자원연구소)
- P-0018. 보길도 붉가시나무림의 식생구조와 동태
- 박창훈*(전남대학교)
- P-0019. 남한과 중국 만주지역일대 분비나무림의 종구성
- 박병주*(국립백두대간수목원), 이동혁(한국수목원관리원), 허태임, 김지동, 이준우, 이해정, 변준기(국립백두대간수목원)
- P-0022. 스트로브잣나무(*Pinus strobus*) 성숙배로부터 부정신초 및 발근 유도
- 이나눔*, 김용욱, 김태동(국립산림과학원), 김지아(국립산림과학원 산림약용자원연구소)
- P-0023. 일본 산림환경양여세 동향 분석
- 설아라*, 장주연(국립산림과학원)
- P-0024. 잣나무 인공림의 직경, 수고, 흉고단면적 성장변화에 관한 연구
- 정성훈*, 서영완, 최정기(강원대학교)
- P-0025. 자생동백나뭇잎의 테르펜 발산특성
- 김광일, 김상미*, 박인택, 오찬진(전라남도산림자원연구소)
- P-0028. 재배지 임상과 토양특성이 산양삼 3년근의 생육특성에 미치는 효과
- 김기윤*, 허정훈, 정대희, 심현진, 엄유리, 전권석(국립산림과학원 산림약용자원연구소)
- P-0030. 두충밤나방의 생물학적 특성 연구
- 임석규*, 김명기, 박진숙, 김태수, 한주환(충청북도산림환경연구소)

- P-0033. 희귀식물 만삼(*Codonopsis pilosula* Nannf.) 종자의 발아 및 저장특성 판별
- 이다현*, 이희호, 박충열, 정영호, 이미현, 김준혁, 신운섭,
나채선(국립백두대간수목원)
- P-0035. 제주 성널수국군락의 식생구조 및 분포특성
- 양주은*, 박민지, 최병기(국립산림과학원 난대·아열대산림연구소)
- P-0036. 국립공원에 대한 시민들의 이용 인식 및 공원 관리제도 운영 인식 고찰
- 이성훈*(상지대학교), 구경아(한국환경정책·평가연구원), 임창민(고려대학교),
윤태경(상지대학교)
- P-0037. 서식지 적합성 지수(HSI)를 이용한 청계천에서의 수달 서식지 평가
- 김인유*, 고동욱(국민대학교)
- P-0043. 아열대 해안염습지 멸종위기식물 검은별고사리군락의 식생 및 식물상 특성
- 최병기*, 양주은, 박민지(국립산림과학원 난대·아열대산림연구소),
임정철(국립생태원 국립습지센터)
- P-0045. 상수리나무림의 임분밀도관리도를 이용한 임분 생장 예측
- 박준형*, 이상태, 정상훈(국립산림과학원 산림기술경영연구소)
- P-0046. 진주지역 자생 벚나무류의 꽃 특성에 따른 수종 간 유연관계 분석
- 진연주, 윤준혁*, 성창현, 배은지(국립산림과학원 산림바이오소재연구소)
- P-0058. 시비처리에 따른 컨테이너 재배 왕벚나무의 엽록소 함량 및 형광 반응
- 윤준혁, 진연주*, 성창현, 배은지(국립산림과학원 산림바이오소재연구소)
- P-0060. 대기 이산화탄소 수준과 광 조건이 멸종위기종 나도풍란의 생장과 생리적 특성에 미치는 영향
- 이경철(한국농수산대학), 안지애, 김남영*(국립생태원 멸종위기종복원센터)
- P-0064. 국내 주요 수종의 가지 분해
- 차상섭*, 구남인(국립산림과학원)
- P-0073. 조림지 기상 및 입지 환경이 낙엽송, 편백, 상수리나무 초기 생육특성에 미치는 영향
- 노남진*, 조민석(국립산림과학원 산림기술경영연구소), 권보람(양구수목원),
최인규(한국산지환경연구회)
- P-0074. 극한 기상 현상에 따른 소나무와 낙엽송 묘목의 생장 특성 변화
- 노남진*, 조민석(국립산림과학원 산림기술경영연구소), 권보람(양구수목원), 김광중,
손요환(고려대학교)
- P-0076. 도시민의 귀산촌 생활 중요도 인식 및 영향요인 분석
- 강병훈*, 김성학(국립산림과학원)
- P-0077. 한라산 구상나무 생존율 및 고사 수형변화 모니터링
- 최병기*(국립산림과학원 난대·아열대산림연구소), 김재훈, 정성철(국립산림과학원)
- P-0080. 국제사회의 대북 ODA사업 현황 분석을 통한 남북산림협력 사업발굴 제안
- 김은희*, 최은호, 김동환, 양아람(국립산림과학원)
- P-0081. DMZ 철책 주변 식생 훼손지의 토양 유형화
- 박기쁨*, 윤호근, 김동학, 유승봉, 송진현, 이종원, 김상준, 신현탁(국립수목원)

- P-0082. 북한의 매체 및 위성영상을 활용한 양묘장 현황 분석
- 양아람*, 김은희 임중빈(국립산림과학원)
- P-0084. DMZ 일원 군자산(경기도 연천군)의 관속식물상
- 송진현*, 박기쁨, 윤호근, 유승봉, 김동학, 이종원, 길희영, 신현탁(국립수목원)
- P-0087. DMZ 일원 남산 일대(경기도 파주시)의 관속식물상
- 김동학*, 이종원, 송진현, 박기쁨, 윤호근, 유승봉, 김상준, 신현탁(국립수목원)
- P-0089. 해동 조건에 따른 낙엽송 용기묘 식재 후 생존율 및 줄기 함수율
- 조민석*, 노남진(국립산림과학원 산림기술경영연구소), 권보람(양구수목원)
- P-0091. 북한의 산지토사재해 발생 및 복구 특성
- 강민정*(국립산림과학원), 김기대(강원대학교), 유송, 서준표, 우충식, 이창우(국립산림과학원)
- P-0092. DMZ 서부권 일원의 해명산(인천광역시 강화군) 식물상
- 이종원*, 송진현, 박기쁨, 윤호근, 유승봉, 김동학, 길희영, 신현탁(국립수목원)
- P-0094. 솜대 조림지와 확산지의 바이오매스 및 토양 양분분포
- 곽유식, 백경원*, 최병길, 하지석, 백경린, 김호진(경남과학기술대학교), 배은지(국립산림과학원 산림바이오소재연구소), 김춘식(경남과학기술대학교)
- P-0095. 환경 스트레스에 따른 화경버섯 군사체의 생물발광 변화 및 관련 유전자 서열 분석
- 박미정*, 이효림, 유림(국립산림과학원)
- P-0096. System Dynamics를 이용한 산지전용 수요 예측 모델 개발 연구
- 곽두안*(국립산림과학원)
- P-0097. 도시지역의 정의에 따른 도시숲의 공간적 변화에 관한 연구
- 곽두안*(국립산림과학원)
- P-0099. 가공 황토 처리가 산양삼 생육에 미치는 영향
- 이소라*(동국대학교, 국립산림과학원 산림바이오소재연구소), 조원우(국립산림과학원), 최현모(국립산림과학원 산림바이오소재연구소), 강호덕(동국대학교)
- P-0100. 낙엽송 임분의 간벌강도에 따른 지하부 탄소저장량의 중장기 변화
- 윤태경*, 이성훈(상지대학교), 김성준(국립생태원 멸종위기종복원센터), 김광은(국립산림과학원), 손요환(고려대학교), 이상태(국립산림과학원 산림기술경영연구소)
- P-0101. 유전다양성 보전을 위한 한라산 구상나무 아집단의 유전특성 구명
- 채승범*, 임효인(국립산림과학원)
- P-0103. 한국산 천마 엽록체 해독 및 난과식물 엽록체 비교 분석
- 강민정*, 안찬훈, 김기태, 박응준(국립산림과학원)
- P-0104. 찰피나무 정아배양을 통한 신초 유도 및 식물체 재분화
- 김태동*, 이나뎌, 권은경, 김용욱(국립산림과학원)
- P-0106. 굴참나무림의 입지 및 생육 특성 연구
- 정상훈*, 이상태, 박준형(국립산림과학원 산림기술경영연구소)
- P-0107. 소나무와 굴참나무 임분의 낙엽·낙지에 의한 월별 탄소 유입량
- 최병길*, 백경원, 하지석(경남과학기술대학교), 김형섭, 손요환(고려대학교), 김춘식(경남과학기술대학교)

- P-0108. 간벌강도에 따른 낙엽송 임분의 지상부 탄소저장량 분석
- 이상태*, 정상훈, 박준형(국립산림과학원 산림기술경영연구소)
- P-0113. 대기오염 내 주요 수종의 BVOCs 발생과 기체교환능력의 상관성 연구
- 이종규*, 우수영, 광명자, 임예지, 김한동, 정수경, 김주영(서울시립대학교)
- P-0114. nSSR 마커를 이용한 닥나무 노거수의 번식 특성 구명
- 서한나*, 임호인(국립산림과학원)
- P-0119. 소나무, 낙엽송, 상수리나무, 전나무 포트묘의 내염성 비교
- 서다혜*, 박준형(경북대학교), 김기우(경북대학교, 수목진단센터)
- P-0120. 우리나라에 자생하는 세 수종의 수분이용전략 비교
- 이기웅*, 김은숙(국립산림과학원), 이보라(국립산림과학원 난대·아열대산림연구소), 조남현(강원대학교), 임중환(국립산림과학원)
- P-0121. 남부지역 도시 수목의 바이오매스 추정 상대생장식 개발
- 하지석*, 백경원, 최병길(경남과학기술대학교), 이정민, 김형섭, 손요환(고려대학교), 김춘식(경남과학기술대학교)
- P-0122. 도시숲에서 측정한 높이별 미세먼지 분포 특성 - 천장산을 중심으로
- 김평래*, 황병목, 서홍덕(국립산림과학원)
- P-0125. 도시 그린인프라의 임상별 연중 기온저감 효과 분석
- 황병목*, 김평래, 서홍덕, 오정학(국립산림과학원)
- P-0126. 불법목재 교역제한 제도는 비관세장벽인가?
- 김동현*, 전철현(국립산림과학원)
- P-0130. 덩핑 방지 관세의 부과가 국내 합판 시장에 미치는 영향 분석
- 김동현*, 허경도, 전철현(국립산림과학원)
- P-0135. 상수리나무에서의 미세먼지 흡착량 분석 방법
- 김이레*, 오창영, 손정아, 제선미, 장한나(국립산림과학원)
- P-0140. 지리산 산겨릅나무 집단의 유전다양성과 공간유전구조
- 안지영*, 이제완, 천세원(국립산림과학원)
- P-0143. 양버즘나무 갈색점무늬병 병징 관찰을 통한 병원학적 특성 규명
- 박준형*, 서다혜(경북대학교), 박지현(국립산림과학원), 김기우(경북대학교, 수목진단센터)
- P-0149. 발근촉진제 처리가 길마가지나무(*Lonicera harae*) 삽목 시 발근에 미치는 영향
- 박성혁*, 손용환, 김기윤, 정대희, 허정훈, 손호준(국립산림과학원 산림약용자원연구소)
- P-0150. 산겨릅나무 microsatellite 마커 개발 및 유전특성 구명
- 이제완*, 안지영, 김상철, 이효신(국립산림과학원)
- P-0151. 웹기반 프로젝트학습법(e-PBL)을 활용한 대학 산림과학과 적용사례 학습성과 분석
- 이송희*, 이재은(상지대학교), 강호덕(동국대학교), 윤태경(상지대학교)
- P-0153. 현사시나무에서 스트레스 내성과 가지 분화를 조절하는 ANI/A20 패밀리 유전자의 특성 구명
- 박수진*, 배은경, 장현아, 최영임(국립산림과학원)

- P-0154. 봉화군 문수산 일대의 관속식물 분포 연구
- 이해정*, 변준기, 허태임, 이동혁, 박병주, 김지동, 이준우(국립백두대간수목원)
- P-0155. 국가 지속가능발전목표에서 산림이 갖는 의미와 시사점
- 최은호*, 서혜윤, 김래현(국립산림과학원)
- P-0156. 붉가시나무 임목 개량을 위한 우량임분 및 개체 선발
- 이경미*, 송정호, 김인식(국립산림과학원), 이재천((사)좋은나무만들기)
- P-0158. Growth and Survival of Tree Species on Reforestation Study in Degraded Sandy Soil Regions of Central Mongolia
- Ganchudur Tsetsegmaa*(Mongolian Academy of Sciences), Wonwoo Cho(National Institute of Forest Science), Khaulenbek Akhmedi(Mongolian Academy of Sciences), Hoduck Kang(Dongguk University Biomed Campus)
- P-0159. *Aft* 토마토 과일의 UV-B+Blue에 의한 안토시아닌 축적에서 질산환원효소의 관여
- 김민준*(국립산림과학원, 중국 동북임업대학교), 이옥화(중국 동북임업대학교), 가강현(국립산림과학원)
- P-0162. 제주도산 목련강의 목련아강, 조록나무아강, 석죽아강, 딜레니아아강의 목록
- 김경희(국립생물자원관), 서연옥*(국립산림과학원 난대·아열대산림연구소), 송관필(제주생물자원)
- P-0163. 인도네시아의 이탄지 복원과 지속가능발전목표의 제도적 시너지와 국제협력을 위한 시사점
- 김동환*, 최은호, 김래현, 김명길(국립산림과학원)
- P-0169. 강원 평창 풍혈(박지골) 일대의 관속식물상
- 윤호근*, 유승봉, 이종원, 송진현, 박기쁨, 김동학, 안종빈, 신현탁(국립수목원)
- P-0170. DMZ 남방한계선 불모지 초본식생 분포특성
- 유승봉*, 김동학, 이종원, 송진현, 박기쁨, 윤호근, 김상준, 신현탁(국립수목원)
- P-0171. 국산원목과 수입원목의 이용 패턴 분석
- 박민영*, 설미현(국립산림과학원)
- P-0182. 국제사회의 자연기반해법(NbS) 추진 방향 및 전망
- 김래현, 조성실*(국립산림과학원)
- P-0183. Microsatellite marker를 이용한 스트로브잣나무 국내 조림지의 유전다양성
- 천세원*, 안지영, 이제완, 김태림, 이일환(국립산림과학원)
- P-0184. 용기 종류, 생육상토, 관수량이 거제수나무의 생장에 미치는 효과
- 박소라*, 안지영, Myo Min Latt, Hernandez O. Jonathan, Ser-Oddamba Byambadorj, 한시호, 박병배(충남대학교)
- P-0187. 녹나무과 종자 10종에 대한 건조민감성 분석
- 최은진*, 염다빈, 정미진, 손성원, 김상용(국립수목원)
- P-0191. Seed Banking 기술 향상을 위한 종자 저장성 조사
- 염다빈*, 최은지, 정미진, 손성원, 김상용(국립수목원)

- P-0195. 위장관 중독증상을 유발하는 화병버섯의 균사체 생장 특성
- 이효림, 박미정, 유림*, 가강현(국립산림과학원)
- P-0196. 코로나19 사태로 인한 산림·임업·산촌의 영향
- 장주연*, 설아라, 이정희(국립산림과학원)
- P-0198. 기내 천공의 온도·화학요법 병행 처리에 의한 바이러스 제거
- 김지아*(국립산림과학원 산림약용자원연구소)
- P-0205. 2019 IPCC 가이드라인에 따른 AFOLU 초지 분야의 바이오매스 탄소 축적량 산정
- 김현준*, 이슬기(전남대학교)
- P-0206. 시비처리 및 움싹의 잔존보수 조절이 참나무림의 움싹 내 양분함량에 미치는 효과
- 김현준*(전남대학교), 정상훈(국립산림과학원 산림기술경영연구소)
- P-0207. 시비처리 및 움싹의 잔존보수 조절이 참나무림의 움싹 생장에 미치는 효과
- 김현준*(전남대학교), 정상훈(국립산림과학원 산림기술경영연구소)
- P-0208. 시비처리에 따른 참나무림의 움싹 발생특성 평가
- 김현준*(전남대학교), 정상훈(국립산림과학원 산림기술경영연구소)
- P-0209. 광주전남지역의 기후변화에 따른 주요 난대수종의 재배적지 면적 및 생장량 변화 예측
- 김현준*(전남대학교), 임철희(고려대학교)
- P-0211. 간벌강도가 편백림의 낙엽낙지 분해에 미치는 효과
- 김현준*(전남대학교)
- P-0212. 불법목재 교역제한제도의 GFGs 및 UN SDGs와의 연계성 분석
- 곽동현*, 서혜윤, 김래현, 김동현(국립산림과학원)
- P-0220. 기후 및 토양환경을 고려한 산림 생장과 고사 예측 - 양평 지역을 중심으로 -
- 고영진*(고려대학교), 김문일(고려대학교, International Institute for Applied Systems Analysis), Werner A. Kurz, Max Fellows, Juha Metsaranta (Natural Resources Canada, Canadian Forest Service), 홍민아, 이우균(고려대학교)
- P-0221. 산림유전자원의 물질대사 경로를 응용한 인공적 유기산 생합성 연구
- 장석윤*, 안지은, 이수민(국립산림과학원)
- P-0225. 기후변화 대응을 위한 산림관리에 따른 수원함양 효과 분석
- 홍민아*, 이우균(고려대학교), 김문일(International Institute for Applied Systems Analysis), 박수경(고려대학교 오정리질리언스연구원), 고영진, 김지원, 박은빈, 이하림, Yan Yan(고려대학교)
- P-0226. 수목 동정을 위한 수피 분류 데이터셋 구축과 합성곱신경망 기반 분류모델 개발
- 김태경*, 백규현(서울대학교), 김현석(서울대학교, 국가농림기상센터)
- P-0238. Harvesting method highly affects to quality characteristics of *Aralia elata* during storage
- Hyowon Park*, Chul-Woo Kim, Hanna Shin, Uk Lee (National Institute of Forest Science)

- P-0242. 몽골 Bogdkhan산 식물상 및 생활성 조성
- Badamtsetseg Bazarragchaa*(충남대학교), Gantuya Batdelger(Mongolian Academy of Sciences), Monkhjin Batkhuu(International University of Ulaanbaatar), Agiimaa Janchiv(Ulaanbaatar State University), 이상명(국립중앙과학관), 김현숙, 양승아, 백운기, 이종구(충남대학교)
- P-0243. 무궁화(*Hibiscus syriacus* L.) 엽록체 게놈의 종내 변이 연구
- 권순호*, 권해연, 박윤미, 김인식(국립산림과학원)
- P-0246. 미래 기후변화에서 종내·종간 경쟁에 따른 두 침엽수의 생리적 변화
- 정수경*, 우수영, 광명자, 이종규, 임예지, 김한동, 김주영(서울시립대학교)
- P-0247. 진악산의 관속식물상 연구
- 양승아*, Badamtsetseg Bazarragchaa, 김현숙(충남대학교), 이상명(국립중앙과학관), 이종구(충남대학교)
- P-0250. 코로나-19 이후의 목재류 및 주요 임산물 수출입 동향 분석
- 허경도, 김동현, 설미현, 전철현*(국립산림과학원)
- P-0251. 산양삼의 생산, 시장 동향 및 수급 함수 추정 결과
- 전철현*(국립산림과학원)
- P-0263. 길마가지나무 자생지의 생육환경특성과 식생구조
- 손용환*, 박성혁, 김기윤, 정대희, 허정훈, 손호준(국립산림과학원 산림약용자원연구소)
- P-0266. 경기도 가평 지역 전나무(*Abies holophylla*) 숲의 임분구조
- 남광현*(서울대학교), 최은호, 박필선(서울대학교)
- P-0267. 백두대간(덕유산권역) 훼손지 유형별 식생구조
- 송주현*, 이해정(국립백두대간수목원), 김주영(한국수목원관리원), 공민정, 이민우, 김성빈, 장정원(국립백두대간수목원)

지형 및 토양인자를 고려한 전라도 지역 소나무 임분의 지위지수 추정식 개발

이은성^{1*}, 박희정¹, 이상현²

(1전북대학교 임학과, 2전북대학교 산림환경과학과)

Developing Site Index Equation Based on Topography and Soil Factors for *Pinus densiflora* Stand in Jeolla-doEun-seong Lee^{1*}, Hee-Jung Park¹, Sang-Hyun Lee²¹Department of Forestry, Jeonbuk National University,²Department of Forest Environment Science, Jeonbuk National University)

요약: 본 연구에서는 ‘2016 맞춤형 조림지도(1:5,000) 제작 사업’의 전라도 지역 중부지방 소나무(*Pinus densiflora*) 표준지 654개소 데이터를 기반으로 수고생장모델을 조제한 후, 지형 및 토양인자를 고려하여 정밀한 전라도 지역 소나무 지위지수 추정식을 개발하고자 하였다. 비선형 최소자승 회귀분석을 통해 Gompertz식을 이용한 임분 수고생장모델을 조제하고, 지위지수 추정식을 유도하였다. 그리고 지위지수 추정식의 정도 제고를 위해 고려한 지형 및 토양인자는 표고, 경사, 방위, 모암, 지형, 사면위치, 경사형태, 토심, 건습도, 토성, 토양형(X1-X11)으로, Random Forest 분석 방법을 이용하여 지위지수에 큰 영향을 끼치는 우선순위 인자 3개를 각각 선정하고 Gompertz식에 독립변수로 추가 적용하였다. 그 결과, Random Forest로 선정한 우선순위 인자인 토양형, 모암, 사면위치를 추가 적용한 식인 $H=15.87 \cdot \exp(-(0.8177-0.0494 \cdot X11-0.056 \cdot X4-0.0612 \cdot X6)) \cdot \exp(-0.0181 \cdot age)$ 이 가장 정도 높은 지위지수 추정식으로 나타났다.

Abstract: This study was conducted to develop site index estimation equation with high precision for *Pinus densiflora* stand in Jeolla-do, by considering topography and soil factors, based on the data of *Pinus densiflora* stand(654 plots) in Jeolla-do investigated in 2016 customized afforestation map(1:5,000) production project. Gompertz equation was used to develop height growth model, which is required for the development of site index estimation equation. Topography and soil factors considered in the study were altitude height, slope, orientation bearing, parent rock, topography, location of slope, form of slope, soil depth, dry/wet condition, soil class and soil type(X1-X11). Highly influential factors of rank 1, 2 and 3 were selected using Random Forest analysis and added to the Gompertz equation as independent variables. Based on the MSE and SSE statistics, the equation, $H=15.87 \cdot \exp(-(0.8177-0.0494 \cdot X11-0.056 \cdot X4-0.0612 \cdot X6)) \cdot \exp(-0.0181 \cdot age)$, which includes soil type, parent rock and location of slope, was derived to be the most appropriate site index estimation equation for *Pinus densiflora* stand in Jeolla-do.

Keywords: *Pinus densiflora*, Jeolla-do, Site index estimation equation

대나무 숲 밀도 조절이 죽순 발생 특성에 미치는 영향

윤준혁, 전형국*, 배은지, 손영모
(국립산림과학원 산림바이오소재연구소)

Effects of Bamboo Forest Density Control on the Characteristics of Bamboo Shoot Formation

Jun-Hyuck Yoon, Hyeong-Guk Jeon*, Eun-Ji Bae, Yeong-Mo Son
(Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 방치되고 있는 대나무림의 황폐화에 따른 확산을 저감하고자 임업적 관리 기술을 적용하여 확산 제어 및 건전한 대나무 숲 유지를 위한 임분 밀도 조절 효과를 분석하였다. 대나무 임분 밀도 조절에 따른 죽순 발생 특성을 분석하기 위해 거제, 사천, 고성, 진주, 하동 등 7개소에 각각 중심부(100% 벌채), 확산부(100% 벌채, 50% 벌채), 대조구로 구분하여 1회 벌채 후 연차별 죽순 발생량, 신죽 직경을 측정하였다. 그 결과 죽순 발생량의 경우 맹종죽과 왕대는 중심부 100%, 확산부 100% 벌채 처리구에서 벌채 전에 비해 벌채 후 2년차까지 감소했지만, 벌채 후 4년차에 다소 증가하는 경향이 나타났다. 왕대 확산부 50% 벌채 처리구에서 벌채 전에 비해 벌채 후 1년차에는 감소하다가 벌채 후 2년차와 3년차에 비슷한 수준으로 유지하다가 벌채 후 4년차에 감소하는 경향이 나타났다. 신죽 직경의 경우 왕대 중심부 100%와 확산부 100% 벌채 처리구에서 벌채 전에 비해 감소하거나 비슷한 수준을 유지하다가 벌채 4년차 이후 감소하는 모습이 나타났지만, 확산부 50% 벌채 처리구의 경우 벌채 4년차에 증가했다. 맹종죽의 경우 신죽 직경 변화는 벌채 전후 비교하여 차이가 나타나지 않았다. 죽종별 죽순 발생량은 벌채 처리 후 연차별로 임분밀도는 감소하다가 3년차에 다소 증가하거나 유지되는 특성을 보여, 1회 벌채로 대나무 확산을 완벽히 저감하기 어려운 것으로 나타났다. 따라서 연차적인 반복 벌채가 적용된 죽종별 임분 관리 기술이 필요할 것으로 판단된다.

Abstract: This study analyzed the effects of controlling spread and controlling stand density for maintaining healthy bamboo forests through the application of forestry management techniques to reduce the spread of neglected bamboo forests due to devastation. In order to analyze the characteristics of bamboo shoots according to the control of bamboo stand density, 7 plots, including Geoje, Sacheon, Goseong, Jinju, and Hadong were classified into central area (100% deforestation), spread area (100%, 50% deforestation), and control, and after one harvest, the annual amount of bamboo shoots and the diameter of 1 year bamboo were measured. As a result, concerning the amount of bamboo shoots, *Phyllostachys pubescens* and *P. bambusoides* decreased until the second year after harvesting compared to before harvesting in the central 100% deforestation area and spread 100% deforestation area; however, there was a tendency to increase slightly in the fourth year after deforestation. In the spread 50% deforestation treatment zone of the spread area of *P. bambusoides*, there was a tendency to decrease in the first year after deforestation compared to before deforestation; however, the level was maintained at a similar level in the second and third years after deforestation, and then decreased in the fourth year after deforestation. With regards to bamboo diameter in the first year in *P. bambusoides*, in the central 100% deforestation area and spread 100% deforestation treatment area the diameter reduced or stayed at a similar level compared to before deforestation; however, a decline was seen after the fourth year since deforestation. Moreover, in the case of the spread 50% deforestation treatment area in the spread area, the diameter increased in the fourth year since

deforestation. In the case of *P. pubescens*, there was no difference in the change in diameter of 1 year bamboo compared before and after deforestation. Regarding the amount of bamboo shoots produced in each bamboo type, after deforestation treatment, the stand density decreased each year and then slightly increased or stayed at a similar level in the third year, and it was found that it was difficult to completely reduce the spread of bamboo through a single round of deforestation treatment. Therefore, it is believed that it is necessary to implement forestry grouping management techniques for each type of bamboo shoot for which annual and repeated deforestation is applied.

Keywords: *Bamboo forest, Density control, Bamboo shoot*

대나무 숲 황폐화 · 확산지 실태 조사를 통한 유형 분류

전형국*, 윤준혁, 배은지, 손영모
(국립산림과학원 산림바이오소재연구소)

Classification of Types by Investigating the Actual Conditions of the Spread Area due to the Devastation of Bamboo Forests

Hyeong-Guk Jeon*, Jun-Hyuck Yoon, Eun-Ji Bae, Yeong-Mo Son
(Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 산업구조 변화에 따른 대나무 제품 수요 감소로 인해 대다수의 대나무 숲은 경영없이 방치되고 있다. 대나무림의 황폐화에 따른 확산으로 인접한 숲이나 논과 밭, 그리고 주거지역까지 피해가 나타나고 있는 실정이다. 이에 본 연구는 대나무 확산에 따른 피해 실태 및 유형분류를 위해 사천, 하동, 산청, 진주 거제 등 5개 지역 총 67개소(사유림 54개소, 국유림 13개소)에 대한 임분조사를 실시하였다. 그 결과 조사 대상지의 대나무 숲의 확산 유형은 농작지, 묘지, 산림지, 도로변, 건축물, 수변 총 6개로 분류되었다. 사유림의 경우 6개의 유형 중 농작지가 38%로 가장 높은 비율을 차지하였으며, 다음으로 묘지가 24%로 나타났다. 국유림의 경우 도로변이 33%로 가장 높게 나타났으며, 산림지가 22%로 나타났다. 확산유형별 대나무 숲 구조를 알아보기 위해 각 조사구에서 확산부의 특성을 조사하였다. 지형은 산복(84.7%)에 위치하였고, 확산방향은 81.4%가 산정으로 향하고 있었으며, 전체의 74.6%가 경영이 이루어지고 있지 않았으며 극히 일부 죽림에서 죽순을 채취하고 있었다. 또한 전체 죽림의 50~70%에서 수관밀도가 64.4%로 나타나 솎아베기, 죽순채취 등으로 적절한 임분밀도를 유지시켜줄 숲가꾸기가 이루어지지 않고 있었다. 본 연구 결과로 도출된 대나무숲의 황폐화 · 확산 유형과 임분특성 결과를 기반으로 생태적 지속성을 유지할 수 있는 임업적 관리 방안 연구가 필요한 것으로 판단된다.

Abstract: Due to the decline in demand for bamboo products according to changes in the industrial structure, most bamboo forests have been left unmanaged. As a result of devastation of bamboo forests, damage is occurring to adjacent forests, rice paddies, fields, and residential areas. As a response, this study conducted a stand survey on a total of 67 plots (54 private forests, 13 national forests) in 5 regions including Sacheon, Hadong, Sancheong, Jinju, and Geoje to classify the damage caused by the spread of bamboo. As a result, the types of spread of bamboo forests in the surveyed areas were classified into six categories, namely, farmland, cemetery, forest, roadside, structure, and waterside. In the case of private forests, farmland was the highest at 38%, and cemetery at 24%. In the case of national forests, roadsides were the highest at 33%, and forests at 22%. In order to identify the structure of bamboo forests by type of spread, the characteristics of the spread area were investigated in each survey area. The characteristics of bamboo forest were mountainous (84.7%), and the direction of spread was 81.4% toward the mountaintop. 74.6% of the total was not managed, and bamboo shoots were harvested from a few bamboo forests. In addition, in 50-70% of all bamboo forests, crown density was 64.4%, and there was no forest cultivation to maintain the proper stand density through thinning and harvesting of bamboo shoots. It is judged that a study on a forestry management plan that can maintain ecological sustainability based on the types of devastation and spread of bamboo forests derived from this study and the results of forest-related characteristics is necessary.

Keywords: Bamboo forest, Bamboo shoot, Devastation, Spread Area

두경부 편평 세포 암종 세포에서 황국균 발효 동백 건조 과피 물 추출물의 IGFBP-2/mTOR 경로 조절을 통한 항암 활성

조유진, 정다혜, 백효은, 조건웅, 김현석, 오찬진, 김재광 김현우*
(전라남도산림자원연구소)

Anticancer Activity of Dried-Pericarp Water Extracts of *Camellia japonica* L. Fermented with *Aspergillus oryzae* through Regulation of IGFBP-2/mTOR Pathway in Head and Neck Squamous Cell Carcinoma Cells

Eugene Cho, Da Hye Jeong, Hyo Eun Beak, Geon Ung Jo, Hyeon Seok Kim,
Chan Jin Oh, Jae kwang Kim, Hyoun Woo Kim*
(Jeollanamdo Forest Resources Research Institute)

요약: 본 연구는 발효 된 동백의 건조 과피 물 추출물의 항암 활성을 조사하는 것이다. 동백의 말린 과피 물 추출물은 황국균과 맥주효모를 사용하여 30 °C와 35 °C에서 발효시켰다. 황국균을 이용하여 30 °C와 35 °C에서 발효시킨 두 물 추출물의 FaDu 세포에 대한 항암 활성은 항암 활성이 없는 동백의 미 발효 건조 과피 물 추출물에 비해 현저하게 변화시켰다. Cleaved-PARP, caspase 3 및 annexin V/PI로 염색 된 사멸화되는 세포는 30 °C에서 발효 된 황국균 추출물 처리에 의해 유의하게 증가하였다. 황국균 발효 추출물 (AOFE)에 의해 인슐린-유사 성장 인자 결합 단백질 2 (IGFBP-2) 단백질 발현과 mTOR 인산화가 크게 감소했으며, IGFBP-2 및 인산화 된 mTOR의 발현 수준은 FaDu 세포의 포도당 농도-의존적으로 유의미하게 증가하였다. 이 결과는 AOFE 처리했을 때 포도당 농도가 증가에 의해 세포 생존력이 회복되었음을 시사한다. 이러한 결과를 바탕으로 AOFE의 항암 효과는 IGFBP-2/mTOR 신호 전달 경로의 억제를 통해 이루어지는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 AOFE가 두 경부암의 잠재적인 치료법이 될 수 있음을 시사한다.

Abstract: This study aimed to investigate the anticancer activity of dried-pericarp water extract of fermented *C. japonicus* (CJ). The dried-pericarp water extracts of CJ were fermented using *Aspergillus oryzae* and *Saccharomyces cerevisiae* at 30°C and 35°C. The anticancer activities of both water extracts fermented at 30°C and 35°C using *A. oryzae* against FaDu cells were remarkably changed compared with unfermented dried-pericarp water extract of CJ, which has no anticancer activity. Cleaved-PARP, caspase 3, and apoptotic cells stained with annexin V/PI were significantly increased by treatment with *A. oryzae* extracts fermented at 30°C. The insulin-like growth factor-binding protein 2 (IGFBP-2) protein level and mTOR phosphorylation by *A. oryzae* fermented extracts (AOFE) were dramatically reduced, and the expression levels of IGFBP-2 and phosphorylated mTOR were significantly increased depending on the glucose concentrations in FaDu cells. These results suggested that the cell viabilities in AOFE were restored as the glucose concentrations increased. Based on these results, the anticancer effect of AOFE was achieved through inhibition of the IGFBP-2/mTOR signaling pathway. These results suggest that AOFE may be a potential treatment for head and neck cancer.

사사: 이 연구는 산림 진흥원 (2020194D10-2022-BA01)이 지원하는 “산림 생명 자원 발굴 연구”를 통해 산림청이 지원했음.

꾸지뽕 발효추출물의 성분분석 및 생물학적 활성 평가

조건웅*, 정다혜, 김다인, 김현우, 정보미, 신순호, 오찬진, 김재광
(전라남도산림자원연구소)

Chemical and Biological Characterization of Fermentation Extract from *Cudrania tricuspidata* Bureau

Geon-Ung Jo*, Da-hye Jung, Da-in Kim, Hye-Onu Kim,
Bo-Mi Jeong, Chan-Jin Oh, Jae-Gwang Kim
(Jeonnam Forest Resources Research Institute)

요약: 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)는 뽕나무과(*Moraceae*)에 속하며 우리나라와 동아시아 지역에 주로 분포하며 예로부터 당뇨, 고혈압, 항암 등에 효과가 있다고 알려져 있다. 황국균은 오래동안 산업용 효소생산에 이용되어 왔으며 효소작용을 통해 특유한 맛과 향을 생성시켜 항고혈압 등 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 황국균을 꾸지뽕나무 잎과 열매에 접종하여 다당류, 생리활성 물질의 분자구조가 분리됨에 따른 최적 발효시간을 확립하고자 하였다. 그 결과 36시간 발효 추출물에서 Chlorogenic acid, Resveratrol이 2배 이상 증가함을 확인하였다. 또한 아미노산 분석을 통해 Asparagine, Aspartic acid 등 다양한 변화가 있음을 확인하였다. 아미노산은 쓴맛, 단맛, 감칠맛 등을 내는 등 식품의 풍미를 발현하는 성분들로 발효시간에 따라 함량이 변화하는 것을 확인하였다. 따라서 향후 황국균을 이용한 제품 개발시 기능성 성분, 생리활성의 증가, 임업인의 생산성 증대 등에 기대 할 수 있을 것으로 판단되며 향후 최적 제조공정 설정 시 기초자료로 활용 할 수 있을 것으로 생각된다.

Abstract: *Cudrania tricuspidata* belongs to Moraceae and is distributed mainly in Korea and East Asia. It is known to be effective for diabetes, hypertension, and anticancer. *Aspergillus oryzae* has long been used in industrial enzyme production and is known to produce unique flavors and scents through enzyme action, indicating various physiological activities such as antihypertension. In this study, it was intended to establish the optimal fermentation time by inoculating *Aspergillus oryzae* into the leaves and fruits of the tree and the molecular structure of polysaccharides and physiological active substances according to the fermentation time. As a result, it was confirmed that Chlorogenic acid and Resveratrol were more than doubled in 36-hour fermentation extract. Amino acids are ingredients that express the flavor of food, such as bitters, sweetness, and Savory taste, and the content changes over fermentation time. Therefore, it is believed that it can be expected to increase functional ingredients, increase physiological activity, and increase productivity of forestry workers when developing products using *Aspergillus oryzae* in the future, and it can be used as basic data for setting the optimal manufacturing process in the future.

사사: 본 연구는 농림수산식품기술기획평가원 농생명산업기술개발사업(316007-5)의 지원에 의해 이루어진 것임.

국유림의 참나무류에 대한 목재보속생산 계획 수립

김현수*, 박세익, 이상현
(전북대학교 산림환경과학과)

Establishing Sustained Timber Production Plan by *Quercus* species in National Forests

Hyun-Soo Kim*, Se-Ik Park, Sang-Hyun Lee
(Chonbuk National University Department of Forest Environmental Science)

요약: 본 연구를 통해 공·사유림경영의 선도적 역할을 수행하는 국유림을 대상으로 보속생산이 가능한 최적의 목재생산계획을 수립하였다. 목재보속생산의 대상은 서부지방산림청 관할 국유림관리소의 참나무류를 선별하였으며, 성숙도의 개념을 적용하여 법정영급배분에 따른 목재생산계획을 수립하였다. 그 결과, 정읍국유림관리소의 참나무류는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 50,168.5, 법정영급면적은 1,791.7ha인 계획이 수립되었다. 무주국유림관리소의 참나무류는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 97,619.6, 법정영급면적은 3,486.4ha인 계획이 수립되었다. 영암국유림관리소의 참나무류는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 30,114.0, 법정영급면적은 1,075.5ha인 계획이 수립되었다. 순천국유림관리소의 참나무류는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 37,808.9, 법정영급면적은 1,350.3ha인 계획이 수립되었고, 함양국유림관리소의 참나무류는 계획기간 9분기가 소요되며 법정상태일 때의 총성숙도 81,268.5, 법정영급면적은 2,902.3ha인 계획이 수립되었다.

Abstract: This study formulates the optimum sustainable timber production plan for national forests, which take a leading role for the management of public forests and private forests. The target of the sustainable timber production was selected *Quercus* species by the national forest station under the Western Regional Office of Forest Service; and then the timber harvest schedule based on normal age was formulated by applying the concept of maturity. As results, according to the schedule, the *Quercus* species in Jeongeup national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 50,168.5, and its normal age-class area is 1,791.7ha. The *Quercus* species in Muju national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 97,619.6, and its normal age-class area is 3,486.4ha. The *Quercus* species in Yeongam national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 30,114.0, and its normal age-class area is 1,075.5ha. The *Quercus* species in Suncheon national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 37,808.9, and its normal age-class area is 1,350.3ha, and the *Quercus* species in Hamyang national forest station requires a planned period of nine quarters, total maturity in its normal condition is 81,268.5, and its normal age-class area is 2,902.3ha.

Keywords: national forests, *Quercus* species, maturity, normal forest

전남 보성 일림산 일원 관속식물상

신순호*, 오찬진, 배푸리
(전라남도산림자원연구소)

Floristic study for Illim Mt. in Bosung-gun, Jeonnam province

Soonho Shin*, Chanjin Oh, Puri Bae
(JeollaNamdo Forest Resources Research Office)

요약: 전남 보성군 일림산은 철쭉축제로 많은 관광객이 찾아오고 제암산휴양림과 인접하여 다양한 자연학습 프로그램과 산림휴양을 제공하는 곳이다. 본 연구는 일림산(446m)의 관속식물상을 조사하여 나아가 전남의 자생식물상에 대한 DB를 구축하는데 그 목적이 있다. 2020년 3월31일부터 2020년 12월2일까지 16차례 현장조사를 통해 97과 271속 382종 9아종 33변종 424분류군으로 681개 식엽표본이 수집되었다. 이는 국내 관속식물 4,362분류군의 9.7%에 해당되며, 양치식물이 28분류군(6.6%), 나자식물 8분류군(1.9%), 쌍자엽식물 289분류군(68.2%), 단자엽식물 99분류군(23.3%)으로 조사되었다. 조사된 분류군 가운데 산림청 지정 특산식물은 13분류군, 희귀식물은 4분류군으로 멸종위기종(CR) 1분류군, 약관심종(LC) 2분류군, 자료부족종(DD) 1분류군으로 확인되었다. 또한 환경부 지정 식물구계학적 등급종은 57분류군으로 I 등급이 42분류군, II 등급이 6분류군, III 등급이 7분류군, IV 등급 2분류군, 침입외래수종은 29분류군(6.8%)으로 조사되었다.

Abstract: Illim Mt.(446m) in Bosung-gun, Jeonnam province is the place where a lot of people visit for the Korean Azalea Festival in the spring and where various natural learning programs and forest recreations are served. This study is for establishing the floristic data of Illim Mt. and the diverse mountains of the Jeonnam. The survey was conducted 16 times from March 31, 2020 to December 2, 2020. The 424 taxa consisting of 97 families, 271 genera, 382 species, 9 subspecies, 33 varieties were found through it and 681 plant specimen were collected. The 424 taxa made up 9.7 percent of the checklist of vascular plants in Korea by Korea National Arboretum. Species composition of the 424 taxa consisted of 28 taxa(6.6%) of pteridophyte, 8 taxa(1.9%) of gymnosperm, 289 taxa(68.2%) of dicotyledon and 99 taxa(23.3%) of monocotyledon. There were 13 taxa of the endemic plants and 4 taxa of the rare plants designated by the Korea Forest Service. The floristic regional indicator plants by the Ministry of the Environment found in this mountain were totally 57 taxa. Among them 42 taxa revealed the floristic degree IV, 7 for floristic degree III, 6 for floristic degree II and 42 for floristic degree I. In addition, the invasive plants were identified as 29 taxa.

사사: 본 연구는 전라남도산림자원연구소 자체사업비로 이루어짐

보길도 붉가시나무림의 식생구조와 동태

박창훈*
(전남대학교 임학과)

Vegetation Structure and dynamics of *Quercus acuta* Forests in
Bogildo Island

Chang-Hun Park*
(Department of Forestry, Chonnam National University)

요약: 우리나라 난대산림을 대표하는 붉가시나무림의 식생구조와 지난 20여 년의 변화과정을 파악하여 향후 난대산림의 보전과 관리에 필요한 기초자료를 제공하고자 보길도의 붉가시나무림을 대상으로 2019년 4월부터 5월까지 연구를 수행하였다. 본 연구는 붉가시나무 군락의 동태를 파악하기 위해 과거 자료(1999년)와 비교·분석하였고 과거 연구지와 근접한 장소에서 수행되었다. 시간의 경과에 따른 식생구조의 동태를 파악하기 위하여 붉가시나무림의 밀도·수고·흉고직경·흉고단면적의 변화, 종구성의 변화, 층위별 중요치의 변화, 산림토양 특성의 변화, 흉고직경급 분포의 변화를 분석하였다. 그리고 생장-입지환경의 상관분석을 실시하였다.

Abstract: In order to provide basic data necessary for the conservation and management of warm-temperate forest, a study was conducted from April to May 2019 on the *Quercus acuta* forest in Bogil Island. This study was compared and analyzed with past data (1999) in order to understand the dynamics of the *Quercus acuta* community, and it was conducted at a location close to the past survey site. In order to understand the dynamics of the vegetation structure over time, changes in density, height, diameter at breast height, basal area, species composition, important values for each layer, forest soil characteristics, and distribution of number of an individual by DBH were analyzed. And the correlation analysis of growth-location environment was conducted.

남한과 중국 만주지역일대 분비나무림의 종구성

박병주^{1*}, 이동혁², 허태임¹, 김지동¹, 이준우³, 이해정¹, 변준기¹

(¹국립백두대간수목원 산림생물자원보전실, ²한국수목원관리원, ³국립백두대간수목원 산림복원지원실)

Species Composition of *Abies nephrolepis* forest from South Korea to Manchuria, China

Byeong-Joo Park^{1*}, Dong-Hyuk Lee², Tae-Im Heo¹, Ji-Dong Kim¹,
Jun-Woo Lee³, Hye-Jeong Lee¹, Jun-Gi Byeon¹

(¹Forest Bioresources Conservation Division, Baekdudaegan National Arboretum,

²Korea Institute of Arboretum Management,

³Forest Restoration Division, Baekdudaegan National Arboretum)

요약: 생태계 구성요소는 지구환경변화에 의한 영향을 받고 있다. 또한, 난·온대성 식물의 분포는 확산되나 한대성 식물의 분포는 축소되고, 저지대 식물이 고지대로 이동하고 있다. 이에 지구환경변화에 따른 생물종분포 연구가 중요시 되고 있으며 멸종위기 식물을 대상으로 종보전의 필요성이 대두되고 있으며, 특히 고산 지대에 생육하는 침엽수종의 서식지 감소로 정밀한 모니터링이 필요하다. 국내 대표적인 아고산 침엽수종인 분비나무(Khingan fir, *Abies nephrolepis*)는 세계적으로 한국, 중국 만주, 시베리아에 분포하고 있으며 IUCN redlist에서 LC(Least Concern)로 등재되어 있어 기후변화 취약종으로 인정되어 보전가치가 있는 식물종 중 하나이다. 분비나무의 개체군 구조와 관련, 기 연구자료는 국내와 국외 모두 특정산지에 대한 분석으로 한정되어 광범위한 지역에서의 군집구조 분석은 미흡한 실정이다. 그리하여 본 연구는 상대적으로 협소한 연구대상지에서 벗어나 한국과 중국 만주지역의 분비나무림의 군집생태학적 접근을 시도하여 분비나무림의 전체적인 군집구조의 형태를 파악하여 보전의 필수적인 기초자료를 제공하고자 한다

Abstract: Ecosystem components has been affected by huge climate changes. In addition, the distribution of warm-temperate plants have been spread, but the distribution of cold-temperate plants have been reduced. Therefore, researching on the distribution of species in accordance with global environmental changes is important, and it is need to conserve for endangered species. Monitoring is required due to decreasing the habitat of coniferous species in alpine regions. Khingan fir, *Abies nephrolepis*, a representative sub-alpine coniferous tree in South Korea, is distributed worldwide in Korea, Manchuria, China, and Siberia. It is recognized as a species vulnerable to climate change because it is listed as LC (Least Concern) in the IUCN redlist. Regarding the population structure of *A. nephrolepis* community, It is necessary for analyzing wide habitat. Therefore, this study is attempted to analyze community structure for ecological approach of *A. nephrolepis* forests from South Korea to Manchuria in China.

스트로브잣나무(*Pinus strobus*) 성숙배로부터 부정신초 및 발근 유도이나눔^{1*}, 김용욱¹, 김태동¹, 김지아²(국립산림과학원 산림생명자원연구부, ²국립산림과학원 산림약용자원연구소)Adventitious shoot and root induction from
mature zygotic embryo in *Pinus strobus*Na Nyum Lee^{1*}, Yong Wook Kim¹, Tae Dong Kim¹, Ji Ah Kim²¹Forest Biotechnology Division, National Institute of Forest Science,²Forest Medicinal Resources Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 스트로브 잣나무의 성숙배를 배양하여 부정신초 및 발근 과정을 통한 기내 식물체 재분화 기술을 확립하기 위해 실시하였다. 먼저 성숙배로부터 부정신초 유도율은 10.0 mg/L zeatin 처리구에서 82%로 가장 높았으며, 절편체 당 평균 142개의 부정신초가 유도되었다. 부정신초의 줄기 길이 비교에서는 0.5 cm이상은 1.0 mg/L BA 처리구에서 34%로 가장 높았고, 0.5 cm이상 줄기길이를 보인 부정신초의 생장 또한 가장 양호한 것으로 나타났다. 발근은 줄기길이가 1.5~2.0 cm인 신초를 선발하여 실시하였는데 최대 발근율은 2.0 mg/L IBA 처리구에서 5%로 다른 처리구에 비해 다소 양호한 결과를 얻었으나, 대체로 4~5%로 저조한 편이었다.

Abstract: This study was conducted to established a protocol for the *in vitro* plant regeneration technique via adventitious shoot and root induction from the culturing of mature zygotic embryos in *Pinus strobus*. The most effective cytokinin for inducing adventitious shoots was shown in 10.0 mg/L zeatin (82%), and the highest number of adventitious shoots per explant (142) was observed. Comparing the adventitious shoot length with various treatments, the highest result with shoot length of 0.5 cm above was marked with 34% in the treatment of 1.0 mg/L 6-benzylamino purine (BA), and the growth condition of adventitious shoot with 0.5 cm above showed better than any others. The highest one in rooting rate (5%) was achieved with 2.0 mg/L IBA treatment, which is generally low (4~5%) in this experiment.

Keywords: Adventitious shoot, Mature zygotic embryos, *Pinus strobus*, Rooting

일본 산림환경양여세 동향 분석

설아라*, 장주연
(국립산림과학원 산림산업연구과)

An Overview of Recent Forest Environment Transfer Tax in Japan

Ara Seol*, Chuyoun Chang
(Division of Forest Industry, National Institute of Forest Science)

요약: 일본은 온실가스 감축, 산림재해 저감 등 산림의 공익기능을 증진하고 방치되어있는 사유림 경영의 활성화를 위하여 2018년 12월 「산림환경세」와 「산림환경양여세」를 창설하고, 2019년 4월부터 산림환경양여세를 시행하고 있다. 개인 주민세 균등화의 원칙에 따라 주민세를 납부하는 모든 국민에게 매년 1,000엔을 산림환경세로 부과징수하고 이를 통해 마련된 전액은 양여기준(인공림 면적 50%, 임업 취업자수 20%, 인구 30%)에 따라 시정촌과 도도부현에 산림환경양여세 명목으로 전달된다. 주요 사용처는 간벌 등 산림관리와 관련된 산림정비사업과 인재육성, 보급·계발, 목재이용 홍보 등의 산림정비촉진사업이다. 2019년 9월 산림환경양여세 추진현황에 대한 총무성의 조사 결과, 1,741개 시정촌 중 59%는 간벌 등의 산림정비에, 15%는 인재육성·담당자 고용을 위해, 21%는 목재이용 및 보급·계발에 양여금을 사용한 것으로 나타났다. 한편 시정촌이 보유한 사유림 인공림 면적에 따라 양여금 활용 정도에서도 차이를 보였는데, 사유림 인공림이 1,000ha 이상인 시정촌(981개)은 산림정비활동을 활발히 수행하였으며(77%) 이를 운영·관리할 수 있는 현장전문가와 지자체 담당자 채용을 위해 적극적으로 활용한 것으로 나타났다(22%). 반면 사유림 인공림 면적이 1,000ha 미만인 시정촌(760개)의 47%는 양여받은 재원을 제대로 이용하지 못하고 지자체 기금으로 적립하였다.

Abstract: Japan established the Forest Environment Tax and Forest Environment Transfer Tax in December 2018 and has implemented forest environment transfer tax since April 2019 to increase forest public benefits such as reducing greenhouse gases and forest disasters and furthermore to promote forest management which has been neglected. The forest environment tax is a national tax that collects 1,000 yen each year to all citizens who pay resident tax, and the total amount is transferred to the provincial and the city government. The main uses are financial support for forest management activities such as thinning, and for forest promotion activities such as fostering and hiring human resources, and running campaigns for wood use. According to a survey conducted by the Ministry of Internal Affairs and Communications on the status of forest environment transfer tax in September 2019, 59% of 1,741 municipalities used the taxes for forest management, 15% for fostering and hiring human resources, and 21% for promoting wood use. Meanwhile, 77% of the 981 municipalities with more than 1,000ha of privately owned artificial forests actively carried out forest management activities, and 22% actively used funds to hire field experts and local government officials. On the other hand, 47% of the 760 municipalities with less than 1,000ha of privately owned artificial forests failed to properly utilize the donated funds and set aside them as local government funds.

잣나무 인공림의 직경, 수고, 흉고단면적 성장변화에 관한 연구

정성훈*, 서영완, 최정기
(강원대학교 산림과학부)

A Study on Diameter, Height, and Basal Area Growth Changes in *Pinus koraiensis* Plantation

Sunghoon Jung*, Yeongwan Seo, Jungkee Choi
(Division of Forest sciences, Kangwon National University)

요약: 본 연구는 잣나무 인공림의 성장변화를 분석하기 위해 강원대학교 학술림 내 2개의 잣나무 영구표준지를 대상으로 수행되었다. 잣나무 영구표준지는 1981년에 설치되어 2020년까지 총 9회 임목조사를 실시되었고, 앞으로 5년주기로 조사가 진행될 예정이다. 자료 분석을 위해 임목을 잔존목(살아 있는 모든 나무), 우세목(상위 직경 50%)과 열세목(하위 직경 50%)로 구분하여 임령에 따른 흉고직경과 수고, 흉고단면적의 성장변화를 파악하였다. 또한 임령에 따른 흉고직경과 수고, 흉고직경과 수관폭, 수고와 수관폭의 상관관계를 분석하였다. 분석결과, 평균흉고직경의 경우 우세목은 1981년 3.0cm에서 2020년 28.6cm로 증가하였고, 잔존목은 2.8cm에서 23.5cm로 그리고 열세목은 2.5cm에서 18.4cm로 증가하였다. 평균수고의 경우 우세목은 2.5m에서 19.3m로 나타났으며, 잔존목은 2.3m에서 18.5m로 그리고 열세목은 2.2m에서 17.8m로 변화하였다. 흉고단면적은 우세목이 0.0008m²에서 0.0654m², 잔존목은 0.0007m²에서 0.0464m²로 그리고 열세목은 0.0006m²에서 0.0275m²로 나타났다. 흉고직경과 수고의 결정계수는 1981년 0.8747에서 2020년 0.2565로 감소하였으며, 흉고직경과 수관폭은 0.6041에서 0.5365로, 그리고 수고와 수관폭은 0.6444에서 0.1791로 감소하였다.

Abstract: This study was conducted to analyze size growth changes of *Pinus koraiensis* in *Pinus koraiensis* plantation of the research forest of Kangwon National University. The plots were set up in 1981 and a total of nine surveys were conducted by 2020, and the survey will proceed every five years. For data analysis, the trees were classified into residual trees(all living trees), dominant trees(upper 50% diameter) and inferior trees(lower 50% diameter), and the changes in the growth of the diameter, height and basal area according to the age were analyzed identified of stand. Also the coefficient of determination between DBH and height, DBH and crown width and height and crown width were compared by age. The result of the mean DBH showed that the dominant increased from 3.0cm in 1981 to 28.6cm in 2020, the residual from 2.8cm to 23.5cm and the inferior from 2.5cm to 18.4cm. In the result of the average height, the dominant increased from 2.5m to 19.3m, the residual from 2.3m to 18.5m and the inferior from 2.2m to 17.8m. In term of basal area, the dominant increased from 0.0008m² to 0.0654m², the residual from 0.0007m² to 0.0464m² and the inferior from 0.0006m² to 0.0275m². The coefficient of determination between DBH and height was decreased from 0.8747 in 1981 to 0.2565 in 2020, the one between DBH and crown width from 0.6041 to 0.5365 and the one between height and crown width from 0.6444 to 0.1791.

Keywords: Dominant trees, Inferior trees, Growth change, Crown width, Coefficient of determination

자생동백나무숲의 테르펜 발산특성

김광일, 김상미*, 박인택, 오찬진
(전라남도산림자원연구소)

Characteristics of terpene emission in native *Camellia japonica* forests

Gwang-Il Kim, Sangmi Kim*, Intaek Park, Chanjin Oh
(Jeonnam Forest Resources Research institute)

요약: 일반적으로 VOCs는 인체에 부정적인 영향을 미치는 대기오염물질로 분류되어 왔으나 테르펜이라고 하는 유기화합물은 피톤치드의 주요 구성물질로 스트레스 감소 및 면역력 증진 등 긍정적인 역할이 여러 연구를 통해 밝혀진 바 있다. 산림의 피톤치드에 대한 관심이 높아지면서 침엽수를 중심으로 한 연구가 활발하게 진행되었으나 기후변화에 따라 그 중요성이 대두되고 있는 난대수종에 대한 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 주요 난대수종인 동백나무의 테르펜 발산특성을 알아보고자 하였다. 조사는 전라남도 자생동백숲 3개소(광양, 완도, 장흥)에서 이루어졌으며 계절에 따라 개소별 2회씩 측정하였다. 포집은 동백나무가 발산하는 직접적인 테르펜을 확인하기 위해 Tedlar gas sampling bag을 활용하였다. GC-MS/ATD 활용한 총 32종의 테르펜 분석 결과, 3개소의 테르펜은 지역별로 약간의 차이는 있으나 봄철은 Benzaldehyde, α -Pinene, Camphene이 높게 나타났고, 여름철은 3개소 모두 α -Pinene, Camphene, Benzaldehyde순으로 높게 분석되었다. 또한, 기상인자와 주요 테르펜 농도와의 관계를 살펴본 결과 기온, 습도와는 양(+)의 상관관계를 보였으며 ($r=.326\sim.808$, $p=0.05$), 기압과는 음(-)의 관계성($r=.288\sim.506$, $p=0.05$)이 있음이 나타났다.

Abstract: In general, VOCs have been classified as air pollutants that have a negative effect on the human body. However, organic compounds called terpenes are the main constituents of phytoncide, which have been shown to have a positive role in reducing stress and enhancing immunity. Researches have been actively conducted on coniferous forests but research on warm temperate forests, which are becoming more important due to climate change, is insufficient. Therefore, this study was to investigate the characteristics of terpene emission in native *Camellia* forests. The research was conducted at 3 places in Jeonnam native *Camellia* forests(Gwangyang, Wando, and Jangheung) and measured twice for each site according to the season. For capture, a Tedlar gas sampling bag was used to identify the direct terpene emitted by the camellia. The results showed that the Benzaldehyde, α -Pinene, and Camphene were high in spring, and in the summer, all three were analyzed in the order of α -Pinene, Camphene, Benzaldehyde. The major terpenes showed a positive correlation between temperature and humidity($r=.326\sim.808$, $p=0.05$), and a negative correlation with atmospheric pressure($r=.288\sim.506$, $p=0.05$).

사사: 본 연구는 산림청 융복합기반 임산업의 신산업화 기술개발(2019148C10-2021-AB02)의 지원에 의해 이루어진 것임.

재배지 임상과 토양특성이 산양삼 3년근의 생육특성에 미치는 효과

김기윤*, 허정훈, 정대희, 심현진, 엄유리, 전권석
(국립산림과학원 산림약용자원연구소)

Effect of Forest Physiognomy and Soil Properties of
Cultivation Field on Growth Characteristics of
3 year-old Wild-simulated ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer)

Kiyoon Kim*, Jeong-Hoon Huh, Dae-Hui Jeong, Hyun-jin Sim, Yurry Um, Kwon-Seok Jeon
(Forest Medicinal Resources Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 재배지의 임상과 토양특성이 산양삼 3년근의 생육특성에 미치는 효과를 구명하기 위해 수행하였다. 재배지는 경남 산청군의 산양삼 재배지를 선정하였고, 재배지 내 소나무로 조성된 침엽수림과 소나무와 활엽수로 조성된 침활혼효림에서 산양삼 3년근과 토양을 채취하였다. 토양 pH, 유기물, 전질소, 유효인산, 칼륨, 마그네슘, 양이온치환용량과 같은 토양특성은 침엽수림에 비해 침활혼효림에서 유의적으로 높게 나타났고, 3년근 산양삼의 생육특성 또한 침엽수림에 비해 침활혼효림에서 유의적으로 높게 나타났다. 토양특성과 산양삼 생육특성 간의 상관관계를 분석한 결과, 토양특성 중에서 유기물, 전질소, 양이온치환용량이 산양삼의 뿌리생육과 유의적인 정의 상관관계를 보였다. 이와 같은 결과를 통해 임상의 비율이 산양삼의 재배지 토양과 산양삼의 생육에 영향을 준다는 것을 확인하였으며, 향후 산양삼의 최적 입지조건을 확립하는데 있어 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract: The aim of this study were to identify the effect of forest physiognomy and soil properties in cultivation field on growth characteristics of 3 year-old wild-simulated ginseng. Plant and soil sample were collected from San-cheong cultivation field according to 2 different forest physiognomy(coniferous and mixed forest). Results showed that the soil properties, such as soil pH, organic matter, total nitrogen, available phosphate, potassium, magnesium and cation exchangeable capacity were significantly higher in the mixed forest soil compared to the coniferous forest soil. Likewise, the growth characteristics of 3 year-old wild-simulated ginseng were significantly higher in mixed forests compare to the coniferous forest. Growth characteristics of the wild-simulated ginseng root were shown to have a significant positive correlation with organic matter, total nitrogen, and cation exchange capacities. These results is considered help to establish the optimum location environment condition of wild-simulated ginseng.

Keywords: Wild-simulated ginseng, Forest physiognomy, Growth characteristics,
Soil properties, Correlation analysis

사사: 본 연구는 「고품질 산양삼 생산을 위한 친환경 재배기술 개발 사업 (FP0802-2017-01)」의 지원에 의해 이루어진 것임.

두충밤나방의 생물학적 특성 연구

임석규*, 김명기, 박진숙, 김태수, 한주환
(충청북도산림환경연구소)

Biological characteristics Research of *Protegira songi* Chen & Zhang

Seokgyu Im*, Myoungki Kim, Jinsuk Park, Taesoo Kim, Juhwan Han
(Chungcheongbuk-do Forest Environment Research Institute)

요약: 2013년 8월과 9월에 괴산군 괴산읍 동부리 등지에서 물푸레나무, 두충나무 잎을 엽맥만 남기고 식해하는 돌발 해충이 발생하였다. 국내 미기록종인 두충밤나방(신칭)에 의한 피해로 확인되었다(변봉규 외 6, 2014).

본 연구는 두충나무와 물푸레나무잎을 식해하여 생육 및 결실에 피해를 주는 두충밤나방의 생물학적 특성을 구명하여 방제를 위한 기초자료로 제공하고자 수행하였다.

2020년 두충밤나방 성충은 4월 중순 성충이 최초 우화하여 7월까지 총 2회 발생하였다. 성충의 우화율은 51.2%정도이며, 암·수 성비는 암컷 55.6%, 수컷 44.4%정도였다. 몸의 색상은 진한 갈색이며, 성충은 생식기의 모양으로 명확히 구분된다. 체장은 암컷 15.70mm, 수컷 14.64mm, 날개편길이는 암컷 17.39mm, 수컷 16.20mm이다. 교미가 끝난 암컷 성충은 두충나무잎 뒷면에 1~5일간 평균 298개의 알을 산란하였고 난기간은 평균 4일정도였다. 알은 반투명한 유백색으로 크기는 장경 0.19mm, 단경 0.18mm이다. 유충은 총7회 탈피하였으며, 유충기간은 약37일 정도이다. 3령부터 종 특이적인 특징으로 등에 2개의 밝은 갈색 선과 몸통 옆쪽에 6개 점무늬가 있다. 유충은 3령에서 4령으로 성장하는 과정에서 두폭 성장률 1.61배, 체장 성장률 1.84배로 가장 많이 성장하였다. 종령유충의 색상은 진한 갈색이며 크기는 두폭 3.09mm, 체장 34.64mm이다. 고치는 종령유충이 땅속으로 들어가 흙고치를 짓는데, 크기는 장경 19.24mm, 단경 9.84mm이다. 고치기간은 1세대의 경우 약25일 정도였다. 번데기는 짙은 갈색이며 체장 15.17mm, 체폭 4.97mm였다. 두충밤나방의 1세대 평균기간은 약 71일 정도였다.

Abstract: A sporadic insect attacking leaves of East Asian ash and Eucommia and leaving only their veins occurred in Dongbu-ri, Goisan-eup, Goisan-gun, Chungbuk and other area in August and September, 2013. It was identified as a damage by *Protegira songi* Chen & Zhang, an unrecorded species in Korea (Bonggyu Byeon et al., 2014).

This study intended to investigate biological characteristics of *Protegira songi* Chen & Zhang attacking leaves of East Asian ash and Eucommia and damaging their growth and fruition and provide basic data for pest control.

In 2020, adults of *Protegira songi* Chen & Zhang emerged at the first time around the middle of April and developed total 2 times until July. Emergence rate of the adults was 51.2%, and their sex ratio was 55.5% female and 44.4% male roughly. Their body color is thick brown and the adults are distinguished clearly with shape of the genital organ. Their body length is 15.70 mm in female and 14.64 mm in male and their wingspan is 17.39 mm in female and 16.20 mm in male respectively. The female adults after mating laid 298 eggs averagely on the back of Eucommia leaf for 1~5 days and their egg period was 4 days on average. The eggs are semitransparent milk white and 0.19 mm of the major axis and 0.18 mm of the minor axis. The larvae molted total 7 times and their larval period was about 37 days. From the third-instar larvae, they have 2 light brown lines on the back and 6 spots on the side of body as species specific characteristics. The larvae grew the most as 1.61 times of head width growth rate and

1.84 times of body length growth rate during growth from the third to the forth-instar. The color of last instar larvae is thick brown and their size is 3.09 mm of the head width and 34.64 mm of the body length. For the cocoon, the last instar larvae go into the underground to make soil cocoons and their size is 19.24 mm of the major axis and 9.84 mm of the minor axis. Their cocoon period of the first generation was about 25 days. The pupae are thick brown and have 15.17 mm of the body length and 4.97 mm of the body width. The average period of 1 generation of *Protegira songi* Chen & Zhang was about 71 days.

회귀식물 만삼(*Codonopsis pilosula* Nannf.) 종자의 발아 및 저장특성 판별

이다현*, 이희호, 박충열, 정영호, 이미현, 김준혁, 신운섭, 나채선
(국립백두대간수목원 야생식물·종자보전부 야생식물종자연구실)

Germination characteristics and storage behaviour of *Codonopsis pilosula* Nannf. seeds

Da hyun Lee*, Hee Ho Lee, Chung Youl Park, Young Ho Jung,
Mi Hyun Lee, Jun Hyeok Kim, Un Seop Shin, Chae Sun Na
(Division of Wild Plant Seeds Research, Baekdudaegan National Arboretum)

요약: 만삼은 현재 멸종위기 취약종(VU)으로 구분되어있으며, 현지 내·외 보존이 반드시 필요한 식물이다. 그러나 아직까지 종자의 저장특성이 확인되지 않았으며, 장기저장조건(-20 °C, 40 % RH 이하)에서 종자 저장이 가능한지가 확실하지 않다. 따라서, 본 연구는 만삼 종자의 발아특성과 저장특성을 확인하고자 수행하였다. 2020년 경북 봉화군 국립백두대간수목원 내에서 종자를 수집하였으며, 수집 직후 종자의 평형상대습도를 측정하고 활력검정을 통해 초기의 종자상태를 확인하였다. 발아특성을 판별하기 위하여 15, 20, 25 °C의 온도조건에서 무처리, 지베렐린(GA₃ 100, 250ppm) 처리를 한 후 발아검정을 하였다. 저장특성을 판별하기 위하여 온도 15 °C, 상대습도 15, 20, 30, 40, 50 %의 5조건에서 수분함량을 측정하고 건조에 따른 활력변화를 확인하였다. 활력율은 치상한 종자수에 대한 발아종자수와 TZ검정을 통한 미발아종자 중 살아있는 종자의 비율로 계산하였다. 만삼 종자는 무처리에서 11±3 % 미만의 낮은 발아율을 보였으며, GA₃처리시 250ppm 조건에서 90 ± 0.70 % 향상된 것을 확인하였다. 만삼 종자는 수집 직후 종자의 평형상대습도(eRH)는 45 % 정도였으며, 초기 활력은 90.3 ± 2 % 였다. 수분함량별 활력검정은 GA250ppm조건에서 발아검정을 실시하였다. 평형상대습도 20 % 조건에서 91 ± 0.25 % 로 가장 높은 활력을 확인하였으며, 이 때 수분함량은 3.23 % F.wt 정도였다. 이는 20% 상대습도 조건에서 건조 시에도 활력저하가 없는 진정종자의 특성을 보여주는 것으로 건조 후 종자의 장기저장조건에서 저장이 가능하다는 것을 의미한다.

Abstract: *Codonopsis pilosula* Nannf. is classified as an endangered species (VU) in Korea. Ex situ conservation through long-term storage of seeds is, in principle, possible for a significant proportion of plants. However, it is not known whether these seeds are orthodox; that is, if they can survive under long-term storage conditions (-20 °C, 40 % relative humidity (RH) or less) without being damaged. We determined the germination characteristics and storage behavior of *C. pilosula*. The seeds were collected from plants growing at the Baekdudaegan Arboretum on September 17, 2020. Immediately after collection, the equilibrium relative humidity (eRH) of the seeds was measured. To determine the germination characteristics of the seeds, a germination test was conducted at temperatures of 15, 20, and 25 °C (12/12 h) with 100 and 250 ppm GA₃. To determine the storage behavior, their moisture content was measured under five conditions: 15 °C and RH at 15, 20, 30, 40, and 50 %, at 250 ppm GA₃. Vitality was calculated as the ratio of the number of germinated seeds and the survived seeds of the unsprouted through the TZ test. Viability tests were conducted in the order of X-ray, germination test, and TZ test. The average germination percentage (GP) of untreated seeds was below 11 ± 3 %. The highest GP of seeds following GA₃ treatment was 90 ± 0.70 %. The eRH was 45 % after collection. The initial seed viability percentage was 90.3 ± 2 %. The highest viability percentage (VP) was identified at 91 ± 0.25 % in equilibrium with 20 % (eRH) at 15 °C with a moisture content of 3.23 % Fresh weight. The results of our study on the behavior of *C. pilosula* seeds indicate that orthodox seeds did not reduce in viability even when dried in equilibrium with 20 % RH; thus, these seeds can be kept under long-term storage conditions.

제주 성널수국군락의 식생구조 및 분포특성

양주은*, 박민지, 최병기
(국립산림과학원 난대·아열대산림연구소)

Vegetation Structure and Distributional Characters of *Hydrangea scandens* subsp. *liukiensis* Community in Jeju

Ju-Eun Yang*, Min-Ji Park, Byoung-Ki Choi
(Warm-temperate and Subtropical Forest Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 성널수국은 일본 관서 지역에 널리 분포하고 있으며, 국내에서는 제주지역에서만 분포한다. 일본의 특산식물로 여겨져 왔으나, 성널오름 일대에서 분포가 확인되어 2004년 한반도 미기록종으로 보고되었다. 그러나 현재까지 성널수국의 자생지 및 식생 특성에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 성널수국 자생지에 대하여 Braun-Blanquet의 식물사회학적 분류와 수리통계분석을 통하여 성널수국 자생지 특성을 규명하고 보전전략을 논의하고자 하였다. 그 결과 본 식생은 하천에 인접하게 위치하는 낙엽관목식생으로 지속적인 하천 침식에 의해 교란을 받는 입지에 자생하는 것으로 확인되었다. 현재 서귀포지역 1개 하천의 중류(해발고도 435~611m)에 제한적으로 분포하고 있으며, 약 210개의 개체가 관찰되었다. 하천의 우안(북~북동향)에서 좁은 선형의 분포를 보이는 것으로 확인되었으며, 음습하고, 오목한 미소서식처에 분포하였다. 성널수국군락의 상대기여도는 성널수국(100), 서어나무(76.4), 사스레피나무(75.8), 제주조릿대(62.7), 사람주나무(46.1), 쯤비비추(44.0) 등의 순으로 높게 나타났다. 동아시아 대륙성기후와 해양성기후의 중간형인 제주지역에서 대표적인 해양성 진단종인 성널수국 식생형이 분포하고 있다는 것은 군락지리학적 분포 한계지로서 의미를 가지며, 국가의 산림생명자원으로서 현지 내·외 보존이 시급한 실정이다.

Abstract: *Hydrangea scandens* subsp. *liukiensis* is widely distributed in the Kansai region of Japan, and only in Jeju, Korea. It has been considered a Japanese endemic plant, but its distribution was confirmed around Seongnul-oreum in 2004 and reported as an unrecorded species of Korea. However, research on the habitat and vegetation characteristics of the species is insufficient. Therefore, this study aims to identify the characteristics of the natural habitat of the species and to discuss conservation strategies using the analysis of mathematical statistics and the vegetation classification of Braun-Blanquet method. As a result, *H. scandens* subsp. *liukiensis* community was a deciduous shrub vegetation adjacent to the stream and disturbed by continuous river erosion. Currently, it is limited to one stream(435 - 611 a.s.l.) in Seogwipo, and about 210 individuals were observed. The vegetation was distributed in a narrow linear form in the right shore (north to northeast-facing) of the stream, and in a shady, concave microhabitat. The relative net contribution degree (r -NCD) of the community was *H. scandens* subsp. *liukiensis* (100), *Carpinus laxiflora* (76.4), *Eurya japonica* (75.8), *Sasa palmata* (62.7), *Sapium japonicum* (46.1), and *Hosta minor* (44.0). It is meaningful as a syngeographic distribution limits that the typical coastal diagnostic species, *H. scandens* subsp. *liukiensis* community, is distributed in Jeju where is the middle type of continental and coastal climate of East Asia. The ex-situ and in-situ conservation of the vegetation is urgent as a national forest life resource.

Keywords: Climate change, Hydrangea, Korean riparian vegetation, Rare plants, Syngeography

국립공원에 대한 시민들의 이용 인식 및 공원 관리제도 운영 인식 고찰

이성훈^{1*}, 구경아², 임창민³, 윤태경¹(¹상지대학교 산림과학과, ²한국환경정책·평가연구원 자연환경연구실, ³고려대학교 지리학과)

Citizens' Perception of Use of National Parks in South Korea and Operation of the Park Management System awareness study

Seonghun Lee^{1*}, Kyung Ah Koo², Changmin Lim³, Tae Kyung Yoon¹(¹Department of Forest Science, Sangji University,²Division of Natural Environment, Korea Environment Institute,³Department of Geography, Korea University)

요약: 국립공원 방문 수요가 증가함에 따라 국립공원의 정책 방향을 설정하고 추진하기 위해 시민 여론을 파악하는 것은 의미 있다. 일부 선행연구에서는 탐방객으로 국한하여 조사가 이루어졌고 공원 관리의 쟁점 사항과 시설 이용에 관한 조사 문항 등이 부족하였다. 따라서 본 연구는 일반시민을 대상으로 진행하였고 국립공원에 대한 이용, 공원관리 제도 운영에 대한 인식을 확인하였다. 시민들은 고지대 탐방보다는 저지대 탐방을 선호하는 결과가 나타나 기존에 탐방객 중심의 선행연구와는 상반된 결과를 보였다. 또한 산정부 탐방에 대한 인식에서 현 정책 유지나 탐방예약제를 소폭으로 도입하는 것이 좋다고 응답하여 최근 국립공원의 정책 방향과 다른 결과가 나왔다. 본 연구의 결과와 탐방객을 상대로 한 선행연구의 차이점을 고찰하고 공원 관리 원칙과 방향성 설정, 국립공원 의식과 탐방형태의 추세에 따른 정책방향을 제시하였다.

Abstract: As the demand for visits to national parks increases, it is meaningful to grasp public opinion to set and promote the policy direction of national parks. In some prior studies, surveys were conducted only with visitors, and there was a lack of issues in the management of parks and questions on the use of facilities. Therefore, this study was conducted on ordinary citizens and identified the perception of the use of national parks and the operation of the park management system. Citizens preferred to visit low-lying areas rather than high-altitude tours, contrary to previous prior research centered on visitors. In addition, the government responded that it is better to maintain the current policy or introduce a small reservation system in terms of the perception of the mountain government's visit, and the results were different from the policy direction of the national park. The results of this study and the differences between prior research on visitors were considered and the policy direction was presented according to the principles of park management and direction, national park awareness and the trend of the tour.

Keywords: Public survey, Visitor-reservation system, Bottom-area visit, Ordinary citizen, National feasibility study

사사: 이 논문은 한국환경정책평가연구원(KEI)에서 수행한 [제3차 국립공원 타당성 조사기준 및 자연공원 제도개선 마련 연구(과제번호: 2018-035)] 및 2019년 상지대학교 교내연구비의 지원을 받아 수행된 연구결과이다.

서식지 적합성 지수(HSI)를 이용한 청계천에서의 수달 서식지 평가

김인유^{1*}, 고동욱²

(¹국민대학교 산림자원학과, ²국민대학교 산림환경시스템학과)

Evaluating habitat of Eurasian Otter(*Lutra lutra*) in Cheonggyecheon using HSI(Habitat suitability index)

In Yoo Kim^{1*}, Dongwook W. Ko²

(¹Department of Forest Resources, Kookmin University,

²Department of Forest Environment and Systems, Kookmin University,)

요약: 수달(Eurasian otter, *Lutra lutra*)은 식육목 족제비과에 속하는 동물이다. 수달은 수계환경 먹이그물의 최상위에 존재하는 포식자로 핵심종(keystone species)이자 건강한 수계환경을 대변하는 지표종(Indicator species)이다. 현대에 이르면서 남획과 서식지 파괴, 환경 오염 등에 의하여 한강 도심 수계에서 사라졌지만, 2017년 다시 발견된 이후 2021년 1월에도 한강의 지류인 청계천, 중랑천과 성내천에서 서식함을 확인하였다. 기존의 수달 서식지 관련 연구는 자연형 하천과 저수지 위주로 이루어져 한강 도심 지류와 같이 좁은 공간에 인위적으로 한정된 서식지에 적용하기에는 한계가 있다. 본 연구에서는 인공하천인 청계천이 수달의 잠재 서식지로 적합한지를 서식지 적합성 지수(Habitat Suitability Index, HSI)를 활용하여 평가하였다. 청계천에서의 수달 서식지 적합성 지수의 SI(suitability index)는 지표(cover), 먹이자원, 위협요소를 종합하여 1에서 5사이의 값으로 추정하였다. 지표는 2019 한국 토지이용도 중분류를 이용한 토지 피복과 수달의 주요 서식지인 하중도의 유무로 평가하였다. 먹이자원은 2015 청계천 지점별 어류조사를 이용하여 어류의 종수와 어류의 개체수에 기반한 먹이 풍부도로 평가하였고, 위협요소는 하천 좌안과 우안의 인공 구조물의 유무에 따라 평가하였다. SI를 활용한 HSI는 청계천 8가에서 동대문 구청역구간과 중랑천 합수부 지점이 4 이상으로 청계천 내 수달 서식지로 가장 양호한 것으로 나타났으며 청계천의 상류인 청계 광장에서 동대문역 구간이 3점 이하로 수달 서식지에 부적합한 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 추정된 HSI는 청계천을 포함한 한강 도심 지류에서의 효과적인 수달 모니터링과 수달 인공 서식지 장소 선정을 위한 기반 자료가 될 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract: Eurasian otter is the apex predator of the water environment food chain. As a keystone species and an indicator species, the presence of otters implies a healthy water environment. In the modern era Eurasian otter disappeared from the Han river due to habitat destruction, poaching and pollution. However, its return to the urban section of the Han river was confirmed in 2017, and again in January of 2021 at the urban tributaries. This showed the potential of the urban section and tributaries of the Han river as Eurasian otter habitats, and sparked interest in how one may improve them. Unfortunately most previous studies focused on natural rivers and reservoirs, making it difficult to apply to the urban section of the Han river, characterized by man-made environment. Therefore, more research on Eurasian otter habitat in urban water environment is necessary. In this study, we selected Cheonggyecheon, an artificially restored urban stream as a study site. We divided the site into several sections and calculated habitat suitability index(HSI) as an Eurasian otter habitat for each section. We identified three broad categories for the suitability index(SI): cover, food and threats. Cover was represented key habitat features, determined by land cover type and presence of alluvial islands. Food was characterized by the number of fish species and abundance, and threats by presence of artificial

concrete structure on both sides of the stream. Finally, HSI was estimated by combining and reclassifying the SI factors into 1 to 5 scale. The results suggest that our HSI approach is effective in distinguishing habitat quality from the sections of Cheonggyecheon, and may be used for finding and managing potential Eurasian otter habitats in urban sections of the Han river and its tributaries.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구 발사업(2019150B10-2123-0301)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

아열대 해안염습지 멸종위기식물 검은별고사리군락의 식생 및 식물상 특성

최병기^{1*}, 양주은¹, 박민지¹, 임정철²(국립산림과학원 난대·아열대산림연구소, ²국립생태원 국립습지센터)Vegetation and Flora Characteristics of *Thelypteris interrupta* (Willd.)
K.Iwats. Community, Endangered Plant in
Subtropical Coastal Salt MarshByoung-Ki Choi^{1*}, Ju-Eun Yang¹, Min-Ji Park¹, Jeong-Cheol Lim²(¹Warm Temperate and Subtropical Forest Research Center, National Institute of Forest Science,²Wetland Center, National Institute of Ecology)

요약: 제주도 해안지역은 기후적으로 아열대로 들어섰으며, 이와 더불어 다양한 아열대성 식물들의 확산이 이루어지고 있다. 검은별고사리는 대표적인 아열대 양치식물로 해안 침수를 견디는 독특한 서식처 특성을 지니며, 멸종위기식물로 지정되어 보호되고 있다. 본 연구는 검은별고사리의 자생지 분포와 식생 및 인접지역의 식물상 특성을 분석하여 보전 및 복원을 위한 기초자료를 확보하는데 목적이 있다. 검은별고사리군락은 14속 10종 4변종으로 구성되며, 전형군락인 검은별고사리-흰꽃여뀌군락과 갈대하위군락으로 구분된다. 검은별고사리와 흰꽃여뀌를 진단종으로 하는 전형하위군락은 수변부 가장자리를 중심으로 분포하며, 불안정한 수위변화와 염분축적이 반복되는 입지이다. 반면 갈대하위군락은 갈대, 이삭사초, 털부처꽃으로 구분되며, 상대적으로 안정된 염습지 환경으로, 유기물 퇴적량이 높은 입지이다. 자생지일대 식물상은 145속 154종 20변종 1품종의 175분류군이였다. 검은별고사리의 서식처 독특성으로 인해 종 혼입 양상은 심각하지 않았다. 그러나 최근 방문객의 증가로 식생훼손과 답압 등이 발생하고 있으며, 염습지 해수 유출입 환경을 방해하는 해안지역 개발이 이루어져, 서식처 고유성의 훼손이 우려된다. 따라서 자생지 훼손방지 및 현지의 복원, 잠재자생지 복원, 추가 자생지 발굴 등의 연구가 시급하게 요구된다.

Abstract: The coastal area of Jeju Island has entered subtropical climate, and various subtropical plants are spreading. *Thelypteris interrupta* is a representative subtropical fern and has a unique habitat characteristic to withstand coastal flooding. This fern is designated and protected as an endangered plant in consideration of the number of populations, area, and risk of damage. The purpose of this study is to obtain basic data for conservation and restoration by analyzing the vegetation and flora characteristics of *T. interrupta*. *T. interrupta* community consists of 14 genera, 10 species and 4 variants, and is divided into *Phragmites communis* subcommunity and the typicum which diagnostic species are *T. interrupta* and *Persicaria japonica*. Species of typicum are distributed around the edge of the waterside and a location has characteristics which unstable water level changes and salinity accumulation are repeated. On the other hand, the *P. communis* subcommunity which is diagnosed with *P. communis*, *Carex dimorpholepis*, and *Lythrum salicaria*. is located in relatively stable salt marsh environment where the organic matter deposits are high. The flora in the native area was 175 taxa of 145 genera, 154 species, 20 varieties and 1 variety. Due to the unique nature of the *T. interrupta* 's habitat, the pattern of species disturbance was not serious. However, vegetation damage and pressure are occurring caused by recent increase in visitors and the movement of seawater in salt marshes is hampered by the development of the coastal area, so there is a concern about damage to the uniqueness of the habitat. Therefore, research is urgently needed to prevent damage to native habitats, restore ex-situ, and discover additional habitats.

상수리나무림의 임분밀도관리도를 이용한 임분 성장 예측

박준형*, 이상태, 정상훈
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Estimation of Stand Growth Using Stand Density Management Diagram for *Quercus acutissima* Forests

Joon Hyung Park*, Sang Tae Lee, Sang Hoon Chung
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 상수리나무 임분을 대상으로 효율적인 임분밀도 관리 시스템 구축을 위해 조사 표본점 194 plots을 활용하여 수확량-임분밀도 관계를 추정하였으며, 추정된 모수를 바탕으로 임분밀도 관리도를 구축하였다. 적합도 검정 결과, 적합도지수는 0.666이며, 평균제곱오차는 1.418로 나타났다. 임분 성장 예측 결과, ha당 5,000 본 조림 후 80년간 속아베기 시업을 하지 않았을 경우 연간 고사 본수는 27~122 trees · ha⁻¹ · year⁻¹로 분석되었고, 평균 고사율은 최대점은 30년생일 때 15.2%로 나타났다. 임분재적 연년생장량 최대점은 10.1m³ · ha⁻¹, 평균생장량 최대점은 8.5m³ · ha⁻¹로 분석되었다. 개발된 임분밀도관리도는 수확목표 설정과 임분밀도 관리 체계 구축 등 산림 경영 계획 수립에 있어서 효과적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract: This study aims to make the stand density management diagram which is useful for diagramming stand density management system in *Quercus acutissima* forest. By using 194 sample plots to estimate Yield-Density relationship, the stand density management diagram was modeled by the estimated parameters. To test the goodness of fit, fitness index were computed 0.666, and the root mean square error(RMSE) was 1.418. As a result of estimated stand growth using this diagram, after planting 5,000 trees · ha⁻¹ the mortality rate of this unthinned *Q. acutissima* stands over 80 years was estimated to be equal to 12.0~18.1 trees · ha⁻¹ · year⁻¹, and a peak time of mortality rate with 30 years was 15.2%. Maximum point of current annual volume growth was 10.1 m³ · ha⁻¹, and mean annual volume growth was 8.5 m³ · ha⁻¹. Developed stand density management diagram for *Q. acutissima* is effective to establish the stand density control system and production objective. Therefore, this study allowed us to make the optimal forest working plan.

Keywords: sawtooth oak, stand density, stand growth, yield-density relationship

진주시역 자생 벚나무류의 꽃 특성에 따른 수종 간 유연관계 분석

진언주, 윤준혁*, 성장현, 배은지
(국립산림과학원 산림바이오소재연구소)

Analysis of Relationship Among Tree Species According to Flower Characteristics of Native *Prunus* spp. in Jin-ju City

Eon-Ju Jin, Jun-Hyuck Yoon*, Chang-hyun Sung, Eun-ji Bae
(Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 진주시에 자생하고 있는 벚나무류의 꽃 특성에 따른 수종 간 유연관계를 평가하기 위해 수행되었다. 자생지 내에서 총 30개소의 조사구를 선정하고, 임분 특성, 출현빈도, 직경급, 꽃 형태적 특성을 조사하였다. 전체 조사구에서 평균 4수종의 벚나무류가 출현하였으며, 출현빈도는 잔털벚나무가 51.2%로 가장 높았으며, 다음으로 개벚나무(30.2%), 벚나무(14.0%), 올벚나무(4.7%) 순으로 나타났다. 또한, 직경급별 빈도분포를 분석한 결과 가슴높이 지름 10~30cm에서는 벚나무, 올벚나무, 개벚나무의 출현빈도가 높았으며, 가슴높이 지름 30~60cm에서는 잔털벚나무의 출현빈도가 높았다. 꽃 특성에 따른 수종 간 유연관계를 구명하고자 11가지 꽃 특성을 조사하여 다변량 분석을 실시한 결과, 꽃의 모든 형태적 특성에서 유의적인 차이가 인정되었다. 주성분 분석결과 제 1주성분은 4개(화통 폭, 총화경 길이, 암술 trichome 유/무, 화서 직경), 제 2주성분은 2개(소화경 길이, 총화경 형태), 제 3주성분은 1개(꽃차례 형태)의 형질을 대표하고 있었고, 전체 변량 중 제 1~3주성분까지의 누적 기여도는 79.23%로 높게 나타났다. 군집분석 결과, 벚나무류 꽃의 형태적 특성에 의해 크게 3개의 그룹으로 구분할 수 있었으며, 그룹 I은 벚나무, 개벚나무이며, 그룹 II는 올벚나무, 그룹 III은 잔털벚나무로 구분이 가능하다는 것을 알 수 있었다. 진주 지역에서 자생하고 있는 벚나무류의 유연관계 분석 결과를 활용하여 우수 형질의 벚나무류를 선발하기 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: This study was conducted to evaluate relationship between species according to the flower characteristics of native *Prunus* spp. in Jin-ju city. A total of 30 plots were selected in native area, the stand properties, appearance frequency, diameter class, and flower morphological properties were investigated. On average, 4 species of *Prunus* spp. appeared in survey area. As for the frequency of appearance, *P. serrulata* var. *pubescens* was the highest at 51.2%, followed by *P. verecunda*(30.2%), *P. serrulata*(14.0%), and *P. spachiana*(4.7%). In the case of frequency distribution by diameter at breast height, *P. serrulata*, *P. spachiana*, and *P. verecunda* showed high values at 10 to 30cm in diameter at breast height, and *P. serrulata* var. *pubescens* at 30 to 60cm by diameter at breast height. The multivariate analysis was conducted by investigating 11 characteristics to find out the relationship between *Prunus* spp. according to flower characteristics. As a result, significant differences were recognized in all morphological characteristics of flowers. As result of the analysis of the main components, the first main component represented 4 traits(diameter at calyx tube, Inflorescence peduncle length, pistil trichome presence/absence, Inflorescence diameter), the second main component 2 traits(pedicle length, peduncle type), and the third main component 1 trait(Inflorescence type), and the cumulative contribution from the first to third main component out of the total variate was high at 79.23%. As a result of cluster analysis, it could be classified into three groups by the morphological characteristics of *Prunus* spp. It was found that group I can be classified as *P.*

serrulat and *P. verecunda*, group II as coming *P. spachiana*, and group III as *P. serrulata* var. *pubescens*. It is expected that it can be used as basic data to select one, with excellent properties by using the results of the analysis of the relationship between the native *Prunus* spp. in Jin-ju city.

Keywords: *Flower characteristics, Prunus spp., Relationship*

시비처리에 따른 컨테이너 재배 왕벚나무의 엽록소 함량 및 형광 반응

윤준혁, 진언주*, 성장현, 배은지
(국립산림과학원 산림바이오소재연구소)

Chlorophyll Content and Fluorescence Response of *Prunus yedoensis* Matsum. Trees According to Fertilizing Treatments in Container Nursery

Jun-Hyuck Yoon, Eon-Ju Jin*, Chang-hyun Sung, Eun-ji Bae
(Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 가로수종인 왕벚나무를 대상으로 컨테이너 재배 시 시비처리에 따른 생리적 반응을 신속하게 평가할 수 있는 형광변수를 선별하고자 수행되었다. 컨테이너 재배 시 생육단계별로 시비 효과를 검증하기 위해 가슴높이지름 3cm(1단계), 5cm(2단계), 7cm(3단계)로 구분하였다. 시비처리는 수용성비료(Multifeed 19:19:19)를 1단계 49, 98, 147g/yr, 2단계 98, 147, 196g/yr, 3단계 147, 196, 245g/yr로 처리하여 5월에서 8월까지 총 9회(2주 간격) 분시하였다. 시험에 사용된 컨테이너는 생육 단계별로 40, 70, 90L 용적을 적용하였다. 시비처리 후 엽록소 함량을 조사한 결과 모든 생육 단계에서 무처리보다 시비농도가 높을수록 총 엽록소 함량과 엽록소 a, b 함량이 증가하였으며, 무처리에 비해 시비농도가 높을수록 엽록소 a의 증가 폭이 엽록소 b의 비해 크게 나타났다. 형광이미지를 통해 빛을 이용하는 능력의 차이를 분석한 결과, F_V 값은 무처리보다 시비처리구에서 유의적($p<0.05$)으로 높게 나타났으며, 광계의 활성(F_V/F_M)과 비광화학적 소멸(NPQ) 또한 1단계 49g/yr, 2단계 98g/yr, 3단계 147g/yr에서 높은 값을 보였다. 무처리 대비 시비처리구에서 증가된 형광 매개변수는 12개로 대부분 증가하는 경향을 보였다. F_M/F_V 의 경우 무처리에 비해 시비농도가 증가할수록 감소한 반면, 3단계 147g/yr에서 가장 높은 값을 보였다. 명적응 기간 동안 연속광에 의한 정류상태 PSII 양자 수득율($QY_{LSS}=\Phi PSII$)과 수목의 활력을 $(F_P-F_{t_{LSS}})/F_P$ 의 식에 의해 정량화 할 수 있는 매개변수인 형광 감쇄율(Rfd) 또한, 1단계 49g/yr, 2단계 98g/yr, 3단계 147g/yr에서 가장 높은 값을 보였다. 본 연구 결과 컨테이너 재배 왕벚나무의 생육단계별 시비처리에 따라 엽록소 형광 매개변수가 감소 및 증가하는 경향을 확인할 수 있었으며, 광화학 매개변수인 F_V/F_M , NPQ, F_M/F_V , $\Phi PSII$, Rfd 등은 생리적 반응을 평가할 수 있는 지표로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

Abstract: This study was conducted to select fluorescence variables that can quickly evaluate the physiological response of fertilizing treatment for *Prunus yedoensis* Matsum. trees in container nursery. In order to verify the fertilization effect for each growth stage, it was divided into DBH 3cm(1 stage), 5cm(2 stage), and 7cm(3 stage). For fertilizing treatment, water-soluble fertilizer(Mutifeed 19:19:19) was treated with 49, 98, 147g/yr in the 1 stage, 98, 147, 196g/yr in the 2 stage, and 147, 196, 245g/yr in the 3 stage, a total of 9 times(2 weeks apart) were dispensed from May to August. Containers used in the test were applied in volumes of 40, 70, and 90L for each growth stage. As the result of investigating the chlorophyll content after fertilizing treatment, the total chlorophyll content and chlorophyll a, b contents increased as the fertilization concentration in all growth stages. The increase of chlorophyll a was larger than that of chlorophyll b as the fertilization concentration was higher than that of control. As the result of analyzing the difference in ability to use light through fluorescence images, F_V value was significantly higher($p<0.05$) in the fertilizing treatment group than control, and the activity

of photosystem(F_V/F_M) and non-photochemical quenching(NPQ) also showed high values at 49g/yr treatment in the 1stage, 98g/yr treatment in the 2 stage, and 147g/yr treatment in the 3 stage. 12 fluorescence parameters tended to increase in the fertilized group compared to the control. In case of F_M/F_V values, it decreased as the concentration of fertilization increased, while the highest value was shown at 147g/yr treatment in the 3 stage. The fluorescence attenuation rate(Rfd), a parameter that can be quantified by the equation of the constant-state PSII quantum yield rate($QY_{LSS}=\Phi_{PSII}$) by continuous light during the bright adaptation period and the vitality rate of trees $(FP-Ft_{LSS})/F_P$, also showed the highest values at 49g/yr treatment in the 1 stage, 98g/yr treatment in the 2 stage, and 147g/yr treatment in the 3 stage. As a result of this study, it was possible to confirm the tendency of fluorescence parameter decrease and increase by fertilization treatment for each growth stage of *P. yedoensis* trees in container nursery. The photochemical parameters such as F_V/F_M , NPQ, F_M/F_V , Φ_{PSII} , and Rfd, can be used as indicators to evaluate physiological responses.

Keywords: *Chlorophyll Content, Chlorophyll Fluorescence, Container nursery, Fertilizing Treatments, Prunus yedoensis*

대기 이산화탄소 수준과 광 조건이 멸종위기종 나도풍란의 성장과 생리적 특성에 미치는 영향

이경철¹, 안지애², 김남영^{2*}

(¹한국농수산대학 산림학과, ²국립생태원 멸종위기종복원센터)

Effects of Atmospheric CO₂ Level and Light Condition on Growth and Physiological Characteristics of the Endangered Species, *Sedirea japonica*

Lee Kyeong Cheol¹, An Jiae², Kim Nam-Young^{2*}

(¹Department of Forestry, Korea National College of Agriculture and Fisheries,

²Research Center for Endangered Species, National Institute of Ecology)

요약: 이 연구는 기내에서 배양한 나도풍란을 대상으로 광조건과 대기 중 CO₂ 수준에 따른 생리적 반응 및 성장 특성을 조사하기 위해 수행되었다. 나도풍란은 SPAR 챔버에서 CO₂ 400 및 650 ppm 조건과 함께 세가지 다른 차광처리(60%, 90% 차광 및 무차광)하에서 생육시켰다. 나도풍란은 야간에 CO₂ 흡수가 일어나는 전형적인 CAM(Crassulacean acid metabolism) 식물의 특징을 보였으며, 대기 CO₂ 수준과 차광처리는 나도풍란의 잎두께에 큰 영향을 미치지 않았지만, 차광율이 증가함에 따라 빛을 효율적으로 흡수하고 이용하기 위해 엽록소 a, b, a+b, 카로티노이드 함량, 엽면적 및 엽 건중의 증가가 나타났다. 이와 대조적으로 28℃ 이상의 온도범위에 대한 CO₂ 흡수능력은 차광율 90% x 400 ppm에서 크게 감소하는 것으로 나타났다. 특히 차광율 0% x 650 ppm은 PI_{ABS}와 DF_{ABS}의 감소와 같은 광저해 현상을 보였으며, 엽건중, 뿌리건중, 총건중, 기공전도도 및 광계 2의 활성이 가장 낮은 것으로 나타났다. 결과적으로 CO₂ 650 ppm의 무차광 조건은 나도풍란의 성장과 생리 반응에 부정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

Abstract: This study was conducted to investigate the physiological responses and growth characteristics of *Sedirea japonica* cultured in vitro as affected by light condition and atmospheric CO₂ level. *Sedirea japonica* were grown under the 400 and 650 $\mu\text{mol} \cdot \text{mol}^{-1}$ CO₂ concentrations with three different shading levels(Shaded 60%, 90% and non-treated) in the SPAR chambers. *Sedirea japonica* showed the characteristics of typical CAM (Crassulacean acid metabolism) plants in which CO₂ absorption occurs at night. Atmospheric CO₂ level and shading treatments did not significantly affect the leaf thickness of *Sedirea japonica*, however, the chlorophyll a, b, a+b, carotinoide content, leaf area and leaf dry weight were significantly increased with elevating shading level in order to absorb and utilize light efficiently. In contrast, the CO₂ uptake capacity at temperatures above 28℃ was significantly reduced in the shaded 90% x 400 ppm. Especially, non-treated x 650 ppm exhibited photoinhibition such as reduction of PI_{ABS} and DF_{ABS}, and also, leaf dry weight, root dry weight, total dry weight, stomatal conductivity and photosystem II activity were lowest. In conclusion, the non-treated x 650 ppm condition was negative effect to the growth and physiological response of *Sedirea japonica*.

Keywords: CAM plant, CO₂ absorption, shading level, SPAR chamber

국내 주요 수종의 가지 분해

차상섭*, 구남인
(국립산림과학원 산림육성·복원연구과)

Decomposition of branch wood in major tree species in Korea

Sangsub Cha*, Namin Koo
(Forest Resource Management and Restoration Division, National Institute of Forest Science)

요약: 분해는 에너지 흐름과 영양 순환을 통해 산림 생태계를 유지하는 중요한 기능이다. 임상의 나뭇가지는 산림 생태계의 필수 구성 요소이며 많은 생태적인 과정의 조절에 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 임상에 많은 나뭇가지의 분포를 보이는 9 종의 수종을 선정하여 나무의 분해율과 나무의 물리, 화학적 특성이 분해에 미치는 영향을 조사하였다. 나뭇가지 샘플을 막대 모양으로 잘라 일정한 모양으로 만든 뒤, 리터백 방법을 사용하여 시간에 따른 질량 손실을 측정했다. 실험은 40 개월 동안 진행되었으며 약 5~7 개월 간격으로 7번 회수되었다. 분해에 영향을 미치는 주요 요인은 각 분해 단계에서 변화하는 것으로 나타났다. 나무 샘플의 초기 분해 단계는 필수 영양소인 P 농도와 강한 상관관계가 있었고, 이후의 분해단계는 셀룰로오스 및 리그닌 함량과 강한 상관관계가 있었다. 셀룰로오스는 분해의 초기 단계부터 분해율에 영향을 미치기 시작했으며 분해단계가 진행될수록 그 영향은 점차 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 셀룰로오스가 나무 분해에 가장 중요한 요소이며, 셀룰로오스의 함량을 나무 분해율의 예측 지표로 사용할 수 있다는 것을 의미한다. 이를 통해 우리는 나무의 분해 과정이 (1) 나무가 가지고 있던 양분이 분해를 조절하는 초기 분해와 (2) 셀룰로오스가 나무 분해를 조절하는 후기 분해의 두 단계로 구성되어 있고, 셀룰로오스에 의해 조절되는 후기 단계의 분해는 나무 분해가 가지고 있는 독특한 특징을 가진다는 것을 확인하였다.

Abstract: Decomposition helps maintain forest ecosystems through energy flow and nutrient cycles. Branch wood on the forest floor is an essential component of forest ecosystems and plays a key role in the regulation of many local ecological processes. In this study, we selected nine tree species from the Republic of Korea and investigated the wood decomposition rate and effects of wood physico-chemical properties on decomposition. Branch wood samples were cut into sticks, and mass loss was measured over time using the litterbag method. Litterbags were incubated in a deciduous temperate forest for 40 months and retrieved seven times in approximately seven-month intervals. The mass loss was found to be different for each decomposition duration. In our results, the main factor affecting decomposition was found to change at each decomposition stage. The branch wood samples' early decomposition stage was strongly correlated with the P concentration, which is an essential plant nutrient, and subsequent decomposition stages were strongly correlated with cellulose and lignin contents. Cellulose began to affect the decomposition rate at an early stage, and its effects were found to gradually increase. This indicates that cellulose is an important factor in wood decomposition. Cellulose from branch wood could be used as a predictive index of wood decomposition rate. We hypothesize that the wood decomposition process consists of two phases: (1) when the nutrient level regulates wood decomposition in early decomposition, and (2) when cellulose regulates wood decomposition in late decomposition. These two phases occur in order, and the phase in which cellulose regulates wood decomposition is a representative feature of wood decomposition.

Keywords: branch wood, wood decomposition, cellulose

조림지 기상 및 입지 환경이 낙엽송, 편백, 상수리나무 초기 생육특성에 미치는 영향

노남진^{1*}, 조민석¹, 권보람², 최인규³

(¹국립산림과학원 산림기술경영연구소, ²양구수목원, ³한국산지환경연구회)

Effects of Climatic Variables and Site Characteristics on Early Tree Growth Performances in *Larix kaempferi*, *Chamaecyparis obtusa*, *Quercus acutissima* Plantations

Nam Jin Noh¹, Min Seok Cho¹, Boram Kwon², In-gyu Choi³

(¹Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science

²Yanggu Arboretum, ³Korea Society of Forest Environment Research)

요약: 본 연구는 조림지의 입지환경이 조림목의 초기 생육 특성에 미치는 영향을 구명하기 위해 수행되었다. 2020년 봄철 조림된 우리나라 주요 조림 수종 중 낙엽송, 편백, 상수리나무 3수종을 대상으로 조림지의 기후 조건과 공간 분포를 종합적으로 고려하여 총 331개의 조림지에 조사구를 설치하였다. 봄철과 가을철 2회에 걸쳐, 조사구당 60-100본의 근원경 및 수고를 측정하고 생존율을 조사하였다. 조림목 초기 생육 특성에 영향을 미치는 유효인자를 찾기 위해 기온, 강수량, 토양 물리·화학적 특성, 표고, 방위, 경사 등 다양한 입지환경 인자들과 생육특성간의 상관분석을 실시하였다. 낙엽송, 편백, 상수리나무의 평균 생존율은 각각 90%, 96%, 94%로 3수종 모두 90%의 생존율을 보였으나, 유효토심 또는 A층 토심이 낮은 조림지에서 60%이하의 낮은 생존율을 보였다. 편백과 상수리나무 조림목의 줄기채적은 A층 토심과 유의적인 정의 상관관계를, 낙엽송과 상수리나무 조림목의 상대채적생장은 토양내 유효태인산농도와 유의적인 정의 상관관계를 보였다. 차년도부터는 조림지의 입지환경 차이에 따른 보다 유의미한 생육특성 차이와 주요한 영향인자들을 도출할 수 있을 것으로 기대된다. 나아가 이러한 결과들은 주요 조림 수종의 적정 입지환경 조건을 구명하는데 활용될 예정이다.

Abstract: This study was conducted to clarify the effect of site environmental characteristics on early growth performances of Korean three major tree species for planting. We established total 331 permanent plots across climatic variations and spatial distribution range of *Larix kaempferi*, *Chamaecyparis obtusa*, *Quercus acutissima* spring-planted in 2020. We measured root collar diameter and height of 60-100 seedlings per each plot right after planting and after growing season in 2020, and then calculated survival rate, stem volume, and relative growth rates. To determine major factors affecting the early growth performances of the seedlings, among climatic drivers, soil physiochemical properties, and other site characteristics such as aspect, slope, and altitude, we analyzed correlations between the variables and the growth performances. We found that the survival rates were over 90% for all species (90% for *L. kaempferi*, 96% for *C. obtusa*, 94% for *Q. acutissima*), but low survival rates of <60% were rarely observed in the plantations with shallow A horizons or effective soil depths. There were positive correlations between stem volume and A horizon for *C. obtusa* and *Q. acutissima* and between relative increases in stem volume and soil available phosphorous for *L. kaempferi* and *Q. acutissima*. In the next survey years, we expect to find more significant factors affecting the growth performances by using the variables of a wide range. Furthermore, these results will contribute to determining suitable planting sites for the major species.

Keywords: climatic variables, soil properties, suitable site selection, survival rate

극한 기상 현상에 따른 소나무와 낙엽송 묘목의 생장 특성 변화

노남진^{1*}, 조민석¹, 권보람², 김광중³, 손요환³(국립산림과학원 산림기술경영연구소, ²양구수목원, ³고려대학교 환경생태공학과)Effect of Open-field Extreme Climate Event on Growth Performances of *Pinus densiflora* and *Larix kaempferi* SeedlingsNam Jin Noh^{1*}, Min Seok Cho¹, Boram Kwon², Gwang Jung Kim³, Yowhan Son³¹Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science²Yanggu Arboretum, ³Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University)

요약: 본 연구는 온도와 강수의 극한 기상 현상 모의에 따른 소나무와 낙엽송 묘목의 생육특성 변화를 평가하기 수행되었다. 소나무와 낙엽송 노지묘(1-0)를 대상으로, 대조구 기준 3°C와 6°C 온도를 상승시키고, 강수차단 및 폭우처리를 통한 9처리의 생육환경[온도 3처리(대조: TC, +3°C 증가: T1, +6°C 증가: T2) × 강수 3처리(가뭄: PD, 대조: PC, 폭우: PE)] 실외 실험구를 조성하였다. 2020년 7월과 8월 사이에 극한 기상 현상을 모의 처리하였으며, 처리 후 생존율, 근원경, 묘고, 물질생산량 및 묘목품질지수 변화를 조사하여 이원분산분석을 실시하였다. 처리기간 동안 평균 토양온도는 대조구에 비해 T1, T2 처리구에서 각각 2.7°C, 5.5°C 높게 나타났으며, 평균 토양수분은 T2+PD(11.0%)에서 가장 낮고, TC+PE(16.9%)에서 가장 높게 나타났다. 극한 기상 처리에 따라 소나무와 낙엽송의 생존율, 물질생산량, T/R율, 묘목품질지수는 유의적 차이가 나타나지 않았다. 낙엽송 묘목은 T1+PE 처리구에서 가장 높은 줄기재적을 보였으며, 소나무 묘목의 경우는 TC+PE 처리구에서 가장 높은 줄기재적을 나타냈다. 본 연구 결과는 여름철 단기적인 극한 기상 처리에 대해 소나무와 낙엽송의 생장은 저항적이거나 탄력적 회복 반응이 있었다는 것을 제안한다. 그러나 극한 기상 현상에 대한 묘목의 잠재적인 생장 반응을 명확하게 구명하기 위해서 향후 극한 기상 현상 발생 빈도를 증가시키고, 이에 대한 생장과 생리적 반응의 종합적인 분석이 필요할 것으로 보인다.

Abstract: This study was conducted to evaluate responses of early growth performances for *Pinus densiflora* and *Larix kaempferi* seedlings to open-field experimental extreme climate events by warming and precipitation manipulation. We measured the survival rate, root-collar diameter, height, and biomass of 1-year-old seedlings under 9 treatments [3 temperature levels (TC: Control, T1: +3°C warming, T2: +6°C warming) × 3 precipitation manipulations (PD: drought, PC: control; PE: extreme precipitation)] manipulated between July and August in 2020. We calculated stem volume, T/R ratio and seedling quality index (SQI) and performed a two-way ANOVA to test the effects of treatments on the growth performances. The mean soil temperature during the experimental period was 2.7°C and 5.5°C higher in T1 and T2 than that in TC, respectively while the mean soil moisture content was lowest in T2+PD (11.0%) and highest in TC+PE (16.9%). We found there was no significant difference in the survival rate, biomass, T/R ratio, SQI for both species among the treatments. The stem volume was highest in T1+PE for *P. densiflora* and in TC+PE for *L. kaempferi*, respectively. Our study suggests that the two species can be resistant or resilient in response of early growth performances to the short-term extreme events in summer. However, to clarify the potential impact on tree growth performance, further studies will need to increase frequency of extreme climate events and to synthesize growth and physiological responses to the manipulations.

Keywords: climate change, precipitation, seedling growth, seedling survival rate, warming

사사: 본 연구는 산림청 산림과학기술 연구개발사업 (No. 2020181A00-2122-BB01)의 지원에 의해 이루어진 것임.

도시민의 귀산촌 생활 중요도 인식 및 영향요인 분석

강병훈*, 김성학
(국립산림과학원 산림복지연구과)

An Analysis of the Importance and Influence Factors of Urban Residents' on Mountain Village Life

Byung-Hoon Kang*, Seong-Hak Kim
(Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 도시에 거주하는 도시민들의 산촌에 대한 이상적 산촌에 대한 인식과 산촌생활 유형별 중요도 인식을 파악하고, 그에 영향을 미치는 요인을 분석하는 것을 목적으로 수행되었다. 연구를 위해 전국에 거주하는 만 40세 이상 남녀 1,011명에게 구조화된 설문지(Structured Questionnaire)를 사용하여 온라인 조사를 수행하였다. 수집된 자료는 SPSS 20.0 통계 프로그램을 사용하여 빈도분석, 요인분석, Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney test를 실시하였다. 분석 결과, 도시민들은 전원생활 공간(36.1%)과 휴양 공간(13.2%)에 대해 이상적인 산촌으로 인식하는 결과를 보였다. 산촌생활 중요도 측정을 위한 요인 분석 결과에서는 사회·문화, 경제활동, 정주환경 등 3개 유형으로 도출되었다. 산촌생활 유형별 중요도는 정주환경(5.51), 경제활동(4.74), 사회·문화(4.46) 순을 보였다. 사회·문화는 이상적인 산촌에 대한 인식과 연령에 따라 유의한 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 경제활동은 소득차이와 연령에 따라 유의한 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 정주환경은 이상적인 산촌에 대한 인식에 따라 유의한 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 본 연구를 통해 도출된 결과는 도시민을 대상으로 하는 귀산촌 교육 지원과 정책사업 마련 시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: This study was conducted to identify the perception of an ideal mountain village and the importance by type of mountain village life among urban residents, and to analyze the factors that affect it. For the study, an online survey was conducted on 1,011 male and female over the age of 40 residing nationwide using a structured questionnaire. The collected data were subjected to frequency analysis, factor analysis, Kruskal-Wallis test, and Mann-Whitney test using the SPSS 20.0 statistical program. As a result of the analysis, urban residents perceived rural living spaces (36.1%) and recreation spaces (13.2%) as ideal mountain villages. The results of the factors analysis for measuring the importance of mountain village life were derived from three types: social·cultural, economic activities, and settlement environment. The importance by type of mountain village Life was in the order of settlement environment (5.51), economic activity (4.74), and society·culture (4.46). Society·culture was found to have significant differences depending on age and the perception of ideal mountain village. Economic activity was found to have significant differences depending on income and age. The settlement environment was found to have significant differences depending on the perception of ideal mountain village. It is expected that the results derived through this study could be leveraged as basic data when preparing policy projects and supporting educations for urban residents moving to mountain village.

Keywords: Mountain village residence, Cognition survey, importance by type of mountain village life

한라산 구상나무 생존율 및 고사 수형변화 모니터링

최병기^{1*}, 김재훈², 정성철³

(1국립산림과학원 난대·아열대 산림연구소, 2국립산림과학원 산림육성·복원연구과,

3국립산림과학원 기후변화생태연구과)

Monitoring of Changes in Survival Rate and Tree Shape of
Korean Fir (*Abies koreana*) in Mt. HallaByoung-Ki Choi^{1*}, Jaehoon Kim², Sungcheol Jung³¹Warm-temperate and Subtropical Forest Research Center, National Institute of Forest Science,²Forest Resource Management and Restoration Division,³Forest Ecology and Climate Change Division)

요약: 구상나무는 한국 특산식물로 한라산 아고산대 침엽수림의 주요구성종이다. 지구온난화와 더불어 발생되는 다양한 기후변화 환경에 민감하게 반응하고 있으며, 개체군과 자생지 면적 감소가 우려되고 있는 종이다. 본 연구는 한라산 구상나무의 수형변화를 바탕으로 구상나무림의 고사특성을 밝히고 종의 쇠퇴양상에 대한 환경요인을 고찰하는데 목적을 두고 있다. 2009년부터 2019년까지 한라산 두 지역에 대해 방형구(20x100m)를 설치하고 636개체의 구상나무 수형변화에 대해 9가지 유형으로 구분하여 모니터링을 실시하였다. 연구결과 전체 구상나무림 중 생존목의 수가 2009년 75.9%, 2014년 67.3%, 2019년 63.8%로 지속적으로 감소하였다. 생존목 중 가장 우점하는 형태의 수형은 선채로생육형으로, 2009년 63.2% 이후 지속적으로 감소하여 2014년 53.7%, 2019년 47.9% 수준으로 감소하였다. 10년간의 모니터링 과정에서 생존개체 중 본래 형태를 유지한 개체는 62.0%(226개체)에 불과하였으며, 그 외 개체(48.0%)는 지속적으로 수형의 변화가 발생하였다. 개체군 내에서 많은 변화를 보인 유형은 ‘선채로생육형에서 기대어생육형’ 50개체, ‘선채로생육형에서 선채로고사형’ 33개체, ‘선채로생육형에서 기대어고사형’ 14개체 등이었다. 본 결과는 한라산 구상나무가 기온상승에 따른 생육환경 제한 및 온대성 식물 종 경쟁 이외에 수형을 변화시키는 물리적 충격(태풍, 돌풍, 국지성 와류 등)에 의한 피해를 받고 있음을 반증하는 결과이다.

Abstract: *Abies koreana* is a endemic plant of the Republic of Korea and is major species of coniferous forest in subalpine zone of Mt. Halla. This is sensitive to various climate change environments that occur with global warming, and is concerned about the reduction of population and habitat area. The purpose of this study is to clarify the dead characteristics and to investigate the environmental factors of the decline patterns of species based on the change of *A. koreana* tree form in Mt. Halla. From 2009 to 2019, a plot (20x100m) was installed in two areas of Mt. Halla, and monitoring was carried out by dividing 636 *A. koreana* tree form change types into 9 types. As a result, the number of surviving trees continued to decrease to 75.9% in 2009, 67.3% in 2014, and 63.8% in 2009. The most predominant type of tree survived was AS (Alive Standing) type, which had decreased since 63.2% in 2009, down to 53.7% in 2014, and 47.9% in 2019. Only 62.0% (226 trees) of surviving trees retained their original shape during the 10 year monitoring process, while others (38%) continued to change their tree form types. The types that showed a lot of change in the population were 50 of AS (Alive Standing) to AL (Alive Lean) types, 33 of AS (Alive Standing) to DS (Dead Standing) types and 14 of AS (Alive Standing) to DL (Dead Lean) types. These results suggest that *A. koreana* are affected by physical shock (typhoon, gusts, local eddies, etc.) that change the shape other than species competition due to limited growth conditions and expansion of temperate plants.

국제사회의 대북 ODA사업 현황 분석을 통한 남북산림협력 사업발굴 제안

김은희*, 최은호, 김동환, 양아람
(국립산림과학원 국제산림연구과)

A Proposal for the Inter-Korean Forest Cooperation project through the analysis of the trend of ODA in NK by International Community

Eun-hee Kim*, Eunho Choi, Dong Hwan Kim, A-Ram Yang
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 국제사회의 북한 산림복구와 직·간접적으로 연관된 ODA 분야를 도출하고, 분야별 재정지원 규모를 분석하여 남북 관계가 경색국면인 상황을 우회하여 남북산림협력을 추진하기 위한 사업을 발굴하는데 목적이 있다. 분석대상은 OECD CRS에 보고된 북한을 대상으로 하는 양자 및 다자 ODA사업('96~'18) 413건으로, 시기별, 분야별로 동향을 분석하였다. 분석 시기는 북한 정권이 변경된 2012년, 유엔 대북제재 제2321호가 발효된 2016년, 2개의 기점을 기준으로 3개 시기로 구분하였다. 분석 대상분야는 산림 및 산림과 연계성이 높은 농업, 환경, 에너지로 대상으로 하였다. 그 결과, 1시기('96~'11)에 산림분야 지원은 핀란드가 유일했고 분야별 원조 규모는 에너지(72.65%), 농업(21.92%), 환경(5.42%), 산림(0.01%)순으로 나타났다. 2시기('12~'15)에 산림분야 지원은 FAO가 유일했고 규모 순은 농업(82.05%), 환경(15.69%), 산림(1.74%), 에너지(0.52%)로 나타났다. 3시기('13~'18)에 산림분야 지원기구는 EU연합, 스위스, FAO였고, 분야별 규모는 농업(46.17%), 에너지(42.19%), 환경(7.10%), 산림(4.54%)였다. 전반적으로 산림분야 사업은 절대적인 수와 규모가 적으나 타분야에 비해 사업추진이 확대되는 경향이 보이며, 특히 3시기의 증가는 북한의 산림분야 수요가 반영된 것으로 판단된다. 시기별 주요 공여기관의 사업 연속성과 남북산림협력 주요의제와의 교차 검토를 통해 산림분야 지속적인 지원경험이 있는 FAO와 임농복합경영 기술협력, 개간산지 곡물증대 협력사업 등 추진을 제안한다.

Abstract: The purpose of this study is to derive ODA sectors directly and indirectly related to the restoration of forests in NK by the international community, and to analyze the size of financial support by sector to find projects to promote inter-Korean forest cooperation. The analysis targets 413 projects ('96-'18) for NK reported to the OECD CRS, and trends were analyzed. The analysis period was divided into three periods: 2012 when the NK regime changed and 2016 when UN sanctions against NK took effect. The sectors to analysis were agriculture, environment, and energy that were highly linked to forests and forests. As a result, Finland was the only forest sector support at 1st period ('96-'11), and the amount of aid by sector was energy(72.65%), agriculture(21.92%), environment (5.42%), forest (0.01%). At 2nd period('12-'15), FAO was the only support for the forest sector, and the order of size was agriculture(82.05%), environment(15.69%), forest(1.74%), energy(0.52%). At 3rd period('13-'18), the support organizations for the forest sector were the EU, Switzerland, and FAO, and the size of each sector was agriculture(46.17%), energy(42.19%), environment(7.10%), forest(4.54%). Overall, the number and size of forest sector projects are small, but the project promotion tends to expand compared to other sectors, especially the increase in the 3rd period is believed to reflect NK's demand. Through a cross-examination of the continuity of projects by major donor agencies and major agendas for inter-Korean forest cooperation, it proposes FAO with continuous support in the forest sector, technical cooperation in agroforestry, and to increase crops.

DMZ 철책 주변 식생 훼손지의 토양 유형화

박기쁨*, 윤호근, 김동학, 유승봉, 송진현, 이종원, 김상준, 신현탁
(국립수목원 DMZ자생식물연구과)

Classification of the damaged area around iron fence in DMZ

Gippeum Bak*, Ho-Geun Yun, Dong-Hak Kim, Seung-Bong Yu,
Jin-Heon Song, Jong-Won Lee, Sang-Jun Kim, Hyun-Tak Shin
(DMZ Botanic Garden, Korea National Arboretum)

요약: 무장지대(DMZ)는 군사적 완충 지대로서 철책 주변에는 작전로, 초소 등 군사시설이 위치하고 있어 국방의 최전방이다. 하지만 남북 관계가 변화하고, DMZ 및 접경지역의 보전·개발 계획이 활성화되면서 군의 변화와 협력이 필요하게 되었다. 따라서 환경적인 측면에서 DMZ의 생태를 보전하는 동시에 군작전환경을 보장할 수 있는 접근 방법들이 논의될 필요가 있다. 본 연구에서는 DMZ 철책 주변을 복원하는데 앞서 철책 주변에 식생이 반복적으로 훼손된 지역의 토양 특성을 파악하고, 환경데이터를 추가하여 유형화하고자 한다. 철책 주변의 108개소에서 토양을 채취하여 토성과 이화학적 특성을 분석하였으며, 대부분 토양이 모래 함량이 높은 사양토였고, 유기물이 산림토양의 적정 수준에 미달하였다. 고도, 온도, 강수량을 추가하여 108개소에 대해 군집분석에 의한 유형화 분류(Ward linkage, Euclidean distance)를 하였다. 그 결과 4개 유형으로 나누어졌다. 각 그룹의 특성을 살펴본 결과, 저지대, 중고도지대, 동해안지대, 기타지역으로 명명할 수 있으며, 저지대는 대부분 파주, 연천에 해당하며 평균 고도가 낮았고, 중고도지대는 대부분 산악지대를 포함하고, 동해안지대는 고성의 해안 지역으로 구성되었으며, 점토질이 높은 지역이 기타지역으로 분류되었다.

Abstract: Demilitarized zone is a weapons-free buffer zone in the Korean peninsula. There are various military facilities along with barbed iron fence to secure the border between North and South Korea. The military has the prior aim of security but also has carried out activities relating to conservation. This study has a purpose to provide baseline data about the area where vegetation has been disturbed periodically for a long time. Soil sampling was undertaken at 108 sites in 2019. Most of them had high proportions of sand and were low in organic matter. With environmental variables such as altitude, temperature, and precipitation, clustering analysis was performed with methods of Ward linkage and Euclidean distance. Soil texture and temperature were considered as the main causes of classification. They were classified into 4 groups, Lowland, Middle-high land, East sea coastal land, and others. Lowland group was composed of areas with low altitudes in Paju and Yeoncheon. Middle-high land was composed of areas with higher altitudes in Hwacheon, Yanggu, and Inje. East sea coastal land included sited near the coast in Goseong. Others had high proportions of clay

Keywords: Clustering analysis, DMZ, Restoration

북한의 매체 및 위성영상을 활용한 양묘장 현황 분석

양아람*, 김은희, 임중빈
(국립산림과학원 국제산림연구과)

The Analysis Current Status of Nursery using Media and Satellite Imagery in North Korea

A-Ram Yang*, Eun-hee Kim, Joongbin Lim
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 양묘장 현대화는 2018년 남북산림협력 분과회담의 주요의제 중 하나로 실제 북한 양묘장 현대화 사업의 성과 파악을 위한 현황 분석이 우선 필요하다고 판단하였다. 이에 본 연구에서는 북한의 매체와 위성영상을 분석하여 양묘장 위치, 특징, 구성 및 시설 요소를 파악하고자 수행되었다. 2019년까지 북한의 대표 매체(로동신문, 민주조선)에 보도된 양묘장 정보와 위성영상(Google Earth)으로 판독가능한 형태적 특징(원형삼목장, 야외재배장, 종합관리동)에 따라 위치정보를 파악하고 지도에 작성하였다. 또한 북한에서 현대화된 양묘장이라고 알려진 5개소(중앙양묘장, 122호양묘장, 원산양묘장, 중평양묘장, 세포군양묘장)에 대해 양묘장 구성 및 시설 요소를 분석하였다. 그 결과 북한의 양묘장은 함경남도 21개소, 평안북도 16개소 등 총 140개소로 조사되었다. 또한 현대화된 대표 5개 양묘장의 주요한 구성 및 시설 요소는 크게 원형삼목장, 야외재배장, 시설온실, 생산지원시설, 경영시설물 등 5가지로 분류할 수 있었다. 이를 통해 북한 양묘장의 가장 큰 특징은 원형삼목장, 살림집(직원관사), 가축우리가 있다는 것이며, 대량 묘목 생산 목표와 더불어 자급자족을 위한 복합 단지를 이루고 있다는 것을 알 수 있었다. 본 연구결과는 양묘장 현대화 사업을 위한 대상, 규모, 범위 등을 설정하기 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract: Nursery modernization is one of the main agendas of the 2018 inter-Korean forest cooperation sub-meeting, and i thought it was necessary to analyze the current status in order to know the results of the actual nursery modernization project. Therefore, this study was conducted to find out location, characteristics, components and facilities element of the nursery by using analyzing media and satellite imagery in North Korea. The location of nursery was confirmed according to the nursery information reported in North Korea's representative media (Rodong newspaper and Minju-joseon) until 2019 and the morphological characteristics (circular cutting nursery, outdoor breeding facility, and comprehensive management building) that can be read by satellite imagery (Google Earth). In addition, the components and facilities element of nurseries were analyzed for 5 sites (Jungang, No. 122, Wonsan, Jungpyeong, and Sepogun nurseries) introduced as major modern nurseries in North Korea. As a result, a total of 140 nurseries in North Korea were surveyed including 21 in Hamgyeong-namdo, 16 in Pyongan-bukdo. The major components and facilities element of 5 representative nurseries could be classified into five categories: circular cutting nursery, outdoor breeding facility, facility greenhouse, production support facility, and management facility. Through this, the greatest characteristics of the North Korean nursery is that it has a circular cutting nursery, official residence, and a livestock cage. And then, it can be seen that it is forming a multiple complex for self-sufficient with the goal of mass seedling production. The results of this study can be used as basic data for setting the target, size, and scope for the nursery modernization project.

DMZ 일원 군자산(경기도 연천군)의 관속식물상

송진현*, 박기쁨, 윤호근, 유승봉, 김동학, 이종원, 길희영, 신현탁
(국립수목원 DMZ자생식물연구과)

The Flora of Vascular Plants of
Mt. Gunja(Gyeong-gi-do, Yeoncheon-gun) Adjacent to the DMZ

Jin-Heon Song*, Gippeum Bak, Ho-Geun Yun, Seung-Bong Yu, Dang-hak Kim, Jong-Won Lee,
Hee-Young Gil, Hyun-Tak Shin
(DMZ Botanic Garden, Korea National Arboretum)

요약: 본 연구에서는 경기도 연천군에 위치한 군자산(327m) 일대를 중심으로 식물상 조사를 실시하였다. 군자산 일대의 식물상 조사결과, 91과 269속 378종 5아종 50변종 6품종으로 총 439분류군의 관속식물이 조사되었다. 분류군별로는 양치식물이 5과 11분류군, 나자식물이 2과 7분류군, 쌍자엽식물이 75과 292분류군, 단자엽식물이 9과 68분류군으로 확인되었다. 주요 식물은 특산식물이 키버들, 서울제비꽃, 백운산원추리 등 총 5분류군, 산림청 지정 희귀식물은 멸종위기종(Critically Endangered) 목련, 위기종(Endangered Species) 섬오갈피나무, 취약종(Vulnerable) 큰제비고깔, 개박하, 약관심종(Least Concern) 취방울덩굴, 꽃창포, 두루미천남성으로 총 7분류군이 확인되었다. 침입외래식물은 털여뀌, 단풍잎돼지풀, 미국자리공 등 총 31분류군으로 조사되어, 조사식물 439분류군의 7.0%를 차지하였다. 식물구계학적 특정종으로는 V등급이 개느삼 2분류군, IV등급 큰제비고깔, 고로쇠나무, 불암초 등 4분류군, III등급이 향나무, 좁쌀계나무, 긴병꽃풀 등 4분류군으로, III등급 이상의 특정종은 10분류군이 조사되었다.

Abstract: In this study, a flora survey was conducted at Mt. Gunja(327m) located in Gyeong-gi-do, Yeoncheon-gun. A total of 439 taxa were surveyed in the Mt. Gunja area as 91 families, 269 genera, 378 species, 5 subspecies, 50 varieties, and 6 forms. The ferns were identified as 11 taxa from 5 families, the gymnosperms as 7 taxa from 2 family, the dicotyledonous plants as 292 taxa from 75 families, and the monocotyledonous plants as 68 taxa from 9 families. As the remarkable plants, the Korean endemic plants were 5 taxa, which are *Salix koriyanagi*, *Viola seoulensis*, and *Hemerocallis hakuunensis*. The rare and endangered plants as designated by Korea Forest Service were four-ball 7 taxa, which are *Magnolia kobus* as Critically Endangered, *Eleutherococcus gracilistylus* as Endangered Species, *Delphinium maackianum*, *Nepeta cataria* as Vulnerable and *Aristolochia contorta*, *Iris ensata*, *Arisaema heterophyllum* as Least Concern species. The invasive alien plants were 31 taxa, including *Persicaria orientalis*, *Ambrosia trifida*, *Phytolacca americana*, accounting for 7.0 percent of the 439 taxa of the surveyed plants. The floristic regional indicator plants which are III grade and above were 10 taxa, comprising 4 taxa of III grade including *Juniperus chinensis*, *Celtis bungeana*, *Glechoma grandis* and 4 taxa of IV grade including *Delphinium maackianum*, *Acer pictum*, *Melochia corchorifolia*, and 2 taxa of V grade including *Magnolia kobus*, *Cimicifuga heracleifolia*.

DMZ 일원 남산 일대(경기도 파주시)의 관속식물상

김동학*, 이종원, 송진현, 박기쁨, 윤호근, 유승봉, 김상준, 신현탁
(국립수목원 DMZ자생식물연구과)

The Flora of Vascular Plants of
Mt. Nam(Paju-si, Gyeonggi-do) Adjacent to the DMZ

Dong-Hak Kim*, Jong-Won Lee, Jin-Heon Song, Gippeum Bak, Ho-Geun Yun, Seung-Bong Yu,
Sang-Jun Kim, Hyun-Tak Shin
(DMZ Botanic Garden, Korea National Arboretum)

요약: 본 연구에서는 경기도 파주시 적성읍과 법원읍에 걸쳐 위치한 남산(191m) 일대는 DMZ 일원에 속한다. 2020년 4월부터 9월까지 총 6회에 걸쳐 계절별 조사를 실시하였다. 남산 일대의 식물상 조사결과, 양치식물 이상의 관속식물은 83과 214속 254종 4아종 26변종 5품종으로 전체 289분류군이 조사되었다. 분류군별로는 양치식물이 5과 9분류군, 쌍자엽식물이 65과 218분류군, 단자엽식물이 11과 60분류군으로 확인되었다. 주요 식물로는 특산식물 백운산원추리(*Hemerocallis hakuunensis*) 1분류군이 확인되었고, 산림청 지정 희귀식물은 확인되지 않았다. 기후변화 취약 산림식물종은 갯버들(*Salix gracilistyla*), 산벚나무(*Prunus sargentii*) 등 10과 10분류군이 확인되었고, 이 중 북방계식물 취약종인 매자나무(*Berberis koreana*)와 피나물(*Hylomecon vernalis*)이 확인되었다. 침입외래식물은 가는털비름(*Amaranthus patulus*), 달맞이꽃(*Oenothera biennis*), 미국쑥부쟁이(*Aster pilosus*) 등 15과 33분류군으로 조사되어, 조사식물 289분류군의 11.4%를 차지하였다. 식물구계학적 특정종으로는 IV등급이 고로쇠나무(*Acer pictum*) 1분류군, III등급이 광릉용수염(*Diarrhena fauriei*), 꼬리조팝나무(*Spiraea salicifolia*) 등 3분류군으로, III등급 이상의 특정종은 11분류군이 조사되었다.

Abstract: Mt. Nam(191m) is located between Jeokseong-eup and Beobwon-eup, Paju-si, Gyeonggi-do belongs to DMZ transboundary. Seasonal investigations were conducted six times from April to September 2020. As a result, the flora were classified as a total of 289 taxa, 83 families, 214 genera, 254 species, 4 subspecies, 26 varieties, and 5 forms. Among the plants collected in this surveyed area, a total of 10 taxa were identified as threatened species for climate change; *Salix gracilistyla*, *Prunus sargentii*, *Berberis koreana*, *Hylomecon vernalis*. 1 taxon was found to be endemic plants of Korea; *Hemerocallis hakuunensis*. 33 invasive alien plants were founded; *Amaranthus patulus*, *Oenothera biennis*, *Aster pilosus* and so on.

Keywords: DMZ, Flora, Mt. Nam, Vascular plants

해동 조건에 따른 낙엽송 용기묘 식재 후 생존율 및 줄기 함수율

조민석^{1*}, 노남진¹, 권보람²(국립산림과학원 산림기술경영연구소, ²양구수목원)The survival rate and stem moisture content after planting of *Larix kaempferi* container seedling according to thawing conditionsMin Seok Cho^{1*}, Nam Jin Noh¹, Boram Kwon²(¹Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science,²Yanggu Arboretum)

요약: 본 연구는 양묘과정에서의 묘목 저온저장과 연계하여 조림 전까지 우수한 묘목품질 유지를 위한 최적 해동 조건을 구명하고자 수행되었다. 낙엽송 용기묘를 대상으로 32가지 해동 조건[해동 시기(4, 5월) × 2차광(유, 무) × 2상자 개방(유, 무) × 해동 기간(1, 3, 6, 12일)]에서 생산된 용기묘의 식재 후 생존율 및 줄기 함수율을 조사·분석하였다. 해동 조건에 따른 묘목품질 변화 영향을 알아보기 위해 4원 분산분석을 이용하였다. 낙엽송의 생존율은 해동 시기, 차광, 상자 개방, 기간 등 4가지 요인 각각에 따른 통계적 차이가 나타났으며, 4가지 요인에 대한 상호작용도 확인되었다. 4월이 5월보다 높은 생존율을 보였으며, 두 시기 모두 차광을 실시하고, 포장 상자를 개방한 해동 방식에서 높은 생존율을 나타냈다. 해동 기간이 길어질수록 생존율이 낮아지는 경향을 보였다. 묘목 해동과정에서 낙엽송은 차광, 기간에 따라 줄기 함수율 값이 유의적 차이를 나타냈으며, 해동 기간이 길어질수록 함수율이 높아지는 생존율과 반대의 경향을 보였다. 이는 저온저장에서 정지되어 있던 묘목의 생육활동이 해동과 함께 시작하면서, 해동 기간이 길어질수록 온도가 높아짐에 따라 묘목의 생육활동과 함께 수분 이동이 활발히 이루어지기 때문으로 판단된다. 묘목 해동은 조림지 인근 그늘에서 통풍이 가능하도록 상자를 개방하고, 3일 이내로 실시하는 것이 적절한 것으로 판단된다. 향후 적정 해동 조건의 적용은 우수한 품질의 묘목 생산과 함께 조림 성과 향상을 기대할 수 있을 것이다.

Abstract: This study was conducted to find out the optimal thawing conditions in connection with refrigerated storage in nursery stage in order to maintain high seedling quality until planting in plantation. Refrigerated container seedlings of *Larix kaempferi* were produced under 32 different thawing conditions [2 thawing timings (April, May) × 2 shadings (shading, non-shading) × 2 packaging boxes (open, closed) × 4 thawing duration regimes (1, 3, 6, 12 days)] and then planted in plantation. We performed four-way ANOVA to test the effect of the thawing conditions on survival rate (SR) and stem moisture content (SMC) of thawed seedling after planting. The SR of *L. kaempferi* seedlings was statistically different in each of the four factors, such as thawing timing, shading, packaging box and duration, and significant interactive effects of four factors were also confirmed. Thawing showed a higher SR of seedlings in April than in May. In both thawing timings, it showed the highest SR of seedlings in the thawing condition in which light was shaded and packaging box was opened. As thawing duration increased, SR of seedlings decreased. The shading and thawing duration significantly affected SMC of *L. kaempferi* seedlings. The SMC of seedlings tended to increase as the thawing duration becomes longer, which is opposite to the result for SR. High temperature in the prolonged thawing duration may result in more active growth of seedlings with enhancing water movement in stem, as refrigerated dormant seedlings started growing with thawing. These results suggest that the best thawing condition is thawing duration of less than 3 days before planting and opening package box in well-ventilated shady locations nearby plantation. The optimal thawing condition will improve the quality of seedling production in nursery stages and increase seedling growth performances in plantation stages.

Keywords: *Larix kaempferi*, nursery, survival rate, stem moisture content, thawing

북한의 산지토사재해 발생 및 복구 특성

강민정^{1*}, 김기대², 유송¹, 서준표¹, 우충식¹, 이창우¹
 (¹국립산림과학원 산림방재연구과, ²강원대학교 산림환경시스템학과)

Occurrence and Restoration Characteristics of Sediment-related Disaster in North Korea

Minjeng Kang^{1*}, Kidae Kim², Song Eu¹, Junpyo Seo¹, Choongshik Woo¹, Changwoo Lee¹

(¹Division of Forest Disaster Management, National Institute of Forest Science

²Department of Forest Environment System, Kangwon National University)

요약: 본 연구는 산지토사재해 분야의 남북산림협력에 대한 기초자료를 제공하기 위해 실시하였다. 이를 위해 국내외 언론보도 및 보고서, 논문을 대상으로 발생이력을 수집하였으며, 발생연도별, 월별, 행정구역별로 분석하였다. 또한 Google Earth의 다시기 위성영상을 활용하여 북한에서 발생한 산지토사재해 유형 및 복구방안을 검토하였다. 그 결과, 산지토사재해 발생은 60년(1960년~2019년) 동안 총 93건이었다. 월별로는 7월과 8월에 집중되었으며, 행정구역별로는 평안남도, 강원도 및 함경남도 순이었다. Google Earth의 다시기 위성영상에서는 동시다발적으로 발생한 표층붕괴 및 토석류, 땅밀림으로 추정되는 대규모 사면변위를 확인할 수 있었다. 아울러 대부분의 산지토사재해 발생지에서 복구가 이루어지지 않았지만, 일부 지역에서는 사방조림 및 계통적 사방사업이 시행되었다. 이상의 결과를 통해 북한의 산지토사재해 발생 및 복구 특성을 (i) 우기에 집중적으로 발생, (ii) 동시다발적 발생 및 대규모 피해, (iii) 산림복구사업 추진 미흡으로 규정할 수 있었다. 본 연구결과는 북한의 산지토사재해 발생 및 복구 특성을 이해하기 위한 기초연구로서 본격적인 남북 산림협력을 위한 자료로 활용되길 기대해본다.

Abstract: This study was conducted to provide basic data of sediment-related disaster in North Korea and a base for preparing between Inter-Korean forest cooperation. For this purpose, the occurrence inventory was collected for domestic or foreign media, reports, and articles, and analyzed by year, month, and administrative districts. In addition, used Google Earth's satellite images to review the types of sediment-related disaster and how to restoration in North Korea. As a result, there were 93 cases of sediment-related disaster during the 60 years(1960 to 2019). It was concentrated in July and August, by administrative districts, Pyeongannam-do, Gangwon-do, and Hamgyong-nam-do were in order. Meanwhile, we have identified simultaneous shallow landslides and debris flow, deep-seated landslide in Google Earth's satellite images. Also most of the sediment-related disasters were not restored, but soil erosion control works were implemented in some areas. Based on the results of this study, we defined the occurrence and restoration characteristics of sediment-related disaster into three subjects in North Korea; (i) concentrated in the rainy season, (ii) simultaneous occurrence and large-scale damage, (iii) insufficient soil erosion control works.

사사: 본 연구는 산림청-민족화해협력범국민협의회 남북산림협력 연구논문 공모전의 지원으로 수행되었음.

DMZ 서부권 일원의 해명산(인천광역시 강화군) 식물상

이종원*, 송진현, 박기쁨, 윤호근, 유승봉, 김동학, 길희영, 신현탁
(국립수목원 DMZ자생식물연구과)

The flora of Mt. Haemyung (Gangwha-gun, Incheon) adjacent to the Western DMZ in Korea

Jong-won Lee*, Jin-Heon Song, Gippeum Bak, Ho-Geun Yun,
Seung-Bong Yu, Dong Hak Kim, Hee young Gil, Hyun-Tak Shin
(DMZ botanic garden, Korea national arboretum)

요약: 해명산((327m)은 인천광역시 강화군 삼산면에 위치하고 DMZ 서부 접경 지역에 속한다. 해명산은 아까시나무, 리기다소나무, 소사나무, 팔배나무 등이 우점하고 있다. 2020년 04월부터 10월까지 10회에 걸쳐 계절별로 식물상 조사를 진행하였다. 본 연구에서 확인된 해명산 일대에 분포하는 관속 식물의 현황은 7과 220속 295종 4아종 45변종 7품종 등 총 351분류군으로 확인되었다. 양치식물은 7과 10속 13종 등 13분류군, 나자식물은 1과 1속 1종 등 1분류군, 쌍자엽식물은 61과 160속 199종 4아종 34변종 6품종 등 243분류군, 단자엽식물은 10과 49속 82종 11변종 1품종 등 94분류군으로 조사되었다. 또한, 식물구계학적 특정식물 IV급은 도깨비부채 1분류군, III급은 노랑하늘타리, 애기향모 등 4분류군, II급은 고란초 및 애기석위 등 5분류군, I 급은 옥녀꽃대 등 6분류군으로 파악되었다. 희귀식물은 산림청 지정 희귀식물 자료부족종(DD)에 속하는 옥녀꽃대와 약관심종(LC)에 속하는 두루미천남성 등 총 4분류군이 확인되었다. 특산식물은 애기담의장풀 및 백운산원추리 등 5분류이 파악되었다. 침입외래식물은 미국자리공과 족제비싸리 등 27분류군으로 확인되었다. 하지만 최근 강화도와 석모도 사이에 교량이 연결되어 차량의 이동 등이 증가함에 따라 침입외래식물 등의 유입이 급증할 것으로 예상된다. 따라서 장기적인 생태계 보전대책 수립이 필요하다고 판단된다.

Abstract: Mt. Haemyungsan (327m) is located in Samsan-myeon, Ganghwa-gun, Incheon, and belongs to the western border of the DMZ. Flora surveys were conducted for each season 10 times from April to October 2020. The current status of vascular plants distributed in survey area was identified as a total of 351 taxa, including 79 families, 220 genera, 295 species, 4 subspecies, 45 varieties and 7 forma. In addition, the floristic regional indicator plants Class IV was identified a taxon of *Rodgersia podophylla* and Class III was 4 taxa such as *Trichosanthes kirilowii* var. *japonica* etc. Rare plants were identified in a total of 4 taxa, including *Chloranthus fortunei*(DD), belonging to the rare plant data shortage species designated by the Forest Service. Invasive alien plants were identified as 27 taxa, such as *Phytolacca americana*. However, as a bridge has been connected between Ganghwado and Seokmodo in recent years, as the movement of vehicles increases, the influx of invasive alien plants is expected to increase rapidly. Therefore, it is deemed necessary to establish long-term ecosystem conservation measures.

숨대 조림지와 확산지의 바이오매스 및 토양 양분분포

곽유식¹, 백경원^{1*}, 최병길¹, 하지석¹, 백경린¹, 김호진¹, 배은지², 김춘식¹
(¹경남과학기술대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원 산림바이오소재연구소)

Biomass and Soil Nutrient Distributions in Plantation and Expansion Sites of *Phyllostachys nigra* var. *henosis*

You Sig Kwak¹, Gyeongwon Baek^{1*}, Byeonggil Choi¹, Jiseok Ha¹,
Gyeongrin Baek¹, Hojin Kim¹, Eun Ji Bae², Choonsig Kim¹

(¹Department of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology,

²Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 최근 대나무의 인접 산림지역 확산이 심각한 것으로 알려져 있다. 본 연구는 경상남도 진주 월아연구시험림 내에 위치한 숨대 조림지와 확산지를 대상으로 바이오매스 부위별 양분 농도와 유기물층 및 토양 30cm 깊이의 양분 농도를 비교하였다. 숨대 조림지의 지상부 바이오매스는 47,135kg/ha로 확산지 35,236kg/ha에 비해 높게 나타났다. 조림지와 확산지 사이 부위별 질소와 인은 줄기, 가지, 잎 모두 조림지가 확산지에 비해 유의적으로($P < 0.05$) 높은 농도를 보였다. 유기물층의 양분 농도와 양분 축적량은 조림지와 확산지 사이에 유의적인 차이는 없었다. 토양 0~30cm 깊이의 평균 유기탄소 농도는 조림지가 30.80g/kg로 확산지 15.64g/kg에 비해 유의적으로 높았다. 총질소의 경우도 조림지 2.47g/kg, 확산지 1.24g/kg, 인 조림지 10.27mg/kg, 확산지 5.61g/kg, 포타슘 농도는 조림지 0.27cmolc/kg, 확산지 0.16cmolc/kg로 조림지가 확산지에 비해 유의적으로 높았다. 그러나 토양 양분축적량은 조림지와 확산지 사이에 유의적인 차가 없었다. 본 연구 결과에 따르면 확산지는 조림지보다 질소나 인의 농도가 낮은 지역으로 확산되는 것으로 나타났다.

Abstract: This study was performed to determine the distribution of nutrient in bamboo biomass and in organic layer and mineral soil at 30 cm depth between expansion and plantation sites of *Phyllostachys nigra* var. *henonis* in Jinju, Gyeongsangnam-do. Bamboo biomass was higher in plantation (47,135 kg/ha) than expansion site (35,236 kg/ha). Nitrogen and phosphorus concentrations in bamboo components (culm, branches, and foliage) were significantly higher in the plantation than the expansion sites ($P < 0.05$). However, the concentration and stocks in organic layer was not significantly different between the plantation and the expansion sites. Mean organic carbon concentration at 0-30 cm soil depth was significantly higher in the plantation (30.80 g/kg) than in the expansion sites (15.64 g/kg). In addition, total nitrogen, phosphorus, and exchangeable K^+ at 0-30 cm soil depth were significantly higher in the plantation compared with the expansion sites, whereas the nutrient stocks were not affected by bamboo expansion. The result indicates that bamboo expansion was not influenced by low nutrient concentration of mineral soils.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 산림바이오소재연구소의 연구용역 “대나무 황폐지·확산 죽종별 임지 양료 순환 특성분석(I)”의 지원에 의해 이루어진 것임.

환경 스트레스에 따른 화경버섯 균사체의 생물발광 변화 및 관련 유전자 서열 분석

박미정*, 이효림, 유림
(국립산림과학원 산림소득자원연구과)

Changes in Bioluminescence of *Omphalotus japonicus* Mycelia via Environmental Stresses and Partial Sequence Analysis of the Related Genes

Mi-Jeong Park*, Hyorim Lee, Rhim Ryoo
(Division of Special Forest Products, National Institute of Forest Science)

요약: 생물발광은 생물체 내에서 빛이 방출되는 현상을 말한다. 이 현상은 다양한 생물 중에서 나타나며 알려져 있으며, 균류에서는 현재까지 약 80여 종에서 생물발광이 보고되었다. 한국에 자생하는 대표적인 생물발광 버섯으로는 화경버섯(*Omphalotus japonicus*)이 있다. 본 연구에서는 화경버섯 균사의 생물발광에 대해 조사하였다. 고체 배지에서 자란 화경버섯 균사체의 가장자리 부근에서 중심부에 비해 높은 발광이 관찰되었다. 또한 균사 표면에 상처를 내자 해당 부위에서 강한 생물발광이 관찰되었다. 다음으로 극단적인 온도 스트레스에 의한 생물발광의 변화에 대해서도 살펴보았다. 그 결과, 외부 자극에 의한 상처 스트레스와 달리 고온이나 저온 스트레스에 의해 균사의 생물발광이 억제됨을 확인하였다. 끝으로 균류의 생물발광에 필수적인 효소로 알려진 히스피딘수산화효소(hispidin-3-hydroxylase)와 루시페라아제(luciferase)의 카르복시 말단 아미노산 서열을 밝혀내고, 다른 균류에서 알려진 서열과 비교하였다.

Abstract: Bioluminescence refers to the production and emission of light in living organisms. It is widely observed in marine vertebrates and invertebrates, as well as in some microorganisms and fungi. To date, approximately 80 species of fungi have been reported to be luminous. One such example is *Omphalotus japonicus*, which is a representative luminous fungus found in Korea. In this study, we examined the bioluminescence of *Omphalotus japonicus* mycelia. Light emission was detected at the edges of mycelia grown on solid agar medium. Notably, the intensity of bioluminescence was found to be significantly enhanced following wound induction. We also investigated the effects of extreme temperatures on bioluminescence. Unlike mechanical damage, high and low temperatures repressed the light emission from mycelia. We also revealed the C-terminal regions of two enzymes, hispidin-3-hydroxylase and luciferase, which are pivotal in the fungal bioluminescent pathway.

Keywords: Bioluminescence, *Omphalotus japonicus*, Luciferase, Environmental stress

사사: 본 연구는 산림청의 “독버섯의 분류학적 재검토 및 유형별 생리생태학적 특성과 약리물질 탐색 연구(KNA 1-3-2, 19-5)” 과제에 대한 지원으로 이루어진 것임.

System Dynamics를 이용한 산지전용 수요 예측 모델 개발 연구

곽두안*

(국립산림과학원 산림복지연구과)

Application of System Dynamics Approach to Development of Forestland Conversion Demand Prediction Model

Dooahn Kwak*

(Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구에서는 우리나라의 미래 산지면적의 변화를 전망하기 위해 요인들의 인과관계에 기반한 System Dynamics 모델을 개발하여 2050년까지 산지전용 수요 변화를 전국 단위로 분석하였다. 모델을 개발하기 위한 산지전용 형태의 유형은 농업용지, 공업용지, 공공·공공용지, 대지로 분류하여 시계열 자료로 구축하였다. 각 산지전용 유형에 영향을 주는 피드백 인자를 분석한 결과, 농업용지와 공업용지는 모두 GDP와 직접적인 음과 양의 관계를 가지는 것으로 나타났고, 공용·공공용지는 GDP와 직접적인 양의 관계가 성립하지만 생활용 목적이 대부분이기 때문에 인구수와도 직접적인 영향을 주고받는 것으로 나타났으며, 대지의 경우에는 경기상황을 대표하는 GDP와 건축허가량에 직접 영향을 받는 것으로 분석되었다. 또한 각 유형에 영향을 주는 GDP, 건축허가량, 인구의 변수는 하위단의 생산토지, 생산자산, 고용자수 등의 변수와 순환적 관계가 성립하고 이러한 변수에 의해 유발되는 각 유형별 전용면적은 생산토지에 다시 영향을 주는 피드백 관계를 나타내는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서는 작업 효율성을 고려하여 통계청에서 제공하는 GDP와 인구자료, 건축허가량 시계열자료를 이용하여 각 유형을 직접 추정하는 모델을 개발하였다. 그 결과 농업용지 전용수요는 지속적으로 감소하고, 2050년까지의 공업용지 수요는 2018년 전용면적 대비 약 50% 정도 감소하는 것으로 나타났으며, 공용·공공용지도 2050년까지 감소추세를 나타내지만 감소율이 타 유형에 비해 낮은 것으로 분석되었으며, 대지의 수요는 가구수 감소와 더불어 2034년 정점대비 약 900ha까지 줄어드는 것으로 예측되었다. 이렇듯 산지전용은 미래에도 지속적으로 발생하기 때문에 산지의 보호와 국토의 균형적 발전을 위해서는 현재의 산지이용 체계를 개선하여 합리적인 이용을 유도할 수 있는 법률과 정책이 수반되어야 할 것으로 사료된다.

Abstract: This study was performed to predict change of forestland area in future to 2050 using System Dynamics Model which is based on feedback loop by causal relationship. As future forestland area change was depend on potential forestland conversion demands, each demand type of forestland conversion such as agricultural, industrial, public and residential use was modeled using annual GDP, population, amount of construction permission (1981~2018). In results, all of conversion demands would have decreased to 2050 while residence case would be reduced from 2034. If forestland conversion would be occurred inevitably in future according to such change trends of all types, improved laws and policies related to forestland should be prepared for planned use and rational conservation in terms of whole territory management.

Keywords: Forestland Conversion, System Dynamics, GDP, Population, Construction Permission

도시지역의 정의에 따른 도시숲의 공간적 변화에 관한 연구

곽두안*

(국립산림과학원 산림복지연구과)

Analysis on Spatial Change of Urban Forest by Urban Definitions

Dooahn Kwak*

(Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 우리나라 도시숲은 「도시숲 등의 조성 및 관리에 관한 법률」에 의거하여 자연공원을 제외한 모든 산림과 수목으로 정의되고 있으나, 일반적인 인식으로서의 도시 내 존재하는 숲의 개념과는 이질성이 있다. 그러므로 본 연구에서는 도시숲을 “도시 내에 존재하는 산림과 수목”으로 규정하고, 도시의 공간적 경계를 제안하고 그에 따른 도시숲의 면적 변화를 모의하였다. WHO(2016)에서는 도시숲의 범위를 주거지로부터 안전하고 가까운 거리로서 300m 이내로 제한하고 있다. 이러한 정의에 착안하여 첫 번째로 “용도지역 중 도시지역”의 최외곽 경계로부터 300m 이내까지 도시로 규정하고 해당 경계 내에 존재하는 숲을 도시숲으로 규정하였고, 두 번째로 생태적 관리와 현실적인 접근 거리를 고려하여 행정구역 상 읍·동 구역 내 도시지역 최외곽으로부터 300m 경계와 연결하는 산림구역까지를 도시로 규정하고 해당 지역 내에 존재하는 산림 및 수목을 도시숲으로 규정하여 양적분포를 분석하였다. 분석 결과, 도시지역 외곽 300m 경계와 연결하는 산림구역까지를 도시로 규정한 경우 도시숲 면적은 약 192만ha로 나타났고, 1인당 도시숲 면적은 약 385m²로 분석되었다. 또한 읍·동 기준 내의 용도지역 상의 도시지역 외곽 300m 경계와 연결하는 산림구역의 경우에는 약 120만ha가 도시숲으로 분석되었고 1인당 도시숲 면적은 약 253m²로 추정되었는데, 이러한 수치는 최근에 발표된 도시숲 통계(256m²/인)와 비슷한 것을 알 수 있다. 이렇듯 도시의 정의에 따라 도시숲의 면적이 다양하게 추정될 수 있기 때문에, 국가통계를 집계하기 위해서는 도시에 대한 정의가 먼저 수반되어야 하고, 그에 따른 현실적·과학적 근거에 따른 도시숲의 면적이 산출되어야 한다.

Abstract: The definition of urban forest is described as all forest and trees except the Natural Parks throughout whole territory in Urban Forest Act. But the concept of urban forest in the law differs from general awareness by Korean citizen and from definitions of other countries. For discussing such differences of urban forest definition, it was tested how much urban forest area would be changed according to the various definition of urban area. The urban area was defined to be three assumptions in this study, which were 1) “urban area” by National Land Planning and Utilization Act (NLPUA), 2) forest watershed area intersected with 300m buffered boundary from the “urban area” by World Health Organization (WHO), and 3) forest watershed intersected with 300m buffered boundary from “urban area” placed within administration boundary more than Eup·Dong districts. In results by three scenario, urban forest area was estimated at 0.65, 1.92 and 1.20 million ha respectively by three definitions of urban area in sequence. Therefore, the boundary of urban area should be agreed clearly prior to defining the urban forest area for avoiding unclear area calculated according to different definitions.

Keywords: Urban Forest, Urban Definition, Forest Watershed, WHO

가공 황토 처리가 산양삼 생육에 미치는 영향

이소라^{1,2*}, 조원우³, 윤문영⁴, 최현모², 강호덕¹⁽¹⁾동국대학교 바이오환경과학과, ⁽²⁾국립산림과학원 산림바이오소재연구소,⁽³⁾국립산림과학원 산림생명자원연구부, ⁽⁴⁾동국대학교 생명과학연구원)Effect of Red Clay-Processed Materials on the growth of Wild-simulated ginseng(*Panax ginseng* C.A. Meyer)Sora Lee^{1,2*}, Wonwoo Cho³, Moon-young Yoon⁴, Hyunmo Choi², Hoduck Kang¹⁽¹⁾Department of Biorological and Environment Science, Dongguk University,⁽²⁾Forest Biomaterials Research Center, National Institute of Forest Science,⁽³⁾Forest Bioresources Department, National Institute of Forest Science,⁽⁴⁾Research Institute of Biotechnology, Dongguk University)

요약: 인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 두릅나무과(Araliaceae)에 속하는 다년생 음지성 초본 식물로 약효 성분이 뛰어나 2000년 전부터 아시아 전 지역에 널리 사용되고 있다. 인삼의 뿌리를 비롯하여 각 부분을 생약재 또는 추출물 상태로 이용하고 있으며, 면역세포를 조절하고 면역 체계의 항상성을 유지하여 질병이나 미생물 공격에 대한 저항력을 강화할 수 있다. 인삼은 생육환경에 따라 산삼, 산양삼, 인삼으로 분류하고 있으며, 야생상태에서 자연 발아한 산양삼은 약리 활성면에서 재배 인삼보다 효과가 더 높은 것으로 알려져 있다. 산양삼이 농·산촌 지역의 대표적 고소득 임산물 중 하나로 각광 받으면서 시장규모가 급증하고 있으나, 재배환경과 재배기술 등에 있어서 과학적이고 체계적인 접근이 필요한 상황이다. 본 연구에서는 산양삼 재배지에 친환경 재료인 가공 황토를 농도 별로 처리하여 산양삼의 생육특성 및 산양삼의 주요한 성분을 분석하고, 효과적인 재배를 위한 기초적인 과학적 데이터를 제시하고자 하였다.

Abstract: Ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer, Family Araliaceae) is perennial shade herbaceous plant with excellent medicinal properties and has been widely used throughout Asia since 2000 years ago. Roots, stems, leaves of ginseng can be used in the form of herbal or extract to regulate immune cells and maintain homeostasis of the immune system to strengthen resistance to disease or microbial attack. Ginseng is classified as wild ginseng, wild-simulated ginseng, and cultivated ginseng and it is known that wild-simulated ginseng is more effective than cultivated ginseng in terms of medicinal activity. As wild-simulated ginseng is spotlighted as one of the representative high income forest products in rural areas, the market size is rapidly increasing, but a scientific and systematic approach such as cultivation environment and cultivation technology is required. In this study conducted to analyze the growth characteristics and the main ingredients of wild-simulated ginseng by processed red clay, which is and eco-friendly material, by concentration, and present basic scientific data for effective cultivation.

사사: 본 연구는 농림축산식품부 기술사업화지원사업(관리번호 812001-3) 지원에 의해 수행된 연구 결과입니다.

낙엽송 임분의 간벌강도에 따른 지하부 탄소저장량의 중장기 변화

윤태경^{1*}, 이성훈¹, 김성준², 김광은³, 손요환⁴, 이상태⁵

(¹상지대학교 산림과학과, ²국립생태원 멸종위기종복원센터, ³국립산림과학원 기후변화생태연구과, ⁴고려대학교 환경생태공학부, ⁵국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Long-term change of belowground carbon storage in Japanese larch stands with different thinning intensity

Tae Kyung Yoon^{1*}, Seonghun Lee¹, Seongjun Kim²,
Gwangeun Kim³, Yowhan Son⁴, Sang-Tae Lee⁵
(¹Department of Forest Science, Sangji University,

²Restoration Center for Endangered Species, National Institute of Ecology,

³Forest Ecology and Climate Change Division, National Institute of Forest Science,

⁴Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University,

⁵Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 간벌은 생육환경, 임분생장, 목재형질 등의 개선을 목적으로 임분밀도를 조절하는 대표적인 숲가꾸기 활동으로, 2030 NDC(국가온실가스감축목표) 달성 및 2050 탄소중립 실현을 위한 산림부문 탄소 흡수원 확충 정책을 지원하는 최적의 간벌작업체계에 대한 지침 마련이 요구되고 있다. 이를 위해 본 연구는 낙엽송 임분을 대상으로 다양한 간벌강도로 처리한 시험지를 2011년 광릉, 인제, 무주에 조성하고, 3년 주기로 낙엽층, 고사목, 토양의 탄소저장량을 관찰하였다. 2017년도 조사에서는 간벌 작업 결과 총 4개 시험지 중 3개 시험지에서 토양 탄소저장량이 증가했으며, 2개 시험지에서 낙엽층 탄소저장량이 감소하였다. 그러나 토양 탄소저장량 증가 효과와 낙엽층 및 고사목 탄소저장량 감소 효과가 상쇄된 결과 모든 시험지에서 지하부 탄소저장량의 증감은 발견되지 않았다. 2020년 조사에서도 유사하게 3개 시험지에서는 간벌 작업에 따른 지하부 탄소저장량의 유의한 차이가 발견되지 않았다. 단, 인제 시험지의 경우 간벌구에서 지하부 탄소저장량이 감소한 결과가 발견되었다. 간벌 작업 후 10여 년의 시간이 경과함에 따라 간벌 처리별 입지환경의 차이가 완화된고, 그 결과 이전 조사대비 간벌의 지하부 탄소저장량 효과는 감소하였을 것으로 본다.

Abstract: Thinning is a representative forest management practice that controls stand density for improving growing environment, stand growth, and wood quality. Due to the policy of expanding forest carbon sinks to achieve 2030 NDC (Nationally Determined Contributions) and 2050 carbon neutrality, there is a need to prepare guidelines for the optimized thinning practice. This study has monitored long-term change of belowground carbon storage including forest floor, dead wood, and soil in Japanese larch stands which were treated with different thinning intensity in 2011. In the 2017 survey, thinning increased soil carbon storage in three of the total four sites, and decreased forest floor carbon storage in two sites. However, as a result of offsetting effect between increase of soil carbon storage and decrease of forest floor carbon storage, no increase or decrease in the belowground carbon storage was observed in the all sites. Similarly, in the 2020 survey, no significant difference was found in the belowground carbon storage by thinning practice in three sites except the Inje site. The difference of the growing environment in stands with different thinning intensity has been mitigated since the thinning operation; the net effect of thinning on belowground carbon storage might decrease compared to the previous investigation.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 산림기술경영연구소 2020년 위탁연구과제에 의해 이루어진 것임.

유전다양성 보전을 위한 한라산 구상나무 아집단의 유전특성 구명

채승범*, 임효인
(국립산림과학원 생명정보연구과)

Genetic Variation of Korean Fir Sub-populations in Mt. Hallasan for Conservation of Genetic Diversity

Seung-Beom Chae*, Hyo-In Lim
(Forest Bioinformation Division, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 쇠퇴하고 있는 한라산 구상나무(*Abies koreana*)의 유전다양성을 구명하고자 수행하였다. 한라산 내 구상나무 분포지역인 영실, 방애오름, 진달래밭 아집단에서 성목을 대상으로 각 40개체씩 침엽 시료를 수집 후 유전다양성과 유전분화도를 구하였다. 각 아집단의 구상나무의 평균수고와 평균 흉고직경은 영실 3.5m, 16.7cm, 방애오름 4.0m, 19.2cm, 진달래밭 5.1m, 23.6cm이다. *Abies*속 수종에서 개발된 10개의 Microsatellite 마커를 이용했다. 한라산 집단의 전체 유전다양성은 관찰된 대립유전자 수(A)가 6.1개, 유효 대립유전자수(Ae)가 3.7개, 이형접합도 관찰치(Ho)가 0.533, 이형접합도 기대치(He)가 0.603, 고정지수(F)는 0.075이었다. 집단간 유전다양성을 비교한 결과 진달래밭(A=6.1, Ae=3.9, Ho=0.583, He=0.613, F=0.006), 영실(A=6.1, Ae=3.5, Ho=0.550, He=0.610, F=0.055), 방애오름(A=6.0, Ae=3.8, Ho=0.468, He=0.587, F=0.164) 순으로 나타났고, 방애오름의 고정지수가 비교적 높게 나타났다. Wright의 F통계량에 의한 3개 집단간 유전분화율(Fst)은 0.023로 나타났으며, AMOVA결과에서는 전체 유전변이량의 3.67%($\Phi ST=0.037$)가 집단 간 차이로 나타났다. 기존에 연구된 지리산 아집단보다 상대적으로 유전다양성은 낮았으며 유전분화율은 높은 것으로 나타났다.

Abstract: It was conducted to determine whether the genetic diversity of the declining *Abies koreana* in Mt. Hanllasan. A total of 40 samples of needle leaf were collected from the Yeongsil, Bangaeoreum, and Jindalraebat sub-populations in the *Abies koreana* distribution area of Hallasan, and genetic diversity and genetic differentiation were calculated. The average height and DBH of *Abies koreana* each sub-populations are 3.5m, 16.7cm in Yeongsil, 4.0m, 19.2cm in Bangaeoreum, and 5.1m, 23.6cm in Jindalraebat, respectively. A total of 10 nuclear Microsatellite markers developed in *Abies* genus were used. The population of *Abies koreana* in Mt. Hanllasan the average number of alleles (A) was 6.1, the average number of effective alleles (Ae) was 3.7, observed heterozygosity (Ho) was 0.533, expected heterozygosity (He) was 0.603, and fixation index was 0.075, respectively. Comparing the genetic diversity between sub-populations, Jindalraebat (A=6.1, Ae=3.9, Ho=0.583, He=0.613, F=0.006), Yeongsil (A=6.1, Ae=3.5, Ho=0.550, He=0.610, F=0.055), and Bangaeoreum (A=6.0, Ae=3.8, Ho=0.468, He=0.587, F=0.164) were ranked in order, and the fixed index of Bangaeoreum was relatively high. Genetic differentiation among sub-populations was 0.023 from F-statistics (Fst) and was 0.023 from AMOVA analysis (ΦST). Compared to the previously studied Mt. Jirisan sub-populations, the genetic diversity of population in Mt. Hallasan was relatively low and the genetic differentiation rate was high.

한국산 천마 엽록체 해독 및 난과식물 엽록체 비교 분석

강민정*, 안찬훈, 김기태, 박응준
(국립산림과학원 산림생명공학연구과)

The complete chloroplast genome of *Gastrodia elata* from Korea and its comparison with Orchidaceae species

Min-Jeong Kang*, Chanhoo An, Ki-Tae Kim, Eung-Jun Park
(Forest Biotechnology Division, National Institute of Forest Science)

요약: 천마는 난초과 고등식물이나 엽록소의 결핍으로 인해 종자 발아와 생장과정에서 공생균이 절대적으로 요구된다. 본 연구에서는 각종 신경계통의 질병에 대한 효능을 가진 천마의 엽록체 염기서열을 해독 및 난초과 식물과의 유전체 비교분석을 통해 오믹스 정보를 활용한 진화과정을 추정하고 광합성에 관한 정보를 확보하고자 수행하였다. 한국산 천마의 엽록체 크기는 35,230bp였으며, Large Single Copy (LSC)와 Small Single Copy (SSC) 영역을 포함하고 있지 않았다. A-T 비율이 73.3%로, 유전자 개수는 20개, tRNA 5개, rRNA 3개 존재하였다. 한국산과 중국산 천마의 엽록체 크기는 74bp 차이를 보였고, 두 품종 사이에서 SNP 495개, InDel 75개의 변이가 관찰되었다. 특히 InDel 변이는 대부분 단백질 코딩영역에 분포되어 있었으며(87%), 10bp 이하의 염기서열 변이가 주로 관찰되었다. 삽입(insertion) 변이의 경우 7개 유전자(*clpP*, *matK*, *rps12*, *rpl2*, *rpl16*, *ycf*, and *ycf2*)에서 확인되었고, 결실(deletion) 변이는 4개 유전자(*clpP*, *rpl16*, *rps12*, and *ycf2*)에서 관찰되었다. 이와 같은 결과를 통해 천마에서 광합성 관련 엽록체 유전체의 완전 손실을 확인하였으며 완전 공생식물에서 나타나는 패턴으로 볼 수 있었다.

Abstract: *Gastrodia elata*, a fully mycoheterotrophic orchid, relies on fungi for seed germination and nutrient absorption due to lack of chlorophyll. Despite its medicinal importance, little is known about the genomic resources of *G. elata*. In this study, the completed chloroplast genome of *G. elata* from Korea was determined and compared with other members of family Orchidaceae. The cpDNA is 35,230bp in length and lacked the large and small single copy (LSC and SSC) regions due to the lost inverted repeat (IR). The overall AT content is 73.30%, and the cpDNA contains 20 protein-coding genes, 5 tRNA genes, and 3 rRNA genes. Furthermore, the Korean *G. elata* cp genome is 74bp smaller than that of the Chinese *G. elata*. It revealed substantial variants 495 SNPs and 75 InDels between the two *G. elata* cp genomes. Relatively, 39 InDels occurred in the protein-coding region, most of which (87%) were less than 10bp in length. Insertion occurred in the seven protein-coding genes (*clpP*, *matK*, *rps12*, *rpl2*, *rpl16*, *ycf*, and *ycf2*), while deletion was observed in the four coding genes (*clpP*, *rpl16*, *rps12*, and *ycf2*). In conclusion, the cp genome of *G. elata* suffered the complete loss of photosynthesis-related genes and this is the same pattern occurring in other obligate symbiotic plants.

Keywords: *Gastrodia elata*, mycoheterotrophic, Orchidaceae, chloroplast, InDel

찰피나무 정아배양을 통한 신초 유도 및 식물체 재분화

김태동*, 이나눔, 권은경, 김용욱
(국립산림과학원 산림생명공학연구과)

In vitro shoot induction and plant regeneration from seedling-derived apical bud explant in *Tilia mandshurica*

Tae Dong Kim*, Na Nyum Lee, Eun Kyoung Kwon, Yong Wook Kim
(Division of Forest Biotechnology, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 찰피나무의 정아배양을 통한 신초 유도 및 식물체 재분화를 위한 최적 조건을 조사하였다. 찰피나무 실생 유묘(5-month-old seedling)의 정아로부터 신초 유도를 위해 MS배지에 여러 농도(0.5-2.0 mg/L)의 BA를 처리하여 6주간 배양한 결과 1.0 mg/L BA 처리구에서 신초 유도율 82.2%로 가장 높게 나타났다. 신초 발근 유도의 경우 1/2MS배지에 다양한 농도의 옥신(IBA, NAA)을 처리하여 4주간 배양한 결과, 0.5-1.0 mg/L IBA 또는 3.0 mg/L NAA 처리구에서 각각 발근율 100%로 가장 높게 나타났다. 발근 식물체를 토양에 기외 이식한 후의 순화율은 0.5-1.0 mg/L IBA 또는 NAA 첨가 배지 유래 발근된 식물체에서 100%로 가장 높게 나타났다. 뿌리 길이는 0.5 mg/L IBA 첨가 배지에서 18.5cm로 가장 높게 나타났는데, 결과적으로 신초의 발근을 통한 식물체 재분화 및 기외 순화 효율을 동시에 향상시키기 위해서는 IBA 첨가가 NAA보다 더욱 효과적이며, 가장 적정농도는 0.5 mg/L로 나타났다.

Abstract: This work was to develop an efficient method for shoot induction and plant regeneration of seedling-derived apical bud explant in *Tilia mandshurica*. The highest rate (82.2%) of shoot induction was obtained when apical bud explants from juvenile seedling (5-month-old) were cultured on MS medium containing 1.0 mg/L BAP. Among the three kinds of cytokinins tested for shoot multiplication (BAP, zeatin, and kinetin), BAP was the most effective for that; the highest number (2.1) of shoots per explant was observed on MS medium supplemented with 1.0 mg/L BAP. For rooting of *in vitro*-elongated shoots, the highest rooting rate (100%) was observed in half-strength MS medium supplemented with 0.5-1.0 mg/L IBA or 3.0 mg/L NAA. In the acclimatization process, plantlets that were rooted on the IBA (0.5 mg/L)-supplemented medium had the highest survival rate (100%) or root length (18.5 cm). This work showed that a low concentration (0.5 mg/L) of IBA is appropriate for rooting.

Keywords: *Tilia mandshurica*, apical bud culture, shoot induction, root induction

굴참나무림의 입지 및 생육 특성 연구

정상훈*, 이상태, 박준형
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

A study on characteristics of distribution and growth for Oriental cork oak (*Quercus variabilis*) in South Korea

Sang Hoon Chung*, Sang Tae Lee, Joon Hyung Park
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 굴참나무는 참나무류 수종 중 신갈나무 다음으로 분포면적이 넓고 입목형질이 양호하기 때문에 활용 가능성이 매우 높다. 굴참나무의 분포와 입지 및 영급에 따른 생장 특성을 파악하고 임분 구조 분석 및 입목형질 조사를 위해 굴참나무의 점유비율이 75% 이상인 임분 81개소를 대상으로 사면경사·방향, 토양 등 입지환경과 임분생장 현황, 영급 분포, 입지 생산능력 등 생육 특성을 조사하였다. 굴참나무림은 주로 해발고도 200~400m 범위에 분포하고 있으며, 남사면의 산복에 위치하였다. 굴참나무림의 토양은 유효토심이 대부분 A층위를 초과하고 있으며, 유기물 함량과 토양의 양분 보유력인 양이온치환용량은 적정 수준인 것으로 파악되었다. 그러나 토양산도는 산성화 비율이 높고 유기물, 질소 및 유효인산, 치환성 양이온 함량은 적정 생육 범위에 미치지 못하였다. 입지생산능력인 지위지수 범위는 8~16으로 나타나 현행 임분수확표의 지위지수 범위(12~18)보다 상대적으로 낮았다. 굴참나무림의 53%는 5영급 이상의 장령림이며, 영급이 올라갈수록 임분밀도가 감소하는 경향을 보였다. 굴참나무림으로 조성된 뒤 20년이 경과하면 평균생장량의 최고점과 연년생장량이 교차되는 것으로 분석되었으며, 4영급 이상부터 흉고직경 및 수고 생장 증가폭이 낮아지는 경향을 보였다.

Abstract: Oriental cork oak (*Quercus variabilis*) has a wide distribution area and is highly likely to be used because it has a good tree shape. In order to understand the growth characteristics according to the oak distribution, location and age, and to analysis of stand structure and standing trees quality, for 81 oak stands with an occupancy ratio of more than 75% of the oak, the location environment (slope and direction, soil, etc.) and the growth characteristics (stand growth, the distribution of age, and forest productivity) were investigated. The oak forests are mainly distributed in the range of 200~400m above sea level, and are located in the southern slope of mountains. The effective soil depth of the oak forests mostly exceeds the A layer, and the organic matter content and the cation exchange capacity, which is the nutrient retention capacity of the soil, were found to be at an appropriate level. However, soil acidity had a high acidification rate. In addition, the content of organic matter, nitrogen, available phosphoric acid, and exchangeable cations did not reach the appropriate growth range. The range of the site index (forest productivity) was 8 to 16, which was relatively lower than the range of the index (12 to 18) according to the current stand yield table. The oak forests accounted for 53% of matured stand with V or higher age class, and the stand density trends to decrease as the age class increases. It was analyzed that 20 years after the oak forests were established, the peak of the average growth rate and the annual growth rate intersect. From IV or higher age class, the DBH and height growth tended to decrease.

Keywords: Location environment, Forest productivity, Growth, Oriental cork oak

소나무와 굴참나무 임분의 낙엽·낙지에 의한 월별 탄소 유입량

최병길^{1*}, 백경원¹, 하지석¹, 김형섭², 손요환², 김춘식¹(¹경남과학기술대학교 산림자원학과, ²고려대학교 환경생태공학과)Monthly Carbon Input by Litterfall in
Pinus densiflora and *Quercus variabilis* StandsByeonggil Choi^{1*}, Gyeongwon Baek¹, Jiseok Ha¹, Hyungsub Kim², Yowhan Son², Choonsig Kim¹(¹Department of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology,²Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University)

요약: 본 연구는 경상남도 진주와 산청지역에 서로 인접하여 생육하고 있는 소나무와 굴참나무 임분을 대상으로 낙엽·낙지의 월별 탄소 유입량을 구명하기 위해 수행하였다. 낙엽·낙지는 원형 낙엽수집기(0.25m²)를 이용하여 2018년 6월부터 2019년 5월까지 매월 수집하였으며, 원소 분석기로 탄소 농도를 분석하였다. 총 연 탄소 유입량은 인접한 두 임분 간 유의적인 차이가 없었으나, 진주-소나무 임분(2,877 kg C ha⁻¹ yr⁻¹)과 진주-굴참나무 임분(2,828 kg C ha⁻¹ yr⁻¹)은 산청-소나무 임분(2,505 kg C ha⁻¹ yr⁻¹), 산청-굴참나무 임분(2,049 kg C ha⁻¹ yr⁻¹)에 비해 높게 나타나 지역 간 차이가 있었다. 월별 탄소 유입은 두 수종 모두 11월 가장 높았으나 유입 형태는 차이가 있었다. 굴참나무 임분은 두 지역 모두 11월 가장 높았으며 10월, 9월 순으로, 단기간 집중적인 탄소 유입을 나타내 단봉 분포(unimodal-distribution)를 보였으나, 소나무 임분은 11월, 10월, 12월, 3월에서도 높아 다봉 분포(multimodal-distribution)를 보였다. 본 연구결과에 따르면 낙엽·낙지에 의한 월별 탄소 유입 형태는 수종뿐만 아니라 지역 간에도 상당히 차이가 있었다.

Abstract: This study was carried out to compare the carbon(C) input by litterfall in adjacent *Pinus densiflora* (P) and *Quercus variabilis* (Q) stands in Sancheong-gun (S) and Jinju-si (J), Gyeongsangnamdo, Korea. Circular litter traps with a surface area of 0.25 m² were installed to measure the C input by litterfall. Litter was collected at monthly intervals between June 2018 and May 2019. C concentration of litterfall was analyzed using an elemental analyzer. There was not a significant difference in annual total C input (JP : 2877 kg C ha⁻¹ yr⁻¹, JQ : 2828 kg C ha⁻¹ yr⁻¹, SP : 2505 kg C ha⁻¹ yr⁻¹, SQ : 2049 kg C ha⁻¹ yr⁻¹) between adjacent species but varied by two regions. The monthly total C input was the highest in November in both species, but the monthly C input pattern was different between both species. *Q. variabilis* stands showed a unimodal-distribution with the highest C input in November, followed by October and September, which is a tendency for C input by litterfall to be input heavily from September to November. In contrast to *Q. variabilis*, *P. densiflora* stands had a multimodal-distribution, including high inputs of C in October, December, and March as well as November. These results indicated that the monthly C input by litterfall varies considerably between two species as well as regions.

사사: 본 연구는 한국 임업진흥원(과제번호 R1707942)과 한국연구재단(과제번호 2020R1A2C1005791)의 지원을 받아 수행한 연구임.

간벌강도에 따른 낙엽송 임분의 지상부 탄소저장량 분석

이상태*, 정상훈, 박준형
(국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Influence of Thinning Intensities on Aboveground Carbon Storage in *Larix kaempferi* Stands

Sang Tae Lee*, Sang Hoon Chung, Joon Hyung Park
(Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 낙엽송 임분의 간벌강도에 따른 지상부 임목의 탄소저장량 능력을 분석하기 위하여 수행되었으며, 조사대상지는 2011년도에 재적간벌률을 기준으로 인제군(0%, 10%, 20%, 30%), 포천시(0%, 20%, 30%)에 조성하였다. 조사대상지는 10~12.6m의 영구표준지를 각각 조성하였으며, 개체목에 대한 흉고직경, 수고, 연륜생장 등을 2011~2020년 까지 3년 주기로 임분조사를 실시하였다. 간벌 후 낙엽송 임분의 지상부 연평균 탄소흡수량을 분석한 결과 포천의 경우 대조구(2.0 tC/ha/yr)가 30% 간벌처리구(1.3 tC/ha/yr), 20% 간벌처리구(0.7 tC/ha/yr) 보다 높은 것으로 조사되었다. 인제의 경우 대조구(2.6 tC/ha/yr), 20% 간벌처리구(2.1 tC/ha/yr), 30% 간벌처리구(1.8 tC/ha/yr) 그리고 10% 간벌처리구(1.7 tC/ha/yr) 순으로 조사되었다. 낙엽송 임분의 간벌처리구별 개체목별 탄소저장량은 증가한 것으로 분석되었으나, 임분수준의 경우 대조구의 탄소저장량이 간벌처리구 보다 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과로 미루어 낙엽송 임분의 탄소저장량 증진을 위한 산림관리를 위해서는 최적 임분밀도에 대한 고려가 필요하며, 추가적으로 장기적인 모니터링을 통해서 임분밀도에 따른 상관관계를 분석해야 할 것으로 판단된다.

Abstract: The objective of this study was to estimated aboveground C storage for different thinning intensities in *Larix kaempferi* stands. The study site stand were located in Inje-gun(control, 10%, 20%, 30%), and Pocheon-si(control, 20%, 30%) for different thinning intensities based on volume were established at each stand in 2011. Circular 10~12.6m radius plots were permanently located and we identified all of the trees in each plot to measured diameter breast height(dbh) of trees over 6cm diameter at 1.2m above the soil surface, tree height, and tree ring growth. and the stand surveys were conducted every three years thereafter(2011~2020). In Pocheon-si, annual average carbon stocks of control plot (2.0 tC/ha/yr), which was higher than 30% plot (1.3 tC/ha/yr), 20% plot (0.7 tC/ha/yr). Annual average carbon stocks of 0% plot (2.6 tC/ha/yr) was higher than that of 20% plot (2.1 tC/ha/yr), 30% plot (1.8 tC/ha/yr). 10% plot (1.7 tC/ha/yr) in Inje-gun. The results of this study showed that increased the carbon stocks of individual trees in the thinning treatments, but did not increase carbon stocks of thinning treatments at stand level higher than 0% plot. If the objective of increasing carbon stocks of *Larix kaempferi* stands. we need the further research for optimized stand density and long-term investigation for carbon storage under different thinning practices.

Keywords: Aboveground, Carbon storage, *Larix kaempferi*, Stand density, Thinning

대기오염 내 주요 수종의 BVOCs 발생과 기체교환능력의 상관성 연구

이종규*, 우수영, 광명자, 임예지, 김한동, 정수경, 김주영
(서울시립대학교)

The relationship between tree-based biogenic volatile organic
compounds (BVOCs) emission and leaf gas exchange on
urban trees under air pollution

Jong Kyu Lee*, Su Young Woo, Myeong Ja Kwak, Yea Ji Lim, Han Dong Kim,
Su Gyeong Jeong, Ju Yeong Kim
(University of Seoul)

요약: 도시 수목은 일반적으로 오존(O₃) 및 미세먼지(PM)와 같은 대기오염물질 저감 등 다양한 역할을 통해 인간 건강에 도움이 된다. 이러한 역할에 따라, 도시 수목과 대기오염의 관련성 연구는 활발히 진행되었다. 수목을 통한 대기오염 저감은 기공 흡수 또는 식물 표면 흡착으로 발생한다. 이러한 이유로 도시 수목은 대기오염 줄이는 데 중요한 역할로 잘 알려져 있다. 반면, 수목이 생물적 휘발성 유기화합물(BVOCs) 배출로 인해 대기질에 악영향을 주는 것도 인식되고 있다. 수목은 생장 및 발달과 생물적 및 비생물적 피해로부터 보호하기 위해 BVOCs 배출한다. 최근, 일부 연구에서는 잎의 가스교환능력이 수목의 BVOCs 배출량과 밀접한 관련성이 있다고 보고했다. 특히, BVOCs 중 하나인 이소프렌의 경우 잎의 기공전도도 변화와 높은 상관성을 보인다. 따라서, 이 연구에서는 미세먼지 중 하나인 150 $\mu\text{g m}^{-3}$ 의 비산재(fly ash)와 100ppb의 O₃를 처리하여 *Pinus densiflora*, *Ginkgo biloba*, *Taxus cuspidata*, *Prunus yedoensis*, *Zelkova serrata*와 같은 도시 내 주요 수종의 BVOCs 배출량과 기체교환능력 특성의 상관성을 연구하였다. 본 연구는 도시 저감을 위한 도시 수목 선발에 대한 기초자료를 제공할 수 있다.

Abstract: Urban trees contribute to the benefit of human health through a multitude of services, mainly by reducing atmospheric gas pollutants such as ozone (O₃) and particulate matter (PM). Studies on the relationship between urban trees and air pollution has become a popular topic. The removal of air pollution by trees can occur through stomatal uptake and/or deposition to plant surfaces. For this reasons, urban trees are well known as a critical role in reducing air pollution. However, it is also increasingly recognized that trees can give a negative effect on air quality by biogenic volatile organic compounds (BVOCs) emission. Trees employ BVOCs emission for basic functions in growth and protecting from the abiotic and biotic stresses. Some researches have reported that leaf gas exchanges can significantly affect BVOCs emission of urban trees. Especially, isoprene, which is one of BVOCs, is closely related to changes in stomatal conductance on trees. This study aimed to research the relationship between BVOCs emission and photosynthetic activity on major urban trees (*Pinus densiflora*, *Ginkgo biloba*, *Taxus cuspidata*, *Prunus yedoensis*, and *Zelkova serrata*) under 150 $\mu\text{g m}^{-3}$ of PM and 100 ppb of O₃ conditions separately. The results of this research can be helpful to the selection of urban tree species to reduce air pollution.

Acknowledgment

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (No. 2018R1D1A1A02044683).

nSSR 마커를 이용한 닥나무 노거수의 번식 특성 구명

서한나*, 임효인
(국립산림과학원 생명정보연구과)

Reproductive characteristics of old *Broussonetia* × *kazinoki* tree
using nSSR markers

Han-Na Seo*, Hyo-In Lim
(Forest Bioinformation Division, National Institute of Forest Science, Suwon, Korea)

요약: 닥나무는 유성번식과 무성번식을 모두 하는 것으로 알려져 있다. 닥나무는 열매와 어린 잎을 식용할 수 있으며, 나무껍질의 섬유가 길고 충격에 강한 특성을 가지고 있어 창호지나 한지 등의 원료로서 재배되고 있다. 닥나무는 재배가 쉽고 맹아 발생력이 우수하여 경제수종으로 활용되고 있다. 이러한 자원 식물의 유전자형을 분석하여 유전적 다양성을 파악하는 것은 수집 등 관리방안의 방향성 선정에 도움을 준다. 본 연구는 닥나무 노거수의 번식 특성을 파악하기 위해 12개의 nSSR 마커를 사용하여 닥나무 노거수를 포함한 33개체의 닥나무 유전자형을 비교하였다. 연구 대상 식물은 경남 진주에 위치한 닥나무 노거수(수고 8.5m, 흉고직경 60cm)와 그 주변에 자연발생하여 생육하는 닥나무 32개체, 총 33개체이다. 유전분석 결과 33개체 모두 하나의 유전형을 가진 것으로 나타났다. 따라서 닥나무 노거수 주변에 생육하는 총 32개체의 닥나무는 노거수에서 무성증식된 것으로 판단된다.

Abstract: *Broussonetia* × *kazinoki* are known to reproduce in sexual and asexual reproduction. And it can use its fruit and young leaves for food, and it is grown as a material for window paper and hanji because the fiber of the bark is long and shock-resistant. It is also an economical tree because it is easy to grow and has the ability to sprout. This study was conducted to identify the reproductive characteristics of old *Broussonetia* × *kazinoki* tree. The research materials include one old tree located in Jinju, Gyeongsangnam-do, and 32 trees growing around it. A total of 33 DNA samples were collected and genetic analysis was performed through 12 nSSR markers. Genetic analysis shows that all 33 individuals have one genotype. Therefore, it is decided that a total of 32 trees that grow near the old tree have grown as asexual reproduction from the old tree.

소나무, 낙엽송, 상수리나무, 전나무 포트묘의 내염성 비교

서다혜^{1*}, 박준형¹, 김기우^{1,2}

(1경북대학교 생태환경시스템학과, 2경북대학교 수목진단센터)

Comparison of Salt Tolerance among Pot Seedlings of *Pinus densiflora*, *Larix kaempferi*, *Quercus acutissima*, and *Abies holophylla*Dahye Seo^{1*}, Junhyung Park¹, Ki Woo Kim^{1,2}

(1Department of Ecology and Environmental System, Kyungpook National University,

²Tree Diagnostic Center, Kyungpook National University)

요약: 조림지의 침을 제거하기 위해 소금을 처리하므로 조림목의 염해가 우려되고 있다. 이에 주요 수종의 포트묘를 대상으로 소금 처리에 대한 내염성을 비교하였다. 소나무, 낙엽송, 상수리나무, 전나무 포트묘에 0, 20, 40, 60, 80, 100g의 소금을 처리하고 가시적 피해와 건중량을 비교하였다. 전나무에서는 소금 60g 이상 처리구에서 1주 후부터 잎에서 갈변 증상이 나타났다. 소나무와 낙엽송은 80g 이상 처리구에서 4주 후부터 잎의 갈변과 뒤틀림이 각각 나타났다. 그러나 상수리나무에서는 가시적 피해가 나타나지 않았다. 모든 수종의 80g 이상 처리구는 대조구와 비교하여 건중량의 25% 이상 감소하였다. 건중량은 모든 처리구에서 대조구에 비해 유의한 차이를 보였으며($P = 0.05$), 소금 처리량과 부의 상관관계를 나타냈다. 이 결과는 조림지의 소금 처리 시 수종별 내염성을 고려한 소금량의 세분화가 필요함을 시사한다.

Abstract: Salt is used to control *Pueraria lobata* in plantations, raising concerns about the damage to planted seedlings. Here we compared salt tolerance among pot seedlings of *Abies holophylla*, *Larix kaempferi*, *Pinus densiflora*, and *Quercus acutissima*. They were subjected to salt treatments from 0, 20, 40, 60, 80 to 100g and checked for their visible damage and dry weight. *A. holophylla* treated with at least 60g salt showed leaf browning after one week. Leaf browning and distortion were observed in the treatments of at least 80g salt of *P. densiflora* and *L. kaempferi* after 4 weeks, respectively. However, no visible damages were detected in *Q. acutissima*. Dry weight of all seedlings in the treatments of at least 80g salt decreased by more than 25% compared with that of the control. There were significant differences ($P = 0.05$) and negative correlations in dry weight between the salt treatments and control. These results suggest that different salt amounts should be treated depending on tree species in plantations.

사사: 본 연구는 산림청 칠성장 소금처리 제거효과 및 안전성 모니터링사업(No. 20200500F60)의 지원에 의해 이루어진 것임.

우리나라에 자생하는 세 수종의 수분이용전략 비교

이기웅^{1*}, 김은숙¹, 이보라², 조낭현³, 임종환¹

(¹국립산림과학원 기후변화생태연구과, ²국립산림과학원 난대·아열대산림연구소,

³강원대학교 환경학과)

Comparison of Water use strategies of three co-occurring tree species

Kiwoong Lee^{1*}, Eun-Sook Kim¹, Bora Lee², NangHyun Cho³, Jong-Hwan Lim¹

(¹Division of Forest Ecology and Climate Change, National Institute of Forest Science,

²Warm Temperature and Subtropical Forest Research Center, National Institute of Forest Science,

³Department of Environmental Science, Kangwon National University)

요약: 우리나라 산림에서 소나무와 참나무류는 고유 자생종으로 넓은 지역에 분포하고 있는 우점종이다. 이 두 수종은 모두 양수로서 많은 경우에서 경쟁 관계에 놓여있다. 기후변화시나리오에 따르면 소나무와 참나무류의 적지분포의 변화가 생길 것이라고 예상되며, 현재 소나무의 경우 고온과 가뭄에 의한 피해 사례가 발견되고 있다. 수종에 따라 가뭄 스트레스를 대처하는 능력은 다르며 이는 구조적 그리고 생리·생태적 특성에 기인한다. 본 연구는, 2019년에서 2020년까지 2년간 포천 산림생산기술연구소에서 소나무, 잣나무, 그리고 졸참나무를 대상으로 하여 기후변화의 의한 가뭄에 대처하는 각 수종별 수분이용전략을 분석하기 위해 증산량, 직경생장량을 측정하여 수분이용효율을 계산하였다.

Abstract: Pines and oaks are the dominant species that are native and widely distributed in Korea. These two species are in a competitive relationship in some respects as shade-intolerant species. According to a new greenhouse gas concentration scenario “Representative Concentration Pathway(RCP)”, it is predicted that pines and oaks’ distributions are to be limited. Also, the declines and die-off of pines have been reported. The different abilities of plant species to deal with drought stress have been associated with structural and ecophysiological traits. The study was conducted in Forest Technology and Management Research Center, Pocheon from 2019 to 2020. *Pinus densiflora*, *Pinus koraiensis*, and *Quercus serrata* were selected to figure out the species’ water use strategies in response to climate change by measurements of sapflow, DBH increment and Water use efficiency.

Keywords: sapflow, water use efficiency, water use strategies, DBH increment

남부지역 도시 수목의 바이오매스 추정 상대생장식 개발

하지석^{1*}, 백경원¹, 최병길¹, 이정민², 김형섭², 손요환², 김춘식¹
 (¹경남과학기술대학교 산림자원학과, ²고려대학교 환경생태공학부)

Development of Allometric Equations for Urban Tree Biomass in Southern Korea

Jiseok Ha^{1*}, Gyeongwon Baek¹, Byeonggil Choi¹, Jeongmin Lee²,
 Hyungsub Kim², Yowhan Son², Choonsig Kim¹

(¹Department of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science Technology

²Division of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University)

요약: 도심 내 수목의 생장과 바이오매스는 최근 기후변화 관점에서 도시림의 탄소 고정량 평가에 중요한 것으로 알려져 있다. 본 연구는 도시녹지에 주로 식재되는 은행나무, 느티나무, 벚나무를 대상으로 상대생장식을 개발하였다. 수종별 각 5분의 표본목을 직경급이 고르게 분포하도록 별채하여 흉고직경 (DBH), 흉고직경²수고 (DBH²H), 수고 (Height;H), 지하고, 수관폭을 독립변수(X)로 하고 임목부위별 건중량을 종속변수(Y)로 한 상대생장식($\log_{10}Y=a+b\log X$)을 개발하였다. DBH 또는 DBH²H를 독립변수로 하는 상대생장식의 경우 3수종 모두 유의성이 인정되었으며 ($P<0.05$) 결정계수 값 (R^2) 또한 높게 (0.92-0.99) 나타나 목질부, 수피, 줄기, 가지, 잎, 뿌리, 지상부총량, 지상부+지하부총량 등 각 부위별 바이오매스 추정이 가능한 것으로 나타났다. 수고와 수관폭을 독립변수로 하는 상대생장식은 은행나무를 제외한 느티나무, 벚나무 2수종에서 유의성이 인정되었으나 결정계수 값 (R^2) 이 상대적으로 낮게 나타났다. 지하고를 독립변수로 한 상대생장식의 경우 3수종 모두 유의성이 인정되지 않았다. 한편, 3가지 수종이 모두 포함된 도시수목 일괄 상대생장식의 경우 지하고를 독립변수로 한 상대생장식을 제외하고 모두 유의성이 인정되었으며 DBH, DBH²H를 독립변수로 하는 경우가 결정계수 값이 가장 높아 남부지방 도시녹지에 식재된 은행나무, 느티나무, 벚나무는 일괄 상대생장식을 이용하여 바이오매스 추정이 가능한 것으로 나타났다.

Abstract: The growth and biomass of trees planted in urban green space were important to determine carbon sequestration in urban green space under climate change situation. This study was conducted to develop urban-specific allometric equations for 3 species (*Ginkgo biloba* Linn., *Zelkova serrata* (Thunb.) Makino., *Prunus serrulata* Lindley.) which are commonly planted as urban trees in Southern region. Each of the five sample trees were cut down so that their diameter classes are evenly distributed. allometric equations were developed by using diameter at breast height (DBH), DBH²H, crown height, clear bole length, crown diameter as independent variables. Allometric equations for all species were significant ($P<0.05$) with DBH or DBH²H accounting for 92-99% of the variation so it can be used to estimate each component. Allometric equations were significant with crown height or crown diameter except for *Ginkgo biloba* Linn. but coefficient of determination is relatively lower than other independent variables. Allometric equations of all species were not significant with clear bole length. Meanwhile, urban-specific generalized allometric equations included all three species were almost significant except for equations using clear bole length as variables. These results indicated that three species of urban-specific allometric equations in southern region can be used to estimate tree biomass by using generalized allometric equations because it has a high coefficient of determination when using DBH and DBH²H as independent variables.

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음 (과제번호 20UMRG-B158194-01).

도시숲에서 측정한 높이별 미세먼지 분포 특성 - 천장산을 중심으로

김평래*, 황병목, 서홍덕
(국립산림과학원 도시숲연구센터)

Characteristics of Aerosol Distribution by Elevation Measured in Urban Forest - focused on Cheonjangsan Mountain

Pyung-Rae Kim*, Byung-Mook Hwang, Hong-Duck Sou
(Urban Forests Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 미세먼지는 다른 주요 대기 오염과 함께 가장 시급한 대기 오염 문제가 되었다. 도시숲은 대기 오염물질을 저감 시킴으로써, 도시 대기 환경을 향상시키는데 중요한 역할을 한다. 숲이 미세먼지를 감소시키는 방법으로는 흡수, 흡착, 차단, 침강이 있으며, 이러한 과정을 통해 대기 오염물질을 감소시킨다. 본 연구에서는 소나무 숲 내에서 높이별로 미세먼지를 농도를 측정하여 높이에 따른 미세먼지 특성을 파악하고자 하였다. PM10, PM2.5 측정은 Airpro(SGA Embedded Co. Ltd, Korea)를 사용하여, 높이별로(0.5m-하층, 1.5m-지층, 4m-중층, 6m-상층) 측정하였다. 측정 기간동안 PM10 농도는 상층이 $36.9\mu\text{gm}^{-3}$, 중층이 $43.2\mu\text{gm}^{-3}$, 지층이 $38.1\mu\text{gm}^{-3}$, 하층이 $32.6\mu\text{gm}^{-3}$ 으로 나타났고, PM2.5 농도는 $28.3\mu\text{gm}^{-3}$, $29.5\mu\text{gm}^{-3}$, $29.2\mu\text{gm}^{-3}$, $26.8\mu\text{gm}^{-3}$ 으로 각각 나타났다. 이는 미세먼지가 상층에서 하층으로 이동할 때 잎 표면에 흡수, 흡착되면서 농도가 변하는 것으로 판단된다. 도시숲 내 미세먼지의 동태 파악을 바탕으로 미세먼지 저감을 위한 도시숲의 조성 및 관리방안 수립에 도움이 될 것으로 생각된다.

Abstract: Fine particulate matter, along with other atmospheric particulate pollution, has become the most pressing air pollution concern in the country. Urban forests play an important role in improving the urban atmospheric environment by reducing atmospheric pollution. Forest can reduce PM by absorption, adsorption, blocking and deposition. In this study, we try to understand the distribution characteristics of aerosol by measurement according to the vertical position in the *Pinus Koraiensis* forest. The PM10, PM2.5 concentrations were measured by a mobile PM measuring device, Airpro(SGA Embedded Co. Ltd, Korea), which was installed 0.5, 1.5, 4, 6m above the ground. The average PM10 concentration were $36.9\mu\text{gm}^{-3}$, $43.2\mu\text{gm}^{-3}$, $38.1\mu\text{gm}^{-3}$, $32.6\mu\text{gm}^{-3}$ in 6, 4, 1.5, 0.5m, respectively. PM2.5 concentration were $28.3\mu\text{gm}^{-3}$, $29.5\mu\text{gm}^{-3}$, $29.2\mu\text{gm}^{-3}$, $26.8\mu\text{gm}^{-3}$, respectively. when fine dust moves form the upper layer to the lower layer, the concentration seems to change as it was absorbed or adsorbed to the leaf surface. Based on understanding the dynamics of fine dust in the urban forests, this study can contribute to development and management of urban forests to reduce fine dust.

Keywords: Urban Forest, PM10, PM2.5, dynamics of PM

사사: 본 연구는 국립산림과학원 ‘미세먼지 발생원 대응 도시숲 조성 모델 개발’ 과제 (#FE01002019032020)에서 수행한 연구 결과임

도시 그린인프라의 임상별 연중 기온저감 효과 분석

황병목*, 김평래, 서홍덕, 오정학
(국립산림과학원 도시숲연구센터)

Analysis of Intra-Annual Cooling Effect of Urban Green infrastructure by Forest Type

Byung Mook Hwang*, Pyung-Rae Kim, Hong-Duck Sou, Jeong-Hak Oh
(Urban Forests Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 도시 그린인프라는 증발산작용과 그림자 효과를 통해 숲 내부와 주변 기온을 저감하는 것으로 알려져 있다. 이 연구는 도시 그린인프라의 연중 기온저감 효과를 파악하고자 임상별 기온을 계절에 따라 분류하고 그레이인프라(동대문 종관기상관측소)와 비교하였다. 이를 위해 서울시 홍릉시험림, 영취원, 청량리역 교통섬을 포함한 16개소에 온습도 센서(VAISALA, SP-2000-20R, Finland)를 설치하고 2019년 12월부터 2020년 11월까지 기온과 상대습도를 측정하였다. 그린인프라의 연중 기온저감 효과는 도시림($-1.3 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$), 초지($-0.9 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$), 도시공원($-0.7 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$), 교통섬($+0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$) 순으로 나타났다. 임상별 기온저감 효과는 활엽수림($-1.4 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$)과 혼효림($-1.4 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$)이 침엽수림($-1.1 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$)보다 상대적으로 우수하였다. 계절에 따른 도시림의 주간기온(09:00~18:00)은 개엽 이전까지 활엽수림에서 기온저감 효과가 침엽수림보다 낮았지만 5월 이후 역전하였다. 이 연구의 결과는 도시 그린인프라 조성 및 관리방안에 이바지할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: The urban Green Infrastructure(GI) is well known to reduce the temperature inside and around the forest through evaporation and shadow effects. To identify the intra-annual cooling effect of GI, this study classified temperatures by season according to the forest type and compared them with grey infrastructure(Dongdaemun Automatic Weather Station). We measured temperature and relative humidity at 16 locations, including Hongneung experimental forest in Seoul, urban park, and traffic island, from Dec 2019 to Nov 2020 using SP-2000-20R sensors(VAISALA, Finland). The intra-annual cooling effect of GI was in the order of urban forest($-1.3 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$), grassland($-0.9 \pm 0.3^{\circ}\text{C}$), urban park($-0.7 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$), and traffic island($+0.6 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$). The intra-annual cooling effect of broadleaf forests($-1.4 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$) and mixed forests($-1.4 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$) was relatively superior to coniferous forests($-1.1 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$). As a result of comparing the daytime(09:00~18:00) temperature of urban forests, broadleaf forests had a higher temperature than coniferous forests before budding, but after May, they have a relatively lower temperature. This study can contribute to the planning and management of urban GI.

Keywords: urban forest, gray infrastructure, heat wave, air temperature, traffic island

사사: 본 연구는 국립산림과학원 ‘미세먼지 발생원 대응 도시숲 조성 모델 개발’ 과제(#FE01002019032020)에서 수행한 연구 결과임

불법목재 교역제한 제도는 비관세장벽인가?

김동현*, 전철현
(국립산림과학원 국제산림연구과)

Is System of Prohibiting Illegal Log Trade a Non Tariff Barrier?

Dong-Hyun Kim*, Cheol-Hyun Jeon
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 이 연구의 목적은 주요 목재 수입국이 도입한 불법목재 교역제한 제도가 무역 원활의 측면에서 비관세장벽으로서의 역할을 하는지 알아보기 위해 수행하였다. 이를 위해 제도를 도입한 주요 국가로는 미국, EU를 대상으로 하였다. 산업구조의 측면에서 미국의 목재 산업은 수입주도형 국가인 반면에 EU는 수출 주도형 국가로 구별할 수 있다. 이러한 가운데 미국은 생산자가 목재 합법성을 입증하는 Due care 체계인 반면, EU는 국가 시스템으로 목재 합법성을 입증하는 Due diligence 체계로서 그 차이가 있다. 결과적으로 목재 합법성 검증 체계에 따라 무역 효과를 중력모형을 이용하여 분석한 결과, 미국은 섬유판과 제재목을 중심으로 제도 도입 이후 교역량이 평균 -61.3% 감소한 것으로 나타났다. 이와 달리, EU는 다양한 목재제품에 대해 평균 -26.7% 교역량이 감소하였다. 흥미로운 것은 EU는 제도 도입 이후 EU 내부 간 교역량은 39.3% 오히려 증가하였다. 이러한 결과를 종합해 보면 미국은 보호하고자 하는 시장에 대해 전략적으로 높은 수준의 비관세장벽을 세운 반면 EU는 다양한 품목에 대해 전방위적으로 비관세장벽을 세운 것으로 풀이할 수 있다. 결정적으로 EU는 제도 도입 이후 내부 거래가 증가했다는 것은 불법목재의 교역을 금지하는 제도가 비관세장벽으로 활용하고 있다고 볼 수 있다.

Abstract: The purpose of this study was to find out if the illegal wood trade prohibiting system introduced by major wood importers serves as a non-tariff barrier in terms of trade smoothness. The major countries that introduced the system were the United States and the EU, and in terms of industrial structure, the U.S. wood industry was identified as an import-driven country, while the EU was an export-driven country. Among these, the U.S. was a Due care system in which producers demonstrate wood legality, while the EU was a Due diligence system in which national system demonstrates wood legality. As a result, the trade effects was analyzed using a gravity model by verification system for wood legality, and the U.S. showed that the trade volume decreased by -61.3% on average since the introduction of the system, mainly on sawn wood and MDF. On the other hand, the EU saw an average decrease of -26.7% in trade for various wood products. Interestingly, the EU's inter-EU trade volume has been increased by 39.3% since the introduction of the system. Considering these results, the U.S. has strategically raised non-tariff barriers to markets it wants to protect, while the EU has raised non-tariff barriers on various items. Desicively, it was estimated that the EU is using the system to ban the trade of illegal wood as a non-tariff barrier in terms of increased internal transactions since the introduction of the system.

Keywords: Non-Tariff Barrier, Illegal logging, Due care, Due diligence

덤핑 방지 관세의 부과가 국내 합판 시장에 미치는 영향 분석

김동현*, 허경도, 전철현
(국립산림과학원 국제산림연구과)

Analysis of Domestic Plywood Demand by Imposing Anti Dumping Tariff

Dong-Hyun Kim*, Gyong-do Heo, Cheol-Hyun Jeon
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 우리나라는 말레이시아를 시작으로 중국 그리고 최근에는 베트남에 대하여 수입산 합판에 덤핑 방지 관세 10%를 부과하기로 잠정적으로 결정한 이후 덤핑 방지 조치의 효과를 두고 국내 합판 제조사와 수입자의 의견이 분분하다. 따라서 이 연구의 목적은 수입산 합판에 대한 덤핑 방지 조치가 국내 합판 산업에 미친 영향을 분석하는데 있다. 이를 위해 국내산 합판에 대한 수요함수를 추정하였으며 2001년 1월부터 2018년 12월까지 월별 시계열 자료를 이용하였다. 분석 결과, 국내산 합판의 수요함수는 국내산 합판 가격과 대체재 가격인 수입가격에 대한 부호는 이론에 부합하는 것으로 나타났다. 하지만 소득과 관련된 변수는 이론에 부합하지 않는 것으로 분석되었다. 그 원인으로는 비목재 합판 대체재의 등장과 준내수형 합판의 오용에 의한 영향이라고 판단된다. 그리고 덤핑 방지 조치로 국내산 합판의 가격이 상승하고 물량이 증가함에 따라 국내 합판 제조사의 편익은 증가하는 것으로 분석되었다. 하지만 무역 대체효과에 의해 수입량이 다시 증가하여 덤핑 방지 효과가 무력해진 것을 경험한 바 있다. 따라서 덤핑 방지 조치는 국내 합판 산업에 긍정적이지만 그 효과는 제한적일 것이다.

Abstract: Since Korea tentatively decided to impose 10 percent anti-dumping tariffs on imported plywood, starting with Malaysia, and recently Vietnam, domestic plywood manufacturers and importers are divided over the effects of anti-dumping measures. Therefore, the purpose of this study is to analyze the impact of anti-dumping measures on imported plywood and the domestic plywood industry. For this purpose, the demand function for domestically produced plywood was estimated and monthly time series data were used from January 2001 to December 2018. The analysis shows that the demand function of domestic plywood is consistent with the theory of domestic plywood price and import price, which is the price of substitute goods. However, variables related to income were analyzed to be inconsistent with the theory. The reasons for this are the emergence of non-wood substitutes and the misuse of waterproof plywood. And it was analyzed that the benefits of domestic plywood manufacturers increase as the price of domestic plywood rises and supplies increase due to anti-dumping measures. However, the trade substitution effect has increased imports again, making the anti-dumping effect ineffective. Thus, anti-dumping measures will be positive for the domestic plywood industry, but its effect will be limited.

Keywords: Anti dumping Tariff, Demand curve, Plywood markets

상수리나무에서의 미세먼지 흡착량 분석 방법

김이레*, 오창영, 손정아, 제선미, 장한나
(국립산림과학원 도시숲연구센터)

Quantitative Analysis Method of Particulate Matter on
Quercus acutissima Carruth. Leaf Surfaces

Iereh Kim*, Changyoung Oh, Jounga Son, Sunmi Je, Hanna Chang
(Urban Forests Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 숲은 대기 중 미세먼지를 수목의 표면에 흡착하여 일정 부분 대기질을 정화한다고 알려져 있으며, 그 저감량은 수종에 따라 다르다. 도시 지역에서 수목이 미세먼지를 흡착함으로써 제공하는 대기질 개선 서비스를 평가하기 위해서는 잎에 흡착되는 미세먼지를 정확히 정량하는 것이 필요하다. 기존 연구에서 초음파 세척, 침지, 진탕 처리 등 다양한 방법을 이용하여 미세먼지 현탁액을 만들고 중량법으로 미세먼지를 정량하였으나 이러한 방법은 처리 도중 섬모나 큐티클 같은 잎 표면의 미세조직을 함께 박리할 수 있어 정확한 무게를 측정할 수 없다는 문제점이 있다. 이에 본 연구에서는 우리나라에서 흔히 자생하는 수종인 상수리나무를 대상으로, 중량법의 처리 시간과 방법에 따른 표면의 손상 정도와 미세먼지 정량 정도를 평가하였다. 그 결과, 초음파 세정은 잎의 표면 큐티클을 박리하여 중량법에 적합하지 않았으며, 침지 및 진탕 처리는 처리 후 60분까지는 표면을 손상시키지 않는 것으로 나타났다. 이때, 침지 처리보다 진탕 처리의 효과가 좋았으며 ($p < 0.0001$), 진탕 처리 시간은 60분 처리했을 때 PM_{10} 과 PM_3 의 단위 면적 당 미세먼지 흡착량이 각각 $0.00515 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 과 $0.00243 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 으로 가장 높았으나, 유의한 차이는 없었다 (PM_{10} , $p=0.325$; PM_3 , $p=0.553$). 이후 잎의 표면 특성이 상수리나무와 다른 수종을 대상으로 적당한 처리 방법 및 처리 시간을 연구할 필요가 있을 것으로 보인다.

Abstract: Forests purify the air by accumulate airborne particulate matter(PM). But particle capturing ability of trees varied by species. In order to evaluate the particulate matter accumulation by the urban forest trees, it is necessary to quantify the leaf surface PM accurately. In many studies, accumulated PM were measured by filtration-weighing method and diverse pretreatment such as sonicating, shaking or soaking were selected when PM-solvent suspension were made. However, these methods may have problem that it is not possible to accurately measure the PM since micro-structures on the leaf surface can be damaged during the treatments. In this study, we had quantitative comparison of sonicating, shaking and soaking treatments and evaluate leaf damage from the treatments. As a result, sonicating was not suitable since it damaged leaf surfaces. Shaking treatment had better value than soaking ($p < 0.0001$), PM_{10} and PM_3 on 60 minute of shaking treatment were $0.00515 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ and $0.00243 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ respectively. However, there was no significant difference.

지리산 산겨릅나무 집단의 유전다양성과 공간유전구조

안지영*, 이제완, 천세원
(국립산림과학원 산림생명정보연구과)

Genetic diversity and spatial genetic structure of
Acer tegmentosum in Mt. Jiri

Ji-Young Ahn*, Jei-Wan Lee, Se-Won Chun
(Devison of Forest Bioinfomation, National Institute of Forest Science)

요약: 산겨릅나무는 단풍나무속 낙엽활엽교목으로 지리산을 포함하여 중부 이북 해발 800m이상 지역에 분포한다. 최근에는 산겨릅나무의 추출물에 대한 약리효능 연구가 지속적으로 이루어지면서 항산화, 항염증 효과가 우수하다고 밝혀졌다. 이에 따라 자생지 내 불법채취가 빈번하게 발생하여 훼손이 심각하다. 자생지 내 개체 수가 감소하면 적은 개체에 의한 제한적 교배가 증가하면서 종의 유전다양성이 감소하는 문제가 발생한다. 본 연구는 지리산 내 산겨릅나무 집단 1.4ha (100m×140m)내 47개체를 대상으로 유전다양성을 추정하고 공간적 유전구조를 알아보았다. 평균 유전다양성은 관찰된 대립유전자 수(A)가 3.8개, 유효 대립유전자 수(A_e)가 2.3개, 이형접합도 관찰치(H_o)가 0.431, 이형접합도 기대치(H_e)가 0.490으로 나타났다. 고정지수(F)는 0.077로 나타났다. 혈연계수를 이용하여 공간자기상관성을 분석한 결과, 40m 거리 내 개체 간 유전적으로 유사성이 있는 것으로 추정되었다. 공간적 유전구조의 강도(S_p)는 0.0005로 생활사가 유사한 종 평균보다 낮았다. 지리 공간적 정보를 이용한 베이지 군집분석에서는 2개의 유전군집이 확인되었다. 본 연구결과는 산겨릅나무 유전다양성 보존을 위한 전략마련에 활용될 예정이다.

Abstract: *Acer tegmentosum* Maxim. belongs to *Acer* genus and is deciduous broad-leaved tree species. It is distributed over 800m above sea level north of the central regions including Mt. Jiri. Recently, there were many kind of studies about pharmacological efficacy of the extract of *A. tegmentosum*. There were reported that efficacy of extracts have excellent Anti-oxidative and Anti-Inflammatory. Accordingly, there have been frequently illegal logging in natural habitat, It is critical problem that individuals were decreased in habitat. If there is a limited mating between small number of individuals in the population, It would be decreased genetic diversity in species. A total of 47 individuals which distributed in the study site (1.4ha, 100 × 140 m) in Mt. Jiri were investigate to estimate both genetic diversity and spatial genetic structure. The average of observed alleles (A) was 3.8, effective alleles (A_e) was 2.3, observed heterozygosity (H_o) was 0.431 and expected heterozygosity (H_e) was 0.490, respectively. The value of inbreeding coefficient(F) was 0.077. Spatial autocorrelation analysis was performed based on kinship coefficients between individual with the logarithm of the distance. Genetic similarity between individual was high within 40m. The estimated quantify SGS(S_p) was 0.0005, It was the smallest level comparing species with smilar life history. According to spatial Bayesian clustering, 2 genetic clustrers were devided in population. The results of this study will be used strategy development to conserve genetic diversity of *A. tegmentosum*.

Keywords: Medicinal resources, Spatial Genetic Structure(SGS), Bayesian clustering, Conservation strategy

양버즘나무 갈색점무늬병 병징 관찰을 통한 병원학적 특성 규명

박준형^{1*}, 서다혜¹, 박지현², 김기우^{1,3}

(1)경북대학교 생태환경시스템학과, (2)국립산림과학원 산림병해충연구과, (3)경북대학교 수목진단센터)

Etiological Characterization of *Mycosphaerella* Leaf Spots of *Platanus occidentalis* by Symptom ObservationsJunhyung Park^{1*}, Dahye Seo¹, Ji-Hyun Park², Ki Woo Kim^{1,3}⁽¹⁾Department of Ecology and Environmental System, Kyungpook National University,⁽²⁾Division of Forest Diseases and Insect Pests, National Institute of Forest Science,⁽³⁾Tree Diagnostic Center, Kyungpook National University)

요약: 본 연구에서는 양버즘나무 갈색점무늬병 병징의 병원학적 특성을 광학현미경과 주사전자현미경으로 조사하였다. 병든 잎의 윗면에는 직경이 약 3~5mm인 갈색의 원형 또는 부정형의 반점이 형성되었다. 잎 아랫면에는 검은색의 그을음막이 형성되었다. 광학현미경으로 관찰한 결과, 약간 굽은 긴 곤봉모양의 *Cercospora*형 분생포자와 갈색 타원형의 *Stigmata*형 분생포자가 혼재하였다. 주사전자현미경으로 관찰한 결과, 잎 윗면에 일부 포자를 관찰하였으며 건전 부위와 반점 부위에서 현저한 표면요철의 변화는 없었다. 잎 뒷면의 그을음막은 두 종류의 분생포자가 밀집한 구조로 형성되었다. 또한 비분비 모용을 중심으로 반경 약 300µm 이내에 분생포자가 집중되어 있었다. 이 결과는 양버즘나무 잎의 모용이 병원균의 서식지 또는 감염 경로로 작용할 수 있음을 시사한다.

Abstract: American sycamore (*Platanus occidentalis*) leaves were observed to characterize the etiology of *Mycosphaerella* spot using light and scanning electron microscopy. The spots on the upper surface were irregular to circular and approximately 3 to 5 mm in diameter. There were sooty films on the lower surface. Light microscopy revealed two types of conidia: (i) slightly curved long club-shaped *Cercospora*-like conidia and (ii) brown ellipsoidal *Stigmata*-like conidia. Field emission scanning electron microscopy revealed no distinct differences in surface undulation of the upper surface between the spotty regions and healthy ones. The sooty films on the lower surface was tightly composed of two types of conidia forming clusters centering non-glandular trichomes at a radius of 300 µm. These results suggest that the trichomes of American sycamore leaf could be pathogen habitats or infection sites.

사사: 이 연구는 국립산림과학원에 의하여 지원되었음.

발근촉진제 처리가 길마가지나무(*Lonicera harae*) 삽목 시 발근에 미치는 영향

박성혁*, 손용환, 김기윤, 정대희, 허정훈, 손호준
(국립산림과학원 산림약용자원연구소)

Effects of rooting stimulants treatment on rooting of *Lonicera harae*

Sung-Hyuk Park*, Yong-Hwan Son, Ki-Yoon Kim,
Dae-Hui Jeong, Jeong-Hoon Huh, Ho-Jun Son
(Forest Medicinal Resources Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 길마가지나무는 인동과 인동속 낙엽관목으로 향후 약용소재 및 대량증식 연구의 기반을 마련하기 위해 본 실험을 실시하였으며, 삽목묘는 경남 통영, 남해 일대에서 수집하였다. 2020년 9월 21일에 삽목실험을 실시하였고 약 120일 뒤인 2021년 1월 20일에 발근율, 근장, 뿌리개수를 측정하였다. 발근촉진제는 IAA(500, 1,000 mg · L⁻¹), IBA(500, 1,000 mg · L⁻¹)을 이용하였으며 절단기부를 10분간 침지 후 모래와 원예용 상토를 1:1배율로 섞은 토양에 삽목하였다. 그 결과 무처리구에서 55.0%의 발근율을 보였으며, 근장은 29.27 mm, 뿌리 폭 0.81 mm, 평균 뿌리의 개수는 6.36개로 나타났다. 이와 비교하여 IAA 1,000 mg · L⁻¹에서 발근율 75.0%로 나타나 가장 높았으며, 평균 근장 또한 72.33 mm로 가장 길었다. 뿌리의 폭은 IBA 1,000 mg · L⁻¹에서 평균 1.0 mm로 가장 굵었으며, 뿌리의 개수는 IAA 500 mg · L⁻¹에서 평균 8.57개로 가장 많았다. IBA의 경우 500 mg · L⁻¹에서 발근율 35.0%, 1,000 mg · L⁻¹에서 30.0%로 나타나 무처리구보다 발근율이 낮았으며, 뿌리의 개수 또한 각각 평균 2.86개와 5.17개로 나타나 무처리구 6.36개보다 낮게 확인되었다. 길마가지나무 삽목 시 발근촉진제 IAA 1,000 mg · L⁻¹ 에서 발근이 가장 유리할 것으로 보인다. 이와 관련하여 향후 NAA, Gibberellin, Rootone 등 다양한 발근촉진제 처리에 따른 길마가지나무 삽목 시 발근 및 생장 실험이 요구된다.

Abstract: *Sageretia thea* is a deciduous shrub belonging to the Caprifoliaceae. It was conducted to lay the foundation for future medicinal materials and mass growth research. The cuttings were collected in Tongyeong and Namhae, Gyeongnam. The cutting test was conducted on September 21, 2020, and rooting rate, root length, and root count were measured on January 20, 2021, about 120 days later. Rooting promoters were IAA (500, 1,000 mg · L⁻¹) and IBA (500, 1,000 mg · L⁻¹). After immersion for 10 minutes, it was cut into the soil mixed with sand and bed soil at a ratio of 1:1. As a result, the rooting rate was 55.0% in the control, the root length was 29.27 mm, the root width was 0.81 mm, and the average number of roots was 6.36. In comparison, the rooting rate was 75.0% in IAA 1,000 mg · L⁻¹, which was the highest, and the average muscle length was also the longest at 72.33 mm. In comparison, the rooting rate was 75.0% in IAA 1,000 mg · L⁻¹, which was the highest, and the average muscle length was also the longest at 72.33 mm. In the case of IBA, the rooting rate was 35.0% at 500 mg · L⁻¹ and 30.0% at 1,000 mg · L⁻¹, showing lower rooting rate than the untreated group. The number of roots was also 2.86 and 5.17 on average, respectively, which was found to be lower than 6.36 in the untreated group. Rooting seems to be the most advantageous in IAA 1,000 mg · L⁻¹, a rooting promoter when cutting *Sageretia thea*. In the future, rooting and growth tests are required when cutting *Sageretia thea* according to treatment with various rooting promoters such as NAA, Gibberellin, and Rootone.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 석박사연구원 지원 사업을 통해 이루어진 것임.

산겨릅나무 microsatellite 마커 개발 및 유전특성 구명

이제완*, 안지영, 김상철, 이효신
(국립산림과학원 산림생명정보연구과)

Development of microsatellite markers and genetic characterization in *Acer tegmentosum*

Jei-Wan Lee*, Ji-Young Ahn, Sang-Chul Kim, Hyo-Shin Lee
(Division of Forest Bioinformation, National Institute of Forest Science)

요약: 산겨릅나무는 단풍나무속 낙엽활엽교목으로 우리나라에는 중부 이북 해발 800m 이상 지역에 주로 분포한다. 산겨릅나무는 예로부터 ‘벌나무’, ‘산청목’ 등 다양한 이름으로 사용되는 약용식물자원이다. 최근, 약리효능 연구를 통해 산겨릅나무 추출물의 간질환, 항산화, 항염증 등 약리 효과가 보고되었다. 이에 따라 산겨릅나무에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있으며, 무분별한 불법채취로 자생지에서 산겨릅나무의 개체 수가 점차 감소하고 있다. 본 연구는 산겨릅나무 집단의 유전적 특성을 구명하고 유전자원을 보존하기 위하여 산겨릅나무의 유전정보를 기반으로 microsatellite 마커를 개발하였다. 차세대 염기서열 분석을 통해 확보된 염기서열을 이용하여 산겨릅나무 집단에서 다형성을 나타내는 10개의 마커를 선발하였다. 오대산, 지리산, 소백산 집단을 대상으로 개발된 마커의 유전특성을 분석한 결과, 관찰된 평균 대립유전자 수는 4.0개, 유효 대립유전자 수는 2.5개로 나타났다. 평균 이형접합도 관찰치와 이형접합도 기대치는 각각 0.466과 0.524로 나타났다. Null allele과 마커간 연관불평형은 관찰되지 않았다. 3개 집단에서 계산된 10개 마커의 누적 개체인식력은 $2.2E-07$ 로 나타나 산겨릅나무 고유의 유전형의 식별 효율이 높은 것으로 평가되었다. 이들 마커는 산겨릅나무의 유전다양성 평가, 유전적 공간구조 분석 및 DNA 지문 분석 등 식물법과학 연구에 유용할 것으로 판단된다.

Abstract: *Acer tegmentosum* Maxim. belongs to *Acer* genus and is deciduous broad-leaved tree species. It is distributed in the north central regions over 700~800m above sea level. It has been used as a traditional medicine, called ‘Sancheonmok’ or ‘Beolnamu’. Recently, Anti-oxidative and Anti-Inflammatory effect of the extract from this species has been discovered. Accordingly, there has been high demand for medicinal use, and indiscriminate illegal harvesting is on the rise. That could act as a major cause of the population decline. In the present study, new microsatellite markers were developed and characterized for the purpose of genetic resources conservation of *A. tegmentosum*. Ten polymorphic markers were selected based on the sequence information resulted from next-generation sequencing, and characterized using three population of Mt. Odaesan, Mt. Jirisan and Mt. Sobaeksan. The average number of alleles and effective alleles were 4.0 and 2.5, respectively. The average observed heterozygosity and expected heterozygosity were analyzed to be 0.466 and 0.524, respectively. Null alleles and linkage disequilibrium were not observed. The cumulative probability of individual identification calculated in the three population was $2.2E-07$, which estimated to give high efficiency for identifying individual genotypes. These markers will be useful for analysis of genetic diversity and spatial genetic structure, plant forensic science, and so on.

Keywords: *Acer tegmentosum*, microsatellite marker, genetic diversity, genetic characterization

웹기반 프로젝트학습법(e-PBL)을 활용한 대학 산림과학과 적용사례 및 학습성과 분석

이송희^{1,3*}, 이재은², 강호덕³, 윤태경¹

(¹상지대학교 산림과학과, ²상지대학교 생애개발상담학과, ³동국대학교 바이오환경과학과)

A Case Study about Forest College and Educational Effects, Applying e-PBL(e-Project-based Learning) in the COVID-19 Pandemic

Songhee Lee^{1,3*}, Jaeeun Lee², Hoduck Kang³, Tae kyung Yoon¹

(¹Department of Forest Science, Sangji University,

²Department of Adult Learning and Counselling, Sangji University,

³Department of Biological and Environmental Science, Dongguk University)

요약: 코로나-19 상황에서 온라인 매체를 주로 이용하여 상지대학교 산림과학과 4학년 “도시림관리학 및 실습”에 e-PBL 학습법을 적용하고, 학습자들의 만족도와 학습성과를 조사하였다. PBL 학습법은 소규모 팀을 구성하여 문제를 제기하고 프로젝트 주제를 선정하여 수행함으로써 문제해결 능력과 의사소통 능력의 향상, 책임감 등을 향상시킬 수 있다. PBL 수업 이후 5점 리커트 척도로 학습성과에 대해 설문조사를 실시하였다. 학습자들은 학습 동기부여(4.17점), 전공지식 이해(4.17점), 의사소통 능력(4.33점), 문제해결 능력(4.25점), 의사결정 능력(4.21점)을 향상시킬 수 있었다고 응답하였다. 또한, 학습자들은 사회적 기술 습득과 프로젝트 경험 등 PBL 학습법에 대해 만족하였다. 따라서 산림교육 발전을 위해 산림교육에 적합한 PBL 학습법 모델을 개발하고, 학습법 지침 마련 및 제도적 지원에 관한 연구가 필요하다

Abstract: This study was conducted to apply the PBL learning method for “Urban forestry management” course in Sangji University to develop forestry education, under the current COVID-19 situation. Learners were advised to mainly access online contents to carry out the PBL. PBL is effective to motivate self-directed learning, problem solving, communication skills and learner’s responsibility as a team by enabling them to choose their own projects. This study discovered the positive effect on learner’s motivation and interest(4.17), understanding regarding the subject matter(4.17), problem-solving skill(4.25), communication skill(4.33) and decision-making skill(4.21). Also Learners were satisfied with the PBL through social skills acquisition and project experience. In conclusion, there are positive indications that learners were satisfied with PBL learning method. Therefore, PBL is developed for forestry education along with effective learning schedule allocation, systemized support for survey and institutionalized studying guideline.

Keyword: PBL, Project-based learning, Learning method, Forest college, Forest education

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음(과제번호 20UMRG-B158194-01).

현사시나무에서 스트레스 내성과 가지 분화를 조절하는 AN1/A20 패밀리 유전자의 특성 구명

박수진*, 배은경, 장현아, 최영임
(국립산림과학원 산림생명공학연구과)

Characterization of *AN111* gene associated with drought stress resistance and shoot branching in hybrid poplar (*Populus alba* × *P. glandulosa*)

Su-Jin Park*, Eun-kyung Bae, Hyun A Jang, Young-Im Choi
(Department of Forest Resources, National Institute of Forest Science)

요약: 기후 변화에 따른 생물학적 또는 비생물학적 스트레스의 증가는 산림의 지속 가능한 생산성에 영향을 주고 있다. 이처럼 외부적 요인으로부터 산림을 구성하는 임목의 생장을 유지하고 이용성이 높은 임목을 개량하기 위한 전통적 또는 생명공학적 기술들이 이용되고 있다. 본 연구에서는 임목의 생육에 영향을 주는 주요 인자로서 건조 및 염과 같은 비생물적 스트레스에 내성을 가진 임목을 개발하고자 하였다. 이를 위해 식물에서 스트레스 저항성에 관여하는 것으로 알려진 AN1/A20 도메인을 갖는 패밀리 유전자 중 건조와 염 스트레스 처리 시 발현이 크게 변하는 유전자 AN111을 분리하고 특성을 규명하였다. 그리고 RNA 간섭 방법으로 제작한 형질전환체는 건조 스트레스에 대한 내성을 나타내었다. 또한, 토양에서 생장한 AN111 발현억제 형질전환 현사시나무는 대조구에 비해 수고 생장이 저해되는 반면, 줄기 및 가지 수가 증가하는 특성을 보였다. 가지 분화를 조절하는 cytokinin 신호전달에 관련된 유전자들의 발현을 조사한 결과, AN111 발현이 억제된 식물체에서 대조구에 비해 증가하였다. 이러한 결과들은 AN111이 가지 분화 관련 호르몬 신호전달과 건조 스트레스 반응 조절 양쪽에서 중요한 기능을 수행할 것이라고 판단된다.

Abstract: Enhancing stress-resistance of plants will promote their adaptation under extreme conditions and rapid environmental changes due to global warming. In this study, we focused on family genes that encode proteins containing AN1 and A20 zinc-finger domain at its N- and C-terminus, respectively. Especially, we identified characteristics of a novel gene AN111 from hybrid poplar (*Populus alba* × *P. glandulosa*) in response to salt and drought stress. As a result, knockdown (RNAi) transgenic poplar plants exhibited tolerance to drought stress, while wild type plants withered. The RNAi lines grown in soil showed an increased number of lateral branches and reduced shoot height compared to the wild type plants. Moreover, the RNAi lines exhibited increased expression of genes involved in cytokinin signaling. Taken together, these results indicate that AN111 is important to regulate drought stress response and hormone signaling related to shoot branching.

사사: 본 연구는 2021년도 국립산림과학원 석박사연구원의 지원에 의해 이루어진 것임

봉화군 문수산 일대의 관속식물 분포 연구

이혜정*, 변준기, 허태임, 이동혁, 박병주, 김지동, 이준우
(국립백두대간수목원)

A Flora of Vascular Plants in Mt. Munsusan, Bonghwa-gun

Hye Jeong Lee*, Jun Gi Byeon, Tae Im Heo,
Dong Hyuk Lee, Byeong Joo Park, Ji Dong Kim, Jun Woo Lee
(Baekdudaegan National Arboretum)

요약: 이 연구를 통해 경북 봉화군 물야면, 춘양면, 봉성면에 걸쳐 위치한 문수산(1,182 m)에 자생하는 관속식물을 통해 자원식물들의 분포를 파악하였다. 2020년 2월부터 10월까지 총 10회에 걸쳐 조사된 식물은 총 94과 309속 505종 4아종 59변종 6품종 574분류군으로 확인되었다. 이 중 한국특산식물은 18분류군, 산림청 지정 희귀식물 중 취약종은 4분류군, 약관심종은 9분류군, 환경부 지정 식물구계학적 특정식물 중 V등급이 3분류군, IV등급이 7분류군, III등급이 17분류군으로 확인되었다. 이들은 유용성에 따라 구분하면 약용 459 분류군, 식용 417분류군, 관상용 306분류군, 사료용 242분류군, 산업용 218분류군 등의 순으로 나타났다. 귀화식물은 24분류군으로 귀화율은 4.2%, 도시화지수는 7.5%로 나타났다.

Abstract: This study was carried out to elucidate the distribution of vascular plants and their usefulness of Mt. Munsusan(1,182 m) in Bonghwa-gun, Gyeongsangbuk-do. The vascular plants that were collected 10 times 2020 consisted a total of 574 taxa; 94 families, 309 genera, 505 species, 4 subspecies, 59 varieties and 6 forms. For the Korean endemic plants, 18 taxa were recorded and 4 taxa of Vulnerable Species (VU) and 9 taxa of Least Concerned species (LC) categorized by the Korean Forest Service as rare plants were investigated in this region. Furthermore, V, IV, III degrees of floristic regional indicator plants designated by the Korean Ministry of Environment included 3 taxa, 7 taxa and 17 taxa, respectively. Among them, medicinal, edible, ornamental, pasturing, industrial plants were 459 taxa, 417 taxa, 306 taxa, 242 taxa, 218 taxa, respectively. In addition, 24 taxa of naturalized plants were observed.

Keyword: Rare plants, Endemic plants, Naturalized plants, Usefulness, Conservation

국가 지속가능발전목표에서 산림이 갖는 의미와 시사점

최은호*, 서혜윤, 김래현
(국립산림과학원 국제산림연구과)

Significance and Implication of Forestry in Sustainable Development Goals

Eunho Choi*, Hye Yoon Seo, Rae Hyun Kim
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 우리나라 정부는 2018년 2월 사회관계장관회의를 개최해 국제적 흐름에 동참하고 UN SDGs(United Nations Sustainable Development Goals)의 각 목표를 효과적으로 이행하기 위하여 대한민국 지속가능발전목표(Korean-SDGs)를 수립하였다. 특히 SDGs가 환경부분을 강조하면서 산림이 제공하는 기능과 역할에 대한 논의가 활발하게 이루어지고 있다. 환경부문 목표 달성을 위해 중추적인 역할을 수행할 SDG 15(산림과 육상생태계)의 국내 이행성과를 시범평가 하고 우리나라 산림정책과의 연계성을 분석하였다. SDGs는 목표 간 상호연계성을 바탕으로 개발되었기 때문에 통합적으로 접근해야 한다. 산림의 역할과 그 증진에 대하여 직접적으로 언급하고 있는 것은 목표 15이지만 산림의 기능과 역할을 개선한 결과는 목표 15에만 영향을 미치는 것에 국한되지 않는다. 이에 목표간 긍정적 시너지(Synergies) 또는 부정적 상충(Trade-offs) 관계를 면밀하게 분석하여 시너지 효과를 극대화하고 상충효과는 줄일 수 있는 부처 간 협력 및 조율 방안을 제시하였다.

Abstract: Korean government established K-SDGs(Korean Sustainable Development Goals) at Ministerial Meeting for Social Affairs in February 2018 to follow the international trend and effectively achieve the goals. Since SDGs(Sustainable Development Goals) underscore environmental sector, role and function of forest has been actively discussed. To achieve SDGs related to the environmental sector, we have assessed implementation outcome of SDG 15(Life on Land) in Korea and analyzed its relevance to Korea's forestry policies. SDGs were developed based on mutual relationship between goals that require to take an integrated approach to analyze. SDG 15 mentions about role of forestry and its enhancement, but influence of improved forest is not confined. Based on analysis of synergies and trade-offs among SDGs, we provided measures to maximize synergies and minimize trade-offs.

Keywords: Forest, K-SDGs, Policy, Synergies, Trade-offs

붉가시나무 임목 개량을 위한 우량임분 및 개체 선발

이경미^{1*}, 송정호¹, 김인식¹, 이재천²

(¹국립산림과학원 산림생명자원연구부, ²(사)좋은나무만들기)

Selection of Superior Populations and Individual Trees of *Quercus acuta* Thunb. for Tree Improvement Program

Kyungmi Lee^{1*}, Jeong Ho Song¹, In Sik Kim¹, Jae Cheon Lee²

(¹Department of Forest Bioresources, National Institute of Forest Science)

요약: 붉가시나무는 국내 상록성 참나무류 중 분포면적이 가장 넓으며 기후변화로 인해 생육지역 확대가 예측되는 수종이다. 목재 활용도가 높으며 유용 약리 물질을 함유하여 자원 수종으로 가치가 높아 개량종자 공급이 요구되고 있다. 본 연구에서는 붉가시나무의 임목 개량을 위해 자생집단을 조사하고 우량임분과 우량개체를 선발하였다. 전남과 제주의 11개 지역에서 선발 모집단 16개를 선정하고 붉가시나무 점유율과 동반수종 등의 식생을 조사하였다. 신규 채종원의 종자 결실 이전까지 채종림으로 활용하기 위해 우량임분을 선정하였다. 그리고 육종재료로 활용할 개체 선발을 위해 상록성 참나무류 우량개체 선발기준에 따라 개체목을 평가하였다. 목측선발을 통해 총 200본의 후보목을 선정하고 후보목별 표준화 값에 대해 기선선발법을 적용하였다. 그 결과 붉가시나무 임목 개량을 위한 육종집단으로 활용하기 위해 최종 5개의 우량임분과 61본의 우량개체를 선정하였다.

Abstract: *Quercus acuta* has the largest distribution area among evergreen oak trees in Korea. The distributional range is expected to be expanded following the climate change. The production of improved seed is required regarding the high usefulness of its timber and pharmacological materials. In this study, the natural populations were investigated to select the superior populations and individual trees for the tree improvement of *Q. acuta*. Sixteen base populations were selected from the eleven regions of Jeollanam-do and Jeju. The vegetation of the populations were investigated including the dominance of *Q. acuta* and the accompanied species. The superior populations were selected using the criteria to be served as seed harvest forest until the improved seeds could be produced from the newly established seed orchard. The individual trees were evaluated to select the breeding materials based on the selection criteria of evergreen oak trees. A total of 200 candidate individual trees were selected by ocular selection and the base line selection was applied to the standardized values of each candidates. As a result, five superior populations and 61 superior individual trees were finally selected to be used as breeding population for the improvement of *Q. acuta*.

Growth and Survival of Tree Species on Reforestation Study in Degraded Sandy Soil Regions of Central Mongolia

Ganchudur Tsetsegmaa^{1*}, Wonwoo Cho², Khaulenbek Akhmadi¹, Hoduck Kang³

(¹Division of Desertification Study, Institute of Geography & Geoecology,
Mongolian Academy of Sciences, Mongolia,

²Division of Forest Tree Improvement, National Institute of Forest Science,

³Department of Biological and Environmental Science, Dongguk University Biomed Campus)

Abstract: The study was implemented in the Elsen Tasarkhai station of the Research and Experimental Center for Combating Desertification (47° 19' 41.4" N, 103° 42' 06.5" E; 1,967 m altitude), located in Khugnu-Tarna National Park in Rashaant district in the Bulgan province, Central Mongolia. Since 2010, trees and shrubs that are native and can be natively have been planted within the scope of experiment station to combat desertification to combat sand movement and to build windbreak. In May 2010, a total of 1,764 seedlings from five different species (*Acer tataricum*, *Caragana arborescens*, *Malus baccata*, *Populus sibirica* and *Ulmus pumila*) of trees and shrubs were planted. The different species showed different survival rates in the reforestation experiment. By the end of 2010, 98 % of the all planted trees remained alive. In 2011 and 2012, the survivorship of *A. tataricum* and *M. pallasiana* continuously decreased significantly. From 2012, there was not any significant decrease in the survival of *U. pumila*, *P. sibirica* and *U. pumila* species (78 %, 82 % and 95 % respectively, $p < 0.05$). In the experiment, *U. pumila* exhibited the highest survival of 88% followed by the *C. arborescens* stand and then *P. sibirica* (86 % and 83 % respectively, $p < 0.05$). *M. pallasiana* and *A. tataricum* showed the lowest significant survival of 66 % and 53 % respectively, $p < 0.05$ in trees compared with other species. Overall, the results showed that *P. sibirica* showed the tallest tree height, after *A. tataricum*, *U. pumila*, *C. arborescens*, but *M. pallasiana* species has the shortest height in autumn 2017. The height growth of *P. sibirica*, *U. pumila* and *C. arborescens* significantly increased (7.02 %, 13.30 % and 30.35 %, respectively) during the study years. But *A. tataricum* (-1.56 %) and *M. pallasiana* (-3.70 %) species showed a decrease in height. The value of trees height showed significant differences between species ($F = 41.43$ to 79.08 ; $p = < 0.001$). In combined conclusion, *U. pumila*, *C. arborescens* and *P. sibirica* were better adapted to the environment, while *M. pallasiana* and *A. tataricum* were weak in adaptability. Reforestation experiments on reduced land degradation are challenging long-term endeavours that require thoughtful planning, implementation and monitoring. While they are closely related, a conceptual distinction may be made between them. The purpose of reduced land degradation is to restore the degraded land to its original state that is, to re-establish the presumed structure, productivity and species diversity of the soil originally present at the site. Research conducted among features are related to the central steppe region of the Mongolian forest-steppe and semi-desert regions. Combining the results obtained with reforestation and sustainable land-management practices can help to improve soil organics in degraded sandy soil regions.

Aft 토마토 과일의 UV-B+Blue에 의한 안토시아닌 축적에서 질산환원효소의 관여

김민준^{1,2*}, 이옥화², 가강현¹

(¹국립산림과학원 산림소득자원연구과, ²중국 동북임업대학교 생명과학대학)

Nitrate reductase mediated Ultraviolet-B+Blue induced anthocyanin accumulation in *Aft* tomato fruits

Min-Jun Kim^{1,2*}, Yuhua Li², Kang-Hyeon Ka¹

(¹Division of Special Forest Products, National Institute of Forest Science.

²College of Life Science, Northeast Forestry University)

요약: 본 연구에서는 *Aft* 토마토 품종의 미성숙과를 다양한 파장의 광(Far-red, red, blue, UV-A, UV-B, UV-A+UV-B composite light and blue + UV-B composite light)에 96시간 동안 노출시킨 뒤 안토시아닌 함량을 조사하였다. *Aft* 과피에서 안토시아닌 생산에 가장 효과적인 광은 blue + UV-B 복합 조사로 나타났다. Blue + UV-B가 유도하는 안토시아닌 생합성 경로에서의 주요 조절 인자를 찾기 위해 16시간 동안 서로 다른 광(blue, UV-A, UV-B and blue + UV-B composite light)에 노출된 *Aft* 과피를 RNA-seq로 분석하였다. 분석 결과, 467개 유전자와 222개 유전자의 발현이 각각 증가하고 감소하였고, NR (nitrate reductase)의 발현이 blue + UV-B에 의해 특정적으로 유도되었다. NR(nitrate reductase) 효소 활성 및 안토시아닌 생합성 유전자의 발현에서도 특이성이 확인 되었다. Blue + UV-B가 유도하는 안토시아닌 합성에서 NR(nitrate reductase)의 역할을 조사하기 위하여, NR(nitrate reductase) 억제제인 Glutamine과 Tungstate를 처리해 주고 Blue + UV-B를 조사하였다. 그 결과 NR(nitrate reductase) 억제제를 처리한 샘플에서 안토시아닌 감소와 생합성에 관여하는 유전자들의 발현양도 현저히 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 통해 NR(nitrate reductase)이 Blue + UV-B에 의해 유도되어 토마토 *Aft* 과피에서 안토시아닌을 합성에 중요한 역할을 하는 것을 구명하였다. NR(nitrate reductase)는 질산염에서 아질산염으로의 전환을 촉매하며, 이는 미세 조류뿐만 아니라 식물에서 질소 동화 경로의 한 단계이다. 이러한 질산환원효소 메커니즘의 이해는 다양한 임업 연구분야에 이용될 수 있으며, 특히 색소를 포함하는 산림과수나 무과실의 품질 향상에 기여할 수 있을 것이다.

Abstract: Immature *Aft* tomato fruits were exposed to different wavelengths of light (Far-red, red, blue, UV-A, UV-B, UV-A+UV-B composite light and blue + UV-B composite light) for 96h, and then quantified anthocyanin content. The most effective treatment for anthocyanin production in peel of *Aft* fruit was the co-irradiation of blue and UV-B (blue + UV-B). To find the key regulators in blue + UV-B induced anthocyanin biosynthesis pathway, the *Aft* fruits exposed to different light (blue, UV-A, UV-B and blue + UV-B composite light) for 16 h were subjected to RNA sequencing (RNA-seq) analyses. The results showed that 467 genes and 222 genes were specifically up-regulated and down-regulated by blue + UV-B, respectively. Among these genes, the expression of nitrate reductase NR (nitrate reductase) was highly induced by blue + UV-B, and this specificity was also confirmed for NR (nitrate reductase) activity. To examine the role of NR (nitrate reductase) in blue + UV-B induced anthocyanin accumulation, we pretreated the fruits with NR (nitrate reductase) inhibitors glutamine (Gln) and the molybdate analog tungstate (TUN), then applied the blue + UV-B treatment. The results showed

that anthocyanin content and NR (nitrate reductase) activity were significantly reduced under both inhibitor treatments. Meanwhile, expression levels of anthocyanin biosynthetic and regulatory genes were also significantly decreased as well. Taken together, these results indicate that, NR (nitrate reductase) is induced by blue + UV-B, leading to anthocyanin accumulation in the peel of *A/t* fruits. NR (nitrate reductase) catalyses the conversion of nitrate to nitrite, it is a step of nitrogen assimilation pathway in plants as well as microalgae. Understanding the mechanism of nitrate reductase can be used in various fields of forestry research, and in particular, it will contribute to the improvement of the quality of forest fruit trees containing pigments.

사사: National Natural Science Foundation of China (no. 31471911 and 31272200 to Yuhua Li), the National Natural Science Foundation of China (no. 31401907 to Yu Wang), and the China Postdoctoral Science Foundation (no. 2015M581414 to Yu Wang).

제주도산 목련강의 목련아강, 조록나무아강, 석죽아강, 딜레니아아강의 목록

김경희¹, 서연옥^{2*}, 송관필³

(¹국립생물자원관, ²국립산림과학원 난대·아열대산림연구소, ³제주생물자원)

A Checklist of Subclass Magnoliidiidae, Subclass Hamamelidae, Subclass Caryophyllidae and Subclass Dilleniidae of Class Magnoliopsida from Jeju-do Province

Kyeonghee Kim¹, Yeon Ok Seo^{2*}, Gwan Pil Song³

(¹National Institute of Biological Resources,

²Warm-temperate and Subtropical Forest Research Center, ³Jeju Biological Resource)

요약: 제주도에 자생하는 관속식물의 종합적인 목록을 구축하기 위해 국내 주요 표본관 소장 표본 및 관련 문헌들을 조사하였다. 특히, 본 연구에서는 피자식물문 목련강(Magnoliopsida)에 속하는 목련아강(subclass Magnoliidiidae), 조록나무아강(subclass Hamamelidae), 석죽아강(subclass Caryophyllidae) 및 딜레니아아강(subclass Dilleniidae) 식물의 목록을 작성하였다. 그 결과 제주도에 는 목련강 식물이 63과 159속 406종 12변종 등 총 418 분류군이 생육하는 것으로 정리되었다. 이 중 딜레니아아강 식물은 149종 4변종 (153 분류군)으로, 전체 목련강 식물 중 36.6%를 차지하여 가장 많았으며, 그 다음으로 목련아강 식물이 101종 1변종 (102 분류군)으로 전체의 24.4%였고, 석죽아강 식물은 95종 5변종 (100 분류군)으로 전체의 23.9%로서 목련아강과 분류군 수가 비슷하였으며, 조록 나무아강 식물은 61종 2변종 (63 분류군)으로 전체의 15.1%를 차지하여 그 수가 가장 적었다. 제주 도에 자생하는 목련강 식물 중 한국 고유종은 11과 19종으로 확인되었으며, 이 중 제주도 고유종은 한라투구꽃과 바위미나리아재비, 섬매자나무, 탐라현호색, 한라장구채, 벌깨냉이 등 5과 6 분류군이었 다. 또한, 제주도에 자생하며 국내 다른 지역에는 생육하지 않는 식물은 26과 40종 1아종 6변종 등 총 47 분류군으로, 제주도에 분포하는 목련강 식물의 11.2%로 조사되었다.

Abstract: To compile a comprehensive list of the flora of vascular plants of Jeju Island, specimens stored in major herbaria including WTFRC (Warm-temperate and Subtropical Forest Research Center, Jeju Island) were examined and literature search was conducted. Especially, the plant list of Magnoliopsida which is composed of subclass Magnoliidiidae, subclass Hamamelidae, subclass Caryophyllidae and subclass Dilleniidae in Jeju Island was completed in this study. A total of 419 taxa of Magnoliopsida belonging to 63 families and 159 genera were listed. Within Magnoliopsida in Jeju Island, subclass Dilleniidae comprised the largest proportion (36.6 %) with 153 taxa (149 species and 4 varieties), followed by subclass Magnoliidiidae with 102 taxa (24.4 %, 101 species and 1 variety) and subclass Caryophyllidae with 101 taxa (23.9 %, 95 species and 5 varieties). Only 15 % was referred to subclass Hamamelidae, comprised of 63 taxa (61 species and 2 varieties). From among Magnoliopsida in Jeju Island, 19 species in 11 families were endemic to Korea. Out of these, 6 taxa belonging to 5 families were endemic to Jeju Island. Additionally, this study revealed that 47 taxa of Magnoliopsida belonging to 26 families (11.2 %) cannot be found from Korea except Jeju Island.

인도네시아의 이탄지 복원과 지속가능발전목표의 제도적 시너지와 국제협력을 위한 시사점

김동환*, 최은호, 김래현, 김명길
(국립산림과학원 국제산림연구과)

Institutional Synergies between Peatland Restoration and Sustainable Development Goals in Indonesia, and Implication for International Cooperation

Dong-hwan Kim*, Eunho Choi, Raehyun Kim, Myungkil Kim
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 열대 이탄지는 다양한 생태계 기능과 서비스를 제공하지만, 화재와 배수, 과도한 이용으로 인하여 빠르게 훼손되고 있다. 열대 이탄지의 훼손은 환경적 피해뿐만 아니라 막대한 사회경제적 피해를 초래하므로 훼손된 이탄지의 복원과 지속가능한 이용을 위한 국가적 노력과 국제협력이 진행 중이다. 본 연구는 열대 개도국의 이탄지 복원 제도와 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals)의 제도적 시너지를 분석하고, 열대 이탄지의 복원과 지속가능한 이용을 고려한 국제협력을 추진하기 위한 시사점을 제공하기 위하여 수행하였다. 전세계 열대 이탄지의 47%를 보유한 인도네시아의 이탄지 복원 제도를 분석사례로 선정하였고, SDGs와의 제도적 시너지를 분석하기 위하여 제도적 상호작용 프레임워크를 적용하여 두 제도 간의 핵심적 시너지(core synergy), 보완적 시너지(complementary synergy), 추가적 시너지(supplementary synergy)를 도출하였다. 분석결과, 17개 SDGs 목표에 대하여 인도네시아의 이탄지 복원 법률 및 계획의 1개의 핵심 시너지(SDG 15)와 6개 보완적 시너지(SDG 1, 2, 8, 12, 13, 16)의 잠재성이 확인되었다. 국제협력을 통하여 열대 이탄지 복원과 SDGs 간의 잠재적 핵심 시너지와 보완적 시너지를 실현하고, 이탄지가 제공하는 생태계서비스를 고려한 추가적 시너지의 발굴이 필요하다. 개도국의 열대 이탄지 보전과 지속가능한 발전을 위한 국제협력을 추진하기 위하여 잠재적 시너지를 실현하기 위한 지표를 선정하고, 이를 모니터링, 보고, 평가하는 협력체계가 필요하다.

Abstract: Tropical peatland provides diverse ecosystem functions and services. The peatland, however, has been degraded rapidly by land and forest fire, drainage, and exploitation. The degradation causes not only environmental costs but also social and economic losses. Therefore, national efforts and international cooperation for the peatland restoration and sustainable use are in progress. This study analyzes potential institutional synergies between tropical peatland restoration institution and Sustainable Development Goals(SDGs), to provide implication for international cooperation. A case study focused on the peatland restoration institution of Indonesia, which possesses 47% of global tropical peatland was implemented to draw out potential synergies. Institutional interaction framework was applied, and the potential synergies were classified into core synergy, complementary synergy and supplementary synergy. Potential of 1 core synergy and 6 complementary synergies was identified. The international cooperation for restoration and sustainable use of the tropical peatland should realize the potential synergies, and discover potential supplementary synergies in consideration of ecosystem services provided from the peatland. In addition, indicators should be developed to monitor, report and evaluate the accomplishment.

Keywords: Tropical peatland, Ecosystem service, Sustainable use, Institutional interaction

강원 평창 풍혈(박지골) 일대의 관속식물상

윤호근*, 유승봉, 이종원, 송진현, 박기쁨, 김동학, 안종빈, 신현탁
(국립수목원 DMZ자생식물연구과)

Distribution of Vascular Plants in the Wind-Hole(Bagjigol), Pyeongchang, Gangwon-do, Korea

Ho-Geun Yun*, Seung-Bong Yu, Jong-won Lee, Jin-Heon Song,
Gippeum Bak, Dong Hak Kim, Jong-Bin Ahn, Hyun-Tak Shin
(DMZ botanic garden, Korea national arboretum)

요약: 박지골은 강원도 평창군 진부면 신기리 박지산 중턱에 위치하는 풍혈이다. 박지골 주변은 전석지가 많이 관찰되는 곳으로 풍혈 내부에서는 여름에는 차가운 바람이 불어나오고 겨울에는 뜨거운 바람이 불어나오는 곳이다. 대상지인 박지골 관속식물 조사는 2019년 03월부터 11월까지 9회에 걸쳐 계절별로 조사를 진행하였다. 본 연구에서 확인된 박지골 일대에 분포하는 관속식물의 현황은 69과 162속 220종 3아종 26변종 5품종 등 총 254분류군으로 확인되었다. 또한, 식물구계학적 특정식물 V등급인 좀미역고사리(*Polypodium virginianum* L.) 등 4분류군, IV등급인 회리바람꽃(*Anemone reflexa* Steph. & Willd.) 등 6분류군, III등급인 분비나무(*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) 등 17분류군, II등급인 복자기(*Acer triflorum* Kom.) 등 12분류군, I등급인 관중(*Dryopteris crassirhizoma* Nakai) 등 20분류군이 조사되었다. 박지골 내 IUCN 희귀식물 기준 EN등급인 땃두릅나무(*Oplopanax elatus* (Nakai) Nakai) LC등급인 등칠향(*Aristolochia manshuriensis* Kom.), 꽃개회나무(*Syringa wolfii* C.K.Schneid.) 등 7분류군이 관찰되었으며, 특산식물은 키버들(*Salix koriyanagi* Kimura), 할미밀망(*Clematis trichotoma* Nakai) 등 5종이 관찰되었다.

Abstract: Bajigol(Wind-Hole) is located in the Mountainside of Bagjisan(Mt.), Singi-ri, Jinbu-myeon, Pyeongchang-gun, Gangwon-do. There are many talus deposit around Bagjigol, and cold wind blows out in summer in Wind-hole and warm wind blows in winter. Flora surveys were conducted for each season 9 times from March to November 2019. The current status of vascular plants distributed in survey area was identified as a total of 254 taxa, including 69 families, 162 genera, 220 species, 3 subspecies, 26 varieties and 5 forma. In addition, the floristic special plants Class V was 4 taxa such as *Polypodium virginianum* L. Class IV was 6 taxa such as *Anemone reflexa* Steph. & Willd. and Class III was 17 taxa such as *Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim. and Class II was 12 taxa such as *Acer triflorum* Kom. and Class I was 20 taxa such as *Dryopteris crassirhizoma* Nakai. Rare plants were identified in a total of 7 taxa, including *Oplopanax elatus* (Nakai) Nakai(EN), *Aristolochia manshuriensis* Kom.(LC), *Syringa wolfii* C.K.Schneid.(LC). also Korea endemic plants were identified in a total of 5 taxa, including *Salix koriyanagi* Kimura and *Clematis trichotoma* Nakai.

Keywords: Rare plants, Korea endemic plants, Floristic special class

DMZ 남방한계선 불모지 초본식생 분포특성

유승봉*, 김동학, 이종원, 송진현, 박기쁨, 윤호근, 김상준, 신현탁
(국립수목원 DMZ자생식물연구과)

Characteristics of herbaceous vegetation of barren land of Southern Limit Line in DeMilitarized Zone

Seung-Bong Yu*, Dong-Hak Kim, Jong-Won Lee, Jin-Heon Song,
Gippeum Bak, Ho-Geun Yun, Sang-Jun Kim, Hyun-Tak Shin
(DMZ Botanic Garden, National Arboretum)

요약: 비무장지대는 한반도 동-서 248km를 횡단하는 군사분계선을 기준으로 남, 북 각각 2km씩 무장이 금지된 지역이다. 그 중 남쪽으로 2km 떨어진 경계를 남방한계선이라고 한다. 비무장지대는 정전협정 이후 자연천이과정을 거치며 독특한 생태계를 형성한 지역으로 보전가치가 높다. 그러나 남방한계선 철책주변과 일부 지역은 군작전수행을 위한 각종 시설이용과 제초작업으로 인한 훼손이 빈번하게 발생하고 있다. 본 연구는 훼손된 불모지 식생복원을 위한 기초자료마련을 목적으로 시행되었다. 불모지 식생구조 파악을 위해 지표종을 중심으로 식생군락을 분류한 결과, 뱀딸기군락, 좀비비추군락, 기린초-돌나물군락, 가락지나물군락, 양지꽃군락, 꿀풀군락, 구절초-가는잎그늘사초군락, 산구절초군락, 질경이-토끼풀군락, 좀씀바귀-매듭풀군락 등 10개 군락으로 구분되었다. 남방한계선 내 불모지는 군사적 활동으로 인한 토양침식, 답압, 지형의 변화, 산불 등 인위적인 교란이 발생하기 때문에 교란된 환경에 대한 적응성이 높은 종을 중심으로 식생이 발달하고 있다. 분류된 군락 내 우점종은 대부분 우리나라 전역의 길이나 길가, 나지, 훼손지, 초지 등에 자생하는 주변에서 흔히 볼 수 있는 식물로 구성되어있다. 현재 식생은 나지에서 초본식생으로 발달하는 천이 초기의 형태를 보이고 있다. 불모지 내 분포하는 우점종은 특별한 유지·관리 없이도 자생이 가능하므로 향후 복원소재 개발이나 종 선정 등에 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

Abstract: The DeMilitarized Zone is an area where armament is prohibited for 2km each in the north and south based on the Military Demarcation Line crossing 248km east-west of the Korean Peninsula. Among them, the boundary 2km to the south is called the southern limit line. The DMZ is an area that has formed a unique ecosystem through a natural ecological succession after the Armistice Agreement and has high conservation value. However, damages caused by the use of facilities for the military operation and the work for weeding are frequently occurring in the vicinity of the iron-railing of the southern limit line and in some areas. This study was conducted with the aim of preparing basic data for the restoration of damaged barren vegetation. As a result of classifying vegetation communities, It was divided into 10 communities: *Duchesnea indica* Community, *Hosta minor* Community, *Sedum kamtschaticum*-*Sedum sarmentosum* Community, *Potentilla anemonefolia* Community, *Potentilla fragarioides* var. *major* Community, *Prunella vulgaris* var. *lilacina* Community, *Dendranthema zawadskii* var. *latilobum*-*Carex humilis* var. *nana* Community, *Dendranthema zawadskii* Community, *Plantago asiatica*-*Trifolium repens* Community, *Ixeris stolonifera*-*Kummerowia striata* Community. Vegetation in barren areas are developing with species that are highly adaptable to environment disturbances because the artificial disturbances such as soil erosion, soil compaction, topography change and forest fires caused by military activities are frequently occur in the barren areas within the southern limit line. Most of the dominant species in the communities are composed of plants that are commonly found in the surrounding areas such as roads, roadsides, bare soil,

damaged areas, and grasslands throughout South Korea. Currently, the vegetation is in the early ecological succession form that develops from bare-soil to herbaceous vegetation. Dominant species distributed in barren land can grow naturally without special maintenance and management, so they can be usefully used for future restoration material development or species selection.

Keywords: DMZ, BARREN LAND, VEGETATION

국산원목과 수입원목의 이용 패턴 분석

박민영*, 설미현
(국립산림과학원 국제산림연구과)

A Study on the Use Patterns of Domestic Timber and Imported Timber

Min-Young Park*, Mihyun Seol
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 우리나라는 목재수요의 약 83%를 수입에 의존하고 있으며 목재 자급률이 16%에 불과하다. 국내 목재시장 및 목제품 시장에서 국산원목의 가격경쟁력이 낮아서 수입원목이 우세한 실정이다. 게다가 목제품 원가의 약 45%를 차지하는 원재료 원목 구입비용은 경쟁국보다 약 300% 비싼 것으로 나타났다. 만일 국산원목 산업의 최대 소비처인 MDF(Medium Density Fiberboard)산업이 무너지면 국산원목 소비 감소에 따른 원목 생산업 붕괴뿐만 아니라 임업 전반에 위기를 초래하는 시나리오를 가정할 수 있다. 따라서 본 연구는 최근 5년간 국산원목과 수입원목의 이용 패턴을 분석하여 국산원목의 경쟁력을 장기적으로 확보하기 위한 전략을 제시하고자 한다. 결과적으로 우리는 최근 2015년부터 2019까지 5년간 국산원목이 합판 보드업에 약 37%, 목재칩 제조업에 약 26%로 투입되어, 가구재 약 40%와 펄프제지 약 19%로 생산된 것을 알 수 있었다. 다른 한편으로 수입원목은 일반 제재업에 약 85%, 합판 보드업에 약 12% 투입되어, 가설재를 포함한 건축외장재 약 52%와 포장재 약 17%로 생산되었다. 국산원목과 수입원목의 용도를 살펴본 결과, 국산원목은 공정에서 분쇄되어 투입되는 제품에, 수입원목은 공정과정을 최소화하여 투입되는 제품에 많이 사용되는 것으로 나타났다. 따라서 국산원목으로 목제품을 생산할 때 제조공정에서 분쇄 공정으로 직결되는 목제품을 생산할 때 원목을 그대로 사용하기보다는 제재목이나 합판류를 재사용하여 목재칩으로 사용하는 방식으로 자원순환 전과정(life cycle)을 확장하여 지속가능한 사용을 제고해야한다. 그리고 국산원목을 제재목이나 합판으로 이용가능하도록 공급망을 확충하고, 생산된 목제품들을 소비할 수 있는 새로운 수요처를 창출하는 것이 향후 우리나라 목재산업의 큰 과제 중 하나가 될 것이다.

Abstract: The Republic of Korea depends on imports for approximately 83% of its timber demands. However, its timber self-sufficiency is only 16 percents. Imported timber is dominant in its domestic timber market and timber product market due to the low price competitiveness of domestic timber. Moreover, the cost of purchasing raw materials, which accounts for about 45% of the cost of timber products, is about even 300% higher than that of competing countries. If the MDF industry, one of the largest consumers in its domestic timber industry, collapses, it may cause a crisis in its forestry industries as well as the collapse of its timber production industries because of the decrease in domestic timber consumption. Therefore, this study aims to analyze the use patterns of domestic timber and imported timber over the past five years to present strategies in order to secure the competitiveness of domestic timber in the long term. As a result, we found that domestic timber was used in the plywood board industry(37%) and the wood chip manufacturing industry(26%). On one hand, the domestic timber was produced in furniture(40%) and pulp paper(19%) over the past five years from 2015 to 2019. On the other hand, imported timber was used in the lumbering industry(85%) and the plywood board industry(12%). In addition, those were produced in external building materials(40%) and packing materials(19%) over the past five years as well. The use of domestic and imported timber indicates that domestic timber is often used for ground products during the manufacturing

process, while the manufacturing process of imported timber is simple. Consequently, when producing timber products using the domestic timber, the sustainable life cycle of timber should be improved by recycling manufactured wood or plywood rather than using timber directly to the grinding process for creating such as wood chips. Furthermore, not only creating new demand sources for consuming wood products but also expanding the supply chain will be one of the biggest challenges of our timber industry in the future.

Keywords: supply chain, forestry, trade, timber

국제사회의 자연기반해법(NbS) 추진 방향 및 전망

김래현, 조성실*

(국립산림과학원 국제산림연구과)

Perspectives on Nature-based Solutions in the International Society

Raehyun Kim, Seongsil Cho*

(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 유엔환경계획(UNEP)은 2030년까지의 ‘UN 생태계 복원 10년’ 이행 기반으로 ‘자연기반해법(Nature-based Solutions, NbS)’을 주목하였다. 이는 자연 본연의 회복력에 근거해 식량·물 안보, 사회·경제 발전, 기후변화 등의 사회적 문제를 지속가능하게 해결하는 방안으로, 지속가능발전목표(Sustainable Development Goals, SDGs) 달성을 뒷받침하기도 한다. NbS에 대한 전 세계 공통 정의는 아직 규정된 바가 없음에도 불구하고 최근 국제사회에서는 NbS의 잠재력에 기대하며 적용과 확대를 위한 제도적·실질적 움직임이 계속되고 있다. IUCN과 EU를 비롯한 일부 기관은 국제사회의 이해를 돕기 위해 기관 차원에서 NbS의 정의를 제시하였고, IUCN, FAO, OECD와 같은 기관에서는 이행 프레임워크 혹은 로드맵을 제시하며 각국의 이행을 돕고자 하였다. 나아가 UNEP와 EU는 각각 지식과 사례 공유를 위한 플랫폼을 구축하기도 하였다. 한편, 국내에서는 물 관리 분야 NbS 연구가 진행 중이다. 그러나, NbS의 보다 포괄적인 활용을 위해서는 기반 정립이 우선시되는 실정이다. 이에 본 연구는 자연기반해법의 국내 도입과 다양한 활용을 위해 국제사회 내 NbS에 대한 기반 정립 현황과 추진 방향을 살펴보았으며, 나아가 이를 기반으로 분석한 결과 혼농임업과 토양탄소증진, 맹그로브 숲 등 산림 관련 자연기반해법의 폭넓은 활용 가능성을 확인하였다.

Abstract: UNEP(UN Environment Programme) focuses on ‘Nature-based Solutions (NbS)’ as a basis for ‘UN Decade on Ecosystem Restoration’ until 2030. NbS are sustainable solutions to tackle social challenges – such as food and water security, social and economic development, climate change and so on – based on the resilience of the nature. Therefore, they also support to achieve SDGs (Sustainable Development Goals). Albeit the definition of NbS has not yet been stipulated at the international level, the world has recently applied and expanded the uses institutionally and practically with their potential. A few organizations including IUCN and EU have suggested definitions to enable the world to better understand NbS. While the others like IUCN, FAO, and OECD have offered frameworks or road maps to help the implementation. Also, UNEP and EU have built platforms for sharing knowledge and cases among countries respectively. Meanwhile, in South Korea, researches on NbS related to water management have been conducted, but it is prioritized to establish the underpinning of NbS first for their broader use. At this point, this study looked into the groundwork and trajectory of NbS across the globe to introduce and apply them in South Korea and, further, verified their various feasibility with agroforestry, enhancement of soil carbon level and mangroves through the analysis of forest-related ones therewith.

Keywords: Nature-based Solutions, NbS, Sustainable Development Goals, SDGs

Microsatellite marker를 이용한 스트로브잣나무 국내 조림지의 유전다양성

천세원^{1*}, 안지영¹, 이제완¹, 김태림², 이일환²

(¹국립산림과학원 산림생명정보연구과, ²국립산림과학원 산림자원개량연구과)

Genetic Diversity Analysis in domestic plantations of Eastern white pine(*Pinus strobus*) based on Microsatellite Marker

Se-Won Chun^{1*}, Ji-Young Ahn¹, Jei-wan Lee¹, Tae-Lim Kim², IlHwan Lee²

(¹Division of Forest Bioinformation, National Institute of Forest Science,

²Division of Forest Tree Improvement, National Institute of Forest Science)

요약: 스트로브잣나무는 캐나다 동남부와 미국 동부 애팔래치아 산맥에 분포하고 있다. 스트로브잣나무는 1968년에 우리나라에 도입되었다. 스트로브잣나무는 우리나라의 환경 조건에 적응력이 우수하여 이용 가치가 높은 조림 수종이다. 따라서, 스트로브잣나무의 확대 조림을 위한 종자의 자급과 우량 종자 생산을 위한 기반 구축이 필요하다. 본 연구는 스트로브잣나무에서 개발된 11개의 microsatellite marker를 이용하여 1973년도에 조림된 국내 스트로브잣나무의 우량 조림지 6개 지역(상주, 영주, 인제, 춘천, 부여, 공주)을 대상으로 유전다양성 분석을 수행하였다. 스트로브잣나무에서 개발된 11개의 마커를 이용하여 유전다양성을 추정한 결과, 평균 유전다양성은 관찰된 대립유전자 수(A)가 5개, 유효 대립유전자 수(A_e)가 2.3개, 이형접합도 관찰치(H_o)가 0.469, 이형접합도 기대치(H_e)가 0.482로 나타났다. 유전다양성이 가장 높은 조림지는 상주였고($H_e=0.521$), 가장 낮은 조림지는 영주였다($H_e=0.429$). AMOVA 분석을 수행한 결과, 전체 유전변이의 95%가 개체 간 차이였으며, 5%가 조림지 간 차이로 나타났다. 본 연구결과는 스트로브잣나무 조림 확대 기반 조성을 위한 과학적 자료로 활용될 것으로 기대한다.

Abstract: Eastern white pine(*Pinus strobus*) is distributed in southeastern Canada and the eastern United States along the Appalachian Mountains. Eastern white pine was introduced to Korea in 1968. It is one of the most valuable species of chaplain that adapts to the environmental conditions of Korea. Therefore, it is necessary to build a foundation for self-sufficiency of seeds and production of high-quality seeds for the expansion. We performed genetic diversity analysis in six excellent plantations (Sangju, Yeongju, Inje, Chuncheon, Buyeo, and Gongju) of domestic Eastern white pine planted in 1973. For analysis, we used 11 microsatellite markers developed from Eastern white pine. The average number of alleles(A) was 5, the number of effective alleles(A_e) was 2.3, the observed heterozygosity(H_o) and expected heterozygosity(H_e) were 0.469 and 0.482, respectively. Sangju had the highest genetic diversity, and the lowest was Yeongju. In AMOVA, 5% of total genetic variation was resulted from the genetic difference among plantation and the other 95% was resulted from the difference among individuals within plantation. The following results are expected to be used as scientific data for the expansion and foundation of Eastern white pine.

Keywords: *Pinus strobus*, Microsatellite marker, Genetic diversity, AMOVA

용기 종류, 생육상토, 관수량이 거제수나무의 생장에 미치는 효과

박소라*, 안지영, Myo Min Latt, Hernandez O. Jonathan, Ser-Oddamba Byambadorj,
한시호, 박병배
(충남대학교 산림자원학과)

Effects of pot types, soil types, and the volume of irrigation on growth performance of *Betula costata* Trautv

Sora Park*, Ji Young An, Myo Min Latt, Hernandez O. Jonathan, Ser-Oddamba Byambadorj,
Si Ho Han, Byung Bae Park.
(Department of Environment and Forest Resources, Chungnam National University)

요약: 용기종류와 생육상토에 따른 관수조건은 경관 또는 도시숲 조성용 수목의 생산품질에 절대적인 영향을 미친다. 본 연구는 거제수나무(*Betula costata* Trautv.)를 대상으로 일반용기(플라스틱, 35 L), 에어포트(공기단근용기, 35 L) 2종 × 일반상토, 혼합상토(상토:마사토=7 : 3 비율), 마사토 3종의 6조합처리에 다양한 관수량(36 mL/hour/pot~4017 mL/hour/pot)을 처리하였다. 수고와 근원경 생장률은 에어포트가 일반용기보다 1.7배, 바이오매스는 1.8배 더 높게 나타났다. 에어포트 처리에서 혼합상토가 마사토보다 수고생장률이 1.8배, 근원경 생장률은 2.6배, 바이오매스는 2.5배 더 높았다. 에어포트와 마사토는 통기성과 배수성을 높이고, 수목생산비용 절감 효과를 기대하면서 수목품질을 유지할 수 있는 방법이지만 이에 따른 관수량은 일반용기와는 다르게 적용되어야 한다. 6조합처리에서 관수량이 500 mL/hour/pot 이상일 때는 생장의 증가가 완만하였지만 300 mL/hour/pot 이하로 매우 적을 경우 생장 감소가 나타났다. 이러한 경향은 특히 에어포트와 마사토 처리에서 뚜렷하였다. 본 연구가 공원녹지와 가로수 등 도시숲 형성에 적합한 중형수목 생산의 재배조건을 제시하여 도시환경을 개선하는데 활용될 수 있기를 기대한다.

Abstract: The types of containers, soil, and conditions of irrigation have an impact on the quality of trees in urban forests. Two types of containers(35 L): plastic and airpots, and three types of soil(bedsoil, mixed soil with the ratio of bedsoil to loamy sand of 7 : 3, and loamy sand)were used to produce *Betula costata* Trautv. The volume of irrigation was varied from 36 mL/hour/pot to 4017 mL/hour/pot. Airpots displayed a growth rate 1.7 times higher than that of plastic containers in both height and RCD. The biomass was 1.8 times higher. In the case of airpots, the mixed soil had a growth rate 1.8 times and 2.6 times higher for height and RCD. Airpots and loamy sand help to increase ventilation and to maintain the quality of trees while reducing the cost of producing trees. However, irrigation should be applied differently to these arrangements. The growth rate was moderate when the irrigation was over 500 mL/hour/pot, it fell if the irrigation was below 300 mL/hour/pot. This trend was evident in the airport and loamy sand. It is hoped that this study will present ideal conditions for the cultivation of medium-sized trees, suitable for urban forests, and be used to improve urban environments. Keywords: *Betula costata*, Urban forest, Airpot, Growth media, Growth performance.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업 ‘(FTIS 2020173C10 - 2023 - AD01)’의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

녹나무과 종자 10종에 대한 건조민감성 분석

최은지*, 엸다빈, 정미진, 손성원, 김상용
(국립수목원 식물자원연구과)

Analysis of desiccation sensitivity in 10 seeds of Lauraceae sp.

Eun-Ji Choi*, Da-Bin Yeom, Mi-Jin Jeong, Seong-Won Son, Sang Yong Kim
(Division of Plant Resources, Korea National Arboretum)

요약: 식물체가 재생되기 위한 근본인 종자는 종자은행에서 저장한 후에도 발아가 효율적으로 되기 위한 활력과 재생능을 유지하는 것이 중요하다. 종자의 장기저장 및 재생을 위해서는 종자의 건조민감도를 이해하는 것이 우선이다. 민감성 종자는 수분함량이 낮으며 영하의 온도에서 보관할 수 없다. 저장성종자는 조절가능한 조건에서 예상할 수 있는 기간동안 저장할 수 있다. 후박나무는 건조에 민감한 저장성이 낮은 종자로 보고되어 있으며, 이는 종자의 무게에서 수분함량을 20-30%로 건조시키면 사망률이 발생하기 때문이다. 녹나무과의 후박나무, 붓순나무, 까마귀쪽나무, 육박나무, 새덕이, 참식나무, 녹나무, 감태나무, 비목나무와 생강나무는 -18°C , 40%의 습도로 유지되는 국립수목원 종자은행에서 장기보관하였다. 저장특성 추정을 위한 목본식물 종자 대상 10종의 건조민감성 추정함수를 적용하여 건조민감지수(p)를 계산하였다. 그 결과, 건조민감지수는 종피의 비율(SCR)을 측정하여 $p < 0.5$ 일 경우 저장성종자(Orthodox)와 $p > 0.5$ 일 경우 민감성종자(Recalcitrant)로 구분할 수 있다. 후박나무는 $\text{SCR } 0.06 \pm 0.43$, 붓순나무는 $\text{SCR } 0.39 \pm 0.06$, 까마귀쪽나무는 $\text{SCR } 0.04 \pm 0.47$, 육박나무는 $\text{SCR } 0.11 \pm 0.09$, 새덕이는 $\text{SCR } 0.15 \pm 0.12$, 참식나무는 $\text{SCR } 0.16 \pm 0.22$, 녹나무는 $\text{SCR } 0.37 \pm 0.09$, 감태나무는 $\text{SCR } 0.32 \pm 0.05$, 비목나무는 $\text{SCR } 0.17 \pm 0.06$ 그리고 생강나무는 $\text{SCR } 0.19 \pm 0.11$ 로, 건조민감지수 계산결과 각각 0.99, 0.57, 0.99, 0.97, 0.95, 0.96, 0.71, 0.72, 0.93, 0.93을 확인하였다. 그러므로 후박나무, 까마귀쪽나무, 육박나무, 새덕이, 참식나무는 민감성종자로, 붓순나무, 녹나무, 감태나무, 비목나무, 생강나무는 중간종자가 될 수 있으며 본 연구는 차후에 종자를 이용한 재생을 위한 기초자료로 활용될 것으로 사료된다.

Abstract: It is important to maintain vitality and regeneration ability for efficient germination of seeds, which are the basis for plant regeneration, even after being stored in a seed bank. For long-term storage and regeneration of seeds in the seed bank, it is important to understand the dry sensitivity of seeds. Recalcitrant seeds cannot be stored under conventional seed-banking conditions of low water content and subzero temperatures. Orthodox seeds can be stored for predictable periods under controlled conditions. *Machilus thunbergii* S. are reported to be recalcitrant seeds, desiccation sensitive, because drying to 20-30% moisture content on fresh weight results in mortality. The desiccation sensitive index(p) was calculated by applying the desiccation sensitive estimation function of woody plant seeds to estimate storage characteristics of the 10 species. As a result, the ratio of the seedlings (SCR), $p < 0.5$ can be desiccation tolerant seed(orthodox) and $p > 0.5$ if it is desiccation sensitive seed(recalcitrant). *M. thunbergii* was calculated $\text{SCR } 0.06 \pm 0.43$, *I. anisatum* $\text{SCR } 0.39 \pm 0.06$, *L. japonica* $\text{SCR } 0.04 \pm 0.47$, *A. lancifolia* $\text{SCR } 0.11 \pm 0.09$, *N. aciculata* $\text{SCR } 0.15 \pm 0.12$, *N. sericea* $\text{SCR } 0.16 \pm 0.22$, *C. camphora* $\text{SCR } 0.37 \pm 0.09$, *L. glauca* $\text{SCR } 0.32 \pm 0.05$, *L. erythrocarpa* $\text{SCR } 0.17 \pm 0.06$ and *L. obtusiloba* $\text{SCR } 0.19 \pm 0.11$, so they were found to be respectively $p=0.99$, 0.57, 0.99, 0.97, 0.95, 0.96, 0.71, 0.72, 0.93 and 0.93. Therefore, *M. thunbergii*, *L. japonica*, *A. lancifolia*, *N. aciculata* and *N. sericea* can be recalcitrant seeds. *I. anisatum*, *C. camphora*, *L. glauca*, *L. erythrocarpa* and *L. obtusiloba* can be intermediate seeds, and this research can be used as a basic data for future regeneration using seeds.

사사: This research was supported by "Conservation study of seed bank-based forest plant seeds" funded by "National Arboretum".

Seed Banking 기술 향상을 위한 종자 저장성 조사

염다빈*, 최은지, 정미진, 손성원, 김상용
(국립수목원 식물자원연구과)

Seed Storage Research for Seed Banking Technology Improvement

Dabin Yum*, Eunji Choi, Mijin Jeong, Sungwon Son, Sangyong Kim
(Division of Plant Resources, Korea National Arboretum)

요약: 10년 장기 보전 종자 56과 141속 350종 497점을 대상으로, 장기저장고(-18℃) 보전 종자의 저장능 검정을 위해 25/15℃ 온도에서 0.8% Agar배지를 이용하여 2개월간 발아능을 확인하고, 테트라졸륨 검정법을 이용하여 최종 활력을 확인을 통해 저장성을 유추하였다. 저장 실험 데이터의 분석은 R (ver 3.5.2)을 활용하여 수행하였다. 350종 497점의 종자 중, 산딸기속(Rubus), 청미래덩굴 등 70종에 대해서는 재생력 확인을 위한 다른 방법이 필요함을 확인하였으며, 자생, 귀화, 재배식물 등 재생력과 활력 모두 있는(65% 이상) 분류군 255종을 확인하였다. 분류군 중 국화과(73종) 장미과(45종), 벼과(47종)의 경우 국화과는 큰도꼬마리(*Xanthium canadense* Mill.) 등 재생력 향상 방법이 필요한 분류군을 제외하고, 저장성이 있는(Orthodox) 특성을 보였으며, 장미과 분류군은 종자의 형태와 생리적 특성이 다양한 분류군임에 따라 효율적인 보전과 이용을 위한 재생력 향상에 대한 연구가 요구된다.

Abstract: In order to test the storage ability of 10-year preserved seeds(-18℃), 183 species were sprouted for 2 months using 0.8% Agar medium at 25/15℃. And the viability was confirmed by tetrazolium test(TTC). Analysis of storage experiment data was performed using R (ver 3.5.2). It has been confirmed that 70 species including genus Rubus, etc., require different methods for confirming regeneration ability. It is also confirmed that regeneration ability such as 255 species in the taxa (65% or more) were identified. Based on the results of the vitality and regeneration tests for 2 years, the vitality, regeneration ability, and storage stability according to the 3 categories of ginseng were shown. In the case of Asteraceae (73 species), Rosaceae (45 species), and Poaceae (47 species), the Asteraceae were confirmed orthodox, except for the species such as *Xanthium canadense*. And Rosaceae are classified into various taxa of seed type and physiological characteristics. Therefore, it is required to study the regeneration ability for efficient seed conservation and utilization.

위장관 중독증상을 유발하는 화경버섯의 균사체 생장 특성

이효림, 박미정, 유림*, 가강현
(국립산림과학원 산림소득자원연구과)

Characteristics of Mycelium Growth of *Omphalotus japonicus* That Cause Gastrointestinal Intoxication Symptoms

Hyorim Lee, Mi-Jeong Park, Rhim Ryoo*, Kang-Hyeon Ka
(Division of Special Forest Products, National Institute of Forest Science)

요약: 버섯은 생태계에서 유기물 분해하는 역할을 하는 생물로 대부분 산림에 존재하며 1,900여종의 버섯이 알려져 있다. 이 중 보고된 식용버섯은 517종, 약용버섯 204종, 독버섯 243종이다. 화경버섯 (*Omphalotus japonicus*)은 표고버섯으로 오인하여 섭취해 위장관 중독을 유발하는 대표적 버섯 중 하나이다. 본 실험은 독버섯 중독사고 예방을 위해 다양한 독버섯의 생리적 특성을 조사하고자 진행되었다. 특히 화경버섯 균사체의 생장 특성을 조사하기 위해 국립산림과학원에서 보유한 8개의 균주를 사용하였다. 해당 균사체 균주들은 배지별, 온도별, pH별로 나누어 5일 간격으로 최대 15일까지 배양하여 생장 길이를 측정하였다. 그 결과 화경버섯 균사체의 최적 생장 조건은 PDA배지의 산성도 pH 5-6, 온도 30도에서 가장 빠르게 생장함을 확인하였다. 이 결과는 등산객이 많아짐에 따라 빈번하게 이뤄지는 독버섯 중독사고 대비를 위해 독버섯 생장 특성 연구의 기본 데이터로 활용하고자 한다.

Abstract: Mushrooms are organisms that play a role in the decomposition of organic matter in the ecosystem. Most of them exist in forests, and about 1,900 types of mushrooms are known. Among them, 517 species of edible mushrooms, 204 species of medicinal mushrooms, and 243 species of poisonous mushrooms were reported. *Omphalotus japonicus* is one of the representative mushrooms that cause gastrointestinal poisoning by mistaken for shiitake. This experiment was conducted to investigate the physiological characteristics of various poisonous mushrooms to prevent poisoning accidents. In particular, to investigate the growth characteristics of *Omphalotus japonicus* mycelium, 8 strains owned by the National Institute of Forest Science were used. The corresponding mycelial strains were divided by medium, temperature, and pH, and cultured for up to 15 days at 5-day intervals to measure the growth length. As a result, it was confirmed that the optimal growth condition of *Omphalotus japonicus* mycelium grows fastest at pH 5-6 and temperature 30°C cultured in PDA medium. This result is intended to be used as basic data for research on the characteristics of poisonous mushroom growth in order to prepare for poisonous mushroom poisoning accidents that occur frequently as the number of climbers increases.

사사: 본 연구는 산림청의 “독버섯의 분류학적 재검토 및 유형별 생리생태학적 특성과 약리물질 탐색 연구(KNA 1-3-2, 19-5)” 과제의 지원으로 이루어진 것임.

코로나19 사태로 인한 산림·임업·산촌의 영향

장주연^{1*}, 설아라¹, 이정희²

(¹국립산림과학원 산림산업연구과, ²국립산림과학원 산림복지연구과)

Impacts of COVID-19 on forests, forestry and mountainous areas

Chuyoun Chang^{1*}, Ara Seol¹, Jeong-hee Lee²

(¹Division of Forest Industry Research, National Institute of Forest Science,

²Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 코로나19라는 초유의 감염병 사태는 우리나라 산림, 임업, 산촌에 많은 영향을 미치고 있다. 코로나19 발생 전·후 산림, 임업, 산촌에 대한 국민의 인식과 수요 변화를 파악하기 위해 전국 만 19세 이상, 70세 미만 성인 1천 명을 대상으로 인터넷 설문조사를 실시하였다(2020.8.27.~9.4). 조사 결과, 월평균 임산물 구입 횟수는 코로나19 발생 이전 2.13회에서 코로나19 발생 이후 1.94회로 약 10% 감소하였다. 코로나19 이후 임산물 소비의 가장 큰 변화는 구입방식의 변화로, 조사결과 온라인을 통한 임산물 구입율이 코로나19 발생 이전 20.3%에서 코로나19 발생 이후 51.2%로 증가하였다. 가구 및 인테리어 소품 등과 같은 목재제품 구입은 코로나19 발생 이전 6개월 평균 1.42회에서 코로나19 발생 이후 0.72회로 약 49% 감소한 것으로 나타났다. 반면, 마스크를 제외한 보건위생용품은 코로나19 발생 이전 6개월 평균 2.67회에서 코로나19 발생 후 3.81회로 약 42% 증가한 것으로 나타났다. 근거리 녹지공간 방문 횟수는 코로나19 발생 전 월평균 4.86회에서 코로나19 발생 후 2.55회로 약 48% 감소했으며, 숲활동 참여 횟수도 코로나19 발생 전 월평균 1.51회에서 코로나19 발생 후 0.64회로 약 57% 감소했다. 설문기간 동안의 강력한 사회적거리두기 시행이 설문결과에 영향을 미친 것으로 보인다. 산촌여행 활동의 변화를 살펴본 결과, 코로나19 발생 전 6개월 평균 0.94회에서 코로나19 발생 후 0.38회로 약 59% 감소한 것으로 나타났다. 반면, 산촌 이주 의향은 코로나 전, 후 영향이 크지 않은 것으로 나타났다.

Abstract: The coronavirus outbreak has affected forests, forestry and mountainous areas of Korea. To identify the changes in the public's perception and demands on forest and forestry industry after COVID-19, an internet survey with 1,000 participants, aged between 19 and 70 years, was conducted. The survey revealed that the average number of non-timber forest products purchased was decreased approximately by 10% per month. The area that saw the biggest change in forest product consumption was the purchase method. The survey showed that the purchase rate of non-timber forest products via online increased from 20.3% to 51.2%. Within a six-month period, the number of wood product purchase, such as furniture and interior props, fell sharply by 49% after the pandemic. On the other hand, the number of health and sanitation product purchase excluding facial masks increased by 42% within six months. The number of visits to nearby green space was decreased by 48%, and number of recreational activities in forest also saw a 57% decrease. The enforcement of strong social distancing measures during the survey period appeared to have influenced the survey results. The number of travels to mountainous area also saw decrease by approximately 59% post-pandemic. However, the public's intention to relocate to the mountainous areas was not appeared to be affected significantly by the outbreak.

Keywords: COVID-19, forest, forestry, mountainous areas

기내 천궁의 온도·화학요법 병행 처리에 의한 바이러스 제거

김지아*

(국립산림과학원 산림약용자원연구소)

Virus elimination from in vitro *Cnidium officinale* Makino by
thermotherapy combined with chemotherapy

Ji-A Kim*

(Forest Medicinal Resources Research Center, National institute of Forest Science)

요약: 우리는 다양한 온도에서의 온열 요법 및 다양한 농도의 리바비린을 사용한 화학요법, 그리고 이 두 가지 방법의 조합으로 천궁에서 바이러스를 제거하는 효과를 연구하였다. 오이 모자이크 바이러스(*Cucumber mosaic virus*, CMV)와 사과 줄기혹 바이러스(*Apple stem grooving virus*, ASGV)에 감염된 기내식물체를 재료로 사용하였다. 식물의 생존 및 재분화를 평가하고, 바이러스 제거 효율을 각 바이러스에 대해 두 개의 프라이머를 사용하는 RT-PCR로 진단하였다. 재분화를 위한 다경지의 유도는 경화제로 0.2 % 겔라이트를 사용하였고 6-benzylaminopurine (BAP) 0.5mg/L가 첨가된 MS배지에서 배양하여 줄기끝 생장점으로부터 다경지를 유도하였다. 바이러스 제거 효율은 온열 요법과 화학 요법을 결합하여 향상되었다. 화학 요법으로 리바비린(20mg/L)과 온열 요법(33 °C, 4주)을 병용한 처리에서 20%의 바이러스 제거효율을 보였다. 온열 요법(33 °C) 또는 화학 요법(20 mg/L) 단독 처리는 바이러스 제거 효율이 저조하였다. 그러나 리바비린과 온열 요법을 병행 한 후 생장점 배양은 CMV와 ASGV를 제거하는 데 효과적이었다. 결과적으로 이 연구에서는 천궁의 바이러스를 제거하기 위한 적정 바이러스 제거 방법의 확립이 중요하다는 것을 보여주었다.

Abstract: We studied the effectiveness of thermotherapy at different temperatures, chemotherapy with different concentrations of ribavirin, and combinations of these two methods on virus elimination from *Cnidium officinale* Makino (Apiaceae). We used in vitro plantlets infected with *Cucumber mosaic virus* (CMV) and *Apple stem grooving virus* (ASGV). The survival and regeneration of plants were evaluated, and the efficiency of virus eradication was determined by RT-PCR with two primer pairs for each virus. Multiple shoots for regeneration were induced from the apical domes of shoot tips by culturing them on Murashige and Skoog (MS) media solidified with 0.2% gelrite and supplemented with 6-benzylaminopurine (BAP) 0.5mg/L. The virus elimination efficiency was enhanced by combining thermotherapy and chemotherapy treatments. A treatment combining ribavirin (20 mg/L) and thermotherapy at 33°C resulted in high virus eradication efficiency (20.0 %). Thermotherapy treatments (33°C) or chemotherapy treatments (20 mg/L ribavirin) alone were less efficient to obtain virus-free *C. officinale* plants. However, the combined ribavirin and thermotherapy treatment followed by culturing of shoot tips was highly effective for eliminating CMV and ASGV. As a result, this study showed that it's important to establish an appropriate virus eradication method to control *C. officinale* viruses.

2019 IPCC 가이드라인에 따른 AFOLU 초지 분야의 바이오매스 탄소 축적량 산정

김현준*, 이슬기
(전남대학교 산림자원학과)

Estimating the Carbon Accumulation of Biomass in Grass among AFOLU based on 2019 IPCC Guideline

Hyun-Jun Kim*, Seul-Kee Lee
(Department of Forest Resources, Chonnam National University)

요약: 우리나라는 초지분야에서 바이오매스의 이산화탄소 흡수량은 Tier 1 방법을 이용하여 0 Mg C ha^{-1} 로 산정하고 있다. 본 연구는 Tier 2 방법을 이용하여 농업, 산림 및 기타 토지이용(Agriculture, Forests and Other Land-Use; AFOLU) 중 초지부문 바이오매스의 탄소 축적량을 산정하기 위해 수행되었다. 그리고 지하부 바이오매스 산정을 위해 바이오매스확장계수(BEF)를 개발하였다. 연구대상지는 초지 면적이 가장 높은 강원지역의 6개 조사지를 선정하였다. 지상부 바이오매스는 $10.4 \pm 1.5 \text{ Mg C ha}^{-1}$ 이고, 탄소함유율은 $42.23 \pm 0.66\%$ 이며, 지상부 바이오매스의 탄소 축적량은 $4.4 \pm 0.6 \text{ Mg C ha}^{-1}$ 로 나타났다. 지하부 바이오매스는 $51.9 \pm 8.1 \text{ Mg C ha}^{-1}$ 이고, 탄소함유율은 $22.49 \pm 1.92\%$ 이며, 지하부 바이오매스의 탄소 축적량은 $15.2 \pm 1.9 \text{ Mg C ha}^{-1}$ 로 나타났다. 지하부의 바이오매스는 지상부보다 약 5배 이상 높은 반면에, 탄소 함유율은 지상부에 비해 19.74% 낮은 것으로 나타났다. 또한, BEF는 5.1 ± 1.3 으로 2006 IPCC 가이드라인에서 제시하고 있는 온대다습한 초지(4.0)보다 높은 수준으로 나타났다. 이러한 지하부 바이오매스의 높은 비율은 토양 탄소 축적량의 증가를 유도할 것으로 판단된다.

Abstract: Carbon absorption of biomass of grassland in South Korea is calculated as 0 Mg C ha^{-1} using Tier 1 method. This study was conducted to measure the carbon storage of biomass in grassland among AFOLU using Tier 2 and to develop Biomass Expansion Factor (BEF) for calculating the carbon storage of belowground biomass. Six study sites were located in Gangwon province which has the biggest area of grassland. The aboveground biomass was shown as $10.4 \pm 1.5 \text{ Mg C ha}^{-1}$. Carbon content and storage of aboveground biomass were $42.23 \pm 0.66\%$ and $4.4 \pm 0.6 \text{ Mg C ha}^{-1}$, respectively. The belowground biomass was shown as $51.9 \pm 8.1 \text{ Mg C ha}^{-1}$. Carbon content and storage of belowground biomass were $22.49 \pm 1.92\%$ and $15.2 \pm 1.9 \text{ Mg C ha}^{-1}$, respectively. Biomass of belowground was higher than that of aboveground, whereas carbon content of belowground was 19.74% lower than that of aboveground. Also, BEF of grassland in Gangwon was shown as 5.1 ± 1.3 and higher than BEF of warm-temperate-wet grassland (4.0) provided by 2006 IPCC guideline. This high-level belowground biomass may result in the increase of soil carbon.

사사: 본 연구는 농촌진흥청 “국내 영년생 혼파초지 형태별 바이오매스 탄소 흡수량 정량화 방법 개발 및 산정·평가(과제번호-PJ014923022020)”의 지원으로 수행된 것임.

시비처리 및 움싹의 잔존본수 조절이 참나무림의 움싹 내 양분함량에 미치는 효과

김현준^{1*}, 정상훈²

(¹전남대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Effects of Fertilization and Sprout Density on Nutrient Content within the Sprout in Oak Forests

Hyun-Jun Kim^{1*}, Sang-Hoon Chung²

(¹Department of Forest Resources, Chonnam National University,

²Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 참나무림 움싹갱신 시 시비처리 및 움싹의 잔존본수 조절이 움싹 내 양분함량(N, P, K)에 미치는 효과를 분석하고자 실시하였다. 장흥군에 위치한 연구시험지는 2017년 11월에 개벌을 실시한 후 2019년 3월에 움싹의 본수를 그루터기당 2본, 3본, 4본으로 조절하였다. 시비처리는 산림용 고형복합비료를 2020년 4월에 기준량의 0%, 100%, 150%, 200% 수준으로 실시하였다. 2020년 10월에 각 조사구별로 움싹 1본의 잎을 채취하여 체내 N, P, K의 함량을 측정하였다. 식물체 내 N 함량은 두 처리방법 및 두 처리의 상호작용 모두 유의하였다. 일원분산분석을 통한 잔존본수에 따른 사후 검증에서 잔존본수 4본 처리구에서 N 함량이 다른 처리구보다 유의하게 높았다($P < 0.01$). 한편, 식물체 내 P와 K 함량은 시비처리, 잔존본수 조절, 두 처리의 상호작용 모두 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 일원분산분석을 통한 움싹의 잔존본수에 따른 사후 검증에서 통계적인 유의성은 보이지 않았지만 움싹의 잔존본수가 증가할수록 높은 에너지 소모량으로 인해 P 함량은 감소하는 경향을 보였다.

Abstract: This study was conducted to analyze the effects of fertilization and sprout density on sprout growth in oak forests. At the study site located in Jangheung-gun, clear cutting was done in November 2017 and sprout was controlled as 2 to 4 per stump. Solid complex fertilizer for forest was given in April 2020 as much as 0%, 100%, 150%, and 200% based on standard amount. In October 2020, all leaves of a sample sprout for each plot was collected to measure the contents of N, P, and K in the sprout. The N content in the sprout was significant in fertilization treatment, sprout density control, and the interaction between two treatments. In the post-test according to the number of remaining sprout through one-way ANOVA, the N content was significantly higher in the four sprout-remained plot than other plots ($P < 0.01$). On the other hand, the P and K content in the sprout did not show any significant difference in the fertilization treatment, control of the number of remaining sprout, and the interaction between the two treatments ($P > 0.05$). There was no statistical significance in the post-test according to the number of remaining sprout through one-way ANOVA, but the P content tended to decrease as the number of remaining sprout increased due to the high energy consumption.

사사: 본 연구는 국립산림과학원(과제번호 : SC0500-2018-01)의 지원에 의하여 연구되었음.

시비처리 및 움싹의 잔존본수 조절이 참나무림의 움싹 생장에 미치는 효과

김현준^{1*}, 정상훈²

(¹전남대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Effects of Fertilization and Sprout Density on Sprout Growth in Oak Forests

Hyun-Jun Kim^{1*}, Sang-Hoon Chung²

(¹Department of Forest Resources, Chonnam National University,

²Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 참나무림 움싹갱신 시 시비처리 및 움싹의 잔존본수 조절이 움싹의 생장에 미치는 효과를 분석하고자 실시하였다. 장흥군에 위치한 연구시험지는 2017년 11월에 개벌을 실시한 후 2019년 3월에 움싹의 본수를 그루터기당 2본, 3본, 4본으로 조절하였다. 시비처리는 산림용 고형복합 비료를 2020년 4월에 기준량의 0%, 100%, 150%, 200% 수준으로 실시하였다. 시비처리에 따른 움싹의 근원직경 및 수고 성장량은 유의한 차이를 보이지 않았다. 즉, 움싹의 초기 생장에 미치는 시비효과와는 미비한 것으로 판단된다. 한편, 잔존본수에 따른 움싹의 근원직경 생장은 처리구별 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 임관이 폐쇄되지 않은 유령림에서는 잔존본수의 차이는 움싹의 직경생장에 유의미한 영향을 미치지 못한다는 것을 의미한다. 움싹의 수고 성장량은 잔존본수가 증가함에 따라 유의한 차이를 보였으며, 잔존본수가 가장 낮은 처리구에서 가장 낮은 수고 성장량을 보였다. 따라서 임관이 폐쇄되지 않은 참나무류 임분에서는 잔존본수가 높을수록 더 많은 광합성을 함으로써 움싹의 수고 성장량이 촉진되는 것으로 판단된다.

Abstract: This study was conducted to analyze the effects of fertilization and stand density on sprout growth in oak forests. At the study site located in Jangheung-gun, clear cutting was done in November, 2017 and sprout was controlled as 2 to 4 per stump. Solid complex fertilizer for forest was given in April, 2020 as much as 0%, 100%, 150%, and 200% based on standard amount. RCD (root collar diameter) and H (height) growth of sprout had no significant difference between non-fertilized plot (0%) and fertilized plots (100%, 150%, and 200%). There was no significant effect of fertilization on the sprout growth. On the other hand, RCD growth of sprout was not significantly different among three different levels of stand density. This might indicate that stand density can not have influence on sprout's diameter growth before forest crown is closed. H growth of sprout increased as stand density is getting higher; the plot with the lowest stand density showed the lowest H growth. Thus, within the young oak forest having forest crown opened, the higher the number of remaining sprouts, the more photosynthesis is performed, thereby promoting the H growth of sprouts.

사사: 본 연구는 국립산림과학원(과제번호 : SC0500-2018-01)의 지원에 의하여 연구되었음.

시비처리에 따른 참나무림의 움싹 발생특성 평가

김현준^{1*}, 정상훈²

(¹전남대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원 산림기술경영연구소)

Assessment of Sprout Development Characteristics in Oak Forests according to Fertilization Treatment

Hyun-Jun Kim^{1*}, Sang-Hoon Chung²

(¹Department of Forest Resources, Chonnam National University,

²Forest Technology and Management Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 참나무림 움싹갱신 시 시비처리에 따른 움싹의 발생 특성을 분석하고자 실시하였다. 시험지는 강원도 홍천군에 위치하고 있으며, 2020년 2월에 개벌한 후 4월에 산림용 고형복합비료를 4수준으로 처리하였다(250 kg/ha 기준량의 0%, 100%, 150%, 200%). 처리구간 그루터기의 근원직경은 유의한 차이를 보이지 않아 조사구의 위치 선정이 적절한 것으로 판단된다. 그리고 움싹의 발생량은 200% 시비처리구에서 가장 높게 나타났지만, 처리구간 유의한 차이를 보이지는 않았다. 즉, 움싹의 발생량은 시비처리의 영향을 받지 않았다. 움싹의 평균 근원직경은 대조구에서 가장 낮았으나, 처리구간 유의한 차이를 보이지는 않았다. 수고 생장은 모든 처리구에서 대조구보다 유의한 수준으로 높게 나타났다. 따라서, 움싹의 근원직경 생장은 시비처리의 영향을 받지 않았지만, 수고 생장은 시비처리의 영향을 받는 것으로 판단된다. 또한, 움싹의 초기 1년 성장만으로는 시비량의 증가에 따른 수고생장의 촉진효과는 없는 것으로 보이며, 장기적인 모니터링을 통해 시비효과를 정밀하게 분석 및 관찰할 필요가 있다.

Abstract: This study was conducted to analyze the development characteristics of sprouts according to fertilization treatment after the regeneration by sprout. The study site is located in Hongcheon-gun, Gangwon province, and treated with 4 levels (0%, 100%, 150%, and 200% of the standard amount of 250 kg/ha) of solid compound fertilizer for forestry in April after clear cutting in february 2020. Since there was no significant difference in the root diameter of the stump in the treatment section, it was judged that the location of the irradiation zone was appropriate. In addition, the incidence of buds was highest in the 200% fertilized treatment group, but there was no significant difference between treatment groups. That is, the amount of buds was not affected by the fertilization treatment. The mean root diameter of shoots was the lowest in the control group, but there was no significant difference between treatment groups. Mango growth was significantly higher in all treatments than the control. Therefore, the root diameter growth of shoots was not affected by the fertilization treatment, but it is judged that the plant growth was affected by the fertilization treatment. In addition, the initial one-year growth of shoots does not appear to have the effect of promoting plant growth due to the increase in the amount of fertilization, and it is necessary to precisely analyze and observe the fertilization effect through long-term monitoring.

사사: 본 연구는 국립산림과학원(과제번호 : SC0500-2018-01)의 지원에 의하여 연구되었음.

광주전남지역의 기후변화에 따른 주요 난대수종의 재배적지 면적 및 생장량 변화 예측

김현준^{1*}, 임철희²

(¹전남대학교 산림자원학과, ²고려대학교 오정리질리언스연구원)

Predicting the Changes in Suitable Region and Growth Rate of Major Species of Warm-temperate Forests against Climate Change in Gwangju-Jeonnang Province

Hyun-Jun Kim^{1*}, Chul-Hee Lim²

(¹Department of Forest Resources, Chonnam National University,

²Ojeong Resilience Institute, Korea University)

요약: 본 연구는 머신러닝기법(Random Forest algorithm)을 활용하여 광주전남지역에 대하여 기후 변화에 따른 주요 난대수종의 재배적지 면적 및 생장량 변화를 예측하고자 수행되었다. 난대수종에 대한 정보는 현존식생도의 자연림군락 정보를 활용하였다. 19가지 생물기후지수 중 문헌검토와 통계적 분석을 통해 최종적으로 8가지의 생물기후지수를 선정하였으며, 과거(1970~2000)와 현재(2000~2017)에 대한 자료 분석 및 미래(2041~2080)의 변화 예측에 활용하였다. RCP 4.5 및 8.5 기후변화 시나리오와 무관하게 모든 시나리오와 미래시점에서 난대수종의 재배면적은 확산되었다. 특히, RCP 8.5 시나리오에서는 2070년대에 광주전남 대부분이 난대수종 재배에 적합한 것으로 예측되었다. 미래 시점의 산림생장은 임령의 증가로 인해 증가하는 경향이 나타나지만 기후변화로 인한 증가량은 둔화되는 것으로 예측되었다. 따라서 난대수종으로 갱신해야 탄소흡수량이 증가할 것으로 기대된다.

Abstract: This study was conducted to predict the changes in the cultivation area and growth of major species of warm-temperate forests due to climate change in the Gwangju-Jeonnang region using machine learning techniques (Random Forest algorithm). Information on natural forest communities of existing vegetation was used to get information on the warm-temperate species. Eight of the 19 biological climate indices were finally selected through literature review and statistical analysis, and were used for analysis of the past (1970-2000) and present (2000-2017) and prediction of future change (2041~2080). Regardless of the RCP 4.5 and 8.5 climate change scenarios, the cultivation area of the major warm-temperate species spread in all scenarios and in the future. In particular, in the RCP 8.5 scenario, it was predicted that most of Gwangju-Jeonnang province were suitable for cultivation of warm-temperate species in the 2070s. Forest growth in the future is expected to increase due to the increasing stand age, but the impact of climate change is expected to decrease. Therefore, the carbon absorption should be increased by the regeneration to warm-temperate species.

사사: 본 연구는 산림청 “산림융복합 전문인력양성사업(과제번호 2020183C10-2022-AA02)”의 지원을 받아 수행되었음.

간벌강도가 편백림의 낙엽낙지 분해에 미치는 효과

김현준*

(전남대학교 산림자원학과)

Effects of Thinning Intensity on Litterfall Decomposition in *Chamaecyparis obtusa* Forests

Hyun-Jun Kim*

(Department of Forest Resources, Chonnam National University)

요약: 본 연구는 간벌강도에 따른 편백림 내 낙엽낙지의 분해율을 분석하고자 실시하였다. 시험지는 1976년에 전북 고창에 조성되었으며, 5개의 처리구로 구성되어 있다. 간벌은 2000년에 실시하였으며, 간벌율은 약도간벌구(LT)는 30%, 적정간벌구(NT)는 40%, 강도간벌구(HT)는 50%, 극강도간벌구(SHT)는 60%로 실시하였다. 각각 5g의 잎과 가지를 넣은 낙엽봉투는 조사구별로 3 set씩 2019년 2월에 설치하였다. 2019년 5월과 8월, 2020년 2월과 8월에 시료를 채취하여 잔류량을 측정하였다. 잎의 잔류량은 설치 18개월 이후에 Control에서 33%, LT에서 29%, NT에서 20%, HT에서 21%, SHT에서 19%로 나타났으며, NT, HT, SHT에서 통계적 유의성이 나타났다($P < 0.01$). 잎의 분해상수는 역시 NT(1.28), HT(1.23), SHT(1.24)에서 Control(0.83)보다 유의하게 높게 나타나 40% 이상의 간벌은 잎의 분해속도를 촉진시키는 것으로 판단된다. 한편, 가지의 잔류량은 설치 18개월 이후에 Control에서 64%, LT에서 66%, NT에서 60%, HT에서 62%, SHT에서 66%로 나타났다. 분해상수는 Control(0.33)과 비교하여 모든 처리구에서 유의한 차이를 보이지 않아 간벌의 효과가 나타나지 않았다.

Abstract: This study was conducted to analyze the decomposition rate of fallen leaves and branches in *Chamaecyparis obtusa* forest according to the thinning intensity. The study site was established in Gochang, Jeonbuk province in 1976 and consists of 5 treatment zones. Thinning was carried out in 2000, and the thinning rate was 30% for light thinning (LT), 40% for normal thinning (NT), 50% for heavy thinning (HT), and 60% for super-heavy thinning (SHT). Three sets of litter bags each containing 5 g of leaves and branches were installed in February 2019. Samples were collected in May and August 2019, and February and August 2020, and the remaining mass was measured. After 18 months of observation, the remaining mass of leaves was 33% in Control, 29% in LT, 20% in NT, 21% in HT, and 19% in SHT, and statistical significance was shown in NT, HT, and SHT ($P < 0.01$). The decomposition constant of leaves was also significantly higher than Control (0.83) in NT (1.28), HT (1.23), and SHT (1.24). it is believed that thinning more than 40% accelerates the decomposition rate of leaves. Meanwhile, after 18 months of installation, the remaining mass of branches was 64% in Control, 66% in LT, 60% in NT, 62% in HT, and 66% in SHT. The decomposition constant did not show a significant difference in all treatments compared to Control (0.33), so the effect of thinning was not observed.

사사: 본 연구는 한국연구재단(NRF-2018RIDIAIB07042483)의 지원에 의해 이루어진 것임.

불법목재 교역제한제도의 GFGs 및 UN SDGs와의 연계성 분석

곽동헌*, 서혜윤, 김래현, 김동현
(국립산림과학원 국제산림연구과)

An Analysis on the Connectivity of Prohibiting Illegal Timber and Trade with GFGs and UN SDGs

Dongheon Kwak*, Hye Yoon Seo, Raehyun Kim, Dong-Hyun Kim
(Division of Global Forestry, National Institute of Forest Science)

요약: 불법목재 교역제한제도는 EU를 포함한 6개국에서 시행되고 있는 가운데 불법목재의 교역제한 제도가 목재수출국의 산림환경의 보호와 관련된 GFGs와 UN SDGs의 달성에 기여할 수 있는지 알아보기 위해 관련 목표 및 세부목표를 이용하여 연계성을 파악하였다. 이를 위해 합법목재를 생산하기 위한 국가 시스템 중 하나인 유럽연합의 산림법(EU FLEGT)¹⁾을 대상으로 하였다. EU FLEGT는 EU와 개도국 중심의 목재수출국 간의 국제협력을 촉진하기 위해 자발적 파트너십 협정(VPA)²⁾을 체결하고 있다. 따라서 UNFF VNR³⁾를 제출한 51개국 중 FLEGT VPA에 참가하는 5개국의 국가보고서를 통해 사례를 수집하였고 문헌분석을 실시하였다. 분석 결과, GFGs와 불법목재 교역제한 제도 간의 연계성은 SFM을 통한 산림황폐화 방지(6.3), 임산물 생산량 증가(3.3) 등이 확인되었다. 흥미로운 것은 개발도상국 소규모 산림 기업 지원(2.2), SFM 이행 거버넌스 틀 추진(5.2)이 나타났는데 그 원인은 VPA가 국가 시스템으로 목재합법성을 입증하는 Due diligence 체계이므로 이들 지표가 관련이 있다고 볼 수 있다. SDGs 측면에서는 SFM을 통한 산림훼손 중단 (15.2), 개도국의 지속 가능한 생산 양식 개선 역량 강화 지원(12.a), 개도국 SDG 이행을 위한 글로벌 파트너십 강화 (17.16)에 관계가 있을 것으로 예상된다. 이를 통해 산림분야에서 GFGs와 UN SDGs의 달성 여부를 측정할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: Prohibiting illegal timbers and trade is being implemented in 6 nations including the EU, we identified the connectivity of the prohibition with the Global Forest Goals and UN Sustainable Development Goals related to the forest protection of timber exporters to investigate whether it could contribute to achieving GFGs and SDGs. For this purpose, we chose the EU FLEGT as a nation system to produce legal timbers. EU has signed the VPAs with participants to promote international cooperation with timber exporters mostly developing countries. Hence, we conducted a literature analysis on the UNFF VNR of 5 nations engaged in the FLEGT VPA. We found that the prohibition linked to GFGs on halting deforestation and promoting Sustainable Forest Management (6.3, 3.3, etc). Particularly, increasing the access of small-scale forest enterprise (2.2) and enhancing forest law enforcement and governance (5.2) was related to the prohibition as VPA is a due diligence system to prove the legality of timbers. In terms of SDGs, promoting sustainable forest management(SFM), the targets and indicators preventing forest degradation through SFM and promoting capacity-building and global partnership is expected to be connected to the prohibition (15.2, 12.a). Through the findings it is expected to measure whether GFGs and SDGs were achieved in the forestry sectors.

Keywords: Prohibiting Illegal timber and Trade, EU FLEGT, VPA, GFGs, SDGs, SFM

1) EU FLEGT: European Union Forest Law Enforcement, Governance and Trade

2) VPA: Voluntary Partnership Agreement

3) UNFF VNR: 유엔산림포럼 자발적 국가보고 United Nations Forum on Forests Voluntary National Reviews

기후 및 토양환경을 고려한 산림 성장과 고사 예측 - 양평 지역을 중심으로 -

고영진^{1*}, 김문일^{2,3}, Werner A. Kurz⁴, Max Fellows⁴, Juha Metsaranta⁴, 홍민아¹, 이우균¹

(¹고려대학교 환경생태공학과, ²고려대학교 오정리질리언스연구원,

³International Institute for Applied Systems Analysis,

⁴Natural Resources Canada, Canadian Forest Service)

Prediction for Forest growth and Mortality considering Climate and Soil variable - Focusing on Yangpyeong County -

Youngjin Ko^{1*}, Moon-il Kim^{2,3}, Werner A. Kurz⁴, Max Fellows⁴, Juha Metsaranta⁴.

Mina Hong¹, Woo-Kyun Lee¹

(¹Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University,

²OJong Resilience Institute, ³International Institute for Applied Systems Analysis,

⁴Natural Resources Canada, Canadian Forest Service))

요약: 전세계적으로 기후위기는 경제, 사회, 환경 등 다양한 분야에 악영향을 미치고 있다. 대부분의 국가들은 전 분야에서 기후위기를 대응하기 위해 많은 노력을 하고 있다. 특히, 산림은 탄소중립을 달성하기 위한 핵심 수단으로 지속가능한 산림관리와 이를 활용하기 위한 전략마련이 필요하다. 본 연구는 캐나다 산림모형인 GCBM(Generic Carbon Budget Model)을 활용하여, 2010~2020년간의 양평지역 산림을 대상으로 탄소흐름과 재적을 추정하였다. 이는 산림경영의 최소단위인 1ha 해상도와 5개 대표수종 즉, 소나무, 잣나무, 일본잎갈나무, 갈참나무, 신갈나무를 대상으로 하였다. 기온과 강수량 등 기상요소를 활용한 탄소흐름 및 재적 추정과 온량지수(Warmth Index, WI), 유효강우지수(Precipitation Effectiveness Index, PEI)와 지형습윤지수(Topographic Wetness Index, TWI) 등을 활용한 추정을 통해 이를 비교하였으며, 그 결과 WI, PEI, TWI 등 지수를 활용한 탄소흐름과 재적값이 산림생장에 대한 변이가 적은 것으로 나타났다. 하지만, 본 연구에서는 관리와 재해에 대한 산림교란을 반영하지 않았다는 한계점이 있으며, 추후 산불, 병해충, 수확 등에 대한 자료를 반영할 예정이다.

Abstract: Climate crisis has globally had a negative impact on environmental, social and economic aspects. Most countries are making desperate efforts to cope with the climate crisis. In particular, forest, which is a key means to achieve carbon neutrality, and it needs sustainable management and strategies to utilize them. Carbon flow and stock for forests in Yangpyeong between 2010 and 2020 was estimated using Canadian Forest Service's spatially-explicit Generic Carbon Budget Model (GCBM). This study targeted 1ha resolution which is the minimum unit of forest management in South Korea and five representative trees, such as *Pinus densiflora*, *Pinus Koraiensis*, *Larix Kaempferi*, *Quercus aliena*, and *Quercus mongolica*. The estimation of carbon flow and stock using climatic factors such as temperature and precipitation were compared with estimation using warmth index (WI), precipitation effectiveness index (PEI), and topographic wetness index (TWI). Second method using some indexes is more reasonable because of much lower variation in forest growth. However, the limitations of this study are that it did not reflect forest disturbances on management and disasters, and data on forest fires, pests, and harvests will be reflected later.

Keywords: Forest growth, mortality, carbon

사사: 본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원(과제번호:20UMRG-B158198-01)의 지원으로 수행되었습니다.

산림유전자원의 물질대사 경로를 응용한 인공적 유기산 생합성 연구

장석윤*, 안지은, 이수민
(국립산림과학원 목재화학연구과)

Investigation of artificial organic acid biosynthesis by
metabolic pathways of forest genetic resources

Seokyeon Jang*, Ji-Eun An, Soo Min Lee
(Wood Chemistry Division, National Institute of Forest Science)

요약: 이산화탄소는 지구 생물권 순환에서 중요한 요인이지만, 한편으로는 지구온난화를 유발하는 물질이다. 자연 상태에서 산림 생태계는 대기 중의 이산화탄소를 흡수하여 다양한 생합성 경로를 통해 유기물을 합성함으로써 이산화탄소를 생물계 및 지표면에 고정하는 역할을 한다. 따라서 본 연구에서는 산림생물자원을 활용하여 인공적인 이산화탄소 흡수 및 당 생합성 경로를 구축하고자 하였다. 이를 위하여 알려진 생합성 경로들을 조사하였다. 그 중에서 dependent formate dehydrogenase (FDH)와 Oxalate decarboxylase (OxdC)에 주목하여 연구를 진행하였다. 연구재료로는 잘 알려진 국내 산림생물자원인 *Trametes versicolor*를 이용한 연구가 진행 중이다. 이어서 다른 유용산림자원을 이용한 연구를 진행할 예정이다.

Abstract: Carbon dioxide is an important factor in the global biosphere ecosystem, however, on the one hand, it is known as the cause of global warming. Forest ecosystems absorb CO₂ from the atmosphere and fix them to the biological systems by various biosynthetic pathways. This study aimed to construct an artificial carbon dioxide fixation and sugar biosynthesis pathway using forest biological resources. To design the artificial biosynthesis pathway, the known biosynthesis pathways were investigated. Among them, we focused on formate dehydrogenase (FDH) and Oxalate decarboxylase (OxdC) for biosynthesis simple organic acid from CO₂. A indigenous white-rot fungus, *Trametes versicolor* which is a well-known forest biological resource was chosen as a research material. A further study using other valuable forest resources in Korea will be performed.

기후변화 대응을 위한 산림관리에 따른 수원함양 효과 분석

홍민아^{1*}, 이우균^{1†}, 김문일², 박수경³, 고영진¹, 김지원¹, 박은빈¹, 이하림¹, Yan Yan¹
 (¹고려대학교 환경생태공학과, ²IIASA, ³오정리질리언스 연구원)

Analysis of Water Yield Effect by Forest Management for Response to Climate Change

Mina Hong^{1*}, Woo-Kyun Lee^{1†}, Moonil Kim², Sugyeong Park³,
 YoungJin Ko¹, Jiwon Kim¹, Eunbeen Park¹, Halim Lee¹, Yan Yan¹

(¹Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University,

²International Institute for Applied Systems Analysis, Austria,

³OJEong Resilience Institute, Korea University)

요약: 기후변화는 산림의 식생대 변화 및 성장 패턴, 생산성에 영향을 미친다. 더불어, 강수량 감소로 산림 수자원 공급량은 지속적으로 감소하여 2030년 후반에는 물 부족 현상이 심화될 것으로 전망되었다. 산림과학원에 따르면, 2015년 대비 수자원 공급량(%)은 ('22) 94.4 → ('30) 88.5 → ('37) 79.1로 예측된 바 있다. 본 연구에서는 이러한 기후변화에 대응하기 위하여 기작에 기반한 산림 성장 모형을 활용하여 지속가능한 관리시나리오 적용하였다. 또한, 산림의 물 순환 특징을 반영하여 임목 내 지상부의 증발산량과 토양층의 지하부 내 조공극률을 활용하여 중장기적 측면에서 수원함양을 예측하였다. 지하부 수원함양 총평균 증가량의 경우, 시업을 시행한 시나리오는 2030년에는 8.18억 톤, 2050년에는 4.21억 톤으로 분석되었으며 미시업시나리오는 2030년대에 8.20억 톤, 2050년에는 4.27억 톤으로 예측되었다. 이는 산림관리 시나리오 적용 시 벌채 후 적중 수종 재조림으로 인한 유령림의 흡수가 증가하기 때문인 것으로 나타났다. 하지만, 누적적으로 보았을 때 미시업시나리오보다 증가하는 트렌드를 보였다. 이에 산림 수원함양을 시공간적으로 추정하여 기후변화 대응을 위한 산림관리 방안을 제시하고자 한다

Abstract: Climate change affects forest vegetation zone changes, growth patterns, and productivity. Also, the water provisioning of forests will continue to decrease due to the decrease in precipitation, and water shortage is expected to intensify in the 2030s. According to the South Korean National Institute of Forest Science, the water supply (%) compared to 2015 was predicted to be ('22) 94.4 → ('30) 88.5 → ('37) 79.1. In this study, sustainable management scenarios were applied using the forest growth model based on the mechanism to cope with this climate change. Besides, the water yield was predicted in the mid to long term by using evapotranspiration of the above-ground in forest trees and the mesopore ratio in the below-ground of soil horizon by reflecting the characteristics of the water circulation in the forest. In the case of the below-ground total average increase (one hundred million ton), the forest management scenario was analyzed as 8.18 in 2030s and 4.21 in 2050s, and the non-forest management scenario was predicted as 8.20 in the 2030s and 4.27 in 2050s. This is due to the increase in young forest water absorption due to reforestation through suitable tree species planting after cutting when applying forest management scenario. However, in terms of cumulative aspects, it showed an increasing trend than the non-forest management scenario. Therefore, propose a management plan for response to climate change by estimating forest water yield as spatio-temporal.

사사: 본 성과는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2018R1A2B6005682).

수목 동정을 위한 수피 분류 데이터셋 구축과 합성곱신경망 기반 분류모델 개발

김태경^{1*}, 백규현¹, 김현석^{1,2,3,4}

(¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 협동과정 농림기상학,

³서울대학교 농생명과학연구원, ⁴국가농림기상센터)

Developing a CNN based tree identification model using tree bark images

Tae Kyung Kim^{1*}, Gyu Heon Baek¹, Hyun Seok Kim^{1,2,3,4}

(¹Program in Forest Environmental Sciences, Seoul National University,

²Interdisciplinary Program in Agricultural and Forest Meteorology, Seoul National University,

³Institute of Future Environmental and Forest Resources, Seoul National University,

⁴National Center for Agro Meteorology)

요약: 기계학습 기반의 수목 자동 동정을 위해 잎, 꽃 등 다양한 특징들을 대상으로 한 연구가 세계적으로 활발히 진행되고 있지만, 국내에는 이러한 연구가 전반적으로 미흡하다. 여러 가지 수목의 특징 중 수피는 특히 계절에 따른 변화가 적고, 장기간 유지된다는 장점이 있다. 하지만 수피는 형태가 복잡하고, 환경에 따른 변이가 크며, 무엇보다 기존에 구축된 자료들이 잎, 꽃, 열매 등과 같은 다른 특징들에 비해 부족하다는 어려움이 존재한다. 본 연구에서는 기존에 공개된 수피 분류 데이터셋에 더하여, 직접 수피 이미지들을 수집하고, 최종적으로 국내에서 관찰 가능한 수목 53종의 이미지 데이터셋을 구축하였다. 또한 구축한 데이터셋에 대해 합성곱신경망(CNN) 모델을 학습시켜 53종에 대한 신경망의 분류 정확도를 확인하고 모델 성능에 방해 요인이 되는 요소들을 파악하였다. CNN 모델은 단순하면서도 강력한 성능을 보이는 VGGNet을 기반으로 하여 깊이가 다른 VGG-16, 19 모델을 활용하였다. 학습 결과, VGG-16은 90.41%의 정확도를, VGG-19는 92.62%의 정확도를 달성했다. 학습 및 검증 데이터셋에 존재하지 않는, 그러나 같은 속 또는 과에 속하는 새로운 수목의 사진으로 모델을 구동한 결과, 80% 이상의 경우에 대하여 같은 속 또는 과로 동정하는 것을 확인할 수 있었다. 한편, 이끼, 만경식물, 웅이 등의 방해 요소가 존재할 경우 정확도가 떨어지는 것을 알 수 있었고, 이를 실제 학습 및 현장 적용 시 보완하기 위한 방법으로 Random Cropping, 그리고 다수결에 의한 분류 방법 등을 제안하였다.

Abstract: Many studies have conducted research on developing automatic plant identification algorithm using machine learning to various plant features such as leaves and flowers. Unlike other characteristics of the plant, barks show only little change regardless to the season and are maintained for a long period of time. Nevertheless, barks generally show a complex shape with large variation depending on the environment, and there is insufficient materials that can be utilized for training the algorithms. In this study, in addition to the previously published bark image dataset, BarkNet, images of barks were collected and a dataset consisted of 53 tree species that can be easily observed in Korea was introduced. A convolutional neural network (CNN) was trained and tested on the dataset, and the factors that interfere the model's performance was identified. For CNN architecture, VGG-16 and 19 were utilized. As a result, VGG-16 achieved 90.41% and VGG-19 achieved 92.62% accuracy. When tested on new images of trees that do not exist in the original dataset but belong to the same genus or family, it was confirmed that more than 80% of cases were successfully identified as the same genus or family. Meanwhile, it was found that the model tended to misclassify when there were moss, and knots. In these cases, we propose that random cropping and classification by majority votes are valid for improving possible errors in training and inferences.

Harvesting method highly affects to quality characteristics of *Aralia elata* during storage

Hyowon Park*, Chul-Woo Kim, Hanna Shin, Uk Lee

(Division of Forest Special Products, National Institute of Forest Science)

Abstract: *Aralia elata* belongs to the family Araliaceae, which is widely distributed in Korea, Japan, China and Russia. It is well-known for its medicinal effects to human health. In the spring time, young shoots of *A. elata* are consumed as a popular vegetable. However, it exhibits a high metabolic activity after harvest and hence is easily lost good quality; therefore, it is hard to store more than 2 weeks. The objective of this study was to examine the effects of harvesting methods on shoots quality characteristics and storability during and after cold storage. The harvest methods were divided into two ways; 1) only shoots were harvested (SH) which is conventionally used method and 2) shoots with branch were harvested (SBH) which is newly suggesting method for *A. elata* harvesting. The bunches of shoots from each harvesting way were collected plastic boxes and then stored at 3±1 °C for 7 weeks. Weight loss of SH (17.1%) was significantly higher than SBH (9.1%) after 4 weeks of storage. Lightness of leaves in SH was lower than SBH during storage period. Wilt, decay and off-odor index (0-5) showed 1.2, 5.0 and 0.7 in SH while 3.8, 3.8 and 3.7 in SBH after 4 weeks, respectively. Overall quality index (0-15) was rapidly decreasing 15.0 to 7.3 in SH while SBH slightly reduced 15.0 to 12.2 after 4 weeks. It indicates that the quality of shoots was determined by wilt and off-odor index after harvesting. In conclusion, using the SBH method able to maintain product quality for 4 weeks after harvest, which is a remarkable extension of *A. elata* storage. These results demonstrate that the potential of using the newly proposed method, SBH is able to contribute to improved quality and prolong storage period of *A. elata*.

Keywords: harvest, shelf-life, leafy vegetable, postharvest, wilt

몽골 Bogdkhan산 식물상 및 생활성 조성

Badamtsetseg Bazarragchaa^{1*}, Gantuya Batdelger², Monkhjin Batkhoo³, Agiimaa Janchiv⁴,
이상명⁵, 김현숙¹, 양승아¹, 백운기¹, 이중구¹

(¹충남대학교 산림환경자원학과,

²Botanic Garden and Research Institute, Mongolian Academy of Sciences, Mongolia,

³International University of Ulaanbaatar, Mongolia,

⁴Department of Biology, Ulaanbaatar State University, Mongolia, ⁵국립중앙과학관)

Floristic Composition and Biological Spectrum of Plants in the Bodfkhan Mountain, Mongolia

Badamtsetseg Bazarragchaa^{1*}, Gantuya Batdelger², Monkhjin Batkhoo³, Agiimaa Janchiv⁴,
Sang Myong Lee⁵, Hyoun Sook Kim¹, Seungah Yang¹, Woon Kee Peak¹, Joongku Lee¹

(¹Department of Environment & Forest Resources, Chungnam National University,

²Botanic Garden and Research Institute, Mongolian Academy of Sciences, Mongolia,

³International University of Ulaanbaatar, Mongolia,

⁴Department of Biology, Ulaanbaatar State University, Mongolia, ⁵National Science Museum)

요약: Bogdkhan산 중점 보호지역은 시베리아 타이가와 아시아 대초원을 연결하는 지역에 위치하여 독특한 생태계를 유지하고 있다. 이 지역의 식물상 구성과 생활형 조성에 대하여 2019년 7월부터 2020년 9월까지 조사한 결과로 249속, 63과에 속하는 총 522 분류군이 기록되었다. 식물상에 대한 주요 과별 구성 비율은 국화과 13.22 % (33속 / 69분류군), 벼과 8.43 % (21/44), 장미과 7.85 % (18/41), 콩과 6.70 % (11/35), 미나리아재비과 5.75 % (12/30), 사초과 4.02 % (2/21), 십자화과 3.64 % (15/19), 석죽과 3.64 % (9/19), 꿀풀과 3.26 % (12/17), 버드나무과 3.26 (2/17) 순으로 이 지역 식물상과 식생에 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 기록된 분류군을 생활형에 따라 분류한 결과, 반지중식물 63.03 %, 지중식물 11.30 %, 하생일년생식물 10.34 %, 정공식물 9.58 %, 지표식물 5.36 %, 수생식물 0.38 % 순으로 나타났다. 선행연구와 비교할 때, 지표식물의 감소는 12에서 5.12 %, 지중식물의 증가는 8에서 11.30 %, 하생일년생식물은 8에서 10.34 %로 증가하였다. 종의 생활형 변화에 영향을 주는 요인은 다양하며, 기후변화와 인위적 요인들을 예로 들 수 있다. 결론적으로, Bogdkhan산은 냉대의 추운 산악 기후조건을 가지고 있어 반지중식물과 지표식물이 우점하며, 식물상의 종 구성은 지중식물과 하생일년생식물에서 관찰된 값의 차이가 크지 않아 차츰 감소하는 경향을 보일 것으로 예측된다.

Abstract: Mt. Bogdkhan Strictly Protected Area has a unique ecosystem, owing to located in the transitional zone of Siberian taiga and Asian steppe. Its floristic composition and the biological spectrum were studied from July 2019 to September 2020. In total, 522 vascular plants taxa belonging 249 genera, 63 families were registered in this mountain. There are following families, such as Asteraceae 13.22 % (33 genera/69 taxa), Poaceae 8.43% (21/44), Rosaceae 7.85% (18/41), Fabaceae 6.70% (11/35), Ranunculaceae 5.75% (12/30), Cyperaceae 4.02% (2/21), Brassicaceae 3.64% (15/19), Caryophyllaceae 3.64% (9/19), Lamiaceae 3.26% (12/17), Salicaceae 3.26 (2/17) that play an important role on flora and vegetation of Bogdkhan mountain. The classified life-form spectra of all the registered species that revealed the predominate of hemicryptophytes 63.03% followed by geophytes 11.30%, therophytes 10.34%, phanerophytes 9.58%, chamaephytes 5.36%, and hydrophytes 0.38%. Compared to the expected spectrum,

chamaephytes showed a decrease of 12 to 5.12%, geophytes increased from 8 to 11.30% and therophytes increased from 8 to 10.34%. A diverse reason can be an influence the species life form changes, for example, climate change and many anthropogenic impacts. In conclusion, Mt. Bogdkhan has a cold mountain climate, so hemicryptophytes and chamaephytes dominate, and the floristic composition of this mountain tends to decline further because there is a lesser divergence in observed values of geophytes and therophytes.

사사: 본 연구는 한국연구재단 ‘식물다양성 정보 DB 구축 및 확증표본 확보 (NRF-2017M3A9A5070202)’ 사업의 지원에 의해 수행되었음.

무궁화(*Hibiscus syriacus* L.) 엽록체 게놈의 종내 변이 연구

권순호*, 권해연, 박윤미, 김인식
(국립산림과학원 산림생명자원연구부)

Intraspecific variation in chloroplast genome sequence of *Hibiscus syriacus* L.

Soon-Ho Kwon*, Hae-Yun Kwon, Yunmi Park, In-Sik Kim
(National Institute of Forest Science, Department of Forest Bio-resources)

요약: 무궁화(*Hibiscus syriacus* L.)는 세계에서 관상수로, 대한민국에서 국가 상징으로써 중요한 수종이다. 무궁화의 엽록체 내에서 종내변이를 확인하기 위해 국내품종 5, 국외품종 7, 국내수집 개체 6, 해외수집 개체 6, 총 24개체의 엽록체 서열을 비교·분석하였다. 먼저 천연기념물 제 520호 강릉을 기준으로 천연기념물 제 521호, ‘탐라’, ‘애기무궁화’, 엽록체서열을 비교하여 64개 위치의 변이를 발견하였다. 그중 유전자가 포함된 19개의 loci에서 17개 프라이머를 설계하여 서열을 해독하였다. 그 결과, *matK* 등 6개 loci에서 SNPs가 나타났으며, *trnS*-CGA 등 7개 loci에서는 Indels이 발견되었다. 또한 *trnK*-UUU, *rpoC1*, *ycf1*에서는 SNPs와 Indels이 모두 발견되어 총 193bp의 변이를 찾았다. 변이의 haplotype 조합 분석 결과 24개체는 총 12개의 haplotype 조합으로 구분되었으며, 그중 7개 조합은 각각 1개체씩만 포함되었다. 나머지 5개 조합은 각각 2~5개 개체들이 동일한 haplotype으로 구성되었다. 동일한 haplotype 조합을 나타낸 품종 및 개체들은 표현형이 일치하지는 않았다. 본 연구결과를 이용하여 엽록체만으로 종 내에서도 일부 품종 및 개체 식별이 가능했고, 변이 조합에 따라 개체들을 구분할 수 있었다. 향후 더 많은 종내변이를 사용하여 분석한다면 무궁화의 종 분화과정 또는 유전적 기원, 원산지 및 이동경로 구명에 중요한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

Abstract: *Hibiscus syriacus* L. is an important tree species as an ornamental tree in the world and a national symbol in Korea. In order to confirm the intraspecific variation within the chloroplasts of *H. syriacus*, the chloroplast sequence of 5 domestic varieties, 7 foreign varieties, 7, domestically collected individuals 6, overseas individuals 6, and a total of 24 chloroplasts were compared. First, based on Natural Monument No. 520, Gangneung, the chloroplast sequences of Natural Monument No. 521, ‘Tamra’, ‘Aegimugunghwa’ were compared, and variation at 64 locations was found. Among them, 17 primers were designed and sequenced from 19 loci containing genes. As a result, SNPs were found in 6 loci such as *matK*, and Indels were found in 7 loci such as *trnS*-CGA. In addition, in *trnK*-UUU, *rpoC1*, and *ycf1*, both SNPs and Indels were found, and a total of 193 bp variation was found. As a result of analysis of haplotype combinations of variations, 24 individuals were classified into a total of 12 haplotype combinations, of which only 1 individual was included in each of the 7 combinations. In the remaining 5 combinations, 2-5 individuals each consisted of the same haplotype. Varieties and individuals showing the same haplotype combination did not have the same phenotype. Using the results of this study, it was possible to identify some varieties and individuals even within species with only chloroplasts, and individuals could be classified according to combinations of variations. If more intraspecific variations are used in the future, it can be used as important basic data to investigate the differentiation process of *H. syriacus* or its genetic origin and gene migration.

미래 기후변화에서 종내·종간 경쟁에 따른 두 침엽수의 생리적 변화

정수정*, 우수영, 광명자, 이종규, 임예지, 김한동, 김주영
(서울시립대학교)

Physiological changes of two coniferous species by
elevated temperature under intra-and inter-specific competition

Sugyeong Jeong*, Suyoung Woo, Myeongja Kwak, Jongkyu Lee,
Yeaji Lim, Handong Kim, Juyeong Kim
(University of Seoul)

요약: 식물의 종내-종간 경쟁은 산림에서 미래 기후변화의 두 침엽수의 생리적 변화 예측에 중요하다. 특히 고지대 산림에 서식하는 수목은 온난화에 더욱 민감하다. 선행연구들을 살펴봤을 때, 식물-식물 경쟁과 온난화 사이의 상호작용에 대해 부족한 실정이며, 온난화에 더욱 민감한 아고산대 침엽수에 대한 정보는 제한적이다. 따라서, 본 연구에서는 아고산대에 서식하는 *Picea* spp.와 *Abies* spp. 수종을 대상으로 2°C 상승된 온도 조건에서의 생리·구조·생화학적 반응을 알아보고 종내-종간경쟁이 미치는 영향에 대해 알아보았다. 온도상승은 수목의 성장, 형태 및 생리학적 특성에 영향을 미치고 종내-종간경쟁간 차이가 있었다. 종간경쟁에 있어 *Picea* spp.의 생장률, 영양분 이용과 식물의 양분 흡수 능력이 더 우세했다. 미래의 온난화 하에서, *Picea* spp.의 어린 나무는 *Abies* spp.의 존재로부터 혜택을 받고 숲에 Gap information이 생긴 후에 더 빨리 성장하여 잠재적으로 미래의 산림 구성을 *Picea* spp.의 우세로 바꿀 것으로 예상할 수 있다.

Abstract: Trees of high altitude forest are more sensitive to warming. Intra- and inter-specific plant competition is important for predicting the potential on physiological changes of coniferous species by global warming. Previous studies have insufficient on possible interactions and competition between plant-plant competition and warming; an understanding of subalpine conifers, that are more sensitive to warming is limited. In this study, we reviewed the growth, physiological, morphological, and biochemical responses of two tree species (*Picea* spp. and *Abies* spp.) that inhabit the subalpine regions under an elevated temperature (above 2°C ambient temperatures). There was a difference of intra- and inter-specific competition. When competing in trees, *Picea* spp. was dominated in the growth rate, availability, and nutrient absorption. It's predicted that young trees of *Picea* spp. benefit from the presence of the other and young trees of *Picea* spp. grows faster after gap information in the forest, especially changing the future forest composition toward the one dominant.

Acknowledgment

This study was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. PJ014833022020)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

진악산의 관속식물상 연구

양승아^{1*}, Badamtsetseg Bazarragchaa¹, 김현숙², 이상명³, 이종구¹
 (¹충남대학교 산림환경자원학과, ²충남대학교 농업과학연구소, ³국립중앙과학관)

Floristic Study of Mt. Jinaksan in Korea

Seungah Yang^{1*}, Badamtsetseg Bazarragchaa¹, Hyoun-sook Kim², Sang-Myoung Lee³, Joongku Lee¹

(¹Department of Environmental & Forest Resources, Chungnam National University,

²Institute of Agricultural Science, Chungnam National University,

³National Science Museum, Korea)

요약: 식물상 연구를 통해 그 지역의 식물 분포 및 식물자원 현황을 파악할 수 있고 체계적으로 분류하고 관리하여 효과적인 중 보전방안과 생물종 이용방안을 마련할 수 있다. 진악산 식물상의 주요 특성을 파악하여 생물자원의 다양성을 확보하고 효율적인 보전관리를 위해 기초자료를 구축하고자 본 연구를 수행하였다. 연구방법은 현장에서 조사된 관속식물을 대상으로 자원식물, 특산식물, 희귀 및 멸종위기 식물, 식물구계학적 특정 식물, 국외반출 승인대상 식물, 귀화식물 등으로 분석하였다. 그 결과, 진악산의 관속식물상은 112과 275속 387종 9아종 38변종 6품종 440분류군이었고, 자원식물은 총 431 분류군이며 그중 식용식물의 비율이 가장 높았다. 한국 특산식물은 10과 11속 11분류군으로 나타났고 희귀 및 멸종위기 식물은 12과 16속 1변종 17분류군, 식물구계학적 특정식물은 총 69분류군으로 V등급이 3분류군, IV등급이 6분류군, III등급이 16분류군, II등급이 11분류군, I등급이 33분류군으로 나타났다. 국외반출 승인대상 식물자원은 총 95 분류군, 귀화식물은 13과 22속 25종으로 나타났다. 진악산은 다양한 특산식물과 높은 비율의 희귀식물과 보존가치가 있는 국외반출 승인대상 식물이 분포하고 있었고 특산식물, 희귀 및 멸종위기 식물, 식물구계학적 특정식물, 국외반출 승인대상 식물자원 등 새롭게 보고되거나 추가된 종이 많이 있었다. 이에 따라 진악산의 보존가치의 중요성이 높아지고 있으며 향후 꾸준한 연구가 필요하다.

Abstract: The flora study was conducted to identify vascular plants and major ecological characteristics of Mt. Jinaksan to establish updated science-based data for future conservation and management of forest ecosystems. Research methods were analyzed as resource plants, endemic plants, rare and endangered plants, floristic regional indicator plant, plants subject to approval for export, and naturalized plants. A systematic survey of vascular plants identified that there is 387 species, 9 subspecies, 38 varieties, and 6 forms belonging to 275 genera and 112 families with totally 440 taxa in Mt. Jinaksan. Among the resources plant of Mt. Jinaksan, edible plant resources accounted for the highest proportion. Endemic plant of Korea consisted of 10 families, 11 genera, 11 species with total of 11 taxa. Rare and endangered plant consisted of 12 families, 16 genera, 1 variety with total of 17 taxa. Floristic regional indicator plant consisted of 69 taxa. A total of 95 taxa were designated as controlled Korean biological resources, requiring special permission for export to outside countries. 25 taxa were recorded as naturalized plants. Jinaksan was distributed with a variety of specialty plants, high proportion of rare plants, and preserved plants, and there were many newly reported or added species such as endemic plants, rare and endangered plants, floristic regional indicator plants, and approved for delivering overseas of plants. This study was intended to establish basic science data for the conservation and management of forest ecosystems through flora survey of Mt. Jinaksan. As growing of conservation value in Mt. Jinaksan, steady research is needed.

사사: 본 연구는 한국연구재단 ‘식물다양성 정보 DB 구축 및 확증표본 확보 (NRF-2017M3A9A5070202)’ 사업의 지원으로 수행되었음.

코로나-19 이후의 목재류 및 주요 임산물 수출입 동향 분석

허경도, 김동현, 설미현, 전철현*
(국립산림과학원 국제산림연구과)

Analysis on Import and Export Trend of Timber and Forest Products by Post-Covid 19

Gyong-Do Heo, Dong-hyun Kim, Mi-Hyun Seol, Chul-hyun Jeon*
(Department of Global Forest Research, National Institute of Forest Science)

요약: 2010년 이후의 목재 및 임산물 교역 전체현황을 살펴보면, 2010년 35억 달러에서, 2018년 83억 달러로 증가했다가, 2019년 69억 달러에서 2020년에는 61.7억 달러로 감소하였으며, 2020년의 수치는 2019년 대비 약 10.8% 정도 감소한 것임. 2020년 수출은 2019년 대비 약 6.6% 감소하였고, 수입은 2019년 보다 약 11.1% 감소하였음. 먼저, 수출 동향을 살펴보면, 2010년 1.6억 달러에서 2018년 5.2억 달러로 증가했고, 2019년에는 4억 달러였고, 2020년에는 3.8억 달러로 감소하였음. 수입 동향을 살펴보면, 2010년 33.6억 달러에서 2018년 78.2억 달러로 증가하였고, 2019년에는 65.1억 달러, 2020년에는 57.9억 달러로 감소하였음. 2020년은 2019년보다 약 11.0% 감소한 수치임. 품목별 수입액을 살펴보면, 목재류 수입액은 2017년 51억 달러, 2018년은 58억 달러, 2019년은 48억 달러, 2020년은 42억 달러였음. 단기임산물 수입액은 2017년에 7.5억 달러, 2018년 8.3억 달러, 2019년은 7.8억 달러, 2020년은 7.6억 달러였음. 석재류 수입액은 2017년 10.8억 달러, 2018년 11.1억 달러, 2019년 9.3억 달러, 2020년은 8.2억 달러였음. 연도별 수출액을 살펴보면, 2018년은 30.9억 달러, 2019년은 30억 달러, 2020년은 26.9억 달러로, 2019년에는 2018년보다 3.1% 감소하였고, 2020년에는 2019년보다 10% 정도 감소하였음. 품목별 수출액을 살펴보면, 목재류의 경우 2017년 2.1억 달러, 2018년 2.5억 달러, 2019년 1.7억 달러, 2020년 1.6억 달러였음. 단기임산물의 경우에는 2017년 1.1억 달러, 2018년 1.2억 달러, 2019년 1.05억 달러, 2020년 0.9억 달러였음. 석재류의 경우, 2017년 1.2억 달러, 2018년 1.6억 달러, 2019년 1.31억 달러, 2020년 1.29억 달러였음. 2020년 초의 코로나-19 발생으로 인해서 목재류 및 임산물 교역량은 전반적으로 약 10% 이상 감소하였음. 특히, 수출보다는 수입에서 큰 영향을 받아 수입량이 감소하였음.

Abstract: According to the overall status of wood and forestry trade since 2010, it has increased from \$3.5 billion in 2010 to \$8.3 billion in 2018, decreased from \$6.9 billion in 2019 to \$61.7 billion in 2020, and decreased by about 10.8% compared to 2019. Exports in 2020 decreased by 6.6% compared to 2019, and imports decreased by 11.1% compared to 2019. First of all, if you look at export trends, it has increased from \$1.6 billion in 2010 to \$5.2 billion in 2018, from \$400 million in 2019, and down to \$3.8 billion in 2020. In terms of import trends, it increased from \$33.6 billion in 2010 to \$78.2 billion in 2018, down to \$65.1 billion in 2019 and \$57.9 billion in 2020. Looking at the imports by item, the imports of timber were \$5.1 billion in 2017, \$5.8 billion in 2018, \$4.8 billion in 2019, and \$4.2 billion in 2020. Forest products import amounted to \$750 billion in 2017, \$8.3 billion in 2018, \$7.8 billion in 2019, and \$7.60 billion in 2020. Stone imports amounted to \$1.8 billion in 2017, \$11.1 billion in 2018, \$9.3 billion in 2019, and \$8.2 billion in 2020. In terms of annual exports, it was \$30.9 billion in 2018, \$3 billion in 2019, \$26.9 billion in 2020, down 3.1% from 2018, and 10% from 2019. Due to the Corona-19 outbreak in early 2020, overall trade volume of timber and forestry products has decreased by more than 10%. In particular, the import volume decreased due to the influence of imports rather than exports.

산양삼의 생산, 시장 동향 및 수급 함수 추정 결과

전철현*

(국립산림과학원 국제산림연구과)

Result of Production and Market Trends on Mountain-GinSeng
(*Panax ginseng*) and Supply · Demand Function Analysis

Chul-hyun Jeon*

(Department of Global Forest Research, National Institute of Forest Science)

요약: 웰빙 문화와 건강에 대한 관심 증가로 산양삼(山養蔘) 생산량은 2008년 19,290kg에서 2018년 130,191kg으로 증가하였으며, 이는 연평균 약 57.5%씩 증가한 것임. 생산액 역시 2008년 138억 원에서 2018년 409억 원으로 연평균 약 19.7%씩 꾸준히 증가하였음. 산양삼 1Kg 당 가격을 살펴보면, 2010년~2013년에 1,061,812원~2,236,437원 수준이었다가, 2014년 이후에는 31만원~34만원 수준으로 급격하게 하락하였음. 산양삼 수출입(HS 코드 121120111) 동향을 살펴보면, 수출량은 연도별로 편차가 좀 많이 나는 편이며, 2018년에는 약 220kg정도가 수출되었으며, 수출액은 약 38천 달러 정도 수준임. 산양삼 2017년 수입량은 10kg 정도이며 수입액은 1,840달러 정도임. 산양삼 수요에 대한 가격탄력성은 0.78이고, 소득탄력성은 4.18로 추정됨. 이는 소득에 대해서 매우 탄력적으로 반응을 보였으며, 일반적으로 소득탄력성이 1 이상이면 사치재라고 볼 수 있음(예, 호두 소득탄력성은 0.34임). 산양삼과 인삼 소비와의 대체관계를 살펴보기 위하여 모형에 인삼가격을 포함하여 추정했지만, 통계적 유의성이 너무 낮았고, 실제로 소비가 대체되지는 않는 것으로 파악됨. 산양삼 공급에 대한 가격탄력성은 0.12이고, 전년도 공급 영향은 0.24로 계측됨. 산양삼 공급이 가격에 매우 비탄력적으로 나타나고 있는데, 산양삼은 5~10년 이상 재배해야 하기 때문에 다른 농산물에 비해 더 비탄력적인 값을 보임. 아쉬운 점은 공급함수 추정에 필요한 산양삼 생산비 및 경영비 통계자료가 없다는 것임. 현재 산림청 임산물 생산비 조사 품목에 산양삼 품목이 없으므로 경영비나 생산비 조사가 현재 이루어지지 않고 있음. 산양삼을 좀 더 장기적인 측면에서 관리하고, 대책을 마련하고자 한다면, 기초 데이터인 생산비 조사 품목에 산양삼을 포함 시킬 필요가 있음. 위의 결과를 토대로 의미를 이끌어보자면 산양삼 재배농가에서는 소비자 신뢰 향상을 위하여 좋은 양질의 산양삼(제품)을 잘 만들어서, 판매가격을 높이면서 조수입을 최대화하는 전략이 필요함. 그리고 산양삼 관리기관에서는 산양삼의 투명한 유통질서 확립과 원산지 관리를 철저히 해야 할 것임.

Abstract: Due to the increased interests in well-being culture and health, the production of Mountain-ginseng increased from 19,290 kg in 2008 to 130,191 kg in 2018, which is an annual increase of about 57.5% per year. The production also steadily increased from 13.8 billion won in 2008 to 40.9 billion won in 2018 as well. At the price per 1Kg, it was ₩1,061,812 won~₩2,236,437 won from 2010 to 2013, but fell sharply to ₩310,000~₩340,000 after 2014. According to the trend of export and import of the ginseng(HS code 121120111), exports tend to vary by year, and about 220kg was exported in 2018 and around 38,000 dollars. The ginseng imports in 2017 were about 10kg, and imports were about \$1,840. Price elasticity is estimated at 0.78, and income elasticity is estimated at 4.18. The price elasticity for ginseng supply is 0.12 and the previous year's supply impact is 0.24. Based on the above results, the ginseng farmers need a strategy to maximize income with making good quality products to improve consumer confidence. And the ginseng management institutions(kopfi) should establish a transparent distribution system and thoroughly manage the country of origin as well.

길마가지나무 자생지의 생육환경특성과 식생구조

손용환*, 박성혁, 김기윤, 정대희, 허정훈, 손호준
(국립산림과학원 산림약용자원연구소)

Growing environment characteristics and vegetation structure of *Lonicera harae*.

Yong-Hwan Son*, Sung-Hyuk Park, Ki-Yoon Kim, Jeong-Hoon Huh, Dae-Hui Jeong, Ho-Jun Son
(Forest Medicinal Resources Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 길마가지나무는 피자식물문(Angiospermae), 산토끼꽃목(Dipsacales), 인동과(Caprifoliaceae)의 낙엽관목으로 중국 동북부, 일본의 쓰시마섬, 한국의 황해도 이남의 산지에 분포하며 주로 남부 지역을 중심으로 자생하는 식물이다. 아직까지 길마가지나무에 관한 연구는 같은 속에 속하는 인동(*Lonicera japonica*)과 비교하면 미흡한 실정으로 국내 자생식물에 관한 관심이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 길마가지나무 자생지의 생육환경 및 식생구조의 조사를 통해 재배 및 활용에 기초적인 자료로 제공하고자 한다. 길마가지나무는 한반도전역에서 발견되는 식물로, 주 분포지는 남부권역의 산지 임연부나 계곡 및 저지대에서 자생한다. 본 연구에서는 광주, 완주, 남해 등 11개 지역 24개의 방형구를 조사하였다. 그 결과 해발고도 8~483 m로 평균 173 m, 경사는 2-25°로 다양했으나 주로 8.5°의 완경사지에 자생하는 것으로 확인되었다. 자생지에서 출현한 관속식물은 80과 166속 199종 3아종 24변종 4품종 총 230분류군으로 확인되었다. 군집구조 분석 결과, 3개 군집으로 아까시나무군집, 느티나무군집, 일본잎갈나무군집으로 구분되었으며 종다양성지수는 평균 1.399, 균재도는 평균 0.978, 우점도는 평균 0.022로 나타났다.

Abstract: *Lonicera harae* is a species of shrub in the Caprifoliaceae family, mostly distributed in East Asia. So far, the related research on the genus of *Lonicera* is insufficient compared to the *Lonicera japonica* belonging to the same genus, which requires attention to domestic native plants. Therefore, this study aims to provide baseline data for cultivation and utilization through the growth environment and vegetation structure of the natural habitat. *Lonicera harae* is a plant found throughout the Korean Peninsula, and its main distribution is in the forest, valley, and lowland areas of the southern region. The study examined 24 quadrats in 11 regions, including Gwangju, Wanju, and Namhae. As a result, the environmental condition of *Lonicera harae* was 8 to 483m above sea level, normally distributed over 173m, Slope was 5 to 25 degree with 8.5 degree on average. The list of plants were classified as a total of 230 taxa comprising 80 families, 166 genus, 199 species, 3 subspecies, 24 varieties, 4 forma. As a result of the clustering analysis, the three clusters were divided into three groups: *Robinia pseudoacacia*, *Zelkova serrata*, *Larix kaempferi*. Species diversity was 1.399, and Dominance and Evenness were found to be 0.978 and 0.022 respectively.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 식박사연구원 지원 사업을 통해 이루어진 것임.

경기도 가평 지역 전나무(*Abies holophylla*) 숲의 임분구조

남광현*, 최은호, 박필선
(서울대학교 산림과학부)

Stand structure of *Abies holophylla* stands in Gapyeong, Gyeong-gi

Kwanghyun Nam*, Eunho Choi, Pil Sun Park
(Department of Forest Environment Science Seoul National University)

요약: 본 연구는 경기도 가평 지역 전나무(*Abies holophylla* Maxim.) 숲의 임분구조를 조사하여 이 지역의 전나무 임분 현황을 알아보기 위하여 수행하였다. 가평군의 이화리, 산유리 지역 전나무 임분에서 매목조사를 실시하고, 해당 지역의 조림 기록을 조사하였다. 이화리 지역 조사구 일부는 일본잎갈나무(*Larix kaempferi*[Lamb.] Carriere)가 식재되어 있었으며, 산유리 지역 조사구는 잣나무(*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.)를 식재한 기록이 있었다. 두 조사 지역 모두 전나무의 중요도가 36.1-56.8%로 가장 높았으며, 전나무 치수는 이화리에서는 ha당 약 1000-5000본, 산유리에서는 ha당 200-300본 발생한 것으로 나타났다. 이화리 지역에는 전나무의 직경분포가 연속적인 임분, 상층부는 다른 수종이 차지하지만 낮은 직경급에서 전나무가 우세한 임분이 있었다. 산유리 지역은 낮은 직경급과 30cm 이상의 직경급에서 전나무가 조림목보다 우세한 임분과 전나무, 잣나무, 활엽수가 경쟁하는 임분이 있었다. 전나무 임분의 치수 밀도와 직경 분포는 이 지역에서 전나무의 천연 갱신이 활발하게 이루어지고 있으며 전나무 임분이 지속적으로 유지될 것임을 보여준다. 조사 지역에서 전나무는 잣나무와 일본잎갈나무 조림지를 점차적으로 점유하고 있었다. 향후 조림 수종으로 전나무를 도입하기 위하여 전나무의 생장과 이용에 관한 연구가 추가적으로 필요하다.

Abstract: This study aimed to understand the current status of *Abies holophylla* stands in Gapyeong area, Gyeonggi-do. The stand inventory was conducted in the *Abies holophylla* stands in Ihwa-ri and Sanyoo-ri in Gapyeong-gun. The records of planting history in these areas were researched as well. The local government archives recorded that Japanese larch (*Larix kaempferi* [Lamb.] Carriere) was planted in Ihwa-ri, and Korean pine (*Pinus koraiensis* Siebold & Zucc.) was planted in Sanyoo-ri. *Abies holophylla* was the species with had the highest importance value (36.1-56.8%) in both area. Seedling density of *Abies holophylla* was 1000-5000/ha and 200-300/ha in Ihwa-ri and Sanyoo-ri, respectively. *Abies holophylla* stands showed different DBH distribution as continuous DBH distribution or *Abies holophylla* only in understory in Ihwa-ri stands. In Sanyoo-ri, *Abies holophylla* showed bimodal distribution as *Abies holophylla* was distributed either in DBH class > 30 cm or < 10 cm. were superior to *P. koraiensis* in the 2-10cm diameter class and above 30cm diameter class, *Abies holophylla* competed against Korean pine and broad-leaved trees in Sanyoo-ri. The diameter distribution and seedling density indicated that the natural regeneration of *Abies holophylla* continuously occurred taking place and *Abies holophylla* stands would continue to stayforest is expected to be maintained in this area. *Abies holophylla* gradually expands the occupation in Korean pine and Japanese larch plantations in the study area. Further research on the growth and use of *Abies holophylla* is needed to confirm consider *Abies holophylla* as a suitable plantation tree species for Gapyeong area.

Keywords: *Abies holophylla*, natural regeneration, seedling, plantation

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(2020185D10-2022-AA02)의 지원으로 수행되었습니다.

백두대간(덕유산권역) 훼손지 유형별 식생구조

송주현^{1*}, 이혜정², 김주영³, 공민정¹, 이민우¹, 김성빈¹, 장정원¹(국립백두대간수목원 산림복원지원실, ²국립백두대간수목원 산림생물자원보전실,³한국수목원관리원 정원문화사업지원실)Vegetation Structure on Type of Damaged Lands in Baekdudaegan
(Mt. Deogyusan Range)Ju-Hyeon Song^{1*}, Hye-Jung Lee², Juyoung Kim³,Min-Jung Kong¹, Min-Woo Lee¹, Seong-Bin Kim¹, Jeong-Won Jang¹(¹Forest Restoration Support Division, Baekdudaegan National Arboretum,²Forest Bioresources Conservation Division, Baekdudaegan National Arboretum,³Garden Business Support Division, Korea Institute of Arboretum Management)

요약: 본 연구는 생태적으로 한반도 생태축이자 야생 동·식물의 이동통로로서 생물다양성의 보고인 백두대간(덕유산권역)의 훼손지를 대상으로 훼손 유형별 층위별 중요치, 종다양도, DCA, 군락유사도, CCA 분석을 통해 훼손지 유형별 식생구조를 파악하기 위하여 2020년 4월부터 동년 9월까지 총 87 개소의 식생조사를 실시하였다. 훼손의 유형은 토지유형을 바탕으로 분류하였으며 나지, 농경지, 등산로, 묘지, 벌채지, 복원지, 임도, 초지의 총 8개 유형으로 분류되었다. 층위별 중요치 분석 결과, 모든 유형에서 교목층과 아교목층의 식생은 출현하지 않았으며 관목층에서 중요치가 높게 나타난 종은 조록싸리(10.2), 미역줄나무(9.5), 참억새(8.2)의 순으로 나타났고 초본층에서 중요치가 높게 나타난 종은 쑥(6.8), 잔디(4.5), 참억새(3.6)의 순으로 나타났다. 종다양도 분석 결과, 벌채지(1.811), 임도(1.502), 등산로(1.482), 농경지(1.438), 묘지(1.409), 초지(1.379), 복원지(1.023), 나지(0.612)의 순으로 나타났다. 무생물적 환경인자와의 상관관계를 살펴보기 위해 CCA 분석을 수행한 결과, 등산로는 해발고도와 양의 상관관계가 나타났으며, 묘지와 복원지는 음의 상관관계로 나타났다. 본 연구를 통해서 백두대간 훼손지 연구 및 다각적 복원계획 수립에 활용될 것으로 판단된다.

Abstract: This study was carried out to analyze vegetation structure in Mt. Deogyusan range, Baekdudaegan through importance value, species diversity, DCA, community similarity, CCA. Data were collected by 87 quadrats through Braun-Blanquet vegetation survey method from april to september in 2020. The type of damaged lands was classified based on the land type. It was classified into 8 types: bared land(BL), arable land(AL), trail(TL), burial ground(BG), cutover(CO), restoration area(RA), forest road(FR), grassland(GL). As a result of importance value, In all types, there were no species did not appear in the tree and subtree layer. The species with high importance value in shrub layer were in orde of *Lespedeza maximowiczii*(10.2), *Tripterygium regelii*(9.5), *Miscanthus sinensis*(8.2). In herbaceous layer, high importance value were in order of *Artemisia indica*(6.8), *Zoysia japonica*(4.5), *M. sinensis*(3.6). As a result of species diversity, the order of CO(1.811), FR(1.502), TL(1.482), AL(1.438), BG(1.409), GL(1.379), RA(1.023), BL(0.612) respectively. As a result of CCA to examine the correlation with abiotic environmental factors, It was a positive correlation between the altitude with TL, and a negative correlation between altitude and the BG, RA. Through this study, It was considered that it would be used to study of the damaged area in Baekdudaegan and to establish a multilateral restoration plan.

A photograph of a dirt path winding through a dense forest. The path is light brown and curves gently to the right. The forest is composed of tall, slender trees with lush green foliage, creating a canopy overhead. The lighting is soft and diffused, suggesting an overcast day. The overall atmosphere is serene and natural.

(사)한국산림바이오에너지학회

O-0048. 알파-펠란드렌 유래 고리형 산 무수물의 가메탄올 분해와 알케노일 에스터의 직접적 락톤화 예시

- 조성민*, 최준호, 이상윤, 조영민(서울대학교), 최원실(서울대학교 농생명과학공동기기원), 최인규(서울대학교)

O-0049. 크라프트 리그닌의 아세틸화를 통한 리그노플라스틱의 상용성 증가

- 박상우*, 최준호, 김종화, 조성민, 김종찬, 이상윤, 조영민, 최인규(서울대학교)

O-0050. 하이드록시프로필화를 통한 에탄올 유기용매 리그닌의 열가소성 향상

- 최준호*, 김종화, 조성민, 박상우(서울대학교), 구본욱(한국생산기술연구원), 김호용(한국화학연구원), 곽효원, 최인규(서울대학교)

O-0051. 리그닌이 함유된 셀룰로오스 나노크리스탈 생산과 생분해성 플라스틱과의 상용성 증대 및 인장강도 평가

- 조영민*, 최준호, 김종화, 김종찬, 박상우, 최인규(서울대학교)

O-0052. 카르복실화 리그닌 투입량에 따른 TEMPO 산화 처리된 셀룰로오스 나노섬유 복합 필름의 물리적, 화학적 특성 분석

- 김종찬*, 김종화, 조성민, 이상윤, 조영민, 여환명, 곽효원, 최인규(서울대학교)

O-0054. 헤미셀룰로오스 유래 가교제를 통한 젤라틴 기반 하이드로겔 합성 및 물성 평가

- 김종화*, 최준호, 김종찬(서울대학교), 구본욱(한국생산기술연구원), 조영민, 이상윤, 최인규(서울대학교)

O-0055. 국내 식물정유 5종에 대한 미백 및 항산화 효능 평가

- 이상윤*, 조성민, 김종찬(서울대학교), 이다송(셀트리온), 박상우, 조영민(서울대학교), 박미진(국립산림과학원), 최인규(서울대학교)

O-0136. 갈대의 two-stage 전처리가 glucose와 에탄올 생산에 미치는 영향

- 하시영*, 정지영, 이동환, 최민서, 양재경(경상대학교)

O-0138. 열처리된 목질계바이오매스로부터 유래된 추출물의 식물병해방제 성능 평가

- 정지영*, 하시영, 이동환, 최민서, 양재경(경상대학교)
-

O-0141. 성형술의 연소로 인해 발생하는 연소가스 평가

- 주영민*, 정한섭, 안병준, 이수민(국립산림과학원)

O-0142. 초임계수 당화를 이용한 목질계 당 생산 공정의 에너지 소비량 분석

- 정한섭*, 장석윤, 주영민, 김석주, 이수민(국립산림과학원)

O-0176. 2020년 국내 목재펠릿 시장 동향 및 전망

- 이수민*, 장석윤, 정한섭, 주영민, 김석주(국립산림과학원)

O-0180. Physical and Thermal Characteristics of Lignin-PVA Thin Film Composites

- Muhammad Ajaz Ahmed*, Sadaf Mearaj, Choi Joon Weon(서울대학교)

O-0181. *In vivo* evaluation of drug-encapsulated lignin nanoparticles for release control

- Jae Hoon Lee*, In-Gyu Choi, Tae Min Kim, Joon Weon Choi(서울대학교)

O-0232. 폐골판지로부터 란타나이드계 촉매를 이용한 젖산 생산에 관한 연구

- 김광호*(한국과학기술연구원)

알파-펠란드렌 유래 고리형 산 무수물의 가메탄올 분해와 알케노일 에스터의 직접적 락톤화 예시

조성민^{1*}, 최준호¹, 이상윤², 조영민², 최원실³, 최인규^{2,4}

(¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 농림생물자원학부, ³서울대학교 농생명과학공동기기원,

⁴서울대학교 농업생명과학연구원)

Methanolysis of α -Phellandrene-Derived Cyclic Acid Anhydride and an Example of Direct-Lactonization of Alkenoyl Ester

Seong-Min Cho^{1*}, June-Ho Choi¹, Sang-Youn Lee², Young-Min Cho²,
Won-Sil Choi³, In-Gyu Choi^{2,4}

(¹Department of Forest Sciences, Seoul National University,

²Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,

³National Instrumentation Center for Environment Management, Seoul National University,

⁴Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University)

요약: 다고리 탄화수소는 항공우주 분야의 고에너지 밀도 연료로 주목 받고 있으며, 고리 첨가 반응을 통해 합성하려는 노력이 이루어지고 있다. 본 연구에서는 재생가능한 알킬바이사이클로[2.2.2]옥테인 합성의 일환으로서 알파-펠란드렌 유래 고리형 산 무수물의 가메탄올 분해를 수행하였다. 고리형 산 무수물은 알파-펠란드렌과 말레산 무수물의 딜스-알더 고리 첨가 반응으로 준비하였다. 환류 조건하에서 황산 촉매에 의한 가메탄올 분해를 통해 알케노일 에스터가 주요 생성물로 합성되었다. 반응 온도와 촉매/기질 몰비를 증가시켰을 때, 알케노일 에스터는 위치선택적 1,5-고리화에 의해 감마-뷰티로락톤 구조를 가지는 화합물로 전환되었다. 이러한 결과를 이해하기 위해 반응 속도 모델 연구를 수행하였다. 락톤의 형성은 메탄올을 증류하면서 반응 온도를 높였을 때 가속화되었으며, 이 직접적 락톤화에 대한 타당한 반응 메커니즘을 제시하였다.

Abstract: Polycyclic hydrocarbons have been suggested as high-energy density fuel for aerospace application. For the construction of polycyclic structure, cycloaddition reactions have been employed. In this study, as part of the synthesis of alkylbicyclo[2.2.2]octanes the methanolysis of the α -phellandrene-derived cyclic acid anhydride was carried out. The cyclic acid anhydride was prepared from the Diels-Alder cycloaddition between α -phellandrene and maleic anhydride. The methanolysis was catalyzed by sulfuric acid in methanol under reflux condition, furnishing an alkenoyl ester as a major product. From the alkenoyl ester, the regioselective 1,5-cyclization affording γ -butyrolactone structure was observed when the reaction temperature and catalyst/substrate molar ratio were increased. In order to understand the methanolysis of the α -phellandrene-derived cyclic acid anhydride, a kinetic study was performed. The formation of the lactone was accelerated at the elevated temperature under methanol distillation. A plausible reaction mechanism for this direct-lactonization is presented.

사사: 본 연구는 한국연구재단 이공분야 기초연구사업(NRF-2016R1A2B4014222)의 지원을 받음.

크라프트 리그닌의 아세틸화를 통한 리그노플라스틱의 상용성 증가

박상우^{1*}, 최준호², 김종화², 조성민², 김종찬¹, 이상윤¹, 조영민¹, 최인규^{1,3}

(1서울대학교 농림생물자원학부, 2서울대학교 산림과학부, 3서울대학교 농업생명과학연구원)

Increased compatibility of lignoplastics via acetylation of kraft lignin

Sang-Woo Park^{1*}, June-Ho Choi², Jong-Hwa Kim², Seong-Min Cho², Jong-Chan Kim¹,
Sang-Youn Lee¹, Young-Min Cho¹, In-Gyu Choi^{1,3}¹Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,²Department of Forest Sciences, Seoul National University,³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University)

요약: 최근 분해되지 않는 미세플라스틱으로 인한 환경오염이 심각하게 대두되고 있으며, 이를 대체하기 위한 방안으로 자연 분해되는 생분해성 플라스틱이 각광 받고 있다. 생분해성 플라스틱 중 polylactic acid(PLA)는 강도가 우수한 장점이 있지만 열안정성이 낮으며 취성이다. 이러한 단점을 극복하기 위해 Polyhydroxyalkanoates(PHAs)를 첨가하여 취성을 완화하고 리그닌을 첨가하여 열안정성을 보완할 수 있다. 하지만 리그닌 혼합 플라스틱은 열악한 상용성으로 인해 기계적 강도가 감소하는 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해 리그닌의 화학적 개질을 통한 상용성 증대 방안 탐색이 필요하다.

본 연구에서는 아세틸화를 도입하여 크라프트 리그닌의 표면특성을 개질하고자 하였다. 개질 유무에 따른 PLA 기반 리그노플라스틱의 인장강도를 비교함으로써 리그노플라스틱의 상용성을 평가하고자 하였으며 열적 특성 평가를 통해 리그닌의 내열성 증대 효과를 확인하였다. 그 결과, 개질 전 리그닌의 함량이 높을수록 리그노플라스틱의 유리전이온도와 최대분해온도가 증가하여 내열성이 향상된 것으로 나타났으며, 인장강도는 감소하는 경향을 나타냈다. 반면 개질된 리그닌은 상용성의 증대로 리그노플라스틱의 인장강도가 개선될 수 있을 것으로 사료된다.

Abstract: Recently, environmental pollution caused by the microplastic waste has emerged an urgent problem, and biodegradable plastics that can be decomposed naturally are suggested as substitutes of petroleum-based plastics. Among biodegradable plastics, polylactic acid (PLA) has the advantage of excellent strength, but has disadvantages of low thermal stability and high brittleness. To overcome low thermal property and brittleness of the polyhydroxyalkanoates (PHAs) lignin can be added to compensate for thermal stability. However, lignoplastics, lignin blended plastics have the disadvantage of decreasing mechanical strength due to poor compatibility. In order to improve these shortcomings, it is necessary to investigate ways to increase compatibility through the chemical modification of lignin.

In this study, acetylation was introduced to modify the surface properties of kraft lignin. To evaluate the compatibility of lignoplastics by comparing the tensile strength of PLA-based lignoplastics blended kraft lignin with or without modification, and the effect of increasing the heat resistance of lignin was confirmed through thermal property evaluation. As a result, the higher content of unmodified kraft lignin, the higher the glass transition temperature and maximum decomposition temperature of the lignoplastic, implying of improved heat resistance, and decreased tensile strength. However, modified kraft lignin is thought to be able to improve the tensile strength of lignoplastics by increasing compatibility.

하이드록시프로필화를 통한 에탄올 유기용매 리그닌의 열가소성 향상

최준호^{1*}, 김종화¹, 조성민¹, 박상우², 구본욱³, 김호용⁴, 곽효원^{2,5}, 최인규^{2,5}

(¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 농림생물자원학부, ³한국생산기술연구원 청정기술연구소, ⁴한국화학연구원 바이오화학실용화센터, ⁵서울대학교 농업생명과학연구원)

Improving the thermoplastic property of ethanol organosolv lignin by hydroxypropylation

June-Ho Choi^{1*}, Jong-Hwa Kim¹, Seong-Min Cho¹, Sang-Woo Park², Bonwook Koo³,
Ho-Yong Kim⁴, Hyo Won Kwak^{2,5}, In-Gyu Choi^{2,5}

(¹Department of Forest Sciences, Seoul National University,

²Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,

³Green and Sustainable Materials R&D Department, Korea Institute of Industrial Technology,

⁴Center for Bio-based Chemistry, Korea Research Institute of Chemical Technology,

⁵Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University)

요약: 리그닌은 기능성을 부여하기 위한 플라스틱의 첨가제 또는 전구체로 사용될 수 있다. 그러나 리그닌은 일반적으로 친수성의 표면 특성으로 대부분의 열가소성 바이오폴리에스터와 열악한 상용성을 나타낸다. 또한, 리그닌은 다양한 결합구조와 분자내·간 수소결합으로 열가소성과 열경화성의 특성을 모두 내포한다. 리그닌의 열경화성 특성은 용융 블렌딩 과정에서 리그닌의 유동성을 저해하며, 이는 리그닌의 열가소성 수지로의 이용을 제한한다. 따라서 바이오플라스틱 산업에서 리그닌 활용 가능성을 높이기 위해서는 리그닌의 열가소성 특성을 강화하기 위한 화학적 개질 방법의 탐색이 필요하다. 본 연구에서는 하이드록시프로필화를 도입하여 에탄올 유기용매 리그닌의 열가소성을 강화하였으며, 리그닌/PLA 블렌드의 인장 시험을 통해 개질된 유기용매 리그닌과 PLA의 상용성을 평가하였다. 하이드록시프로필화 후, 개질된 유기용매 리그닌은 새로운 유리전이온도와 용융점이 생성되었으며, 블렌드의 인장강도가 순수한 PLA 수준으로 향상되었다.

Abstract: Lignin has the potential to be used as an additive or a precursor of bioplastics for imparting functionality. However, lignin is incompatible with many kinds of thermoplastic biopolyesters due to its hydrophilic surface characteristics. In addition, lignin has both thermoplastic and thermosetting properties, attributed to its amorphous chemical structure and inter- and intramolecular interactions. The thermosetting properties cause a low fluidity during melt blending and limit the use of lignin as a thermoplastic resin. Therefore, appropriate chemical modification strategies that strengthen the thermoplastic properties are necessary. In this study, the thermoplastic property of ethanol organosolv lignin (EOL) was enhanced by hydroxypropylation. Then, the compatibility of the modified EOL and PLA was evaluated by the tensile test of the EOL/PLA blend. After hydroxypropylation, a new glass transition temperature and melting point were observed for modified EOL, and the tensile strength of the blend was improved to a similar level to that of the neat PLA.

사사: 본 연구는 2020년도 한국연구재단 이공분야기초연구사업인 중견연구자지원사업 (NRF-2019R1A2C1005369)의 지원을 받아 수행되었음.

리그닌이 함유된 셀룰로오스 나노크리스탈 생산과 생분해성 플라스틱과의 상용성 증대 및 인장강도 평가

조영민^{1*}, 최준호², 김종화², 김종찬¹, 박상우¹, 최인규^{1,3}

(¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³서울대학교 농업생명과학연구원)

Production of lignin-contained cellulose nanocrystals and evaluation of the compatibility with biodegradable plastics and investigation of tensile strength

Young-Min Cho^{1*}, June-Ho Choi², Jong-Hwa Kim²,
Jong-Chan Kim¹, Sang-Woo Park¹, In-Gyu Choi^{1,3}

(¹Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,

²Department of Forest Sciences, Seoul National University,

³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University)

요약: 생분해성 플라스틱은 토양 또는 수중에서 미생물에 의해 물과 이산화탄소로 분해될 수 있다는 장점을 가져 석유계 플라스틱을 대체할 재료로 각광받고 있다. 하지만 생분해성 플라스틱은 석유계 플라스틱과 비교하여 물리적 성질과 내열성이 떨어지고 가격경쟁력 또한 낮다는 단점이 있다. 생분해성 플라스틱의 취약한 물성을 개선하기 위해, 높은 기계적 강도를 가지는 셀룰로오스 나노크리스탈(CNC)이 보강 충전제로 이용될 수 있다. 그러나 셀룰로오스의 수산기로 인해 계면 간 결합력이 약해 상용성이 떨어진다는 특징이 있다. 본 연구에서는 목분에 과초산 처리를 통해 리그닌 함량을 조절한 후, 무기산을 이용하여 리그닌이 함유된 셀룰로오스 나노크리스탈(LCNC)을 생산하였다. 그리고 CNC와 LCNC의 형태학적 특성을 비교하고 화학적 개질을 통해 생분해성 플라스틱과의 상용성과 물성 개선을 평가하고자 하였다.

Abstract: Biodegradable plastics can be decomposed by microorganisms in a soil or water condition. For this reason, biodegradable plastics have attracted a lot of attention as a material which could be substitute for petroleum-based plastic. However, biodegradable plastics have low mechanical property, heat resistance, and price competitiveness compared with petroleum-based plastics. To improve biodegradable plastic's low mechanical property, cellulose nanocrystal (CNC) which has great mechanical property, can be used as a filler. Nevertheless, CNC has poor compatibility with biodegradable plastics due to its poor interfacial bonding strength derived from hydroxyl groups. In this research, lignin-contained CNC (LCNC) was produced by inorganic acid treatment using peracetic treated wood powder with a controlled lignin content. Then, the morphological property of CNC and LCNC was compared, and compatibility was evaluated with biodegradable plastics (PLAs) by determining tensile strength and solvent dispersion stability.

사사: 본 연구는 2020년도 산림청 산림융복합 전문인력 양성(대학(원)생 창의도전 아이디어 연구지원) 사업(2020256A00-2021-0001)의 지원을 받아 수행되었음.

카르복실화 리그닌 투입량에 따른 TEMPO 산화 처리된 셀룰로오스 나노섬유 복합 필름의 물리적, 화학적 특성 분석

김종찬^{1*}, 김종화², 조성민², 이상윤¹, 조영민¹, 여환명^{1,3}, 곽효원^{1,3}, 최인규^{1,3}

(¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³서울대학교 농업생명과학연구원)

Analysis of physical and chemical properties of TEMPO-oxidized cellulose nanofiber composite film according to the amount of carboxylated lignin dosage

Jong-Chan Kim^{1*}, Jong-Hwa Kim², Seong-Min Cho², Sang-Youn Lee¹, Young-Min Cho¹, Hwan-Myeong Yeo^{1,3}, Hyo Won Kwak^{1,3}, In-Gyu Choi^{1,3}

(¹Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,

²Department of Forest Sciences, Seoul National University,

³Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University)

요약: 다양한 분야에서 UV 차단능, 투습도 감소, 항균활성과 같은 특성이 향상된 기능성 필름이 각광받고 있다. 또한 리그닌의 고부가가치화 및 목재 구성성분의 전수활용에 대한 수요가 꾸준히 증가하고 있는 추세이다. 따라서 카르복실화 리그닌(CL)과 TEMPO 산화 처리된 셀룰로오스 나노 섬유(TCNF)를 원료로 하여 필름을 제조하고 물리적, 화학적 특성 분석을 통하여 기능성 필름 제조 가능성을 평가하였다. 셀룰로오스 나노섬유 필름에 수용성 리그닌 투입량이 증가할수록 UV 투과율이 80.8%에서 11.41% 이하까지, 투습도가 93.66 (g·μm)/(m²·day)에서 47.79 (g·μm)/(m²·day)까지 감소하였다. 또한 CL을 TCNF 대비 20wt% 투입하여 제조한 필름이 *Streptococcus mutans* (*S. mutans*)와 *Trichophyton rubrum* (*T. rubrum*) 균주에 대해서 항균활성을 보였으며, 필름을 사용한 디스크 확산법 실험 결과, 억제환의 지름이 *S. mutans*와 *T. rubrum*에 대해 각각 1.12(±0.01)와 1.21(±0.05) cm이었다.

Abstract: A functionalized film which has enhanced properties, such as UV protection, reduced moisture permeability, antimicrobial activity, attracts interests in various fields. Besides, the demand for value adding of lignin and total utilization of wood components has steadily increased for many years. For these reasons, a film was prepared using carboxylated lignin (CL) and TEMPO-oxidized cellulose nanofibers (TCNF) as raw materials, and the possibility of fabrication of functionalized film was evaluated through physical and chemical property analysis. As the amount of water-soluble lignin added to the cellulose nanofiber film increased, the UV transmittance decreased from 80.8% to 11.41% or less, and the water vapor transmittance rate decreased from 93.66 (g·μm)/(m²·day) to 47.79 (g·μm)/(m²·day). In addition, the film prepared by adding 20wt% of CL compared to TCNF showed antibacterial activity against two strains, *Streptococcus mutans* (*S. mutans*) and *Trichophyton rubrum* (*T. rubrum*). As a result of the disk diffusion test using the film, the diameter of the inhibitor zone was 1.12 (±0.01) and 1.21 (±0.05) cm for *S. mutans* and *T. rubrum*, respectively.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술 연구개발사업(2020243A00-2021-0001, 2020215C10-2122-AC01)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

헤미셀룰로오스 유래 가교제를 통한 젤라틴 기반 하이드로겔 합성 및 물성 평가

김종화^{1*}, 최준호¹, 김종찬², 구본욱³, 조영민², 이상윤², 최인규^{2,4}

(¹서울대학교 산림과학부, ²서울대학교 농림생물자원학부, ³한국생산기술연구원 청정기술연구소

⁴서울대학교 농업생명과학연구원)

Preparation and properties of gelatin based hydrogel reinforced by hemicellulose based crosslinker

Jong-Hwa Kim^{1*}, June-Ho Choi¹, Jong-Chan Kim², Bonwook Koo³, Young-Min Cho²,
Sang-Youn Lee², In-Gyu Choi^{2,4}

(¹Department of Forest Sciences, Seoul National University,

²Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,

³Green and Sustainable Materials R&D Department, Korea Institute of Industrial Technology

⁴Research Institute of Agriculture and Life Sciences)

요약: 본 연구에서는 약물전달소재로 이용되는 젤라틴의 물성을 보완할 천연 소재(헤미셀룰로오스) 기반 가교제를 제조한 후 이를 젤라틴에 적용하여 젤라틴-헤미셀룰로오스 하이드로겔의 물성을 평가하고자 한다. 헤미셀룰로오스는 졸참나무로부터 알칼리 처리를 통해 추출하였으며 화학적 조성을 분석한 결과 주요 성분은 자일란이었다. 자일란을 가교제로 활용하기 위해 과아이오딘산나트륨을 이용하여 자일란에 다이알데하이드기를 도입하였다. 자일란-다이알데하이드의 경우 분자량은 반응 전 자일란에 비해 약 1/10 가량 감소하였으며 알데하이드 함량은 약 70%로 나타났다. 이후 자일란-다이알데하이드의 함량을 다르게 하여 하이드로겔을 제조한 후 제조된 하이드로겔의 물성을 평가하였다. 그 결과 자일란-다이알데하이드의 함량이 증가할수록 젤라틴과의 가교도가 증가하였으며 젤라틴 대비 25 wt%일 때 최대 89%의 가교도를 보였다.

Abstract: In this research, natural polymer (hemicellulose) derived crosslinking agent was prepared to complement physical properties of gelatin which is used to drug delivery material (hydrogel) and properties of hydrogel reinforced by hemicellulose was evaluated. Hemicellulose was extracted from *Quercus serrata* via alkaline extraction and main component of hemicellulose was xylan. Then xylan was modified as crosslinking agent via sodium periodate treatment for adopting di-aldehyde functional group. After sodium periodate treatment, molecular weight of xylan-dialdehyde was decreased to 1/10 of original xylan and its aldehyde content was 70%. Gelatin hydrogel reinforced by xylan-dialdehyde was synthesized by varying amount of xylan-dialdehyde. As a result, degree of crosslinking increased as amount of xylan-dialdehyde increased and maximum degree of crosslinking was 89%

사사: 본 연구는 본 연구는 산림청(No. 2020258A00-2021-0001)의 지원에 의해 이루어진 것임.

국내 식물정유 5종에 대한 미백 및 항산화 효능 평가

이상윤^{1*}, 조성민², 김종찬¹, 이다송³, 박상우¹, 조영민¹, 박미진⁴, 최인규^{1,5}

(¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 산림과학부, ³셀트리온 제조부문 공정분석팀,

⁴국립산림과학원 목재화학연구과, ⁵서울대학교 농업생명과학연구원)

Evaluation of whitening and antioxidant effect of five domestic essential oils

Sang-Youn Lee^{1*}, Seong-Min Cho², Jong-Chan Kim¹, Da-Song Lee³, Sang-Woo Park¹,
Young-Min Cho¹, Mi-Jin Park⁴, In-Gyu Choi^{1,5}

(¹Department of Agriculture, Forestry, and Bioresources, Seoul National University,

²Department of Forest Sciences, Seoul National University,

³Celltrion, Inc., Production Management Unit, Process Analytical Tech Team,

⁴Division of Wood Chemistry, National Institute of Forest Science,

⁵Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University)

요약: 전 세계적으로 미용에 대한 관심이 증가하면서 화장품 사용량이 증가하였다. 하지만 합성 원료의 장시간 사용으로 인한 부작용 때문에 합성 원료가 아닌 천연 유래 물질에 대한 관심이 높아지고 있다. 따라서 본 연구에서는 천연 유래 물질인 국내 식물정유 5종에 대한 미백 효과와 항산화 활성을 평가하고자 하였다. 미백 효과를 평가하기 위하여 L-tyrosine과 L-3,4-dihydroxy phenyl alanine (L-DOPA)에 대하여 tyrosinase 저해 활성을 측정하였다. 측정 결과 L-tyrosine이 기질인 경우 IC₅₀값이 온주밀감 정유 0.725 mg/ml, 산초 정유 0.718 mg/ml, 육계나무 정유 1.109 mg/ml로 높은 미백 효능을 보였지만 기질이 L-DOPA인 경우 식물정유 모두 tyrosinase 저해율이 50% 미만으로 낮은 효능을 나타냈다. 항산화 활성 평가를 위한 superoxide dismutase (SOD) 유사활성 측정 결과, 육계나무 정유, 삼나무 정유, 온주밀감 정유가 각각 78.4%, 74.7%, 73.1% 값으로 높은 항산화 활성을 나타냈다. 미백과 항산화 효능이 있는 온주밀감과 육계나무 정유를 선별하여 GC/MS 분석 결과 온주밀감 정유는 limonene, 육계나무 정유는 linalool이 주성분을 이루었다.

Abstract: With the growing interest in the beauty around the world, the use of cosmetics is also increasing. However, as the side effects of long-term use of synthetic compounds, interest in natural products is increasing rather than synthetic compounds. The objective of this study was to evaluate the whitening and antioxidant effect of five kinds of domestic essential oils. For the evaluation of whitening, tyrosinase inhibitory activity was measured on two substrates: L-tyrosine and L-3,4-dihydroxy phenyl alanine (L-DOPA). As a result, in the case of L-tyrosine, the IC₅₀ value of the essential oils from *Citrus unshiu*, *Zanthoxylum schinifolium* S. et Z. and *Cinnamomum loureirii* Nees was 0.725 mg/ml, 0.718 mg/ml and 1.109 mg/ml, respectively. In contrast to higher efficacy for L-tyrosine, when the substrate was L-DOPA, tyrosinase inhibitory activity of all essential oils were less than 50%, indicating lower efficacy. As a result of measuring superoxide dismutase-like activity for the evaluation of antioxidant activity, the values of essential oils from *C. loureirii* Nees, *Cryptomeria japonica*, *C. unshiu* was 78.4%, 74.7%, 73.1%, respectively showed higher antioxidant activity. As a result of GC/MS analysis of *C. loureirii* Nees and *C. unshiu* essential oils that showed whitening and antioxidant effects, the main ingredient is linalool and limonene from *C. loureirii* Nees and *C. unshiu* essential oil respectively.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 산림과학기술개발사업(No. FP0900-2016-01)의 지원에 의해 이루어진 것임.

갈대의 two-stage 전처리가 glucose와 에탄올 생산에 미치는 영향

하시영*, 정지영, 이동환, 최민서, 양재경
(경상대학교 환경재료과학과, 경상대학교 농업생명과학연구원)

Effect of two-stage pretreatment of reed (*Phragmites australis*) on glucose conversion and ethanol production enhancement

Si Young Ha*, Ji Young Jung, Dong Hwan Lee, Min Seo Choe, Jae-Kyung Yang
(Division of Environmental Forest Science, Institute of Agriculture & Life Sciences,
Gyeongsang National University, Agricultural Life Science Researcher)

요약: 물리적 처리 후 연속적인 화학적 처리는 단량체 형태의 헤미셀룰로오스 유래 당을 효율적으로 회수하고 셀룰로오스의 효소 가수 분해를 개선하기 위해 광범위하게 사용되어왔다. 또한, 전처리 조건 하에서 셀룰로오스의 완전한 효소 가수 분해가 달성 될 수 있는 것으로 나타났다. 본 논문에서는 갈대 (*Phragmites australis*)에서 포도당 전환을 개선하기 위해 2 단계 전처리 (폭쇄 처리와 화학적 처리)를 수행 하였다. 포도당 전환을 최적화하기 위해 R₀ 4.03 및 다양한 용매 (1 % NaOH, 1 % H₂O₂ 및 메탄올)를 사용하여 폭쇄처리 및 화학적 처리를 수행하였다. 갈대의 폭쇄 처리(R₀ 4.03)로 인한 최대 포도당 전환율은 셀룰로오스 함량을 기준으로 70.0 %였다. 또한, 폭쇄처리된 갈대의 화학적 전처리로 인한 최대 포도당 전환율은 1 % H₂O₂을 이용했을 때, 셀룰로오스 함량을 기준으로 98.5 %였다. 결론적으로, 포도당 전환을 위한 전처리 방법은 폭쇄처리 후 연속적으로 1 % H₂O₂를 이용하여 화학적 전처리를 하는 것이며, 바이오에탄올은 원료 100 g을 기준으로 8.0 g의 수율을 나타냈다. 따라서 갈대의 2 단계 전처리 후 효소 가수 분해 및 발효는 2 세대 바이오 에탄올 생산에 유망한 방법으로 간주 될 수 있다.

Abstract: Chemical treat after steam explosion has been used extensively to efficiently recover hemicellulose-derived sugars in their monomeric form and to improve enzymatic hydrolysis of the cellulosic residues. It has also been shown that, under severe pretreatment conditions, complete enzymatic hydrolysis of the cellulose-rich residue can be achieved. In this paper, two-stage pretreatment (steam explosion pretreatment followed by chemical pretreatment) was performed to improve glucose conversion in reed (*Phragmites australis*). Steam explosion and chemical pretreatment were studied using the R₀ 4.03 and multiple solvents (1% NaOH, 1% H₂O₂ and methanol), respectively, to optimize glucose conversion. The optimum pretreatment conditions were investigated, and the maximum glucose conversion was compared. The maximum glucose conversion improvement due to steam explosion pretreatment of reed was 70.0% based on cellulose content using R₀ 4.03. Furthermore, the maximum glucose conversion improvement due to chemical pretreatment of steam exploded reed was 98.5% based on cellulose content using alkaline peroxide (1% H₂O₂). In conclusion, enzymatic hydrolysis and ethanol production resulted in 98.5% of glucose conversion based cellulose content of insoluble fraction after alkaline peroxide (1% H₂O₂) pretreatment and 8.0 g/raw material 100g of bioethanol, respectively, with the two-stage pretreatment conditions of R₀ 4.03 steam explosion pretreatment and 1% H₂O₂ chemical pretreatment. The two-stage pretreatment of reed followed by coupled enzymatic hydrolysis and fermentation can be considered a promising method for second generation bioethanol production.

열처리된 목질계바이오매스로부터 유래된 추출물의 식물병해방제 성능 평가

정지영*, 하시영, 이동환, 최민서, 양재경
(경상대학교 환경산림과학부, 농업생명과학연구원)

Antifungal activity of extracts derived from heat treated lignocellulosic biomass

Ji Young Jung*, Si Young Ha, Dong Hwan Lee, Min Seo Choe, Jae-Kyung Yang
(Division of Environmental Forest Science, Institute of Agriculture & Life Sciences,
Gyeongsang National University)

요약: 천연 페놀성 화합물은 다양한 약리학적 특성 및 항진균 활성을 나타낸다. 열처리는 목재로부터 페놀성 화합물 생성에 가장 큰 영향을 미치는 공정이며, 화학 물질을 첨가하지 않고 처리 시간을 단축 할 수 있는 열처리 방법이 목질계바이오매스에 널리 적용된다. 열처리된 목질계 바이오매스로부터 점무늬병의 항균 활성에 영향을 미치는 페놀성 화합물 추출을 위한 3가지 독립 변수(에탄올 농도, 추출 시간 및 추출 액비)는 반응 표면 분석법(RSM)을 사용하여 최적화하였다. 독립 변수는 3가지 수준 (에탄올 농도 : 70~90%, 추출 시간: 90~150분, 추출 액비: 1/40~1/50 (w/v))으로 코딩되었고, 예비 실험 결과를 바탕으로 선택되었다. 점무늬병에 대한 항균 활성의 실제 값은 36.7 ± 1.4 %였으며, 이는 모델에 의해 예측된 예측값인 37.9%와 유사한 항균활성 수치를 나타냈다. 열처리된 목질계바이오매스로부터 추출된 추출물이 점무늬병의 성장을 현저히 억제하는 것으로 나타났으며, 이는 병해방제제로의 사용이 가능할 것이라고 판단된다.

Abstract: Natural phenolic compounds show various pharmacological properties and antifungal activities. The heat treatment was the process that most influenced the phenolic composition of wood. The effects of three independent factors (ethanol concentration, extraction time and solid:liquid) on phenolic compound and antifungal activity of spotting disease from the heat treated lignocellulosic biomass were optimized using response surface methodology (RSM). The independent variables were coded at three levels (ethanol concentration : 70~90%, extraction time: 90~150 min, solid:liquid : 1/40~1/50 (w/v)) and their actual values were selected on the basis of preliminary experimental results. The experimental antifungal activity obtained experimentally was 36.7 ± 1.4 %, which were very close to the values of 37.9% predicted by the model. It was found for the antifungal extracts from heat treated lignocellulosic biomass showed significant inhibition on the growth of spotting disease. This may provide a useful starting point for the development of bio-pesticides.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) 산림과학기술연구개발사업(No. 2013070D10-1819-AA03)의 지원에 의해 이루어진 것임.

성형숯의 연소로 인해 발생하는 연소가스 평가

주영민*, 정한섭, 안병준, 이수민
(국립산림과학원 목재화학연구과)

Evaluation of combustion gas during in the combustion of agglomerated charcoal

Young Min Ju*, Hanseob Jeong, Byung-Jun Ahn, Soo Min Lee
(Wood Chemistry Division, National Institute of Forest Science)

요약: 국립산림과학원 고시 제 2020-3호 ‘목재제품의 규격과 품질기준’의 ‘부속서 14’에 정의된 성형숯은 구이용, 산업용, 착화용과 구멍탄착화용 성형숯으로 분류되어 있다. 이 중 구이용 성형숯은 숯불을 이용해 음식을 조리하는 활동에서 사용된다. 하지만 성형숯을 점화하거나 음식을 조리하는 과정에서 발생하는 가스는 공기의 질을 저하시킬 수 있고 음식에 흡수될 수 있어 소비자가 호흡하거나 음식을 섭취하는 과정을 통해 유해물질에 쉽게 노출된다. 따라서, 성형숯의 연소로부터 발생하는 가스에 대한 유해성을 평가하는 연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내에서 유통 중인 구이용 성형탄을 대상으로 국내 숯불구이 음식점의 환경을 고려하여 제작된 공간에서 성형숯의 연소에서 발생하는 가스를 측정하였다. 연소 실험은 환기 여부, 환기 팬 가동 속도와 시험편의 점화 후 대기 시간을 조절하여 실험 조건을 분류하고 CO, CO₂, NO_x, O₂ 성분의 가스 발생량을 분석하였다.

Abstract: A agglomerated charcoal defined in ‘Annex 14’ of ‘Specification and Quality Standards for Wood Products’ of National Institute of Forest Science Notice NO. 2020-3 is classified as roasting, industrial, ignition and ignition-type of perforated charcoal. The agglomerated charcoal for roasting is used in the activities of cooking food using charcoal fire. However, the gas generated in the process of igniting the agglomerated charcoal or during food cooking can degrade air quality and can be absorbed by food. Therefore, there is a need to study the harmfulness of gases generated by combustion of agglomerated charcoal. In this study, the gas generated from the combustion of the agglomerated charcoal for roasting was measured in a space made in consideration of the environment of a domestic charcoal-grilled restaurant. The conditions were classified by controlling the presence or absence of ventilation, the operation speed of the ventilation fan, and the waiting time after ignition of the test piece, and the amount of gas generated by the CO, CO₂, NO_x, O₂ was analyzed.

초임계수 당화를 이용한 목질계 당 생산 공정의 에너지 소비량 분석

정한섭*, 장석윤, 주영민, 김석주, 이수민
(국립산림과학원 목재화학연구과)

Energy consumption analysis of the production process of lignocellulosic sugar using supercritical water hydrolysis

Hanseob Jeong*, Seokyeon Jang, Young Min Ju, Seokju Kim, Soo Min Lee
(Wood Chemistry Division, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구에서는 초임계 당화를 이용한 실증규모 목질계 당 생산 공정의 경제성을 평가하고자 각 세부 공정들의 에너지 소비량을 분석하였다. 에너지 소비량 측정을 위해 선정한 공정들은 5가지로서, 바이오매스의 분쇄, 전처리, 초임계수 당화, 정제, 농축 공정이었다. 우선 각 공정에 해당되는 장비가 가동되는 중에 전력량 측정계로 전력량을 측정하였고, 이를 처리량(바이오매스 또는 당화액 양)에 따라 소요되는 에너지로 환산하였다. 실험 결과, 분쇄 공정에서 소요되는 에너지는 72.3 kWh/년(바이오매스 처리량 30톤/년 기준)이었으며, 전처리 공정에서 소요되는 에너지는 15.6 MWh/년(바이오매스 처리량, 24톤/년 기준(분쇄 공정 중 발생하는 손실 고려))이었다. 또한, 실증규모 초임계수 당화 공정은 22 MWh/년(연중 상시 운전 기준)이었으며, 정제 및 농축 공정에서는 약 700 MWh/년(액상 가수분해물 처리량 1,400톤/년 기준) 이상으로 가장 높은 에너지 소비량을 나타냈다.

Abstract: In this study, energy consumption of each sub-process was analyzed to evaluate the economic feasibility of the pilot-scale process of lignocellulosic sugar production using supercritical water hydrolysis. The five processes selected for energy consumption measurement were biomass pulverization, pretreatment, supercritical water hydrolysis, purification, and concentration. First, while the equipment for each process was in operation, power consumption was measured with a power clamp meter, and this was converted into energy consumed according to the throughput (amount of biomass or liquid hydrolyzate). As a result of the experiment, the energy required in the pulverization process was 72.3 kWh/year (based on 30 tons of biomass/year), and the energy consumed in the pretreatment process was 15.6 MWh/year(based on 24 tons of biomass/year (considering losses during the pulverization process)). In addition, the energy consumption of the pilot-scale supercritical water hydrolysis process was 22 MWh/year (based on year-round operation), and the purification-concentration process showed the highest energy consumption, over about 700 MWh/year (based on 1,400 tons of liquid hydrolyzate/year).

2020년 국내 목재펠릿 시장 동향 및 전망

이수민*, 장석윤, 정한섭, 주영민, 김석주
(국립산림과학원 목재화학연구과)

Korea's domestic wood pellet market status and perspective

Soo Min Lee*, Seokyeon Jang, Hanseob Jeong, Young Min Ju, Seokju Kim
(Wood Chemistry Division, National Institute of Forest Science)

요약: 2020년 국내 목재펠릿 시장규모는 생산과 수입을 포함하여 약 330 만톤 규모로 성장한 것으로 분석되었다. 수입은 300 만톤 규모로 2019년과 유사한 수준으로 판단되나, 미이용 산림바이오매스를 활용한 발전용 목재펠릿의 공급량이 33 만톤 이었던 것으로 분석되었다. 이로 인하여 국내 유통되는 목재펠릿 시장에서 국내 생산량이 차지하는 비율이 처음으로 10% 이상을 차지하여 성장하고 있는 것으로 판단된다. 반면, 발전용을 제외한 가정용 및 산업용으로 사용된 목재펠릿은 10 만톤 이하 규모로 성장이 정체된 것으로 보인다. 목재펠릿 수입시장은 여전히 베트남, 말레이시아, 인도네시아 등 일부 동남아시아 국가에 한정되어 편중된 현상이 관찰되었으며, 향후 시장의 불확실성을 유도할 것으로 예상된다. 2021년에는 국내 발전용 목재펠릿 수요가 증가할 것으로 예상된다. 일부 바이오매스 전소, 혼소 발전소가 가동을 시작하며, 발전용량에 따른 예측 수요는 약 140 만톤일 것으로 예상되나, 목재펠릿 이외에 바이오매스 연료에 대한 선택은 경제성에 기반하여 시장이 형성될 것으로 추정된다. 코로나19로 인하여 진행되고 있는 해상물류 비용 상승과 컨테이너 확보에서의 어려움 등은 목재펠릿 수입에 있어서 불확실성을 증가할 것으로 보이며, 이는 국내 제조 목재펠릿의 수요변화에 영향을 줄 것으로 보인다.

Abstract: In 2020, wood pellet market of Korea showed similar to 2019's domestic market. Considered total amount of production and import of wood pellet, total market could be assumed to 3.3 mil. ton. Among this, approximately 3 mil tons of wood pellet were imported from oversea countries. And, 330 thousand tons are produced from domestic manufacturers using by unused woody biomass. Market share of domestic wood pellet is firstly over 10% among total wood pellets. This shows that 'unused woody biomass' for energy is vigorously produced and supplied for wood pellet production. The amount of 'unused woody biomass' for wood pellet is annually increasing and the production capacity for wood pellet is also under expanding. However, still Korea market is overweighed to a couple of wood pellet exporters in South East Asia such as Vietnam, Indonesia and Malaysia. Especially Vietnam is biggest exporter of wood pellet to Korea. In 2020, 64% of wood pellet in domestic market is imported from Vietnam. COVID19 has serious impact on wood pellet shipping in 2020. Due to that, the shipping fare is sharply increased in last 2020. And, this is assumed to consistently affect on Korea's domestic wood pellet market in 2021.

Physical and Thermal Characteristics of Lignin-PVA Thin Film Composites

Muhammad Ajaz Ahmed^{1*}, Sadaf Mearaj², Choi Joon Weon²

(¹Institute of Green-Bio Science and Technology, Seoul National University,

²Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University)

Abstract: In this study the thermal stability and surface morphology of lignin PVA thin film composites was investigated. Firstly lignin was isolated from pine saw dust biomass using GVL and a reagent combination of Dioxane: Acetic acid: HCl. These lignin fractions were subsequently subjected to their qualitative analyses such as DFRC and 2D-HSQC NMR for the quantification of their G units and β -O-4 linkages. Afterwards, a solution casting method was used to fabricate lignin PVA thin film composites. For this purpose, DMSO was used as a common solvent for both PVA and lignin. The casting solutions were prepared according to a weight ratio of 5%, 10%, 20% of total solution volume. The solutions were mixed thoroughly, sonicated twice to make a homogeneous solution and were carefully casted on glass plates. These plates were first put to freezing for overnight and then finally to freeze drying. After freeze drying, these films were peeled off carefully and subjected to their analysis of SEM, TGA, thickness.

In vivo evaluation of drug-encapsulated lignin nanoparticles for release control

Jae Hoon Lee^{1*}, In-Gyu Choi¹, Tae Min Kim^{2,3}, Joon Weon Choi²

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University

²Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University

³Institute of Green-Bio Science and Technology, Seoul National University)

Abstract: Lignin, the second most abundant biopolymer, is one of the promising biocompatible materials for the preparation of pharmaceutical nanoparticles. This study aimed to synthesize the nano-sized drug delivery system by nanoprecipitation of high-quality kraft lignin. Coumarin 6 (drug model compound) and doxorubicin (antitumor, DOX) were chosen as the hydrophobic drug for encapsulation by lignin. Then, lignin-based nanoparticles were synthesized by the nanoprecipitation method and their physicochemical properties were comprehensively analyzed by dynamic light scattering (DLS). After successful drug encapsulation, the size, surface charge, and releasing properties of encapsulated lignin nanoparticles (CELNPs and DELNPs) were determined. The relationship between the properties of lignin and derived nanoparticle were also examined. Their biocompatibility and antitumor efficacy were tested *in vitro* and/or *in vivo* to evaluate their antitumorigenic potential.

폐골판지로부터 란타나이드계 촉매를 이용한 젖산 생산에 관한 연구

김광호*

(한국과학기술연구원 청정에너지연구센터)

Catalytic Conversion of Waste Corrugated Cardboard into lactic acid using lanthanide catalyst

Kwang Ho Kim*

(Clean Energy Research Center, Korea Institute of Science and Technology)

요약: 최근 전자상거래의 급속한 성장과 팬데믹 상황으로 종이상자의 수요가 급속도로 증가하고 있다. 일반적으로 종이상자는 재활용 자원으로 분류되어 일련의 과정을 거쳐 재활용된다. 하지만 상당한 양의 폐골판지는 여전히 매립되거나 소각되어 사회적 및 환경적 부담을 안기고 있는 실정이다. 이러한 폐자원을 적절하게 처리하여 고부가가치의 화학품 또는 재료를 생산할 수 있는 업사이클링 기술이 최근 많은 조명을 받고 있다. 본 연구에서는 폐자원인 폐골판지를 이용, 란타나이드계 금속 촉매를 이용하여 짧은 시간 내에 생분해 플라스틱인 PLA (Polylactic acid)의 원료가 되는 젖산을 생산하는 방법을 개발하였다. 현재 PLA는 생산되는 생분해 플라스틱의 대부분을 차지하고 있지만, 이를 생산하기 위해 필요한 젖산은 일반적으로 식용계 작물로부터 만들어진다. 따라서 이를 대체하기 위한 노력으로 본 연구에서는 폐자원인 폐골판지로부터 젖산을 생산하기 위해 여러 종류의 란타나이드계 촉매를 사용하고, 젖산 수율의 최대화를 위해 공정을 최적화하였다.

Abstract: With the explosive growth in e-commerce along with the pandemic last year, cardboard boxes are piling up in homes across the country. The corrugated boxes are typically recycled if they are well separated from contaminants. However, cardboard boxes are still the single largest component of municipal solid waste, increasing societal and environmental burdens. Recently, upcycling has been viewed as a key technology, converting waste materials into value-added chemicals or products. In this work, waste corrugated cardboard was used as a raw material for the production of lactic acid which is a precursor of polylactic acid (PLA). PLA, accounting for more than 80% of biodegradable plastics, is industrially produced from sugars via fermentation. Herein, we report catalytic conversion of waste corrugated cardboard into lactic acid using lanthanide triflates. The reaction conditions including reaction time, temperature, and catalyst loading were optimized to maximize the yield of lactic acid.

사사: 본 연구는 KIST-UBC Biorefinery Laboratory 프로그램의 지원에 의해 이루어진 것임.

P-0044. 폐식용유, 클링랩, 비닐봉투를 코팅하여 제조한 목재 브리켓의 내구성 및 내습성
- 양인*, 이주남(서울대학교), Peter Hall, Martin Cooke-Willis (Scion)

P-0133. 중금속 Cr (VI) 흡착용 셀룰로오스 나노크리스탈 기반 Poly
(m-aminobenzene sulfonate) 공중합체 제조
- 유용호*, 배진호, 안량량, 진건송, 김용식(강원대학교)

P-0172. Influence of Pyrolysis Temperature and Particle Size on Physicochemical
Properties of Biooil and Biochar obtained from The Pyrolysis of Pine Wood
in A Screw Pyrolyzer
- Xuanjun Jin*, Joon Weon Choi(서울대학교)

P-0173. 수분 증발에너지 하베스트 장치를 위한 바이오매스 활성탄의 전기화학적 특성 분석
- 김사명*, 비라이시트, 최준원(서울대학교)

P-0177. Physicochemical Properties of Activated Carbon Produced from Coffee Waste
and Empty Fruit Bunch by Chemical Activation under Various Catalyst and
Temperatures
- Vilaysit Thithai*, Xuanjun Jin, Joon Weon Choi(서울대학교)

P-0200. 메타게놈을 이용한 일천궁(*Cnidium officinale*) 내생미생물의 다양성 분석
- 최아현*, 부토토, 서종범, 강준원(경북대학교)

P-0213. 수간염료주사를 통한 은행나무 수액의 이동 경로 분석
- 서종범*, 최아현, 임희민, 부토토(경북대학교), 김성호((주)진양사),
조재두((주)에코팜), 박상준, 강준원(경북대학교)

P-0214. 실험실 내에서 은행나무 낙과제 처리가 은행나무 신초 생육에 미치는 영향
- 서종범*, 최아현, 임희민, 부토토(경북대학교), 김성호((주)진양사),
조재두((주)에코팜), 박상준, 강준원(경북대학교)

폐식용유, 클링랩, 비닐봉투를 코팅하여 제조한 목재 бри켓의 내구성 및 내습성

양인^{1*}, 이주남¹, Peter Hall², Martin Cooke-Willis²
(¹서울대학교 그린바이오과학기술연구원, ²Scion)

Durability and moisture resistance of wood briquettes coated with used cooking oil, plastic cling-wrap and bag

In Yang^{1*}, Junam Lee¹, Peter Hall², Martin Cooke-Willis²
(¹Institutes of Green Bio Science & Technology, Seoul National University, ²Scion)

요약: 고품연료로서 재생가능한 자원인 목재의 사용은 연소시 화석연료와 비교하여 탄소중립적 성질을 보유하고 있어 기후변화의 주요 원인인 온실가스의 배출을 저감하게 된다. 목재를 이용하여 생산되는 펠릿 또는 бри켓과 같은 고체 바이오연료는 크기의 규격화를 통하여 생산설비의 대형화와 자동화가 가능해짐에 따라 유럽을 중심으로 사용량이 매년 크게 증가하는 추세이다. 그러나 목재자원의 지역적 편중으로 인하여 목재자원이 풍부한 지역에서 생산되는 목질계 고체 바이오연료는 해상운송을 이용하여 전세계적으로 이동되고 있다. 목재 бри켓은 고온에서 고밀화 과정을 통하여 제조되는 관계로 일정 수준 이상의 강도 및 형상을 유지하나, 외력이나 고습도와 같은 외부 조건에 의하여 목분 간의 결합력이 약화되고 결과적으로 품질과 상품성이 저하된다. 국내외적으로 бри켓의 강도 향상을 위한 많은 인자들의 적용이 시도되고 있으나, 내습성 향상과 관련한 연구는 미진한 실정이다. 따라서 본 연구는 목재 бри켓의 표면에 폐식용유, 클링랩, 폐기 비닐봉투의 코팅이 내구성 및 내습성에 미치는 영향을 조사하였다. 이 연구의 성공적인 결과는 방습을 위하여 비닐로 소포장되어 콘테이너 운송되는 시스템을 벌크선을 이용한 해상운송이 전환함에 따라 물류비용이 절감하게 될 것이다. 또한 폐식용유, 1회용 비닐봉투와 같은 폐기물의 재자원화를 통하여 쓰레기 배출량의 감소에도 기여할 것으로 기대된다.

Abstract: When woody materials as a sustainable resource are used for fuels, the emission of greenhouse gas, which is a leading cause of the climate changes, can reduce comparing to fossil fuels due to its carbon-neutral property. The consumption of solid biofuels, such as wood pellets and briquettes has extensively increased, especially in EU, according to the enlargement and automation of production facilities with the standardization of the wood-based solid biofuels. However, owing to the unequal distribution of wood resources, wood-based solid biofuels produced in the countries having an abundant wood resources are globally shipped through the marine transportation. Wood briquettes have a certain level of strength and keep its own shape because it is produced through the densification process at a high temperature. However, bonding strength between wood particles in wood briquettes is weakened by the exposure conditions such as external forces and high humidity, and consequently the quality and marketability of the wood briquettes is deteriorated. Although the application of various factors has been tried to produce strong wood briquettes, few researches relating to the improvement of its moisture resistance were conducted domestically and internationally. Therefore, this research was carried out to examine how the coating of used cooking oil, plastic clingwrap and bag on the surface of wood briquettes affects its durability and moisture resistance. Success of this research makes the reduction of logistic cost by the utilization of bulk carrier instead of

container carrier, which transports wood briquettes packaged by 20-kg plastic bags for the provision of moistureproof property. In addition, the reduction of waste discharge is expected by the recycling of municipal wastes, such as used cooking oil and disposable plastic bag.

Keywords: wood briquettes, durability, moisture resistance, used cooking oil, plastic clingwrap, disposable plastic bag

중금속 Cr (VI) 흡착용 셀룰로오스 나노크리스탈 기반
Poly (m-aminobenzene sulfonate) 공중합체 제조

유용호*, 배진호, 안량량, 진건송, 김용식
(강원대학교 제지공학과)

Preparation of Cellulose Nanocrystal-based Poly (m-aminobenzene sulfonate) Copolymer for Heavy Metal Cr (VI) Adsorption

Yong Ho Yoo*, Jin Ho Bae, Liangliang An, Jiansong Chen, Yong Sik Kim
(Department of Paper Science & Engineering, Kangwon National University)

요약: 본 연구에서는 cellulose nanocrystal (CNC)에 전도성 고분자인 poly (m-aminobenzene sulfonate) (PABS)를 공중합하여 CNC 기반 PABS 공중 합체를 합성하고 화학 구조 분석 및 Cr(VI) 흡착 효율을 분석하였다. PABS와 CNC-PABS의 화학 구조 분석을 통해 각각의 작용기 및 결합 구조를 확인하였으며 CNC-PABS가 성공적으로 제조된 것을 확인하였다. 또한 191.6 mg의 CNC-PABS를 첨가했을 때 30 mL의 Cr(VI) 수용액 (2.5 mg/L)에서 Cr(VI)을 100% 흡착하는 것으로 나타났고, CNC-PABS의 이론상 최대 Cr(VI) 흡착량은 99.81 mg/g 인 것으로 나타났다. pH에 따른 흡착 분석에서는 1~3의 pH 범위에서 100%의 Cr(VI)이 흡착 된 반면, pH가 3에서 12로 증가함에 따라 흡착 효율은 급격히 감소하였다. 이는 PABS의 아민기가 산성 조건에서 4차 암모늄 양이온을 형성하여 HCrO_4^- 를 흡착하기 때문인 것으로 보이고, 알칼리 조건에서는 흡착제에 SO_3^- 가 음전하를 띄게 되어 HCrO_4^- 와 정전기적 반발력으로 흡착반응이 일어나지 않는 것으로 나타났다.

Abstract: In this study, we have synthesized cellulose nanocrystal-based poly (m-aminobenzene sulfonate) (PABS) copolymer by copolymerization with a conductive PABS onto cellulose nanocrystal (CNC) as a high value-added biomaterial application and its chemical structure analysis and Cr(VI) adsorption efficiency were analyzed. The chemical structure analysis of PABS and CNC-PABS confirmed that each functional group and bonding structure of them was identified and ultimately, CNC-PABS was successfully prepared. In addition, CNC-PABS was found to adsorb 100% Cr(VI) in the 30 mL of Cr(VI) aqueous solution (2.5 mg/L) when 191.6 mg of CNC-PABS added, showing the theoretical maximum adsorption of Cr(VI) by CNC-PABS was found to be 99.81 mg/g. However, the adsorption efficiency was dependent on the pH range. 100% Cr(VI) was adsorbed in the pH range of 1~3, while the adsorption efficiency rapidly decreased as the pH was increased from 3 to 12. This was because the amine of PABS formed quaternary ammonium cation under acidic conditions, adsorbing anion species from Cr(VI) by electrostatic attraction but the adsorption effect was greatly reduced by electrostatic repulsion due to the sulfonate anions of PABS formed under alkaline conditions.

사사: 본 논문은 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2018R1A6A1A0325582)

Influence of Pyrolysis Temperature and Particle Size on Physicochemical Properties of Biooil and Biochar obtained from The Pyrolysis of Pine Wood in A Screw Pyrolyzer

Xuanjun Jin*, Joon Weon Choi

(Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University)

Abstract: Recently the efforts to shape the future of sustainable alternatives to replace traditional fossil fuels have gained momentum on a global scale. Biomass, being carbon neutral and environmentally friendly, has emerged as one potentially suitable alternative option to produce commodity chemicals and sustainable fuels in this regard. Among various biomass conversion strategies, fast pyrolysis has been envisaged as one promising way for biomass conversion due to its excellent adaptability for a variety of feedstock and shorter processing time, along with relative simplicity and stability. However, the majority of domestic studies are using fluidized bed type pyrolyzer. In this study, various pine (1mm, 2mm, 6mm, 14mm, and >25mm) was pyrolyzed at 400°C, 500°C, 600°C using a screw type pyrolyzer. The effect of particle size of feedstock and temperature on the yield and physicochemical properties (water content, TAN, HHV, et al.) of pyrolysis products (gas, bio-oil, biochar) was investigated.

수분 증발에너지 하베스트 장치를 위한 바이오매스 활성화탄의 전기화학적 특성 분석

김사명*, 비라이시트, 최준원
(서울대학교 국제농업기술대학원)

Investigation on Electrochemical Property of Biomass-Derived Activated Carbon for Water Evaporation Energy Harvest Device

Sa-Myeong Gim*, Vilaysit Thithai, Joon Weon Choi
(Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University)

요약: 바이오매스 활성화탄은 다양한 농업활동에서 발생하는 부산물을 사용하여 제조되는 탄소중립적, 친환경 소재이다. 최근 탄소나노 소재를 수분의 증발에너지를 수확하는 시스템의 연구에 사용하면서 다양한 탄소 소재가 친환경 에너지 하베스팅 소재로 주목받고 있다. 그리하여 이 연구에서는 수분 증발에너지 하베스팅 장치의 제조를 위해 다양한 조건(활성탄 제조 온도, 분쇄 시간, 산 처리 여부)에서 생산된 바이오매스 활성화탄의 전기화학적 특성을 조사하였다. 장치의 성능에 영향을 미치는 인자로 활성화탄의 작용기, 비표면적, 기공의 크기, 활성화탄 표면의 제타포텐셜, C/H/O의 원소비, 활성화탄 입자크기 등을 선정하고 분석하였으며 제조된 장치의 전압, 전류, 에너지 발생 시간은 항온/항습 환경에서 측정되었다.

Abstract: Biomass-derived activated carbon (Bio-AC) is a carbon-neutral, environmental-friendly material produced through various by-products generated from agricultural activities. In recent years, research on energy harvesting technology for converting moisture evaporation energy into electric energy using carbon nanomaterials has been actively conducted. In this study, the electrochemical properties of activated carbon materials produced from various conditions (carbonization temperature, milling time, acid treatment) for water evaporation power generators (WEPG) were investigated. As factors affecting the performance of the device, functional groups of activated carbon, specific surface area, pore size, the zeta potential of the AC surface, element ratio of C/H/O, AC particle size were selected and analyzed. The voltage, current, and energy generation time of the manufactured device were measured in a constant temperature/humidity environment.

Physicochemical Properties of Activated Carbon Produced from Coffee Waste and Empty Fruit Bunch by Chemical Activation under Various Catalyst and Temperatures

Vilaysit Thithai*, Xuanjun Jin, Joon Weon Choi

(Graduate School of International Agricultural Technology, Seoul National University)

Abstract: In this study, coffee waste and empty fruit bunch (EFB) were used as precursors for the preparation of activated carbon by chemical activation with KOH, ZnCl₂ and H₃PO₄. The influence of process parameters such as the carbonization temperature and impregnation ratio (1:0, 1:1, 1:3) on the physicochemical properties of the activated carbon was investigated. The highest yields of produced activated carbon were observed at 600 °C and it was slightly decreased as the increase of carbonization temperatures. The maximum specific surface area of 3010 m² g⁻¹ and 2090 m² g⁻¹ was obtained at 800 °C for coffee activated carbon and EFB activated carbon, respectively. The results have shown that the surface area was greatly influenced by the catalyst reagent ratios and carbonization temperatures.

메타게놈을 이용한 일천궁(*Cnidium officinale*) 내생미생물의 다양성 분석

최아현*, 부토토, 서종범, 강준원
(경북대학교 임학과)

Analysis of Endophytic Bacterial Diversity in
Cnidium officinale using Metagenomic Approach

Ah-Hyeon Choi*, Butoto Imani Wa Russsati, Jong-Beom Seo, Jun-Won Kang
(Department of Forestry, Kyungpook National University)

요약: 내생균(Endophyte)은 기주인 식물체 내에서 질병을 일으키지 않고 공생하는 균이다. 이들은 기주식물의 환경 스트레스에 대한 저항성을 높여, 식물의 생존 및 성장에 도움을 주는 것으로 알려져 있다. 천궁(*Cnidium officinale*)은 화장품, 기능성식품, 원료의약품 등 산업소재로 수요가 크게 증가하고 있는 약용식물이다. 그러나 기후변화로 인한 고온현상으로 생육이 부진하고, 재배지 면적이 크게 줄어들고 있는 실정이다. 따라서 천궁의 생산량을 안정시킬 수 있는 방법이 요구되며, 이를 위해 천궁 내생균에 관한 연구가 수행될 필요가 있다. 본 연구는 천궁의 내생균 다양성 분석을 통하여 생육과 관련된 핵심 내생균을 밝혀내는 것을 목적으로 한다. 16S rRNA 유전자의 염기서열 분석을 통해 내생균 군집을 파악한 결과, 문 수준에서 Firmicutes 44.36%가 가장 높게 나타났으며, 다음으로 Proteobacteria 18.21%, Bacteroidetes 14.14%, Actinobacteria 12.84% 순으로 우점하는 것으로 나타났다. 또한 과 수준에서 Lachnospiraceae 25.88%가 가장 높게 나타났으며, Ruminococcaceae 10.13%, Prevotellaceae 6.61%, Moraxellaceae 5.7% 순으로 우점하는 것으로 나타났다.

Abstract: Endophytes are bacteria that do not cause disease in the host plant. They are known to help plants survive and grow by increasing their resistance to environmental stress. *Cnidium officinale* is an industrial material for cosmetics, functional foods, and active pharmaceutical ingredient. Also it is a medicinal plant with a significant increase in demand. However, due to the high temperature caused by climate change, growth is sluggish and the area of cultivated land is greatly decreasing. Therefore, a method to stabilize the production of *Cnidium officinale* is required. To this end, research on endophytes needs to be carried out. The purpose of this study is to identify key endogenous bacteria related to growth through the analysis of endogenous diversity in *Cnidium officinale*. A sequencing analysis of 16S rRNA genes showed that Firmicutes 44.36% was the highest at the phylum level, followed by Proteobacteria 18.21%, Bacteroidetes 14.14%, and Actinobacteria 12.84%. In addition, at the family level, Lachnospiraceae 25.88% was the highest, followed by Ruminococcaceae 10.13%, Prevotellaceae 6.61% and Moraxellaceae 5.7%.

Keyword: *Cnidium officinale*, Endophyte, Metagenome

사사: 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2020R1F1A1054290).

수간염료주사를 통한 은행나무 수액의 이동 경로 분석

서종범^{1*}, 최아현¹, 임희민¹, 부토토¹, 김성호², 조재두³, 박상준¹, 강준원¹

(1)경북대학교 임학과, (2)진양사, (3)에코팜

Analysis of *Ginkgo biloba*'s Sap Flow Using Tree Dye InjectionJong-Beom Seo^{1*}, Ah-Hyeon Choi¹, Hee-min Lim¹, Butoto Imani Wa Russsati¹,Seong-Ho Kim², Jae-Doo Jo³, Sang-Jun Park¹, Jun-Won Kang¹

(1)Department of Forestry, Kyungpook National University, (2)Jinyangsa CO., Ltd,

(3)Echofarm CO., Ltd.)

요약: 수간주사 방법은 수목이 해당 약제를 체내로 흡수하여 방제 효과가 빠르고 지속적으로 발현되기 때문에 일반적으로 이용되는 수목 방제법이다. 또한, 수목 내 수액의 흐름이 파악되어 있다면, 수간주사를 효율적으로 사용할 수 있다. 하지만, 은행나무 수액의 흐름에 관한 선행 연구는 거의 전무한 실정이다. 본 연구는 은행나무의 수액 이동 경로를 파악하여, 수간주사 시 약제의 이동 경로를 추적하여 약제효능을 제고 하기 위하여 수행되었다. 경상북도 의성군 의성읍 상리리의 유기농업연구소 구내에 있는 47년생 은행나무 두 그루를 대상으로 실험을 수행하였다. 염색용액은 Crystal violet, Safranin O, Acid fuchsin이다. 각각의 염색용액은 suction filter를 사용하여 0.2 μm filter paper로 추출하여 사용하였다. 용액을 지면으로부터 30 cm 높이에 15 cm 깊이로 구멍을 뚫어 주입하였다. 염료를 2달 동안 주입한 후 벌목하여 원판을 채취하여 분석하였다. 주입한 염료는 반시계방향으로 확산하며 상승한 후, 일정 높이를 지나면 반대 방향으로 확산하며 상승하는 것을 반복하였다. 염료의 주입부 지점이 가지와 맞닿게 되면, 염료 대부분은 가지로 빠져나갔음을 확인할 수 있었다. 따라서, 수목 전체에 약효를 주기 위해서는 최소 두 방향에서 수간주사를 시행해야 할 것으로 판단된다.

Abstract: Tree injection is a generally used tree control method because tree can absorb the drug into the body, and the control effect is fast and continuously expressed. In addition, If the sap flow is identified, tree injection can be used efficiently. But, there are no research that has been conducted on the sap flow of *Ginkgo biloba*. In this study, the purpose was to understand the pathway of the sap flow of *Ginkgo biloba* so that we trace the drug's pathway and improve the effect. during tree injection. We use two 47 years *Ginkgo biloba* to experiment located in Uiseong-gun, Gyeongsang-Bukdo. The dyeing solution is Crystal violet, Safranin O, Acid fuchsin. We use the dye that filter 0.2 μm filter paper using suction filter. The solution was injected by drilling a hole 30 cm above the ground and 15 cm deep. 2 month later, we take the wood disk to analyze. The injected dye spreads counterclockwise and rises, after passing a certain height, it spreads in the opposite direction. When the dye injection point contacts the branch, most of the dye get out to the branch. Therefore, it is considered that tree injection should be performed in at least two directions in order to give effect to the whole tree.

Keyword: *Ginkgo biloba*, Tree injection, Sap flow, Acid fuchsin, Flow pathway

사사: 이 연구는 한국임업진흥원 '산림과학기술 실용화 지원사업(2020266A00-2022-AD02)'의 지원에 의해 이루어진 것임.

실험실 내에서 은행나무 낙과제 처리가 은행나무 신초 생육에 미치는 영향

서종범^{1*}, 최아현¹, 임희민¹, 부토토¹, 김성호², 조재두³, 박상준¹, 강준원¹

(1)경북대학교 임학과, (2)진양사, (3)에코팜)

Effects of Fruit-Thinning Agent Treatments on the Shoot Growth of *Ginkgo biloba* in the LaboratoryJong-Beom Seo^{1*}, Ah-Hyeon Choi¹, Hee-min Lim¹, Butoto Imani Wa Russsati¹,Seong-Ho Kim², Jae-Doo Jo³, Sang-Jun Park¹, Jun-Won Kang¹

(1)Department of Forestry, Kyungpook National University, (2)Jinyangsa CO., Ltd,

(3)Echofarm CO., Ltd.)

요약: 은행나무(*Ginkgo biloba*)는 산소 배출량이 많고 대기오염물질의 흡수 능력이 뛰어나며, 내한력, 내화력, 내병성이 강한 수종으로 전국 가로수의 16%를 차지하는 것으로 알려져 있다. 하지만 매년 가을마다 열매의 악취와 얼룩 등으로 시민들의 민원이 꾸준히 증가하고 있는 실정이다. 본 연구는 최근 진양사(주)에서 연구개발한 천연식물생장조절제를 활용하여 은행나무 낙과제를 사용하였을 때, 수목에 미치는 영향과 효능을 검증하기 위한 기초 자료를 제공하기 위하여 수행되었다. 실험을 진행하기 위해, 경북대학교 교내에 식재된 은행나무 5개체에서 개체별 48개의 가지를 채취하여 실험에 사용하였다. 가지는 꽃이 피기 전후인 3월 30일에 채집하였다. 약제의 농도와 약제 처리 방식에 따른 신초의 성장량을 분석하였다. 약제 농도에 따른 신초 성장량 실험에서 처리한 약제의 농도는 다음과 같다: Control (물), 1 mL (0.1%), 5 mL (0.5%), 10 mL (1%), 20 mL (2%), 50 mL (5%), 100 mL (10%), Full (100%). 약제 처리에 따른 성장량 실험에서 약제 농도는 0.1%로 고정하고 엽면시비, 관주, 엽면시비와 관주 혼합 방법으로 처리하였다. 신초 잎의 성장량은 잎의 너비, 길이, 잎자루 길이와 엽록소 함량, 형광 반응을 측정하였다. 약제의 농도를 1% 미만으로 사용하고 엽면시비를 제외한 방식으로 약제를 처리하였을 때 수목에 스트레스가 적게 가는 것으로 판단되었다.

Abstract: *Ginkgo Biloba* has high oxygen emissions and excellent absorption of atmosphere pollution matter. In addition, it is known to account for 16% of the nation's street tree with cold resistance, fire resistance, disease resistance. Every fall, However, The civil complaints was increased steadily due to the Ginkgo nut's stains and stink. In this study the purpose is to provide the data base what developed by Jinyangsa fruit thinning agent made by natural plant growth regulators affected the growth of *Ginkgo Biloba*. To experience, we obtained 48 branch for each individual from 5 *Ginkgo biloba* planted on the campus of Kyungpook National University. The branch was collected on March 30, before the flowers bloom. We analyzed growth rate of the shoot according to the concentration of the agent and the agent treatment methods. There is the concentration that the experiment treated the shoot growth rate according to concentration: Control (water), 1 mL (0.1%), 5 mL (0.5%), 10 mL (1%), 20 mL (2%), 50 mL (5%), 100 mL (10%), Full (100%). In the growth rate experiment following the drug treatment method, the drug concentration was fixed at 0.1%, and irrigation, foliar application and the mixture of two was used. We measured the width, length, petiole length, chlorophyll content and fluorescence reaction of the shoots. It is considered that using the concentration of the agent less than 1% and a method other than spray is less stressful.

Keyword: *Ginkgo biloba*, Ginkgo nut, Fruit thinning agent, Natural plant growth regulator, irrigation.

사사: 이 연구는 한국임업진흥원 '산림과학기술 실용화 지원사업(2020266A00-2022-AD02)'의 지원에 의해 이루어진 것임.



(사)한국산림유전 · 생리학회

구두 학술연구발표

O-0204. 종자 채취시기가 편백 종자 발아 특성에 미치는 영향

- 구다운*(국립산림품종관리센터, 서울대학교), 정지희(국립산림품종관리센터),
강규석(서울대학교)
-

종자 채취시기가 편백 종자 발아 특성에 미치는 영향

구다은^{1,2*}, 정지희¹, 강규석²

(¹국립산림품종관리센터 종묘관리과, ²서울대학교 농림생물자원학부)

Effect of harvest time on seed germination characteristics of *Chamaecyparis obtusa*

Da-Eun Gu^{1,2*}, Ji-Hee Jeong¹, Kyu-Suk Kang²

(¹Department of Seed and Seedling Management, National Forest Seed and Variety Center,

²Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul University)

요약: 한국의 조림 사업에 이용되는 편백 종자는 제주도에 조성된 채종원에서 생산하고 있으며, 최근 조성한 고창 채종원에서도 부분적으로 생산되고 있다. 편백의 적정 종자 채취시기는 9월 중순에서 10월 초로 알려져 있으나, 실제 채종원의 종자 생산 현장에서 종자 채취는 10월에서 12월 중순까지 현장 상황에 따라 유동적으로 이루어지는 실정이다. 그러나 종자 채취시기에 따른 편백 종자의 품질 차이를 비교한 연구는 거의 보고되지 않아 이러한 채취시기가 종자 품질에 주는 영향이 불분명하다. 따라서 본 연구에서는 제주, 고창 편백 채종원에서 일정 간격을 두고 채취한 종자의 발아 특성(발아율, T_{50}) 차이를 비교하여 채종원에서의 편백 종자 생산에 참고자료를 제공하고자 하였다. 발아율이 높고 T_{50} 이 짧은 발아 특성을 보이는 종자의 품질이 좋은 것이라고 할 때, 제주 채종원의 경우 9월 10일부터 11월 12일 사이에 채취한 종자의 품질이, 고창 채종원의 경우 10월 21일 이후에 채취한 종자의 품질이 가장 좋았다. 제주 채종원의 경우 조기 채취한 종자일 때 발아율은 높으나 T_{50} 이 매우 길어 활력이 떨어지는 것으로 보이며, 채취시기가 늦어질수록 발아율이 다소 낮아지는 경향을 보였다. 고창 채종원의 경우 제주보다 종자 성숙이 다소 늦었으며, 채취시기가 늦어질수록 종자 품질이 좋아지는 것으로 나타났다.

Abstract: Hinoki cypress seeds for afforestation is produced in the clonal seed orchards in Je-ju island and partially in Go-chang which has been recently established. The suitable time for harvesting seeds is known as mid-September to early October, but the seeds are normally harvested from October to mid-December, flexibly adjusting to the conditions. However, the effects of harvest time on hinoki cypress seed quality are rarely reported. Therefore, the purpose of this study was to compare the quality (i.e. percent germination, T_{50}) of the seeds in two clonal seed orchards in Je-ju and Go-chang that are harvested at regular intervals, thereby providing the reference for producing hinoki cypress seeds. As a result, the seed quality was at best when harvested from September 10th to November 12th in Je-ju, and after October 21th in Go-Chang. In case of Je-ju, the percent germination was got lower as the seeds were harvested later. Although the seeds harvested at August 20th showed the highest percent germination, the seed vigor seemed to be low because the T_{50} was too long. As for Go-chang, the seed maturation was slower than Je-Ju and the seed quality was got better as the seeds were harvested later.

사사: 본 결과는 국립산림품종관리센터 석·박사후연구원 지원사업에 의해 이루어진 것임.

P-0145. 주요 조림권장 7수종에 관한 건조와 열 복합 스트레스의 생리학적 평가

- 용성현*, 김도현, 박관빈, 최명석(경상대학교)

P-0146. 가시나무 종자의 저장기간, 종피제거 및 상토종이 발아와 생장에 미치는 영향

- 최은지*(국립수목원), 용성현, 김도현, 박관빈, 최명석(경상대학교)

P-0147. 산초나무 종자 프라이밍 처리에 따른 발아 및 생장 특성

- 김도현*, 용성현, 박관빈, 최명석(경상대학교)

P-0148. 수생식물 각시수련 종자의 초저온보존 최적조건 구명

- 용성현(경상대학교), 설유원(국립산림과학원), 김도현, 박관빈, 최명석(경상대학교)

P-0157. 소나무 40년생 차대검정에 의한 반형매 8가계 생장의 수령간 상관

- 이경미*, 김종우, 송정호, 김인식(국립산림과학원)

P-0167. 인공접종을 통한 소나무재선충병 내병성 개체 선발

- 박용우*, 이일환, 강혜인, 천경성, 송정호, 김인식(국립산림과학원), 심동환(충남대학교)

P-0201. 채종원 낙엽송 클론의 아조직을 이용한 재분화 기법

- 박동진*, 배태웅, 송현진, 권용락(국립산림품종관리센터)

P-0259. 해란초의 기내 줄기 배양과 화아분화

- 김소연*, 정은주(강원대학교)

주요 조림권장 7수종에 관한 건조와 열 복합 스트레스의 생리학적 평가

용성현^{1,2*}, 김도현¹, 박관빈¹, 최명석^{1,2}

(¹경상대학교 산림환경자원학과, ²경상대학교 농업생명과학연구원)

Physiological Evaluation of Combined Dry and Heat Stress in Seven Afforestation Recommended Species

Seong Hyeon Yong^{1,2*}, DoHyeon Kim¹, Kwan Been Park¹, Myung Suk Choi^{1,2}

(¹Department of Forest Environment Resource, Gyeongsang University,

²Institute of Agriculture of Life Science, Gyeongsang University)

요약: 본 연구는 7종의 주요 조림권장수종(편백, 물푸레나무, 호두나무, 일본잎갈나무, 소나무, 상수리나무, 느릅나무)의 복합스트레스(건조+고온)에 대한 생리적 변화를 조사하였다. 실험에 사용된 수종들은 3년생 이상의 실생묘였고, 3개월 이상 순화한 후 2주간 무관수 처리 후 40°C, 2시간 동안 열처리를 해주었다. 복합스트레스 후 전해질용출지수, 스트레스반응 아미노산인 프롤린과 환원당 함량을 측정하였고, 잎의 사멸정도를 Evans Blue 염색법으로, 회복정도를 DAB염색법을 사용하여 측정하였다. 그 결과 전해질 용출 지수는 소나무, 편백, 느릅나무가 매우 낮게 나타났다. 느릅나무는 프롤린 함량이 변화가 가장 적었고, 호두나무는 대조구 대비 약 12배 이상 증가하여 복합스트레스에 약한 것으로 판단되었다. Evan's blue 실험결과, 물푸레나무와 호두나무는 건조스트레스에서 50%이상의 세포 사멸을 보였으며, 이후 고온처리 후에는 세포사멸율이 80%에 달하였다. 복합스트레스 부여 후 3일 이상 회복하였을 때 편백, 소나무, 상수리나무, 일본잎갈나무, 느릅나무는 산화스트레스가 거의 확인되지 않아 회복에 강한 수종임을 알 수 있었다. 이상의 결과는 주요조림 수종의 과학적 데이터로 조림적지 선정에 큰 기여를 할 것으로 판단된다.

Abstract: This study investigated the physiological changes in the complex stress (drought+heat) of seven major recommended afforestation species (*Chamaecyparis obtusa*, *Fraxinus rhynchophylla*, *Juglans sinensis*, *Larix kaempferi*, *Pinus densiflora*, *Quercus acutissima*, *Ulmus davidiana* var. *japonica*). The tree species used in the experiment were seedlings of 3 years or more, and after being acclimatized for 3 months or more, irrigation-free treatment for 2 weeks and heat treatment at 40°C for 2 hours. After complex stress, the electrolyte dissolution index, the stress-responsive amino acids proline and reducing sugar content were measured, and the degree of leaf death was measured by Evans Blue staining method and the degree of recovery was measured by DAB staining method. As a result, the electrolyte dissolution index was very low in *P. densiflora*, *C. obtusa*, and *U. davidiana* var. *japonica*. *U. davidiana* var. *japonica* trees showed the least change in proline content, and *J. sinensis* trees increased more than 12 times compared to the control group, which was judged to be weak against complex stress. As a result of Evan's blue test, ash and walnut trees showed more than 50% cell death under dry stress, and after heat treatment, the cell death rate reached 80%. When recovering for more than 3 days after applying complex stress, *C. obtusa*, *P. densiflora*, *Q. acutissima*, *L. kaempferi*, and *U. davidiana* var. *japonica* were found to be strong tree species with no oxidative stress. The above results are believed to contribute greatly to the selection of afforestation sites as scientific data on major recommended afforestation species.

사사: This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (2017R1D1A1B04036320).

가시나무 종자의 저장기간, 종피제거 및 상토종이 발아와 생장에 미치는 영향

최은지^{1*}, 용성현^{2,3}, 김도현², 박관빈², 최명석^{2,3}(국립수목원 식물자원연구과, ²경상대학교 산림환경자원학과, ³경상대학교 농업생명과학연구원)Effect of storage period, seed coat removal and nursery bed soil on germination and growth of *Quercus myrsinifolia* seedsEunji Choi^{1*}, Seong Hyeon Yong^{2,3}, DoHyeon Kim², Kwan Been Park², Myung Suk Choi^{2,3}¹Department of Plant Resources Research, Korea National Arboretum,²Department of Forest Environment Resource, Gyeongsang University,³Institute of Agriculture of Life Science, Gyeongsang University)

요약: 지구온난화로 말미암아 난대수종의 중요성이 증대되고 있으며, 가시나무는 우리나라의 대표적인 난대수종으로 미세먼지, 탄소원고흡수, 조경수로 가치가 높은 수종이다. 본 연구는 상록 참나무과 수종인 가시나무의 효과적인 실생증식법을 구명하고자 실시하였다. 가시나무 종자의 종피제거에 따른 발아특성 결과는 종피를 제거 하였을 때 발아율, 평균발아일수, 발아치, 발아세 등 모두 다 상승하였다. 종자의 저장기간에 따른 발아특성은 결과는 모든 발아특성에서 1년을 저장한 종자가 당해년도 수집종자보다 생육이 우수하였다. 생육에서도 종피의 제거는 근원경, 줄기길이, 뿌리길이 생장 및 엽수를 증가시켰고, 엽 신장에 효과적인 것으로 나타났다. 가시나무 용기묘의 토양에 따른 생장특성 결과는 상토에서 H/D율이 3.67로 가장 좋았다. 묘목품질조사 결과로 혼합토에서 2.62로 가장 높은 것으로 나타났다. 종합적으로, 가시나무의 실생증식에는 종자를 채집 후 1년 간 저장한 후, 종피를 제거하고, 혼합토에 파종하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

Abstract: It is expected that forest areas in warm and temperate zones will spread due to global warming. Accordingly, it is necessary to find out how to grow forest resources appropriately. In this study, we investigated the method of a seedling propagation of *Quercus myrsinifolia*, a representative warm-temperate species. The results of germination characteristics according to the removal of the seed coat of *Q. myrsinifolia* seeds, The treatment of seed coat removed was excellent percent germination, means of germination days, germination rate, and germination. As for the germination characteristics according to the storage period of the seeds, the results showed that the seeds stored for 1 year in all germination characteristics showed better growth than the seeds collected this year. In growth, removal of seed coat was found to be effective in root diameter, stem length, root length growth, leaves number, and leaf elongation. The results of growth characteristics of containerized seedling accordingly soil, H/D ratio measured the highest value at 3.67 in the bed soil. As a result of a seedling quality survey, it was found to the highest at 2.62 in mixed soil. Overall, it is considered effective for seedling propagation of *Q. myrsinifolia* to be stored for 1 year after collecting seeds, removing the seed coat, and sowing in mixed soil.

사사: This research was supported by “Forest Bio-resource Preservation of Collection and Property Evaluation” funded by “National Forest Seed and Variety Center.”

산초나무 종자 프라이밍 처리에 따른 발아 및 생장 특성

김도현^{1*}, 용성현^{1,2}, 박관빈¹, 최명석^{1,2}

(¹경상대학교 산림환경자원학과, ²경상대학교 농업생명과학연구원)

Effect of Priming on Seed Germination Response and Growth in *Zanthoxylum schinifolium* S. et Z.

DoHyeon Kim^{1*}, Seong Hyeon Yong^{1,2}, Kwan Been Park¹, Myung Suk Choi^{1,2}

(¹Department of Forest Environment Resource, Gyeongsang University,

²Institute of Agriculture of Life Science, Gyeongsang University)

요약: 산초(*Zanthoxylum schinifolium*)는 민속식물로 종자에서 착유한 기름은 항염, 이뇨, 구충, 치통 등 다양한 용도로 사용되어져 왔지만 발아율이 낮아 증식이 힘든 수종이다. Priming기술은 수분포텐셜이 낮은 화합물로 종자의 대사활성을 자극하여 종자의 발아율을 높게 하는 기술이다. 본 연구에서는 산초 종자의 발아에 적합한 Priming 화합물을 찾고자 단일요인 시험과 복합요인 시험을 진행하였다. 단일요인 시험은 GA₃ 0.1mM, NaCl 100mM, KNO₃ 100mM, PEG 6.7% 용액을 제조하였고, 복합요인 시험은 Box-Behnken 법에 따라 4가지 물질을 혼합한 27개 용액을 제조하여 종자를 24시간 침지한 후 파종하여 2주간 발아 및 생장을 조사하였다. 그 결과 단일요인 시험에서 발아율은 GA₃가 46.7%로 가장 높았고, 평균발아일수는 PEG가 3일로 가장 짧았다. 복합요인 시험에서는 발아율에 대한 반응표면분석을 시행하였다. 그 결과 유의성을 나타낸 요인은 GA₃였으며, 나머지 요인은 유의적이지 않았다. NaCl와 KNO₃는 복합처리 시 발아율을 낮추는 것으로 나타났다. 줄기와 뿌리 생장은 GA₃처리구가 각각 0.25cm, 0.37cm로 가장 좋았다. 이상의 결과는 유용식물 자원인 산초나무의 실생 증식에 기여할 것으로 판단된다.

Abstract: Sancho (*Zanthoxylum schinifolium*) is a folk plant. Oil milked from seeds has been used for various purposes such as anti-inflammatory, diuretic, anthelmintic, and toothache, but it is a species that is difficult to grow due to its low germination rate. Priming technology is a technology that increases the germination rate of seeds by stimulating metabolic activity of seeds with compounds with low water potential. In this study, single factor test and multiple factor test is conducted to find the optimal priming solution for seed germination of *Z. schinifolium*. GA₃ 0.1mM, NaCl 100mM, KNO₃ 100mM and PEG 6.7% solution was produced for single factor test and 27 kind of solutions were produced for multiple factor test from 4 substances according to Box-Behnken design. Seeds were soaked in each solution for 24 hours and sowed. The germination and growth of seeds was recorded for 2 weeks. In single factor test, germination percentage was highest in GA₃(46.7%), mean germination time was shortest in PEG(3 days). In multiple factor test, response surface methodology was conducted for seed germination percentage. Only GA₃ had significant effect on germination percentage. NaCl and KNO₃ decreased germination percentage when mixed. The best stem and root growth were 0.25cm and 0.37cm respectively in GA₃ treatment. The above results are considered to contribute to the viable growth of the Sancho tree, a useful plant resource.

사사: This research was supported by the support of the Forestry Science and Technology Research and Development Project(Forest Convergence Specialist Training Project, Project No.2020186A00-2022-AA02) in 2020.

수생식물 각시수련 종자의 초저온보존 최적조건 구명

용성현^{1,2}, 설유원³, 김도현¹, 박관빈¹, 최명석^{1,2}

(¹경상대학교 산림환경자원학과, ²경상대학교 농업생명과학연구원, ³국립산림과학원 산림유전자원부)

Optimization Conditions for Cryopreservation of
Nymphaea tetragona var. *minima* (Nakai) W.T.Lee, aquatic plantSeong Hyeon Yong^{1,2}, Yuwon Seol³, DoHyeon Kim¹, Kwan Been Park¹, Myung Suk Choi^{1,2}

(¹Department of Forest Environment Resource, Gyeongsang University,

²Institute of Agriculture of Life Science, Gyeongsang University,

³Department of Forest Genetic Resources, National Institute of Forest Science)

요약: 수생식물은 산업화의 영향으로 유전자원이 급격히 감소하고 있어 효율적인 보존기술개발이 필요하다. 하지만 장기적 보존법인 초저온보존법에 대한 연구는 전무한 실정이다. 본 연구에서는 대표적 수생식물인 각시수련(*Nymphaea tetragona* var. *minima*) 종자의 초저온보존에 적합한 저온보존효율, 동결보호제 및 처리 방법을 구명하였다. 즉, 효율적인 동결보호제 종류와 처리 시간을 조절하여 9가지의 처리방법에 따른 활력과 재생률을 조사하였다. 그 결과 4℃ 및 -20℃에서 저온 저장은 1주차 이후 생존율이 20.0%로 감소하여, 초저온보존법이 필요하였다. 종자의 활력은 LS + PVS3를 처리구와 PVS3처리구가 60%로 가장 높았다. 이들 처리구는 6주 이상 액체질소에서 보관 하였을 때도 60%이상의 활력을 보였다. 그러나 초저온 보존된 종자의 재생률은 20 %로 매우 낮았다. 재생된 식물체의 생장은 대조구에 비해서는 저조하였지만 PVS3처리구가 가장 우수하였다. 각시수련 종자의 초저온보존에 있어서 Loading solution을 20분 처리하고, 동결보호제로 PVS3 20분 이내로 하는 것이 활력을 높여 주었으며 재생률과 생장도 우수한 것으로 나타났다.

Abstract: Since the genetic resources of aquatic plants are rapidly decreasing due to industrialization, efficient conservation technology development is necessary, but there is no research on the cryogenic conservation method, a long-term conservation method. In this study, low-temperature preservation efficiency, cryoprotectant and treatment method suitable for cryopreservation of seeds of *Nymphaea tetragona* var. *minima*, a representative aquatic plant, were investigated. That is, by controlling the type and treatment time of effective cryoprotectant, the vitality and regeneration rate according to the nine treatment methods were investigated. As a result, low-temperature storage at 4℃ and -20℃ decreased the survival rate to 20.0% after the first week, requiring a cryogenic preservation method. The vitality of seeds was the highest in LS + PVS3 treatment group and PVS3 treatment group at 60%. These treatments showed more than 60% vitality even when stored in liquid nitrogen for more than 6 weeks. However, the regeneration rate of seeds preserved at cryogenic temperatures was very low at 20%. The growth of the regenerated plant was poor compared to the control, but the PVS3 treatment was the best. In the cryopreservation of *Nymphaea tetragona* var. *minima* seeds, treating the loading solution for 20 minutes and using PVS3 within 20 minutes as a cryoprotectant increased vitality, and showed excellent regeneration rate and growth.

사사: This work was supported by the Research program (Analysis of Plant Seed Storage ability by Low and Cryogenic Temperature) funded by Korea National Arboretum [KNA-20-C-22].

소나무 40년생 차대검정에 의한 반형매 8가계 생장의 수령간 상관

이경미*, 김종우, 송정호, 김인식
(국립산림과학원 산림생명자원연구부)

The Age-age Correlation of the Growth of Eight Half-sib Families from 40-year-old progeny trial of *Pinus densiflora*

Kyungmi Lee*, Jong Woo Kim, Jeong Ho Song, In Sik Kim
(Department of Forest Bioresources, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구에서는 소나무 재적의 수령간 상관관계를 구명하고자 반형매 8개 가계의 수령별 생장을 분석하였다. 연구 대상지는 1982년에 조성된 소나무 풍매차대검정림으로 공주와 춘천 2개 지역에 4반복으로 식재되었다. 40년생에 이르기까지 총 13회의 성적조사 결과로부터 반형매 8개 가계의 생장 특성을 분석하였다. 일반 임분에서 유래된 비교구에 비해 수형목 차대의 생장이 지속적으로 우수하였다. 공주에 비해 춘천에서 재적지수가 높았으며 가계 간의 성적 차이가 더욱 큰 것으로 나타났다. 수령간 상관관계도 공주보다 춘천에서 높았으며 이 시험림의 40년생 재적을 기준으로 볼 때 18년생 이후부터 유의한 상관관계가 나타났다.

Abstract: The growth of the eight half-sib families of *Pinus densiflora* was analyzed to study the age-age correlation. The progeny trial used in this study was established with the eight open-pollinated families of four blocks in the two sites, Gongju and Chuncheon, in 1982. The growth characteristics of the eight half-sib families were analyzed from the thirteen times of field survey reaching 40-year-old. The growth of the offspring group of the eight plus trees was continuously superior than the control group originated from unimproved stands. The higher volume growth and the larger difference between family were shown in Chuncheon compared to the growth in Gongju. The correlation of the volume growth was also stronger in Chuncheon than in Gongju with the significant correlation since age 18 to age 40 in the former site.

인공접종을 통한 소나무재선충병 내병성 개체 선발

박용우^{1*}, 이일환¹, 강혜인¹, 천경성¹, 송정호¹, 김인식¹, 심동환²
 (¹국립산림과학원 산림생명자원연구부, ²충남대학교 생물학과)

Selection of Pine Wilt Disease Tolerance Individuals by Inoculation Test

Yong-Woo Park^{1*}, Il-Hwan Lee¹, Hea-In Kang¹, Kyeong-Seong Cheon¹, Jung-Ho Song¹,
 In-Sik Kim¹, Dong-Hwan Shim²

(¹Department of Forest Bio-resources, National Institute of Forest Science,

²Department of Biological Sciences, Chungnam National University)

요약: 소나무재선충 *Bursaphelenchus xylophilus*에 의한 소나무재선충병 내병성 개체를 선발하고자 피해 극심지인 남부 지역과 제주도 지역에서 표현형으로 건전한 후보목의 종자를 채취하여 양묘한 소나무와 해송의 품매 차대 묘목을 대상으로 2017년 1차(1-1묘, 소나무 6,869본, 해송 9,020본, 재선충 3000마리 접종), 2018년 2차(1차 접종시험 생존목, 재선충 5,000마리 접종), 2020년 3차의 인공접종(2차 접종시험 생존목, 재선충 10,000마리 접종)을 하였다. 그 결과 1차 인공접종에서 생존율은 소나무가 49.8%, 해송이 12.5%였고 이들 생존목에 대한 2차 인공접종에서 생존율은 소나무가 44.8%, 해송이 29%였다. 2차 생존목을 대상으로 실시한 3차 인공접종에서 생존율은 소나무가 42.2%, 해송이 68.9%였다. 생존한 개체들은 피해증상이 없는 개체와 일부 가지에서 피해 증상이 나타난 개체가 있었다. 가지내 재선충 밀도는 피해증상이 없는 개체에서는 발견되지 않거나 평균 17 ± 41 마리였고 피해 증상이 나타난 개체에서는 피해 가지에서 평균 $6,559 \pm 5,741$ 마리, 건전 가지에서 19 ± 14 마리였다. 이에 따라 피해증상이 없는 소나무 460개체, 해송 122개체가 내병성 개체로 선발되었다. 선발된 개체들은 무성 증식용 최종 내병성 개체 선발의 재료로 활용될 예정이다.

Abstract: We conducted an inoculation test for selection of pine wilt disease(by *Bursaphelenchus xylophilus*) tolerance trees using open pollinated families *Pinus densiflora* and *Pinus thunbergii* which seedlings were raised from the seeds of apparently healthy candidate trees selected from heavily infested stands by pine wilt disease in the southern parts of the Korean Peninsula and Jeju Island. 1st in 2017 (1-1 saplings, 6,869 *P. densiflora* seedlings, 9,020 *P. thunbergii* seedlings, 3,000 nematodes), 2nd 2018 (1st surviving seedlings 5,000 nematodes), 2020 the third inoculation was performed (2nd surviving seedlings, 10,000 nematodes). As the results in the first inoculation, the survival rate was 49.8% in *P. densiflora* and 12.5% in *P. thunbergii*, and the survival rate in the second inoculation for these surviving trees was 44.8% in *P. densiflora* and 29% in *P. thunbergii*. In the 3rd inoculation, the survival rate was 42.2% for *P. densiflora* and 68.9% for *P. thunbergii*. Among the surviving individuals, there were individuals with no damage symptoms and individuals with damage symptoms in some branches. Intra-branch nematode density was not found or average 17 ± 41 in individuals without damage symptoms, and average $6,559 \pm 5,741$ in damage branches and 19 ± 14 in healthy branches in individuals with damage symptoms. Accordingly, 460 *P. densiflora* trees and 122 *P. thunbergii* trees were selected as disease tolerance individuals. The selected individuals will be used as materials for the final selection of disease tolerance individuals for the propagation.

채종원 낙엽송 클론의 아조직을 이용한 재분화 기법

박동진^{1*}, 배태웅¹, 송현진², 권용락¹

(¹국립산림품종관리센터 종묘관리과, ²국립산림품종관리센터 품종심사과)

Micro-propagation of matured *Larix kaempferi* clones constituted in the seed orchard *via* shoot development from winter buds

DongJin Park^{1*}, Tae-Woong Bae¹, Hyun-Jin Song², Yong-Rak Kwon¹

(¹Department of Seed and Seedling management, Korea Forest Seed and Variety Center,

²Department of Variety Examination, Korea Forest Seed and Variety Center)

요약: 본 연구는 채종원낙엽송의 중복보존 및 대량증식기반기술을 탐색하기 위하여 수행하였다. 국립산림품종관리센터의 채종원 낙엽송으로부터 채취한 동아조직을 표면살균하여 아분화 배양체를 얻었다. 아조직분화체의 길이 생장은 WPM배지에서 $5.0 \pm 0.6\text{mm}$, DCR배지에서 $4.5 \pm 0.8\text{mm}$ 로 나타났다. 아조직분화체의 무게생장에 있어서 DCR배지에서 $137.9 \pm 24.2\text{mg}$ (생중량)으로 나타났다. 또한 DCR배지에서 가장 높은 아분화율($81 \pm 28\%$)이 나타났다. 따라서, 생장에 가장 적합한 배지는 DCR배지로 판단하여 기본배지로 활용하였다. 정아조직으로부터 정상적으로 분화한 비율은 $91 \pm 12\%$ 인데 반해, 측아조직의 정상분화율은 $40 \pm 22\%$ 로 나타났다. $2.5\text{mM KH}_2\text{PO}_4$ 를 DCR배지에 첨가하여 처리한 결과, 측아조직의 분화율은 $89 \pm 9\%$, 신초발생율은 $57 \pm 26\%$ 로 향상되었다. 낙엽송 아분화체의 부정근이 기본배지에서 유도되었으나 비율은 0.2% 로 나타났다. 이후의 연구에서는 최적의 부정근 유도조건을 탐색할 것이다. 본 연구를 통해 얻어진 결과는 국립산림품종관리센터의 채종원 낙엽송 클론증식법을 확립하는데 활용할 수 있다.

Abstract: This study was carried out to investigate a method for mass-propagation and conservation of *L. kaempferi* clones of the seed orchard, Korea Forest Seed and Variety Center. Winter buds were collected from *L. kaempferi* clones of the seed orchard, and cultured on LM media after surface sterilization. Length growths of shoot from sprouted buds were $5.0 \pm 0.6\text{mm}$ in WPM media, and $4.5 \pm 0.8\text{mm}$ in DCR media, respectively. The highest weight growth of shoot was shown in DCR media($137.9 \pm 24.2\text{mg FW}$). The highest rates($81 \pm 28\%$) of shoot initiation was observed in DCR media. Thus, DCR medium was used for further study as the basal medium for *in vitro* culture of *L. kaempferi*. While sprouting rate of apical buds was $91 \pm 12\%$, that of lateral buds was only $40 \pm 22\%$. However, shoot initiation rate($89 \pm 9\%$) and shoot development rate($57 \pm 26\%$) of lateral buds were enhanced when the lateral buds were inoculated in DCR media containing $2.5\text{mM KH}_2\text{PO}_4$. It was observed that the adventitious roots were induced from the sprouted explants, but the induction rate was only 0.2% . In the future study, the optimal condition for adventitious root induction will be investigated. The results of this study can be applied to establish clonal-propagation method for *L. kaempferi* of the seed orchard.

사사: 본 연구는 국립산림품종관리센터 석·박사연구원 지원사업에 의해 이루어졌습니다.

해란초의 기내 줄기 배양과 화아분화

김소연*, 정은주

(강원대학교 산림환경시스템학과 산림자원학전공)

In vitro Propagation and flower bud differentiation of *Linaria japonica* Miq.

So Yeon Kim*, Eun Ju Cheong

(Department of Forest Science, Kangwon National University)

요약: 해란초(*Linaria japonica* Miq.)는 바닷가 모래땅에 자라는 현삼과의 여러해살이 초본으로 척박한 해안 사구에서 자생한다. 해란초라는 이름은 꽃이 난초와 같이 아름답다고 하여 붙여진 이름으로 7~8월에 줄기나 가지 끝에 총상꽃차례로 입술모양의 노란색의 꽃이 피어 관상식물로 잠재성이 있다. 꽃을 포함한 전초는 황달, 피부병, 화상 등에 약초로 사용하며, 식물추출물은 우수한 항염, 항산화 등의 효능이 있으며 화장품 조성물로 이용가치가 높은 수종이다. 본 연구는 해란초 대량번식을 위해 기내배양 조건을 탐색하였다. 결눈 하나가 포함된 줄기를 WPM배지와 MS배지를 기본으로 benzyladenine (BA)의 농도를 달리하여 생산된 줄기의 수, 길이 등을 조사하였다. 각 배지에 8주간 배양 후 절편체별 생산 줄기의 수와 길이를 측정한 결과 WPM BA 8 μ M에서 절편체 당 평균 4.5개로 가장 많은 줄기를 생산하였고, 줄기 평균길이는 6.1cm로 가장 길게 자란 것으로 나타났다. MS 처리구 중 가장 높은 평균 값을 나타낸 MS BA 4 μ M에서 유도된 줄기수는 2.4개이고, 줄기 평균 길이는 3.8cm로 나타났다. BA 농도에 따른 다경유도와 줄기신장은 MS 배지보다 WPM 배지가 그리고 BA의 농도는 8 μ M 농도가 가장 효과적이었다. 또한 BA가 첨가된 WPM과 MS배지에서 해란초는 배양 후 약 5주차부터 화아가 분화되기 시작하였고 10주차에 개화율이 최고치에 달하였다. 그 중 WPM BA 8 μ M 처리구에서 줄기당 5.6개의 화아가 분화되었고, 분화된 화아 중 31%가 완전 개화하였다. MS BA 4 μ M 처리구에서 줄기당 2.0개의 화아가 분화되었고, 그중 10.4%는 완전개화하였다. 기내에서 핀 꽃은 약 12주차까지 지속되었다. 해란초의 기내증식에는 WPM배지가 적합하며, 그중 WPM BA 8 μ M 농도에서 평균줄기수, 줄기 평균길이 뿐만 아니라 화아분화, 개화유도 효과가 가장 우수하였다. 향후 기내 개화율 증가 및 개화지속시간을 늘리기 위해 조건을 구명하고자 한다.

Abstract: *Linaria japonica* Miq is a perennial Scrophulariaceae herb, grows in the sandy beaches and even in the barren coastal dunes. A racemiferous yellow personate corolla hangs at the end of the branch. Whole plant, leaves, stems, flowers, and roots are medicinal for jaundice, skin diseases, and burns. Extracts could be used for cosmetic compositions because it has beneficial species with excellent anti-inflammatory and antioxidant effects. This study aimed to establish a method of in vitro micropropagation. We tested two different basal media (WPM and MS medium) with various Benzylaminopurine (BA) combinations. As a result of examining the number of shoots and the average shoot length by media and hormone concentration for eight weeks, explants in WPM supplemented with 8 μ M of BA produced the most shoots (4.5 per explant in average), and the longest shoot in length (6.1cm in average). Among the MS medium treatments, 4 μ M of BA was most effective in producing multiple shoots (2.4 per explant) and longer shoots (3.8 cm in average). For multiplication and shoot elongation, WPM medium was more effective than MS medium and 8 μ M of BA was most effective for both. Besides, in WPM medium, flower buds were formed and flowering from about 4 weeks and bloom within 10 weeks. The highest flower bud formation and full bloom have also occurred in the medium of

WPM with 8uM of BA. Sixty-four percent of shoots produced flower buds, and 34.6% become in full bloom. Flower bud formed in the media only with BA in both WPM and MS. The rate of flower bud formation and flowering was also higher on WPM than MS. The flowers *in vitro* lasted about 12 weeks. Therefore, WPM medium is suitable for shoots production and shoot elongation of *L. japonica*. BA stimulated *in vitro* flowering. We will research conditions for increasing the rate of *in vitro* flowering and increasing *in vitro* flowering duration.

Keyword: *in vitro* Propagation, *Linaria japonica* Miq, benzyladenine(BA), shoots production, flower bud differentiation

(사)한국산림휴양복지학회



O-0020. 국내 뉴스 기사를 활용한 산림복지 이슈 네트워크 분석

- 박진석*(충북대학교)

O-0026. 자기주도형 산림치유프로그램의 심리적 효과

- 김진건*, 길태규, 임영순, 박경자, 신민자(충북대학교.산림치유학협동과정),
신원섭(충북대학교)

O-0063. 인지감각차원(PSDs)을 활용한 도시숲의 회복환경특성 연구

: 남산도시자연공원, 북서울꿈의숲, 양재시민의숲을 사례로
- 장윤선*(국립산림과학원), 손용훈(서울대학교), 이정희(국립산림과학원)

O-0067. 자연환경해설사 양성교육과정 중요도-성취도 분석

(Importance-Performance Analysis) 연구

- 심규원, 남승민*(국립공원연구원)

O-0203. 국립공원 생태탐방원 조성방안에 관한 연구

-가야산국립공원의 사례를 중심으로-

- 이주희*(대구대학교)

O-0249. 산림휴양시설의 수요예측 분석을 위한 개선된 중력모형 개발

- 김동훈*, 한상열(경북대학교)

국내 뉴스 기사를 활용한 산림복지 이슈 네트워크 분석

박진석*

(충북대학교 산림치유학과)

Network Analysis of Forest Welfare Issues Using Domestic News Articles

Jin-Seok Park*

(Department of Forest Therapy, Graduate School of Chungbuk National University)

요약: 본 연구는 산림정책 전개과정에 따라 뉴스 기사를 분석해서 시기별 산림휴양·치유·교육 주요 이슈를 파악하고 정책에 대한 다양한 관점을 도출해내는 것에 목적이 있다. 수집은 네이버 웹 뉴스를 대상으로 하였고, 총 수집기간은 1990년부터 2019년까지로 설정하여 기사 제목 및 본문에 ‘산림휴양’, ‘산림치유’, ‘산림교육’을 포함하는 데이터를 수집하였다. 자료분석은 빅데이터 전문 플랫폼인 텍스트톱을 이용하여 ‘산림휴양’, ‘산림치유’, ‘산림교육’ 시기별(10년단위로 구분) 상위 30개의 키워드를 도출해내고자 했고 추가적으로 UCINET과 Netdraw를 이용한 구조적 등위성 분석을 통해 산림휴양·치유·교육 시기별 이슈를 도출해냈다. 구조적 등위성 분석 결과, 산림휴양 III 시기(2010~2019), 산림치유 III 시기(2010~2019), 산림교육 III 시기(2010~2019)에 공통적으로 산림복지 관련 이슈가 등장했다. 산림휴양 III 시기에 맞춤형 산림휴양서비스, 산림치유 III 시기에 맞춤·연계형 산림치유서비스, 산림교육 III 시기에 맞춤형 산림교육 프로그램 등의 내용이 이슈를 형성하였다. 이러한 분석결과는 앞으로 수요자 맞춤형 산림복지서비스 확대 및 산림복지서비스 대상자 파악이 중요함을 시사한다.

Abstract: The purpose of this study is to analyze news articles according to the forest policy development process, to provide major issues for forest recreation, healing, and education by period, and to derive various perspectives on the policy. The collection was targeted at Naver Web News, and the total collection period was set from 1990 to 2019, and data including ‘Forest Recreation’, ‘Forest Healing’, and ‘Forest Education’ were collected in the title and body of the article. The data analysis was intended to derive the top 30 keywords by “Forest Recreation”, “Forest Healing”, and “Forest Education” (10-year units) using Textome, a big data platform, and additionally, issues by “Forest Recreation”, “Forest Healing”, and “Forest Education” through structural analysis using UCINET and Netdraw. As a result of the CONCOR analysis, issues related to forest welfare emerged in common during the Forest Recreation III (2010–2019), Forest Healing III (2010–2019), and Forest Education III (2010–2019). The contents of customized forest recreation services during the period of forest recreation III, customized and linked forest healing services during the period of forest healing III, and customized forest education programs during the period of forest education III formed issues. These analysis results suggest that it is important to expand forest welfare services tailored to consumers and to identify those eligible for forest welfare services in the future.

자기주도형 산림치유프로그램의 심리적 효과

김진건^{1*}, 길태규¹, 임영순¹, 박경자¹, 신민자¹, 신원섭²
 (¹충북대학교 산림치유협동과정, ²충북대학교 산림학과)

The Psychological Effects of a Self-guide Forest therapy Program

Jin Gun Kim^{1*}, Tae Gyu Khil¹, Youngsuwn Lim¹, Kyungja Park¹, Minja Shin¹, Won Sop Shin²
 (¹Department of Forest therapy, Chungbuk National University,
²Department of Forest Sciences, Chungbuk National University)

요약: 본 연구는 자기주도형 산림치유프로그램 (Self-guided forest therapy program; SGFTP)의 심리적 효과성을 알아보기 위해 수행되었다. 자기주도형 산림치유프로그램의 심리적 효과성을 가이드형 산림치유프로그램, 대조군과 비교하기 위해 사전-사후 비교분석을 실시하였다. 연구 대상자는 자기주도형 산림치유프로그램 집단 19명, 가이드형 산림치유프로그램 집단 19명, 대조군 19명으로 총 57명이 참가하였다. 자기주도형 산림치유프로그램의 심리적 효과성을 알아보기 위해 기분상태척도 (POMS), 단축형 행복감 척도 (COMOSWB), 스트레스 반응척도 (SRI-MF), 자아존중감 척도 (RSES)를 활용하여 설문 조사하였다. 연구결과, 자기주도형 산림치유프로그램 (SGFTP)과 가이드형 산림치유프로그램은 사전보다 사후에 기분상태, 행복감 척도, 스트레스, 자아존중감 등에서 상당히 긍정적으로 개선된 반면에, 대조군은 POMS, 행복감, 스트레스 반응, 자아존중감 모두 통계적 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러므로 자기주도형 산림치유프로그램은 가이드형 산림치유프로그램처럼 심리적 효과를 가져다준다. 본 연구를 통하여 자기주도형 산림치유프로그램이 참가자의 건강증진에 기여할 수 있음을 보여주었으며, 학교 숲, 병원, 사무실 등 산림치유지도사가 부족한 실정 및 상황과 포스트 코로나 시대에 대응방안으로써 새로운 산림치유의 효율적인 도구나 전달 시스템이 될 수 있는 가능성을 확인하였다. 따라서, 자기주도형 산림치유프로그램은 바쁜 생활의 도시민들에게 활용되어 신체적, 정신적 질병을 예방하고 삶의 질을 높일 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: This study was aimed to examine the effectiveness of the self-guided forest therapy program. A pre-test and post-test control group design was employed to evaluate the effectiveness of the self-guided forest therapy program compared with the guided forest therapy program and control group. A total of 57 participated in this study (19 in the self-guided forest therapy program group; 19 in the guided forest therapy program group; 19 in the control group). The profile of mood state (POMS) questionnaire, the modified form of the stress response inventory (SRI-MF), self-esteem scale (RSES), and concise measure of subjective well-being (COMOSWB) were administered to each participant to assess psychological effects. The results of this study found that participants in both groups of self-guided forest therapy program and guided forest therapy program had significantly positive increases in their mood, stress response, self-esteem, and subjective well-being levels compared with those of the control group participants. Therefore, the self-guided forest therapy program provides psychological health benefits to users. This study confirmed that the self-guided forest therapy program contributes to the participants' health promotion. The self-guided forest therapy program can be an efficient tool or system in situations such as lack of forest therapists, such as school forests, hospitals, office areas, etc. Also, the self-guided forest therapy program is thought to be used for urban dwellers of a busy life to prevent physical and mental disease and improve their quality of life.

Keyword: self-guided forest therapy program, guided forest therapy program, psychological effect

인지감각차원(PSDs)을 활용한 도시숲의 회복환경특성 연구 : 남산도시자연공원, 북서울꿈의숲, 양재시민의숲을 사례로

장윤선^{1*}, 손용훈², 이정희¹

(¹국립산림과학원 산림복지연구과, ²서울대학교 환경대학원)

The Characteristics of Urban Forests as Restorative Environments with the use of the PSDs(Perceived Sensory Dimensions)

Youn-sun, Jang^{1*}, Yong-hoon, Son², Jeong-hee, Lee¹

(¹Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science,

²Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University)

요약: 본 연구는 국외에서 도시숲의 회복환경 조성의 프레임워크로 논의되는 ‘인지감각차원(PSDs, Perceived Sensory Dimensions)’을 국내 도시숲 유형별로 대표되는 남산도시자연공원(산림형), 북서울꿈의숲(준산림형), 양재시민의숲(도시형)에 적용하여 회복환경 인식 특성을 파악하였다. 먼저, PSDs와 회복경험척도(ROS, Restorative Outcome Scale)의 변인 과정을 거쳐 각 공간의 이용객(N=302)을 대상으로 설문조사를 실시 및 분석하였다. 분석결과, 첫째, 성별, 연령, 거주지, 직업은 부분적으로 PSDs 인식에 차이가 있었고 생활권 방문의 경우, PSDs에 대한 전반의 인식이 상대적으로 높은 것으로 나타났다. 둘째, 도시숲이 산림형 형태일 경우 ‘독립성,’ ‘종 다양성,’ ‘고요함’에 대한 인지가 높았고 준산림형 형태에서는 ‘문화성,’ ‘조망성’에 대해서도 추가적으로 인지하였으며 도시형의 경우, PSDs 전반에 대한 인지가 낮은 것으로 분석되었다. 셋째, ‘독립성($\beta=0.267$),’ ‘고요함($\beta=0.180$),’ ‘자연성($\beta=0.153$)’ 순으로 회복경험에 정(+)의 영향력이 있는 것으로 나타났다. 즉, 자연의 소리가 들리고 자연 그 자체를 체험할 수 있으며 자신만의 영역이 확보되는 환경이 도시민의 심리적 회복에 중요한 것으로 해석된다. 본 연구는 실제 현장에 적용해본 최초의 실증적 연구라는 데 의의가 있으나 향후 다양한 실증적 연구들이 이루어짐으로써 PSDs에 대한 개념이 보다 체계화되고 일반화될 필요가 있다.

Abstract: PSDs are discussed as frameworks for designing urban forest restorative environments overseas. This study identified the characteristics of urban forests as restorative environments by applying PSDs as Namsan Park(forest type), Dream Forest(semi-forest type), and Yangjae Citizens' Forest(urban type) conducting survey(N=302). An analysis showed first, that PSDs perceptions differed depending on demographic(gender, age, residence, occupation) characteristics, especially in the case of residence, the overall perception of PSDs was relatively high. Second, urban forests in forest-type had higher awareness of 'Refuge,' 'Rich in species,' 'Serene' and additionally recognized 'Culture' and 'Prospect' in semi-forest type. In the case of urban types, it was analyzed that the overall PSDs were less recognized. Third, the higher the awareness of 'Nature,' 'Refuge,' 'Serene,' the higher the restorative experience, and the most important factor in the restorative experience was found to be 'Refuge'. In other words, it is interpreted that the private environment with natural sounds and nature itself can be experienced is important for the psychological restorativeness of urban residents. This study is meaningful in applying PSDs for the first time in Korea to identify the characteristics of urban forest restorative environment. However, more empirical case studies are needed for generalization.

자연환경해설사 양성교육과정 중요도-성취도 분석(Importance-Performance Analysis) 연구

심규원, 남승민*
(국립공원연구원 정책연구부)

A Study on training course subject of Nature Environmental Interpreter in National Park Using Importance-Performance Analysis

Kyu-won Sim, Seung-min Nam*

(Department of Policy Research, National Park Research Institute, Korea National Park Service)

요약: 본 연구는 중요도-성취도 분석(Importance-Performance Analysis)을 통해 자연환경해설사 양성교육 커리큘럼을 진단, 문제점을 조사 및 분석하여 제도 발전방안을 제시하는데 있다. 분석 결과, 기본과정의 경우 생물자원의 이해, 지형 및 지질 환경의 이해, 보호지역의 이해 등 해설의 기본이 되는 과목이 ‘저순위’로 도출된 것으로 볼 때 기본수업은 온라인 수업등의 방법을 통해 선택과 집중이 필요하겠다. 또한 간이과정의 경우 해설기법과 시연, 자연환경해설사의 역할, 안전관리 및 응급처치 과목등의 실무적인 과목의 지속적인 수요가 있으며, 전문과정의 경우 ‘저순위’ 영역의 과목들인 해설 프로그램 평가, 지속가능한발전, 환경교육프로그램 인증 실습 등의 과목은 시대적 흐름에 따른 과목으로써 트렌드에 맞춰 수정될 수 있다. 즉, 다양한 교육과정을 나열하여 공통과목과 선택과목으로 분리하여 개인의 성향, 전공분야에 따라 취사선택할 수 있는 방법 도입이 필요하며 온라인 과목과 오프라인 과목의 분리, 실무적인 과목을 위주로 오프라인 수업을 진행하는 것이 좋겠다.

Abstract: It is necessary to investigate the training curriculum and analyze problems through importance-performance analysis to suggest ways to develop the system. The survey was conducted online 1:1 through in-house mail within the industrial complex, and the results were as follows. Basic subjects such as understanding biological resources, the terrain and geological environment, and protected areas were derived as “low priority”, so fundamental subjects need to be selected through online classes. In addition, there is a continuous demand for practical subjects such as interpreter techniques and demonstrations, role of interpreter, safety management and first aid, and in specialized courses, subjects such as ‘low priority’ program evaluation, sustainable development, and environmental education program certification can be modified according to trend. In other words, it is necessary to list various curriculum and introduce a method to select subject according to individual’s tendency and major field, and it is better to conduct offline classes focusing on online and offline subjects.

사사: 본 연구는 국립공원연구원(2020)에서 수행한 환경부 자연환경해설사 제도 개선 연구 과제 결과를 바탕으로 작성된 것임.

국립공원 생태탐방원 조성방안에 관한 연구 -가야산국립공원의 사례를 중심으로-

이주희*

(대구대학교 관광경영학과)

The Study on the Furtherance of the National Park Nature Center - Focusing on the case of Gayasan Nature Center-

Ju-Hee Lee*

(Department of Tourism Management, Daegu University)

요약: 본 연구는 시의적으로 바람직한 (산악형) 국립공원 생태탐방원 조성의 방향을 규정하는 데에 목적을 두고 추진하였다. 연구의 목적을 위해 가야산 국립공원의 자연·인문환경 및 생태탐방원(가야산생태탐방원) 조성계획 마스터플랜을 분석하여 연구를 수행하였으며 그 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다. 국립공원 가야산생태탐방원의 조성방안은 자연관찰로와 환경교육시설, 생태탐방연수원의 개념을 모두 포괄하는 자연학습 공간 개발의 특성을 포괄하고 있다. 가야산생태탐방원 조성의 주안점은 미래세대, 사회적 소외계층 등과 함께 향후 누구나 탐방활동을 할 수 있는 무장애 탐방 장소로 온전히 개발되는 것에 가치를 두고 있으며 이는 미션과 비전, 테마, 목적과 목표 등의 조성계획 방향과 단계적 개발이라는 개발형태에 반영되고 있다. 이러한 조성방안은 보편적 복지의 확대라는 하나의 축과 장소의 재발견이라는 계기를 동시에 모색하는 방향으로 구체화 되고 있는 것으로 가야산생태탐방원과 유사한 환경의 국립공원생태탐방원의 조성에서 보편적 모형으로 활용 가능할 것으로 예상된다. 이러한 결과는 가야산생태탐방원의 조성방안이 지역에 위치한 산악형 국립공원이 새로운 통합적 가치의 발아지로 거듭 나기 위한 대안으로 작용할 가능성을 보여준다.

Abstract: This study was promoted with the aim of defining the direction of timely and desirable Nature Center of (Mountainous) National Park. To achieve the purpose of the study, the study was conducted by analyzing the creation master plan of the Gayasan composition 2019. The conclusion is as follows. The creation plan of the Gayasan Nature Center covers the concepts of natural observation path, environmental education facilities, and ecotourism training centers. And the creation plan of the Gayasan Nature Center aimed to develop and provide various experience programs by class, type, and theme for visitors to future generations, the disadvantaged, and families in the region. In the future, it is valued that it is fully developed as a (disabled) exploration site where anyone can explore. And this tendency is also reflected in the development plan of phased development, the direction of the furtherance plan-mission, vision, theme, purpose and goal. Through this plan, this value is being materialized in a phased development form as a way to simultaneously explore the axis of the expansion of universal welfare and the momentum to rediscover places. It is expected that it can be used as a universal model in the creation of the National Park Nature Center with environment similar to that of the Gayasan Nature Center. These results indicate the possibility that the furtherance of the Gayasan Nature Center will serve as an important criterion for the development of the Nature Center, which is attracting attention as a way to transform the (Mountainous) National park located in the region into a germination site of new integrated value.

산림휴양시설의 수요예측 분석을 위한 개선된 중력모형 개발

김동훈*, 한상열
(경북대학교 임학과)

Development of Improved Gravity Model for Demand Forecasting Analysis of Forest Recreation Facility

Dong-Hoon Kim*, Sang-Yoel Han
(Department of Forestry, Kyungpook National University)

요약: 현재 산림휴양시설에 대한 수요예측이 기본·실시설계 단계에서 조사되고 있으나, 정형화된 예측방법이 없어 정확성이 부족하다는 문제점이 지적되고 있다. 이에 본 연구는 산림휴양시설의 지정 및 조성 시 적용이 가능하도록 정형화된 수요예측 분석을 위한 개선된 중력모형 개발을 목적으로 실시하였다. 수요예측을 위해 각 시·도별 인구와 국립자연휴양림별로 시·도별 이용객 수를 조사하고, 국립자연휴양림별 수용력과 각 시·도별 행정소재지로부터 각각의 국립자연휴양림까지의 시간거리(분)를 측정하여 독립변수와 종속변수로 구분한 후 회귀분석을 통해 중력회귀모형을 개발하였다. 그 결과, 거리변수는 계수가 -48.489이며 부호가 음(-)으로 나타나 중력모형 이론과 부합하였으며, 인구변수와 수용력변수는 각각 계수가 2.299, 51.079이며 부호가 양(+)으로 나타나 이론과 부합함으로 나타났다. 또한, 각 독립변수는 모두 통계적 유의수준이 1% 내에서 유의성이 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 연구결과를 토대로 개선된 중력모형이 산림휴양시설의 정확한 수요예측을 가능하게 하며, 입지 선정 및 규모 등의 결정에 도움이 될 것으로 판단된다.

Abstract: Currently, the demand forecasting for forest recreation facilities is being investigated at the basic and practical stages. But it has been pointed out that there is a lack of accuracy due to the lack of standardized forecasting methods. Therefore, this study was conducted with the aim of developing an Improved Gravity Model for a standardized demand forecasting analysis that can be applied to the designation and construction of forest recreation facilities. To forecast demand, the population of each city or province and the number of visitors by city or province by National Natural Recreation Forest were surveyed. And, the capacity of each National Natural Recreation Forest and the time distance(minutes) from each city or province administrative location to each National Natural Recreation Forest were measured and divided into independent and dependent variables. After, we developed a Gravity Regression Model through regression analysis. As a result, the distance variable had a coefficient of -48.489 and the sign was negative. So, this result is consistent with Gravity Model theory. And the population variable and capacity variable had a coefficient 2.299 and 51.079 respectively. And the sign was positive. So, this result is also consistent with Gravity Model theory. In addition, each independent variable was found to have a significance within 1% of the statistical significance level ($p < 0.05$). Based on the results of the study, the Improved Gravity Model is expected to enable accurate demand forecasting of forest recreation facilities and help determine location selection and size.

Keyword: *Forest recreation facilities, Demand forecasting, Gravity regression model*

사사: 본 연구는 산림청의 「자연휴양림 등 타당성 평가 개선에 관한 연구」사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

포스터 학술연구발표

P-0029. 2020년 전남산촌지역 산성강하물에 관한 연구

- 박인택*, 김광일, 오찬진(전라남도 산림자원연구소)

P-0041. 온라인 산림교육프로그램의 특성분석을 통한 온택트시대 산림복지서비스에 관한 연구

- 김진우*, 이주형(영남대학교)

P-0053. 2020 산림교육 직무연수 프로그램 교육과정의 효과성 평가

- 최선헤*, 하시연(국립산림과학원)

P-0056. 목재문화체험 프로그램 요구 분석

- 하시연*, 이상민, 한연중, 최선헤(국립산림과학원)

P-0061. IPA 기법을 활용한 DMZ 편치불 둘레길 관리요인 분석

- 장윤선*, 이주은, 이정희, 이수광(국립산림과학원)

P-0062. 코로나19와 생활권 숲 이용객 변화에 관한 연구

- 이정희*, 장윤선, 장주연(국립산림과학원)

P-0069. 청소년의 산림치유 프로그램 참여 후 회복탄력성 변화

- 김은수*, 김수진, 최예지, 박수진, 김건우(국립산림과학원)

P-0070. 산림치유 프로그램 참여 후 아토피 환아 및 가족 심리변화

- 김수진*, 최예지, 김은수, 박수진, 김건우(국립산림과학원)

P-0071. 대나무숲의 대기중 NVOC 분포 특성

- 최예지*, 박수진, 김은수, 김수진, 김건우(국립산림과학원)

P-0083. 미국 국가휴양트레일 특징과 시사점

- 이수광*, 민숙영, 김근현(국립산림과학원)

P-0086. 해외 국가트레일 제도의 특징과 시사점

- 이수광*, 이세라, 이정희(국립산림과학원)

포스터 학술연구발표

P-0137. 산림치유기반 명상 프로그램의 현황과 적용 가능성 검토

- 김윤희*, 김완두(KAIST), 박창은(한국산림복지진흥원), 박범진(충남대학교)

P-0186. 산림치유지도사 양성교과목 개선방안 연구

- 박창은*(한국산림복지진흥원), 박범진(충남대학교), 김윤희(KAIST)

P-0194. 미적 가치 및 기타 산림 가치에 대한 인식: 한국과 말레이시아 대학생 비교

- 아즈린 힐르와니 आयु브*, 조계중(순천대학교)

P-0202. 사회적 가치 증진자를 위한 온라인 숲 체험 프로그램 운영에 관한 연구

- 정범석*, 김근수, 탁상인, 윤영길, 조계중(순천대학교)

P-0215. 드론사진측량 자료를 활용한 수목 3D 모델링 구축

- 박진욱*(대구가톨릭대학교), 김영표(대구대학교)

P-0223. 시설거주 미혼모 대상 도시 숲 심신건강증진 프로그램 개발

- 방경숙*, 김성재, 이금희, 최신영(서울대학교)

P-0230. 곡성군 야생생물 보호구역 해제 및 대체지 지정에 관한 연구

- 김근수*, 김상민, 윤영길, 정범석(순천대학교), 이시완, 정상민(한국환경생태연구소), 박정수(사단법인 푸른곡성), 조계중(순천대학교)

P-0231. 상동나무의 신품종 육성을 위한 특성조사요령(TG) 개발

- 탁상인*(순천대학교), 김세현(국립산림과학원), 오찬진(전남산림자원연구소), 서희원(목원산림기술사사무소), 장용석(국립산림품종관리센터), 조계중(순천대학교)

2020년 전남산촌지역 산성강하물에 관한 연구

박인택*, 김광일, 오찬진
(전라남도 산림자원연구소)

A Study on acid deposition in Jeonnam mountain village in 2020

In-Teak Park*, Gwang-Il Kim, Chan-Jin Oh
(Jeonnam Forest Resources Research institute)

요약: 인류는 급격한 산업화와 개발로 인해서 최근까지 국가 및 도시, 그리고 농촌과 산촌 등 모든 지역에서 대기오염물질과 빗물에 의해서 산성화가 진행되어 오고 있으며, 이에 관한 질적인 평가를 위해 여러 연구들을 지속해오고 있다. 본 연구에서는 2020년도의 전라남도 산촌지역 산성화에 영향을 끼치는 강수의(습성강하물) 인자(강수량, EC, pH, 습성강하물 음이온(Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), 습성강하물 양이온(Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+})를 모니터링 분석하였다. 그 결과, 산성화와 가장 연관이 있는 강수의 pH가 최근 90년대 초반이후로 가장 높은 결과(2020년 pH5.92)가 나왔으며, 이는 2020년 3월부터 시작된 코로나로 인해 특히 중국의 석탄 화력발전소 소비량 감소와 국내외선 항공편 감축운행 등으로 국내외 대기질이 많이 개선되어 전라남도 또한 이러한 긍정적인 영향을 받은 것으로 사료된다. 또한, 조사된 결과에도 지난 2019년과는 다른 경향과 낮은 수치를 보였다.

Abstract: Due to rapid industrialization and development, humanity has been acidified by air pollutants and rainwater in all regions, including countries and cities, and rural areas and mountain villages until recently, and several studies have been continued to evaluate the quality. In this study, the factors(rainfall, EC, pH, wet drop anions (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), wet drop cations (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) of precipitation affecting the acidification of mountain villages in Jeollanam-do in 2020 were monitored and analyzed. As a result, the pH of precipitation, which is most related to acidification, was the highest(pH 5.92 in 2020) since the early 1990s. It is believed that Jeollanam-do also received such a positive impact as the domestic and foreign air quality improved a lot, especially due to the reduction in consumption of coal-fired power plants in China and the reduction of domestic and international flights due to the COVID-19 that began in March 2020. In addition, the survey results showed different trends and lower numbers than in 2019.

사사: 본 연구는 산림청 산림토양 산성화 모니터링 사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

온라인 산림교육프로그램의 특성분석을 통한 온택트시대 산림복지서비스에 관한 연구

김진우*, 이주형
(영남대학교 산림자원학과)

A Study on Forest Welfare Services in the Era of On-tact through the Online Program Analysis

Jinwoo Kim*, Ju-Hyoung Lee
(Department of Forest Resources, Yeungnam University)

요약: 본 연구는 코로나19로 인해 집단대면 프로그램으로 운영되어 온 산림복지서비스의 공급방식 변화가 불가피한 상황에서, 변화된 산림교육프로그램을 조사하고, 제공자와 수혜자 그리고 관리자가 처음 접하게 되는 온택트(On-tact) 환경에서의 산림복지서비스 실효성에 대해 고찰하고자 수행되었다. 2020년 8월 8일부터 10월 31일까지 대구·경북 소재 산림복지전문업 3곳, 30명의 산림복지전문가가 실시간 온라인 형식(Live streaming)의 120분 프로그램을 개발·진행하였다. 참가자는 채팅창을 통해 숲해설가와 소통했으며, 4202명이 참가한 100종의 프로그램을 조사·분석했다. 프로그램은 진행 방식, 프로그램 주제, 프로그램 진행장소의 환경적 특성, 지리적 위치 항목에 따라 분류하고, 진행자 행태와 참가자 반응을 실시간 추적 조사했으며, 프로그램 종료 후 숲해설가와 참가자, 주최자의 만족도를 분석했다. 연구결과, 대부분의 프로그램에서 진행자가 화면에 출현하지 않았으나(58.0%), 리포터 형식의 진행도 다수 있었으며(42.0%), 프로그램 개발 주제는 산책과 같이 다소 수동적인 프로그램(37.6%)과 생태공예(20.5%)가 주로 구성되었다. 진행장소는 공원(31.2%)과 숲(28.6%)이 선호되었고, 도심외곽지에서 진행한 경우가 가장 많았다(62.9%). 만족도 조사 결과, 숲해설가는 온라인 프로그램의 진행분량 과다를 지적했고, 참가자는 방송 및 영상품질, 주최자는 온라인 영상송출의 기술적 문제를 지적했다. 그러나, 코로나19로 인해 제한된 여건에서, 참가자의 자연경관 감상기회와 숲해설가의 프로그램 진행기회는 매우 긍정적으로 응답되었다. 따라서, 오프라인 시대의 숲해설가 역량과 프로그램 내용은 온택트 시대의 질 높은 영상 및 방송품질, 영상제공에 적합한 콘텐츠 제공으로 변화되었고, 온라인 산림복지 프로그램에 대한 높아진 수요와 공급을 충족하기 위한 변화가 필요한 것으로 사료된다.

Abstract: Because of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic, there have been inevitable changes in the operation of forest welfare services that had usually been provided face-to-face in groups. Therefore, the goal of this study was to investigate the changes in forest welfare programs during COVID-19 and to determine the effectiveness of forest welfare services in the On-tact (online communication) environment that the service providers (Forest interpreter), beneficiaries (Program participants), and organizers (Project institute) have not experienced before. To this end, real-time 120-minute online programs were developed and implemented by 30 forest welfare experts from three forest welfare institutes (located in Daegu and Gyeong-san) from August 8 to October 31, 2020. Program participants communicated with forest interpreters through online chats, and 100 different programs in which 4202 people in total participated were examined and analyzed. The programs were classified according to the operation method, topic, environmental characteristics of the venue, and geographic location. The forest interpreters' behavior and participants' responses were followed up in real-time (Live

streaming), and the satisfaction levels of the forest interpreters, participants, and project institute were analyzed after completion of the programs. According to the findings, the operation method, the forest interpreter did not appear on the screen in most programs(58.0%), and many conducted their programs in reporters' style(42.0%). With regard to the topic of program development, somewhat passive programs such as walking(37.6%) and eco-crafts(20.5%) were mainly included. Parks(31.2%) and forests(28.6%) were preferred as venues, and the majority of the programs were conducted at the outskirts of cities(62.9%). The satisfaction survey revealed that the forest interpreters were dissatisfied with dealing with excessive amounts of the program running time for 2 hours. The participants were not happy with the broadcast's image quality, and the project institute experienced technical issues with the online video transmission. However, there were some positive reviews from the survey. The participants were able to appreciate the natural scenery, and the forest interpreters had the opportunity to run the programs, even under the limited circumstances afforded by COVID-19. In conclusion, the capabilities of forest interpreters and types of program content provided in the offline era have evolved to provide high-quality video and broadcast content in the current era of online communication. It was concluded that changes are essential to meet the increased demand for online forest welfare programs.

Keyword: Online communication, Forest interpreter, COVID-19, Nature experience, Forest recreation

사사: 본 연구는 2020년 산림청, 한국산림복지진흥원, 복권위원회가 주관하고 한국산림휴양복지학회와 영남대학교가 시행한 녹색체험교육사업으로 수행한 연구임.

2020 산림교육 직무연수 프로그램 교육과정의 효과성 평가

최선헤*, 하시연
(국립산림과학원 산림복지연구과)

Effectiveness Evaluation of the Forest Education Program for Teacher's Job Training in 2020

Seon Hye Choi*, Si Yeon Ha
(Division of Forest Welfare, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 산림교육을 위한 직무연수 프로그램 교육과정의 효과성을 확인하는데 목적이 있다. 산림교육 직무연수 프로그램은 2011년 교원의 산림교육 전문성을 강화하기 위해 표준 커리큘럼을 개발하여 현재 2020년까지 시행 중이다. 2020 산림교육 직무연수 교육과정은 교사가 학교현장에서 '숲과 자연환경에 대한 가치관 변화와 상생의 중요성을 인식'을 목표로 내용을 구성하였다. 교육과정은 산림복지 사업의 이해, 청소년 산림교육의 효과, 올바른 숲트레킹, 곤충, 수목식별, 숲생태놀이, 산림교육 체험, 안전한 숲체험, 산림치유체험, 숲 밧줄놀이로 구성되어 있다. 프로그램은 4박 5일 일정으로 진행되었다. 산림교육을 통한 효과성은 문헌과 전문가 조사를 통해 개발된 교원 산림교육 직무연수 교육과정 효과성 평가를 위한 루브릭 평가 도구를 사용하여 조사하였다. 직무연수 참여 전과 후를 비교하였을 때 교사들의 인지적(지식, 사고력)효과와 정서적 효과(흥미, 태도, 가치)가 유의미하게 있는 것으로 보아($p<.001$) 산림교육 직무연수 교육과정이 목적에 맞게 구성되어 있다는 것을 확인하였다. 본 연구는 기존의 산림교육 직무연수 프로그램의 효과성을 하위요인별 수준별로 확인한 것과 산림교육 맞춤 효과성 도구를 이용하여 산림교육 효과성을 확인한 것에 의의가 있다.

Abstract: This purpose of this study is to confirm the effectiveness of teacher's job training program curriculum for forest education. The Forest Education Job Training Program developed a standard curriculum in 2011 to strengthen teacher's expertise in forest education, and is currently being implemented until 2020. The contents of the forest education job training curriculum aimed at 'a change in the values of forests and the natural environment and recognition of the importance of win-win growth' at the school site. The curriculum consists of understanding forest welfare projects, effects of adolescent forest education, proper forest trekking, insect and tree identification, forest-ecological play, forest education experience, safe forest experience, forest healing experience, and forest rope play. The program was conducted on a schedule of 5 days and 4 nights. The effectiveness of forest education was investigated using a Rubric evaluation tool for evaluating the effectiveness of teachers' forest education job training curriculum developed through expert surveys. When comparing before and after participation in job training, teachers' cognitive domain (knowledge and thinking skills) and emotional domain(interest, attitude, and value) are significantly effective($p<.001$). As a result, it was confirmed that the forest education job training curriculum was organized according to the purpose. This study is meaningful in confirming the effectiveness of the forest education job training program by level of each sub-factor and in verifying the effectiveness of forest education by using the forest education customized effectiveness tool.

Keyword: forest education program, teacher's job training program, forest education

목재문화체험 프로그램 요구 분석

하시연^{1*}, 이상민², 한연중², 최선희¹

(¹국립산림과학원 산림복지연구과, ²국립산림과학원 목재이용연구과)

Needs Analysis of Wood Culture Experience Program

Si Yeon Ha^{1*}, Sang-Min Lee², Yeonjung Han², Seon Hye Choi¹

(¹Division of Forest Welfare, National Institute of Forest Science,

²Division of Forest Products, National Institute of Forest Science)

요약: 친환경 및 건강에 대한 관심과 수요가 증가함에 따라 천연재료인 목재에 대한 중요성이 커지고 있는 동시에 목재문화를 체험하고자 하는 요구도 증가하고 있다. 따라서 본 연구는 전국 만 19세 이상 일반 국민 총 2,500명을 대상으로 온라인 조사를 통해 목재문화체험 프로그램에 대한 요구를 분석하였다. 일반 국민들은 목재에 대해서 ‘친근하고, 가깝고, 밝고, 부드럽고, 무겁다’라는 느낌을 가지고 있었다. 또한 목재문화체험에 대한 기대효과로 ‘숲과 나무에 대한 지식 및 정보를 습득’할 수 있을 것이라는 기대가 가장 높게 나타났고, ‘창의성 향상’, ‘다양한 경험’ 등을 제공 받을 수 있다고 응답하였다. 목재문화체험 프로그램의 진행방식은 2~4회 지속적으로 참여가 가능한 프로그램으로 회당 시간은 1~2시간이 적절하다고 응답하였으며, 진행자에 의해 운영되는 프로그램을 선호하는 것으로 나타났다. 목재문화체험 프로그램 선택시 프로그램 내용이 가장 중요한 영향을 미쳤고 다음으로는 접근성, 프로그램 운영 시간 순으로 나타났다. 자녀와 함께 참여하고 싶은 목재문화체험은 목공 체험, 목제품 전시회, 전통 공예활동, DIY 등에 참여하고 싶다고 했으며, 이는 자녀들에게 다양한 경험을 할 수 있게 해줄 것이라는 기대가 높았다. 목재문화체험 활성화를 위한 추진 과제로는 ‘목재문화체험전문가 육성/관리’에 대한 응답이 가장 많았으며, 다음으로는 ‘목재문화체험 시설/공간 확대’ 및 ‘목재문화체험 홍보 강화’ 순으로 나타났다. 본 연구의 결과는 향후 목재문화체험 프로그램 개발 및 운영방안 도출의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract: The demand for experiencing wood culture has been increasing, so is the importance of wood, as eco-friendliness and well-being get more attentions. Thus, this study analyzed the needs for wood culture experience program by surveying 2,500 people (age over 19) in online. According to the survey, people replied that they mostly expected to ‘acquire knowledge and information about forest and trees’, followed by ‘improve creativity’ and ‘variable experience’. For the program’s procedure, the preference was highest when the program would be 2 or 4 times in a row with 1 or 2 hours for each. Furthermore, they replied that they preferred the program that would be run by certain hosts. The contents of the program affected them the most when they were to decide among wood culture experience programs. Accessibility and duration of the program followed after. In conclusion, it is expected that the result of this study would be able to provide basic ideas and information for developing new wood culture experience programs and guidelines in the future.

Keyword: wood culture, wood culture experience

IPA 기법을 활용한 DMZ 펀치볼 둘레길 관리요인 분석

장운선*, 이주은, 이정희, 이수광
(국립산림과학원 산림복지연구과)

Management Factor Analysis of DMZ Punchbowl Trail Using IPA(Importance-Performance Analysis)

Youn-sun, Jang*, Ju-eun, Lee, Jeonghee Lee, Sugwang, Lee
(Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: DMZ 펀치볼 둘레길은 DMZ와 연결해있으며 전쟁과 평화에 관련된 테마를 담고있는 곳으로 방문시 숲길 체험지도사를 동반해야한다는 특수성을 지닌다. 이러한 배경에서 단체이용객이 주로 이용함에 따라 숲길 관리전략도 타 숲길과는 차별화될 필요가 있다. 따라서 본 연구는 둘레길 이용자의 특성을 파악하고 만족도를 높이기 위한 관리 방안을 제시하는 데 목적이 있다. 이를 위해 2020년 6월부터 11월까지 DMZ 펀치볼 둘레길 방문자를 대상으로 DMZ 펀치볼둘레길 안내센터에서 설문조사(N=124)를 실시하였다. 이용특성 분석결과, 주로 50~60대(70%) 남성(68.4%)이 수도권(42.5%)에서 방문하였으며 65.3%가 처음 방문하는 것으로 분석되었다. 이들은 자가용(48.4%) 및 전세 관광버스(35.7%)를 이용하여 단체, 동호회(37.3%)의 형태로 약 1.22일 방문하였다. 주목적은 휴식 및 휴양(30.6%) 및 경관감상(28.1%)이며 수려한 자연경관(44.4%)이 코스 선택에 있어 가장 중요한 요인으로 도출되었다. IPA 분석결과, ‘안내센터 등 직원의 친절도,’ ‘수려한 자연경관,’ ‘주변 관광자원,’ ‘잘 정비된 숲길’ 항목들은 현 시점에서는 지속적인 유지 및 관리하는 것이 적절한 것으로 나타났다. ‘숲길의 난이도 및 시간,’ ‘사전정보 취득 용이성’은 우선적으로 주목하고 집중적인 노력이 필요한 것으로 나타났다. ‘다양한 지역 특산상품,’ ‘질 좋은 체험 프로그램,’ ‘쾌적한 숙박시설,’ ‘편리한 교통시설,’ ‘지역주민의 친절도,’ ‘짧은 여행시간’은 추후 점진적으로 개선되어야할 필요가 있다. 또한 ‘저렴한 여행비용,’ ‘예약시스템의 편의성’은 과잉노력을 지양해야할 항목으로 현재의 상태를 유지 및 관리하면서 상대적으로 부족한 항목에 대해 선택적으로 개선하는 전략이 필요한 것으로 나타났다.

Abstract: The DMZ Punchbowl Trail which is connected to DMZ has distinct characteristics that visitors should be accompanied by a trail guide. With this background, forest trail management strategies need to be differentiated from other trails since it is mostly a group visitors. Therefore, this study aims to identify the characteristics of visitors and present management strategies to improve the visitors' satisfaction. A survey(N=124) was conducted from June to November, 2020. An analysis showed first, that mainly men(68.4%) in their 50s and 60s(70%) visited from the metropolitan area(42.5%) and 65.3% visited for the first time. They visited on about 1.22 days in the form of group(37.3%) with their car(48.4%) and tour bus(35.7%) to rest (30.6%) and enjoy landscape(28.1%). According to the IPA analysis, 'Kindness of employees,' 'Natural landscape,' 'Tourism resources' and 'Trail maintenance' are appropriate to manage continuously at this point. 'The course level and time' and 'Information accessibility' require priority attention. 'Local specialty,' 'Programs,' 'Comfortable accommodations,' 'Transportation convenience,' 'The kindness of local residents,' and "Short travel time" need to be gradually improved later. In addition, "Low travel costs" and "Convenience in the reservation system" were found to be items that should avoid excessive effort, requiring strategies to maintain and manage the current state.

코로나19와 생활권 숲 이용객 변화에 관한 연구

이정희^{1*}, 장윤선¹, 장주연²

(¹국립산림과학원 산림복지연구과, ²국립산림과학원 산림산업연구과)

A Study on the Changes of the COVID-19 and Urban Forest Users

Jeong-hee Lee^{1*}, Youn-Sun Jang¹, Chuyoun Chang²

(¹Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science,

²Division of Forest Industry Research, National Institute of Forest Science)

요약: 산림복지서비스 제공 측면에서 생활권 내 위치한 숲의 중요성을 지속적으로 중요해지고 있다. 「국민 산림휴양·복지활동조사(National Forest Recreation Survey)」에 따르면 전 국민의 81.4%가 적어도 연 1회 이상 숲을 방문하고 있으나, 방문율이 가장 낮은 10대와 60대 이상의 ‘시간이 없어서’ 또는 ‘건강이 좋지 않아서’가 장애 요인으로 작용되고 있어 숲의 접근성이 산림복지서비스 확대를 위한 중요한 요인이라 할 수 있다. 미국 질병통제예방센터(CDC:Centers for Disease Control and Prevention)에서는 코로나19 시대 신체와 정신의 건강을 위해 공원과 녹지의 이용을 권장하는 내용을 발표(2020.4.)하였으며 영국 정부에서는 락다운 기간에도 하루 1회 공원 등의 야외공간에서 산책 및 운동을 허가할 정도로 생활권 숲에 대한 중요성이 강조되고 있다. 이에 본 연구에서는 산행앱(app) 트랭글(Tranggle)의 2019년 1월부터 2020년 9월까지의 서울시 소재 주요 숲 10곳(남산, 도봉산, 관악산, 매봉산, 청계산 등)에 대한 이용객 궤적자료를 활용, 코로나19 이후 생활권 내 숲 이용 변화를 살펴보았다. 그 결과, 2019년 대비 2020년 주요 숲 이용객 궤적자료가 36.7%($p<.000$) 증가하였으며, 이용에 있어서도 속도, 칼로리, 운동거리에 대한 유의적 차이가 있는 것으로 분석되었다.

Abstract: In terms of providing forest welfare services, the urban forest becomes more and more important. According to the 「National Forest Recreation Survey」, 81.4% of all citizens visit the forest at least once a year. Those in their teens and 60s or older, with the lowest visit rates, cited “not enough time” or “bad health” as the reason. Therefore, it can be said that the access to the forest is an important factor for expanding forest welfare services. The importance of urban forest is being emphasized; the Centers for Disease Control and Prevention (CDC) in the U.S.A. announced the recommendation to encourage people to use parks and green spaces for their physical and mental health in the era of the COVID-19 (Apr. 2020); the British government allows walking and exercising in outdoor spaces such as parks, etc. once a day even during the lockdown period. Therefore, in this study, the change in the use of Urban Forest after the COVID-19 were investigated based on the data showing the trajectory of people who visited the 10 major forests in Seoul (Namsan, Dobongsan, Gwanaksan, Maebongsan, Cheonggyesan, etc.) from January 2019 to September 2020 provided by the hiking app, Tranggle. The results are as follow; Compared to 2019, the trajectory data of major forest users in 2020 increased by 36.7% ($p<.000$), and it was analyzed that there were significant differences in speed, calories, and exercise distance.

청소년의 산림치유 프로그램 참여 후 회복탄력성 변화

김은수*, 김수진, 최예지, 박수진, 김건우
(국립산림과학원 산림복지연구과)

Changes in Psychological Resilience of Adolescent by Participating a Forest Therapy Program

Kim Eunsoo*, Kim Soojin, Choi Yeji, Park Sujin, Kim Geonwoo
(Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 산림치유 프로그램 참여가 청소년의 회복탄력성에 미치는 효과를 확인하기 위해 수행되었다. 청소년 88인을 대상으로 2박 3일 산림치유 프로그램을 운영하였고 설문 측정을 통해 프로그램 참여 전·후와 참여 이후 일상생활을 하면서 1주, 2주, 4주 후 참가자들의 회복탄력성 변화 정도를 관찰하였다. 산림치유 프로그램의 효과성 분석을 수행한 결과, 산림치유 프로그램 참여 직후 참가자들의 회복탄력성은 유의하게 증가하였으며 추후 결과에서도 유지되는 것으로 도출되었다. 회복탄력성의 하위요소인 긍정성, 통제성, 사회성의 증가시기는 다른 경향을 보였는데 긍정성의 경우 프로그램 참여 직후 증가하는 반면 통제성과 사회성은 참여 이후의 결과에서 증가하는 것으로 나타났다. 산림치유 프로그램의 참여가 청소년의 심리적 안녕감에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인되었으며, 회복탄력성 연구의 이론적 발전에 기여 할 수 있을 것이다.

Abstract: We aimed to investigate the effects of forest therapy on adolescents' psychological resilience. 88 adolescents participated in a three-day program in the forest. Self-reported surveys were conducted to verify the changes in resilience before and after the program. Furthermore, participants were divided into three groups and followed up by 1, 2, and 4 weeks. Statistically significant increases in resilience were founded after the program and the increased values were maintained in follow-up tests. In addition, the time of increase in positivity, control, and sociality, the sub elements of resilience, occurred differently. Positivity increased right after participating in the program, whereas controllability and sociality increased 4 weeks after the program. In conclusion, it is confirmed that participation in forest therapy program positively affects to adolescents' psychological resilience.

Keyword: Forest therapy, Adolescent, Psychological effect, Resilience

산림치유 프로그램 참여 후 아토피 환아 및 가족 심리변화

김수진*, 최예지, 김은수, 박수진, 김건우
(국립산림과학원 산림복지연구과)

Psychological Change of Children Patients With Atopic Dermatitis and Their Families

Kim Soojin*, Choi Yeji, Kim Eunsoo, Park Sujin, Kim Geonwoo
(Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 산림치유 프로그램 참여가 아토피 환아 및 가족에게 미치는 심리적 효과를 살펴보기 위해 수행되었다. 아토피 환아 612명과 양육자 471명을 대상으로 전국 치유의 숲에서 2박 3일 산림치유 프로그램을 운영하였다. 프로그램 참여 전후 설문 측정을 통해 환아 아동 발현 불안 척도(RCMAS)와 양육자의 한국판 부모 양육스트레스 검사 축약형(K-PSI-SF) 변화를 분석하였다. 산림치유 프로그램의 참여 전후의 변화를 분석한 결과, 수면의 질이 향상되었고 걱정 및 예민함이 완화되었다. 세부요인의 효과성 분석을 다년간 종합한 결과 부정적 정서 및 주의력 문제가 개선되었고 양육자의 스트레스가 줄어드는 것으로 도출되었다. 산림치유 프로그램을 아토피 환아 가족에게 실시한 결과, 심리적 안정에 긍정적인 효과를 미치는 것으로 확인되었다.

Abstract: We aimed to explore the psychological effects of forest therapy programs on children patients with atopic dermatitis and their family members. Total 612 patients and 471 of their family members participated in the programs in all of the therapeutic forests in ROK, for 2 nights and 3 days. After the programs, the changes in RCMAS and K-PSI-SF were measured and analyzed. As results, quality of sleep was improved, and the levels of sensitivity and concern were decreased. The aggregate result of the sub factors' effectualness for the past several years showed improvement of negative emotions and attention disorder from the atients and stress relaxation for the family members. In sonslusion, it was confirmed forest therapy's beneficial influence on psychology of atopic dermatitis and their families.

Keyword: Atopic dermatitis, Environmental disease, Forest healing program, Forest therapy

대나무숲의 대기중 NVOC 분포 특성

최예지*, 박수진, 김은수, 김수진, 김건우
(국립산림과학원 산림복지연구과)

The Characteristics of NVOC Emissions in Bamboo Grove in the Atmosphere

Choi Yeji*, Park Sujin, Kim Eunsoo, Kim Soojin, Kim Geonwoo
(Division of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 대나무숲의 NVOC (Natural Volatile Organic Compounds) 분포 특성을 밝히기 위한 목적으로 수행되었다. 진주시 가좌시험림 일대의 대나무숲과 도심지를 대상으로 2019년 4월과 8월에 걸쳐 임내 기상 데이터와 휘발성유기화합물의 농도를 측정하였다. 대나무숲의 NVOC 분포 특성을 확인한 결과, α -Pinene ($2.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$), β -Myrcene ($2.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$), p-Cymene ($1.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Limonene ($1.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Camphene ($1.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 높게 검출되었다. TNVOC (Total VOC)의 일중 농도 변화를 분석한 결과, 오전 중 가장 높은 농도로 검출되었으며, 일몰시간에 농도가 다시 증가하는 경향을 보였다. AVOC (Artificial VOC)의 대표적 물질로 알려져있는 BTEX의 농도는 대나무숲보다 도심지역에서 더 높은 농도로 검출되었다. 대나무숲의 입지환경에 따른 차이를 보기 위하여 NVOC 농도를 비교한 결과, 풍환경의 영향력이 복합적으로 나타난 지역에서 NVOC 농도가 높게 측정되었다. 임내 물리환경인자가 NVOC 농도에 미치는 영향을 확인하기 위해 인자간의 연관성을 분석한 결과, 선행연구 결과에 의한 기온, 습도 등의 영향 외에 토양온도와 습도가 증가함에 따라 농도가 높아지는 결과를 도출하였다.

Abstract: We aimed to reveal the NVOC emission characteristics of bamboo grove. Bamboo grove in the Gajwa Test Forest and urban areas near them of Jinju city were measured in April and August 2019 for collecting weather data and concentration of volatile organic compounds. The NVOC emission characteristics of bamboo grove were determined to be high in order α -Pinene ($2.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$), β -Myrcene ($2.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$), p-Cymene ($1.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Limonene ($1.20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) and Camphene ($1.09 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Analysis of changes in daily concentration of TNVOC indicated that it was detected as the highest concentration during the morning and that it tended to increase again during sunset. The concentration of BTEX, known as typical carcinogenic substances, was found to be higher in urban areas than in bamboo grove. As a result of comparing NVOC concentrations to observe differences in the location environment of bamboo grove, NVOC concentrations were highly specified in areas where the effects of wind in the forest were combined. Analysis of the relationships between NVOC concentration and physical environments of the forest discovered that the concentration increased according to soil temperature and humidity.

Keyword: Bamboo Grove, NVOC, BTEX, Phytoncide

미국 국가휴양트레일 특징과 시사점

이수광*, 민숙영, 김근현
(국립산림과학원 산림복지연구과)

Characteristics and Implications of the U.S. National Recreation Trail

Sugwnag Lee*, Sookyeong Min, GeunHyeon Kim
(Department. of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 국민의 다양한 야외휴양 요구를 충족시키고 역사·문화·생태적 가치가 높은 숲길을 국가차원에서 체계적으로 관리하고자 국가숲길로 지정하는 제도가 신설되었다. 이에 따라 미국 산림청이 행정기관으로 운영 중인 미국 국가휴양트레일의 특징과 시사점을 도출하였다. 미국 국가휴양트레일 데이터베이스에 등록되어 있는 1969년부터 2020년까지 50 여년 동안 국가휴양트레일로 지정된 트레일(1,323개)에서 순수한 워터트레일을 제외한 1,310개의 국가휴양트레일을 대상으로 지정목적, 연도별 지정 개수 및 거리, 용도 등의 특성을 분석하였다. 그 결과, 미국 국가휴양트레일은 지역자원과 국민을 연결하고 삶의 질을 향상시키기 위해 도시나 시골 주거지 주변에서 접근이 용이하고 다양한 휴양활동 기회 제공이 목적이다. 지정거리는 총 35,912km, 평균 거리 약 35km(최소 0.16km~최대 1015.5km)로 나타났다. 연 평균 25개가 지정되었으며, 1979년에 최대 196개가 지정되었다. 미국 52개 주 전역에 걸쳐 지정되어 있으며, 캘리포니아주가 94개로 가장 많았으며, 로드 아일랜드주가 2개로 가장 적었다. 19개의 지정용도(총 6,005개) 중 도보가 가장 많은 1,020(약 17%)개, 개와 함께하는 용도 692(11.5%)개, 자전거 689(11.5%)개로 나타났다. 결론적으로 미국 국가휴양트레일은 50 여년 동안 다양한 이용객 욕구를 충족하기 위해 다양한 거리와 용도로 지정되어 유지관리되어 왔다. 이러한 결과는 초기단계인 국가숲길 제도 운영에 다양하게 참고할 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract: A new system was established to designate forest trails as the National Forest Trail to meet various outdoor recreation needs of the people and to manage the national systematically where it has high historical, cultural, and ecological values. Therefore, this study was conducted to draw characteristics and implications of the U.S National Recreation Trail(NRT), which is operated by the USDA Forest Service as an administrative agency. We were analyzed 1,310 NRT which registered on the NRT database in 1969~2020, that characteristics such as designated purpose, number by yearly, distance, usage(activities). As a result, the NRT aimed to provide the easy access and various recreational opportunities near the city and rural area. Moreover, it pursued connecting the people with local resources and improving their quality of life. The length of designated NRT was 35,912km, and with an average distance was 35km(0.16~1015.5). The largest number of 196 NRT were designated in 1975, on average about 25 trails were designated annually. It has been designated at all states, and California had the largest number of 94, while Rhode Island has the lowest number of 2. Among the 19 designated usage(activities), 1,020(about 17%) was for the pedestrian(walking, hiking and running), 692(11.5%) was for with dog, and 689(11.5%) was for a bicycling, respectively. In conclusion, the NRT has been designated and maintained for more than 50 years for various distances and purposes to meet numerous people's needs. These results could be referred to several ways in the operation of the National Forest Trail System.

Keyword: Hiking, National trail, National forest trail, National recreation trail

해외 국가트레일 제도의 특징과 시사점

이수광*, 이세라, 이정희
(국립산림과학원 산림복지연구과)

Characteristics and Implications of Overseas National Trail System

Sugwang Lee*, Sera Lee, Jeonghee Lee
(Department of Forest Welfare Research, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 국가숲길 제도의 안정적 정착과 활성화를 위한 벤치마킹과 관련된 기초자료 제공을 목적으로 수행되었다. 오래전부터 국가트레일 제도를 운영하고 있는 미국, 영국, 뉴질랜드, 호주의 국가트레일 제도(법률 등) 비교분석을 통한 시사점을 도출하였다. 그 결과, 미국, 영국은 국민휴양수요 충족, 뉴질랜드는 국민의 자발적 참여를 통한 통합, 호주는 건국 200주년 기념을 목적으로 국가트레일 제도를 신설하였다. 미국, 영국, 뉴질랜드 법률은 관련 주체별 역할, 지정기준 및 절차 설정, 통행권 확보 방안 제시 등을 통해 국가트레일 제도의 기반을 강화하였다. 미국은 애팔래치아트레일 협력모델을 토대로 국가트레일 법률을 제정하였으며, 뉴질랜드와 호주는 미국 애팔래치아트레일 협력모델과 국가트레일 체계를 벤치마킹하고자 하였다. 영국은 지난 60년간 국가트레일을 운영하면서 2004년 국가트레일 품질기준을 마련하여 보다 체계적인 유지관리를 유도하였다. 특히 2013~2016년까지 3년간 뉴딜정책을 통해 국가트레일 품질기준을 구체화하고 이해관계자와의 공동조사 및 공유를 통해 공감대를 더욱 확대해 갔다. 결론적으로 해외 국가트레일 제도 특성 분석 결과 협력에 기반한 공감대 형성에 특징이 있었다. 이러한 결과는 국가숲길 제도 초기 부족한 공감대를 극복하는데 활용될 수 있을 것이라 판단된다.

Abstract: This study was conducted to providing the basic data related to benchmarking for the stable settlement and activation of the national forest trail system. The implications were drawn through comparative analysis of the national trail systems(laws, etc.) of the U.S., UK, New Zealand, and Australia, which have long been operating the national trail system. As a result, the United States and the United Kingdom established the national trail system for the purpose of meeting the national recreation demands, New Zealand for the purpose of integration through voluntary participation of the public, and Australia to commemorate the 200th anniversary of founding the country. The laws of the U.S, the UK and New Zealand reinforced the foundation of the national trail system by setting the role of each agent, setting standards and procedures for certification, and suggesting ways to secure the right of way. The U.S. enacted the National Trail System Act based on the Appalachian Trail's cooperation model, and New Zealand and Australia attempted to benchmark the U.S. Appalachian Trail's cooperation model and the national trail system. The UK has been operating the national trails for the past 60 years, and in 2004, it has established the national trail 'Quality standards' which drove more systematic maintenance. In particular, through the New Deal policy from 2013 to 2016, the national trail quality standards were specified and the national consensus was further expanded through joint surveys and sharing with stakeholders. In conclusion, analyzing the characteristics of the overseas national trail system demonstrated the features of forming a national consensus based on cooperation. It is suggested that these results could be used to overcome the lack of national consensus in the early stages of the national forest trail system.

Keyword: Appalachian trail, National trail, National trail systems, Quality standards

산림치유기반 명상 프로그램의 현황과 적용 가능성 검토

김윤희^{1*}, 김완두¹, 박창은², 박범진³

(¹KAIST 명상과학연구소, ²한국산림복지진흥원 국립김천치유의숲, ³충남대학교 산림환경자원학과)

Review on the Current Status and Applicability of Forest-Based Intervention on Meditation Programs

Youn Hee Kim^{1*}, Wan Doo Kim¹, Chang Eun Park², Bum Jin Park³

(¹Center for Contemplative Science, Korea Advanced Institute of Science and Technology,

²National Center for Forest Therapy, Gimcheon, Korea Forest Welfare Institute,

³Department of Environment and Forest Resources, Chungnam National University)

요약: 코로나 19 이후, 명상 인구도 빠르게 증가하고 있다. MBSR(Mindfulness Based Stress Reduction program), MBCT(Mindfulness-Based Cognitive Therapy) 등의 명상과학 프로그램 개발 이후 마음 챙김 기반 중재(MBIs: Mindfulness-Based Interventions)와 자기 연민 훈련(CBIs: Compassion-Based Interventions)에 대한 효과와 기전에 관한 연구는 기하급수적으로 증가하고 있다. 명상의 의학적 근거 축적과 함께 의료 현장에서 명상이 치료적 방법의 일환으로 채택되어 적극적으로 활용되고 있다. 산림치유 프로그램에서도 MBSR명상, 걷기명상, 호흡명상, 바디스캔 등 명상을 적극적으로 활용하고 있다. 산림치유프로그램에서의 명상 현황을 알아보기 위해 산림복지 진흥원 소속 기관의 홈페이지에 소개된 총 15개 기관의 산림치유 프로그램에 적용된 명상 현황을 검색하여 분석하였다. 중복된 프로그램을 제외한 18개 명상 프로그램을 MBIs와 CBIs와 FoBIs(Forest-Based Interventions)로 분류하였다. 현재는 단일 회기의 산림치유 프로그램 명상을 진행하고 있으나, 명상 과학으로서의 산림치유 프로그램 명상이 적용되기 위해서는 NIH모델을 적용한 5~8주 체계화된 연속형 온·오프 산림치유 기반 명상프로그램으로 전환이 필요할 것으로 사료된다.

Abstract: Since the outbreak of COVID-19, the meditation population has been on a rapid increase. After the development of scientific meditation programs such as the MBSR(Mindfulness Based Stress Reduction program), MBCT(Mindfulness-Based Cognitive Therapy), studies on the effects and mechanisms of Mindfulness-Based Interventions(MBIs) and Compassion-Based Interventions(CBIs) have been increasing rapidly as well. Based on the accumulation of medical evidence, meditation has been actively adopted in the medical field as major part of a therapeutic method. The forest healing program includes MBSR, walking, breathing meditation and body scan. In order to figure out the current application of meditation in the forest healing program, all meditation methods available under the forest healing program listed on the webpage of the agencies affiliated with the Korea Forest Welfare Institute are analyzed throughout. 18 meditation programs are classified into MBIs and CBIs, Forest-Based Interventions(FoBIs). It is thus necessary to switch into a more systematic approach, including continuous forest healing-based meditation program for five to eight weeks, and the application of Forest-Based Interventions (FoBIs) to the NIH model.

사사: 본 연구는 한국연구재단 이공분야기초연구사업(과제번호: NRF-2020R1I1A1A01070196)의 지원에 의하여 이루어진 것임

산림치유지도사 양성교과목 개선방안 연구

박창은^{1*}, 박범진², 김윤희³

(¹한국산림복지진흥원 국립김천치유의숲, ²충남대학교 산림환경자원학과, ³KAIST 명상과학연구소)

A Study on Improvement device of the curriculum of Forest Healing Instructors

Chang Eun Park^{1*}, Bum Jin Park², Youn Hee Kim³

(¹National Center for Forest Therapy, Gimcheon, Korea Forest Welfare Institute,

²Department of Environment and Forest Resources, Chungnam National University,

³Center for Contemplative Science, Korea Advanced Institute of Science and Technology)

요약: 산림치유지도사는 산림치유 프로그램의 질에 큰 영향을 미치는 변인 중 하나이다. 국가 자격으로서 산림치유지도사 자격제도는 국가가 검증하는 산림치유지도사를 양성하고, 산림복지서비스를 필요로 하는 수요자에게 맞춤형 서비스를 제공하게 하는 존재로, 새로운 일자리 창출로 이어질 수 있다. 산림치유지도사의 전문성 신장을 위해 양성과 관리에 관한 관심이 커지고 있다. 본 연구는 산림치유지도사 교육 시, 양성교과목 중 신규 추가가 필요한 교과목을 알아보고 개선방안을 알아보고자 설문 조사를 시행하고, 174명의 응답 결과를 분석하였다. 신규 추가가 필요하다고 생각되는 교과목은 ‘산림치유 프로그램 실습’ 과목이 36.8%로 가장 높게 나타났으며, 이어서 산림 인문학(22.4%), 명상(9.8%), 산림치유 지도 방법론(9.2%), 산림치유 연구방법론(6.9%), 산림치유 전문업 창업(5.2%), 기타(3.4%), 산림복지시설 운영론(2.3%), 산림경영(2.3%), 음식요법(1.1%), 산림치유 법규 및 정책론(1.1%) 순으로 나타났다. 이와 관련된 양성교과목을 고도화하여 보완하여 지도하고, 산림치유지도사 양성교과목 개선을 위해 산림치유지도사 현장 실습, 산림치유지도사 취득 후 인턴제도를 통한 취업 연계 기회 확대 등의 적극적인 정책적 개선과 지원이 필요할 것으로 보인다.

Abstract: Forest healing instructors are one of the main factors that greatly determine the quality of forest healing programs. The forest healing instructor national qualification system aims to foster state-verified forest healing instructors and to provide customized of forest welfare service to those consumers in need, leading to job creation as well. Interest in training and management is growing to improve the professionalism of forest healing instructors. To find out additionally required subjects and possible improvements on the current training course, we conducted a user survey and analyzed a total of 174 individual responses. As a result, the required additional subjects were forest healing program practice (36.8 percent), forest humanities (22.4 percent), meditation (9.8 percent), forest healing guidance methodology (9.2 percent), forest healing research methodology (6.9%), forest healing industry start-up (5.2 percent), other (3.4 percent), forest welfare facility operation theory (2.3 percent), food therapy (1.1 percent), and policy theory (1.1 percent). To improve the forest healing instructor training course, active policy improvement and support such as the on-site practices of forest healing instructors and expansion of industry-academia cooperation opportunities through programs such as internship, are imperative.

미적 가치 및 기타 산림 가치에 대한 인식: 한국과 말레이시아 대학생 비교

아즈린 힐르와니 아유브*, 조계중
(순천대학교 산림자원학과)

Awareness on aesthetic and other forest values: comparison between South Korean and Malaysian's College students

Azlin Hilwani Ayob*, Kye Joong Cho
(Department of Forest Resources Suncheon National University)

요약: 밀레니엄 생태계 평가(MEA)에 따르면, 생태계 서비스는 공급, 환경 조절, 문화 및 지원으로 분류되며 이러한 서비스는 31가지 유형의 산림 기능으로 구분된다. 이러한 서비스와 기능은 지속 가능한 산림 관리(SFM)와 관련된 서비스의 세 가지 기본 범주인 경제, 사회 및 환경 범주로 분류된다. 이 연구의 목적은 한국과 말레이시아 두 나라의 대학생들(비전공 학생)과 임학(산림자원)전공 학생들이 가진 유사점과 차이점을 파악하여, SFM 측면에서 산림 기능의 중요성과 우선순위를 평가하고 평가에서 지식과 문화적 배경을 파악하는 것이다. 참여자에게 산림 서비스(4가지)와 산림 기능과 (31가지) 및 산림 경영 목표와 관련된 6가지 등 산림의 가치에 대한 중요성 및 우선순위에 대한 신념을 평가하는 설문지를 인터넷 웹 기반 조사를 통해 한국과 말레이시아의 임학 및 비전공 대학생들에게 배포하였다. 말레이시아 대학생 250명과 한국 대학생 100명이 설문조사에 응답하였다. 양국의 임학(산림자원) 및 비전공 대학생들 사이의 산림 기능과 가치에 대한 인식에 차이가 있음을 확인하여 산림 지식과 문화적 배경이 산림 기능과 가치에 대한 학생의 인식에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Abstract: According to the Millennium Ecosystem Assessment(MEA), ecosystem services are classified as provisioning, regulating, cultural, and supporting, and these services are divided into 31 types of forest functions. These services and functions are also grouped as economic, social, and environmental categories of which are the three basic categories of services that are connected with Sustainable Forest Management(SFM). The purpose of this study is to identify any similarities and differences held by the college students(represented by non-forestry student) and forestry department students(represented by forestry student) from two different countries(South Korea and Malaysia) to reveal the role of knowledge and cultural background in rating the importance and priorities of forest functions and values especially aesthetic values in terms of SFM. Questionnaires asking the participant to rate the importance of the 4 forest services and 31 functions and belief about priorities for 6 major values associated with forest management objectives were distributed through internet web-based survey to forestry and non-forestry college students in South Korea and Malaysia. 250 students from universities in Malaysia and 100 students from universities in Korea had participated in this study. From the results, it showed that there is difference on perceptions of forest functions and values between the forestry students and non-forestry students in both countries, showing that forestry knowledge and cultural background affected student's awareness on forest functions and values.

Keyword: Aesthetic, Millennium Ecosystem Assessment (MEA), Sustainable Forest, Management(SFM), web-based survey, Forest functions & values

사회적 가치 증진자를 위한 온라인 숲 체험 프로그램 운영에 관한 연구

정범석*, 김근수, 탁상인, 윤영길, 조계중
(순천대학교 산림자원학과)

A Study on Providing Activities in the Forest Using an Online Social Media Platform for People Working for Social Values

Beom Seok Jeong*, Keunsoo Kim, Sangin Tak, Yeonggil Youn, Kye Joong Cho
(Department of Forest Resources, Suncheon National University)

요약: 본 연구는 프로그램 참가자가 직무수행 중 겪고 있는 외상 후 스트레스 및 심리장애 증상이 많은 사회적 가치 증진자(소방관, 사회복지사)와 그 가족들을 대상으로 생태체험에 기반한 심리장애 치유, 신체건강증진은 물론 산림환경의 역사·문화적 가치, 자연 생태적 가치, 심미적 가치 그리고 공익적 가치에 대한 인식을 증진시키기 위한 체험 프로그램 운영에 대한 것이다. 코로나19로 인하여 야외활동이 제한적인 시대상황에 맞추어 연구진이 다양한 숲 체험 프로그램을 기획, 촬영, 편집한 후 네이버밴드와 같은 온라인 플랫폼을 활용하여 영상을 업로드하고, 사전에 프로그램 참가자들에게 체험 도구를 전달하여 참가자들이 주말 등 휴일에 여가시간을 활용하여 가족들과 함께 참여 할 수 있도록 하였다. 궁극적으로, 프로그램 참가자들은 다양한 온라인 숲 체험 프로그램을 통하여 스트레스를 완화시키며 생활의 활력을 되찾고 가족들과 협력하여 심리적인 안정감을 회복하기 위한 소중한 시간을 가졌으며 산림환경 보전과 산림복지정책에 대한 올바른 이해를 가질 수 있었던 것으로 조사되었다.

Abstract: This study aimed to provide activities in the forest for people who are working for social values, firefighters, social workers, and their families in specific, and experiencing difficulties due to a lot of pressure from work such as psychological disorders and PTSD(post-traumatic stress) in order to improve both their physical and mental health as well as to increase awareness of the historical, cultural, ecological, aesthetic, and public values of the forest. Due to COVID-19, online courses were conducted via social media platform so that the participants could take classes at their leisure time. Researchers had provided craft kits to the participants in advance and uploaded educational videos online that include interpretation and instructions for Do-it-yourself activities filmed in national forests. As a result, the participants were able to spend valuable times with their families, relieve their stress, and have better understanding about the importance of forest and the forest welfare policy.

Keyword: Social values, Psychological disorder, PTSD, Public values, Forest welfare policy

사사: 본 연구는 산림복지진흥원의 지원에 의해 이루어진 것임.

드론사진측량 자료를 활용한 수목 3D 모델링 구축

박진욱^{1*}, 김영표²

(1대구가톨릭대학교 조경학과, 2대구대학교 조경학과)

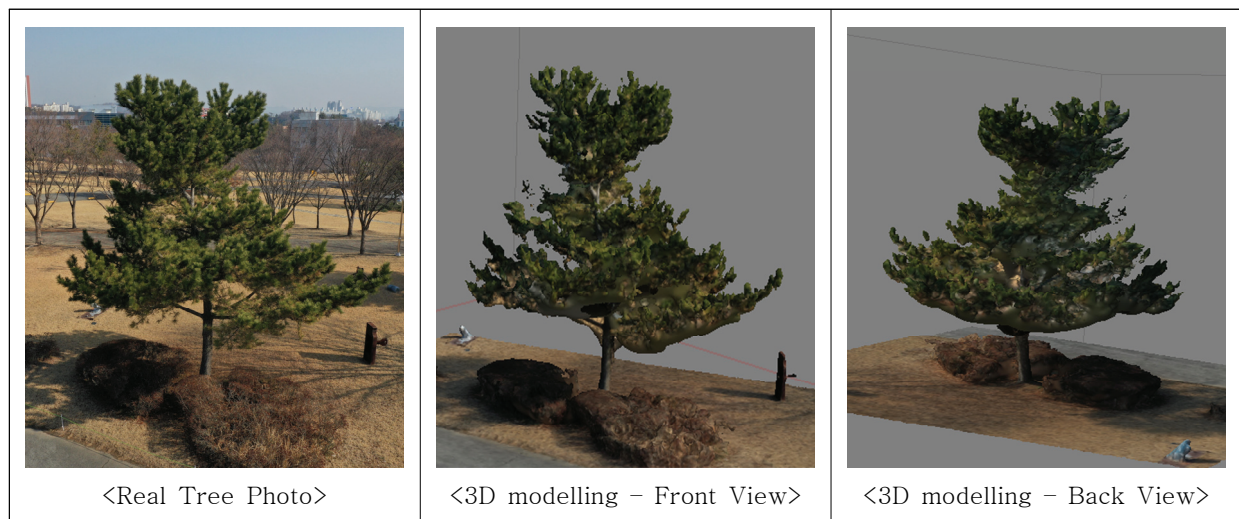
Tree 3D Modelling Construction of Tree Using Data of Drone Photogrammetry Method

Jin-Wook Park^{1*}, Yeong-Pyo Kim²⁽¹Department of Landscape Architecture, Daegu Catholic University,²Department of Landscape Architecture, Daegu University)

요약: 본 연구에서 드론으로 촬영한 사진을 기반으로 포토스캔 프로그램을 활용하여 침엽수의 3D 모델링 구축함으로써 드론을 활용하여 직접 조사가 불가능한 지역에서 수목의 수고 및 수관폭 등 수목 상태를 조사할 수 있는 가능성과 필요성을 제안하고자 한다. 침엽수의 3D 모델링 결과, 수고 및 수관폭의 오차는 0.3m 이내로 실제 활용이 가능할 것으로 파악되었다.

Abstract: The study suggests that it is not only possible, but also beneficial to utilize Photoscan Professional, based on drone photogrammetry method use, for the research on conifer in the area to which people have limited access. By establishing 3D modelling, serveral features which include height and width of a conifer can be measured with a margin of error of 0.3 meter.

Result:



<Figure 1> 3D modeling Construction of Tree

시설거주 미혼모 대상 도시 숲 심신건강증진 프로그램 개발

방경숙^{1*}, 김성재¹, 이금희², 최신영²

(¹서울대학교 간호대학 · 간호과학연구소, ²서울대학교 간호대학)

Development of Urban Forest-Based Health Promotion Program for Unmarried Mothers Living in Residential Facilities

Kyung-Sook Bang^{1*}, Sungjae Kim¹, Gumhee Lee², Sinyoung Choi²

(¹College of Nursing of Nursing · The Research Institute of Nursing Science, Seoul National University, ²College of Nursing of Nursing, Seoul National University)

요약: 시설거주 양육미혼모(이하, 미혼모)는 배우자 없이 시설에서 홀로 자녀를 양육하면서 신체적, 심리적, 사회문화적, 발달적 측면에서 다양한 어려움을 경험한다. 사회경제적 취약계층인 미혼모의 심신건강증진은 미혼모 뿐 아니라 자녀의 건강을 위해서도 중요하기에 이들을 대상으로 한 접근성이 높은 프로그램의 개발이 필수적이다. 본 연구에서는 Intervention mapping의 프로그램 개발과정 6단계인 요구사정, 목표설정, 중재방법 및 수행전략 선택, 프로그램 설계, 프로그램 적용 및 평가의 단계적 접근을 통해 프로그램을 개발하였다. 미혼모의 욕구파악은 질적, 양적으로 수행된 선행연구를 분석함으로써 이루어졌으며, 프로그램의 구성은 숲의 치유인자가 미혼모에게 미치는 영향력을 과학적으로 분석하여 조직화하였다. 문헌고찰 및 시설거주 미혼모의 욕구를 파악한 결과를 토대로 결과 변수 및 측정 도구를 선정하고, 이론적 근거를 토대로 시설거주 미혼모의 환경을 종합적으로 고려하여 결과변수 향상에 기여할 중재의 전략과 방법을 구상하였다. 미혼모에 대한 체계적 이해를 토대로 마련된 본 프로그램은 8회기로 구성되었으며, 신체건강 증진, 우울, 불안과 같은 부정적 정서의 회복 및 자아존중감 향상, 양육스트레스 감소에 초점을 둔다.

Abstract: Unmarried mothers who living in residential facilities (hereafter, UMs) raise their children alone in a facility without a spouse and experience various difficulties in terms of physiological, psychological, socio-cultural, and developmental aspects. Improving the mental and physical health of UMs, who are vulnerable socio-economically, is important not only for the healthy life of UMs but also for the healthy growth and development of their children, so it is essential to develop programs with high accessibility for UMs. In this study, the mental and physical health promotion program using urban forests was developed based on the six stages of the program development process of Intervention mapping: needs assessment, establishing program outcomes, program design, program implementation plan, and evaluation plan. The needs of UMs were identified by analyzing previous qualitative and quantitative studies, and the program was organized by analyzing the influence of forest healing factors. This program, based on a systematic understanding of UMs, consisted of 8 sessions, and focuses on improving physical health, recovering negative emotions such as depression and anxiety, improving self-esteem, and reducing parenting stress.

사사: 본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원 (No. NRF-2019R1A2B5B010705192)에 의해 이루어진 것임.

곡성군 야생생물 보호구역 해제 및 대체지 지정에 관한 연구

김근수^{1*}, 김상민¹, 윤영길¹, 정범석¹, 이시완², 정상민², 박정수³, 조계중¹

(¹순천대학교 산림자원학과, ²한국환경생태연구소, ³사단법인 푸른곡성)

A Study on Reassigning Wildlife Protection Areas in Gokseong-gun in South Korea

Keunsoo Kim^{1*}, Sangmin Kim¹, Yeonggil Youn¹, Beom Seok Jeong¹,

Siwan Lee², Sangmin Jung², Jeongsoo Park³, Kye Joong Cho¹

(¹Department of Forest Resources, Suncheon National University,

²Korea Institute of Environmental Ecology, ³Green Gokseong Agenda21)

요약: 야생생물 보호구역 지정은 대상지를 체계적으로 보호하고 관리하여 생태계 균형을 유지하고 생물다양성과 자연환경을 보존함으로써 야생생물 서식지를 확보하고 야생 동식물의 멸종을 예방하는 것을 목적으로 한다. 곡성군은 현재 곡성을 월봉리의 도림사 일대, 죽곡면 원달리의 태안사 일대, 오곡면 구성리의 구성저수지 일대, 고달면 호곡리의 섬진강 일대 등 총 4,206,880m² (1,272,581평, 420ha)의 면적을 야생생물 보호구역으로 지정하여 관리하고 있다. 본 연구는 곡성군 야생생물 보호구역의 동식물 생태계 현황을 조사하여 앞으로 체계적인 야생생물 보호구역 해제 및 대체지의 지정과 관리계획을 수립하고자 한다. 연구 방법은 문헌자료 수집과 현장조사가 이루어졌으며, 조사 결과 10과 57종 4변종 1아종의 식물이 새롭게 조사되어 대상지의 식물종 다양성이 확장되었으며 법정 보호종인 원앙과 붉은배새매의 서식이 확인되었다. 현재 전답의 사용이나 인간의 간섭, 집중호우 등 때문에 이미 훼손되거나 야생생물의 번식지로서 기능을 상실한 일부 사유지 지역은 보호구역 지정을 해제하고 사찰림이라는 특수성 때문에 보호가 잘 이루어진 태안사 일대는 지속해서 관리하는 방향을 제안한다. 특히 태안사 일대의 경우, 곡성군의 생태섬으로서 가지는 중요성에 비해 대장면적의 1/10만이 보호구역으로 지정되어 있어 지속적인 자연환경과 생물종 보호를 위해 보호구역을 추가로 지정하는 것이 타당할 것으로 보인다.

Abstract: The purpose of wildlife protection areas is to protect certain lands and their ecological diversities properly in order to secure wildlife habitats and prevent the extinction of species. Gokseong-gun has designated 4,206,880m²(420ha) in total as the wildlife protection areas in four different places including Dorimsa Temple in Wolbong-ri, Gokseong-eup, Taeansa Temple in Wondal-ri, Jukgok-myeon, Guseong Reservoir in Guseong-ri, Ogok-myeon, and Seomjin River in Hogok-ri, Godal-myeon. This study aimed to survey the current state of habitat of flora and fauna in the areas and to establish an updated management plan and to reassign wildlife protection areas in Gokseong-gun. Both secondary and primary researches were conducted as research methods. In result, plants of 10 families, 57 species, 4 varieties and 1 subspecies were newly investigated, and a presence of legally protected species including *Aix galericulata* and *Accipiter soloensis* was confirmed. Researchers suggest some private lands that have been damaged due to farming, human interference, and flood damage to be lifted and designate extra areas near the Taeansa Temple. In particular, since only 1/10 of this area is designated as the protected area when its well protected and compared to be very significant as an ecological island in Gokseong-gun, it is considered reasonable to assign additional protected areas near here.

Keyword: Wildlife protection areas, Wildlife habitat, Wildlife sanctuary, Temple forest, Ecological island

사사: 본 연구는 곡성군의 지원을 받아 연구되었음

상동나무의 신품종 육성을 위한 특성조사요령(TG) 개발

탁상인^{1*}, 김세현², 오찬진³, 서희원⁴, 장용석⁵, 조계중¹
 (¹순천대학교 산림자원학과, ²국립산림과학원, ³전남산림자원연구소,
 ⁴목원산림기술사사무소, ⁵국립산림품종관리센터)

A Study on the Development of the Characteristic Investigation Methods(TG) for Fostering a New Variety of *Sageretia thea*

Sangin Tak^{1*}, Sea Hyun Kim², Chan Jin Oh³, Hee Won Seo⁴,
 Yong Seok Jang⁵, Kye Joong Cho¹
 (¹Department of Forest Resources, Suncheon National University,
 ²National Institute of Forest Science, ³Jeonnam Forst Resources Research Institutes,
 ⁴Mokwon Forest Engineer Office, ⁵National Forest Seed and Variety Center)

요약: 본 연구는 상동나무(*Sageretia thea* (Osbeck) M.C.Johnst.)의 품종 특성기술서와 재배시험에 관한 특성조사요령(TG) 작성을 위하여 자생지의 생육 환경과 식물체에 대한 질적, 양적 특성을 조사하였다. 상동나무는 갈매나무과(Rhamnaceae) 식물로 우리나라에는 전남, 경남 및 제주도의 바닷가와 인근 산지에 자생하는 종이다. 자생지 분포, 지역별 생육 환경, 형태적 특성에 대한 조사를 위해 주요 군락 지역인 6개 지역(고흥 포두, 해남 송지, 완도 화흥, 제주도의 김녕, 월정, 대정)을 선정하여 현장 답사와 Hobo(Part#UA-002-64) 설치를 통해 조사하였으며 각 조사지마다 20개체군, 총 120점의 표본을 수집했다. 상동나무는 해발고도 4~291m의 광량이 많고 약간 건조한 혼효 관목층림에 분포하였다. 상동나무의 6개 조사지역의 개화기부터 결실기까지의 기간 동안 측정된 자생지의 평균 온도는 20.8℃, 평균 광도는 1,781.7 $\mu\text{mol/s/m}^2$, 일조시간은 평균 12.8시간으로 조사되었으며, 한반도 남해안 지대와 제주도 조사지의 평균 온도와 광도에서 유의적인 차이를 보였는데, 제주도 조사지역의 평균 온도가 0.7℃, 광도는 201 $\mu\text{mol/s/m}^2$ 로 더 높게 나타났다. 조사표본은 건조표본 120점, 액침표본 12점, 종자 2000립 이상을 수집, 제출하였으며 대조품종 선정과 재배시험 설계를 위하여 나무, 가지, 잎, 화서, 꽃, 과서, 열매, 종자로 그룹화하여 형질 특성을 조사 및 측정을 통해 특성조사요령(TG) 작성을 하였다. 줄기의 수를 조사한 결과 1~8개로 다양하게 나타났으며, 수피 색은 어두운 회갈색(N199C), 회적색(179C) 및 회갈색(198A)으로 나타났다. 잎의 엽신 길이를 조사한 결과 1.3~4.4cm로 범위가 넓었고, 엽신의 형태는 광타원형, 난형 및 타원형 3가지 형태로 나타났다. 열매의 과서당 수는 1~13개까지, 열매의 무게는 0.11~0.60g, 당도는 6.9~15.9Brix%로 나타났다. 이 연구는 상동나무의 신품종 육성을 위한 연구의 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

Abstract: This study was conducted to investigate the qualitative and quantitative research about *Sageretia thea* (Osbeck) M.C.Johnst. and the environment of its native habitat in order to define a characteristic of the species and TG for a cultivation test. *Sageretia thea* is a shrub from the family Rhamnaceae native to the coastal area and nearby mountainous areas in Jeonnam Province, Gyeongnam Province, and Jeju Island. In order to examine the distribution of habitats, regional growth environment, and morphological characteristics, six major areas(Podu in Goheung, Songji in Haenam, Hwahung in Wando, and Kimnyeong, Woljeong, and Daejeong in Jeju Island) were selected and a field study was conducted. Hobo(Part#). UA-002-64) was installed and a total of 120 samples, 20 samples from each site, were collected. *Sageretia thea* is distributed in the slightly dry shrub layer of mixed forest with a lot of light at an altitude of 4 to 291m above sea level. The average figures measured from the flowering to the fruiting period

of time at the six sites as follows: temperature was 20.8°C, the average luminosity was 1,781.7 $\mu\text{mol/s/m}^2$, and the average sunlight time was 12.8 hours per day. There was a significant difference in the average temperature and luminous intensity between the southern coasts of the Korean peninsula and Jeju Island, whereby both the average temperature and the luminosity were 0.7°C and 201 $\mu\text{mol/s/m}^2$ higher in the area of Jeju Island. 120 dry samples, 12 immersion specimens, and 2000 or more seeds were collected and submitted. The samples were grouped into trees, branches, leaves, inflorescences, flowers, fruits, and seeds to observe and measure the characteristics for a TG, so that the varieties for comparison could be selected and the cultivation test could be designed. The numbers of stems were between 1 to 8, and the colors of the bark of stems were dark grayish brown(N199C), raddish brown(179C), grayish brown(198A). The lengths of the blade of the leaf were between 1.3cm and 4.4cm, which showed a wide range of differences, and the shapes of the blase of the leaf were wide-oval, oval, and egg shape. The number per infructescence of the fruit was between 1 to 13, the weights of the fruits were between 0.11 to 0.60g, and the sugar content of the fruit was between 6.9 to 15.9 Birx%. This study would be used as primary data for fostering a new variety of *Sageretia thea*.

Keyword: *Sageretia thea*, TG, Traits by Characteristics, Korea Forest Resources, Variety of trees

사사: 본 연구는 국립산림품종관리센터의 특성조사요령(TG) 제정사업의 지원에 의해 이루어진 것임



2021 산림과학 공동학술대회

▶ On-line