

A dirt path winds through a dense forest of tall trees with green foliage. The path is light brown and curves gently to the right. The trees are tall and thin, with a thick canopy of green leaves. The lighting is soft and natural, suggesting a daytime setting. The overall atmosphere is peaceful and serene.

# **(사)산림경영정보학회**



## 구두 학술연구발표

---

- 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 있다<sup>1)</sup>

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-CO<sub>2</sub> 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-CO<sub>2</sub> 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 70천tCO<sub>2</sub>eq로 추정되었다. 본 연구는 기 구축된 공간자료를 이용하여 바이오매스량을 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 tCO<sub>2</sub>eq. 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  $1.492m(R^2 = 0.3401)$  차이를 보였으며, 오차율이 가장 작은 수고모델 추출 방법은 지형분석지점 사양이 각도  $20^\circ$ , 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  $1.492m(R^2 = 0.3401)$ , the extraction method of the tree height model with the smallest error rate was the topographic analysis point of  $20^\circ$  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, 이에은, 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<sup>3</sup>에서 처리 후 0.22kg/m<sup>3</sup>으로 낮아지는 패턴을 보였다. 수관층연료를 수직적 분포형태로 분석한 결과, 숙아베기 강도가 높을수록 지표층에서 수관층까지의 간격이 넓어지는 패턴을 보였다. 수관화 전이 결정강도는 벌채산물존치 3,984.4kW/m, 대조구 2,309.5kW/m, 벌채산물수집 2,111.9kW/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<sup>3</sup> to 0.22kg/m<sup>3</sup> 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 3.984.4kW/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<sup>1\*</sup>, 이영진<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>한국산불방지기술협회 산불방지연구소, <sup>2</sup>공주대학교 산림과학과)

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

Mina Jang<sup>1\*</sup>, Young Jin Lee<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Forest Fire Management Research Center, Korea Forest Fire Management Association,

<sup>2</sup>Department 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 60m<sup>2</sup> 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<sup>1\*</sup>, 박세익<sup>1</sup>, 이상현<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>전북대학교 임학과, <sup>2</sup>전북대학교 산림환경과학과)

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

Byung-Jun Ko<sup>1\*</sup>, Se-Ik Park<sup>1</sup>, Sang-Hyun Lee<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Department of Forestry, Jeonbuk National University,

<sup>2</sup>Department 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<sup>1\*</sup>, 정종복<sup>1</sup>, 최환석<sup>1</sup>, 신구택<sup>1</sup>, 민도홍<sup>1</sup>, 전창석<sup>1</sup>, 정인호<sup>2</sup>, 이승우<sup>2</sup>, 이상덕<sup>3</sup>, 채희문<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>산림조합중앙회, <sup>2</sup>한국임업진흥원, <sup>3</sup>강원대학교 산림과학부)

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

Jong-Girl Kim<sup>1\*</sup>, Jong-Bok Jeong<sup>1</sup>, Hwan-Seok Choi<sup>1</sup>, Gu-Taek Shin<sup>2</sup>, Do-Hong Min<sup>1</sup>,  
Chang-Seok Jeon<sup>1</sup>, In-Ho Jung<sup>2</sup>, Sung-Woo Lee<sup>2</sup>, Sang-Deok Lee<sup>3</sup>, Hee-Mun Chae<sup>3</sup>  
(<sup>1</sup>National Forestry Cooperative Federation, <sup>2</sup>Korea Forestry Promotion Institute,  
<sup>3</sup>Department 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 596,140tCO<sub>2</sub>eq/연평균 19,871tCO<sub>2</sub>eq), 충청남도 청양군이(총 296,649tCO<sub>2</sub>eq/연평균 9,888tCO<sub>2</sub>eq)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 (596,140tCO<sub>2</sub>eq/annual average 19,871tCO<sub>2</sub>eq), Cheongyang-gun (296,649tCO<sub>2</sub>eq/annual average 9,888tCO<sub>2</sub>eq). 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<sup>1\*</sup>, 강진택<sup>2</sup>, 임종수<sup>2</sup>, 이영진<sup>1</sup>

(1공주대학교 산림과학과, 2국립산림과학원 산림산업연구과)

A Study on the Estimation of Taper Model for the  
*Quercus palustris* species in KoreaYong Hwan Jang<sup>1\*</sup>, Jin Taek Kang<sup>2</sup>, Jong Su Yim<sup>2</sup>, Young Jin Lee<sup>1</sup><sup>1</sup>Department of Forest Science, Kongju National University,<sup>2</sup>Division 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* forst in Korea.

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