

(사)산림경영정보학회

한국과학기술회관(B1F)

중회의실 4

2023 산림경영정보학회 정기총회 및 학술대회

일 시 : 2023년 2월 16일(목) 13:30 ~ 17:00

장 소 : 한국과학기술회관 중회의실 4

- 공동학술대회 포스터발표 (13:00 ~ 14:00)
- 산림경영정보학회 정기총회 (14:00 ~ 14:50)
- 휴 식 (14:50 ~ 15:00)
- 산림경영정보학회 구두발표 1 (15:00 ~ 16:15)
- 휴 식 (16:15 ~ 16:30)
- 산림경영정보학회 구두발표 2 (16:30 ~ 17:30)
- 폐 회 식 (17:30 ~ 18:00)

좌장 : 박진우 교수 (강원대학교)

O-0017. MaxEnt 모델을 활용한 진주시 소나무재선충병 잠재분포 예측 - 하의린*, 손은희, 김형호(경상국립대학교)	15:00~15:15
O-0059. 국가산림자원조사 조사체계에 따른 연간 자연손실량 추정 - 임종수*, 이민우, 안세은(국립산림과학원)	15:15~15:30
O-0140. 산림조사에 대한 지상 LiDAR의 적용가능성 - 이정관*, 정준영, 김현준(전남대학교)	15:30~15:45
O-0174. 편백림 임분밀도 조절에 따른 유기물층의 산불 연료량 변화 - 이두희*, 김현준(전남대학교)	15:45~16:00
O-0176. 딥러닝 모델의 데이터 세트 조건에 따른 토지피복분류 정확도 비교 - 심우담*, 이정수(강원대학교)	16:00~16:15
휴 식	16:15~16:30

좌장 : 임종수 박사 (국립산림과학원)

O-0181. 낙엽송의 간벌강도에 따른 9년간의 임분생장에 관한 연구 - 진희준*, Bui Minh hieu, 서영완, 최정기(강원대학교)	16:30~16:45
O-0196. 라이다 자료의 형태와 PCD 딥러닝 모델 조합에 따른 침엽수종의 분류 정확도 비교 - 이용규*, 이상진, 심우담, 조우진, 이정수(강원대학교)	16:45~17:00
O-0215. 시간경과에 따른 원목품등별 중량 변화 추정 - 강진택*, 고치웅, 임종수, 박정목, 이선정(국립산림과학원)	17:00~17:15
O-0216. 라이다 기반 홍릉숲 디지털트윈 관리체계 구축 - 강진택*, 박정목, 고치웅, 유중원, 이민우, 원명수(국립산림과학원)	17:15~17:30

※ 발표(10분) 및 질의(5분) 시간을 엄수하여 주시기 바랍니다.

MaxEnt 모델을 활용한 진주시 소나무재선충병 잠재분포 예측

하의린^{1*}, 손은희¹, 김형호¹

(¹경상국립대학교 산림환경자원학과(농업생명과학연구원))

Predicting Potential Distribution of the Pine Wilted Disease Using MaxEnt Model in Jinju-si

Ui-Rin Ha^{1*}, Eun-Hee Son¹, Hyung-Ho kim¹

(¹Department of Forest Resources, Gyeongsang National University
(Institute of Agriculture & Life Science))

요약: 본 연구는 MaxEnt 모델을 활용하여 진주시 소나무재선충병에 영향을 미치는 다양한 환경적 변수를 바탕으로 잠재분포지역을 예측하였다. 진주시 소나무재선충병은 주로 도심 및 도로 밀접한 산지 주변에서 분포하는 것으로 나타났다. 모델의 평가에는 AUC(area under the curve)를 이용하였다. AUC는 0.8 이상이며 모델에서 가장 중요한 변수는 직전 해의 감염목 근접도이었다. 5월평균기온과 연평균기온도 중요한 변수이었다. 전년도 감염목의 근접도가 가장 중요한 변수이므로 감염목 현황을 매년 지속적으로 파악하여 데이터를 구축하는 것이 중요하다. 연구 결과는 소나무재선충병 확산경로 또는 확산방향을 유추하여 소나무재선충병 발생에 대한 예측 및 모니터링에 활용도가 높다는 것을 시사한다.

Abstract: This study used the MaxEnt model to predict the potential distribution area based on various environmental variables affecting pine tree nematode disease in Jinju. Pine tree nematode disease in Jinju-si was found to be mainly distributed in the city center and around mountainous areas close to roads. AUC (area under the curve) was used to evaluate the model. The AUC is 0.8 or higher, and the most important variable in the model was the infection tree proximity in the previous year. The average temperature in May and the average annual temperature were also important variables. Since the proximity of infected trees in the previous year is the most important variable, it is important to constitute data by continuously grasping the status of infected trees every year. The results of the study suggest that it is highly utilized for predicting and monitoring the occurrence of pine tree nematode disease by inferring the spreading path or direction of pine tree nematode disease.

국가산림자원조사 조사체계에 따른 연간 자연손실량 추정

임종수*, 이민우, 안세은
(국립산림과학원 산림ICT연구센터)

Annual Natural Loss Estimation from National Forest Inventory System in South Korea

Jong-Su Yim*, Minwoo Lee, Se-eun An
(Forest ICT Research Center, National Institute of Forest Science, Seoul, Korea)

요약: 국가산림자원조사는 산림자원의 현황 및 변화를 모니터링하여 국내 산림자원 정책 수립을 지원하고 국제협약 및 국제기구의 요구되는 산림자원 통계 수요에 대응하기 위하여 수행하고 있다. OECD 회원국은 매년 환경통계를 제출해야 하며, 산림분야 통계는 목재수확량(피해목 벌채량 및 순 벌채량), 자연손실량, 순 성장량, 총 성장량, 순 변화량 등 5가지다. 우리나라는 산림청에서 발간하는 산림임업통계연보를 토대로 산출한 통계를 제출하고 있으나, 연간 자연손실량에 관한 통계는 제공하지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 5년주기 연년조사로 수집한 고사목 자료를 활용하여 연간 자연손실량(고사량)을 산출하는 방법을 제시하려고 수행되었다. 표본점에 있는 모든 고사목을 고사 입목과 쓰러진 고사목(도목)으로 구분하고, 수종, 부후등급, 흉고직경(중앙직경), 수고(길이)를 측정한다. 본 연구는 연간 고사량을 추정하기 위하여 최근에 고사해서 부후등급 I로 분류된 고사목 자료만 추출하여 분석한 결과, 연간 순 고사량은 2.2('15)에서 1.9m³/ha('20)로 감소하였다. 향후 신규 고사량을 정확하게 추정하려면, 고사한 입목과 도목 위치정보를 수집하여 신규로 고사된 입목을 대상으로 평가가 필요하며, 이를 활용하여 고사목 발생 원인 규명과 숲가꾸기 정책에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract: A national forest inventory (NFI) which estimates forest resources is implemented to support forest policies and meet the demand by international conventions and organizations for forest resource statistics. The OECD requires its member states to submit an annual environment statistic report. The forestry sector in the report comprises five indicators: felling (volume salvaged and net felling), natural loss, net growth, gross increment and net change. South Korea submits the indicators based on the statistical yearbook of forestry by Korea Forest Service. Annual natural loss, however, is not available because estimation methods are absent. Thus, this study was conducted to devise a way to estimate annual natural loss (mortality) by using dead wood data from annual NFIs. In the Korean NFI, dead wood is surveyed at a basic circle with a size of 0.04ha. All dead trees in a plot are classified into standing and downed dead trees to identify their species, decay classes, DBH/DOC and height/length. We analyzed data on trees recently dead and sorted into decay class I to estimate the annual mortality. The findings showed that the annual mortality decreased to 1.9 m³/ha in 2020 from 2.2 m³/ha in 2015. To estimate reliable annual mortality, it is necessary to compare location data on dead trees and apply the data to the OECD report and thinning policies.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반과제 (산림자원 순환경제를 위한 산림자원 통계 및 정보 구축 방안 연구)의 지원에 의해 이루어진 것임.

산림조사에 대한 지상 LiDAR의 적용가능성

이정관^{1*}, 정준영¹, 김현준¹

(1전남대학교 산림자원학과)

Applicability of Terrestrial LiDAR to Forest Research

Jeong-Gwan Lee^{1*}, Jun-Young Jung¹, Hyun-Jun Kim¹

(1Department of Forest Resources, Chonnam National University, Gwangju)

요약: 본 연구는 산림조사에 대한 휴대용 지상 LiDAR의 적용성을 분석하기 위해 전남대학교 교내 수목을 대상으로 측정시간, 측정자에 따른 지상 LiDAR의 측정값의 정확도를 분석하였다. 첫 번째로 약 0.22 ha의 표준지 크기 내에서 메타세콰이아나무 31본을 5분, 10분, 15분으로 구분하여 측정하였다. 측정시간에 따른 휴대용 지상 LiDAR 흉고직경과 수고의 측정값은 모든 측정시간에서 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.9939$, $P > 0.9450$). 본 시험지는 평지인데 반해 산림 조사지는 대부분 경사지임을 고려하여 10분 이상 측정하는 것이 적절할 것으로 판단된다. 두 번째로 앞에서 도출된 적절한 측정시간을 바탕으로 은행나무 22본을 가지고 측정자간 휴대용 지상 LiDAR 측정값의 정확도를 분석하였다. 성별, 학력, 경력에 상이한 세 명이 은행나무를 측정한 측정값은 흉고직경과 수고 모두 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.9814$, $P > 0.9887$). 본 연구결과에 따르면 휴대용 지상 LiDAR는 오차가 적은 데이터를 신속하게 얻을 수 있으며, 추후 산림조사에서도 효율적으로 이용될 것으로 판단된다.

Abstract: In order to analyze the applicability of a handy-type terrestrial LiDAR (HTL) to forest research, the accuracy in the HTL measurement values according to the measurement time and observers were analyzed for trees in Chonnam National University. First, 31 *Metasequoia glyptostroboides* trees were measured at 5, 10 and 15 minutes within the plot of about 0.22 ha. There is no significant difference in HTL DBH and height values according to the all measurement time($P > 0.9939$, $P > 0.9450$). While this plot is flat, it is judged appropriate to measure for more than 10 minutes considering that the most of the forest research site are sloped. Second, Based on the appropriate measurement time derived above, 22 *Ginkgo biloba* trees were used to analyzed the accuracy of HTL measurement values between observers. the measurement values of ginkgo trees by three people with different genders, educational background, and careers showed no significant differences for both DBH and height($P > 0.9814$, $P > 0.9887$). The results indicated that HTL can quickly obtain data with less error, and it is judged that it will be efficiently used in future forest research.

사사: 본 연구는 산림청 연구과제(2022464B10-2224-0201)의 지원을 받아 수행되었습니다.

편백림 임분밀도 조절에 따른 유기물층의 산불 연료량 변화

이두희^{1*}, 김현준¹

(¹전남대학교 산림자원학과)

Changes in the Fuel on the Forest Floor based on Stand Density in *Chamaecyparis obtusa* Forest

Du-Hee Lee^{1*}, Hyun-Jun Kim¹

(¹Department of Forest Resources, Chonnam National University)

요약: 본 연구는 임분밀도 조절에 따라 산불의 연료량의 변화를 분석하고자 수행하였다. 본 연구의 시험지는 전북 고창군 문수산에 위치해 있으며, 대조구, 30% 간벌처리구(LT), 50% 간벌처리구(HT)로 이루어져 있다. 2000년(임령 27년생)에 간벌을 실시하였으며, 2019년에 낙엽낙지량과 유기물 축적량을 측정하였다. 낙엽낙지량은 지면으로부터 1.2 m 높이의 원형 littertrap을 시험구별 3개씩 설치하여 2개월마다 낙엽낙지량을 측정하였고, 유기물 축적량은 0.09 m² 사각틀 안에 있는 모든 유기물을 채취하여 측정하였다. 낙엽낙지 생산량은 LT, HT 모두 대조구보다 통계적으로 유의한 수준으로 낮게 나타났다($P < 0.001$). HT의 유기물 축적량은 대조구 보다 유의하게 낮았으나($P < 0.01$), LT는 대조구와 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 간벌을 통한 임분밀도 조절은 산불 연료를 감소시킴으로써 산불의 발생 빈도와 산불의 강도를 억제하는 효과가 있다. 또한 산불관리 지침을 규정하기 위해서는 수종별 적정 임분 밀도에 관한 연구가 필요하다.

Abstract: This study was conducted to analyze the change in fire fuel based on the control of stand density. The study site is located in Munsusan, Gochang-gun, Jeollabuk-do, and consists of control, 30% thinning treatment (LT), and 50% thinning treatment (HT). Thinning was in 2000 (27 years old), and in 2019, the litterfall and accumulation of organic matter was measured. The litterfall was measured every 2 months by installing 3 circular littertraps 1.2 m high from the ground, and the accumulation of organic matter was measured by collecting all organic matter in a 0.09 m² square frame. The litterfall was statistically significantly lower than that of the control in both LT and HT ($P < 0.001$). The accumulation of organic matter in HT was significantly lower than that of the control group ($P < 0.01$), but LT did not show a significant difference from that of the control group. Therefore, the stand density control through thinning has the effect of suppressing the frequency and intensity of forest fires by reducing forest fire fuel. In addition, in order to define forest fire management guidelines, research on the appropriate stand density for each species is needed.

Key words: thinning, forest fuel, litterfall, organic matter

사사: 본 연구는 산림청 연구과제(과제번호: 2022464B10-2224-0201)의 지원을 받아 수행되었습니다.

딥러닝 모델의 데이터 세트 조건에 따른 토지피복분류 정확도 비교

심우담^{1*}, 이정수¹

(¹강원대학교 산림과학부 산림경영학과)

Improving the accuracy of Land use-Land cover Classification using Deep Learning Model

Woo-Dam Sim^{1*}, Jung-Soo Lee¹,

(¹Department of Forest Management, Division of Forest Sciences, Kangwon National University)

요약: 본 연구는 Rapideye 위성영상을 기반으로 딥러닝 모델을 활용한 토지피복 분류 정확도 개선을 목적으로 수행하였다. 데이터세트는 256×256 pixel 크기의 이미지로 구축하였으며, 입력이미지 구성에 따른 딥러닝 모델기반 토지피복 분류의 정확도를 검토하기 위하여 입력자료1(Rapideye 5개밴드), 입력자료2(Rapideye 5개밴드+질감+지형정보)으로 구성하였다. 질감정보(GLCM, Gray-Level Co-occurrence Matrix)는 Rapideye 영상의 5개의 분광정보 중 NIR의 분광정보를 기반으로 산출하였으며, 지형정보는 국토지리정보원의 1:5,000수치지형도를 기반으로 구축하였다. 한편, 데이터세트의 라벨 이미지는 환경부 토지피복도를 기반으로 육안판독을 통해 IPCC의 토지이용범주에 따라 6가지 범주로 재분류하여 라벨 이미지를 구축하였다. 토지피복 분류를 위해 사용한 딥러닝 모델은 Unet을 활용하였으며, 입력이미지 구성에 따라, 딥러닝 학습결과를 바탕으로 토지피복분류지도를 제작하였다. 딥러닝 모델의 학습은 1,000 Epoch까지 진행하였으며, 마지막 Epoch에서 검증자료의 정확도는 평균 약 88%, 손실값은 0.1을 달성하였다. 학습된 딥러닝 모델을 바탕으로, 토지피복분류도를 제작하고, 라벨자료와의 정확도를 평가한 결과, 입력자료1을 활용한 경우, Kappa Coefficient가 약 73.2%의 정확도를 보였으며, 질감 및 지형정보를 함께 활용한 입력자료2를 활용하였을 때 Kappa Coefficient가 1.3% 더 높은 정확도를 보였다.

Abstract: This study aimed to improve the accuracy of land cover classification using a deep learning model based on Rapideye satellite images. The dataset consists of 256x256 pixel images and consists of input data 1 (Rapideye 5 bands) and input data 2 (Rapideye 5 bands, GLCM, and geospatial information) to evaluate the accuracy of deep learning model-based land cover classification according to input image composition. GLCM was calculated based on the spectral information of NIR among the five spectral information in the Rapideye image, and geospatial information was derived from the 1:5,000 digital topographic map of the National Geographic Information Institute. Based on the land cover map of the Ministry of Environment, the label image of the dataset was constructed by reclassifying it into six categories according to the land use category of IPCC through visual interpretation. The Unet deep learning model was used for the land cover classification, and a land cover classification map was produced based on the deep learning results according to the composition of the input image. The deep learning model was learned up to 1,000 Epoch, and the verification accuracy and loss value were 88% and 0.1, respectively.

As a result of comparing the consistency of land cover classification map based deep learning model and label data, the Kappa coefficient of model using only the spectral bands of satellite images was about 73%, the Kappa coefficient of the model using GLCM and topographic information was improved by about 1.3%.

사사: 본 연구는 산림청 국립산림과학원 "산림자원 평가 및 모니터링을 위한 농림위성 융합 산출물 개발(과제번호 : FM0103-2021-04-2022)" 과제의 일환으로 수행되었습니다.

낙엽송의 간벌강도에 따른 9년간의 임분생장에 관한 연구

진희준^{1*}, Bui Minh hieu¹, 서영완², 최정기¹

(¹강원대학교 산림경영학과, ²강원대학교 산림과학연구소)

A Study on Stand Growth of *Larix Kaempferi* in National Forests by Thinning Intensity over 9 years

Heejun Jin^{1*}, Minh hieu Bui¹, Yeongwan Seo², Jungkee Choi¹

(¹Division of Forest Science, College of Forest and Environmental Sciences,

²Institute of Forest Science, Kangwon National University)

요약: 본 연구는 우리나라의 주요 조림수종 중 하나인 낙엽송을 대상으로 성장량 변화를 파악하기 위하여 수행하였다. 조사지역은 북부, 동부, 남부지방 산림청 관내 국유림으로서 2013년에 설치한 낙엽송림 45개 표준지를 대상으로 하였다. 각 표준지는 무간벌구, 약도간벌구, 강도간벌구로 구성되어 있다. 간벌은 표준지 설치년도에 흉고단면적 기준으로 약도간벌구 20% 강도간벌구 40%를 실시하였으며, 이후 해당 표준지에서 2022년까지 3년 반복조사를 3회 진행하였다. 2022년 현재 무간벌구는 평균 임령은 47±13년이었으며, 평균 흉고직경은 24.5±5.2cm, 평균 수고는 23.1±4.5m, 평균 임분밀도는 835±286본/ha으로 나타났다. 약도간벌구의 평균 임령은 47±13년, 평균 흉고직경은 27.5±6.1cm, 평균 수고는 23.6±4.2m, 평균 임분밀도는 601±216본/ha로 나타났다. 강도간벌구의 평균 임령은 47±13년, 평균 흉고직경은 29.1±6.7cm, 평균 수고는 24.3±4.2m, 평균 임분밀도는 412±155본/ha로 나타났다. 본 조사자료를 이용하여 낙엽송림의 간벌강도에 따른 9년간의 흉고직경, 수고, 흉고단면적, 재적의 임분단위 성장량과 성장률 변화를 비교분석하였다.

Abstract: This study was carried out to understand the change of stand growth of Japanese larch(*Larix kaempferi*), one of the major plantation species in Korea. The study areas were Japanese larch plantation in the national forests under the jurisdiction of the Forest Service in the northern, eastern, southern regions. A total of forty five fixed sites installed in 2013 were targeted. Each site consists of non-thinning, light-thinning and heavy-thinning plot. 20% of light thinning and 40% of heavy thinning were removed based on the basal area in the year of the installation. Forest inventorys was repeated every 3 years, and it was performed three times for 9 years. In 2022, mean age was 47±13 year, mean DBH 24.5±5.2cm, mean height 23.1±4.5m, mean stand density 835±286 trees/ha of non-thinning plot. In light-thinning, mean age was 47±13 year, mean DBH 27.5±6.1cm, mean height 23.6±4.2m, mean stand density 601±216 trees/ha. In heavy-thinning, mean age was 47±13 year, mean DBH 29.1±6.7cm, mean height 24.3±4.2m, mean stand density 412±155 trees/ha. Using these data This study cmopared and analyzed the growth changes of DBH, height, basal area, volume during 9 years according to the thinning intensity of Japanese larch.

Key words: Forest inventory, Heavy thinning, *Larix kaempferi*, Light thinning, Stand growth

사사: 본 연구는 2022년 산림청 ‘국유림 내 주요조림수종 간벌효과 모델개발 및 장기 모니터링 연구 용역 [지원기관과제번호 202205110001]에 의하여 수행되었음.

라이다 자료의 형태와 PCD 딥러닝 모델 조합에 따른 침엽수종의 분류 정확도 비교

이용규^{1*}, 이상진¹, 심우담¹, 조우진¹, 이정수¹
(¹강원대학교 산림과학부 산림경영학과)

Comparison of the tree species classification accuracy using Terrestrial and Mobile Laser scanning data based on deep learning with 3D point clouds

Yong-Kyu Lee^{1*}, Sang-Jin Lee¹, Woo-Dam Sim¹, Woo-Jin Cho¹, Jung-Soo Lee¹

(¹Department of Forest Management, Division of Forest Sciences, Kangwon National University)

요약: 본 연구는 산림자원조사에 활용되는 라이다 자료를 활용하기 위해 이동식과 고정식 라이다 자료에 Point cloud data(PCD) 딥러닝 알고리즘을 적용하여 수종 분류모델을 구축하고 평가하였다. 데이터세트는 잣나무림과 낙엽송림을 대상으로 구축하였으며, 고정식과 이동식 라이다를 이용하여 수집된 PCD를 개체목 단위로 분할하였다. 수종분류 모델은 라이다 플랫폼(고정식, 이동식), farthest point sampling 방법을 이용한 다운샘플링 강도(1024개, 2048개, 4096개), 딥러닝 모델(PointNet, PointNet++)에 따라 총 12개의 모델을 구축하고 평가하였다. 잣나무 딥러닝 모델의 구축 및 평가 결과, 고정식 라이다 자료, 1024개, PointNet을 적용한 모델이 전체정확도 98.9%, 카파계수 97.2%로 정확도가 가장 높았다. 플랫폼, 다운샘플링 강도, 딥러닝 모델 별 전체정확도의 평균은 고정식라이다, 1024개, PointNet++이 높게 산출되었다. 향후, 본 연구를 실제로 적용하기 위해서는 계절적인 영향에 대한 고려, 수종 별 영급 및 대상지에 따른 다양한 데이터 수집, 분류 수종 확대 등 자료수집과 추가적인 연구가 지속적으로 필요하다고 판단된다.

Abstract: This study, a tree species classification model was constructed and evaluated by applying a point cloud data (PCD) deep learning algorithm to Terrestrial Laser scanning (TLS) and Mobile Laser scanning (MLS) data in order to utilize lidar data used in forest resource survey. The data set was built in Pinus koraiensis and Japanese larch forests, and the PCDs collected using TLS and MLS were divided into individual trees. A total of 12 models were built according to the lidar platform (TLS, MLS), downsampling intensity using the farthest point sampling method (1024, 2048, 4096), and deep learning models (PointNet, PointNet++). As a result of the construction and evaluation of the deep learning models, the model using TLS, 1024, and PointNet had the highest accuracy with an overall accuracy of 98.9% and a Kappa coefficient of 97.2%. The average of overall accuracy for each platform, downsampling intensity, and deep learning model was calculated as high for TLS, 1024 and PointNet++. In order to actually apply this study in the future, data collection and additional research are needed, such as considering seasonal effects, collecting various data according to age and target area by tree species, and expanding tree species.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) ‘산림과학기술 연구개발사업(2021359B10-2323-BD01)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

시간경과에 따른 원목품등별 중량 변화 추정

강진택*, 고치웅, 임종수, 박정묵, 이선정
(국립산림과학원 산림ICT연구센터)

Estimation of Change of Log Weight by Wood Quality Grade over time

Jin-Taek Kang*, Chi-Ung Ko, Jong-Su Yim, Jeong-Mook Park, Sun-Jeong Lee
(Forest ICT Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 현재 사용하고 있는 원목중량표는 시간의 경과에 따른 함수율의 변화를 고려한 중량표가 아닌 벌채 당시 생중량을 나타내는 중량표로, 벌채 후 시간의 흐름에 따라 원목의 무게 변화를 고려한 중량 정보가 없어 벌채 후 매각이 지연되거나 시간이 경과하였을 때의 원목에 대한 정확한 중량정보가 없는 실정이다. 최근 원목 등 바이오매스의 거래에 있어 부피단위와 함께 중량단위의 거래가 증가하고 있으나, 중량단위의 정보부재로 거래의 어려움이 있고 현장에서 민원의 발생이 제기되고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 현재 가장 많은 분포면적을 차지하고 있는 소나무를 대상으로 5개 지방청별로 원목 등급별 원목시료 3개씩을 수집하여 야적장에 층적하여 매주 1회씩 6개월간 무게변화를 측정하였다. 6개월간의 측정자료를 바탕으로 원목의 중량변화를 추정하기 위한 최적식은 특용재급 $y = -0.032\ln(x) + 0.9927(R^2 = 0.9849)$, 1등급 $y = -0.047\ln(x) + 0.9934(R^2 = 0.9810)$, 2등급 $y = -0.048\ln(x) + 0.9932(R^2 = 0.9820)$, 3등급 $y = -0.063\ln(x) + 0.9891(R^2 = 0.9833)$, 원주재급 $y = -0.076\ln(x) + 0.9772(R^2 = 0.9854)$, 원료재급 $y = -0.090\ln(x) + 0.9520(R^2 = 0.9906)$ 로 도출되었다.

Abstract: A current log weight table indicates weight at a time of being felled but does not estimate the change in moisture that affects weight over time. This absence of information has recently caused issues, as the transaction of biomass such as wood at volume and weight levels has increased. More serious problems could also arise if transactions would be delayed. Thus, this study was conducted to devise a method to estimate the change in weight. To do this, we collected three wood samples of *Pinus densiflora*, South Korea's dominant species, from each of five regions across the country according to wood classes. Then, the samples (a total of 15) were piled in an open storage and the change in their weights was measured once per week during six months. The findings showed six optimal equations for six wood classes, such as $y = -0.032\ln(x) + 0.9927(R^2 = 0.9849)$ for Top class, $y = -0.047\ln(x) + 0.9934(R^2 = 0.9810)$ for First class, $y = -0.048\ln(x) + 0.9932(R^2 = 0.9820)$ for Second class, $y = -0.063\ln(x) + 0.9891(R^2 = 0.9833)$ for Third class, $y = -0.076\ln(x) + 0.9772(R^2 = 0.9854)$ for lower than Third, and, lastly, $y = -0.090\ln(x) + 0.9520(R^2 = 0.9906)$ for the lowest class.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반과제 (산림자원 순환경제를 위한 산림자원 통계 및 정보 구축 방안 연구)의 지원에 의해 이루어진 것임.

라이다 기반 홍릉숲 디지털트윈 관리체계 구축

강진택*, 박정묵, 고치웅, 유중원, 이민우, 원명수
(국립산림과학원 산림ICT연구센터)

Establishment of LiDAR-based Digital Twin Management System of Hongneung Forest in South Korea

Jin-Taek, Kang*, Jeong-Mook Park, Chi-Ung Ko, Joung-Won You, Min-Woo Lee, Myoung-Soo Won
(Forest ICT Research Center, National Institute of Forest Science, Seoul, Korea)

요약: 홍릉숲(40.1ha)은 지난 100년간 수집된 한국특산·희귀 멸종 위기의 식물(103종 539개체)과 일반 수목(11,000개체)을 보존하고 있는 우리나라 최초의 수목원으로, 중요 식물자원 보존과 다양한 시험연구가 진행되고 있는 역사적 보존가치가 높은 도시경관 숲이다. 본 연구의 목적은 이러한 보존가치가 높은 숲을 효율적이고 체계적으로 관리하기 위해 라이다 기반의 디지털트윈 관리체계 구축 기술과 활용 효과를 공유하고자 한다. 홍릉숲의 디지털트윈 구축을 위하여 지상(고정형 이동형) 및 항공(드론)라이다를 이용하여 숲을 스캔하여, 각 개체목별로 정보를 구축하였다. 구축된 포인트 클라우드 기반의 3D 디지털트윈 홍릉숲은 다양한 분야의 연구자들에게 기본적인 정보를 제공하고 있으며, 언제든지 원하는 숲의 디지털정보를 추출하여 활용할 수 있는 데이터 숲이다. 또한 개체목별 정보와 공간적 정보가 3D 기반으로 입체적으로 구축되어 있어 홍릉숲의 효율적 관리뿐만 아니라, 홍릉숲을 방문하고자 하는 국민에게 모바일 혹은 웹 기반으로 어디서나 서비스할 수 있는 체계를 마련하였다. 향후 이러한 디지털트윈 기술을 활용하여 정밀임업을 위한 산림경영활동, 산림치유 및 산림교육 활동 등 VR, AR의 시뮬레이션 등 다양한 디지털 산림관리가 가능할 것으로 기대한다.

Abstract: Hongneung Forest (40.1 ha) is South Korea's first arboretum that preserves South Korea's indigenous, rare and endangered plants (539 clones of 103 species), and general trees (11,000 clones) collected over the past 100 years. Hongneung Forest is an urban forest of historical and environmental value, and under much research. Thus, this study was conducted to propose a method to manage forests in a LiDAR-and digital twin-based way and discuss cases for the effective management of the highly valuable forest. We scanned Hongneung Forest by employing two terrestrial LiDARs (fixed and backpack) and a drone LiDAR to create information on individual trees and, then, a digital twin of the forest. Researchers in a variety of areas can access the digital twin forest to use the data. Moreover, not only has the efficient management of the forest become possible, but potential visitors can also access the forest irrespective of space and time, because information on individual trees and the forest landscapes were built three dimensionally. We therefore expect that these digital twin techniques can be applied to forest management activities, and relevant education and leisure.

사사: 본 연구는 국립산림과학원 일반과제 (산림자원 순환경제를 위한 산림자원 통계 및 정보 구축 방안 연구)의 지원에 의해 이루어진 것임.

- P-0040. 장안산 선도 산림경영단지의 임산물 재배적지 분석
- 박세익, 박희정*, 고병준, 이상현(전북대학교)
- P-0042. 국가산림자원조사 자료를 활용한 우리나라 산림의 변화 분석
- 최고미*, 홍의표, 박현재(산림조합중앙회), 이우균(고려대학교),
김문일(평택대학교), 손순철(산림청)
- P-0128. 잣나무 인공림의 간벌목 선정에 관한 연구
- 윤성호*, 박진우(강원대학교)
- P-0163. 제주도 삼나무 재적표 개발을 위한 주요 수간곡선식 비교
- 김현수*, 정수영, 이광수(국립산림과학원 난대아열대산림연구소)
- P-0185. 잣나무 인공림의 9차 반복조사에 따른 임분구조 및 생장변화 분석
- 정상현*, 서영완, 최정기(강원대학교)
- P-0191. 도시 국가산림자원조사 자료를 활용한 충청권역 도시숲 통계분석
- 정건휘*, 이복남(경북대학교), 손순철, 유성민(산림청), 박현재(산림조합중앙회),
안은섭(한국임업진흥원), 박주원(경북대학교)
- P-0198. 딥러닝 모델을 이용한 샘플링 강도에 따른 토지피복 면적 추정
- 이용규*, 이정수(강원대학교)
- P-0229. 토지기망가를 활용한 사유림 목재생산 임업의 수익성 평가
- 박기현*, 주수정, Anthony Sinyangwe, 한 희(서울대학교)
- P-0235. 숲 관리에 따른 산림구조변화가 산불행동에 미치는 영향 모니터링 분석
- 이선주*, 김성용, 권춘근, 서경원(국립산림과학원)

장안산 선도 산림경영단지의 임산물 재배적지 분석

박세익¹, 박희정^{1*}, 고병준¹, 이상현²

(¹전북대학교 임학과, ²전북대학교 산림환경과학과)

Analysis of Suitability Sites for Forest Products in the Leading Forest Management Zone of Jangan Mountain

Se-Ik Park¹, Hee-Jung Park^{1*}, Byung-Jun Ko¹, Sang-Hyun Lee²

(¹Department of Forestry, Jeonbuk National University,

²Department of Forest Environment Science, Jeonbuk National University)

요약: 본 연구는 장수군의 장안산 선도 산림경영단지를 대상으로 임산물 재배적지를 분석하여, 산림경영의 효율 및 임가 소득 증대를 위한 자료제공을 목적으로 실시하였다. 본 연구의 장안산 선도 산림경영단지 878.7ha를 대상으로 합리적이고 안정적인 단기임산물 생산을 위해 한국임업진흥원에서 배포한 ‘단기임산물 재배적지도’의 GIS 데이터를 이용하여 분석하였다. 전국 임산물 재배적지도 데이터 중 연구대상지의 데이터를 추출하고, 각 임산물별 재배가능지와 재배적지를 등급화하여 분석하였다. 분석결과, 초피나무의 재배가능지는 538.58ha, 재배적지는 100.54ha, 곰취의 재배가능지는 590.66ha, 재배적지는 7.22ha, 고비의 재배가능지는 533.94ha, 재배적지는 17.14ha, 잔대의 재배가능지는 532.70ha, 재배적지는 9.81ha, 삼지구엽초의 재배가능지는 479.24ha, 재배적지는 39.88ha로 나타났다. 연구대상지 산림의 경우 수실류, 수액류 보다 약용식물류, 산나물류, 약초류가 적합한 것으로 분석되었다. 본 연구결과를 활용하여 연구대상지에 적합한 임산물을 재배한다면, 산림경영의 효율 및 임가 소득 증대를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

Abstract: This study was conducted to provide data on increase forest management efficiency and forest household incomes by sanalysis of suitability sites for forest products in the Leading Forest Management Zone of Jangan Mountain. In this study, the leading forest management zone 878.7ha of analysis was conducted using the GIS data from ‘Suitable site map for forestry products to rapidly increase incomes’ distributed by Korea Forestry Promotion Institute. This study conducted an analysis by extracting data regarding study area using the data from suitable site map for forestry products, and by classifying possible cultivation sites and suitable sites for forestry products. As a result of the analysis, the area of possible cultivation site for *Zanthoxylum piperitum* was 538.58ha and that of suitable site was 100.54ha. As for *Ligularia fischeri*, the area of possible cultivation site was 590.66ha and that of suitable site was 7.22ha. As for *Osmunda japonica*, the area of possible cultivation site was 533.94ha and that of suitable site was 17.14ha. As for *Adenophora triphylla*, the area of possible cultivation site was 532.70ha and that of suitable site was 9.81ha. As for *Epimedium koreanum*, the area of possible cultivation site was 479.24ha and that of suitable site was 39.88ha. In the case of study area, medicinal plants, wild vegetables, and herbs were analyzed to be more suitable than nuts and sap. Therefore, it is possible to increase forest management efficiency and forest household incomes by cultivating forest products suitable for the research results.

Keyword: Forest management, Leading forest, Forest product, suitability site

국가산림자원조사 자료를 활용한 우리나라 산림의 변화 분석

최고미^{1*}, 홍의표¹, 박현재¹, 이우균², 김문일³, 손순철⁴

(1산림조합중앙회 산림자원조사본부, 2고려대학교 환경생태공학과, 3평택대학교 ICT환경융합과, 4산림청)

Analysis of changes in forest stand using 8th National Forest Inventory data

Gomee Choi^{1*}, Eui Pyo Hong¹, Hyun Jae Park¹, Woo-Kyun Lee², Moonil Kim³, Sooncheol Sohn⁴¹Forest Inventory Center, National Forestry Cooperative Federation,²Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University,³Division of ICT-Integrated Environment, School of ICT-Integrated Studies, Pyeongtaek University,⁴Korea Forest service)

요약: 지난 15년간의 국가산림자원조사 자료(2007년 : 2022년, 3016plot)를 활용하여 우리나라 산림의 최신 변화 경향을 분석하였다. 국가산림자원조사 모니터링 자료에는 토지이용, 임상, 경급, 영급, 임분 구성 등 다양한 임분 변화 자료와 각 변화의 원인을 뒷받침할 수 있는 상세 정보가 구축되어 있다. 분석 결과, 토지이용은 산림에서 비산림으로의 변화가 68plot이며 대부분 경작지로 변화한 것으로 나타났다. 비산림에서 산림으로의 변화한 경우는 7plot으로, 대부분 기존의 경작지(폐경지)가 관목 군락 형태의 미림목지나 임목지로 자연 천이한 경우이다. 임상은 침엽수림이 감소(-4.4%)하고, 활엽수림(+2.0%)과 혼효림(+2.4%)이 증가하는 추세를 보였다. 임분 구성의 측면에서 보면 소나무림의 감소(-3.1%)가 뚜렷했으며, 감소한 소나무림은 대부분 참나무류 등의 활엽수종과의 혼효림으로 변화한 것으로 나타났다. 리기다소나무, 일본잎갈나무 등 주요 침엽수종 임분은 대부분 감소한 데 반해, 다양한 활엽수종이 혼생하는 기타활엽수림(+1.8%)과 활엽수종이 우점하는 활침혼효림(+1.2%)이 가장 많이 증가하였다. 또한 편백림, 백합나무림, 삼나무림의 증가가 두드러졌다. 경급은 소경급이 감소하고 중·대경급 비율이 크게 증가하였다. 영급은 3~4영급 위주(71%)의 장령림에서 5~7영급(70%)으로 변화해가는 형태를 보였으며, 7영급 이상의 임분도 증가(0.1 → 11.1%)하였다.

Abstract: The latest trends in forest changes were analyzed using data from the National Forest Inventory over the past 15 years(2007:2022, 3,016plot). The monitoring data of the National Forest Inventory includes various forest stand change data such as land-use, forest type, DBH class, age class, and stand composition, and detailed information that can support the cause of each change. As a result of the analysis, land-use showed that the change from forest to non-forest was 68 plots, and most of it was changed to cropland. The case of change from non-forest to forest was 7 plots, and most of the cases were succession from existing cropland(abandoned land) to non-stocked land or stocked land in the form of shrub community. Forest type showed a trend of decreasing coniferous forests (-4.4%) and increasing broad-leaved forests (+2.0%) and mixed forests (+2.4%). In terms of stand composition, there was a clear decrease in *Pinus densiflora* stand (-3.1%), and most of the reduced *Pinus densiflora* stand were found to have changed to mixed forests with broad-leaved species such as *Quercus Spp.* Most of the stands of major coniferous species, such as *Pinus rigida*, *Larix kaempferi* decreased, while broad-leaved forests (+1.8%) in which various broad-leaved species coexisted and mixed forests (+1.2%) dominated by broad-leaved species increased the most. The increase in stands of *Chamaecyparis obtusa*, *Liriodendron tulipifera* and *Cryptomeria japonica* was remarkable. As for the DBH class, the small class decreased and the ratio of middle and large class increased significantly. The age class showed a change from young matured stand, which was mainly for 3 to 4 age class (71%) to 5 to 7 age class (70%), and the number of stands with 7 or more age class also increased (0.1 → 11.1%).

잣나무 인공림의 간벌목 선정에 관한 연구

윤성호^{1*}, 박진우¹

(¹강원대학교 산림과학부 산림경영학과)

A study on thinning tree selection of *Pinus koraiensis* artificial forest

Seong-Ho Yun^{1*}, Jin-Woo Park¹

(¹Department of Forest Management, Division of Forest Science Kangwon National University)

요약: 본 연구는 잣나무 인공림을 대상으로 간벌목 선정 및 작업방법의 정량화를 목적으로 하였다. 간벌목 선정은 거리종속 경쟁모델을 적용하였으며, 네트워크 분석을 이용하여 작업자의 최적벌채경로를 제시하였다. 입목정보는 강원대학교 학술림 내 V영급 잣나무림 0.78ha의 586본을 대상으로 측정하였다. 입목 간 정확한 거리 측정을 위해 Trimble R12i GNSS system을 용하여 조사하였다. 경쟁목 선정은 수고 및 근원부의 각도를 이용하여 선정하였으며, 거리종속 경쟁지수는 5가지(Hegyi, Daniels, Lorimer, Braathe, Martin-Ek) 모델을 비교·분석하였다. 벌채 최적경로는 네트워크 분석기법인 Dijkstra's Algorithm을 이용해 수목 간 거리와 경사를 고려하여 산출하였다. 분석결과, Daniels 모델의 경쟁지수가 0.31~7.28로 가장 낮았으며, 잔존목 간 거리가 3m 이상 떨어진 개체목이 총 161본으로 수목 간 경쟁상태를 가장 잘 표현하였다. 벌채 최적경로 분석결과, Daniels 모델은 이동거리 705.6m, 소요시간 18분 26초로 분석됐다.

Abstract: The purpose of this study was to quantify the selection of thinning trees and work methods for artificial forest of *Pinus Koraiensis*. For the selection of thinning trees, a distance-dependent competition model was applied, and the optimal logging route for workers was presented using network analysis. Standing information was measured for 586 trees of 0.78ha of stand age class V *Pinus Koraiensis* forest in the research forest of Kangwon National University. In order to accurately measure the distance between trees, it was investigated using Trimble R12i GNSS system. Competitive tree selection was selected using the height and angle of the base, and the distance-dependent competition index was compared and analyzed with 5 models (Hegyi, Daniels, Lorimer, Braathe, Martin-Ek). The optimal logging path was calculated using Dijkstra's Algorithm, a network analysis technique, considering the distance and slope between trees. As a result of the analysis, the competition index of the Daniels model was the lowest at 0.31 to 7.28, and a total of 161 trees with a distance of more than 3m between the remaining trees expressed the competition state best. As a result of the analysis of the optimal path for logging, the Daniels model was analyzed as a travel distance of 705.56m and a required time of 18m26s.

Keywords: thinning selection, distance-dependent competition index, network analysis

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) '산림과학기술 연구개발사업(2021359D10-2323-BD01)의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

제주도 삼나무 재적표 개발을 위한 주요 수간곡선식 비교

김현수^{1*}, 정수영¹, 이광수¹
(¹국립산림과학원 난대아열대산림연구소)

Comparison of Major Taper Equations for Developing a Stem Volume Table of *Cryptomeria japonica* in Jeju Island

Hyun-Soo Kim^{1*}, Su-Young Jung¹, Kwang-Soo Lee¹

(¹Warm Temperate and Subtropical Forest Research Center, National Institute of Forest Science)

요약: 본 연구는 제주도 삼나무에 대한 지방적 재적표를 제작하여 지역 및 환경 특성에 따른 차별화된 관리체계 개발에 필요한 자료 제공의 목적으로 실행되었다. 분석을 위해 2021년과 2022년에 걸쳐 삼나무 임분 13plots를 대상으로 표준지별 2본의 표준목을 선별하여 총 26본에 대한 수간식해를 실행하였다. 분석단계에서 비정상적인 표준목 1본을 기각하여 25본에 대한 수간고별 총 260개의 관측치를 이용하였다. 주요 간곡선식 모델에 적용하여 모수의 추정 및 통계적 검증을 실행한 결과, Muhairwe 1999 모델의 적합도가 가장 높게 나타나 최적의 모델로 선정하였다. 선정된 모델을 통해 수간을 형상화하고 수간고 10cm 간격으로 Smalian식에 의한 구분구적법을 적용하여 재적표를 제작하였다. 제작된 제주도 삼나무 재적표와 수확표상의 삼나무 재적표에 대한 대응표본 T-test를 실행한 결과, 유의적 차이가 있는 것으로 나타나($p<0.05$), 제주도 삼나무에 대한 지방적 재적표가 필요한 것으로 판단된다.

Abstract: This study was conducted to provide data and stem information to establish a local volume table of *Cryptomeria japonica* in Jeju Island. Stem analysis was performed on 26 trees by selecting two average trees from each site of the 13 plots of *C. japonica* stands in 2021 and 2022. During the analysis stage, one outlier tree was rejected, and a total of 260 observations of the specific stem height of 25 trees were used. Of the seven major taper equation models applied for parameter estimation and statistical verification, the Muhairwe 1999 model was found to be the best fit and selected as the optimal model. Stem shape-related estimates were acquired through the selected model, and sectional measurements according to the Smalian formula applied at an interval of 10cm from the height of the stem were used to develop a volume table. A paired t-test comparison between the *C. japonica* volume obtained from the present study and those selected from the current yield table by NIFoS(2020), revealed significant differences ($p<0.05$), highlighting the necessity of a local volume table for *C. japonica* in Jeju Island.

사사: 본 연구는 산림청 일반연구사업(과제번호: SC0600-2021-01)의 일부 지원으로 이루어진 것입니다.

잣나무 인공림의 9차 반복조사에 따른 임분구조 및 생장변화 분석

정상현^{1*}, 서영완², 최정기¹

(¹강원대학교 산림경영학과, ²강원대학교 산림과학연구소)

Stand structure and growth change according to the 9th repeated invastigation of Korean White pine plantation forest

Sanghyun Jung^{1*}, Yeongwan Seo², Jungkee Choi¹

(¹Department of Forest Management, Kangwon National University,

²The Institute of Forest Science, Kangwon National University)

요약 : 본 연구는 우리나라 주요 경제수종 중 하나인 잣나무림의 생장변화를 비교하고 임분구조를 파악하고자 실시되었다. 연구대상지는 강원대학교 학술림 내 설치된 50m × 50m 잣나무 인공림 고정표준지를 대상으로 하였다. 연구표준지는 1984년에 설치되었으며, 25m × 25m 크기의 Subplot 4개 소로 구성되어 있다. 본 연구표준지는 1984년 제1차 조사를 시작으로 1986년, 1999년, 2004년, 2010년, 2012년에 조사가 진행되었으며, 2012년 이후 2021년까지 3년 간격으로 반복조사되었다. 본 대상지는 1999년 숲가꾸기사업으로 인하여 흉고단면적 기준 43.5%가 간벌되었다. 또한, 2013년에는 subplot1과 3을 대상으로 흉고단면적 기준으로 각각 35.1%와 19.8% 간벌이 시행되었고, 2014년에는 재선충 방제를 위하여 subplot2와 4를 대상으로 흉고단면적 기준으로 각각 33.5%와 24.8% 간벌이 시행되었다. 2021년 기준 ha당 본수는 각 Subplot 당 480본, 464본, 592본, 432본이며, 평균흉고직경은 30.3cm, 29.9cm, 29.1cm, 32.3cm이다. 본 연구자료를 바탕으로 임분 현황을 파악하고, 흉고직경, 수고, 재적 생장량의 변화를 비교분석하였다.

Abstract : This study was carried out to figure out the growth changes of Korean white pine forests, one of the major commercial species in Korea. The study area was a 50m × 50m fixed site of Korean white pine plantation which was installed in the experimental forest of Kangwon National University. The site consists of four subplots with size of 25m × 25m. Starting in 1984, forest inventory was carried out in 1986, 1999, 2004, 2010, and 2012, and was repeated every three years from 2012 to 2021. In the 1999, forest 43.5% of tota basal area was thinned. In 2013, 35.1% and 19.8% of basal area was removed from subplots 1 and 3, respectively. In 2014, 33.5% and 24.8% of basal area were removed from subplot 2 and 4 due to pine wilt disease. In 2021, number of tree per ha was 480, 464, 592, and 432 in subplot1, 2, 3, and 4 and mean DBH was 30.3cm, 29.9cm, 29.1cm, and 32.3cm, respectively. Based on these material, the study analyzed and compared in the growth of DBH, height, and volume growth.

Key words : Korean white pine. plantation, commercial species, forest inventory, thinning

도시 국가산림자원조사 자료를 활용한 충청권역 도시숲 통계분석

정건휘^{1*}, 이복남², 손순철³, 유성민³, 박현재⁴, 안은섭⁵, 박주원¹

(¹경북대학교 임학과, ²경북대학교 빅데이터전문인력양성센터, ³산림청 산림빅데이터팀,

⁴산림조합중앙회 산림자원조사본부, ⁵한국임업진흥원 산림정보실)

Statistical Analysis of Urban Forests in the Chungcheong Region Using Urban National Forest Inventory Data

Geonhwi Jung^{1*}, Boknam Lee², Soon-Chul Son³, Sungmin Yoo³, Hyeonjae Park⁴, Eun-seop Ahn⁵, Joowon Park¹

(¹Department of Forestry, Kyungpook National University,

²Human Resources Development Center for Big Data-based Glocal Forest Science 4.0 Professionals,

³Forest Big Data Team, Korea Forest Service,

⁴Forest Inventory Center, National Forestry Cooperative Federation,

⁵Forest Information Division, Korea Forestry Promotion Institute)

요약 : 우리나라는 도시지역의 산림자원에 대한 모니터링 및 평가, 온실가스 감축 통계 산출을 위한 기초자료 제공이 요구됨에 따라 제1차 도시 국가산림자원조사를 실시하고 있다. 현재 제1차 도시 국가산림자원조사를 통해 수집된 자료는 흉고직경, 수고 등 측정 자료로 구성되어 산림자원 평가와 온실가스 통계 산출을 위해 재적, 탄소량의 산출이 요구된다. 이에 본 연구에서는 충청권역 도시숲의 재적과 탄소량을 산출하고 더불어 현재의 조사 결과가 권역 수준, 시도 수준, 시군구 수준에서 대표성을 갖는지 검토하기 위해 재적, 탄소량, 수고, 흉고직경의 조사항목별 변동계수(CV; Coefficient of Variance)를 산출하였다. 분석 결과, 충청권역 도시숲의 총 재적은 약 50만 m³, 탄소량은 약 70만 CO₂ton으로 산출되었다. 변동계수(CV)의 경우, 충청권역 수준에서 재적은 약 0.03, 탄소량은 0.04로 나타나 조사 결과가 충청권역에 대해 대표성을 가지는 것으로 판단된다. 시도 수준에서 대전광역시, 충청남도, 충청북도 0.1 미만의 변동계수를 보인 반면, 세종특별자치시는 0.1 이상의 변동계수를 보였다. 시군구 수준에서는 대부분의 행정구역이 0.1 이상의 변동계수를 보여 변동이 큰 것으로 나타나 추가 조사가 필요할 것으로 사료된다.

Abstract : Korea Forest Service has been conducting the 1st Urban National Forest Inventory (UNFI) to monitor forest resources and to evaluate the amount of greenhouse gas reduction in urban areas. In this study, the total volume and carbon stocks of urban forests in the Chungcheong region were calculated to estimate the greenhouse gas reduction based on diameter at breast height and height (DBH). The Coefficient of Variances (CVs) in total volume, carbon stocks, height, and DBH were also calculated to quantify variation of the UNFI data and to identify whether are representative at the regional, city/province, and city/gun/gu levels. As a result, the total volume of urban forests in the Chungcheong area was about 0.5 million m³ and the carbon content was about 0.7 million CO₂tons. In the case of the CV, the total volume is approximately 0.03 and the carbon stocks is 0.04 at the level of the Chungcheong region, indicating that the inventory results are representative of the Chungcheong region. At the city/province level, Daejeon-si, Chungcheongnam-do, and Chungcheongbuk-do showed CV of less than 0.1, while Sejong-si showed a CV of more than 0.1. At the city/gun/gu level, CV was found to vary widely, with a CV of 0.1 or higher in most administrative districts, suggesting that additional investigations are needed.

사사: 본 연구는 한국임업진흥원(2019149C10-2323-0301)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

딥러닝 모델을 이용한 샘플링 강도에 따른 토지피복 면적 추정

이용규^{1*}, 이정수¹

(1강원대학교 산림과학부 산림경영학과)

Estimation of Land Cover Area Based on Sampling Strength Using Deep Learning Model

Yong-Kyu Lee^{1*}, Jung-Soo Lee¹

(1Department of Forest Management, Division of Forest Sciences, Kangwon National University)

요약: 본 연구는 IPCC에서 제시하고 있는 Approach 3 수준의 토지피복 면적 추정을 위해 딥러닝 알고리즘을 이용한 이미지 분류 모델을 구축하여 이미지 표본샘플링 강도에 따라 토지피복 면적을 추정하고 정확도를 비교·평가하였다. 딥러닝 모델은 VGG16 모델을 이용하였으며, 원격탐사자료는 51cm급의 고해상도 항공이미지를 이용하였다. 딥러닝 모델은 전이학습을 통해 학습하였으며, 학습된 모델을 기반으로 표본강도에 따른 토지피복 면적을 추정하고 환경부 세분류 토지피복지도와 비교하였다. 딥러닝 모델의 전체정확도와 카파계수는 각각 91.1%와 88.8%였으며, F-Score는 초지를 제외한 모든 범주가 90% 이상으로 구축되어 모델의 정확도가 우수하였다. 표준오차와 상대효율은 표본강도가 증가함에 따라 감소하였으며, 특히 상대표준오차는 1km×1km 표본강도에서 모든 토지피복범주가 15% 이하로 감소하여, 시군구 단위의 토지피복면적 산정을 위해서는 표본강도를 1km×1km 보다 상세하게 설정하는 것이 적합하다고 판단된다.

Abstract: This study, an image classification model using a deep learning algorithm was established to estimate the land cover area at the Approach 3 level proposed by IPCC, and the land cover area was estimated according to the intensity of image sample sampling, and the accuracy was compared and evaluated. The deep learning model used the VGG16 model, and the remote sensing data used high-resolution aerial images of 51 cm. The deep learning model was learned through transfer learning, and based on the learned model, the land cover area was estimated according to the sample intensity and compared with the land cover map classified by the Ministry of Environment. The overall accuracy and Kappa coefficient of the deep learning model were 91.1% and 88.8%, respectively, and the F-Score was established as over 90% in all categories except grassland, indicating that the accuracy of the model was excellent. The standard error and relative efficiency decreased as the sample intensity increased. In particular, the relative standard error decreased to less than 15% for all land cover categories at a sample intensity of 1km×1km. It is judged that it is appropriate to set more detailed than 1km×1km.

사사: 본 연구는 산림청(한국임업진흥원) ‘산림과학기술 연구개발사업(2021359B10-2323-BD01)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

토지기망가를 활용한 사유림 목재생산 임업의 수익성 평가

박기현^{1*}, 주수정¹, Anthony Sinyangwe¹, 한 희^{1,2}(¹서울대학교 농림생물자원학부, ²서울대학교 농업생명과학연구원)

Evaluating Profitability of Timber Production using Soil Expectation Value in Private Forest

Gihyun Park¹, Sujeong Ju¹, Anthony Sinyangwe¹, Hee Han^{1,2}(¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University²Research Institute of Agriculture and Life Science, Seoul National University)

요약: 우리나라는 사유림 면적이 전체 산림 면적의 66%를 차지한다. 따라서 우리나라 산림을 지속 가능하게 관리하기 위해서는 사유림 산주들이 산림경영에 적극적으로 참여하는 것이 중요하다. 본 연구는 사유림의 목재생산을 통해 수익을 창출하여 산주들에게 경제적 유인이 될 수 있는 조건들을 살펴보고자 하였다. 국립산림과학원에서 제시한 「목표 생산재를 위한 숲 가꾸기 지침」을 기준으로 조림부터 최종 수확까지의 전과정을 시뮬레이션하여 다양한 조건에 따른 토지기망가를 분석하였다. 그 결과, 현재의 경영 여건하에서는 조림비 보조와 정책자금을 통한 저금리 지원이 사유림 목재생산 수익성 확보에 중요한 것으로 나타났다. 또한 목재생산의 수익성 향상을 위해서는 목재가격의 변동과 원목거래 방식에 따라 산주들의 유연한 수확시기 조절이 필요함을 확인하였다.

Abstract: The private forests account for 66% of Korea's forest area. In order to manage Korea's forests in a sustainable way, it is important to make private forest owners actively participate in forest management. This study aimed to examine management conditions that can be financial incentives to forest owners by generating profit through timber production in private forests. Pursuant to 「The Forestry Guidelines for Timber Production」 by the National Institute of Forest Science, the whole process from plantation to final harvest was simulated to analyze the soil expectation value according to various management conditions. The study concluded that subsidies for plantation costs and policy funds with a low interest rate are essential under current management conditions to ensure profitability of timber production in private forests. Furthermore, it was determined that in order to improve the profitability of timber production, it was necessary for forest owners to flexibly adjust the timing of final harvest conforming to the fluctuations in timber prices and various types of timber sales.

숲 관리에 따른 산림구조변화가 산불행동에 미치는 영향 모니터링 분석

이선주*, 김성용, 권춘근, 서경원
(국립산림과학원 산불·산사태연구과)

The Effects of Forest Structure Changes on Forest Fire Behavior by Forest Management

Sun Joo Lee*, Sung Yong Kim, Chun Geun Kwon, Kyng Won Seo
(Division of Forest Fire & Landslide, National Institute of Forest Science)

요약: 대형산불이 빈번하게 발생하는 강원 영동지역의 3영급 소나무림 대상으로 숲 관리에 따른 산림구조의 변화가 산불행동에 미치는 영향을 장기 모니터링 분석을 통해 파악하고자 하였다. 모니터링구 대상지는 산불에 취약한 강원 영동지역에 조성된 대형산불 방지 소나무 숲 관리 시험지(강도 40%, 20%, 대조구)로 조성 2년 경과되었다. 본 연구결과, 단면적당 총 산불연료량은 강도 40% 1.69kg/m², 강도 20% 2.53kg/m², 대조구 3.59kg/m² 순으로 숲 관리를 통해 산림 내 탈 수 있는 연료량은 최대 53% 감소하였다. 수관화 전이와 확산을 결정하는 주요 요소인 최대 수관연료 분포 수직적 높이는 솜아베기 이후 2년 동안 강도 40%이 약 2.2m 상향 이동하였고, 강도 20% 1.0m, 대조구 0.7m으로 고강도 처리구일수록 산불의 대형화 위험성이 저감되는 것을 보였다. 관목층 연료량은 고강도 처리구에서 빛 투과량이 많아짐에 따라 솜아베기 1년차 대비 활엽수 관목 연료량 17.6% 이상 증가하여 향후 내화수림대(활엽수) 유도로 수관화 전이 가능성 낮출 수 있는 가능성을 확인하였다. 숲 관리를 통해 산불의 발생을 차단할 순 없으나, 산불의 대형화를 저감시킬 수 있는 방법임을 확인하였으며, 산불행동시뮬레이터(WFDS)를 이용하여 가상공간 내 수관화 확산 방지를 위한 적정 임목 배치 등 다양한 모의실험을 통해 직·간접적인 산불위험성을 평가할 계획이다.

Abstract: The purpose of this study was to identify the effects of changes in forest structure resulting from forest management on forest fire behavior through long-term monitoring. The study site was a large-scale forest fire prevention test site(intensity 40%, 20%, control) created in the Yeongdong area of Gangwon, which is vulnerable to forest fires, and two years have passed since its creation. As a result of this study, the total amount of forest fire fuel load was 1.69kg/m² in intensity 40%, 2.53kg/m² in intensity 20%, and 3.59kg/m² in control. The maximum canopy fuel distribution vertical height, which is the main factor determining crown transition and spread, moved upward by about 2.2m for 40% of the intensity for 2years after thinning, 1.0m for 20% of the intensity, and 0.7m for the control. The amount of shrub layer fuel load increased by more than 17.6% compared to the first year of thinning as the amount of light penetration increased in the high-intensity treatment zone, confirming the possibility of lowering the possibility of crowning transition by inducing fire-resistant forest zones in the future. Forest management cannot block the occurrence of forest fires, but it has been confirmed that it is a method that can reduce the size of forest fires, and plans to evaluate direct and indirect forest fire risks through various simulations using a forest fire behavior simulator(WFDS).

Kyword: forest fire, forest fuel, Forest management