

# 산림경영정보학회

산림정책연구동

산림정책회의실 307호

## 사단법인 산림경영정보학회 정기총회 및 '2017 산림과학 공동학술대회' 일정

### 2월 23일(목)

중식 (산림보전연구동 지하 구내식당)	13:00~14:00
구두 학술연구발표회 (산림정책연구동 산림정책회의실 307호)	14:00~16:10
산림경영정보학회 정기총회 (산림정책연구동 산림정책회의실 307호)	16:30~17:30
공동학술대회 운영위원회의 (산림보전연구동 지하 구내식당)	18:00~18:30
만찬 (산림보전연구동 지하 구내식당)	18:30~20:00

### 2월 24일(금)

'산림과학과 산림정책' 국제심포지엄 (본관 3층 대회의실)	09:30~13:30
-------------------------------------	-------------

<2017년 2월 23일, 산림정책연구동 산림정책회의실 307호>

**좌장 : 박주원 교수 (경북대학교)**

- KSFMI-O1. 고해상도 위성영상과 산림경영정보시스템을 활용한 산림활동 탐지 14:00~14:20  
- 나현섭\*, 임종수, 김철민(국립산림과학원)
- KSFMI-O2. Hot Spot Analysis를 이용한 참나무시들음병 피해목의 14:20~14:40  
공간분포특성 규명  
- 차성은\*, 이우균, 김지원(고려대학교), 최원일(국립산림과학원)
- KSFMI-O3. 매트릭스 기법을 활용한 산림자원변화 모니터링 14:40~15:00  
- 임종수\*, 나현섭(국립산림과학원)
- 휴 식 15:00~15:10

**좌장 : 이영진 교수 (공주대학교)**

- KSFMI-O4. 우리나라 곰솔의 수간곡선식 추정 및 재적표 개발 15:10~15:30  
- 전주현\*, 강진택, 손영모, 임종수(국립산림과학원)
- KSFMI-O5. 지상 레이저스캐너를 이용한 삼나무 고정수확시험지 산림조사 15:30~15:50  
- 강진택\*, 임종수, 손영모, 이선정(국립산림과학원)
- KSFMI-O6. 우리나라 소나무의 지역별 생장특성 및 수관율 추정 15:50~16:10  
- 강진택\*, 손영모, 전주현(국립산림과학원)

---

※ 발표(15분) 및 질의(5분) 시간을 엄수하여 주시기 바랍니다.

## 고해상도 위성영상과 산림경영정보시스템을 활용한 산림활동 탐지

나현섭<sup>1\*</sup>, 임중수<sup>1</sup>, 김철민<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>국립산림과학원 산림산업연구과, <sup>2</sup>국립산림과학원 산림복지연구과)

### Forest Management Activity Detection by Satellite Imagery and Forest Management Information System

Hyun-sup Na<sup>1\*</sup>, Jong-su Yim<sup>1</sup>, Cheol-min Kim<sup>2</sup>

(<sup>1</sup>Division of Forest Industry Research, National Institute of Forest Science,

<sup>2</sup>Division of Forest Welfare, National Institute of Forest Science)

**요약:** 산림활동은 교토의정서에 의거하여 신규조림, 재조림, 산림경영, 식생복구 활동은 감축원, 산림 전용은 배출원으로 인정하고 있어 지속적인 모니터링이 요구되고 있다. 한편, 산림의 분포가 광범위하고 전용지 발생이 불규칙하게 이루어지기 때문에 대면적에 대한 모니터링이 가능한 위성영상의 활용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 연구는 고해상도 위성영상(Rapid-eye)을 활용하여 2010년과 2013년 산림변화 모니터링을 실시하였다. 또한, 분석결과는 산림경영정보시스템을 활용하여 결과를 검증하였다. 1:5,000 수치임상도를 기준으로 감독분류와 무감독분류에 대한 산림면적 정확도를 확인한 결과, 감독분류 약 94%, 무감독분류 약 97%로 무감독분류가 정확도가 더 높았다. 또한, 비산림에서 산림으로 변화한 면적은 약 18.2ha(13개소)이며, 산림에서 비산림으로 변화한 면적은 약 580.6ha(2,776개소)로 나타났다. 산림경영정보시스템으로 변화지역을 확인한 결과, 비산림에서 산림으로 변화된 지역 10개 중 8곳은 조림지역에 대한 이력 확인이 가능하였으며, 산림에서 비산림으로 변화된 지역은 10개 지역 중 3곳에서 형질변경, 7곳에서는 재조림지역으로 확인되었다.

**Abstract:** In accordance with Kyoto Protocol, forest activities are recognized as sinks with A/R(Afforestation/Reforestation), forest management and revegetation, and sources with deforestation. Therefore, consistent monitoring has been needed. Meanwhile, a wide distribution of forest and irregular occurrence of deforestation are one of the motivations to progress studies about the use of satellite imagery which is able to monitor the large area. This study was conducted with monitoring of forest changes in 2010 and 2013 using high-resolution satellite image(Rapid-eye). Also, results of analysis were verified using forest management information system. On the basis of the 1:5,000 digital forest type map, we checked the accuracy of estimated forest areas by supervised classification and unsupervised classification. Supervised classification was about 94%, and unsupervised classification was about 97%, which showed that the accuracy of unsupervised classification was higher. Also, the area changed from non-forest to forest was about 18.2ha (13 sites), and the area from forest to non-forest was about 580.6ha (2,776 sites). With the changed areas investigated using forest management information system, we were able to identify management history about A/R in 8 out of 10 areas changed from non-forest to forest. Among 10 areas changed from forest to non-forest. Deforestation were identified in 3 areas, and reforestation areas were identified from the others.

**keywords:** KP-LULUCF, Forest Activities, Forest Management Information System, RapidEye

## Hot Spot Analysis를 이용한 참나무시들음병 피해목의 공간분포특성 규명

차성은<sup>1</sup>, 이우균<sup>1\*</sup>, 김지원<sup>2</sup>, 최원일<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>고려대학교 환경생태공학과, <sup>2</sup>고려대학교 기후환경학과, <sup>3</sup>국립산림과학원 산림병해충연구과)

### The Identification of Spatial Distribution Characteristics of Oak Wilt Disease using Hot Spot Analysis

Sungeun Cha<sup>1</sup>, Woo-Kyun Lee<sup>1\*</sup>, Jiwon Kim<sup>2</sup>, Won-Il Choi<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University,

<sup>2</sup>Department of Climatic Environment, Korea University,

<sup>3</sup>Division of Forest Insect Pest and Disease, National Institute of Forest Science)

**요약:** 참나무시들음병은 산림전체의 약 25%가 참나무류인 우리나라 산림식생에 큰 피해를 입히고 있다. 본 연구는 2010년부터 참나무시들음병의 피해가 심각하게 증가했다고 추정되는 북한산의 시계열 항공사진(2009년, 2010년, 2012년)을 보정하여, 실제 피해목의 GPS 좌표를 기반으로 감독분류기법(supervised classification)을 이용해 피해목을 분류하였고 지형적 특성에 따른 범위를 설정하여 전체 피해목 대비 해당 범위 내 피해목의 분포를 통계적으로 파악하였다. 또한, ripley's K function와 hot spot analysis를 통해 군집성을 분석하였다. 이 결과 지형적 특성에 따른 분포는 고도 200-400m에서 약 68%, 경사 20-30°에서 약 51%, 사면은 동, 남동, 남사면에서 약 58% 분포하는 것으로 나타났다. 군집성 분석 결과, 2009년에 항공사진의 동쪽에 작게 나타났던 hot spot이 2010년에는 동남쪽으로 더 넓게 확산되었으며, 2012년에는 북동쪽과 남서쪽에 나타났다. 이를 통해 지형적 특성에 의해 hot spot이 군집하여 이동하는 경향이 있다고 추정할 수 있다. 본 연구의 결과는 참나무시들음병의 이동경로 예측의 기초자료로 이용될 수 있으며, 향후 병해충 피해의 사전 방제 및 시스템 구축에 사용될 수 있다.

**Abstract:** In the case of oak wilt disease, it has a great damage to the forest vegetation of the oak forest, which is approximately 25% of the whole forest in Korea. In this research, we have calibrated the time series aerial photographs (2009, 2010, 2012) of Bukhan Mountain, whose damage of oak wilt has seriously increased since 2010, and we used the supervised classification to classify the damaged tree based on the GPS coordinates of the actual damaged trees. The distribution of damaged trees within the range of total damage was statistically determined by setting the range according to geographical characteristics. Also, the cluster analysis was analyzed by ripley's K function and hot spot analysis. As a result, the tree damage was concentrated in 200-400m altitude, 20-30 degrees slope, and south, southeast, east aspects. The damage percentage from total damaged tree was respectively 68%, 51%, and 58% to the three geographical indicators. As a consequence of the cluster analysis, the hot spots which appeared small in 2009 in the east of the aerial photographs, spread more widely in 2010 to the southeast and northeast and southwest, and in 2012. they appeared in northeast and southwest. It can be assumed that the hot spot tends to cluster and move due to geographical indicators. The results of this research can be used as a basic data for predicting the migration route of oak wilt disease and for the future prevention and system construction of pest damage.

**Keyword:** Oak wilt disease, Aerial photographs, Geographical indicators, Hot spot analysis

**사사:** 본 연구는 2016년도 국립산림과학원의 위성영상을 이용한 참나무시들음병 발생분포 및 확산 관여 인자 규명 사업의 지원에 의해 이루어진 것임.

## 매트릭스 기법을 활용한 산림자원변화 모니터링

임종수\*, 나현섭  
(국립산림과학원 산림산업연구과)

### Forest Resources Change Assessment by Matrix Technique

Jong Su Yim\*, Hyun-sup Na  
(Division of Forest Industry Research, National Institute of Forest Science)

**요약:** 산림자원의 현황 파악 및 시간경과에 따른 변화를 모니터링하기 위하여 많은 국가에서 국가산림자원조사가 수행되고 있다. 우리나라에서는 제5차 국가산림자원조사(NFI5, 2006~2010)부터 계통추출법에 의해 표본을 배치하고 고정표본점을 설치하여 현지조사를 수행하였으며, 제6차 국가산림자원조사(NFI6, 2011~2015)에서는 NFI5에서 배치된 고정표본점의 재조사를 수행하였다. 본 연구에서는 이러한 고정표본점에서 수집된 자료를 분석하기 위한 방법으로 IPCC 지침에서 토지이용, 토지이용변화 및 임업(LULUCF)부문에서 요구되는 토지이용변화 매트릭스를 활용하여 토지이용구분뿐만 아니라 산림자원변화 모니터링에서의 활용방안을 모색하고자 하였다. 충청북도 침엽수림의 경우, 시간경과에 따라 122개 표본점에서 120개로 감소하였으나, 매트릭스로 분석한 결과 100개 표본점은 침엽수림에서 침엽수림으로 유지되고, 20개 표본점은 활엽수림(4개) 및 혼효림(16개)에서 침엽수림으로 변화하였으며, 침엽수림 중에서 22개 표본점은 활엽수림(1개)과 혼효림(21개)로 변화한 것으로 파악되었다. 이러한 매트릭스 기법에 의한 자료분석은 각 그룹간의 변화를 쉽게 파악할 수 있으며, 이상치에 대한 확인 및 해석에 큰 장점을 갖고 있다. 특히 토지이용변화, 임상 및 수종변화, 영급변화 등의 이산형태의 자료분석 및 해석에 유효한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

**Abstract:** National Forest Inventories(NFIs) in most counties have been conducted to forest resources assessment and monitoring over time. In South Korea, permanent sample plots(PSPs) with a 4km grid for the 5<sup>th</sup> NFI(2006~2010) were established and surveyed. In 6<sup>th</sup> NFI(2011~2015), field survey was remeasured at the PSPs. The objective of this study is to analysis forest resources changes over time with remeasured NFI data. In this study, a matrix technique(or cross-validation) which is suggested to monitor land-use change for GHG inventory was used to assess forest resources changes, in particular, forest strata(forest cover type, dominant tree species class, age class, etc.). In the case study of Chungcheongbuk-do, the number of samples for conifer forest was reduced from 122 to 120 samples. The samples for remaining conifer forest, however, was only 100 samples. With the matrix table, the 20 samples were converted from non-conifer(4 samples) and mixed forest(16 samples), respectively. The matrix table for forest strata changes over time could provide much more detailed information

**keywords:** National Forest Inventory, Forest Strata, Monitoring, Permanent Sample Plots, Matrix

## 우리나라 곰솔의 수간곡선식 추정 및 재적표 개발

전주현, 강진택\*, 손영모, 임종수  
(국립산림과학원 산림산업연구과)

### Estimation of Tree Stem Curve and Stem Volume Table on *Pinus Thunbergii* in Korea

Juhyeon Jeon, Jin-Taek Kang\*, Yeung-Mo Son, Jongsu Lim  
(Division of Forest industry Research, National Institute of Forest Science)

**요약:** 본 연구는 국유림관리소를 통해 구축된 전국의 성장정보자료를 활용하여 지역적 성장특성을 반영한 재적표 조제를 위하여 수행되었다. 현재 사용되는 재적표는 전국 공용의 수종별 단일재적표로 임목재적 산정 시 임목생장이 좋거나 불량한 특정 지역에 적용하였을 때 과대치 혹은 과소치가 발생할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 침엽수 대표 수종으로 곰솔(해송)을 대상으로 수간곡선식을 추정하고 임분재적표를 조제하게 되었다. 재적추정은 수간곡선추정에 가장 적합한 모델인 Kozak 모형을 이용하였으며, 해안에 주로 분포한 곰솔의 특성에 따라 동, 서, 남으로 해안지역을 재분류하여 지역별 재적표를 만든 후, 다중분산분석(Duncan test)을 통하여 지역별 차이를 비교하였다. 본 연구에서 조제한 재적표 평균값은 기존 재적표 평균값에 비해 전반적으로 낮은 것으로 나타났으며, 3개의 지역 그룹 간에는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

**Abstract:** This study was conducted to construct local stem volume tables reflecting growth characteristics based on inventory data from forest management offices of the country. Currently used stem volume tables are the single stem volume tables for each species. Because of that, when estimating tree volume, over-values or under-values can be caused with specific regions which show good or bad tree growth.

In this study, therefore, we estimated local tree stem curves for *Pinus thunbergii* as the representative species of coniferous tree and then constructed stem volume tables. Kozak model, which is the most suitable for estimating tree stem curves was used for volume estimation. We reclassified the coastal areas as West, East, and South according to characteristics of *Pinus thunbergii* mainly found nearby seashore and then we made stem volume tables for each area. After that, we analyzed those through Duncan test and compared the differences. The results of this study showed that average values of stem volume tables are smaller than existing one in general, and there were no significant differences among 3 area groups.

**keywords:** *Pinus thunbergii*, Stem volume table, Kozak model, Stem taper equation, Duncan test.

## 지상 레이저스캐너를 이용한 삼나무 고정수확시험지 산림조사

강진택\*, 임종수, 손영모, 이선정  
(국립산림과학원 산림산업연구과)

## Forest Survey of Permanent Yield Plots by Terrestrial Laser Scanner in *Cryptomeria japonica*

Jin-Taek Kang\*, Jong-Su Yim, Yeong-Mo Son, Sun-Jeoung Lee  
(Division of Forest industry Research, National Institute of Forest Science)

**요약:** 본 연구는 산림조사의 정확성과 신속성 향상을 통한 조사 자료 품질 개선을 위하여 지상레이저 스캐너 장비의 적용성 검정을 수행하였다. 국립산림과학원에는 1973년에 식재되어 지속적으로 조사·모니터링하고 있는 제주 삼나무 고정수확시험지(40x50m, 0.2ha) 4개 조사구에서 지상스캐너를 이용하여 삼나무의 수고와 흉고직경을 측정하였으며, VertexII 측고기를 이용하여 측정한 수고값과 비교하고 정확성을 검증하였다. 조사대상지인 고정수확시험지의 임황은 평균임령 43년, 평균수고 17.8m, 평균 흉고직경 29.0cm, 평균 본수 193본, 수관울폐율 95%인 조림지이다. 분석결과 지상스캐너와 VertexII 측고기를 이용한 삼나무의 수고값의 상관은  $y = 13.352\ln(x) - 21.23$  ( $R^2=0.9053$ )로 나타났으며, 지상스캐너와 직경테이프를 이용한 흉고직경 측정값의 비교에 있어서는  $y = 0.9611x + 1.1349$  ( $R^2=0.9586$ )로 나타났다. 본 연구에 있어 지상스캐너와 직경테이프를 이용한 흉고직경 측정값의 차이는 0.3cm로 거의 없는 것으로 나타났으며, 지상스캐너와 VertexII 측고기에 의한 수고 측정값에 있어서도 평균 0.5m로 향후 산림조사 현장에 있어 적용 가능성이 매우 높은 것으로 사료된다.

**Abstract:** The study was carried out to verify application of terrestrial laser scanner for improving quality of forest survey data by enhancing its accuracy and immediacy. For 4 plots of *Cryptomeria japonica* permanent yield plots(40m x 50m, 0.2ha) planted 1973 years in Jeju which have been surveying and monitoring from National Institute of Forest Science, tree height and DBH were measured using terrestrial laser scanner and then compared with height values measured by VertexII (hypsometer) to verify the accuracy. The study site with permanent yield plots, which is the study site, is the plantation with average age of 43, average height of 17.8m, average DBH of 29.0cm, average number of trees of 193, and tree crown cover of 95%. Results of analysis showed that the corelation between height values of *C. japonica* by laser scanner and VertexII(hypsometer) was  $y = 13.352\ln(x) - 21.23$  ( $R^2=0.9053$ ), and the comparison of DBH values measured by laser scanner and diameter tapes was  $y = 0.9611x + 1.1349$  ( $R^2=0.9586$ ). Differences of DBH measurement values by terrestrial laser scanner and diameter tape had a little or no differences with actual values of 0.3cm and differences of height values between terrestrial laser scanner and VertexII (hypsometer) were also 0.5m at average in this study, therefore, it is considered that there is a high possibility of application for future forest inventory in the field.

**keywords:** Terrestrial laser scanner, forest survey, permanent yield plots, VertexII, DBH, tree crown cove



## 우리나라 소나무의 지역별 성장특성 및 수관율 추정

강진택\*, 손영모, 전주현  
(국립산림과학원 산림산업연구과)

### Growth Characteristics and Estimation of Crown Ratio by Region on *Pinus densiflora* in South Korea

Jin-Taek Kang\*, Yeung-Mo Son, Ju-hyeon Jeon  
(Division of Forest industry Research, National Institute of Forest Science)

**요약:** 본 연구는 소나무의 지역별 생육특성을 구명하기 위하여 지역별 성장특성 및 수관율을 분석하였다. 전국 27개 관리소 권역별, 경급별 소나무 2,333본을 별채하여 수고, 직경 및 지하고 등 개체목의 성장특성을 조사하였다. 전국 소나무의 경급별 평균 흉고직경(cm) 및 수고(m)는 치수(6.0cm 이하)  $5.1\text{cm} \pm 0.6(3.6 \sim 5.9)$ ,  $5.0\text{m} \pm 0.5(3.7 \sim 6.2)$ , 소경목(6.0~17.0cm)  $14.3\text{cm} \pm 2.4(8.0 \sim 17.9)$ ,  $12.8\text{m} \pm 1.9(7.5 \sim 17.8)$ , 중경목(19.0~30.0cm)  $23.4\text{cm} \pm 3.1(18.0 \sim 29.7)$ ,  $16.1\text{m} \pm 2.0(10.9 \sim 21.9)$ , 대경목(30.0cm 이상)  $33.7\text{cm} \pm 3.1(30.0 \sim 45.9)$ ,  $18.2\text{m} \pm 2.0(13.8 \sim 23.6)$ 로 나타났으며, 대체적으로 강원, 경북지방의 소나무 생장이 우수한 것으로 나타났다. 소나무의 수관율(%)은 강원지방 소나무가 평균  $39.6 \pm 6.0(29.7 \sim 45.5)$ , 중부지방 소나무가  $46.5 \pm 6.9(32.0 \sim 56.3)$ , 전국 평균  $43.2 \pm 7.2(27.9 \sim 56.3)$ 로 나타났으며, 강원지방 소나무가 평균 6.9% 수관율이 낮은 것으로 나타났다. 지역별로는 양구 27.9%, 영월 29.7%, 단양 32.0% 순으로 낮은 수관율을 보였다. 수관율은 임목의 형수 및 이용재적과 밀접한 관련이 있는 인자이기 때문에 산림경영에 있어서는 중요한 인자로 고려되어야 할 것으로 사료된다.

**Abstract:** This study was carried out to find growth characteristics on *Pinus densiflora* for each region by analyzing growth characteristics and the crown ratio by region in South Korea. We felled 2,333 trees of *P. densiflora* by region and DBH class in the 27 forest management offices throughout the country and then investigated those growth characteristics such as height, diameter and clear-length. Average DBH(cm) and height(m) of *P. densiflora* by DBH class over the country were  $5.1\text{cm} \pm 0.6(3.6 \sim 5.9)$ ,  $5.0\text{m} \pm 0.5(3.7 \sim 6.2)$  with young trees of diameter DBH class (below 6.0 cm),  $14.3\text{cm} \pm 2.4(8.0 \sim 17.9)$ ,  $12.8\text{m} \pm 1.9(7.5 \sim 17.8)$  with small trees of DBH class(6.0~17.0cm),  $23.4\text{cm} \pm 3.1(18.0 \sim 29.7)$ ,  $16.1\text{cm} \pm 2.0(10.9 \sim 21.9)$  with middle trees of DBH class(19.0~30.0cm), and  $33.7\text{cm} \pm 3.1(30.0 \sim 45.9)$ ,  $18.2\text{m} \pm 2.0(13.8 \sim 23.6)$  with big trees of DBH class(30cm over). Overall, growth of *P. densiflora* in Gangwon and Gyeongbuk was shown to be good. The crown ratio(%) of *P. densiflora* was  $39.6\% \pm 6.0(29.7 \sim 45.5)$  in Gangwon district, and  $46.5\% \pm 6.9(32.0 \sim 56.3)$  in the central district on average and  $43.2\% \pm 7.2(27.9 \sim 56.3)$  on national average, which means that the crown rate of *P. densiflora* in Gangwon is 6.9% lower on average. The crown ratio by each region was lower in order of 28.5% in Yanggu, 44.4% in Danyang, and 46.1% in Chungju. The crown ratio is closely related with tree form factor and merchantable tree volume, so it has to be considered as an important factor in forest management.

**keywords:** growth characteristics, forest management offices, crown ratio, tree form factor, merchantable tree volume

학술연구논문 포스터발표

<2017년 2월 23일, 산림보전연구동 1층>

- KSFMI-P1. 사유림내에 분포하는 참나무류 6수종에 대한 성장량 패턴 비교분석  
- 이선주\*, 정재우, Nova Doyog, 박찬민, 장용환, 이영진(공주대학교)
- KSFMI-P2. 잣나무 인공림의 Allometry변화에 관한 연구  
- 서영완\*(강원대학교 산림과학연구소), 이대성, 최정기(강원대학교)
- KSFMI-P3. 수간석해에 의한 잣나무, 소나무 및 낙엽송의 성장비교에 관한 연구  
- 서영완\*(강원대학교 산림과학연구소), 이대성, 최정기(강원대학교)
- KSFMI-P4. 국가산림자원조사 자료를 이용한 굴참나무의 성장특성  
- 고은진\*, 최고미, 조화택(산림조합중앙회), 김찬희(산림청), 정동준(산림조합중앙회)
- KSFMI-P5. 국가산림자원조사 자료를 이용한 잣나무의 성장모델 추정  
- 최고미\*, 고은진, 조화택(산림조합중앙회), 김찬희(산림청), 정동준(산림조합중앙회)
- KSFMI-P6. 산림통합관리권역별 소나무림의 성장특성평가  
- 김동혁\*, 박지민, 김기순, 조화택(산림조합중앙회), 김현준(고려대학교 BK21)
- KSFMI-P7. 자작나무 생육상태 평가를 위한 지위지수 추정  
- 김동혁\*, 박지민, 김기순, 조화택(산림조합중앙회), 김현준(고려대학교 BK21)
- KSFMI-P8. 기후변화에 따른 소나무의 연륜성장변화 예측  
- 문나현\*, 문가현(국민대학교), 임종환, 박고은(국립산림과학원), 신만용(국민대학교)
- KSFMI-P9. MEDALUS 방법론을 이용한 튀니지 지역 사막화 모니터링 및 민감성 평가  
- 송철호\*, 이우균, 김나희, 박은빈(고려대학교)
- KSFMI-P10. 다중시기 위성영상을 이용한 민북지역의 토지피복 변화탐지 및 특성분석  
- 박진우\*, 이정수(강원대학교)
- KSFMI-P11. 확률밀도함수를 이용한 토지피복 변화예측  
- 박진우\*, 이정수(강원대학교)
- KSFMI-P12. 전라도 지역 소나무에 대한 지위지수 곡선 개발  
- 박희정\*, 박세익, 이상현(전북대학교)

## 사유림에 분포하는 참나무류 주요수종에 대한 성장패턴 비교분석

이선주\*, 정재우, Nova Doyog, 박찬민, 장용환, 이영진  
(공주대학교 산림자원학과)

### Comparative Analysis of Growth Patterns for major *Quercus* Species in Private Forests

Sun Joo Lee\*, Jae Woo Jung, Nova Doyog, Young Jin Lee  
(Department of Forest Resources, Kongju National University)

**요약:** 본 연구의 목적은 전국 사유림에 분포하는 참나무류 주요수종을 대상으로 전반적인 성장패턴을 비교분석하고자 하였다. 참나무류 6수종의 성장특성을 분석한 결과, 평균 임령이 30.8년~35.2년, 흉고직경 14.25cm~17.93cm, 수고 9.93m~12.42m, 연년반경성장량은 1.38mm/yr~1.57mm/yr으로 나타났다. 참나무류 6수종 중 상수리나무가 수고생장이 가장 높았으며, 특히 상수리나무의 경우 연령 20년 후로 수고 생장이 높아지는 성장패턴이 나타났다. 결정계수(F.I.)의 값은 92.4%~94.2%로 높은 설명력을 나타냈다. 추정된 수고생장곡선에 의해 지위지수곡선을 작성하였다. 본 연구에서 제시된 수고 및 지위지수 추정식은 사유림에 분포되어있는 참나무류 수종의 효율적인 관리방안을 위한 기초 자료로 제시해 줄 것으로 사료된다.

**Abstract:** This study was conducted to analyze growth patterns for major *Quercus* Species in private forest using the National Forest Inventory. According to the results, average stand age of *Quercus* Species is 30.8 years~35.2 years. mean diameter breast height ranged in 14.25cm~17.93cm, mean tree height ranged in 9.93m~12.42m, annual diameter growth ranged in 1.38mm/yr~1.57mm/yr. Among the six trees of the *Quercus* species, the *Quercus acutissima* showed the best height growth pattern. Specially, In the case of *Quercus acutissima* showed a pattern of increasing growth in height after 20 years. The fitness index of height growth model was about 92.4%~94.2%. Site index curves were presented base on this hight prediction equation. The results of this study could be very useful to understand the height growth patterns of *Quercus* species grown private forests in whole country.

**사사:** 본 연구는 산림청의 지원에 의한 산림 신(新)소득 생산기반 고도화(과제번호: S211416L010140) 연구 결과의 일부입니다.

## 잣나무 인공림의 Allometry 변화에 관한 연구

서영완<sup>1</sup>, 이대성<sup>2</sup>, 최정기<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>강원대학교 산림과학연구소, <sup>2</sup>강원대학교 산림경영학과)

### A Study on Allometry Change of Korean White Pine (*Pinus Koraiensis*) Plantation

Yeong-Wan Seo<sup>1</sup>, Dae-Sung Lee<sup>2</sup>, Jung-Kee Choi<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>Institute of Forest Science, Kangwon National University,  
<sup>2</sup>Department of Forest Management, College of Forest and Environmental Sciences,  
Kangwon National University)

**요약:** 본 연구는 잣나무 인공림의 임령에 따른 수고, 직경, 흉고단면적 및 수관폭의 성장변화와 Allometry 변화를 파악하기 위하여 수행되었다. 연구대상지는 강원대학교 학술림에 설치된 2개의 표준지로서 제1 표준지는 1972년, 제2 표준지는 1976년에 조립되었으며, 입목조사는 1981년, 1984년, 1988년, 1991년, 1994년, 1997년, 2010년, 2015년에 걸쳐 총 8회 수행되었다. 흉고직경의 연년평균성장량을 분석한 결과 제1 표준지는 25년생에서 그리고 제2 표준지는 20년생에서 각각 0.6cm와 0.7cm로, 수고의 연년평균성장량은 같은 연령에서 0.4m와 0.5m로 가장 높게 나타났으며, 이후 서서히 감소하는 경향을 보였다. 수관폭의 연년평균성장량은 제1 표준지는 12년생에서 그리고 제2 표준지는 10년생에서 각각 0.2m와 0.3m로 가장 높게 나타났으며, 이후 서서히 감소하는 경향을 보였다. 반면에 흉고단면적의 연년평균성장량은 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 임령에 따른 직경과 수고의 상관관계를 분석한 결과 임령이 증가할수록 상관관계가 감소하는 것으로 나타났다. 한편, 직경과 수관폭의 상관계수는 임령에 상관없이 비교적 높은 상관관계를 보이는 반면, 수고와 수관폭의 상관계수는 임령이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다.

**Abstract:** This study was carried out to analyze growth changes of DBH, basal area, crown width and allometry. The study area is two permanent plots, with the size of 50m x 50m, of Korea white pine plantation in research forest of Kangwon National University. Plot 1 was planted in 1972 and plot 2 in 1976 and the measurements of trees repeated 8 times: 1981, 1984, 1988, 1991, 1994, 1997, 2010 and 2015. Mean annual increment(MAI) of DBH were culminated to 0.6cm at age 25 in plot 1 and to 0.7cm at age 20 in plot 2 and MAIs of height at the same ages were culminated to 0.4m and 0.5m of plot 1 and 2. MAIs of DBH and height decreased slowly after the ages. Maximum MAIs of crown width were 0.2m at age 12 in plot 1 and 0.3m at age 10, while MAIs of basal area per hacter tended to steadily increase. Corelation between DBH and height tended to decrease as trees age. Corelation between DBH and crown width by tree age was steady at high level, but corelation between height and crown width tended to decrease.

**사사:** 본 연구는 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2016R1D1A1B02011648).

## 수간석해에 의한 잣나무, 소나무 및 낙엽송의 성장비교에 관한 연구

서영완<sup>1</sup>, 이대성<sup>2</sup>, 최정기<sup>2</sup>  
 (<sup>1</sup>강원대학교 산림과학연구소, <sup>2</sup>강원대학교 산림경영학과)

Comparing Growth Patterns of *Pinus koraiensis*, *Pinus densiflora* and *Larix kaempferi* by Stem Analysis

Yeong-Wan Seo<sup>1\*</sup>, Dae-Sung Lee<sup>2</sup>, Jung-Kee Choi<sup>2</sup>  
 (<sup>1</sup>Institute of Forest Science, Kangwon National University,  
<sup>2</sup>Department of Forest Management, College of Forest and Environmental Sciences,  
 Kangwon National University)

**요약:** 본 연구는 우리나라의 주요 조림수종인 소나무, 잣나무 그리고 낙엽송을 대상으로 임령에 따른 수고, 직경, 재적 및 수피의 성장패턴을 분석하기 위하여 수행되었다. 연구대상지역은 강원도 북부지역(양구, 인제, 춘천, 화천, 홍천)과 동부지역(강릉, 양양, 영월, 정선, 평창, 태백) 그리고 경상북도 북부지역(봉화, 영주, 영양, 울진) 지역으로서, 각 지역의 우세목을 대상으로 소나무 38그루, 잣나무 46그루, 낙엽송 45그루를 수간석해하였다. 수간석해 결과 평균임령은 소나무 47년생, 잣나무 40년생, 낙엽송 38년생으로, 평균직경은 소나무 30.5cm, 잣나무 29.9cm, 낙엽송 27.6cm로, 평균수고는 소나무 17.4m, 잣나무 17.3m, 낙엽송 22.6m로, 평균재적은 소나무 0.6634m<sup>3</sup>, 잣나무 0.6939m<sup>3</sup>, 낙엽송 0.7498m<sup>3</sup>로 나타났다. 임령에 따른 직경생장을 비교한 결과 잣나무와 낙엽송의 직경생장은 별다른 차이를 보이지 않는 반면, 소나무의 직경생장은 잣나무와 낙엽송의 직경생장보다 작게 나타났다. 반면, 임령에 따른 수고생장의 경우 낙엽송>잣나무>소나무 순으로 나타났으며, 재적생장 또한 낙엽송>잣나무>소나무 순으로 나타났다. 한편 상대수고에 따른 수피두께와 수피재적은 상대수고 0.15~0.25까지는 소나무>낙엽송>잣나무 순으로 나타난 반면, 그 이후로는 낙엽송>잣나무>소나무 순으로 나타났다.

**Abstract:** The study was conducted to compare the growth pattern of height, DBH, volume and bark of *Pinus koraiensis*, *Pinus densiflora* and *Larix kaempferi*. The study areas are the northern region (Yanggu, Inje, Chuncheon, Hwacheon and Hongcheon) and the eastern region (Gangneung, Yangyang, Yeongweol, Jeongseon, Pyeongchang and Taebaek) of Gangwon-do and the northern region (Bonghwa, Yeongju, Yeongyang and Uljin) of Gyeongsangbuk-do in South Korea. One dominant tree from each of 38 sites for *Pinus densiflora* (*Pd*), 46 sites for *Pinus koraiensis* (*Pk*), and 45 sites of *Larix kaempferi* (*Lk*) was stemmed and analyzed for the study. The mean ages of *Pd*, *Pk* and *Lk* were 47, 40 and 38 years respectively. The mean dbhs were 30.5cm, 29.9cm, 27.6cm, mean height 17.4m, 17.3m, 22.6m and mean volumes 0.6634m<sup>3</sup>, 0.6939m<sup>3</sup>, 0.7498m<sup>3</sup> separately. While the mean DBH growths of *Pk* and *Lk* showed no difference as the trees age, but the one of *Pd* was lower than the those of *Pk* and *Lk*. The mean height and volume growths were found to be *Lk*>*Pk*>*Pd*. The bark thickness and volume by relative height were *Pd*>*Lk*>*Pk* until the relative height reached to 0.15~0.25, but those were *Lk*>*Pk*>*Pd* after that.

**사사:** 본 연구는 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2016R1D1A1B02011648).

## 국가산림자원조사 자료를 이용한 굴참나무의 성장특성

고은진<sup>1</sup>, 최고미<sup>1</sup>, 조화택<sup>1</sup>, 김찬희<sup>2</sup>, 정동준<sup>1\*</sup>  
 (¹산림조합중앙회 산림자원조사본부, ²산림청 정보통계담당관실)

### Growth Characteristics of *Quercus variabilis* by National Forest Inventory Data in Korea

Eun-Jin Ko<sup>1</sup>, Go-Mi Choi<sup>1</sup>, Whoa-Taek Cho<sup>1</sup>,  
 Chan-Hoe Kim<sup>2</sup>, Dong-Jun Chung<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>Forest Inventory Center, National Forestry Cooperative Federation,  
<sup>2</sup>Information and Statistics Division, Korea Forest Service)

**요약:** 본 연구는 국가산림자원조사를 활용하여 주요 참나무 중 굴참나무를 대상으로 수고-흉고직경 곡선, 직경 및 수고 성장곡선 추정을 위한 최적 모델 선정을 목적으로 한다. 분석에 사용한 자료는 국가산림자원조사에서 수집된 굴참나무 6,461본이다. 굴참나무의 평균연년성장량 분석 결과 평균(최소~최대)값이 2.1(0.7~4.6)mm/year이었으며, 흉고직경은 평균(최소~최대)값이 16.2(6.0~42.0)cm로 대부분이 소경급에 분포하였으며, 수고는 11.6(2.3~25.2)m로 평균값을 중심으로 고루 분포하고 있었다. 분석은 SAS의 Proc nlin 구문을 이용하였다. 분석 결과 모든 모델이 유의수준 5%에서 추정되었다. 수고-흉고직경 추정 결과 모델별 흉고직경에 따른 수고의 성장 경향은 비슷하였으며, Freese 모델이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 직경생장을 추정한 결과 30년까지 급격한 성장을 보이다가 이후 직경이 꾸준하게 증가하는 경향을 보였으며, Weibull 모델이 가장 적합하였다. 수고생장을 추정한 결과 Chapman-richards 모델이 가장 적합하였다. 수고생장은 20년까지 급격한 수고성장 경향을 보이다가, 50년 이후 완만한 성장을 보였다. 본 연구의 결과는 향후 산림정책 수립을 위한 기초 자료로 활용될 것으로 기대한다.

**Abstract:** This study aimed to estimate the Height-DBH curve, diameter growth curve and height growth curve for *Quercus variabilis* by National Forest Inventory Data in Korea. In this study, 6,461 tree samples of *Quercus variabilis* were used to estimate the curves. The mean annual increment (min-max) value of *Quercus variabilis* was 2.1 (0.7 to 4.6)mm/year. The Aaverage (min-max) value of DBH was 16.2(6.0 to 42.0)cm, most of the trees were distributed in small class. and the Height was equally distributed around the average value 11.6 (2.3 to 25.2)m. And the coefficients of regression models were estimated by nonlinear regression analysis with SAS. The significance level of analysis was verified as 5%. The results of Height-DBH curve were similar trends each model and the Freese model was most suited. The results of diameter growth curve ware the diameter showed a steady increase after showing a rapid growth until 30 years. And the Weibull model was most suited. The results of height growth curve ware the Chapman-richards model was most suited. The growth trend was fast before 20 years and the slow after 50 years by the height growth curve. The results of this study are expected to be used as basic data for establishing future forest policies.

**사사:** 본 연구는 산림청 성장목편 통합 DB구축(2008~2013)의 연구결과임.

## 국가산림자원조사 자료를 이용한 잣나무의 성장모델 추정

최고미<sup>1</sup>, 고은진<sup>1</sup>, 조화택<sup>1</sup>, 김찬희<sup>2</sup>, 정동준<sup>1\*</sup>  
(<sup>1</sup>산림조합중앙회 산림자원조사본부, <sup>2</sup>산림청 정보통계담당관실)

### Estimation of Growth models for *Pinus koraiensis* by National Forest Inventory Data in Korea

Go-Mi Choi<sup>1</sup>, Eun-Jin Ko<sup>1</sup>, Whoa-Taek Cho<sup>1</sup>,  
Chan-Hoe Kim<sup>2</sup>, Dong-Jun Chung<sup>1\*</sup>

(<sup>1</sup>Forest Inventory Center, National Forestry Cooperative Federation,  
<sup>2</sup>Information and Statistics Division, Korea Forest Service)

**요약:** 본 연구는 국가산림자원조사를 활용하여 잣나무의 수고-흉고직경곡선, 직경 및 수고 성장곡선 추정을 위한 최적 모델 선정을 목적으로 한다. 분석에 사용한 자료는 국가산림자원조사에서 수집된 잣나무 1,632본이다. SAS의 Proc nlin 구문을 이용하여 분석하였으며, 분석 결과는 모든 모델이 유의 수준 5%에서 추정되었다. 수고-흉고직경 추정 결과 Prodan 모델이 가장 적합한 것으로 판단되었다. 직경생장을 추정한 결과 수령이 지남에 따라 직경이 꾸준하게 증가하는 경향을 보였으며, Weibull 모델이 가장 적합하였다. 수고생장을 추정한 결과 Weibull 모델이 가장 적합하였다. 잣나무의 수고생장은 40년까지 급격한 성장을 보이다가 이후 성장량이 감소하였다. 본 연구의 잣나무의 성장곡선 추정은 향후 잣나무의 적지분포 등 임업경영 및 연구기초자료로서 용이한 활용이 가능할 것으로 기대한다.

**Abstract:** The purpose of this study is to select the optimal model for the estimation of the Height-DBH curve, diameter growth curve and height growth curve for *Pinus koraiensis* by National Forest Inventory Data in Korea. In this study, 1,632 tree core samples of *Pinus koraiensis* were used to estimate the curves. And the coefficients of regression models were estimated by nonlinear regression analysis with SAS. The significance level of analysis was verified as 5%. The results of Height-DBH curve were similar trends each ecoprovinces and the Prodan model was most suited. The results of diameter growth curve was the diameter was increased steadily with age. And the Weibull model was most suited. The results of height growth curve was the Weibull model was most suited. The growth trend was fast before 40 years and then decreased by the height growth curve. It is expected that the estimation of the growth curve for *Pinus koraiensis* in this study will be easy to use as basic data for forest management and research such as the distribution of pine trees in the future.

**사사:** 본 연구는 산림청 성장목편 통합 DB구축(2008~2013)의 연구결과임.

## 산림통합관리권역별 소나무림의 성장특성평가

김동혁<sup>1\*</sup>, 박지민<sup>1</sup>, 김기순<sup>1</sup>, 조화택<sup>1</sup>, 김현준<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>산림조합중앙회 산림자원조사본부, <sup>2</sup>고려대학교 BK21)

### Evaluating Properties for *Pinus densiflora* stands by Different Ecoprovinces in Korea

Dong-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Ji-Min Park<sup>1</sup>, Ki-Sun Kim<sup>1</sup>, Whoe-Taek Cho<sup>1</sup>, Hyun-Jun Kim<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>Forest Inventory Center, National Forestry Cooperative Federation,  
<sup>2</sup>BK21 Plus Eco-Leader Education center, Korea University)

**요약:** 지역별로 소나무림의 생산력을 추정하기 위한 연구는 다양한 형태로 수행되어 왔는데, 가장 일반적인 방법은 지위지수를 이용하는 것이다. 지위지수는 임지의 지력 뿐만 아니라 수종별 임목 성장량도 함께 추정할 수 있다. 하지만 소나무의 지역적인 특성 구명을 위하여 임분구조와 성장특성을 비교하여 지역적인 차이를 구명하는 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 국가단위의 산림조사 정보를 이용하여 소나무림을 산림통합관리권역별로 구분하여 지위지수를 추정하였다. 소나무림의 지위지수를 추정한 결과 10에서 14범위를 나타내었다. 본 연구는 소나무림 관리를 위한 기초 정보를 제공할 것으로 판단된다.

**Abstract:** Site index curves are appropriate for estimating site productivity where age is close to the base age. Site index studies for *Pinus densiflora* have shown that height-curve shape varies with site quality. The objectives of this study were to estimate site quality and derive site index to evaluate growth volume by different ecoprovinces of Korea. Site index classification and curves for *Pinus densiflora* of Korea were induced with the SI range from 10 to 14. The results obtained from the this study provide useful information about the forest management for *Pinus densiflora* stands in Korea.



## 자작나무 생육상태 평가를 위한 지위지수 추정

김동혁<sup>1\*</sup>, 박지민<sup>1</sup>, 김기순<sup>1</sup>, 조화택<sup>1</sup>, 김현준<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>산림조합중앙회 산림자원조사본부, <sup>2</sup>고려대학교 BK21)

### Estimating Site Index for Evaluating Growth Status of *Betula platyphy* in Korea

Dong-Hyuk Kim<sup>1</sup>, Ji-Min Park<sup>1</sup>, Ki-Sun Kim<sup>1</sup>, Whoe-Taek Cho<sup>1</sup>, Hyun-Jun Kim<sup>2</sup>  
(<sup>1</sup>Forest Inventory Center, National Forestry Cooperative Federation,  
<sup>2</sup>BK21 Plus Eco-Leader Education center, Korea University)

**요약:** 지위지수는 임지의 생산력을 나타내기 위해 가장 유용하게 이용하는 지표로써 어느 특정 연령에서의 우세목 또는 준우세목의 평균 수고를 의미한다. 특히, 동령림의 조림지를 평가하기 위해 지위지수를 추정하는 것은 합리적 산림 경영의 필수조건이다. 본 연구에서는 중부지역의 국유림에 조림된 자작나무를 중심으로 생육상태를 평가하기 위하여 지위지수를 추정하였다. 기준 임령 30년 일 때 중부지역의 자작나무 지위지수는 11에서 17범위로 추정되었다.

**Abstract:** Site index is based on height-age curves of dominant or co-dominant trees, which must be unsuppressed and undamaged so that the growth reflects the potential productivity of the site. Site index is a practical and commonly used method for quantifying site quality in pure even-aged stands. In this study, we conducted to furnish the basic information, which is needed when management plan is established, by analyzing the site index of *Betula platyphy* stand focused on central region of Korea. Site index classification and curves for the study area were induced with the SI range from 11 to 17.

## 기후변화에 따른 소나무의 연륜생장 변화 예측

문나현<sup>1\*</sup>, 문가현<sup>1</sup>, 임종환<sup>2</sup>, 박고은<sup>2</sup>, 신만용<sup>1</sup>

(1)국민대학교 산림환경시스템학과, (2)국립산림과학원 기후변화연구센터)

Predicting the Changes of Tree-Ring Growth for *Pinus densiflora* under Climate Change in Korea.Na Hyun Moon<sup>1\*</sup>, Ga Hyun Moon<sup>1</sup>, Jong Hwan Lim<sup>2</sup>, Ko Eun Park<sup>2</sup>, Man Yong Shin<sup>1</sup><sup>1</sup>Department of Forestry, Environment, System, Kookmin University,<sup>2</sup>Center for Climate Change and Forest, Korea Forest Research Institute)

**요약** : 본 연구는 기후변화에 따른 소나무의 연륜생장변화를 예측하고 이를 평가하기 위해 연륜기후학적 분석을 통한 기후인자와 소나무의 연륜생장 관계를 구명하기 위해 수행하였다. 이를 위해 제5차 국가산림자원조사를 통해 수집된 소나무의 연륜생장 자료와 시군별로 정리된 월평균기온과 월강수량 자료의 유사성에 근거하여 군집분석을 실시하였으며, 그 결과 소나무의 분포지역은 7개 군집으로 분류 되었다. 본 연구에서는 군집별 크로스데이팅과 표준화를 실시한 후 반응함수 분석을 통해 소나무의 군집별 연륜생장과 기후인자와의 관계를 확인하였고, 기후신호의 유효성을 평가하기 위해 기초통계 분석을 실시하였다. 또한, 기후인자와 생장과의 관계를 분석하기 위하여 각 군집의 생장도일과 표준강수지수 산출한 후, 온도효과지수와 강수효과지수를 추정하였다. 연륜생장 추정식은 온도효과지수와 강수효과지수의 곱으로 표현되는 독립변수에 의해 군집별로 개발 하였다. 결과적으로 연륜생장 추정식을 기후변화 시나리오 RCP 4.5와 RCP 8.5에 적용하여 소나무의 2011년부터 2100년까지 연도별 연륜생장변화를 예측하였다. 본 연구의 결과는 기후변화에 따른 중장기 생장변화 예측에 유용한 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

**Abstract** : This study was conducted to investigate the relationship between the climate factor and the tree-ring growth of *Pinus densiflora* by dendroclimatological analysis to predict and evaluate the changes of tree-ring growth of *Pinus densiflora* according to climate changes. For the same, a cluster analysis was conducted based on the similarity between the tree-ring growth data of *Pinus densiflora* collected from the 5<sup>th</sup> National Forest Inventory Program, and the monthly mean temperature and monthly total precipitation data arranged for each city or county. The cluster analysis showed that the area where *Pinus densiflora* are distributed can be classified into 7 clusters. In this study, after conducting the crossdating and standardization of each cluster, the relationship between the tree-ring growth in each cluster of *Pinus densiflora* and the climate factor was confirmed through the analysis of response function. Also, to evaluate the effectiveness of the climate signal, a basic statistical analysis was conducted. Moreover, in order to analyze the relationship between the climate factor and growth, the temperature effect index(TEI) and precipitation effect index(PEI) were estimated, after calculating the growing degree days and standard precipitation index of each cluster. Tree-ring growth estimation equations by cluster were developed by using the product of yearly TEI and PEI as independent variables. As a result, the tree-ring growth estimation equations were applied to the representative concentration pathway(RCP) 4.5, and 8.5, which are the climate change scenarios, to predict the annual changes in the tree-ring growth of *Pinus densiflora*, from 2011 to 2100. The result of the present study is expected to provide useful information for the prediction of medium-and long-term growth changes caused by the climate change.

**사사** : 본 연구는 2016년도 국립산림과학원 위탁연구과제 ‘연륜해석에 의한 주요 수종의 생장과 기후와의 관계조사 (2)’ 연구결과의 일부입니다. 연구비지원에 감사드립니다.

## MEDALUS 방법론을 이용한 튀니지 지역 사막화 모니터링 및 민감성 평가

송철호, 이우균\*, 김나희, 박은빈  
(고려대학교 환경생태공학과)

### Desertification Monitoring and Sensitivity Assessment using MEDALUS Approach in Tunisia

Cholho Song, Woo-Kyun Lee\*, Nahui Kim, Eunbeen Park  
(Department of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University)

**요약:** 사막화가 진행되는 지역은 생태적 편익을 인간에게 제공하지 못하므로 위성영상 및 지리정보시스템에 기반 한 시공간 분석 및 모니터링이 필요하다. 사막화에 대한 일반적인 시공간 분석은 식생 및 건조지의 변화를 파악하는 중점을 두고 있다. 그러나 사막화는 기후, 생태, 사회경제 등 복합적 요인의 영향을 받으므로 이를 고려한 분석이 필요하다. 복합적 요소들을 활용한 방식으로는 MEDALUS(Mediterranean Desertification and Land Use)가 대표적이다. 본 연구 2003년에서 2012년까지 10년간 지중해 연안의 튀니지를 대상으로 분석을 수행하였다. 분석 결과 사막화 민감성 평가 지수인 ESAI(Environmental Sensitivity Area Index)는 평균 1.4176으로 나타났다. 또한, 튀니지 남부 사막 지역이 잘 도출되었으며, 중부 지역은 기후의 영향에 따라 연별 패턴의 차이를 보였다. 중부지역에서는 2011년과 2012년 사이에 남부의 사막지역이 북부지역으로 확장되고 관목지가 줄어드는 것으로 토지피복 분석 상 나타났으며, 민감성 또한 소폭 증가하는 것으로 나타났다. MEDALUS는 사막지역과 사막화를 파악하는데 유용하게 활용 될 수 있으나, ESAI 값의 변화 경향이 기후에 따라 크게 변화하였다. 따라서 사회경제적 요소와 토지이용 변화 등을 보다 다양하고 적절하게 반영해야 할 필요가 있음을 시사한다.

**Abstract:** The area suffering desertification did not produce ecosystem services toward human, so spatio-temporal analysis and monitoring were required based on satellite image with geographic information system. Previous studies focused on spatio-temporal changes of vegetation area and arid or semi-arid area. However, in-depth analysis considering various factors which have impacts toward desertification such as climatic, ecological, socio-economic aspects should be applied. MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use) approach is one of the methodologies which can consider various factors. This study applied it in Tunisia from 2003 to 2012. As a results, ESAI(Environmental Sensitivity Area Index) value which indicates desertification sensitivity was 1.4176 in average. In spatial patterns, desert in South Tunisia was clearly defined, but patterns in Central Tunisia were annually changed due to the climatic changes. Central Tunisia also showed increase of desertification sensitivity with decrease of shrubland and increase of desert during 2011-2012 from land cover changes. MEDALUS is considered useful approach to monitor desert area and desertification, however, the value of ESAI depended on climatic factors. Thus, socio-economic factors and land use changes should be applied into future studies with appropriate modification.

**Keyword:** Desertification, MEDALUS, Sensitivity, GIS

**사사:** 본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호; S211214L030200)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

## 다중시기 위성영상을 이용한 민북지역의 토지피복 변화탐지 및 특성분석

박진우\*, 이정수  
(강원대학교 산림경영학과)

### Characteristic analysis and change detection of land-cover using multi-temporal satellite imagery in the northern area of the Civilian Control Line

Jin-Woo Park\*, Jung-Soo Lee  
(Department of Forest Management, Kangwon National University)

**요약:** 본 연구는 다중시기 위성영상을 이용하여 민간인통제선 이북지역(민북지역)의 토지피복도 구축과 경관지수를 이용한 파편화 분석을 목적으로 하였다. 위성영상은 Landsat 4-5 TM과 Landsat 8 OLI영상을 이용하였으며, 영상시기는 2004년, 2010년, 2016년의 영상을 이용하였다. 토지피복의 분류 항목은 6개(주거지, 산림, 초지, 수역, 나지, 농지)로 분류하였으며, 최대우도법을 이용한 감독분류를 실시하였다. 농업지역과 산림지역, 나지는 시계열에 따라 감소하고 있었으며, 시가화건조지와 초지는 증가하였다. 또한, 민북지역을 3개(서부해안, 중부내륙, 동부해안 및 산악)의 권역으로 구분하여 분석한 결과, 지역별 차이점을 확인할 수 있었다. 경관지수를 이용한 분석결과, 단순한 면적의 증감에 국한되지 않고 모양의 복잡성과 군집정도를 파악 할 수 있었다. 민북지역의 토지피복은 경계부에서 훼손지의 발생이 높았으며, 이것은 토지피복분류 패치의 형태 복잡성을 증가시켰다.

**Abstract:** This study aims to establish a land cover map of the northern region of the Civilian Control Line (CCL) based on multi-temporal satellite images and analyze fragmentation by using a landscape index. The satellite images of Landsat 4-5 TM and Landsat 8 OLI taken in 2004, 2010, and 2016 were used. The types of land covers were classified into residential area, forest, grassland, waters, bare ground, and cropland, and supervised classification was carried out by applying the maximum likelihood classification. It was observed that the size of agricultural area, forest, and bare ground decreased with time and that the size of urbanized area and grassland increased. Moreover, the result of analyzing the northern region of CCL by classifying it into the western coast, central inland area, and eastern coast and mountain area identified regional differences. An analysis based on the landscape index was carried out to examine the shape complexity and degree of cluster without being limited to the mere variation of area. The analytic result confirmed that the land covers tend to be highly damaged at the boundary of the northern region of CCL and that this pattern of damage to land cover increases the shape complexity of land cover patch classified.

**Keyword :** DMZ, Land-cover change, Landscape Metrics, Remote sensing technique

**사사 :** 본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호 : S111216L040110)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

## 확률밀도함수를 이용한 토지피복 변화예측

박진우\*, 이정수  
(강원대학교 산림경영학과)

### Prediction of land-cover change using probability density function

Jin-Woo Park\*, Jung-Soo Lee  
(Department of Forest Management, Kangwon National University)

**요약:** 본 연구는 건물, 도로 민통선으로부터의 접근성에 따른 산림면적과 확률밀도함수를 이용하여 미래의 산림면적 변화를 예측하는 것을 목적으로 하였다. 산림면적은 2010년과 2016년 위성영상을 이용하여 구축한 토지피복도의 산림면적을 사용하였으며, 건물, 도로, 민통선으로부터의 접근성 정보와 중첩하여 거리등급별 산림면적을 구축하였다. 거리등급에 따른 확률밀도곡선을 추정하고, 면적가중치법(Area weight method; AW), 면적비율가중치법(Area rate weight method; ARW), 면적변화율가중치법(Sample area change rate weight method; SRW)에 의한 토지피복 변화율을 산출한다. 산출된 변화율을 이용하여 산림감소면적을 추정하고 미래의 산림면적 변화를 예측하였다. 산림감소면적의 예측결과, 건물기준의 SRW은 실제산림감소면적과 일치도가 가장 높았으며, Chi-Square 검정 결과가 가장 우수하였다.

**Abstract:** The purpose of this study is to estimate future changes in the forest area based on the accessibility to buildings, roads, and Civilian Control Line (CCL) as well as a probability density function. The data of forest area were obtained from the land cover map, which was constructed by using satellite images taken in 2010 and 2016, and those were overlapped based on the accessibility to the buildings, roads, and CCL in order to establish the data of forest area according to the distance class. A probability density curve was estimated based on the distance class, and the rate of change in the land covers was calculated by applying the area weight (AW) method, area rate weight (ARW) method, and sample area change rate weight (SRW) method. The rate of change calculated was used to estimate the reduction of forest areas, as well as a change in forest areas in the future. The result of estimating the area of forest reduced verified that the area calculated by applying the SRW method based on buildings is the most consistent with the practical reduced forest area and that this calculated result is the most best, according to the Chi-Square test.

**Keyword :** DMZ, Land-cover change, Probability Density Function, Remote sensing technique

**사사 :** 본 연구는 산림청 ‘산림과학기술개발사업(과제번호 : S111216L040110)’의 지원에 의하여 이루어진 것입니다.

## 전라도 지역 소나무에 대한 지위지수 곡선 개발

박희정\*, 박세익, 이상현  
(전북대학교 산림환경과학과)

### Developing site index curves for *Pinus densiflora* in Jeolla-do

Hee-Jung Park\*, Se-Ik Park, Sang-Hyun Lee  
(National University of Chonbuk Department of Forest Environmental Science)

**요약:** 본 연구는 전라도지역에서 생육하고 있는 주요 수종인 소나무(*Pinus densiflora*)에 대한 지위지수곡선을 개발하여, 현실임분의 합리적인 경영을 위한 자료를 제공함에 그 목적이 있다. 연구에 필요한 데이터는 2016년 맞춤형 조림지도(1:5000) 제작 사업 임분조사자료 중 소나무 3,055본(611개 임시표본점)을 추출하여, 임분단위의 평균임령, 평균우세목수고, 평균흉고직경을 산출함으로써 전라도지역 소나무에 대한 수고분생장모델 및 지위지수분류곡선을 개발하는데 필요한 기초자료를 생성하였다. 전라도지역 소나무의 현실임분에 대한 수고생장모델은 Chapman-Richards 식, Schumacher 식, Gompertz 식을 이용하여 개발하였다. 그 결과 주요 수종의 3가지의 식이 통계적인 차이가 거의 없다고 판단되어 국가에서 사용하고 있는 Chapman-Richards 식을 사용하였다. 전라도지역 소나무의 현실임분에 우세목 수고의 추정식에서 임령 대신 지위지수 기준임령(30년)을 대입함으로써 지위지수 추정식을 유도하였다. 이를 이용하여 소나무는 지위지수 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20에 대한 지위지수분류표와 지위지수분류곡선을 산출하였다. 지위지수분류곡선을 산출한 후 국가에서 사용하고 있는 지위지수분류곡선과 비교하였다. 소나무의 지위지수그래프의 범위는 국가가 10, 12, 14, 16, 본 연구가 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20으로 더 다양하게 나타났다.

**Abstract:** This study was conducted to establish basic data and management plans by deriving site index analysis and stand growth model about realistic stand by using *Pinus densiflora* growing in Jeolla-do area. The data needed for this study were *Pinus densiflora* 3,055 tree(611 temporary sampling points) extracted from the stand survey data for 2016 customized afforestation map (1:5000) production project. Using the extracted data, the average age, average dominant tree height, and average diameter of basal height were calculated to produce the basic data needed to develop the height growth model and site index classification curve for the pine trees in Jeolla-do area. In the height growth model was selected of Chapman-Richards, Schumacher, and Gompertz. Three kinds of equations for the *Pinus densiflora* was considered to have little statistical difference, therefore site index classification curves for realistic stand of *Pinus densiflora* in Jeolla-do, Chapman-Richards equation developed from the height growth model was used. In the estimation equation of the height of dominant tree, the site index estimation equations were derived by substituting the site index standard age of stand (30 years) instead of the age of stand. For *Pinus densiflora* the site index classification table and the site index classification curve were calculated for the site index 6 to 20. For the range of site index graphs of *Pinus densiflora*, it turned out that this study was more varied with 6 to 20 than country with 10 to 16.

**Key words:** Site index curves, *Pinus densiflora*, Height growth model, Jeolla-do

