

ORIGINAL ARTICLE

SENTINEL-2 위성영상을 이용한 조림 특성 조사: 세미양오름을 통한 사례 연구

정용석 · 윤성욱 · 허성¹⁾ · 김윤석 · 안진현²⁾ · 한경덕^{3)*}

제주대학교 식물자원환경전공, ¹⁾공주대학교 원예학과, ²⁾제주대학교 경영정보학과, ³⁾청주교육대학교 실과교육과

Characterization of Tree Composition using Images from SENTINEL-2: A Case Study with Semiyang Oreum

Yong Suk Chung, Seong Uk Yoon, Seong Heo¹⁾, Yoon Seok Kim, Jinhyun Ahn²⁾, Gyung Deok Han^{3)*}

Department of Plant Resources and Environment, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

¹⁾*Department of Horticulture, Kongju National University, Yesan 32439, Korea*

²⁾*Department of Management Information Systems & Faculty of Data Science for Sustainable Growth, Jeju National University, Jeju 63243, Korea*

³⁾*Department of Practical Course Education, Cheongju National University of Education, Cheongju 28708, Korea*

Abstract

Global warming affects forests and their ecology. Diversity in the forest is a buffer that reduces the damage due to global warming. Mixed forests are ecologically more valuable as versatile habitats and are effective in preventing landslides. In Korea, most forests were created by simple afforestation with trees of evergreen species. Typically, evergreen trees are shallow-rooted, and deciduous trees are deep-rooted. Mixed forest tree roots grip the soil effectively, which reduces the occurrence of landslides. Therefore, improving the distribution of tree types is essential to reduce damage due to global warming. For this improvement, the investigation of tree types of the forest is needed. However, determining the tree type distribution of forests that are spread over wide areas is labor-intensive and time-consuming. This study suggests effective methods for determining the distribution of tree types in a forest that is spread across a relatively wide area. Using normalized difference vegetation index and RGB images from unmanned aerial vehicles, each evergreen and deciduous tree, and grassland area can be distinguished. The distinguished image determines the distribution of tree type. This method is effective compared to directly determining the tree type distribution in the forest by the use of manpower. The data from these methods could be applied to plan a mixed forest or to prepare for future damage due to global warming.

Key words : SENTINEL-2, Satellite image, Remote sensing, NDVI, RGB

1. 서론

지구온난화에 따른 환경 변화가 인류 전반에 큰 위기

를 가져오고 있다(Xu et al., 2018). 지구온난화에 따른 위기를 타개할 핵심 해결책 중 하나로 산림 면적 증가가 제안된 바가 있을 만큼, 산림 보전과 조림의 중요성이

Received 6 June, 2022; Revised 9 August, 2022;

Accepted 16 August, 2022

*Corresponding author : Gyung Deok Han, Department of Practical Course Education, Cheongju National University of Education, Cheongju 28708, Korea
Phone: +82-43-299-0793
E-mail: hangds@hanmail.net

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

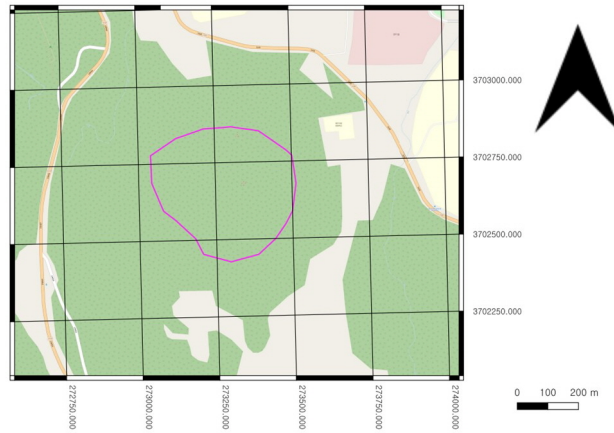


Fig. 1. Map of the research area; Semiyang Orem. The map represents by UTM52N (EPSG:32652) coordinate system.

강조되고 있다(Panja, 2020). 우리나라에는 황폐지에서 서부터 조림을 시작한 산림이 다수 존재하는데, 현재 리기다소나무와 아카시아로 대표되는 성장 위주의 수종이 줄어들어가는 경향을 보이고 있고, 산림을 이루는 수종이 소나무류의 상록수로 단순하다는 특징이 있다(Kwon, 2004). 이와 같은 단순림은 혼합림에 비해 병해충에 취약한 것은 물론, 생태계가 단순하여 산림 전체의 생물종이 빈약하다. 또한, 뿌리가 깊은 활엽수종과 뿌리가 얇은 상록수종이 혼합되어 있는 혼합림에 비해 산사태 예방 효과도 적다. 산사태가 주로 침엽수종이 식재된 산림에서 나타난다는 보고도 존재한다(Son et al., 2009). 이에 비해 혼합림은 생물종이 다양하며 지구 온난화에 대응할 수 있는 탄소 고정 효과도 큰 것으로 나타났다(Jactel et al., 2018). 그러므로 지구 온난화 대비를 위해서는 단순림보다는 혼합림 위주의 산림 구성이 요구되는 시점이다.

건강한 식물(엽록소)은 다른 파장에 비해 상대적으로 근적외선을 더 많이 방출하지만, 식물이 병들면 하층이 약화되고 더 많은 적색광을 흡수하기 때문에, 특정 영역의 근적외선과 적색광의 반사율을 비교하면 식생의 활력정도를 파악할 수 있다. 정규식생지수(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)는 이와 같은 관점에서 녹지에서 반사되는 가시광선 반사율과 근적외선 반사율을 이용하여 토지 면적에 대한 녹지의 밀도를 예측하는데 이용되는 지수이며, 주로 위성사진이나 항공사진에서 사용된다(Drissa and Roshni, 2018). 이 지수는 지상의 대략적인 녹지

분포를 파악하거나 직접 조사가 어려운 지역에 대한 녹지 분포 기본 데이터를 확보하는데 효과적이다.

지구 온난화에 따른 여러 위기에 대응하기 위해서는 산림을 효과적으로 관리, 보존하고 객관적인 산림정보 축적하여 산림의 상태를 파악하고 이를 지속적으로 개선하는 것이 중요하다. 미국, 캐나다, 브라질, 유럽연합 등 많은 국가들은 산림의 상태와 변화 동향, 산불 및 산사태와 같은 산림 재난재해에 대해 체계적인 모니터링을 하고 있다. 우리나라에서는 1999년 5월 자연환경보전법을 개정하여 5년, 10년 주기로 녹지 자연도와 현존 식생도를 작성하고 있다. 이러한 자료들은 도보조사를 통해 작성되는데, 조사를 위해 많은 시간과 비용이 소모된다. 이러한 노력을 최소화하고 효율성을 상승시키기 위해서는 위성영상을 이용하는 것이 바람직하다. 위성영상은 광범위한 지역의 데이터를 축적하여 이용하는 것이 가능하며, 일부 지역에 직접 인력을 파견하여 조사하는 드론이나 도보를 통한 식생 조사 보다 정확성 및 객관성 면에서 연구자료로서 이용가치가 높다.

본 연구에서는 세미양오름의 산림을 상록수림, 낙엽수림, 초지대로 3분류하여 각 군락의 분포범위를 조사하였다. 우선 3월과 8월에 촬영한 인공위성 사진을 비교하여 식생 조사에 효과적인 시점을 확인하였다. 이후 세미양오름의 식생이 어떻게 구성되어있는지 분석하였다. 오름 식생관련 연구는 도보조사에 국한되어 있고, 도보로 진입가능한 구역의 한계로 인해 오름의 산림정보를 획득하는데 어려움이 있어 오름 식생에 대한 전반적인 연구가 부족하다. 따라서 본 연구에서는 위성자료

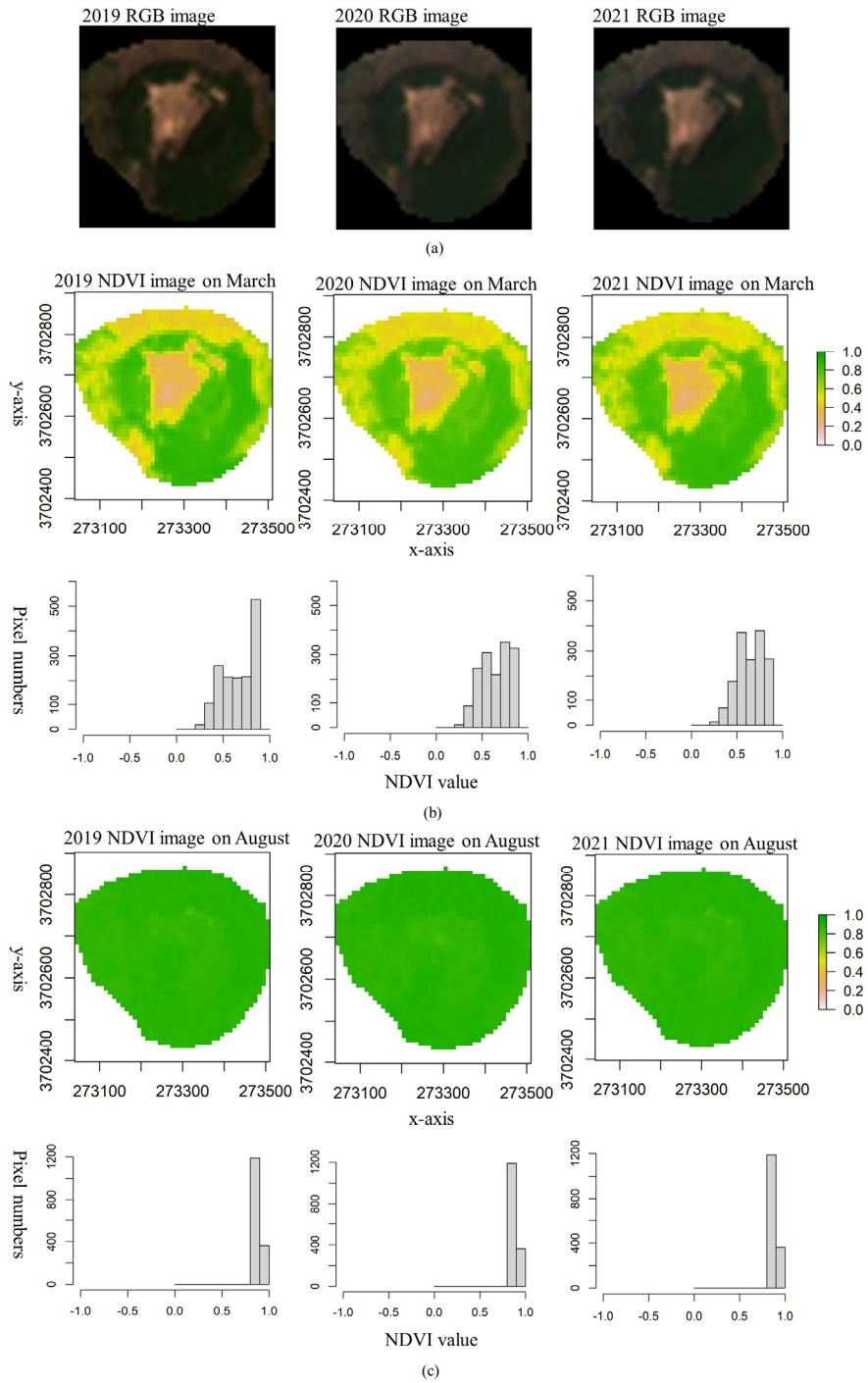


Fig. 2. Image of Semiyang Orem. (a) RGB image; (b) NDVI image on March of each year and histogram of NDVI values, the x-axis is NDVI and y-axis is frequency; (c) NDVI image on August of each year and histogram of NDVI values, the x-axis is NDVI and y-axis is the frequency. The map represents by UTM52N (EPSG:32652) coordinate system.

를 이용, 접근이 불가능한 지역을 포함한 오름의 전체적인 식생분포를 모니터링하였으며, 이를 통해 오름 산림의 객관적인 식생 분포 데이터를 축적하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1. 연구자료 수집

연구자료는 Sentinel hub EO browser에서 제공하는 Sentinel-2 위성데이터를 사용하였다. 위성 데이터는 기하보정만 되어있는 L1C 데이터와 기하보정, 방사보정이 되어있는 L2A 데이터로 이루어져있다. 위성 데이터의 해상도는 10 m² 로 하나의 픽셀이 10 m² 영역을 표현한다. 본 연구에서는 기하보정 방사보정이 모두 되어있는 Sentinel - 2 L2A 데이터를 사용했다. 위성영상에 이용한 광학지수를 이용해 식생지수를 구할 수 있다. 식생지수를 파악하기위해서 Sentinel-2위성에서 제공하는 밴드4(Red), 밴드8(Near-Infrared)을 사용했다.

11월부터 2월까지 위성자료는 식생지수가 상대적으로 낮으며, 눈의 영향으로 식생지수를 구하기에 적합하지 않았다. 4월부터 10월까지 낙엽수 잎이 피고 초지의 식생지수가 상승하기 때문에 산림을 분류하기에 적합하지 않았다. 이를 확인해보기 위해 3월과 8월의 위성자료를 비교 분석해 보았다.

2.2. 연구 지역

연구 지역은 세미양오름 (북위 33° 28' 27", 동경 126° 40' 10", 해발 421 m)으로 설정했다. 세미양오름은 국가공간정보포털에서 제공하는 수치표고모델을 다운받아 해발고도 500m를 기준으로 연구지역을 설정했다. 연구지역 shape 파일을 제작하고 shape 파일을 기준으로 연구지역의 위성자료 레스터파일을 수집했다 (Fig.1). 지도는 UTM-52N (EPSG:32652) 좌표계를 이용했다.

2.3. NDVI 지수 데이터이용한 산림 분류

밴드4 (Red)와 밴드8 (Near-Infrared)을 이용해 정규식생지수 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)를 계산하였다. R 프로그램(버전 4.1.1)에서 식(1)을 이용해 세미양오름 연구지역의 레스터데이터와 shape파일을 입력해 연구지역의 레스터이미지

를 추출했다. 레스터 이미지를 이용해 NDVI계산을 했다. 레스터 이미지에서 픽셀을 추출하고 NDVI(식1)을 계산하는 과정은 R로 직접 구현하여 분석했다. NIR은 근적외선 파장의 반사율, RED는 적외선 파장의 반사율을 나타낸다.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

산림 분야 전문가에게 몇 개의 샘플 오름에 대한 RGB 이미지를 제공하여 육안으로 상록수와 낙엽수 지역을 구분하게 했고 같은 영역에 대한 NDVI 이미지 및 히스토그램을 대조하여 상록수, 낙엽수 등을 구분할 수 있는 NDVI 기준치를 도출했다. 이에 따라, 2019, 2020, 2021년도 3월과 8월 데이터에서 NDVI 식생지수 0.6초과인 지역을 상록수 지역으로 설정해 상록수 지역을 구했다 (Fig.2 and Fig.3c). NDVI 식생지수 0.4 이상 NDVI 식생지수 0.6이하인 지역을 낙엽수 지역으로 설정해 낙엽수지역을 추출하였다 (Fig.3d). NDVI식생지수 0.4미만으로 초지지역을 설정하여 구했다 (Fig.3e).

3. 결과 및 고찰

Sentinel - 2 위성이미지의 NDVI 식생지수의 차이를 이용해 상록수 분포지역, 낙엽수 분포지역, 초지 지역 3가지로 식생분류를 실시하였다. 우선 수림 분포를 측정하기 위한 효과적인 시점을 설정하기 위해 3월 위성 이미지와 8월 위성 이미지를 비교하였다 (Fig. 2). 3월에 습득한 NDVI 이미지에서는 NDVI값이 0.5에서 1까지 분포하여상록수 지역과 비 상록수 지역을 구분할 수 있었으나 (Fig.2a), 8월에는 NDVI지수가 전체적으로 상승하면서 NDVI지수 1.0에 근접하여 각 식생분포를 구분할 수 없었다 (Fig.2b). 그러므로 상록수, 낙엽수, 초지가 모두 구분이 되는 3월이 각 식생 분포 조사를 알맞은 시점이라는 것을 확인할 수 있었다. 이에 따라 3월 데이터를 이용하여 각 식생분포를 확인하였다. 세미양오름은 상록수 지역과 낙엽수 지역으로 나뉘어 분포하는 지역이 넓게 발견되었고, 혼합림을 이루는 지역은 일부인 것을 확인할 수 있었다 (Fig.3a and Fig.3b). 또한 초지만 분포하는 지역도 존재하는 것이 확인되었다 (Fig.3c). 초지는 각 수림 지역의 하부에도 존재할 수 있으므로, 초지 지역과 수림지역이 혼합되어

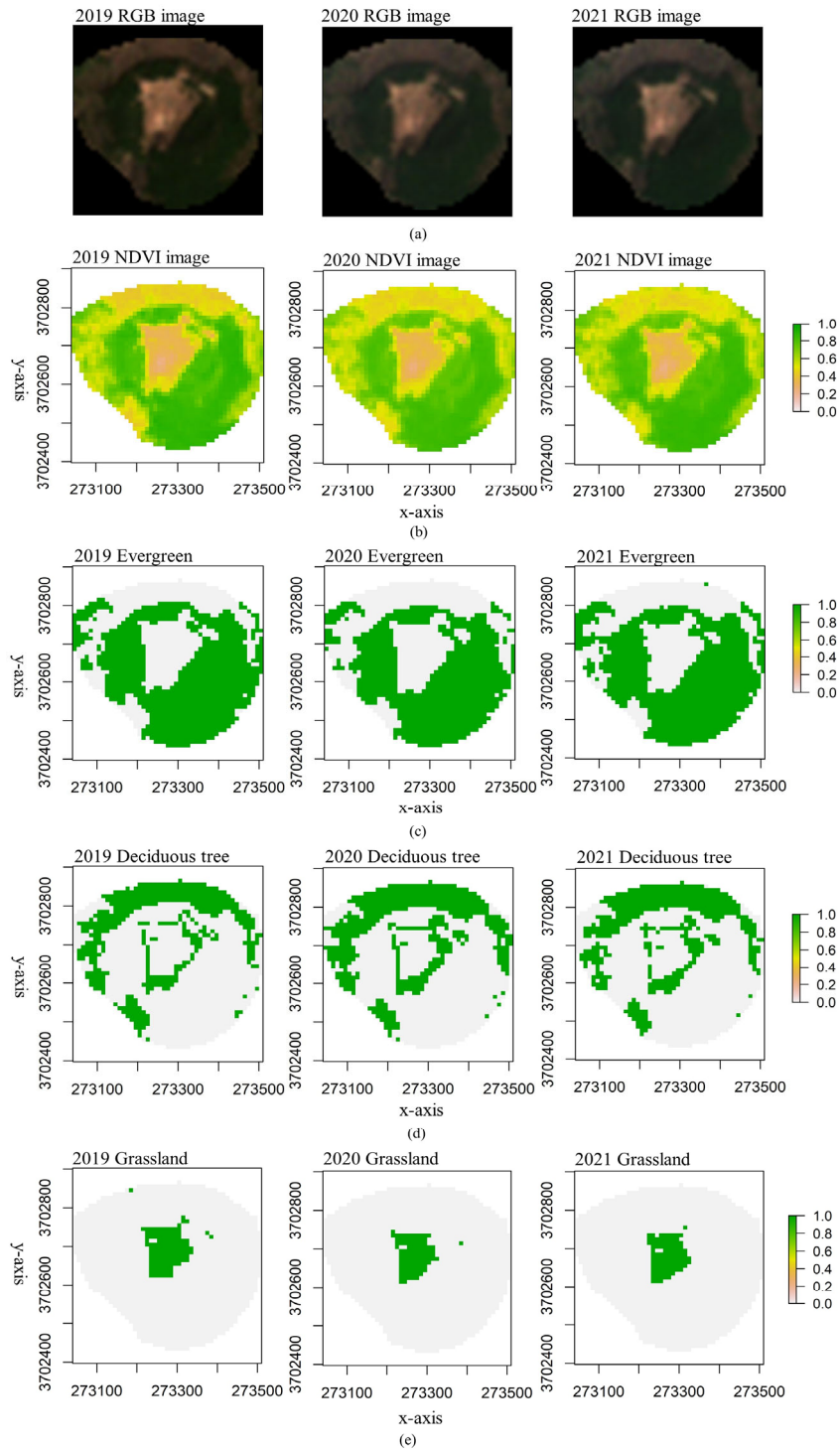


Fig. 3. Image of Semiyang Oreum. (a) RGB image; (b) NDVI image; (c) Evergreen; (d) Deciduous tree; (e) Greenland. The map represents by UTM52N (EPSG:32652) coordinate system.

존재하는 지역이 존재할 수도 있음을 고려해야한다.

산림의 관리와 보존을 위해 객관적인 산림정보를 파악하는 것은 중요하다. 우리나라는 산림조성과 산림작업 등 경영 측면에서 인위적 조절이 상대적으로 용이하고 녹화 속도가 빠른 소나무류 위주의 단순림이 산림의 큰 부분을 차지하고 있다 (Bae, 2015; Kwon et al., 2010). 특히 침엽수림 면적은 소폭 감소중에 있으나, 2010년 기준 우리나라 산림면적의 40.52%를 차지하고 있을 만큼 넓은 면적을 차지하고 있다 (Bae, 2015; Lee, 2015). 특히 지구온난화 문제에 대응하기 위해서는 더 많은 생물 다양성을 확보하며 비교적 많은 탄소를 고정시키는 것이 가능한 혼합림 육성이 요구되고 있다 (Jactel et al., 2018; Panja, 2020). 게다가, 혼합림은 단순림에 비해 병해충 등 산림을 해칠 수 있는 각종 위해요소에 대한 저항력이 높은 것으로 보고되어 있다 (Shepherd, 2012; Smith, 1986). 게다가 우리나라에 주로 분포하고 있는 소나무류 위주의 단순림은 비교적 천근성 뿌리로 인해 산사태에 취약하다. 더불어 우리나라에 가장 많이 분포하는 상록수 중 하나인 소나무는 활엽수에 비해 열에 대한 저항성이 낮아 산불에 취약하다 (Kim et al., 1999). 또한, 소나무로 이루어진 산림은 산불이 난 뒤 낮은 식생 증가를 보였고, 활엽수림의 경우에는 하층 식생의 발달 및 식생 증가로 산불에 의한 피해에 대한 완충효과를 보였다(Youn and Jeong, 2019). 이와 같이 단순림보다는 혼합림이 온난화 위기에 따른 대응 능력은 물론 각종 재해에도 강한 저항성을 가지고 있으며, 이러한 효과를 얻기 위해 현재 우리나라 산림 식생 구성을 파악하고 혼합림 육성을 위한 노력을 기울이는 것이 요구되고 있다.

현재 산림조사는 주로 도보 방식으로 조사되고 있어 산림의 객관적인 데이터를 수집하기 위해 많은 노동력과 시간이 필요하다. 이에 비해 본 연구에서처럼 인공위성 이미지를 이용하여 전반적인 산림 조사를 실시하는 것은 직접 조사에 비해 매우 효과적이며, 직접 도보를 통한 산림조사의 샘플을 설정하는 데에도 큰 도움이 될 것이다.

4. 결론

본 연구는 위성이미지의 NDVI 식생 지수 차이를 통한 식생분류를 통해 제주도 세미양오름의 식생 분포를 파악하였다. 우선적으로 NDVI 식생 지수를 이용하기

적당한 시기를 확인하기 위해 3월과 8월의 NDVI 이미지가 대조를 통해, NDVI값이 0.5이상 1.0이하에 분포하는 3월의 NDVI 이미지가 식생 조사에 적합하다는 것을 확인하였다. 이후, 식생 분포는 NDVI 지수에 따라 상록수림, 활엽수림, 초지지역 세 가지로 나누어 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

세미양 오름의 식생이 상록수와 활엽수가 섞여 혼합림을 이루기 보다는 각 수종별로 뭉쳐져 단독적인 상록수림과 활엽수림을 이루고 있는 것을 확인할 수 있었다. 인공위성 이미지를 이용한 조사는 도보조사를 통해 조사가 어려운 지역의 조사가 가능하고 도보 조사에 앞서 대략적인 산림의 분포를 파악할 수 있다는 점에서 효율적이다. 또한 우리나라 산림의 경우 1:5,000 대축적 임상도를 통해 임종, 수종, 경급, 영급, 소밀도 등의 정보가 기구축 있는 만큼, 이 자료와 위성영상을 이용한 구분의 비교를 통해 정확성을 높이고 상시 대조한다면 지구 온난화에 의한 급격한 산림 변화에 기민하게 대응할 수 있을 것이다. 더불어, 지구 온난화에 효과적으로 대비하고, 산사태와 같은 여러 자연재해를 억제하며 다양한 생물종을 보전하기 위해서는 혼합림이 효과적인 만큼, 이 연구 결과는 오름의 식생 상태를 파악하고 앞으로 효율적인 조림 계획을 수립하고 실천하기 위한 기초 데이터로 도움이 될 수 있을 것이다.

감사의 글

이 논문은 2022학년도 제주대학교 교육·연구 및 학생지도비 지원에 의해서 연구되었음.

REFERENCES

- Bae, J. S., 2015, Conifer-centered afforestation policy made forests vulnerable to disasters, Article, Green Korea, Seoul, Korea.
- Drisya, J., Roshni, T., 2018, Spatiotemporal variability of soil moisture and drought estimation using a distributed hydrological model. Elsevier, Netherlands, 451-460.
- Jactel, H., Gritti, E., Drössler, L., Forrester, D., Mason, W., Morin, X., Pretzsch, H., Castagneyrol, B., 2018, Positive biodiversity-productivity relationships in forests: climate matters, Biol. Lett., 14(4), 20170747.
- Kim, D. H., Ko, J. S., Choi, S. W., Kim, K. I., 1999, A Study on fire investigation & calorie analysis of main trees in Go-sung wildfire land, Kor. Inst. Fire Sci.

- Eng., 13(1), 31-36.
- Kwon, K. W., 2004, The reality of Korea's forest ecosystem and the eco-friendly coexistence of grasslands in forests, *J. Kor. Soc. Grassl. Forage. Sci.*, 24(1), 79-108.
- Kwon, T. S., Yang, H. M., Shin, J. H., Kim, S. K., Yi, H. B., 2010, Effects of thinning on abundance and community structure of arthropods in a *Pinus koraiensis* plantation, *Kor. J. Appl. Entomol.*, 49(3), 187-198.
- Lee, B. Y., 2015, Korea Forestry and Forestry Statistical Yearbook, Korea Forestry Service, Korea.
- Panja, P., 2020, Is the forest biomass a key regulator of global warming?: A mathematical modelling study, *Geol. Ecol. Landsc.*, 1-9.
- Shepherd, K. R., 2012, *Plantation silviculture*, Vol. 22., Springer Science & Business Media, The Netherlands, 322.
- Smith, D. M., 1986, *The practice of silviculture*. John & Wiley & Son Inc., 527.
- Son, J. W., Kim, K. T., Lee, C. H., Choi, C. U., 2009, Analysis of landslide in Inje region using aerial photograph and GIS, *J. Kor. Soc. GIS.*, 17(2), 61-69.
- Youn, H. G., Jeong, J. C., 2019, Detection of forest fire and NBR misclassified pixel using multi-temporal Sentinel-2A images, *Kor. J. Remote Sens.*, 35(6-2), 1107-1115.
- Xu, Y., Ramanathan, V., Victor D. G., 2018, Global warming will happen faster than we think. *Nature*, 564(6), 30-32.
-
- Professor. Yong-Suk Chung
Department of Plant Resources and Environment,
Jeju National University
yschung@jejunu.ac.kr
 - Researcher. Seong-Uk Yoon
Department of Plant Resources and Environment,
Jeju National University
yoonseonguk95@gmail.com
 - Professor. Seong Heo
Department of Horticulture, Kongju National
University
heoseong@kongju.ac.kr
 - Researcher. Yoon -Seok Kim
Department of Plant Resources and Environment,
Jeju National University
Zx5426413@gmail.com
 - Professor. Jin-Hyun Ahn
Department of Management Information Systems
& Faculty of Data Science for Sustainable Growth,
Jeju National University
jha@jejunu.ac.kr
 - Professor. Gyung-Deok Han
Department of Practical Course Education,
Cheongju National University of Education
hangds@cje.ac.kr