

위성영상을 활용한 민북지역 산림 훼손지 모니터링 및 분석

홍문현, 성상민, 염규진 이정민
한국산지보전협회 민북지역산지관리단
homh12@naver.com

Analysis of Monitoring Data based on Satellite imagery for Detecting Forest Degraded Area in Civilian Control Zone

Moonhyun Hong, Sangmin Sung, Kyujin Yeom, Jeongmin Lee
CCZ Forestland Office, Korea Forest Conservation Association

요약

민북지역은 민간인 출입이 제한된 군사지역으로 다양한 생태계와 문화·역사자원이 잘 보전되어 있으며, 탄소흡수원으로서의 가치가 크다. 이에 산림청에서는 2015년부터 훼손산지를 관리하고 민북지역의 산림을 보전할 목적으로 현장 및 원격 모니터링을 수행하고 있다. 이 연구는 위성영상을 활용한 원격 모니터링 결과와 현장 모니터링을 종합한 분석 결과를 제시한다. 고해상도(1m 급) 위성영상을 활용하여 훼손산지를 수동추출하고 7개 유형으로 분류하였으며, 125개 훼손산지를 대상으로 현장 검증조사를 실시하였다. 그 결과, 125개소 중 2개소가 오류 대상으로 판정되었다. 또한, 저해상도(10m 급) 영상이지만 NIR(근적외선) 데이터를 포함하는 위성영상을 활용하여 훼손산지를 자동추출하였다. 자동추출에는 비지도 기계학습의 일종인 K-means clustering 방법을 적용하였으며, 추출 결과는 현장 모니터링 대상지 188개소와 비교하여 검증하였다. 검증 결과, 자동추출한 훼손산지 중 정상추출은 169개소(90.4%), 추출실패는 18개소로 나타났다.

1. 연구배경

민간인통제선 이북지역은(이하 민북지역) 6·25전쟁 이후 민간인 출입이 제한되어, 우수한 자연경관과 다양한 생태계 및 역사·문화자원이 잘 보전되어 있으나, 군사시설 설치 및 지역주민의 농경지 개발 등의 인위적 훼손으로 산림생태계가 파괴되고 있어 지속적인 관리가 필요하다. 산림청에서는 2015년부터 훼손산지 실태조사를 통해 현장 모니터링을 위한 고정조사구를 선정하고 2018년부터 모니터링을 수행하고 있다(한국산지보전협회, 2022).

이 연구는 민북지역의 산림생태계 보전과 천연 탄소흡수원인 산림을 보호하고자 수행되었다. 민북지역의 훼손산지의 연년변화 및 특성을 파악하기 위해 위성영상을 분석하고 현장 모니터링을 통해 검증하였다. 또한, 훼손산지 추출의 자동화를 위해 저해상도 위성영상을 이용한 비지도 기계학습 결과를 포함한다.

2. 연구방법

2.1 훼손산지 정의 및 분류

훼손산지는 지적도상에 지목이 ‘임’으로 표기되어 있으나, 위성영상에 임목이 존재하지 않는 지역과 임상도상에 무임목지, 제지 이외의 지역에서 임목이 존재하지 않는 지역으로 정의한다. 이 연구에서는 훼손산지를 7개 유형(농경지, 해안나지, 도로, 인공물, 나지, 생육불량지, 수역)으로 분류하였다.

2.2 훼손산지 추출 방법(수동 추출)

고해상도(1m) 위성영상을 활용한 훼손산지의 추출은 영상 판독을 통해 수동으로 디지털화하여 추출하였으며, 위성영상과 지적도를 중첩하여 연속지적도상의 지목이 ‘임’인 영역이 다른 목적으로 사용되고 있는지를 확인하였다. [그림 1]은 추출된 훼손산지의 예시이다.



[그림 1] 훼손산지 추출 예시(좌: 생육불량지, 우: 나지)

2.3 훼손산지 추출 방법(자동 추출)

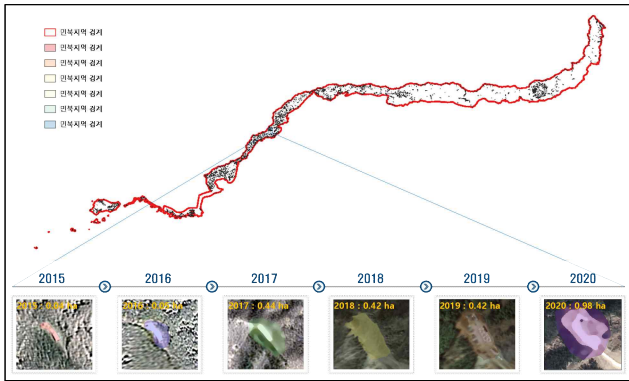
훼손산지 추출 자동화에는 비지도학습의 일종인 K-means clustering 방법을 사용하였다. 분류 성능을 높이기 위해 RGB 데이터뿐만 아니라 NIR(근적외선) 데이터를 활용하였으며, 이를 위해 비교적 해상도는 낮지만(10m) NIR 데이터를 포함한 Sentinel-2의 위성영상을 활용하였다. 또한, RGB와 NIR을 조합하여 NDVI, GNDVI, NDGI, NDWI, ARVI, SAVI와 같은 파라미터를 계산하여 분류에 활용하였다.

3. 연구결과

3.1 훼손산지 추출 결과(수동 추출)

고해상도 위성영상을 분석하여 수동 추출한 훼손산지는 [그림 2]와 같다. 2015년부터 2020년도까지 촬영된 위성영상을 활용하였으며, 해당 연도의 영상을 판독하였다. 연도별 훼손산지 면적은 [표 1]과 같고, 훼손산지 면적은 2015년에 약 3,353ha에서 2020년에 약 3,397ha로 미세하게 증가하는 추세로 나타났다. 훼손유형별로 분석하면 2020년도 기준 인공물(991ha), 농경지(974ha), 생육불량지(676ha) 순으로 나타났다.

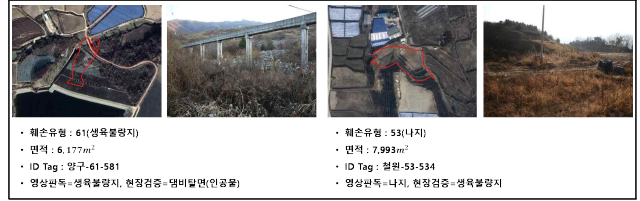
훼손산지 수동추출 결과의 검증을 위해 125개 훼손산지를 대상으로 현장 검증을 실시하였으며, 2개 훼손산지가 오류 대상으로 판정되었다. 오류 대상지 2개소는 [그림 3]과 같다.



[그림 2] 훼손산지 추출 결과

[표 1] 연도별 훼손산지 면적(ha)

연도	합계	농경지	해안나지	도로	인공물	나지	생육 불량지	수역
2015	3,353	1,001	15	387	977	137	660	176
2016	3,272	990	16	391	904	134	661	177
2017	3,408	988	16	385	1,044	133	663	179
2018	3,384	978	17	395	1,000	134	665	196
2019	3,469	963	17	394	1,083	144	675	194
2020	3,397	974	16	402	991	140	676	199



[그림 3] 훼손산지 추출 예시(생육불량지)

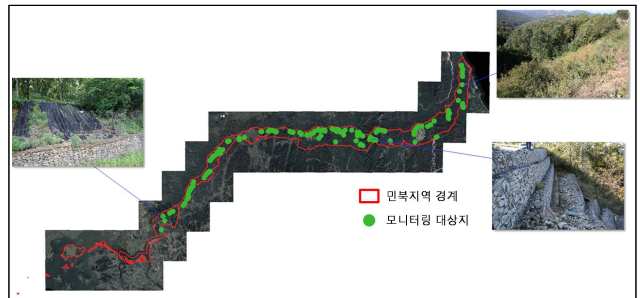
3.2 훼손산지 추출 결과(자동 추출)

K-means clustering 방법을 활용한 훼손산지 자동추출 결과는 [그림 4]와 같다. 비지도학습 결과는 상세한 유형분류가 어렵기 때문에 산림-비산림-수자원 및 비산림(습윤)으로 구분하였다. 분석 대상은 2021년에 촬영된 위성영상이며, 전체 훼손면적은 약 3,028ha로 나타났다.

훼손산지 자동추출 결과의 검증을 위해 [그림 5]와 같이 2018년부터 2022년까지 수행된 현장 모니터링 대상지 188개소에 대하여 정상추출, 추출실패로 구분하여 검증을 실시하였다. 검증 결과, 정상추출 169개소(90.4%), 추출실패 18개소로 분석되었다.



[그림 4] 훼손산지 자동추출 결과



[그림 5] 현장 검증에 활용된 모니터링 대상지

참고문헌

- [1] 한국산지보전협회, “민북지역 산지모니터링 및 훼손산지 관리방안”, 12월, 2022년.