

# 대면적 문화재 관리를 위한 위해식물의 초분광영상 라이브러리 구축<sup>†</sup>

오인환\*, 최진서\*\*, 김충식\*\*\*, 이재용\*\*\*\*

\*한국전통문화대학교 문화유산전문대학원 문화재수리기술학과 석사과정, \*\*한국전통문화대학교 문화유산전문대학원 문화재수리기술학과 박사과정,

\*\*\*한국전통문화대학교 문화유산전문대학원 문화재수리기술학과 교수, \*\*\*\*한국전통문화대학교 전통조경학과 조교수

## 1. 서론

문화재의 보존 및 관리를 위한 과학적이고 고도화된 기술의 도입과 활용이 지속되고 있다. 특히, 화화나 유물과 같은 점적문화재에 제한적으로 사용되어 온 초분광 영상 촬영 기술을 접목한 대면적 문화재의 기록과 모니터링 시도가 이루어지고 있다. 대면적을 차지하는 명승이나 천연보호구역, 천연기념물 군락지, 산성이나 읍성, 사찰, 궁궐 등 사적에 포함된 산림은 넓은 면적으로 효율적인 관리에 한계가 있어 아카시아나무, 칩, 환삼덩굴 등 외래수종과 생태계교란식물에 의한 피해가 발생하고 있다. 귀화식물인 아카시아는 성장속도가 빨라서 하층식물의 성장에 피해를 주는 대표 수종이며, 칩이나 환삼덩굴도 성장 및 확산속도가 빨라 수목의 상부를 뒤덮어 광합성과 생육에 영향을 주어 고사에 이르게 하는 원인이 되고 있다. 이처럼 성장속도가 빠르고 생태적으로 위해를 가하는 식물의 분포와 확산에 대한 주기적 모니터링을 통해 선제적이며 효율적인 관리의 시행이 필요하다. 이를 위해 최근 대면적 문화재의 모니터링에 초분광 영상을 활용하는 방법이 대안으로 등장하고 있다.

초분광 영상은 다분광에 비해 수백 개의 밴드로 분광하여 반사값을 분석할 수 있어 재질이나 상태를 분석하는 최첨단 기술이다. 이를 항공드론에 부착하여 고해상도의 초분광 영상을 취득하는 방법으로 환경의 변화를 분석하고 있다. 초분광 영상 분석을 위해서는 재료의 고유한 분광특성을 특정한 라이브러리 구축이 선행되어야 한다. 이준호 등(2018)은 초분광 영상을 이용한 환경 분석을 위해 하천의 쓰레기들에 대해 분광라이브러리를 구축하였다. 신정일 등(2010)은 한반도 지표 특성에 맞는 토지 피복과 수목들을 지상분광기로 측정하여 분광라이브러리를 제작하였다. 조영호(2018)는 식생분류를 위해 엽생식물들의 지상분광라이브러리를 구축하였다. 김용석(2021)은 분광각매핑을 이용하여 생태계 교란식물을 분류하기 위해 식물에 대해 분광라이브러리 제작하였다.

지금까지 초분광영상에 대한 연구에서 분광라이브러리가 다수 구축되었으나, 분광라이브러리의 제작 방법의 적절성을 판단할 수 있는 자료가 불분명하고 분류결과가 명확하게 제시되지 않았다. 연구의 신뢰성을 높이기 위해서는 분광라이브러리의 제작방법과 결과가 명확하게 성립되어야 한다. 본 연구는 대면적에 분포하는 위해식물의 항공 초분광영상 분석에 적합한 분광라이브러리 제작 방법을 제안하는 데 목적을 두었다.

## 2. 연구방법

항공드론을 이용한 대면적의 초분광영상 측정을 실험하기에 적합하다고 판단하여 충청남도 부여군 부여읍 쌍북리에 소재한 사적 문화재인 부소산성을 연구대상지로 설정하였다. 분광 반사값 측정에 Spectral Evolution사의 PSR-1100에 25도 시야각을 가지는 렌즈를 사용하여 촬영하였다. 화이트밸런스(WB)의 규격은 가로, 세로 12cm이다. 수목의 활력이 가장 활발한 5월 중순부터 8월 중순에 걸쳐 반사값을 측정하였다. 측정시간은 11시부터 14시에 측정하였으며, 정오 12시는 측정하지 않았다.

측정방식을 비교하기 위해 보정거리, 촬영거리, 식생형상, 촬영배경을 각각 달리하였다. 지상분광기의 WB 보정은 근접거리와 촬영과 동일거리 등으로 달리하여 비교하였다. 5월 측정은 측정거리 1cm, WB거리 또한 동일하게 하여 칩, 아카시아 나무 두 식물의 잎을 하나씩 채취하고 앞, 뒷면을 측정장소의 바닥과 가로,세로 20cm의 검은색 우드락에서 촬영하였다.

6월 촬영의 측정 거리는 1cm와 드론 촬영과 비슷한 조건을 만들기 위해 30cm를 추가하였고 WB거리는 1cm로 동일하였다. 칩, 아카시아 나무 두 식물의 잎을 하나씩 채취하는 방식과 한 가지에서 잎을 무작위로 채취하여 균집을 이루어 앞 뒷면을 가로 60cm, 세로 90cm의 검은색 우드락과 회색 우드락에서 촬영하였다. 검은색 우드락 뿐만 아닌 무채색인 회색도 동일한 조건에서 추가로 측정하였다. 7월은 태풍과 장마의 영향으로 촬영하지 못하였다.

8월 측정 방식은 검은색 천으로 규격 가로 120cm, 세로 90cm 측정판 위에 식생의 잎과 가지로 균집을 이루어 배치한다. 지상분광기의 측정거리는 10cm, 20cm, 30cm로 하였다. 화이트밸런스와 지상분광기 이격 거리는 1cm와 식생과의 이격거리와 동일하게 10cm, 20cm, 30cm로 설정하였다. 5월부터 6월까지 측정결과, 위해 식물의 분광 데이터의 분류 가능성을 비교할 필요가 있어 8월 측정은 현장조사를 통해 부소산성의 우세종인 느티나무, 상수리나무, 뽕나무, 갈참나무 총 4종을 동시에 측정하였다.

분광값을 ENVI 소프트웨어에서 생성한 ASCII파일에 Excel을 통하여 구분기호로 열고, 분광데이터를 기입하여 Endmember Collection으로 분광라이브러리를 제작하였다. 제작 후 식생의 분광특성을 좀 더 정확하게 보기 위해 연속체 제거를 통해 분광반사값을 비교·분석하였다.

<sup>†</sup>본 연구는 문화재청 및 국립문화재연구소의 2021년도 '문화유산 스마트 보존·활용 기술 개발' 사업으로 수행되었음(과제명: 대면적 문화재 입체적 진단 기술 개발, 과제번호: 2021A01D02-001, 기여율: 5%).

### 3. 결과

#### 3.1 촬영기법 정립

5월 측정결과, 바다 포장에서 측정은 분광데이터에서 노이즈가 발생하여 빛의 흡수가 좋은 검은색 우드락에서 측정하였다. 측정거리 1cm는 드론 촬영 방식과 차이가 나므로 지상분광기 측정 시 식생 이격거리 1cm는 옳지 않은 것으로 확인하였다. 잎을 하나씩 측정하는 방식은 식생의 분광특성을 파악하는 것에는 용이하나, 분광라이브러리를 구축하는 방식은 아닌 것으로 판단된다.

6월 측정결과, 식생 이격거리는 1cm가 아닌 30cm와 같이 거리를 이격하여 항공과 비슷한 조건으로 측정하는 것이 옳은 것으로 보인다. 회색 우드락은 흰색과 검은색이 혼합된 색으로 빛을 흡수하고 또한 반사하는 특성이 있어 검은색 우드락에서 측정한 분광 반사값에 비해 높은 값을 가진다. 회색은 자연에 존재하는 색이 아니므로 검은색을 가진 물체에 두고 측정하는 것이 옳아 보인다. 또한 우드락의 특성상 표면에 빛의 반사가 심하게 발생하므로 반사가 심하지 않은 재질로 하는 것이 타당해 보인다. 측정 시 물체의 형상은 잎을 모아 군집을 이루어 앞 뒷면을 측정하였으나, 자연에서는 앞만이 존재하는 것이 아니므로 가지에 잎이 달린 상태로 측정하는 것이 옳아 보인다.

8월 측정결과, WB 이격거리를 1cm로 두고 측정한 결과 10, 20, 30cm ENVI 소프트웨어를 사용하여 Endmember Collection에서 시각적으로 분광데이터를 분석한 결과, 식물끼리 분류가 되지 않았다. 그러므로 WB 이격거리를 식생과의 이격 거리와 동일하게 하는 것이 타당해 보인다. WB 이격거리를 식생 이격거리와 동일하였을 때, 10cm에서 분광데이터가 고르게 분류가 되었으나, 20, 30cm는 노이즈가 발생하였다. WB의 크기가 시야각에 비해 작아서 발생하는 현상으로 보인다.

#### 3.2 연속체 제거

연속체 제거된 분광반사값은 100nm 단위로 확대하여 500nm-600nm, 600nm-700nm, 700nm-800nm로 세 파장영역에서 시각적으로 분석한다. 500-600nm파장대에서 550nm파장대가 칩, 환삼덩굴, 뽕나무, 갈참나무의 분류가 잘되는 것을 확인할 수 있었다. 600-700nm파장대는 660nm파장대의 영역이 칩, 환삼, 아카시아 나무, 상수리나무, 뽕나무가 분류가 잘되는 것을 파악하였다. 700-800nm파장대에서 720-760nm파장대의 영역이 모든 수종들의 분광 반사값이 층층이 분류가 되는 것을 확인하였다.

### 4. 결론

5월부터 8월까지 측정결과 지상분광기 측정 시 WB, 식생의 이격거리는 동일하게 하여야 하고, 측정 대상은 검은색에 빛의 반사가 심하지 않은 재질을 가진 물체에 지상분광기의 시야각을 고려하여 크기를 설정하여 배치하여야 한다. 측정 대상은 자연 상태의 가지를 그대로 배치하여 측정하는 것이 옳다.

본 연구는 지상분광기를 활용하여 위해식물이라 칭한 아카시아나무, 칩, 환삼덩굴 3종을 포함한 부소산성의 우세종인 느티나무, 뽕나무, 상수리나무, 갈참나무 총 4종의 분광반사값을 측정 후 ASCII 파일로 구축하여 분광반사값을 비교 분석하였다.

비교 분석결과 550nm, 660nm, 720-760nm에서 수종들의 분광반사값이 분류에 용이한 파장영역으로 판단된다. 지상분광라이브러리는 시각적으로 식물마다 분류가능한 것으로 판단이 되지만, 항공 초분광영상에서의 분류는 실험과 현장조사를 통해 검증할 필요가 있다.

본 연구는 대면적 문화재 내의 위해식물 탐지 및 관리를 위한 지상분광라이브러리 구축 기법을 제안하고 식생분류 및 탐지 정확도 향상을 위해 통계적 기법을 통한 식생 분광 특성을 비교·분석을 진행할 필요가 있다.

#### 참고문헌

1. 김준성, 권재현(2020) 수종분류를 위한 드론 기반 분광라이브러리 적용방안 연구. 한국측량학회 학술대회자료집 2020.7: 288-291.
2. 신정일, 김선화, 이규성(2010) 한반도 지역의 지표특성을 고려한 분광라이브러리의 설계 및 구축. 대한원격탐사학회지 26(5): 465-475.
3. 이준호, 윤홍주(2018) 하천 부유쓰레기에 대한 분광라이브러리 특성 분석. 한국전자통신학회 논문지 13(3): 623-632.
4. 조영호(2018) 항공 초분광영상으로부터 염생식물 분류방법 비교분석. 국내석사학위논문 서울시립대학교 도시과학대학원, 서울.