

# 초분광 센서 영상의 연구동향과 활용전망



하 림  
국립환경과학원 / 전문위원  
rim486@korea.kr



이 혁  
국립환경과학원 / 연구사  
ehyuk72@korea.kr



강 태 구  
국립환경과학원 / 연구관  
taegu98@korea.kr

## 1. 서언

농업환경의 변화를 비롯한 지리, 산림 등의 변화는 수질에 많은 영향을 미치게 되며 이를 정확하게 측정하고 해석하는 기술 개발 또한 지속적으로 이루어지고 있다. 주로 현장에서 일정 시간 정해진 지점 자료를 얻어 분석하거나, 접근이 어려운 지역의 경우 가용한 촬영 영상을 활용하여 광범위 지역 연구를 수행하여왔다.

기존 영상을 활용한 연구는 현재 1m 내외까지 공간해상도를 향상시킨 상업용 고해상도 다중분광센서를 이용하는 단계까지 발전하였다. 그러나 다중분광영상은 한정된 파장구간 에너지를 감지하므로 다양한 지표 특성

을 표현하는 데 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하고자 항공기 기반의 센서를 이용하여 초분광 센서 영상(Hyperspectral Sensor Image, HSI)을 획득하고, 이를 통한 다양한 분석 연구들이 진행되고 있다. 그러나 HSI는 비교적 최근에 도입되어 국외 사례에 비해 국내 적용 사례가 한정적인 편이다.

이에, 본 고에서는 고해상도 위성영상에서 얻을 수 있는 정보 이상의 자료 획득과 분석이 가능한 초분광 센서의 다양한 분야 활용 현황 및 향후 농업 분야 활용 전망을 살펴보고자 한다.

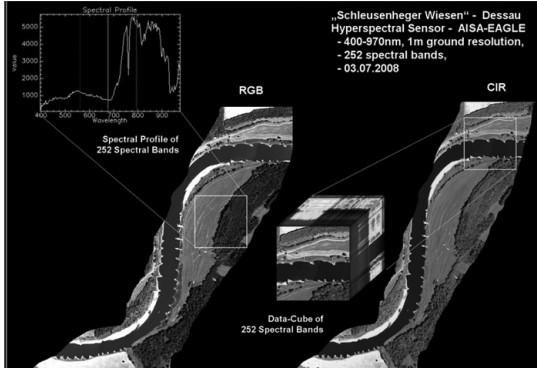


그림 1. Hyperspectral images with sensor AISA-EAGLE (03.07.2008)

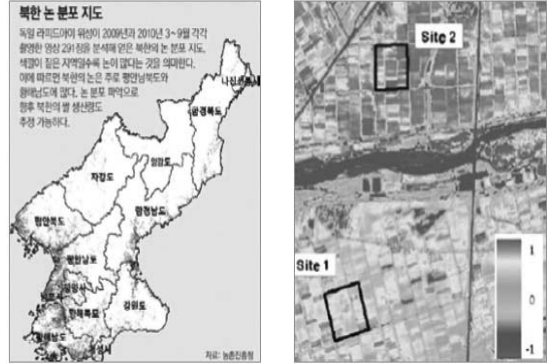


그림 2. 북한의 농작물 위치 분석 및 위성영상 활용 농작물 분석

## 2. 초분광 센서 영상(Hyperspectral Sensor Image)

HSI는 매우 세밀한 수백개 이상의 연속된 밴드로 구성된 분광해상도가 매우 높은 영상으로(그림 1), 화소별 완전한 분광 및 공간정보 수집에 용이하며 광범위한 분야에 활용이 가능하다. 우리가 일반적으로 접하는 디지털항공사진은 Red, Green, Blue에 해당하는 파장영역만을 취득하여 컬러영상으로 가시화하지만, HSI는 연속적이고 좁은 파장역으로 수집에서 수백 개의 분광밴드를 가지고 데이터를 취득한다. 따라서 최근 군사목적의 위장체 탐지나 농업 분야에서 작물의 상태 및 종류를 추정하고 분석하는데 있어 활용성이 인정되어 그 수요가 증가하고 있다(Fitzerald, 2004).

## 3. 국내외 적용 사례

### 3.1 농업분야

농업분야에서의 HSI 활용은 주로 농작물 모니터링을

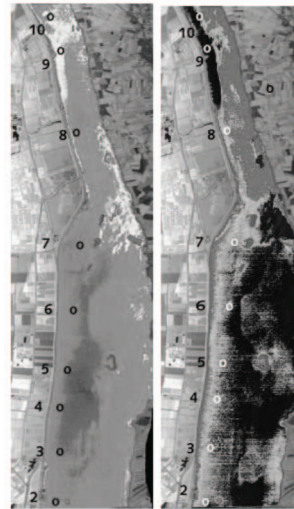


그림 3. SS와 Chl-a 탐지도

통해 상업적으로도 유용한 분야 중 하나이다. Patel 등 (2001)은 밀의 성장단계에 따른 LAI (Leaf Area Index), 엽록소 함량, 생체량을 측정 분석하여 경작단계를 구분하였다. 이러한 연구 결과는 상태가 좋지 않은 작물 모니터링 가능성을 보여주었다. 국내 홍석영 등 (2012)은 최근 RapidEye 위성영상을 분석하여 접근이

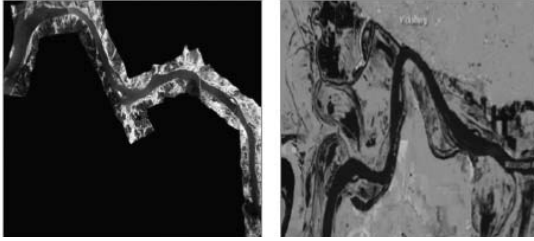


그림 4. 남한강 일대 수질인자 분석

힘들고 농업관련 정보가 부족한 북한과 같은 지역을 대상으로 농업 현황과 생산 기반인 논 면적 및 위치를 파악하였다. 이처럼 HSI를 활용할 경우 농작물의 건강, 활성도, 특정 엽록소의 함량, 엽면적지수 등을 보다 정확하고 세밀하게 분석할 수 있다.

### 3.2 수질환경분야

국내의 HSI의 수질분야 활용은 대부분 국외 사례로, 주로 호소나 저수지와 같은 정체수역에서의 부영양화 원인 추적 및 하천의 상태를 분류하고 수질관리 모니터링을 위한 수질 매개변수 추정에 집중되고 있다. 최근에는 SS와 용존유기물(Dissolved Organic Matter, DOM)을 탐지하는데 HSI가 유용한 것으로 판단되었다

(Hakvoort 등, 2002).

Koponen 등(2002)은 핀란드의 호수 중 1km<sup>2</sup>보다 큰 호수를 대상으로 수질 모니터링에 고분광영상의 적용가능성 여부를 연구하여 항공기 탑재 분광측정기로 호수의 수질분류가 가능함을 증명하였다. 국내 이승민 등(2012)의 연구에 따르면 초분광영상은 480~490nm에서 맑은 수역의 30m수심까지 ±2m오차이내에 분석가능하다고 알려져 있다고 한다. 또한 북한강과 남한강 일대에 대한 영상 촬영과 현장 샘플 취득을 통해 수질인자를 추출하여 HSI의 수질분석 적용 가능성을 검증한 연구결과도 수행된 바 있다.

### 3.3 산림분야

산림식생도 작성에 HSI를 적용 한 대표적 연구로는 224개 밴드를 가지고 미세한 반사광의 차이 구분이 가능하여 특정 광물이나 수종 분류에 적용가능한 AVIRIS 센서를 활용하여 미국 Yellowstone 국립공원 식생도를 작성한 사례가 있다. Kokaly 등(2003)은 USGS Tetracorder Expert System(Clark & Swayze, 1995)을 사용하여 AVIRIS 화소의 chlorophyll 분광과 잎의 수분에 의한 분광흡수 특성을 Spectral Library와 비교

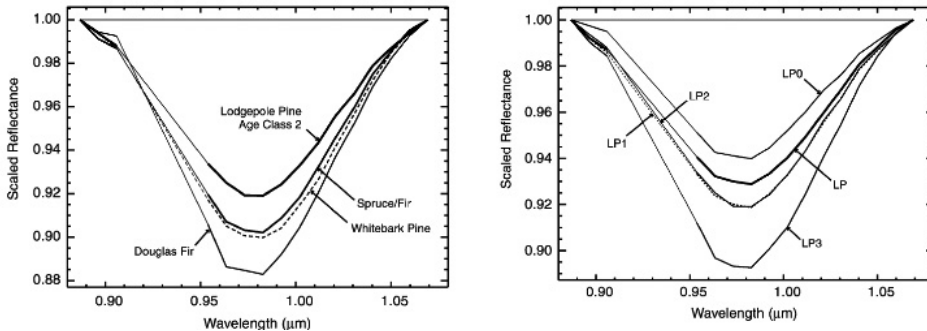


그림 5. 침엽수림의 수종과 수령에 따른 잎표면 물 분광흡수

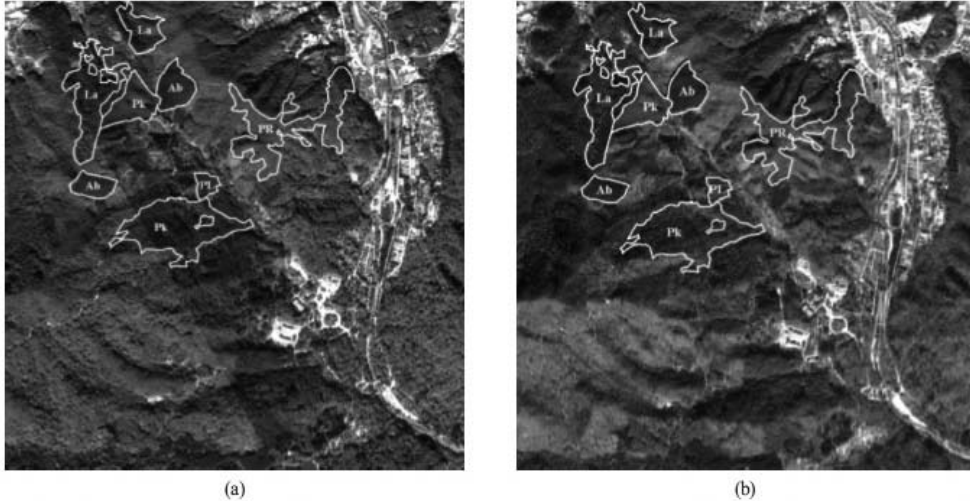


그림 6. (a) CASI 영상 (October 26, 2010), (b) AISA 영상 (November 21, 2011)의 5종류 침엽수림 식생지도 비교

하여 SFF기법으로 분석하였다.

또한 국내에서는 조형갑과 이규성(2014)의 연구에서 광릉 수목원에 대해 산림의 수종분류에 AISA, CASI 영상이 적용되었다. 그 결과 잣나무림, 낙엽송림, 침엽수, 활엽수림으로 삼림 수종이 분포 되어 있었으며, 분류 정확도는 면적 비교 시 최소 88%에서 최대 92%의 유사성을 보였다.

### 3.4 해양분야

해양 분야에서는 해색을 통한 유해 적조, 부유성 녹조, SS 등을 추정하는 연구가 많이 이루어졌다. 김태우 등(2014)의 연구에 따르면 연안과 해양 분야에서는 위성기반 원격탐사를 Chl-a 탐지, 적조(red tide) 탐지, 산호(coral reef) 탐지, 기름유출(oil spill) 등에 활용하였고, 열은 연안의 바닥과 같은 해양지질에 대해 구체적

이고 정도 높은 정보를 제공하려고 노력하고 있다고 서술하였다. 국립해양조사원에는 HSI를 이용하여 해안선 재질조사를 실시하고 있으며, 2010년 거제도 시범사업을 시작으로 2011년~2012년 2년 동안 서해 연안해역에 대한 초분광센서 측량을 실시하고, 이에 따라 기존에 항공사진 및 현황조사에 의해서 해안선 재질을 판독하는 방식에서 초분광센서 데이터의 분광 특성에 따른 재질 분류를 실시하여 과학적이고 효율적인 방법으로 조사를 할 수 있게 되었으며, 면적기반의 해안선 재질 DB구축이 가능해졌다고 알려진 바 있다.

### 4. 결론

원격탐사기법의 적용은 다양하고 정확한 자료의 축적이 중요하며, 분광 범위가 작은 HSI의 경우는 그 중요성이 더 커지게 될 것이다. 그러나 사실상 국내에서는 HSI

를 이용한 특성 주제도 작성 및 환경 분석에 관한 연구와 실제 적용이 광범위하게 이루어지지 않고 있다.

특히 HSI가 수많은 분광 자료를 가지고 있으며 촬영 시 기상 및 지역 환경 특성에 많은 영향을 받기 그러한 영향을 보정하는 절차가 중요하며, 전문성이 요구됨에 따라 연구가 쉽게 이루어지지 않은 것으로 판단된다.

HSI는 농업분야 및 호소 수질분야 연구에 유용한 자료 축적원이며, 이러한 연구사례 축적이 전략적 환경평가와 환경영향평가와 같은 분야에도 많은 도움을 줄 것이다. 환경적으로 민감한 계획 수립의 경우 HSI의 확보와 분석에 필요한 시간을 고려할 수 있는 제도적 보완도 검토되어야 할 것이며, 이를 위해서는 계획의 수립단계에서부터 정보의 수집과 분석에 관한 일련의 과정이 도입되어야 할 것이다.

자료가 장기간 축적되어 기반이 마련되면 이를 토대로 안정적인 HSI를 농업분야 연구에 적용할 수 있을 것이다. 최근 국립환경과학원을 비롯한 몇몇 기관의 경우 항공기 탑재 초분광센서를 도입하여 테스트 및 분석 경험을 축적하기 위해 노력 중이다.

이처럼 높은 공간해상도와 독자적인 특성을 가진 HSI를 국내 농업환경연구와 모니터링에 적합한 수준으로 발전시킨다면 자체적 전문 원격탐사 기반의 농업 환경 모니터링 시스템을 구축할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

1. Clark, R. N., and Swayze, G. A., 1995. Mapping minerals, amorphous materials, environmental materials, vegetation, water, ice and snow, and other materials: the USGS Tricorder algorithm. In R. O. Green (Ed.), Summaries of the fifth annual JPL airborne earth science workshop. JPL Publication, 95(1): 39-40.
2. Fitzgerald, G. J., 2004 Portable hyperspectral tunable imaging system (PhyTIS) for precision agriculture. *Agronomy Journal*, 96(1): 311-315.
3. Hakvoort, H., J. dede Hann, R. Jordans, R. Vos, S. Peters and M. Rijeboer, 2002. Towards airborne remote sensing of water quality in the Netherlands-validation and error analysis. *J. Photogr. Remote Sens.*, 57: 171-183.
4. Kokaly, R. F., Despain, D.G., Clark, R.N., and Livo, K.E., 2003. Mapping vegetation in Yellowstone National Park using spectral feature analysis of AVIRIS data. *Remote Sensing of Environment*, 84: 437-456.
5. Patel, N. K., Patnaik, C., Dutta, S., Shekh, A. M., and Dave, A. J., 2001. Study of crop growth parameters using airborne imaging spectrometer data. *International Journal of Remote Sensing*, 22(12): 2401-2411.
6. 김태우, 신한섭, 서용철, 2014. 수질 매개변수 추정에 있어서 항공 초분광영상의 가용성 고찰. *대한원격탐사학회지*, 30(1): 61-73.
7. 이승민, 이정엽, 백경희, 최종우, 김윤석, 2012. 수질중 잔류 유기오염물질 검출을 위한 초분광영상(HSI) 이용. *한국환경분석학회지*, 15(3): 179-187.
8. 조형갑, 이규성, 2014. 침엽수종 분류를 위한 초분광영상과 다중분광영상의 비교. *대한원격탐사학회지*, 30(1): 25-36.
9. 홍석영, 민병걸, 이지민, 김이현, 이경도, 2012. RapidEye 영상을 이용한 북한의 논 면적 산정. *한국토양비료학회지*, 45(6): 1194-1202.