

[Article]

광학위성 분광관측 비교·분석을 위한 서귀포 산림타워 기반 초분광 복사조도 관측 자료

이홍탁, 염종민*

한국항공우주연구원 위성활용부

Hyperspectral Irradiance Data for a Comparison and an Analysis of Optical Satellite Spectral Observation: Based on Seogwipo Forest Flux Tower

Hongtak Lee, JongMin Yeom*

Satellite Application Division, Korea Aerospace Research Institute

(Received: 12 December 2019, revised: 19 December 2019, accepted: 30 December 2019)

*Corresponding author: yeomjm@kari.re.kr

요약문: 지구표면에 대한 원격탐사기법을 개발하고 적용하는데 있어 지상관측자료와의 비교는 필수적이다. 하지만 국내에 상시관측시설이 부족하여, 현재 국내 비교·분석용 지상관측자료의 생산은 한정된 기간에 수행되는 필드 캠페인에 상당부분 의존하고 있다. 이에 한국항공우주연구원은 국내 위성원격탐사 기반 조성을 위해 상시 지상관측타워의 구축 및 운용을 추진중이다. 본 연구는 상시지상관측타워의 구축에 앞선 시험 관측의 일환으로 수행되었으며, 지표반사도를 대상으로 2017년 5월부터 21개월간 수행되었다. 한라산 소재 산림관측타워 상단에 설치된 2대의 분광복사계를 활용하여 상·하향 초분광복사휘도를 관측하였으며, 두 복사휘도 간 비율을 구하는 간단한 방식을 통해 지표복사도를 계산하였다. 계산된 지표반사도는 LANDSAT8 VNIR 영상으로부터 획득한 지표반사도 값과 비교 결과 상당부분 일치하는 결과를 보였다. 이를 통해 지상관측을 통해 얻은 지표반사도의 유효성을 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과는 향후 상시지상관측타워 구축에 배경 자료로 활용될 것이며, 한라산 지역에 대한 원격탐사 기법 적용에 본 관측자료가 지상 비교자료로 활용될 것으로 기대된다.

주요어: 지표반사도, 현장관측자료, 복사조도, 초분광

Abstract: Comparison with ground-truth data is essential for developing and applying remote sensing algorithm towards the Earth surface. Unfortunately, major sources of domestic ground-truth data are depending on field-campaign with limited period because of insufficient all-time observation facilities within a domestic region. Korea Aerospace Research Institute, KARI, is planning to construct and operate surface observation tower to provide remote sensing infrastructure. This study was conducted as a pilot program of the observation tower construction and targeted to observe surface reflectance. The observation was made for about 21 months from May 2017. Two hyper-spectroradiometers were installed on top of a forest flux tower at Mt. Halla to measure hyperspectral

up/down-welling irradiance, and surface reflectance was derived simply from their ratio. The derived surface reflectance was compared to surface reflectance values estimated from LANDSAT8 VNIR images, and the two surface reflectances coincided while showing effectiveness of the derived surface reflectance. The data acquired from this study would be able to provide background information for the expected surface observation tower, as well as actual ground-truth data for remote sensing application upon Mt. Halla area.

Keywords: Surface Reflectance, In-situ Observation, Irradiance, Hyperspectral

1. 서론

위성영상을 활용한 원격탐사 알고리즘의 개발과 검증을 위해서는 지상에서 관측한 비교 자료가 필수적이다. 하지만, 국내에서는 지표 분광정보 및 지표 피복 상태, 그리고 지표 인근 대기정보를 동시에 상시 관측하는 시설이 부족하여 개별 연구그룹의 한시적인 필드 캠페인에 비교 자료의 상당부분을 의존해오고 있다. 이에 한국항공우주 연구원은 국내 위성영상 및 원격탐사자료 활용 기반 제공을 위해 상시 지상관측타워의 구축 및 장기 운용, 그리고 관측된 자료의 상시 공개 및 무상 제공을 추진하고 있다.

본 연구는 실제 관측타워의 구축과 운용에 앞서 시험적인 성격으로 수행되어 장비의 설치, 관측 및 관측 자료의 간단한 처리와 평가를 목적으로 하였다. 또한, 이를 위해 기본적인 관측요소 중 하나인 복사조도를 그 대상으로 하여 2017년 5월부터 2019년 2월까지 관측을 수행하였다. 복사조도 관측은 각각 직상방과 직하방을 지향하는 MS-700 분광복사계(spectroradiometer) 1 쌍을 제주 서귀포 국립산림과학원 시험림 소재 난대산림 캐노피 플렉스 타워 상단에 설치하였다. 이들 기기로부터 획득된 상·하향 초분광 복사조도(irradiance) 관측자료는 관측 대상 파장범위인 350nm~1050nm내에 위치하는 다양한 분광채널과 비교 가능하다.

상·하향 복사조도는 동시에 관측이 수행되어 그 결과들은 추후 지표반사도를 비롯한 다양한 지표들로 변환될 수 있으며, 이러한 지상관측 기반 지표들은 다양한 위성영상 활용 기법 연구에 기초 자료가 될 수 있을 것으로 예상된다. 실제 상·하향 복사조도 간 비율로부터 획득한 지표반사도를 LANDSAT8 VNIR 영상에서 대기보정을 통해 획득한 지표반사도와 비교하였다. 이때 대부분의 경우 두 지표반사도는 높은 상관관계를 보였으며, 이 결과를 통해 지상관측 자료와 그 처리 결과물의 유의미함을 확인하였다.

현재 구축 추진중인 상시 지상관측타워는 본 연구결과 및 본 연구에서 획득한 교훈을 고려하여 반영하였으며, 상·하향 초분광 복사조도 및 지표반사도 뿐만 아니라 광합성 유효광량, 열적외선 상·하향 복사온도, 대기중 가스 성분, 풍향풍속 등 다양한 요소에 대한 상시 관측이 이루어 질 예정이다.

2. 관측방법

본 초분광 지상관측은 EKO社 제 MS-700 분광복사계 2대 1쌍을 활용하여 수행되었다. 해당 기기는 350~1050 nm 파장범위에서 반치전폭 (Full Width at Half Maximum, FWHM) 10nm 미만의 분광해상도로 관측한다 [EKO, 2019]. 기기 전단에 광학계를 부착하여 다양한 시야각 (Field of View, FOV)으로 관측 가능하나, 본 지상관측에서는 별도의 전단광학계 없이 180도 FOV를 적용하였다.

전체 관측기간동안 1쌍의 MS-700 분광복사계는 지표면으로부터 약 20m 높이로 구축된 난대산림 캐노피 플렉스 타워 최상단에 각각 직상방·직하방을 지향하게 설치되었다. 직하방을 지향한 분광복사계는 철제 구조물로 이루어진 관측타워의 반사신호를 감쇠 시키기 위해, 약 2m의 철제 봉을 이용하여 관측타워 본체로부터 이격하여 설치되었다. 해당 관측타워는 국립산림과학원 난대아열대산림연구소에서 구축·운용 중에 있으며, 주변 수목의 캐노피

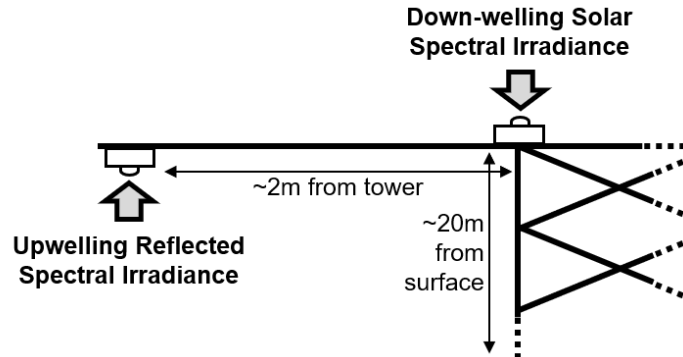
(canopy) 보다 약 3~5m 상단에서 반사되는 상향 복사조도의 관측이 가능하다(Fig. 1).



a) Installed View of MS-700 for Downwelling Irradiance Observation



b) Installed View of MS-700 for Upwelling Irradiance Observation



c) Installation Scheme of a Pair of MS-700 on top of the Seogwipo Forest Tower

Fig. 1. Overall Methods of hyper-Spectral Irradiance

3. 공간적 범위

초분광 복사조도 관측이 수행된 난대산림 캐노피 플렉스 타워는 제주 서귀포 소재 산림과학원 시험림 내부, 돈내코지구 안내소 북서쪽 약 600m 지점에(북위 33°19'4.77" 동경 126°34'3.66") 위치한다 (Fig. 2). 관측타워는 한라산 초입 해발 240m 지점에 구축되어 관측장비가 설치된 타워 최상단은 약 해발 260m에 위치한다. 해당 관측지역은 해양성 기후의 영향 아래, 연평균 기온 16.20°C, 연평균 습도 70.70%, 연간 강수량 1850.80mm과 같은 특성을 보인다. 하향 초분광 복사계의 관측 대상은 평균 13.70m의 혼합림으로 개어서나무, 졸참나무, 소나무, 제주조릿대 등으로 다양하게 구성되어 있다[Yeom. et. al., 2017].

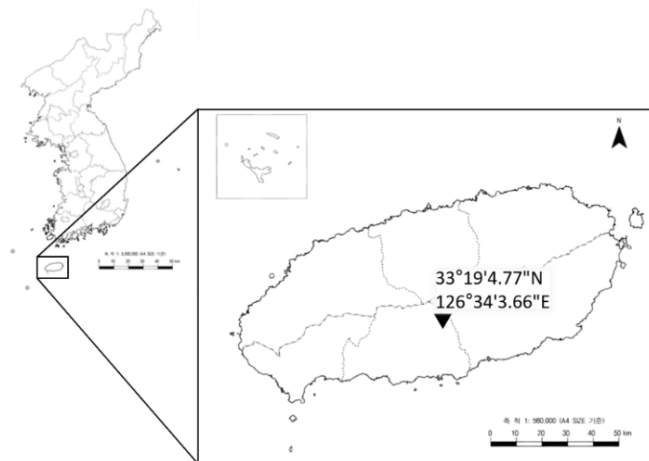


Fig. 2. Study Area, Seogwipo, Jeju isl. [NGII. 2019]

4. 시간적 범위

서귀포 관측타워에서 수행된 초분광 관측을 통해 2017년 5월 25일부터 2019년 2월 13일까지, 매일 05시부터 약 20시까지 복사조도 자료가 획득되었다. 상·하향 복사조도 간 관측이 동시에 이루어진 경우와, 관측 시간이 1분 차이 나는 경우를 함께 포함하여 총 48,205 쌍의 자료가 획득되었다.

5. 측정자료 및 활용 예시

동시기에 관측된 상·하향 복사조도를 함께 도시한 결과는 아래 와 같다(Fig. 3.). 관측 자료는 매 3.3nm 마다 W/m²/μm의 단위로 도시되며, 상·하향 초분광 복사조도는 각각 파란색과 초록색으로 도시되어 있다. 아래 예시에서 약 700nm영역까지 하향 복사조도가 강하게 관측되는 반면 식생 표면에 반사 이후 복사조도가 급감하는 모습을 확인할 수 있다. 반면 약 800nm 인근 NIR(Near Infrared) 영역에서는 파장이 짧은 영역에 비해 상대적으로 강한 반사 복사조도를 보여 식물 잎의 특성을 반영하고 있는 것으로 판단된다.

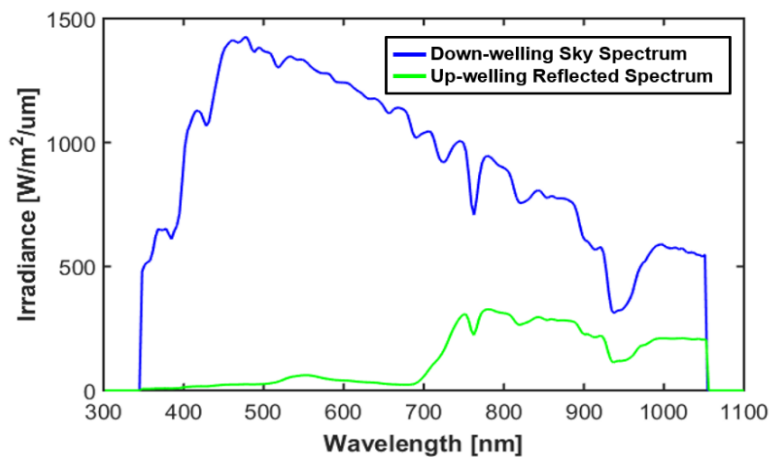
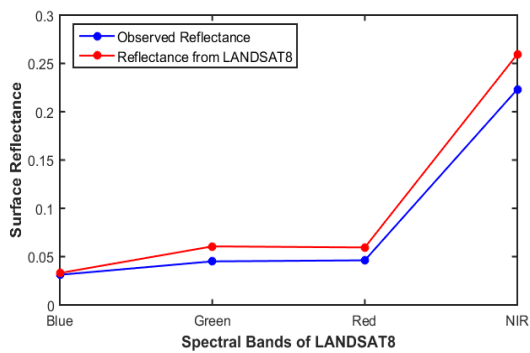
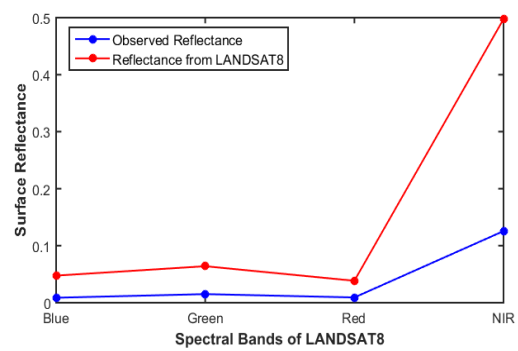


Fig. 3. An Example of Acquired Data 2017.05.25. 14:00 (UTC)

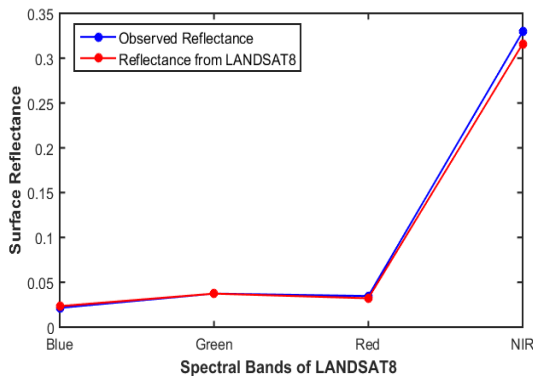
상·하향 초분광 관측자료는 아래와 같이 지표반사도 비교 등에 활용될 수 있다(Fig. 4.). LANDSAT8의 채널 2(Blue), 3(Green), 4(Red), 5(NIR)에 대비되는 현장 측정 지표반사도를 생성하기 위해 MS-700 분광복사계로 측정된 하향 복사조도에 대한 상향 복사조도의 비율을 계산하였다. 이후 각 채널의 분광반응함수(SRF, spectral response function)를 적용하여 각 채널에 대한 현장 측정 지표반사도를 생성하였다. 또한 LANDSAT8 4개 채널의 실제 영상에 ENVI에 탑재된 FLAASH 대기보정 알고리즘을 적용하여 지표반사도 영상을 생성하였으며, 산림타워 위치에 해당하는 값을 현장 측정 지표반사도와 비교하였다[Research Systems, INC. 2005]. 비교 결과 NIR 채널에서 시기에 따른 차이가 발생하지만(Fig. 4.b), 전반적으로 채널에 따른 유사한 지표반사도 분포 양상을 보였다. 또한 4개 예시에서 최대 약 0.04 이내의 반사도 차이를 나타내어 지표반사도 자료의 유용성과 활용성을 확인하였다.



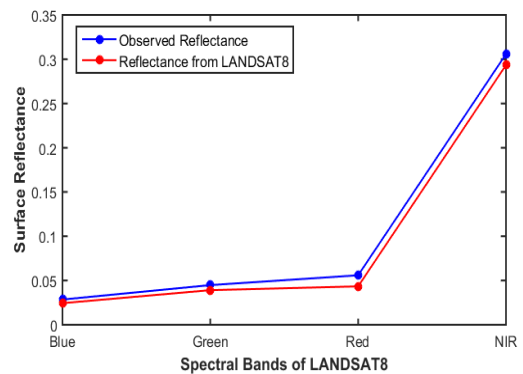
a) 2018. 03.31. 02:05 (UTC)



b) 2018.08.06. 02:05 (UTC)



c) 2018. 10. 25. 02:05 (UTC)



d) 2018. 11. 10. 02:05 (UTC)

Fig. 4. Application Example, Surface Reflectance Comparison

6. 사사

본 지상관측은 국립산림과학원 난대아열대산림연구소의 산림관측타워 상단 공간 협조를 통해 수행되었습니다.

7. 참고문헌

EKO Instruments. MS-700 Spectroradiometer specifications. <https://eko-eu.com/products/solar-energy/spectroradiometers/ms-700-spectroradiometer> Accessed 20 Nov 2019

NGII, National Geographic Information Institute. Download for blank maps. https://www.ngii.go.kr/child/content.do;web_JSESSIONID=B2050E58085B41540D92DD382A579F1E?sq=149 Accessed 20 Nov 2019

Research Systems Inc. (2005) FLAASH Module User's Guide, ENVI FLAASH Version 4.2.

Yeom J.M., Deo R., Chun J., Hong J., Kim D.S., Han K. S., and Cho J. (2017) Synthetic retrieval of hourly net ecosystem exchange using the neural network model with combined MI and GOCI geostationary sensor datasets and ground-based measurements. *International journal of remote sensing*, 38(23):7441-7456.

8. 메타데이터

구분	필드명	하위카테고리#1	하위카테고리#2	설명	비고	
필수	Title	초분광 복사조도		데이터 제목	무엇을	
	*DOI name			DOI name		
	*Category	In-situ 관측자료		ISO 19115 Topic Category		
	Abstract			요약 설명	어떻게, 왜	
	*Temporal Coverage	2017년 5월 25일 ~ 2019년 2월 13일			취득일	언제
					취득기간	
	*Spatial Coverage	제주특별자치도 서귀포시 상호동 산1 위도 33°16'4.7"N 경도 126°34'3.66"E		점 (point)	공간정보 (WGS84 권고)	어디서
				선 (line)	공간정보 (WGS84 권고)	
				면 (polygon)	공간정보 (WGS84 권고)	
	*Personnel	등록자(염종민)/ 소유자(항우연)/ yeomjm@kari.re.kr		이름	등록자 이름	누가
			소속	소속		
			이메일	이메일 주소		
선택	*Project	위성활용사업		수행과제명		
	*Instrument	MS-700 (日 EKO社)	FOV: 180° FWHM: 10nm ↓ Target λ: 350~1050nm	수집 장비 개요 (제조사, 모델명, 분해능 등)		