천리안 위성을 이용한 지표면 온도의 검증

Verification of Land Surface Temperature using COMS(Communication, Ocean and Meteorological Satellite)

백종진*, 최민하**

Jong Jin Baek, Minha Choi

요 지

지표면 온도는 토지피복의 상태, 식생의 분포 상태, 토양수분, 증발산 등의 영향으로 많은 차이를 가지게 되며, 지면-대기의 상호순환의 중요한 인자로써 기후모델 및 농업 등의 기본적인 데이터로 사용되고 있다. 이러한 지표면의 온도를 정확하게 파악하는 것은 수문학적 관점 및 기상적인 관점에서 매우 중요하다. 기존에 LST (Land Surface Temperature, 지표면온도), ET (EvapoTranspiration, 증발산), NDVI (Normalized Difference Vegetation Index, 정규식생지수) 등의 검증이 많이 이루어진 MODIS위성의 Terra/Aqua센서는 한반도를 스캔하고 지나갈 때의 순간적인 데이터를 산출된다. 공간적인 면에서는 많은 이점이 있으나 시간적인 면에서는 시간에 따른 인자들의 변동성을 파악 하는데는 많은 문제가 있다. 그렇기 때문에 시·공간적으로 변화양상을 측정 할 수 있는 정지궤도위성의 중요성이 대두되고 있다.

본 연구에서는 국내에서 2010년 6월 27일 발사된 정지궤도위성인 천리안의 데이터를 활용하였다. 천리안 위성은 기상 센서와 해양관측 센서 그리고 통신센서를 가진 위성이다. 천리안 위성의 기상 센서는 MTSAT-1 위성과 같은 적외선 센서를 탑재하고 있으며, 평시에는 15분 단위의 데이터를 산출하게 된다. 천리안에서 제공되는 많은 Product(강우강도, 해수면온도, 가강수량, 지구방출복사 등)는 수자원 및 기상에 관련된 데이터가 제공된다. 하지만 아직 검증이 많이 이루어지지 못하였다. 그래서 천리안 위성 데이터인 지표면 온도자료를 이용하여 천리안 위성의 효율성에 대해서 알아보고자 하며, 기존의 검증이 많이 이루어진 MODIS의 데이터와의 상관성을 분석하고 지상과의 관계를 검증 및 비교하여 천리안 위성의 활용성에 대해서 알아보려고 한다.

핵심용어 : 지표면 온도(LST), 천리안 위성(Communication, Ocean and Meteorological Satellite, COMS), MODIS

1. 서론

지표면 온도는 수문학적 관점 및 기상학적 관점에서 매우 중요한 인자로 토지피복의 상태, 식생의 분포 상태, 토양수분, 증발산 등의 영향으로 많은 차이를 가지게 되며, 지면-대기의 상호순환을 이해하는 인자로써 기후모델 및 농업 등의 기본적인 데이터로 사용되고 있다. 지표면 온도는 관측 지점에서 지표면 온도를 측정을 하는 경우가 많으나 직접적인 측정으로 자료를 얻기 위해서는 많은 인력·경제적인 자원이 소비되고 시·공간적으로 제한을 갖게 되는 등의 문제점이 있으며, 지점 자료를 이용하여 공간적으로 표현하기에는 한계를 가진다. 또한, 현장관측의 정규적인 관측이 부족하기 때문에 이러한 대안으로 인공위성을 이용한 원격탐사기법으로 지표면 온도를 측정하는 방법이 제안되었다. 원격탐사는 주로 위성을 보유한 선진국을 중심으로 정지위성 및 극궤도 위성을 통해 지표면 온도를 파악하고자 하는 연구가 진행되었다. 기존의 궤도위성

* 한양대학교 건설환경공학과 석사과정 · E-mail : jjbaek@hanyang.ac.kr

** 정회원 · 한양대학교 건설환경공학과 조교수 · E-mail : mchoi@hanyang.ac.kr

(Terra/Aqua 등)들은 관측되는 영역이 변화가 있으며, 또한 관측되는 시간이 한정되는 단점이 있는 등 시공간적인 변동성에 대해서 관측하기가 쉽지 않다. 반면, COMS는 위와 같은 단점들의 문제를 해결할 수 있고, 공간적인 변화에 대한 분포를 보다 잘 나타낼 수 있다.

본 연구에서 COMS의 공간적인 분포를 확인하며, COMS LST와 Terra/Aqua 두 위성의 MODIS LST(MOD11A1)의 비교를 통해 상관을 분석하여 천리안 위성의 활용성에 대해서 알아보려고 한다.

2. 연구방법

2.1 천리안위성(COMS : Communication, Ocean and Meteorological Satellite)

국내에서 2010년 이전까지는 미국의 기상위성들과 일본의 기상위성인 MTSAT-1R의 위성영상자료를 사용되어, 2010년 6월 27일에 순수 국내기술로 개발된 통신 중계기가 탑재되어 발사되었다. 이로써 10번째 정지위성궤도 자체개발 국가로 등록되었다. 천리안 위성은 2개의 센서로 MTSAT-2R에 설치된 것과 동일한 성능인 미국의 ITT사에서 주문된 기상센서(Meteo Imager, MI)와 프랑스의 EADS Astrium과 공동제작한 해양관측 센서인 Geostationary Ocean Color Imager (GOCI), 국산의 Ka 밴드 통신탑재체가 탑재되어있다. 천리안의 기본성능은 미국의 GOES 8호~13호, 일본의 MTSAT-2에 탑재되어있는 기상센서이다(표 1). 천리안 위성은 지구적도상공 36,000km, 동경 128.2도에 위치하며, 15분 간격(긴급시 8분)으로 자료가 생성되어 시공간적으로 양질의 데이터를 취득할 수 있다. 효과적인 처리를 위한 기상자료처리시스템(COMS Data Processing System: CMPDS)은 실시간으로 다양한 종류의 인공위성데이터를 산출할 수 있다(강전호 and 서명석, 2008).

본 연구에서는 COMS 위성으로부터 산출되는 기상학적 요소 Level 2인 지표면온도(LST)자료로 공간해상도가 4km × 4km인 북반구 확장자료(1934 × 1544)를 사용하였으며, 연구에 적합하게 한반도영역을 subset하여, 650 × 650 격자크기의 공간해상도 1km × 1km 로 변환하였다.

표 1. 천리안위성 기상센서의 특성

Sensor system characteristics			
Meteorological Sensor	5 channel (1 visible, 4 infrared)		
Channel	Center Wavelength(㎛)	Wavelength range(㎛)	Spatial Resolution(km)
Visible (VIS)	0.675	0.55-0.8	1 × 1 km
Shortwave infrared (SWIR)	3.75	3.5-4.0	4 × 4 km
Water vapor (WV)	6.75	6.5-7.0	4 × 4 km
Infrared 1 (IR 1)	10.8	10.3-11.3	4 × 4 km
Infrared 2(IR 2)	12.0	11.5-12.5	4 × 4 km

2.2 MODerate-resolution Imaging Spectroradiometer(MODIS) Sensor

MODIS는 NASA의 관측위성인 Terra/Aqua위성에 각각 탑재되어있고, 총 36개 밴드로 구성, 0.4㎛~14.4㎛의 파장영역을 가지고 있어 대기관측 및 해양과 육상 관측이 가능한 다목적 센서이다(Van Leeuwen, T. T. et al., 2011: MILIARESIS G. Ch., 2009).

최근 MODIS를 활용하여 전 세계적으로 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 MODIS는 불규칙성이 많은 수문기상학적인 인자를 측정하기 위한 노력으로 많은 Product를 제공하고 있으며 그 중 본 연구에서 적합한 지표면온도를 산출하기 위해 MOD11A1 (Land Surface Product)를 이용하였다. COMS의 자료와 비

교하기 위해 앞절과 동일하게 한반도 지역을 subset하여 650 × 650 격자크기의 공간해상도 1km × 1km로 구성하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 지표면 온도 산출 비교

본 연구에서는 COMS의 시간대 별 MODIS(Aqua/Terra)자료간의 비교 및 관측 자료와의 일평균 온도에 대해 검증하였다. 일일관측횟수가 2회인 MODIS(Aqua/Terra)의 정확한 관측시간을 확인하기 위하여 국가기상위성센터(National Meteorological Satellite center)의 자료를 참조하였다(표 2).

표 2. Terra/Aqua 위성의 관측시간

Date	Day/Night	Time (Terra)	Time (Aqua)
Jan 1, 2012	Day	**10:34**	**13:49**
	Night	**21:15**	**02:24**
Jan 2, 2012	Day	**11:16**	**12:55**
	Night	**22:19**	**01:51**
Jan 3, 2012	Day	**11:59**	**13:37**
	Night	**23:02**	**02:20**

표 2에서와 같이 Aqua와 Terra의 한반도를 대상으로 한 관측은 각각 거의 동일한 시간을 기준으로 이루어지나, 관측시간이 약간의 변동성을 가지고 있으므로, COMS와 동일한 시간에 대해 비교하는 데에는 다소 문제가 있다. 또한 연구 기간의 MODIS night time 지표면 온도의 관측이 미비하여 Day time만을 사용하여 비교·검증하였다. 또한 15분 단위로 제공되는 COMS의 자료를 MODIS 센서위성과 비교하기 위해 일평균으로 하여 비교하였다.

3.2 MODIS를 이용한 지표면 온도 검증

COMS의 지표면 온도 검증을 위해 비교하기에 적합한 2012년 1월 2일 자료를 사용하였다. 비교한 결과 겨울철 낮 시간에 대한 두 인공위성의 일치성을 나타낸 것이다. MODIS(Aqua/Terra)에 비해 COMS가 전반적으로 동일한 픽셀에서 과소산정 되었으며, 각 비교에서 나타난 결정계수는 COMS vs Aqua는 0.257, COMS vs Terrra는 0.528의 값으로 나타났다.

3.3 지점 지표면온도를 이용한 검증

앞에서 Aqua/Terra 위성과 COMS에 대한 상호 비교를 통해 COMS의 실효성을 확인하고자 하였다. 그러나 각각의 인공위성간의 비교는 관측하는 센서의 차이, 천청각의 차이, 구름, 알고리즘의 차이 등에 따라서 측정되는 값의 차이가 생겨 불확실성에 대한 오차를 크게 만들게 된다. 따라서 실제 관측 값과 COMS 지표면온도를 비교할 필요가 있다. 기상청에서 제공하는 일평균 데이터를 지표면 온도가 관측되는 기상대 약 98개소 중 74개소가 COMS 지표면 자료와 비교 ·검증이 가능하였다

본 연구의 결과를 살펴보았을 때, COMS 지표면온도는 실측치와 비교하였을 때 약간 과소산정되는 경향이 나타났다. 이는 일조량, 바람, 지형, 식생에 의한 변화량이 큰 지표면 온도를 4km 해상도의 자료와 지점자료의 비교 과정에서 발생한 것으로 판단되며, 따라서 지점에 대한 지표면 온도와 공간적으로 평균된 지표면 온도와의 차이가 크지 않는 것으로 보아 COM의 활용성이 있을 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 연구에서는 COMS 지표면 온도로부터 한반도의 공간적 분포도를 작성하였으며, COMS의 적용성을 판별하기 위해 세계적으로 많은 연구가 이뤄진 MODIS 센서를 탑재한 위성과의 비교·검증을 실시하였다. 겨울철의 지표면 온도자료를 사용하여 COMS의 정확성 및 이용가능성을 판별하기에는 다소 한계가 있으나, 하루에 96회 관측을 통해 자료의 획득의 용이성과 반복성의 장점을 지니며 한반도뿐만 아닌 아시아 영역에서 기상학적 요소의 시공간적인 변화를 판별할 수 있기 때문에 심도 있는 연구가 진행될 수 있을 것으로 생각된다. 추후 MODIS 및 COMS의 센서와 알고리즘의 특성상 구름 및 태양의 복사 등 외부적인 요인으로 인해 발생하는 결측치는 알고리즘의 보정 등의 보다 발전된 연구가 이뤄져야 할 것으로 보여지며, 계절적인 문제와 낮/밤의 지표면 온도에 대한 검증 또한 실시되어야 할 것이다.

감 사 의 글

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업지원을 받아 수행된 것임(0002516).

참 고 문 헌

1. 강전호, 서명석 (2008). COMS 자료로부터 지면온도 도출을 위한 방출율 자료 산출, 한국기상학회 학술대회 논문집, 한국기상학회, pp. 320-321.
2. 기상청, http://nmsc.kma.go.kr/
3. Miliaresis GC. (2009). Regional thermal and terrain modelling of the Afar Depression from MODIS multi-temporal monthly night LST data. *International Journal of Remote Sensing,* Vol. 30, No. 9, pp. 2429-2436.
4. Van Leeuwen TT., Frank AJ., Jin Y., Smyth P., Goulden ML., Van der Werf GR., and Randerson JT. (2011). Optimal use of land surface temperature data to detect changes in tropical forest cover. *J Geophys Res*, Vol. 116, DOI: 10.1029/2010JG001488.