

## PG13) Skyradiometer를 이용한 MODIS 위성 자료 검증 Verification of MODIS/Terra Data Using Skyradiometer

최용주 · 김영성  
한국의국어대학교 환경학과

### 1. 서 론

기후 변화 및 인체 질환에 영향을 미치는 에어로졸의 측정은 전 지구적으로 최근 위성을 이용한 원격 탐사를 통해 활발히 이루어지고 있다. 위성 측정은 전 지구적 규모의 측정이 가능하지만, 지표 측정에 비해 정확도가 떨어지기 때문에 두 자료간의 상호 검증은 매우 중요하다(Schaap et al., 2008). 특히 에어로졸 광학적 두께(AOD; Aerosol Optical Depth;  $\tau$ )의 경우 육상이 해양에 비해 지표 반사도가 높아 복원에 어려움이 있다. 따라서 해양 정확도는  $\Delta\tau = \pm 0.03 \pm 0.05\tau$ 인 반면, 육상의 정확도  $\Delta\tau = \pm 0.05 \pm 0.15\tau$ 로 육상 자료 이용 시 정확한 자료를 이용하는 것이 매우 중요하다(Remer et al., 2005). 동북아 AERONET 측정망(해안과 내륙)을 대상으로 수행한 비교 연구에서는  $\Delta\tau = \pm 0.1 \pm 0.24\tau$ 로 선행연구에 비해 높았다(이동하 등, 2006). 하지만 skyradiometer와 비교 연구는 미흡한 실정이라, 본 연구를 통해 중심 픽셀의 범위에 따른 상관성을 알아보았다.

### 2. 연구 방법

경기도 용인시 한국의국어대학교(127.16°E, 37.20°N)에 설치된 skyradiometer(POM-02, Prede Co. Ltd.)를 이용하여 측정된 자료로부터 SKYRAD.pack V4.2(Nakajima et al., 1996)를 이용,  $\tau$ 를 복원하였다. 일사가 있는 맑은 날 주간 동안 10분 간격으로 측정을 수행하며, 대기 중 에어로졸만의 광학적 성질을 산출하기위해 구름 오염의 영향이 있는 자료는 제거하였다. MODIS Terra는 1999년에 발사되어 북에서 남(descending orbit)으로 측정 장소를 오전에 통과한다. MODIS Level 2 에어로졸 자료(MOD04, Collection 5)의 해상도는 직하점(Nadir)에서 약  $10 \times 10 \text{ km}^2$ 이며,  $3 \times 3$  픽셀( $\pm 0.15^\circ$ )의 평균을 이용하여  $\tau$ 를 산출, 지표 자료와 비교 분석하였다. 중심 픽셀의 위치가 측정소 위, 경도에서 각각  $\pm 0.03^\circ$ (C03),  $\pm 0.05^\circ$ (C05)의 추출 범위에 따른 차이를 두었다. MODIS Terra 위성은 0.47과  $0.66 \mu\text{m}$ 의 내삽법(interpolation)을 통해  $0.55 \mu\text{m}$  파장의  $\tau$ 를 제공한다. 따라서 식 (1)을 이용하여 skyradiometer의 0.5와  $0.675 \mu\text{m}$  파장으로부터  $0.55 \mu\text{m}$ 의  $\tau$ 로 변환시켰다. 분석 기간은 2007년 3월부터 2009년 8월까지이며, 기기 고장 및 상호 기기 보정 기간을 제외하였다.

$$\alpha = \frac{\ln(\tau_{0.5}/\tau_{0.675})}{\ln(\tau_{0.675}/\tau_{0.5})}, \tau_{0.55} = \tau_{0.5}(0.55/0.5)^{-\alpha} \quad (1)$$

### 3. 결과 및 고찰

위성자료와 지표면 자료의 일평균과 위성이 통과하는 시간별 상관관계 및 상관계수(R)를 살펴보면, 유의 확률이 0.01 이하로 매우 유의하다. 일평균의 경우 C03, C05는 각각 0.93, 0.90으로 C03이 높으며, 시간 평균 자료는 각각 0.93, 0.89로 일평균 자료에 비해 상관성이 낮았다. 이는 2005년 자료로 선행 연구된 위성 통과 시간 기준  $\pm 30$ 분 평균 자료인 안면, 광주, 고산보다도 낮지만(표 1). 하지만, 2000-2005년의 자료와 비교 시 상관계수가 높으나, MOD04 Collection 4를 이용한 자료이기 때문에 직접적인 비교는 힘들다. 하지만, 해양과 육지 복원 알고리즘이 향상된 Collection 5 자료를 사용함으로써 해안 지역인 안면도와 제주도 고산의 상관관계가 향상된 것은 주목할 만하다.

모든 자료의 기울기는 1 이상이며, y절편은 음의 값을 띄는 것 역시 2005년 MODIS 자료와 동북아시아 AERONET 비교 연구 결과인 기울기 1 이하, 양의 음의 값과 반대이며(이권호와 김영준, 2008), 이는

MODIS 자료가 다소 과대평가(지표면 반사도가 과소평가) 되어있음을 의미한다(그림 1, 표 1). 상관계수와는 반대로 일평균 회귀직선의 기울기를 비교할 시 C03, C05 각각 1.17, 1.15로 C05가 1에 가까웠으며, 절편과 표준편차 역시 C05가 더욱 작았다. 하지만 MODIS의 정확도 범위에서 비교하면, C03 자료의 경우 신뢰도 범위 안에 들어있지만, C05는 신뢰도 범위 밖에 분포하여 있다.

해상도에 따른 지표 측정과 위성 자료의 상관관계를 살펴본 결과 C03의 상관 계수는 C05에 비해 높으나, 기울기, y 절편 및 표준편차 역시 높다. C03을 사용하는 것이 신뢰범위 안에 분포하나, 자료의 수가 C05의 1/3밖에 지나지 않는다. 따라서 C03을 사용하는 것이 지표 측정 자료의 신뢰범위에 들어오지만, C05의 자료수가 많기 때문에, 그 지역의 광학적 특성을 대표하기에 적합할 것으로 사료된다.

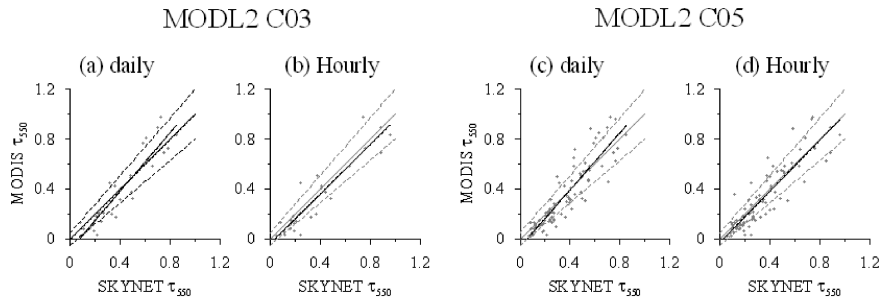


Fig. 1. Correlation values between SKYNET with MODIS. (a), (c) daily. (b), (d) hourly. gray and black solid lines indicate fitted and 1:1, respectively. Dotted lines is predicted uncertainty of Remer et al., 2005.

Table 1. Linear correlation results AOD of between MODIS and ground-based measurement.

	R	Slope	Intercept	SD	N	Period	Collection	
C03	Daily	0.93	1.17	-0.08	0.25	34	2007-2009 (±0.03°, ±0.05°)	5
	Hourly	0.93	0.99	-0.04	0.27	28		
C05	Daily	0.90	1.15	-0.06	0.23	92		
	Hourly	0.89	1.03	-0.03	0.23	79		
Anmyon*	0.92	0.95	0.14	0.08	25	2005 (±0.2°)	5	
Gwangju*	0.95	0.99	-0.06	0.05	61			
Gosan*	0.96	1.21	0.01	0.08	26			
Anmyon**	0.52	0.30	0.10	0.14	114	2000-2005	4	
Gwangju**	0.79	0.79	-0.01	0.18	157			
Gosan**	0.37	0.45	0.10	0.21	139			

\*이권호와 김영준 (2008), hourly

\*\*이동하 등(2006), hourly

### 참 고 문 헌

이권호, 김영준 (2008) 대한원격탐사학회지, 24, 369-379.  
 이동하 등 (2006) 한국기상학회지, 16, 85-96.  
 Nakajima, T. et al. (1996) Appl. Opt., 35, 2672-2686.  
 Remer, L.A. et al. (2005) Journal of the Atmospheric Science, 62, 947-972.  
 Schaap, M. et al. (2008) Atmospheric Environment, 42, 2187-2197.