

## AC6) MODIS센서를 이용한 aerosol의 계절별 특성 연구 Studies on the aerosol Seasonal aerosol properties using MODIS senser

한근혁 · 봉춘근<sup>1)</sup> · 김동술

경희대학교 환경학과 대기오염연구실, <sup>1)</sup>경희대학교 산학협력기술연구원

### 1. 서 론

우리나라에서는 에어로졸에 대해서 많은 관측과 분석이 이루어졌지만 바다와 육지의 에어로졸 분포에 대한 연구에는 어려움이 많았다. 인공위성자료를 이용하면 한반도와 주위의 바다가 한 화면에 나타나기 때문에 에어로졸의 공간분포 연구에 사용할 수 있다. 본 연구에서는 MODIS 자료를 이용해 에어로졸의 optical thickness를 이용하여 미세입자와 거대입자의 구성비를 구하고, 에어로졸의 공간 분포 및 특성을 연구하였다. 본 연구에 이용한 Terra 위성의 Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) 센서는 Earth Observing System(EOS)에 사용되기 위해 개발되었다. MODIS는 250~1,000m의 해상도를 가진 36개의 채널로 구성되어 있다.

### 2. 연구 방법

MODIS는 모두 36개의 채널을 가지고 있으며 채널의 파장은 0.659 ~ 14.235  $\mu\text{m}$  이고 해상도는 250 m~1,000 m이다. 표 1.은 이 연구에서 이용할 1~7번 채널로서 250 ~ 500 m의 해상도를 가지며, 파장은 0.659 ~ 2.130 nm이다. 하루에 1 ~ 2회 정도 우리나라의 상공을 통과하며 1999년도부터 활동을 시작했다(Michael D. King, 1999).

Table 1. Spectral characteristics, spatial resolution and principal puoses of atmospheric channel.  
 (King, et al, 1992)

Channel	$\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	$\Delta \lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	Ground resolution(m)	Atmospheric Purpose
1	0.659	0.050	250	Aerosol Properties and Cloud Optical Thickness
2	0.865	0.040	250	Aerosol Properties
3	0.470	0.020	500	Aerosol Mass Loading and Optical Thickness
4	0.555	0.020	500	Aerosol Optical Thickness
5	1.240	0.020	500	Aerosol Optical Thickness
6	1.640	0.020	500	Snow/Cloud Discrimination; Cloud Phase; Aerosol Optical Thickness
7	2.130	0.050	500	Cloud Effective Particle Radius; Aerosol Optical Thickness

MODIS 자료는 기상청에서 구입하였으며, 데이터 해석에는 MATLAB을 사용하였다.

MODIS 자료는 radiance단위( $\text{mW}/\text{m}^2 \cdot \text{sr} \cdot \mu\text{m}$ )로 기록되고, 다음 식으로 표현할 수 있다.

$$L_{\lambda}^{\zeta}(\mu_s, \mu_v, \phi_v) = \eta L_{\lambda}^{\zeta}(\mu_s, \mu_v, \phi_v) + (1 - \eta)L_{\lambda}^{\zeta}(\mu_s, \mu_v, \phi_v)$$

$L_{\lambda}^{\zeta}(\mu_s, \mu_v, \phi_v)$  : total radiance

$L_{\lambda}^s(\mu_s, \mu_v, \phi_v)$  : radiances of the small mode

$L_{\lambda}^l(\mu_s, \mu_v, \phi_v)$  : radiances of the large mode

$\eta$  : ratio

particle mode를 5개의 small mode와 6개의 large mode로 분류하고 각각에 optical thickness를 0, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0으로 분류하여 많이 나타나는 particle size distribution case 36개를 표로 만들었다. 표 2는 550 nm에서의 optical property를 나타낸 것으로 36개의 case 중 8 가지만 나타낸 것이다 (Yoram J. Kaufman, 1998). Optical thickness를 구하기 위해 구름의 영향을 받지 않는 화소를 찾아 radiance를 결정하고 주어진 지표면 반사도, 위성의 위치, 태양각 등의 값을 이용해 같은 양의 radiance를 갖는 case를 선정하여 optical thickness를 보정하고 aerosol mass concentration을 구하여 각 계절별, 공간적 분포를 조사하였다.

Table 2. Optical properties and effective radius of the input data set(Yoram J. Kaufman, 1998)

Case No.	Small Mode	$r_{eff}^s$	Large Mode	$r_{eff}^l$	$r_{eff}$	Ratio $\eta$	Opt. Thick. $\tau$	Asy. Factor $g$
1	S <sub>A</sub>	0.049	/	/	0.049	1	0.200	0.367
2	S <sub>A</sub>	0.049	/	/	0.049	1	0.500	0.367
3	S <sub>A</sub>	0.049	/	/	0.049	1	1.000	0.367
4	S <sub>A</sub>	0.098	/	/	0.049	1	2.000	0.367
5	S <sub>B</sub>	/	L <sub>A</sub>	0.984	0.984	0	0.200	0.588
6	/	/	L <sub>A</sub>	0.984	0.984	0	0.500	0.764
7	/	/	L <sub>A</sub>	0.984	0.984	0	1.000	0.764
8	/	/	L <sub>A</sub>	0.984	0.984	0	2.000	0.764

### 3. 결과 및 고찰

인공위성 데이터를 사용하여 aerosol의 optical thickness를 구하기 위해서는 구름의 양이 적어야 한다. Terra 위성은 하루에 1 내지 2회 정도 한반도를 찍고 한반도의 일부만 찍는 경우도 있기 때문에 많은 양의 data를 구할 수가 없다. 그래서 계절별로 4~5개의 이미지를 사용하여 aerosol의 공간 분포를 조사하였다. 그림 1은 MATLAB을 사용하여 4번째 채널과 7번째 채널의 radiation값을 그림으로 표현한 것이다.

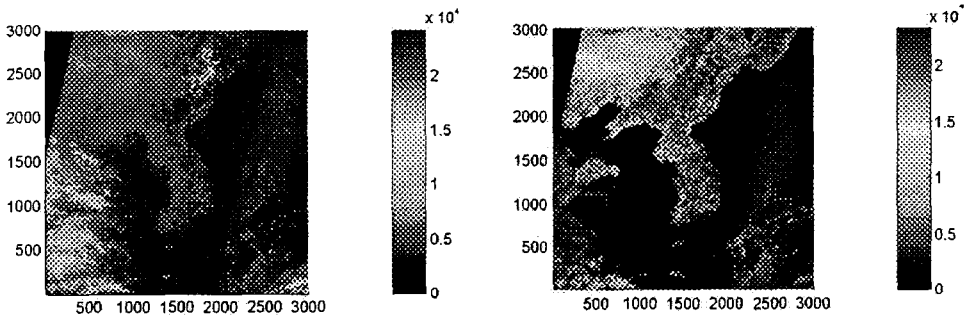


Figure 1. Satellite image of TERRA MODIS data(ch.4 and ch.7.) for May 13, 2001.

### 참 고 문 헌

- Michael D. King, Yoram J. Kaufman, W. Paul Menzel, and Didier Tanr (1992) Remote sensing of cloud, aerosol, and water properties from the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS), IEEE TRANSACTIONS OF GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING, Vol.30, 2~27
- Michael D. King, Yoram J. Kaufman, Didier Tanr, and Teruyuki Nakajima (1999) Remote sensing of Tropospheric Aerosols from Space: Past, Present, and Future, Bulletin of the American Meteorological Society, Vol.80, 2229~2259.
- Yoram J. Kaufman and Didier Tanr (1998) Algorithm for remote sensing of tropospheric aerosol from MODIS, NASA