

## PE6) Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS)와 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) 위성관측자료를 이용한 2004년 한반도 인근지역 대기 에어로졸의 분포특성

### Atmospheric Aerosol over Korea using the MODIS and TOMS Satellite Observation Data

이동하 · 이권호 · 김영준

광주과학기술원 환경공학과, 환경모니터링 신기술 연구센터

#### 1. 서 론

대기중의 에어로졸 입자들은 직접적으로는 빛의 산란, 흡수 등 지구 복사평형에 영향을 미치며, 간접적으로는 구름 응결핵으로 작용함으로써 알베도와 구름의 수명에 영향을 미치게 된다. 최근에는 인공위성에 의한 대기 에어로졸의 관측방법에 있어서 중요한 요소가 되었다. NASA의 MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) 인공위성은 2000년 이후 전지구 지역에 대한 일일 에어로졸 정보를 제공함으로써 에어로졸의 분포 및 시공간적 변화 양상을 모니터링 하는데 이용되고 있다 (Kaufman et al., 1997; Tanre et al., 1997). TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer)는 관측된 자외선 영역의 복사량에 의해 도출된 AI(Aerosol Index)는 광흡수성 에어로졸의 분포 및 특성 도출에 사용되며 육지 및 해양에서도 관측이 가능한 장점이 있어서 황사현상이나 산불과 같은 대기 에어로졸 모니터링에 유용하다 (Hsu et al., 1996, Herman et al., 1997). 본 연구는 한반도 인근지역에서 MODIS 와 TOMS 인공위성 자료를 이용하여 2004년 동안 대기환경변화에 영향을 미치는 에어로졸의 분포 및 특성 변화를 분석하였다.

#### 2. 연구 방법

MODIS는 미국 NASA의 지구관측 위성 계획 (EOS; Earth Observing System)의 일환으로 발사된 위성 (TERRA ; 1999년 발사, AQUA; 2002년 발사)에 탑재된 센서로서 36개의 파장 분해능과 2330km의 Swath를 가지며 고도 705km에서 극궤도를 돌고 있다. MODIS 관측자료는 육지, 해양, 대기와 관련된 44개의 표준 자료를 생산하고 있으며 각각의 자료에 대한 자세한 설명은 Algorithm Theoretical Basis Documents (ATBD's)를 통하여 배포되고 있다. 본 연구에서는 에어로졸 자료를 분석하기 위하여 MOD04\_L2 자료를 이용하였다. MOD04\_L2는 100km<sup>2</sup> (at nadir)의 해상도로 전지구적인 에어로졸의 분포 및 광학적·물리학적 파라미터를 포함하는 MODIS Aerosol Product로서 해양 및 육지에서 다양한 에어로졸의 물리·광학적 파라미터를 포함하고 있다. 특히 대기 에어로졸 관측 자료를 분석하는데 있어 가장 흔하게 사용되는 파라미터는 AOT (Aerosol Optical Thickness)로서 대기 중의 존재하는 에어로졸 입자에 의하여 Extinction되는 태양광의 양의 함수로서 표현된다.

$$\tau(\lambda) = \int_0^{\infty} \sigma_{ext}(\lambda) \cdot z dz$$
$$\sigma_{ext}(\lambda) = \int_0^{\infty} \pi r^2 \cdot Q_{ext}(\lambda, m) \cdot N(r) dr$$

TOMS AI (Aerosol Index)는 두개의 근자와 영역에서 복사량의 로그값으로서 Rayleigh 대기 효과에 의한 영향이 제거된 값이며 다음과 같이 정의된다.

$$AI = -100\{[\log_{10}(I_{\lambda_1}/I_{\lambda_2})_{meas}] - \log_{10}[(I_{\lambda_1}/I_{\lambda_2})_{calc}]\}$$

본 연구는 한반도 인근 지역에 대한 2004년 한해 동안의 MODIS와 TOMS 관측자료를 이용하여 AOT 와 AI 값을 비교 분석하였으며, 시·공간적 에어로졸 광학특성을 분석하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 2004년 MOD04\_L2 자료를 이용하여 한반도 인근 지역내의 계절별 평균 AOT 값을 나타낸 것이다. 계절별 뚜렷한 특징을 나타내고 있는데, 봄철에는 중국 내륙지방에서 발생하는 Asian Dust의 영향으로 한반도 지역뿐만 아니라, 동북아시아 전체적으로 높은 AOT 값을 나타내는 것으로 여겨진다. TOMS AI 역시 봄철에 높은 값으로 나타났다. 여름철의 경우, 높은 AOT 값은 광화학반응으로 생성되는 2차 대기 오염 물질에 의한 태양광의 산란 증가가 주된 원인인 것으로 여겨진다. 또한, 가을과 겨울의 경우 비교적 낮은 AOT 값을 나타내고 있는 계절별 특징을 분석할 수 있다. 관측결과 한반도 인근지역은 봄철 황사에 의한 영향이 크게 나타남을 알 수 있으며 중국, 한국, 일본 순으로 봄철 에어로졸의 영향이 적게 나타나고 있어 에어로졸의 장거리 이동에 따른 영향도 존재함을 알 수 있다.

TOMS AI자료는 주로 Absorption에 영향을 받으므로 MODIS에 의해 도출된 AOT와의 상관성을 가지고 있다. 따라서 이같은 상관관계를 도출하면 향후 TOMS AI자료와 AOT와의 비교를 통하여 에어로졸의 물리·광학적 특성을 도출할 수 있으므로 향후 한반도 인근 지역에서의 대기 에어로졸 모니터링에 중요한 역할을 할 것이다.

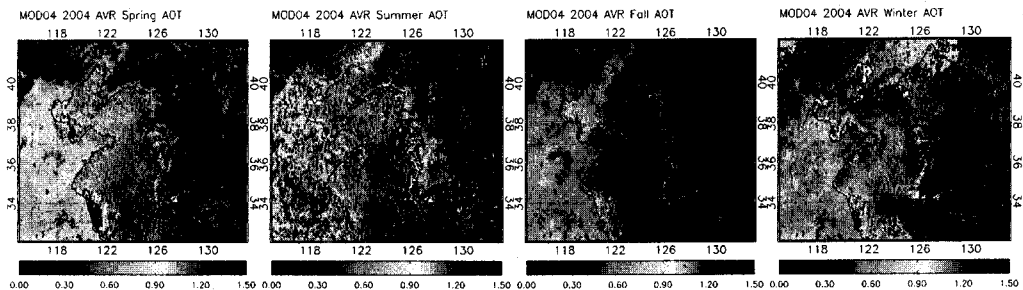


Fig. 1. Seasonal Average of MODIS AOT for 2004.

### 사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링신기술연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 및 항공우주연구원 위탁과제 지원금에 의한 것입니다.

### 참 고 문 헌

- Y. J. Kaufman, *et al.* (1999) Operational remote sensing of tropospheric aerosol over land from EOS moderate resolution imaging spectroradiometer, *JGR*, Vol. 102.
- D. Tanré, *et al.* (1997) Remote sensing of aerosol properties over oceans using the MODIS/EOS spectral radiances, *JGR*, Vol. 102.
- N.C.Hsu, *et al.* (1996) Detection of Biomass burning smoke from TOMS measurements, *JGR Lett.*, 23, 745-748.
- Herman, J.R., *et al.* (1997) Global distribution of UV-absorbing aerosols from NIMBUS 7/TOMS data, *JGR*, 102, 16911-16921.