

2D1) 동아시아 지역에서의 CMAQ v4.3 모델을 통한 에어로졸 총적분 농도와 MODIS와 TOMS 위성 데이터의 비교 연구

A Comparison Study of CMAQ v4.3-derived Aerosol Column Loading with MODIS- and TOMS-derived Satellite Data in East Asia

이유진 · 김진영¹⁾ · 이권호 · 김영준 · 송철한
광주과학기술원 환경공학과, ¹⁾한국과학기술연구원

1. 서 론

중국의 산업 활동 증가와 농업활동의 증가로 인해 발생한 기체상 및 입자상 오염 물질들과 고비/내몽고 사막으로부터 불어오는 황사 그리고 몽골리아/남시베리아의 산불에 의해 대량으로 배출된 1차 및 2차 기체상 및 입자상 오염물질들은 지역 내의 편서풍의 영향으로 매년 한반도 대기오염에 상당한 악영향을 미치고 있다. 이와 같은 오염물질들이 동아시아 및 한반도 대기질에 미치는 영향을 종합적이고 정량적으로 판단하기 위하여, 3차원 광화학 수송 모델링과 인공위성을 이용한 오염물질의 발생 및 장거리 이동 특성에 대한 지역규모의 감시체제와 통합작업이 상호보완성을 가지며 추진되어 왔다(Chin et al., 2004; Yu et al., 2003). 이에 본 연구에서는 미국 기상청에서 개발되어 현재 국내외적으로 광범위하게 사용되고 있는 Models-3/CMAQ(Community Multiscale Air Quality Model)과 EOS-Terra 인공위성에 탑재된 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer)에서 산출한 입자광학두께(AOD: Aerosol Optical Depth), TOMS(Total Ozone Mapping Spectrometer)에서 산출된 에어로졸 지수(AI: Aerosol Index)를 이용하여 이들 결과를 비교 연구하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 3차원 광화학 수송 모델링을 위하여 미국 환경청(US EPA)에서 개발된 Models-3/CMAQ 모델이 사용되었다. 이 모델링 과정에는 기체상 화학반응, 입자상물질의 동역학에 각각 Carbon Bond Mechanism 4(CBM 4), Modal approach가 이용되었으며 ISORROPIA 에어로졸 평형 모듈이 포함된 aerosol module(AERO 3)이 사용되었다(Binkowski et al., 2003). 모델링 결과 농도를 이용해 에어로졸 총적분 농도(aerosol column loading)를 계산하였으며, 이를 MODIS 에서 측정된 데이터를 BAER(Bremen Aerosol Retrieval algorithm) 방법을 이용하여 산출한 입자광학두께(AOD)와 각기 다른 네 시즌(가을 : 2001년 11월 9일 - 27일, 봄 : 2002년 3월 25일 - 4월 13일, 여름 : 2002년 8월 24일 - 9월 13일, 겨울 : 2003년 2월 11일 - 28일)에 대해 비교 하였다(Hoyningen et al., 2003). 또한 황사 기간에 대해서는 광흡수성 에어로졸을 측정함으로써 인하여 황사나 산불 모니터링에 효과적인 TOMS 에어로졸 지수(AI)를 모델링 결과 산출된 에어로졸의 총적분 농도와 추가로 비교 연구를 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

동아시아 지역에서 각 시즌에 따라 모델링한 결과 산출된 에어로졸 총적분 농도와 MODIS 데이터에서 산출한 AOD 평균값의 분포를 비교 해보았다. 그림 1은 가을과 여름의 에어로졸 분포를 도시한 것으로 중국의 상하이, 충칭과 청두 주변의 대도시가 밀집한 지역에서 에어로졸 총적분 농도와 MODIS AOD 모두 높은 값을 가지는 높은 상관관계를 보여주었다. 전반적으로 유사한 분포성향을 보여주었으나 여름의 경우 몽골리아 부근에서 높은 MODIS AOD 값을 가지며 모델링 결과 산출된 에어로졸 총적분 농도와는 다른 분포를 보였다. 이는 그 지역에서 발생한 산불(biomass burning)에 의해 생성된 에어로졸로, 이를 고려하지 못한 모델링에서는 예측하지 못한 것으로 사료된다. 또한 황사기간을 중심으로 TOMS 에어로졸 지수와 CMAQ 모델링에서 산출된 에어로졸 총적분 농도를 비교한 결과 우리나라의

위쪽 지역을 서에서 동으로 지나가는 황사의 모습이 모델링에서 잘 묘사되었고 TOMS 에어로졸 지수 역시 정확하게 같은 경향을 나타내었다(그림 2). 이는 TOMS 에어로졸 지수의 황사 모니터링 유효성을 증명하는 것이다.

본 연구결과 CMAQ 모델링 결과 산출된 에어로졸 증적분 농도와 MODIS, TOMS의 위성 데이터와의 연계분석의 가능성을 확인하였고, 연구결과 얻은 에어로졸 증적분 농도를 이용한 입자광학두께(AOD)를 산출하여 MODIS에서 산출된 입자광학두께와 비교분석을 수행할 계획이다. 이는 모델링 결과와 위성 데이터의 정량적 비교 가능성을 제시한다는데 큰 의의가 있다. 또한 향후 AERONET(Aerosol Robotic Network) 과 같은 Sun photometer 측정 네트워크 자료와 비교함으로써 모델 산출 AOD의 정확도를 분석할 것이다.

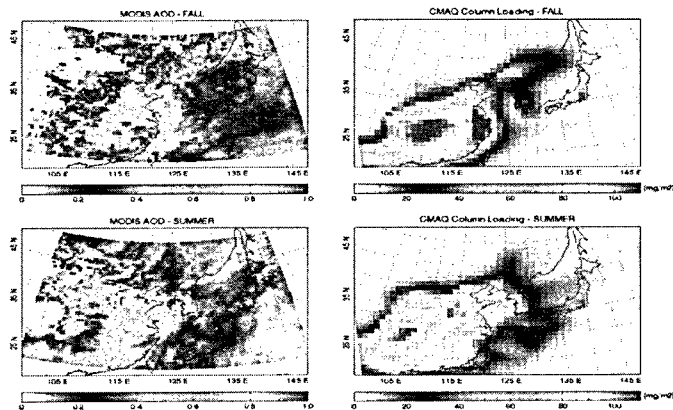


Fig. 1. Spatial distributions of monthly aerosol optical depth retrieved by MODIS and aerosol column loading from CMAQ modeling two seasons (fall and summer).

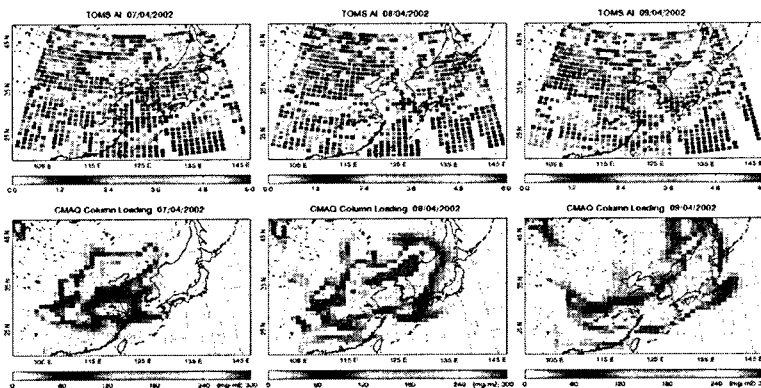


Fig. 2. Spatial distributions of TAMS Aerosol Index and aerosol column loading calculated from CMAQ modeling for an East Asian dust episode.

사 사

이 연구는 기상청 기상지진 기술개발사업(CATER 2006-3201)과 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터(NN02412)의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Binkowski, F.S. and S.J. Roselle (2003) Models-3 Community multiscale Air Quality (CMAQ) model aerosol component 1. Model description, *J. Geophys. Res.* 108 (D6) 4183.
- Chin, M., A. Chu, R. Levy, L. Remer, Y. Kaufman, B. Holben, T. Eck, P. Ginoux, and Q. Gao (2004) Aerosol distribution in the Northern Hemisphere during ACE-Asia: Results from satellite observations, and Sun photometer measurements, *J. Geophys. Res.* 109 D23S90.
- von Hoyningen-Huene, W., M. Freitag and J.B. Burrows (2003) Retrieval of aerosol optical thickness over land surfaces from top-of-atmosphere radiance, *J. Geophys. Res.* 108 (D9) 4260.
- Yu, H., R.E. Dickinson, and M. Chin (2003) Annual cycle of global distributions of aerosol optical depth from integration of MODIS retrievals and GOCART model simulations, *J. Geophys. Res.* 108 (D3) 4128.