

1C4)

GOME 및 CMAQ으로부터 산출된 NO₂ 총적분 농도를 통한 동아시아 NO_x 배출량 평가 및 반응에 관한 연구

NO_x Emissions and NO_x-related Chemistry in East Asia

한경만 · 송철한 · 안현주 · 이철규 · A. Richter¹⁾ · J.P. Burrows¹⁾

김진영²⁾ · 우정현³⁾ · 홍지형⁴⁾

광주과학기술원 환경공학과, ¹⁾Institute of Environmental Physics, University of Bremen, ²⁾한국과학기술연구원 유해물질연구센터, ³⁾건국대학교 신기술융합학과, ⁴⁾국립환경과학원 대기총량과

1. 서 론

질소산화물(NO_x=NO+NO₂)은 대기 중 오존생성과 이차 에어로졸(SOAs) 생성에 중요한 역할을 한다. 최근의 연구는 중국으로 배출되는 NO_x 배출량이 동아시아 대기질 및 기후강제력에 미치는 영향을 파악하는 연구가 수행되고 있으며, 특히, 동아시아 NO_x 배출량 평가를 위해 3차원 모델링으로부터 산출된 NO₂ 총적분농도(Vertical Column Density, VCD)를 위성으로부터 산출된 NO₂ VCD와 비교하는 연구가 활발하게 수행되고 있다(Ma et al., 2006; Uno et al., 2007). 이들 연구에서는 REAS 및 ACE-ASIA 배출자료를 이용하여 3차원 모델링을 수행하였고, 3차원 모델링으로부터 산출된 NO₂ VCD는 북경과 상해를 포함하는 중국 동부 지역에 대해 GOME으로부터 산출된 NO₂ VCD보다 과소평가되고 있는 결과를 나타내고 있다. 본 연구에서는 3차원 모델링과 GOME으로부터 산출된 NO₂ VCD 상호간의 불일치되는 원인을 파악하여 중국 북부 지역과 남한의 NO_x 배출량을 평가하고자 한다. 또한 NO_x 배출량 평가를 위해 중요한 요소가 될 수 있는 NO_x 소멸과 biogenic isoprene 배출과의 관계(NO_x-HO_x-isoprene photochemistry)를 파악하고자 한다. biogenic isoprene은 OH 라디칼의 농도에 영향을 미치고 결국 NO_x 소멸에 중요한 영향을 미치기 때문이다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 3차원 광화학 수송 모델링을 위하여 US EPA에서 개발된 Models-3/CMAQ 모델과 기상장 산출을 위해 MM5모델을 사용하여, 늦 가을(2001년 11월), 봄(2002년 3-4월), 늦 여름(2002년 8-9월), 겨울(2003년 2월)에 대해 각각 3주간 시뮬레이션을 수행하였다. 인위적인 배출량 자료는 Streets et al. (2003)에 의해 작성된 ACE-ASIA 배출목록을, biogenic 배출량은 GEIA 배출목록을 적용하였다. 기체상 및 액상 반응을 위해 Carbon Bond Mechanism 4(CMB4)와 Carnegie-Mellon University(CMU) aqueous-phase chemistry가 적용되었고 입자상 동역학을 위해 Modal approach가 이용되었으며, ISORROPIA 에어로졸 평형 모듈이 포함된 AERO3가 사용되었다. 본 연구에 적용된 도메인은 한국, 일본, 중국 동부, 몽고와 러시아 일부를 포함하는 100°-150°E와 20°-50°N 범위로 격자간격 108km로 46×33개의 격자수와 수직으로 1,000hPa-180hPa 범위에서 24개 층으로 구성하였다(Song et al., 2008). GOME 위성은 동아시아 지역을 지역시간으로 대략 10시 30분경에 스캐닝하기 때문에 CMAQ으로 산출된 NO₂ VCD는 지역시간 10시~12시의 값을 평균하였다. GOME으로부터 NO₂ VCD 산출

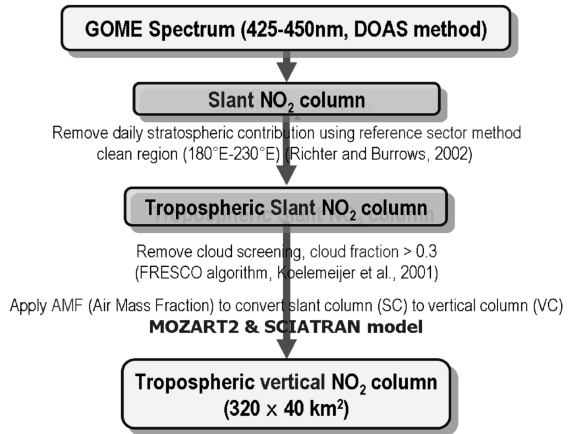


Fig. 1. NO₂ retrieval algorithm from ESA/ERS-2 GOME platform(Richter and Burrows, 2002).

algorithm은 그림 1에 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 CMAQ으로부터 산출된 NO₂ VCD와 GOME으로부터 산출된 NO₂ VCD를 계절별로 나타낸 것으로, 특히, 가을 및 겨울에 CMAQ과 GOME으로부터 산출된 NO₂ VCD 간의 불일치가 크게 나타나고 있다. 북경 및 상해를 포함하는 중국 동부 지역에서는 CMAQ으로부터 산출된 NO₂ VCD가 GOME으로부터 산출된 NO₂ VCD보다 과소평가 되고 있으며 남한 지역에 대해서는 과대평가되고 있다. 본 연구에서는 중국 동부 지역의 과소평가 및 남한의 과대평가된 결과를 재확인하기 위해 여러 배출목록(emission inventory, 즉, REAS, “Date-back”, CAPSS)를 비교 연구도 수행하였다. 또한 여름철 중국 동부 지역에서 NO₂ VCD이 적게 나타나는 현상을 파악하기 위해 NO_x 소멸과 biogenic isoprene 배출과의 관련성을 파악하였다.

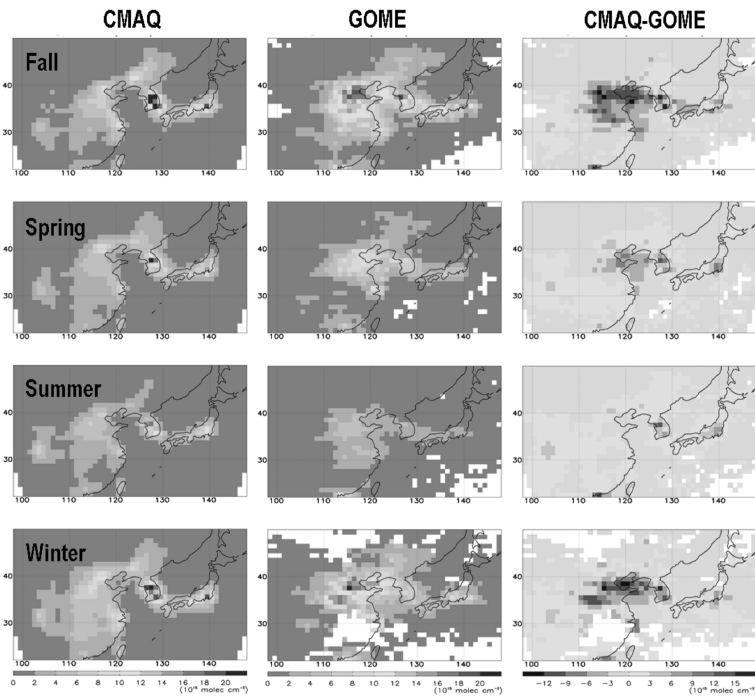


Fig. 2. CMAQ and GOME-derived NO₂ Vertical Column Densities over East Asia.

사 사

본 연구는 한국환경기술진흥원의 차세대 핵심환경기술개발사업(121-081-055)의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Richter, A. and J.P. Burrows (2002) Retrieval of tropospheric NO₂ from GOME measurements, *Advance in Space Research*, 29, 16673-16683.
- Song, C.H. et al. (2008) An investigation into seasonal and regional aerosol characteristics in East Asia using model-predicted and remotely-sensed aerosol properties, *ACPD*, 8, 8661-8713.
- Streets, D.G. et al. (2003) An inventory of gaseous and primary aerosol emissions in Asia in the year 2000, *JGR*, 108 (D21), 8809, doi:10.1029/2002JD003093.