

2B3) MM5-CMAQ을 이용한 수도권 미세먼지 배경농도 모사 Simulation of Background PM₁₀ in Seoul Metropolitan Area, Korea using Modeling System MM5-CMAQ

김동영 · Youngsoo Chang¹⁾ · Veerabhadra R Kotamarthi¹⁾
경기개발연구원, ¹⁾Argonne National Laboratory, IL, USA

1. 서 론

우리나라 수도권의 미세먼지는 년평균 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 전후로 OECD국 주요 수도권에 비해 서 평균 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이 상의 높은 농도를 기록하고 있다(환경부, 2008). 환경부는 수도권 대기질을 개선하기 위해 2005년부터 수도권 대기환경 개선 특별대책을 추진하고 있다. 2014년까지 미세먼지 농도를 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 까지 개선하는 것을 목표로 약 4조원을 투자하여 청정연료 보급, 친환경 자동차 보급, 주요 대형 배출원에 대한 총량관리제 도입 등을 추진해 오고 있다(환경부, 2004).

그러나 동아시아 지역은 세계에서 가장 인구가 밀집된 지역일 뿐만 아니라 가장 빠르게 경제가 성장하는 지역으로, 이로 인한 대기오염 또한 가장 심한 지역이다. 수도권은 지리적으로 편서풍대에 위치하고 있어 중국의 영향을 매우 많이 받으므로(Koo, 2008), 우리나라의 배출저감 노력만으로 수도권 미세먼지 수준을 획기적으로 개선하는 것에는 한계가 있는 것으로 보인다.

이 연구의 목적은 동아시아 지역 미세먼지 모델링을 통하여 수도권의 배경농도를 분석하고 장거리 이동 영향을 규명함으로써 수도권 대기오염 개선을 위한 시사점을 얻는 것이다. 모델링 결과는 수도권의 실측 자료와 비교하였으며, 한국에서의 배출 유무에 따른 모델링 결과를 비교하여 수도권의 배경농도 정도를 분석하였다.

2. 연구 방법

수도권 미세먼지 모델링을 위해 기상모형은 MM5 3.7.4, 배출모형은 SMOKE 2.4, 대기질모형은 CMAQ 4.6을 사용하여 모델링 체계를 구성하였다. MM5는 Noah Land surface model, RRTM(Rapid Radiative Transfer Model) long-wave scheme for radiation, MRF scheme for planetary boundary layer, Kuo and Grell scheme for cumulus parameterization 등이 사용되었다. 초기 기상장은 NCEP 1 degree 재분석 자료를 사용하였으며, 실측자료를 사용한 FDDA technique을 사용하였다. CMAQ에서는 CB-IV AERO4 chemical mechanism이 사용되었다.

모델링 대상 영역은 동아시아 지역을 포함하였으며, 4개의 등지격자를 채택하였다. 모델링 대상 시간은 2005년을 기준으로 각 계절을 대표하는 1월, 4월, 7월, 11월 총 4개월 동안 매 시간별 로 연속 모사를 수행하였다. 배출자료는 미국 EPA의 SMOKE를 사용하여 배출목록을 입력자료로 격자별, 시간별, 화학종별 할당을 수행하여 대기질 모형의 입력자료를 생성하였다. 배출목록은 한국 지역은 환경부의 CAPSS 자료를 사용하였고, 여타 지역은 TRACE-P와 GEIA 자료를 사용하였다.

수도권의 배경농도를 분석하기 위하여 'the brute force method'를 적용하였다(Napelcnok et al., 2006; Koo et al., 2008)). 이는 먼저 모든 배출원을 고려한 현재 상태를 먼저 모사하고, 그 다음 한국의 배출량을 제외한 모사 결과와 비교하는 방법이다. 수도권 지역 전체 미세먼지중 배경농도가 차지하는 비율은 다음 식으로 계산될 수 있다.

$$\text{Background PM}_{10}(\%) = \frac{[PM_{10} \text{ without Korean Emission}]}{[PM_{10} \text{ with Korean Emission}]} \times 100$$

3. 결과 및 고찰

전반적으로 수도권 지역의 배경농도는 매우 높은 것으로 나타났으며, 지역에 따라 20~80%정도의 분포

를 보였다. 특히 수도권 북서쪽 지역의 배경농도가 큰 것으로 분석되었는데, 이는 서풍이 중국쪽 영향에 그대로 노출될 수밖에 없는 지역적 특성이 나타난 것으로 보인다.

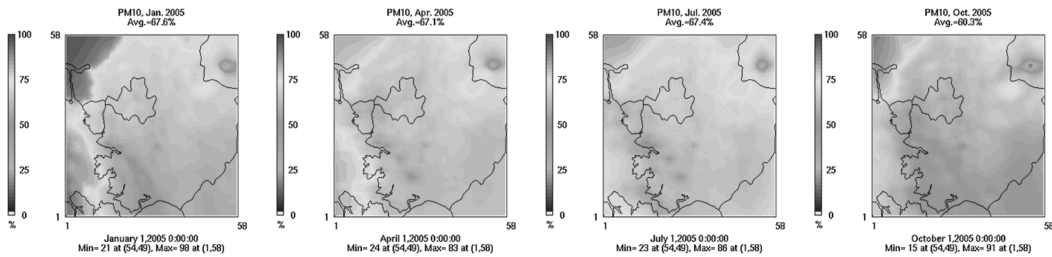


Fig. 1. 수도권 미세먼지의 계절별 배경농도 분율.

한국에서의 배출량을 포함하기 전후의 미세먼지 성분의 변화는 다음 그림 2와 같았다. 한국에서의 배출량이 없을 때 황산화물과 토양 미세 성분이 크게 증가하는 것으로 분석되었는데, 이 역시 중국의 인위적, 자연적 배출에 따른 영향이 직접적으로 미치고 있음을 나타낸다.

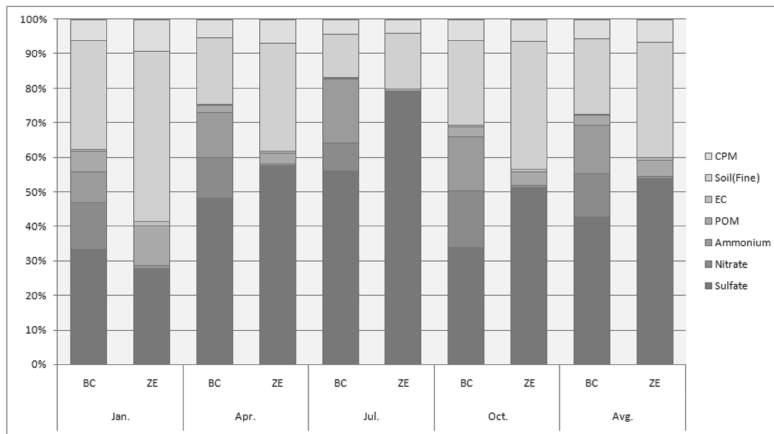


Fig. 2. 수도권 배경농도의 미세먼지 성분 비교.

참 고 문 헌

경기개발연구원 (2006) 수도권 미세먼지 모델링 연구.
 환경부 (2004) 수도권 대기환경개선 특별대책 기본계획.
 Koo, Y., S. Kim, Y. Yun, J. Han, H. Lee, K. Kim, and E. Jeon (2008) The Simulation of aerosol transport over East Asia region, Atmospheric Research, 90, 254-271.
 Napelenok, S., D.S. Kohan, Y. Hu, and A.G. Russel (2006) Decoupled direct 3D sensitivity analysis for particulate matter (DDM-3D/PM), Atmospheric Environment, 40, 6112-6121.
 Zhang, Q., David G. Streets, Kebin He, Shekar Reddy, Akiyoshi Kannari, Il-Soo Park, Joshua Fu, and Zbigniew Klimont (2007) A New Anthropogenic Emission Inventory System for Asia in Support of Atmospheric Modeling, The 6th CMAS Conference, Chapel Hill, NC, USA, October 1-3.