

PF9) Models-3/CMAQ을 이용한 동북아시아 대기오염물질 장거리 이동에 대한 사례 연구

A Episodic Study on the Long-range Transport of Air Pollutants over Northeast Asia Using Models-3/CMAQ

홍성철 · 방철한 · 장임석 · 이재범 · 송창근
국립환경과학원 지구환경연구소

1. 서 론

대기오염물질의 장거리 이동에 관한 국제적인 관심도는 매년 증가되고 있으며, 특히 우리나라의 경우 중위도 편서풍대에 위치하여 급속한 산업 발달을 보이는 중국에서 발생하는 자연적·인위적 대기오염물질의 영향에 대한 관심이 집중되고 있다. 그러나 대기오염물질은 이동하면서 화학적 성분이 변화하므로 대기오염물질의 장거리 이동에 대한 설명에 한계를 가지고 있다. 이러한 장거리 이동에 대한 정량적 평가와 저감 대책수립을 위해서 지역대기화학모델은 필수적인 도구이다. 모델을 통한 결과로 미국 중서부에서 배출된 대기오염물질이 장거리 이동하면서 광화학 반응을 통해 동북부지역의 오존 농도에 영향을 미치는 것으로 나타났다(Russel and Dennis, 2000; Solomon et al., 2000).

본 연구에서는 대기질 모델의 수치모의 결과와 항공측정 결과와의 상호비교를 통해 동북아 지역의 대기오염물질의 장거리 이동 현상을 이해하고자 한다.

2. 연구 방법

대기질 모델의 입력자료로 기상 모델인 MM5(PSU/NCAR Mesoscale Model) 결과를 사용하였으며, 대기오염물질의 정량적 평가를 위해서 3차원 대기질 모델인 Models-3/CMAQ(The Third Generation Community Multi-scale Air Quality Modeling System)을 사용하였다(Byun and Ching, 1999). 모델링 영역은 90(동서)×60(남북)×28(연직)개의 격자를 포함하며 수평격자의 크기는 60km이다. 배출량 자료는 INTEX-B Project를 통해 산출된 자료로 2006년 기준이며, 격자체계는 0.5°×0.5°인 배출량 자료를 사용하였다.

본 연구의 사례는 2008년도 1차 항공측정 기간인 5월 20일부터 30일까지 모델을 수행하였으며, 사례 기간 내 대기오염물질(SO₂, O₃, NO₂)에 대한 시·공간 분포와 침적량을 살펴보고 항공측정 결과값과 비교 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

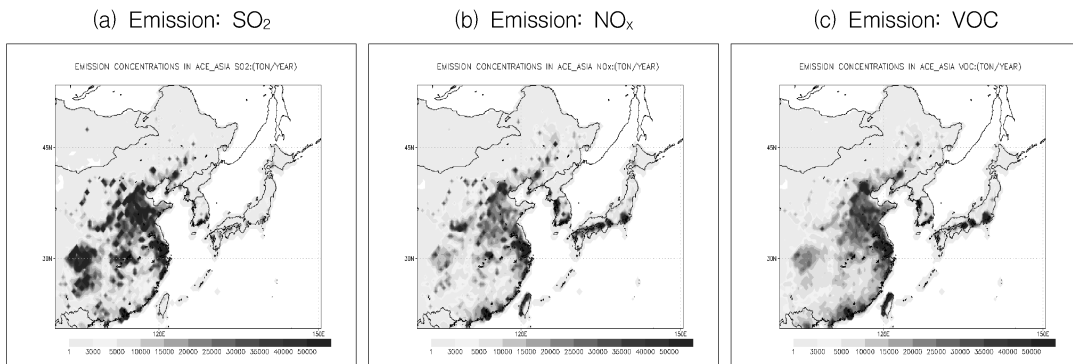


Fig. 1. Emission concentrations over Northeast Asia.

그림 1은 대기질 모델의 입력자료인 배출량 분포를 나타낸 것으로 산업화가 빠르게 진행 중인 중국의 SO₂ 배출량이 아시아에서 약 67% 이상을 차지하고 있었다. 또한 NO_x의 경우는 중국 배출량이 아시아에서 약 56% 이상을, VOC의 경우 약 43% 이상을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

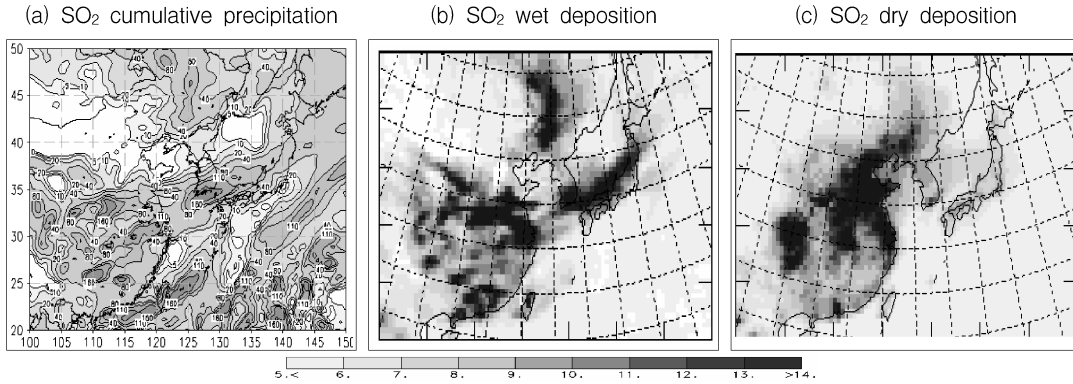


Fig. 2. Simulated SO₂ surface deposition and precipitation.

그림 2는 사례기간 동안 MM5와 CMAQ을 수행한 결과로 누적강수량과 침적량을 나타낸 것이다. 건성 침적량 분포의 경우 중국 북동지역에서 크게 나타났으며 특히 고기압의 영향으로 산둥지방 부근에서 매우 높게 나타났다. 이는 배출량과 유사한 분포를 나타낸다. 습성 침적의 경우는 상대적으로 사례기간 내에 낮은 강수량을 보여 건성 침적량에 비해 낮게 나타났으며 중국 북동지역, 우리나라 남부지역 그리고 일본에 걸쳐서 나타난 강수분포를 잘 반영한 것으로 나타났다.

그림 3은 항공기 관측 결과와 모델 결과의 비교를 나타낸 것이다. 5월 20일 항공관측에서 대기오염물질의 농도가 모두 높았으며 특히 O₃의 경우 20일 22일 모두 최고 100ppb 이상의 높은 농도를 보였다. 모델 결과와 비교하여 살펴보면 모델이 관측치의 최대값은 모사하지 못하였으나 SO₂와 NO_x의 관측자료와 비슷한 경향을 보이는 반면 O₃의 경우 모델이 과소 모의하는 것으로 나타났다. 이는 측면경계조건의 가정에서 오는 모델의 한계로 사료되며 차후 전 지구규모 대기화학모델의 Lingking 등을 통한 모델 개선이 필요할 것이다.

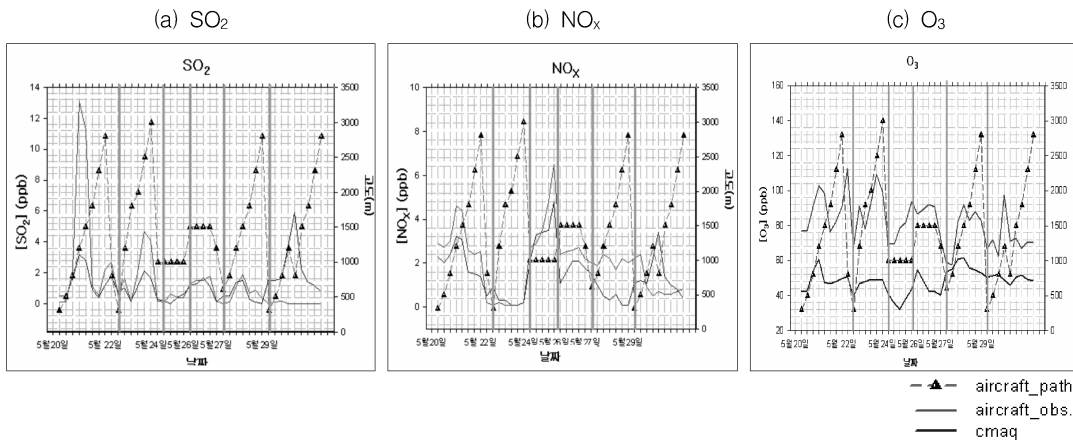


Fig. 3. Comparison of aircraft observed and model predicted.

참 고 문 헌

- Byun, D. and J.K.S. Ching (1999) Science Algorithms of the EPA Models-3 Community Multiscale Air Quality (CMAQ) Modeling System, United States Environmental Protection Agency Rep. EPA-600/R-99/030, 727pp.
- Russell, A. and R. Dennis (2000) NARSTO critical review of photochemical models and modeling, Atmospheric Environment, 34, 2283-2324.
- Solomon, P.A., E. Cowling, G. Hidy, and C. Furness (2000) Comparison of scientific findings from major field studies in North America and Europe, Atmospheric Environment, 34, 1885-1920.