

PF8) 전구 대기화학모델 결과의 Downscale linking을 통한 지역 규모 대기질 모델 구동

Downscale Linking of Global Model Output for Simulation of Regional Chemical Model

문경정 · 송창근 · 박록진¹⁾ · 홍성철 · 방철한

국립환경과학원 지구환경연구소, ¹⁾서울대학교 지구환경과학부

1. 서 론

기후와 대기환경은 인간 활동의 변화에 영향을 가장 많이 받는 지구환경 분야 중의 하나로서 서로 밀접한 관계가 있다. 특히, 동아시아 및 한반도 지역은 기후변화에 취약한 지역으로 이 분야에 대한 연구가 필수적이다. 기후와 대기환경은 서로 물리·화학·역학적으로 긴밀하게 연결되어 있기 때문에 기후변화와 대기환경의 상호작용 규명을 위해서는 지역 규모의 대기질 모델이 사용된다. 그런데 보다 정확한 모델 결과가 도출되기 위해서는 정확한 초기조건과 경계조건 생성이 중요하다.

본 연구에서는 동북아시아 지역의 대기질 모델 구동을 위해서 전구 대기화학모델 결과에 dynamic downscale linkage 방법이 사용되었다. 이 방법을 통해 생성된 대기질 모델의 경계조건을 모델내 고정된 프로파일과 비교하였으며 두 자료를 이용하여 구동된 대기질 모델 결과 또한 상호 비교하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서 사용된 지역규모 대기질 모델은 U.S. EPA Community Multi-scale Air Quality (CMAQ) model이다. CMAQ(Byun and Ching, 1999)은 3세대 대기질 모델로서 대기 화학 및 물리의 복잡한 과정을 이해하기 위해 만들어진 3차원 오일러리안 모델이며, 측면 경계조건을 생성하기 위해 사용된 전구 대기화학모델은 Goddard Earth Observing System-Chemistry(GEOS-Chem) model이다. GEOS-Chem(Bey et al., 2001)은 3차원 모델로서 O₃-NO_x-hydrocarbon 메커니즘을 사용하며, NASA Global Modeling and Assimilation Office(GMAO) Goddard Earth Observing System(GEOS)의 기상 관측자료를 사용한다.

CMAQ의 모델링 영역은 한반도를 포함한 동아시아 규모의 90(동서)×60(남북)×28(연직)개 격자를 포함하며 수평격자의 크기는 60km이다. 기상장은 지역규모 기상모델인 Fifth-Generation NCAR/Penn State Mesoscale Model(MM5) 결과를 사용하였으며 배출량 자료는 INTEX-B Project를 통해 산출된 동북아 최신 배출량 자료(0.5°×0.5°)를 사용하였다.

GEOS-Chem의 결과를 CMAQ의 경계조건으로 만들기 위해서는 두 모델 사이의 인터페이스가 필요하다. 즉, 두 모델의 수평 및 연직격자와 화학 메커니즘이 다르기 때문에 이것을 해결하기 위한 역학적·화학적 linking tool이 필요하다. 위·경도 좌표계로 이루어진 GEOS-Chem 결과를 Lambert-Conformal 좌표계로, GEOS-Chem의 hybrid-vertical coordinate를 CMAQ의 generalized-vertical coordinate로, 그리고 GEOS-Chem의 여러 가지 화학종 결과를 CMAQ의 화학적 메커니즘에 연결하기 위한 Chemical mapping이 필요하다. 그림 1은 downscale linking을 위해 개발된 인터페이스의 개괄적인 구조를 나타낸 것이다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 GEOS-Chem 결과를 이용하여 생성된 CMAQ의 오존 경계조건이다. 모델 수행 전체 기간의 평균값으로 각 방향의 경계에서의 오존 농도 연직 분포를 나타낸 것이다. 여기서 제시하지는 않았지만, 기존의 CMAQ내에 고정된 오존 프로파일의 경우 위·경도 및 시간에 상관없이 일정한 연직 분포를 가지고 있는 반면, 그림 2의 결과는 위·경도 및 시간에 따른 오존의 남북 위도별 연직 분포를 잘 나타내고 있다. 동·서 경계면의 경우, CMAQ 내의 고정된 오존 프로파일은 지표에서는 35ppb 정도의 값을

나타내고 상층에서는 70ppb 정도의 값을 나타내는 반면, GEOS-Chem에서 생성된 경계조건은 지표 근처에서 값은 비슷하지만 상층에서는 150ppb 정도의 값을 보여주고 있다. 특히, 고위도로 갈수록 상층에서 높은 오존 농도가 나타나는데 이것은 위도에 따른 대류권계면의 높이 차이와 대류권과 성층권의 오존 교환에서 기인한 것으로 생각된다.

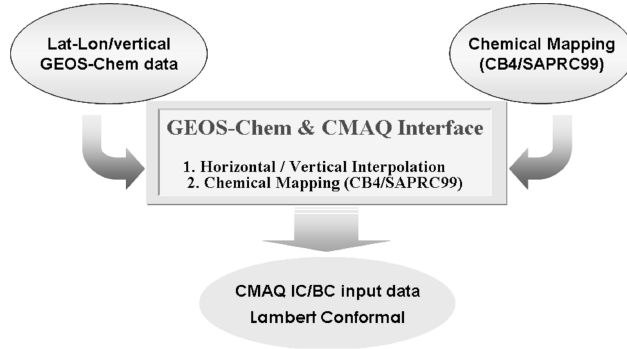


Fig. 1. Simple illustration of downscale linking interface between GEOS-Chem and CMAQ.

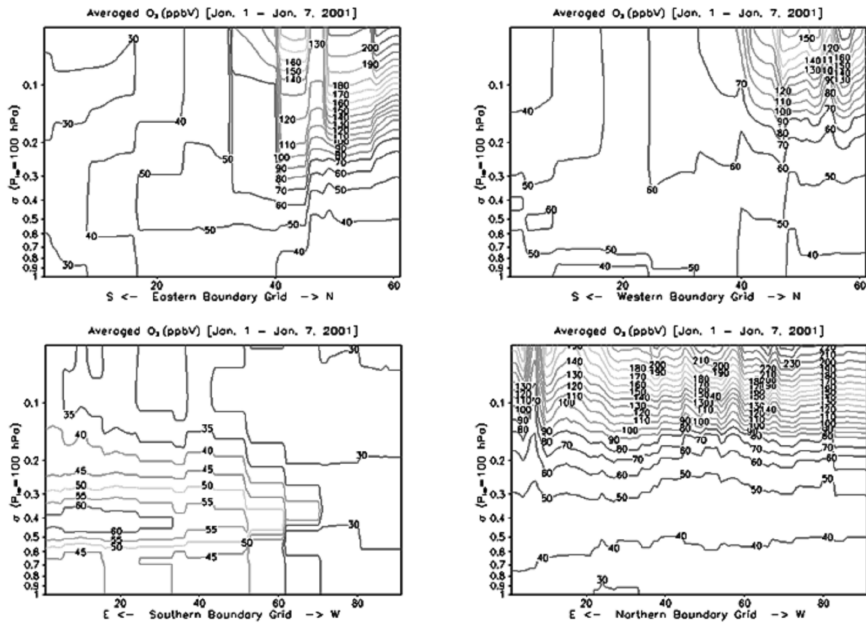


Fig. 2. Boundary condition for CMAQ from GEOS-Chem output.

참고 문헌

- Bey, I., D.J. Jacob, R.M. Yantosca, J.A. Logan, B.D. Field, A.M. Fiore, Q. Li, H.Y. Liu, L.J. Mickley, and M.G. Schultz (2001) Global modeling of tropospheric chemistry with assimilated meteorology: Model description and evaluation, *J. Geophys. Res.*, 106(D19), 23,073-23,095.
- 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.