

CA11) Model-3를 이용한 수도권지역의 오존 고농도 사례 모사 Simulation of High Ozone Concentration Case in Seoul Metropolitan Area Using Model-3

이종범 · 이대균 · 이상미¹⁾

강원대학교 환경과학과, ¹⁾Univ. of Arizona, USA

1. 서론

오존은 배출원에서 직접 배출되는 1차 오염물질이 아니라 전구물질들이 강한 태양광선에 의해 광화학 반응을 일으켜 생성되는 2차 광화학 오염물질이다. 대표적인 전구물질로는 질소산화물(NOx)과 휘발성유기화합물(VOC)이다. 이러한 전구물질들은 화석연료의 연소와 자동차에서 직접 배출되어 대기 중에서 복잡한 물리·화학과정을 통하여 오존을 생성한다. 최근에 도심 지역 및 주변지역 그리고 몇몇 시골지역에서 발생하고 있는 오존의 고농도 현상은 중요한 대기오염 문제중의 하나로 부각되고 있다. 또한, 고농도 오존이 발생하는 지역이 확대되고 있으며 오존농도 또한 점차 높아지고 있는 추세이다. 이러한 오존이 사회적인 문제가 되는 것은 고농도의 오존은 인체에 유해할 뿐만 아니라 식물의 생산성에도 큰 피해를 발생시킨다는 것이다.

오존과 같은 광화학 오염물질은 생성과정이 복잡하여 오존 Episode를 예측하는 것은 매우 어렵다. 이러한 복잡한 광화학 반응 메카니즘을 해결하기 위해서 3차원 광화학 격자모델을 이용한다.

본 연구에서는 Model-3/CMAQ model을 서울수도권지역에 적용하여 그 모사 결과를 분석한다. Model-3/CMAQ은 US EPA가 기존의 대기오염 모델들이 가지고 있는 문제점들을 보완하여 제3세대 대기오염 모델로 제시한 오일러리안(Eulerian) 모델이다. 이 모델은 대기오염물질의 바람에 의한 이류 및 난류에 의한 확산과정과 화학 반응과정, 제거과정 등을 모사 할 수 있으며 국지규모와 지역규모 모두에 적용이 가능하다.

2. 연구 방법

2.1 모델링 영역 및 대상기간

그림 1은 본 연구의 대상영역을 나타낸 것으로 Korea domain은 한반도 북부지역을 제외한 대부분의 지역을 포함하며 동서방향 54격자, 남북방향 60격자, 격자크기 10km로 설정하였고, Seoul domain은 서울수도권 지역과 일부 중부지역을 포함하며 동서방향 63격자, 남북방향 45격자, 격자크기 3.333km로 설정하였다.

대상기간은 서울시 전역에서 오존농도가 높았던 2000년 6월 16일부터 6월 18일까지를 사례기간으로 선택하였다. 그림 2는 대상기간동안 방학동의 대기오염 측정망에서 측정된 오존의 시간변화를 나타낸 것으로 오존농도의 최대값은 6월 16일 99ppb 17일 98ppb 18일은 114ppb로 나타났으며, 13-16시경에 높은 오존농도를 나타내고 있다.

2.2 MM5를 사용한 기상입력자료 산출

기상모델에서 계산되는 자료 중 바람장 및 온·습도장은 모델실행 결과인 오염물질의 농도분포에 결정적인 역할을 하기 때문에 정확한 계산이 필요하다. 이는 바람장은 대기오염 물질의 이류 및 확산을, 온·습도장은 광화학 반응을 결정하는 중요한 요소이기 때문이다. 본 연구에서는 이러한 기상입력자료를 산출하기 위하여 MM5를 사용하였다. MM5는 예측모델로서 Terrain-following 연직 좌표계를 사용하며 Arakawa-B 수평 격자계를 사용하는 중규모 기상모델이다. 기상청 MM5의 30km 결과를 사용하여 nesting 과정을 거쳐 Korea domain (10km격자)의 초기조건과 경계조건자료를 산출한 후 Korea domain 과 Seoul domain(3.333km격자)의 기상장 결과를 계산하였다.

2.3 Model-3/CMAQ의 적용

Model-3/CMAQ은 6개의 전처리 과정과 1개의 화학·수송 모델로 구성되어 있다. 전처리 과정은 초기 조건을 생성하는 ICON(Initial CONditions processor), 경계조건을 생성하는 BCON(Boundary CONditions processor), 광해리율 산출 모델인 JPORC, 기상장 처리 모델인 MCIP (Meteorology-Chemistry Interface Model), 배출량 처리 모델인 ECIP(Emission-Chemistry Interface Model)으로 이루어져 있고, 이 6개의 전처리 결과가 주모델인 화학·수송 모델(CCTM, CMAQ Chemical Transport Model)에 입력되어 결과를 산출한다.

3. 결과

그림 3은 서울시 전역의 오존농도가 높게 나타났던 2000년 6월 17일 06GMT의 Seoul domain의 바람장을 나타낸 것이다. 서울지역을 중심으로 바람장을 살펴보면 서울의 서쪽 혹은 남서쪽에서 바람이 불어 왔음을 알 수 있으며 이런 바람의 영향으로 서울의 서쪽과 남서쪽에 위치한 공간에서 생성된 오존전구물질이나 오존이 서울방향으로 이동하여 서울에서의 오존농도를 높인 것으로 사료되며 Model-3/CMAQ의 결과를 이용하여 원인을 분석하고자 한다.

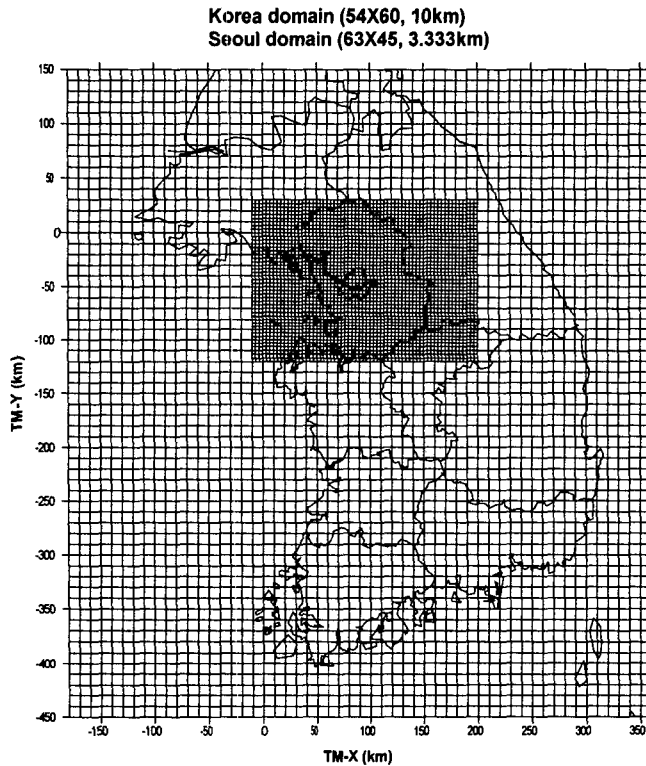


Fig. 1. Modeling domain

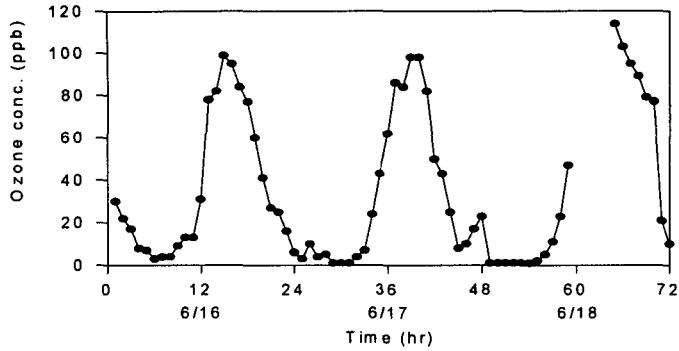


Fig. 2. Diurnal variations of ozone concentration at BangHak during 16-18 June, 2000

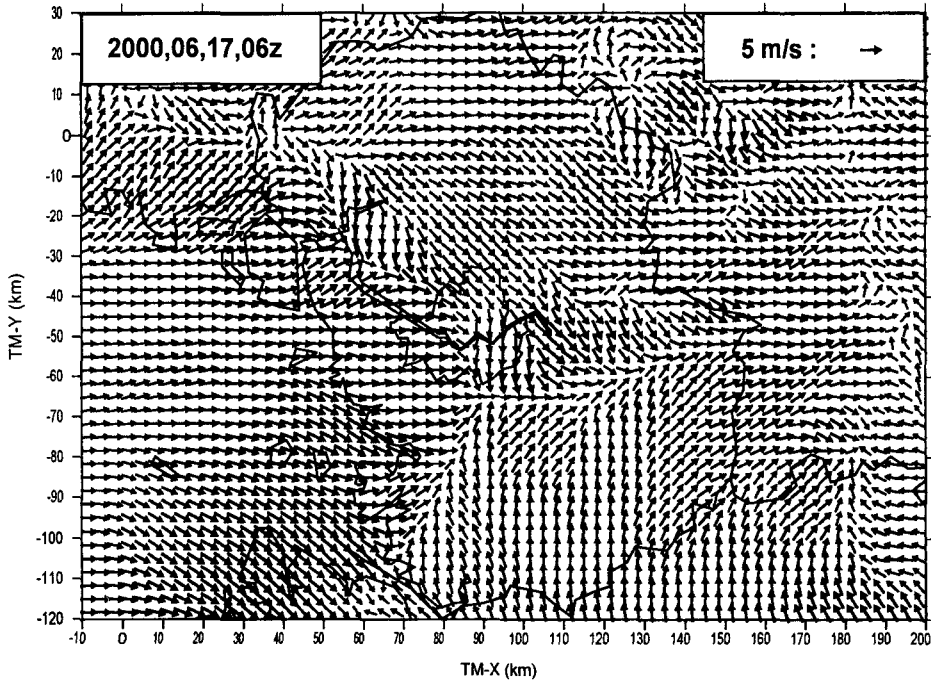


Fig. 3. Surface wind field from MM5 (06GMT, 17 June, 2000).

참고 문헌

- 이상미 (1999) Model-3/CMAQ(Community Multiscale Air Quality) model을 이용한 SF6 추적자 실험의 수치모의, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 185-186
- Jimmy Dudhia and Dave Gill (2000) PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide : MM5 Modeling System Version 3
- D.W.Byun and J.K.S.Ching (1999) Science Algorithms of the EPA Models-3 Community Multiscale Air Auality(CMAQ) Modeling System