

DR17) 수도권 고농도 오존 사례의 특성에 관한 연구

A Study on Characteristic of High Concentration Ozone in Seoul Metropolitan Area

김재희 · 조석연
 인하대학교 환경공학과

1. 서론

오존은 대기의 산화력을 증가시켜 화학 반응으로 인한 미세 먼지를 생성시키다. 이로 인하여 시정장애 등의 원인이 되어 대기질을 악화시키는 역할을 한다. 이러한 오존의 고농도 현상이 1994년부터 수도권 지역을 비롯한 전국 대도시 지역에 빈번히 나타나기 시작하여 이에 대한 연구의 필요성이 절실히 요구된다.

고농도 오존의 원인과 이론적 해석을 위해서는 측정과 모사를 병행한 연구가 요구된다.

2. 모사 개요

2.1 모사구간 및 등지격자체계

서울과 같은 대기오염이 심한 지역을 모사하기 위해서는 상세 격자체계가 필요하고 오존의 전구물질인 질소산화물과 탄화수소의 영향을 고려하기 위하여 중국동부지역을 포함하는 모사영역이 필요하다. 그래서 본 연구에서는 등지격자체계를 도입하였다. 등지격자 체계에서 모사구간 I은 한국, 중국, 일본을 포함한 구간으로, 모사구간 II는 한국과 중국동부지역을 포함한 구간으로, 모사구간 III은 한국을 모사구간으로, 모사구간 IV는 수도권을 모사구간으로 하고 있다.

2.2 모델 입력 자료 작성

본 연구에서 이용하는 대기오염모델은 3차원 Eulerian 모델로서 기상장 역시 3차원의 상세한 기상장을 요구한다. 따라서 본 연구에 필요한 기상장의 도출을 위하여 MM5(Mesoscale Meteorological Model Version 5)를 사용하였다. 모델의 초기조건은 측정치를 inverse r square interpolation 으로 보간하여 도출하였고 배출량 자료는 중국통계연감(1990-1995), 일본전력연구소 보고서(1992), 박과 김(1995), 환경부(1996) 등의 자료와 G-7 연구¹⁾에서 나온 중국의 동부, 한국, 일본의 서부를 포함하는 40 km 격자별 배출량 그리고 국립환경연구원(1996)과 환경연감(1990-1995)의 자료를 이용하였다.

2.3 STEM-II를 이용한 대기오염물질 광화학반응/이동/침착 모사

오존을 포함한 각 종 대기에 존재하는 화학물질의 생성/이동/소멸은 다음의 화학종에 관한 물질수지 방정식으로 나타낼 수 있다.

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} + \frac{\partial uC_i}{\partial x} + \frac{\partial vC_i}{\partial y} + \frac{\partial wC_i}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} K_{xx} \frac{\partial C_i}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_{yy} \frac{\partial C_i}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_{zz} \frac{\partial C_i}{\partial z} + R_i + E_i$$

C_i : i 번째 기상물질 ; u, v, w : x, y, z 방향의 풍속 ; K_{xx}, K_{yy}, K_{zz} : x, y, z 방향의 소용돌이 확산계수

R_i : i 물질의 화학반응 속도 ; E_i : i 물질의 단위 부피당 배출 속도

STEM-II(Sulfur Transport Eulerian Model II)²⁾ 은 현재 까지 개발된 대표적인 산성비 모델의 하나로 광화학 반응기작은 Atkinson-Lloyd-Winges³⁾기작을 사용한다.

3. 모사결과 및 고찰

본 연구에서 모사기간은 94년 8월 21일 오후 9시부터 8월 23일 오후 9시까지로 하였다.

Fig. 1은 모사기간 중 오존의 농도가 100ppb 넘었던 지역인 남가좌동의 측정치와 모사치를 비교하고 있다. 오존은 광화학 반응에 의해 생성되므로 햇빛의 세기와 밀접한 관련이 있음에도 모사치와 측정치 모두 12시에서 최대값을 갖지않고 주로 14시에서 17시 사이에 최대값을 나타내고있다.

고농도 오존 생성 현상을 파악하기 위하여는 NO_x와 VOC중 어떤 물질이 오존 생성에 한계물질이 되는지를 밝히는 것이 중요하다. 그래서 본 연구에서는 NO_x와 VOC(Volatile Organic Carbon)를 각각 50%씩 삭감 하였을 경우에 대해 모사하였다. Fig. 2 에서 보여주는 바와 같이 본 연구에서는 수도권 지역의 오존 생성은 VOC에 민감함을 알 수 있다. 이러한 결과를 대기오염 측정망 자료를 이용하여 검토보았다. 측정치의 오존에 대한 NO_y(총질소화합물)의 비가 7이하 이면 VOC 민감지역인데 Fig. 3에서 나타난 바와 같이 수도권 대부분 지역에서 7이하로 나타나 VOC가 오존 생성의 한계인자임 보여준다. 따라서 본 연구에서는 모사와 측정이 모두 수도권이 VOC 민감 지역임을 나타내고있다.

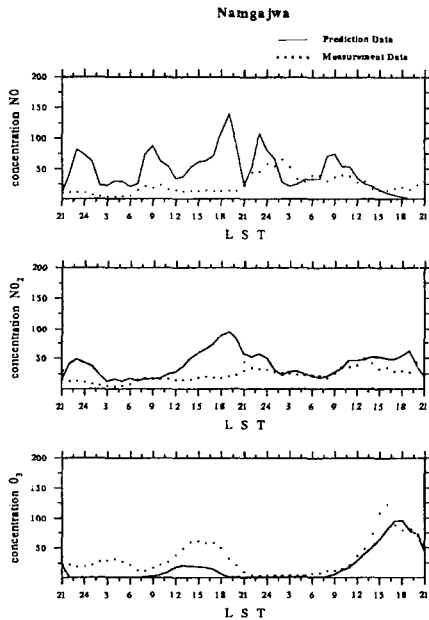
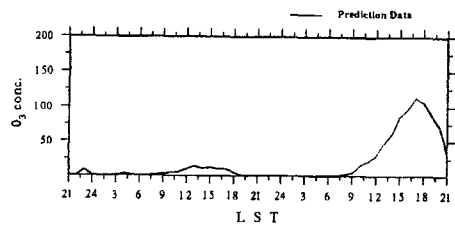


Fig. 1. Comparison between model prediction and measurement in Namgajwa, Seoul

a) NO_x reduced by 50%



b) VOC reduced by 50%

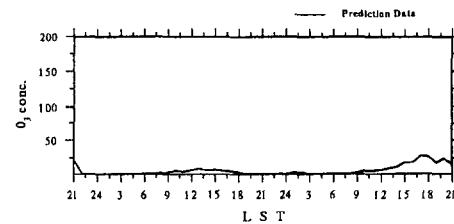


Fig. 2. Sensitive analysis by emission variation

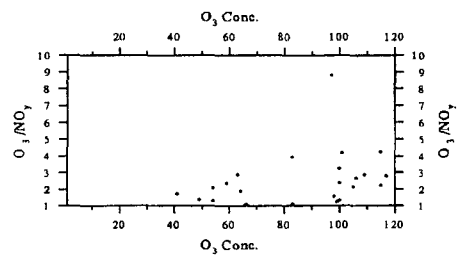


Fig3. Sensitive analysis by measurement data

참고문헌

1. 지구규모 대기환경기초 및 기반기술-산성비 감시 및 예측 기술 개발, 환경부, 과학기술처
2. 이상인 (1995) STEM II를 이용한 한·중간의 대기오염물질 이동/화학/침착에 관한 연구. 인하대학교
3. Lurman, F. W., Lloyd, A.C. and Atkinson, R.(1986) Achemical mechanism for use in long range transport/acid deposition computer modeling. *J. of Geophys. Res.* **91**, 10905