한국대기환경학회 2003 춘계학술대회 논문집
Proceeding of the 35th Meeting of KOSAE(2003)
Korean Society for Atmospheric Environment

PC1) 광화학 반응 대기오염의 생성과정을 규명하기 위한 기상장 모델링의 수행과 기상장 분석

The Analysis of Meteorological fields and Numerical Simulations to Research the Formation Process of Photochemical Pollutants

이화운 · 이종범[1] · 최현정 · 이순환[2] · 반수진 · 노순아 · 원혜영 · 이강열
부산대학교 대기과학과, [1]강원대학교 환경과학과, [2]조선대학교 지구과학교육과

1. 서 론

도시의 대기오염 문제는 다양한 배출원으로부터 다량 및 다종의 오염물질 배출과 그 지역의 도시화에 따른 기후특성과 관련된다. 대기오염물질의 분포 양상은 대기오염물질의 배출량과 난류 확산 및 수송, 화학 반응, 침적 현상 등에 의해 결정되므로 이들을 지배하는 기상인자들에 대한 이해는 대기오염현상을 파악하는 필수 요소라고 할 수 있다(Lalas *et al.*, 1982 ; Liu *et al.*, 1994).

도시규모의 기후 특징은 도시내에 형성된 고유의 기상장이 대기오염물질을 정체시킨다는 것이다(Noto, 1996). 따라서 도시지역의 국지순환계의 수치모의를 위하여, 국외에서는 중규모 기상장 모델을 사용하는 연구가 많이 이루어지고 있다(Mcqueen *et al.*, 1995 ; Pielke and Uliasz, 1998).

도시지역의 대기질 평가와 관련된 기상 모델링은 대기오염물질의 배출량 산정이 가능한 공간적 격자까지 등지화(nesting)함과 동시에 보다 세밀하고 정확한 지표 피복상태의 입력자료가 요구되며, 또한 국지지역의 기상장 변화를 묘사하기 위해서는 종관 기상장과 관련된 초기 및 경계조건 결정의 문제점을 해결하기 위한 다중격자 체계의 모델 사용이 요구되고 있다. 따라서 기존 연구를 바탕으로 3차원 중규모 기상모델인 MM5(Mesoscale meteorology Model 5) 등을 이용한 보다 상세한 등지격자에서 도시화에 따른 기상장 구조를 수치모의할 필요가 있다.

2. 연구 방법

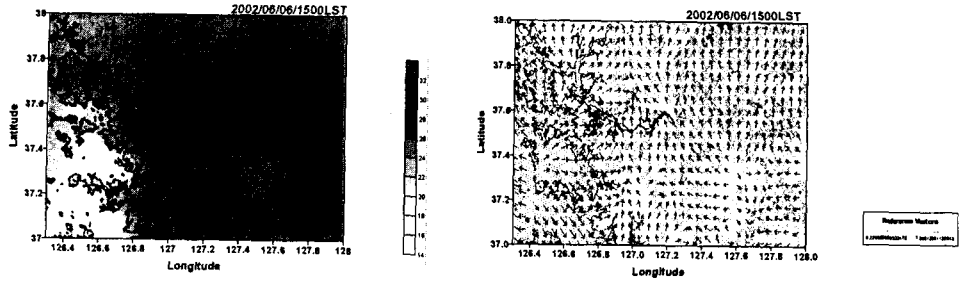
광화학 반응 오염물질의 대기질 수치모델링을 수행하기 위해서, 먼저 시 · 공간적 기상장을 잘 모의할 수 있는 기상장 모델의 도입이 선행되어야 한다. 또한 기상장 모델의 검증을 위해서는 연직적인 기상관측뿐만 아니라 지역의 기류 분석등을 통한 기상장의 패턴을 이해하고 고해상도 기상장의 수치모의를 실행하고 수치모의된 모델값과 관측값을 비교 · 검증하며, 국지적 대기순환계의 수치모의를 연구하고자 하였다.

서울지역을 포함한 수도권 지역을 대상지역으로 하였으며, 복잡한 도시 지형을 고려한 기상장 모델링을 MM5를 사용하여 실행하였고 지형조건들의 특성에 따른 기상장의 분석을 수행하였다. 또한, 본 연구에서는 MM5를 사용한 기상장 수치모의를 수행할 때, 기상청에서 제공하는 RDPS 재분석자료와 NCEP/NCAR 재분석 자료를 사용한 경우를 각각 계산하여 수치모의 결과를 관측값과 비교하여 보다 신뢰할 수 있는 기상장 모델링 결과를 얻고자 하였다.

3. 연구 결과

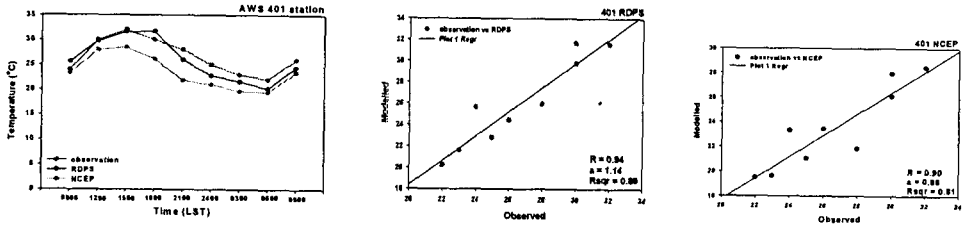
MM5와 기상청에서 제공하는 RDPS 재분석 자료를 사용하여 수도권 지역을 대상으로 1500LST에 대하여 기상장 수치모의를 한 결과는 Fig. 1과 같으며, Fig. 1(a)는 온도장, (b)는 바람장을 나타내었다. 대상일은 고농도 오존일로 선정된 2002년 6월 6일에 대하여 수행하였으며, 온도장의 경우 산정에서의 오도분포가 골짜기와 평원에 비해 낮게 나타나는 주간의 분포를 잘 나타내고 있으며, 바람장의 경우 주간에 나타나는 골풍을 지형의 분포에 맞게 잘 묘사하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 2에는 RDPS 재분석자료와 NCEP/NCAR 재분석 자료를 사용한 경우의 수치모의된 온도와 풍속을 서울지역내 AWS 관측지점에서의 관측값과 비교하였으며, 상관분석을 한 결과를 나타내었다. MM5로 계산된 온도분포는 관측된 온도보다 과대평가되었지만 일변화 분포 경향을 잘 따르고 있었으며, 두 가지 재분석 자료를 이용한 결과 모두 높은 상관을 보였고 RDPS의 경우가 좀더 높은 상관을 나타내었다.



(a) temperature field (b) wind field

Fig. 1. The horizontal distributions of simulated (a) temperature field and (b) wind field with RDPS.



(a) (b) (c)

Fig. 2. Comparison of observed temperature with calculated temperature by RDPS and NCEP : (a) time series and (b) linear regression curve and correlation coefficient of observation and RDPS, and (c) observation and NCEP.

4. 결 론

이와 같이 일반적으로 중요성을 인식하면서도 진행되지 못한 광화학 오염물질의 이류와 확산을 살펴보기 위해 기상장 모델을 이용하여 상세한 수치모의와 분석을 통해 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다. 먼저, 현실적으로 많은 어려움을 가지고 있는 관측자료의 조밀화 문제는 비용적인 측면과 함께 단기간에 해결될 문제가 아니므로 대안인 수치모형을 통해 이를 해결할 수 있다. 또한, 이러한 수치모형을 이용한 지역적 대기 유동장의 수치모의를 통해 대상지역의 국지적 기상연구와 국지기후 변화 및 광화학 반응 대기오염물질의 이류 및 확산에 대한 신뢰성 있는 결과는 얻을 수 있다. 이러한 기상장 모델링 결과를 사용한 대기질 예측 결과는 오존 저감을 위한 정책 수립에 기여할 것이다.

참 고 문 헌

Lalas, D. P., Veris, V. R., Karras, G. and Kallos (1982), An analysis of the SO_2 concentration levels in Athenes, Greece, *Atmos. Environ.*, 16(3), 531-544.

Liu, S. C., M. Trainer, F. C. Fehsenfeld, D. D. Parrish, E. J. Williams, D. W. Fahey, G. Huber, and P. C. Murphy (1987), Ozone production in the rural troposphere and implications for regional global ozone distributions, *J. Geophys. Res.*, 92, 4191-4207.

Noto, K (1996), Dependence of heat island phenomena on stable stratification and heat quantity in a calm environment, *Atmos. Environ.*, 30, 475-485.

Pielke, R. A. and M. Uliasz (1998), Use of meteorological models as input to regional and mesoscale air quality models-limitations and strengths, *Atmos. Environ.*, 32, 1455-1466.