

PC2) 상세 지표면상태 변화를 고려한 경계층 기상 수치모의 개선

Improvement of the Simulation of the PBL Meteorology Using High-resolution Land Use Data in Greater Seoul Area

황미경 · 김유근 · 오인보 · 강윤희 · 정주희
부산대학교 지구환경시스템학부

1. 서 론

대도시 오존오염의 현상은 다양한 배출원으로부터 배출된 오존 전구물질의 광화학 반응을 통한 생성 과정과 수평 및 연직 수송과정, 침적과정에 의해 시·공간적 분포 및 오염 수준이 결정된다. 특히 도시 대기경계층을 포함한 하부 대기의 일변화는 지표 고농도 오존 발생과 밀접한 관련 있다. 따라서 대기 경계층 기상 모사능력 향상을 통해 대기질 예측률을 높이기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 국외의 경우 향상된 수치모의 기상장을 얻기 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다. Civerolo et al.(2007)는 New-York 지역을 대상으로 도시확장에 따른 기상장 및 오존분포 변화를 살펴보기 위해, 지표피복변화를 고려하여 수치모의를 수행하였다. 또한 다양한 상세한 초기장을 이용하거나 관측값을 이용한 자료동화를 통해 향상된 경계층 기상을 진단하였다(Barna and Lamb, 2000). 국내에서도 Lee et al.(2006)는 서울지역에서 상세 지형자료를 이용하여 대기유동장 영향을 평가하였다.

특히 도시화가 급격하게 진행된 서울·수도권 지역의 경우, 도시효과를 함께 살펴보기 위해선 상세 지형자료와 토지피복자료가 요구된다. 또한 국내의 경우 상세자료를 이용하여 기상장 수치모의를 수행하더라도, 연직 기상관측자료 한계로 대기경계층 일변화를 평가하지 못하고 지표 관측자료 평가에 그치고 있다. 본 연구에서는 서울지역 집중관측기간(2003년 6월 6~9일) 중, 약한 중관장 하에 오존오염이 발생하였던 6월 8일을 중심으로 상세 지형고도 및 토지피복 자료를 MM5(NCAR/PSU Fifth Generation Mesoscale Model v.3.6)의 입력자료로 이용하여, 경계층 기상의 정확성을 평가하는데 초점을 두었다.

2. 연구 방법

관측기간 중 고농도 오존이 발생한 6월 8일을 중심으로 중규모 기상모델인 MM5(v.3.6.7)를 사용하였다. MM5 모델링은 2003년 6월 6일 0000 UTC부터 10일 0000 UTC동안 수행하였으며, 연직으로는 43개의 층을 가지고 4개의 도메인 영역(70×55 격자(54km), 136×100 격자(18km), 97×91 격자(6km), 85×70 격자(2km))을 대상으로 One-way nesting 방법을 통해 수행되었다. 초기 및 경계조건으로는 NCEP에서 제공하는 Global Final (FNL) Analyses 자료를 사용하였으며, 첫날 24시간은 초기적용 시간으로 사용되었다. 그리고 적운 모수화 과정은 첫 번째 영역에 Grell cumulus parameterization을 적용하고, 대기경계층 물리과정, 복사과정, 미세물리과정은 전 영역에 대하여 각각 MRF schemes, RRTM raditional schemes, Mixed-Phase scheme을 이용하였다.

기상 모델인 MM5의 입력 자료로 사용된 토지피복자료는 EGIS 중분류 토지피복도(축척 1:25,000)로서 23개의 카테고리로 구성되어 있다(<http://egis.me.go.kr/egis/>). EGIS 토지피복자료를 MM5의 입력자료로 변환하기 위해 23개의 카테고리를 MM5의 토지피복 카테고리인 24개로 재분류 하고 격자화 하여 최종 입력자료로 생성하였다. 단, 모델 영역 중 EGIS 자료가 존재하지 않는 북한지역은 USGS 자료를 참고하였다. 그리고 지형자료는 National Aeronautics and Space Administration(NASA)와 National Geospatial-Intelligence Agency(NGA)에서 제공되는 3초 지형자료를 이용하여 입력자료로 재구성하였다. MM5에 기본적으로 사용되는 USGS 및 지형자료를 이용한 경우(Case 1)와 상세 EGIS 및 3초 지형자료를 이용한 경우(Case 2)를 각각 MM5를 이용하여 수치모의하여 관측자료와 비교·분석하였다.

3. 결과 및 고찰

6월 8일의 1200 LST경, 연안지역(인천지역)에서 발달한 해풍(서풍)이 늦은 오후 1500 LST 서울지역에서 관측되었다. 즉 약한 중관장 하에 형성된 이른 오후(0700-1300 LST)까지 지속된 대기 정체(서울기상청, 1.3m s^{-1})는 30°C 이상의 높은 일최고 기온과 더불어 오염물질의 활발한 광화학 반응 및 국지적 축적으로 인한 서울 및 인근지역의 고농도 발생을 예상할 수 있다. Case 1을 대상으로 연직적인 온위분포를 비교분석한 결과, 새벽에 지표부근부터 약 2km까지 안정층이 관측되었으며 MM5 온위분포 또한 유사하게 모사되었으나, 지표부근에서 비교적 큰 온도차(약 5°C)가 발생하였다. 주간(1500 LST)의 경우, 연직적으로 균질한 온위분포와 함께 혼합층 발달이 뚜렷함을 알 수 있다. 관측된 온위 분포와 비교해보면, 혼합층 고도가 약 500m 과대평가되었음을 확인할 수 있었다.

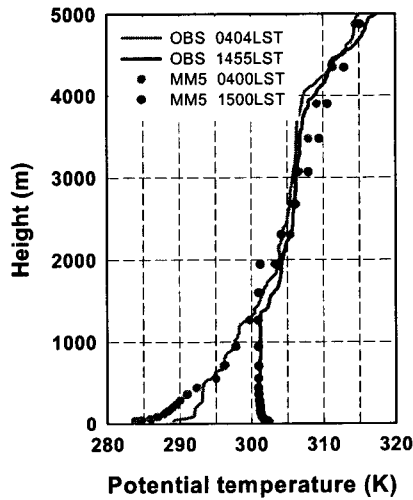


Fig. 1. Vertical profiles of potential temperature observed and simulated at Bangyi on June 8, 2003.

참고 문헌

- Barna, M. and B. Lamb (2000) Improving ozone modeling in regions of complex terrain using observational nudging in a prognostic meteorological model, *Atmospheric Environment*, 34, 4889-4906.
- Civerolo, K., C. Hogrefe, B. Lynn, J. Rosenthal, J.Y. Ku, W. Solecki, J. Cox, C. Small, C. Rosenzweig, R. Goldberg, K. Knowlton, and P. Kinney (2007) Estimating the effects of increased urbanization on surface meteorology and ozone concentrations in the New York City metropolitan region, *Atmospheric Environment*, 41, 1803-1818.
- Lee, H.W., H.-J. Choi, K.-Y. Lee, S.-H. Lee, and K.-H. Sung (2006) The effect of using detailed land-use conditions for the photochemical modeling of Seoul, Korea, *Journal of the Korean Meteorological Society*, 42, 4, 57-73.