

3B3) 상세한 지표경계자료와 관측값 자료동화가 복잡지형의 대기흐름장 수치모의에 미치는 효과

The Effect of Fine Resolution Surface Lateral Boundary Condition and Data Assimilation on the Simulation of Air Flow Field with Complex Area

최현정·이화운·이강열
부산대학교 대기과학과

1. 서론

대기오염의 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; Mckendry, 1993; Liu et al., 1994). 도시규모의 기후 특징은 도시 내 형성된 고유의 기상장이 대기 오염물질을 정체시킨다는 것이다(Ghim and Chang, 2000). Vukovich and King(1980)은 1970년대 Louis지역에서 기온 및 바람과 관련된 도시열섬 현상을 이용하여 도시기후 특징을 수치모의 하였다. 이와 같이 도시지역 국지순환계의 수치모의를 위하여, 중규모 기상장 모델의 연구가 많이 이루어지고 있다. 이순환등(2002)은 대기확산 모형의 수치실험을 통하여 한반도 남서해안의 도시화에 따른 지표의 변화가 오염물질 확산장에 영향을 준다는 것을 보였다. 그리고 확산장의 변화에 의한 급격한 대기질의 변화를 나타낼 수 있다는 것을 보고하였다. 이들의 연구를 통하여 기상장의 정확한 예측은 대기오염등 대기질 예측에 절대적인 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 그러나 이러한 기상장을 정확하고 세밀하게 분석하고 예측하기는 그 필요성만큼이나 어려운 것이 사실이다. 즉, 일반적으로 연안지역 및 이와 연결된 내륙지역에 위치한 대도시 및 공단지역에 기상 측정장비가 있어 관측에 있어서의 시간적, 공간적 해상도를 해결하였다하더라도 기상장을 분석함에 있어 중관장의 영향에 의한 순환계 뿐만 아니라 연안지역의 지형적 특성으로 인한 해륙풍 순환계, 내륙의 복잡한 지형 형태 및 심한 경사등으로 인한 산곡풍 순환계, 그리고 고지대와 저지대 상공의 수평 기온차에 의한 고저풍 순환계 등 중규모 국지 순환계까지 표출되는 기상장을 분석하기란 매우 힘들다(Pielke, 1984; Kondo and Gambo, 1979; Yoshicado, 1990). 더욱이 연구 대상지역에서 충분히 축적된 기상관측 자료를 이용할 수 없을 경우에는 그 해상도까지 고려해야 하기에 기상장 분석 및 예측에의 어려움을 더욱 가중시킨다(Stauffer and Seaman, 1994; Fast, 1995).

이러한 지리적 및 지형적 조건에 해당되어 중관규모 순환계 및 복합적인 국지규모 순환계가 모두 나타나는 대표적인 지역이 서울을 포함한 수도권역이다. 또한 이들 지역은 대단위 대기오염물질을 배출하는 지역이므로 오염물질의 확산과 이류에 관한 연구를 위해서는 정확하고도 상세한 기상장 연구 및 도출된 결과의 해석이 필수적이라 할 수 있다.

2. 결 과

현재의 상용화된 기상장 모델의 경우에 있어서 중간규모의 기상현상 및 예측 능력에 대한 연구나 실제 현장 적용은 어느 정도 이루어지고 있으나 아직도 여러 가지 측면에서의 어려움에 의해 상세지역의 세밀한 국지기상의 특성 및 예측에는 많은 무리가 있다. 하지만 앞에서도 언급한 바와 같이 실제의 인간생활에 직접적으로 영향을 미치는 주거지역이 포함되어 있는 지역의 상세한 기상정보의 제공은 무엇보다도 중요하고 시급한 문제이다. 기본적으로 한반도에 대한 정확하고 상세한 기상자료를 이용하여 수치모델링을 하는 경우에는 그 모델링 결과에 대한 신뢰성이 더욱 높아질 것으로 사료되며, 이와 같은 상세한 입력자료의 제공을 통해 더욱 실제현상에 가까운 결과를 제공 받을 수 있을 것이며 장래의 기상 예측 능력에 대한 신뢰성을 확보할 수 있을 것이다.

본 연구에서는 상세한 지표경계자료와 관측값 객관분석가 복잡지형의 대기유동장 수치모의에 미치는 효과에 대해 알아보기 위하여 지표경계자료인 MDEM 3초 지형자료(grid distance=90m)와 USGS DEM 30초 지형자료(grid distance =1.1km)를 대기 유동장 수치모델인 MM5의 지형자료로 각각 입력하여 모델링하여 나타나는 기상요소들의 차이를 나타내고자 하였으며, 이때 3초 지형자료를 경계자료로 선택했을 때 기온과 풍속에 있어서 향상된 결과는 물론 특히, 자정과 새벽시간대에 나타나는 정체된 풍계와 대류활동이 활발한 낮시간대의 고온역을 더욱 상세히 묘사할 수 있었다. 또한 객관분석시 대표성있는 지상관측값을 이용하여 모델의 해석능력을 향상시키기 위한 적절한 Quality control의 방법을 제시하였다. 먼저 지상 관측소의 지점위치에 따른 Quality control 결과에서는 도심내에 위치한 지상관측자료들은 주변에 존재하는 건물과 지형이 주는 영향에 의해 오히려 대표성이 떨어지는 자료를 생산할 가능성이 있는 것으로 나타났으며, 오히려 해수, 담수 부근지역에 위치하여 일관된 바람장과 기온장을 형성하는 자료들이 모델내에서 자료의 대표성이 특히 기온보다는 풍속에서 나타나고 있다. 모델내에서 역학적인 관계를 만족시키는 관측값의 유효성에 대한 Quality control 결과 기온이 풍속보다 크게 향상되고 있는 것으로 나타났다. 이것은 대표성있는 어떤 지점의 선택보다는 모델내에서 크게 고려되지 않았던 복잡한 도심의 아스팔트, 건물, 지하철, 도로, 자동차등에 의해 생기는 인공열의 반영이 오히려 모델의 결과해석에 유리하다는 것을 의미하며, 서울을 비롯한 수도권지역의 열섬화가 많이 진행되고 있음을 보여준다. 향후 이러한 도시 열섬 기온장의 분석을 위하여 상세한 지형 입력자료와 함께 landuse 자료를 구축하여 상세 지형 변화에 따른 객관분석과 Quality control을 진행해 나갈 계획이다. 또한 지형의 변화에 의해 유도된 기상장이 확산모델에 입력되어질때 나타나는 확산 강도에 어느정도 기여하게 되는지에 대한 연구도 진행해 나갈 계획이다.

참 고 문 헌

- 이순환, 이화운, 김유근 (2002) 복잡지형에서 도시화에 따른 대기확산에 관한 수치시뮬레이션, *한국대기 환경학회지*, 18(2), 67-83.
- Lalas, D. P., Veris, V. R., Karra, G. and G. Kallos (1982) An analysis of the SO₂ concentration Athens, 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 ozone distributions, *J. Geophys. Res.*, 92, 4191-4207.
- McKendry, I. G (1993) Ground - level ozone in Montreal, Canada, *Atmos. Environ*, 27B(1), 93-103.
- Noto, K (1996) Dependence of heat island phenomena on stable stratification and heat quantity in a calm environment, *Atmos. Environ.*, 30, 475-485.