

DA5) 인공열과 지표 특성에 따른 기상장 수치모의 A Numerical Simulation of the Atmospheric Fields Related to Anthropogenic Heat Flux and Surface Characteristics

이화운 · 김유근 · 원경미 · 김미향
부산대학교 대기과학과

1. 서 론

도시화가 진행될수록 인구 집중과 고층 건물의 점유 증가를 초래하고 이로 인해 도심내 공장의 증가, 자동차의 폐열량 증가, 겨울철 연료와 여름철 냉방에 의한 에너지 사용량이 증가된다. 이때 방출된 열원으로 인해 인공열 배출량이 커지게 된다.

단위면적에 대해 방출되는 열플럭스가 도시마다 큰 차이를 보이는데(Landsberg, 1981) 시드니 외곽부에 비해 도심내의 연간 에너지 사용량이 360배에 달한다는 것을 보였다. Saitoh *et al.*(1996)의 연구에 따르면 높은 고층 건물의 점유 증가에 따라 단위면적당 열저장 효과와 냉방 부하와 에너지 소비량의 증가로 인해 2031년 도쿄 지역의 온도분포를 수치 시뮬레이션한 결과 도쿄 중심부의 온도가 15K 정도 높아짐을 보였다.

또한 지표면은 대기의 하층경계이므로 대기 유동장 수치모의에서 지표와 대기와의 상호작용((R. Avissar and R. A. Pielke(1989))에 대한 중요성은 강조되어 왔다. McCumber *et al.*(1981)는 토양의 종류를 다르게 하였을 경우 각종 플럭스의 변동을 나타냄으로써 해륙풍의 2차원 수치모의에 있어서 하층경계의 토양분포에 따라 해륙풍의 강도가 변화됨을 보였다.

따라서 증가된 인공배열량과 지표 특성의 영향을 고려하여 도심내의 온도장 분포의 변화와 이에 따른 지역규모 기상장을 수치모의 하기 위하여 본 연구에서는 도시 인공 배열량 산정과 토성과 식생의 효과를 고려하여 이들의 영향을 알아보았고 이것을 기상장 모형에 고려하여 그 결과를 수치모의를 통하여 예측하였다.

2. 수치모의 방법

본 연구에서는 도시의 지표면 상태 변화와 인공열 배출에 따른 열적 특성이 기상장 변화에 미치는 영향을 밝히고 예측하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위하여 도시의 지표면 상태와 인공열 배출량에 의한 지표면 온도장 변화와 기상장 변화를 수치모의하였다.

기상장 수치모델링의 대상으로 한 계산 영역은 부산광역시로서 기초 방정식계는 운동량, 질량, 열에너지 등의 보존식에 기초한 운동 방정식, 온도 방정식, 비습 방정식, 연속 방정식, 정역학 방정식 및 지중 온도 방정식으로 구성된 3차원 해륙풍모델을 사용하였으며 지형의 기복에 관계없이 계산할 수 있는 지형 좌표계(z^* 좌표계)를 이용하였다. 지표면 온도는 지표면의 토성과 식생 종류를 고려할 수 있는 BATS(Biosphere-Atmosphere Transfer Scheme)의 결과값에 인공열속을 고려하여 계산하였다. 수치모의의 실행은 성긴 격자 영역과 상세 격자 영역으로 나누어 실행하는 nesting 방법을 사용하였다.

도시 열원효과를 산정하기 위해 도시개발로 인한 총체적인 지표면의 변화에 관한 정보를 제공하는 지리정보시스템(GIS: Geographical Information System)의 digital data를 이용하여 지표면 상태를 분석하고 건물, 차량으로부터 도시 인공배출량을 산정하여 수치모델의 실행 시 이용하였다.

부산지역의 다양한 지표면 특성을 고려하여 기상장을 수치모의하기 위해 BATS에서 고려되어지는 식생종류와 토성으로 지표면 특성을 구분하여 수치 모델의 실행 시 이용하였다.

도시지역에서 인공열과 지표특성의 효과를 알아보기 위해 인공열이 배출될 때와 배출되지 않을 때와 지표 특성을 고려할 때와 고려하지 않았을 때의 부산지역의 기상장(온도, 수분, 바람장)을 수치모의하였다.

3. 결과 및 고찰

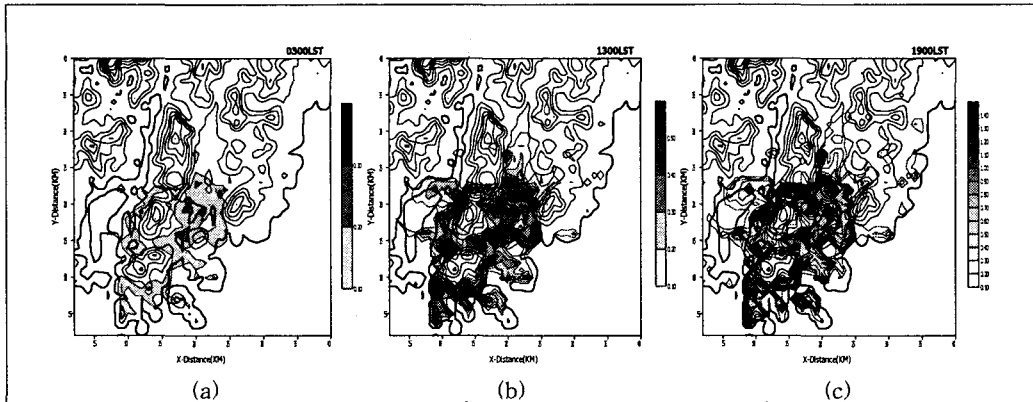


Fig. 1. Increase of surface temperature(°C) due to anthropogenic heat flux at (a)0300LST (b)1300LST (c)1900LST

인공열이 배출될 때와 인공열이 배출되지 않을 때의 지표면 온도차이를 계산하였다(Fig.1). Fig.1과 같이 인공열이 방출되는 지역에서 전체적으로 온도상승이 나타났는데 도시 중심지역에서 최대온도 상승이 나타났고 Fig.1. (a)는 0300LST에 인공열에 의한 온도상승을 나타낸 것으로 도시 중심에서 0.3°C의 온도상승이 있었는데 인공열 배출량이 가장 작은 시간이었다. Fig.1. (b)는 1400LST에 인공열에 의한 온도상승을 나타낸 것으로 도시 중심지역에서 0.5°C의 온도상승이 있었다. Fig.1. (c)는 1900LST에 인공열에 의한 온도상승을 나타낸 것으로 1.4°C의 온도상승이 있었는데 인공열 배출량이 가장 큰 시간이었다.

인공열 방출과 지표면 특성이 바람장에 미치는 영향을 고찰하기 위해 인공열 방출과 지표 특성 고려 시하여 수평 바람성분의 차이를 살펴보았다. 해풍이 부는 시각에 전체적으로 풍속은 증가하였고 육풍이 부는 시각에서는 도시화에 따른 지표면 온도 상승으로 전체적으로 풍속이 감소하였다. 도시화에 의한 해풍의 증가와 육풍의 감소는 도시화에 의해 육지가 따뜻해지면서 낮에는 육지와 해양과의 온도경도가 더 커져서 풍속이 강해지며 밤에는 역으로 온도경도가 작아져서 풍속이 더 약해지므로 야간 열대야 현상이 더욱 심하게 나타난다.

참 고 문 헌

- Avisar, R., R. A. Pielke.(1989) A Parameterization of Heterogeneous Land Surfaces for Atmospheric Numerical Models and Its Impact on Regional Meteorology. *Mon. Wea. Rev.*, Vol. 117, pp. 2113-2136
- Landsberg, H. E. (1981) *The urban climate*, Academic Press, Inc.
- McCumber, M. C. and R. A. Pielke,(1981) Simulation of the Effects of surface Fluxes of Heat and Moisture in a Mesoscale Numerical Model, *J. Geophys. Res.*, Vol. 86, pp. 9929-9938
- Saitoh, T. S. and Shimada, T. and Hoshi, H. (1996) Modeling and Simulation of the Tokyo Urban Heat Island, *Atmospheric Environmental*, Vol. 30, No. 20, pp. 3431-3442