

**PG2) 연안도시지역 WRF/UCM을 이용한 도시열 효과
 수치모델링**

**Numerical Simulation of the Urban Thermal Effects
 using WRF/UCM in the Coastal Urban Area**

강윤희 · 김유근 · 황미경 · 송상근 · 정주희 · 오인보¹⁾

부산대학교 지구환경시스템학부, ¹⁾울산대학교 환경보건센터

1. 서 론

최근 UCM(Urban Canopy Model)의 개발로 WRF 모델에서 도시환경과 관계된 다양한 물리과정(빌딩 그림자 효과, 장·단파 복사 반사효과, 캐노피 층에서의 바람, 건물과 도로의 열 교환 등)이 추가되었으며(Tewari et al., 2007), 이를 활용한 도시지역에서의 기상 예측에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 예로 MIAO et al.(2008)는 WRF/UCM를 이용하여 베이징의 도시열섬 효과를 수치모의하고 MODIS 관측값과 비교함으로써 UCM의 적용이 도시기상장 예측에 기여함을 확인하였고, Holt and Pullen(2006)은 뉴욕지역을 대상으로 다층 UCM을 적용하여 캐노피층의 세분화에 따른 도시열섬 모사능력을 진단한 바 있다.

본 연구에서는 우리나라 대표 연안도시지역인 부산을 대상으로 WRF/UCM을 수행하였으며, UCM을 적용하지 않은 경우와 UCM 내 도시 파라메타를 수정한 경우와 비교 분석하여 UCM의 적용이 도시열 효과 재현에 미치는 영향과 도시기상장 예측 향상에 기여하는 정도를 분석하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서 사용된 기상모델은 WRF v3.1이며 모델링기간은 2006년 8월 3일 00 UTC~10일 00 UTC (총 168시간)이다. 모델링영역은 최종 수평해상도 1 km의 부산지역을 중심으로 하는 5개의 도메인 영역(D1: 39×35, 81 km, D2: 70×55, 27 km, D3: 64×58, 9 km, D4: 49×46, 3 km, D5: 61×58, 1 km)으로 구성되었으며 one-way nesting을 통해 수행되었다(그림 1). 초기 및 경계조건으로는 NCEP에서 제공하는 FNL 자료를 사용하였고 환경부 EGIS 상세 토지피복자료와 SRTM 3초 지형자료가 입력되었다. 물리과정으로 미세물리 모수화방안, 장파 및 단파 복사모수화 방안은 각각 WSM 6-class graupel scheme, RRTM, Dudhia를 이용하였으며, 경계층 모수화는 YSU scheme, 적운 모수화는 첫 번째와 두 번째 도메인에 대해 Kain-Fritsch scheme을 사용하였다. 지표면 물리상태 개선을 위해 Noah-LSM을 적용하였다.

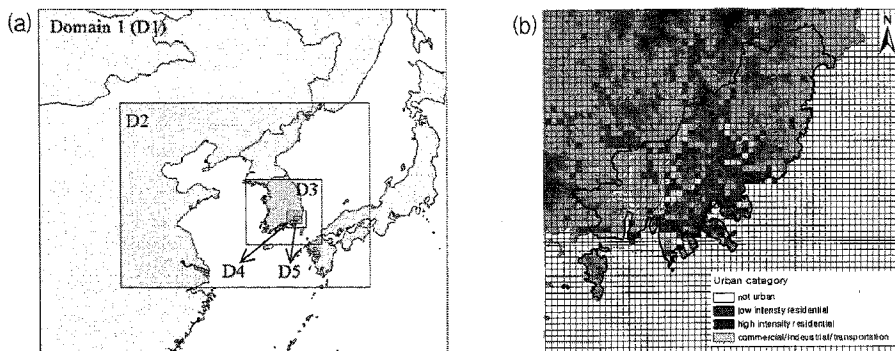


Fig. 1. WRF Modeling domains (a) and the spatial distribution of urban category at 1 km resolution for the UCM simulation (b).

WRF 모델링은 UCM의 적용이 도시열 효과 재현에 미치는 영향을 비교 분석하기 위해 UCM이 적용되지 않은 경우(CASE1), UCM을 적용한 경우(CASE2), UCM의 도시 파라메타를 수정한 경우(CASE3)로 설계되었다. UCM의 수행을 위해서 부산지역 행정지적도와 건축물대장 자료를 바탕으로 도시영역 카테고리(low intensity residential, high intensity residential, commercial/industrial/transportation)로 재분류하여 입력하였으며(그림 1(b) 참고), CASE3의 도시 파라메타는 Holt and Pullen(2007) 등의 선행연구를 참고하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 부산지역 내 AWS에서 관측된 기온과 모델값과의 시간별 IOA를 나타낸 것이다. CASE3이 1에 가장 가까운 값을 보여, 설계된 3가지 경우의 WRF 모델링 중 도시 파라메타가 수정된 UCM이 적용된 경우(CASE3)가 전반적으로 부산의 도시 열환경을 가장 잘 재현하는 것으로 나타났다. 특히, CASE3은 UCM이 적용되지 않은 CASE1과 비교해 저풍속조건(야간~오전)일 때 도시영역에서의 기온 상승이 뚜렷하게 나타났는데, 이는 UCM과 함께 현실적인 도시 파라메타의 적용이 도시열 효과 재현에 긍정적으로 기여함을 보여주는 결과로 생각된다(그림 3 참고).

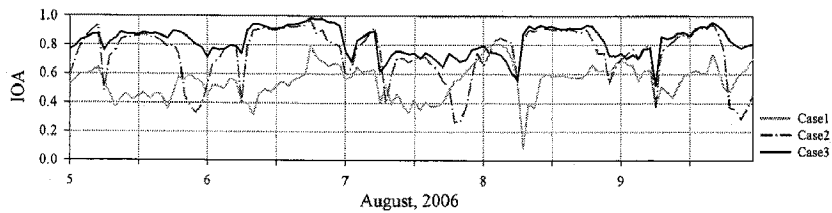


Fig. 2. Time series plot of the IOA of temperature at AWS sites in Busan.

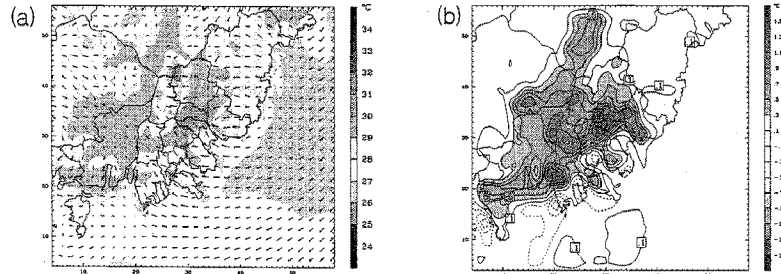


Fig. 3. Horizontal distribution of temperature and winds of Case4 (a) and the difference of temperature between the Case3 and Case1 (Case3-Case1) (b) at 0900 LST on 7 August, 2006.

사 사

이 연구는 기상청 기상지진기술개발사업(CATER 2009-3308)의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- Holt, T. and J. Pullen (2007) Urban canopy modeling of the New York City Metropolitan Area: A comparison and validation of single- and multilayer parameterization, *Monthly Weather Review*, 135, 1906-1930.
- Miao, S., F. Chen, M. Lemone, and M. Tewari (2008) An observational and modeling study of characteristics of urban heat island and boundary layer structures in Beijing, *Journal of applied meteorology and climatology*, 48, 484-501.
- Tewari, M., F. Chen, H. Kusaka, and S. Miao (2007) Coupled WRF/Unified Noah/Urban-Canopy Modeling System, NCAR WRF documentation.