

PG1) 도시성장모델 적용을 통한 수도권 상세기후 예측성 향상

Improvement of Regional-scale Climate Prediction using an Urban Growth Model in the Seoul Metropolitan Area

김현수 · 정주희 · 오인보¹⁾ · 김유근

부산대학교 지구환경시스템학부, ¹⁾울산대학교 환경보건센터

1. 서론

지역규모의 기후예측은 자연적인 요인뿐만 아니라 도시 성장에 따른 인공열과 인구증가, 산업발달로 인한 온실가스와 에어로솔의 방출과 같은 인위적인 요인에 의해 그 변동성이 더욱 크게 나타난다(Stott et al., 2004). 그 중에서도 도시 성장에 의한 토지피복 변화는 지역규모 혹은 도시규모의 기후에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나로서 그 영향과 중요성에 관한 많은 연구들이 수행되어 왔다(김유근 등, 2002; Gallo et al., 1996). 하지만 기후예측 분야에 미래 토지피복변화에 따른 변동성 및 오차를 고려하는 연구는 상세기후 예측성 향상에 중요한 부분임에도 미래 토지피복변화를 예측하는데 많은 어려움이 존재하여 그동안 많은 연구가 수행되지 못하였다. 이에 본 연구에서는 도시계획 분야에서 널리 사용하고 있는 도시성장모델을 이용하여 수도권지역의 미래 도시성장을 예측하고, 그 결과를 지역기후모델에 적용함으로써 수도권지역 상세기후 예측성을 향상하고자 하였다.

2. 모델 개요 및 연구 방법

도시성장모델인 SLEUTH 모델은 미국 산타바바라 대학의 Clarke 교수가 개발한 UGM(Urban Growth Model)을 확장하고 개선한 모델이다(Clarke and Gaydos, 1997). SLEUTH 모델은 도시가 성장해 나가는 유형을 Spontaneous, New spreading center, Edge growth, Road-influenced Growth의 4가지로 구분하고 각 단계별 과정을 순차적으로 거쳐 도시성장을 예측한다. 모델의 입력자료는 대상지역에 대한 각 시기별 경사도, 토지피복도, 개발제한구역도, 도시 분포도, 도로망 분포도, 음영기복도 등이며, 동일한 해상도의 Gray-scale GIF 이미지 형태로 구성된다. 수도권지역의 도시성장 예측은 1975~1995년의 과거자료를 이용하여 2000년부터 2030년까지 30년 기간에 대해 1년 단위로 수행되었으며 모델의 예측 정확도를 평가하기 위하여 2000년의 WAMIS 토지피복도와 SLEUTH 모델 예측 결과를 비교·검증하였다. 상세 도시기후 예측을 위해서는 WRF(Weather Research and Forecasting) 기상모델을 사용하였으며 독일 막스플랑크 연구소의 ECHAM5/MPI-OM1 A1B 시나리오 6시간 단위 기후예측 전구자료를 초기자료로 사용하였다. 본 연구에서는 토지피복과 초기자료를 기준으로 3가지 실험설계를 하였다. EXP1은 현재 토지피복(2005년)과 기상장(2003~2007년), EXP2는 현재 토지피복과 미래 기상장(2018~2022년), EXP3은 미래 토지피복과 미래 기상장을 적용한 경우로서 각 실험 연도에 대해 독립적으로 한 달씩 장기적분을 수행하여 그 결과를 평균한 기후값을 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 SLEUTH 모델에 의해 예측된 수도권의 연도별 토지피복 공간분포 변화를 나타낸 것으로 2005~2015년은 기존 도시 영역 내부의 개발 및 도시 외곽의 확장에 의해 도시성장이 나타날 가능성이 있음을 보여준다. 특히 서울 북서쪽에 위치한 일산과 남동쪽에 위치한 성남, 서울 인근의 군포, 안양, 수원 지역의 도시성장이 뚜렷할 것으로 예측되었다. 2020년부터는 경사도가 낮고 주요 도로가 지나가는 경기도의 주요 거점도시를 중심으로 도시화가 가속화되는 경향을 보인다. 이처럼 도시가 꾸준히 확장되면서 2030년에는 서울시를 비롯한 주변 외곽도시가 하나의 거대 도시화될 가능성이 있을 것으로 예측하였는데 2005년에 8.3%였던 도시 비율이 2020년에는 17.1%, 2030년에는 23.9%까지 증가하였다. 그림 2는

각 실험별 8월의 수도권 평균 기온값의 공간분포를 보여주는 결과이다. 그림 2(a)의 경우 도시 영역, 특히 서울시를 따라 고온역이 뚜렷하게 분포하는 것을 볼 수 있으며 그 밖의 인천·수원·성남 지역도 다른 지역보다 비교적 기온이 높게 나타나는 것을 볼 수 있다. 그림 2(b)의 경우는 그림 2(a)보다 기온이 낮게 나타나는 것을 볼 수 있는데 이것은 대기 대순환 모형이 예측한 장기예측 결과 중 2020년이 기온이 하강하는 시점에 있어서 나타난 결과로 생각된다. 하지만 고온역이 나타나는 부분은 대부분 도시가 분포해 있는 지역과 일치하는 것을 볼 수 있다. 그림 2(c)의 경우는 미래 도시성장이 적용된 결과로서 그림 2(b)에 비하여 고온역이 넓게 확장하고 증가폭도 큰 것을 확인할 수 있어 도시성장 효과가 기후예측에 미치는 효과가 큰 것을 보여준다.

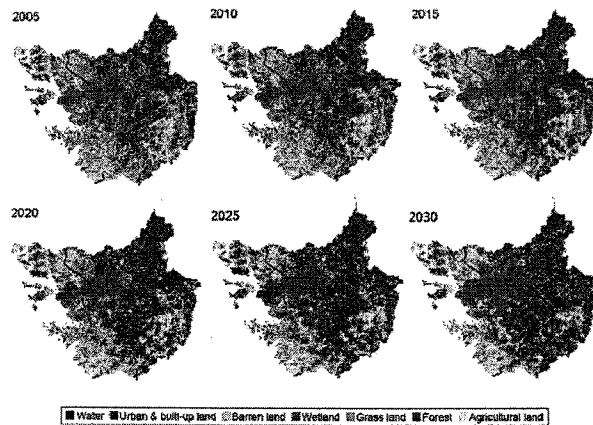


Fig. 1. The spatial distributions of land use predicted by the SLEUTH during 2005 through 2030.

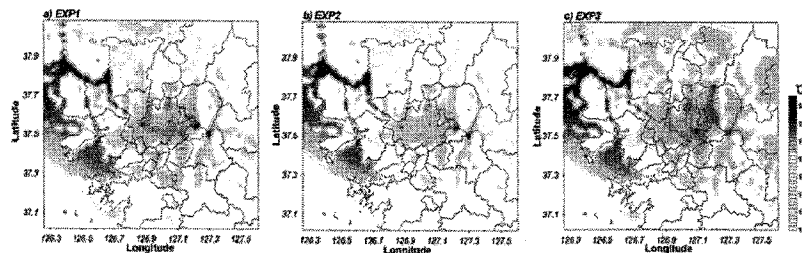


Fig. 2. The spatial distributions of average temperature at 2 meters simulated by three EXP designs.

사 사

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

참 고 문 헌

- 김유근, 문운섭, 오인보, 임윤규 (2002) 부산지역 토지이용 (land-use) 변화에 의한 열환경 수치모의, 한국대기환경학회지, 18(6), 453-463.
- Clarke, K.C. and L. Gaydos (1997) A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the San Francisco Bay area, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24, 247-261.
- Gallo, K.P., D.R. Easterling, and T.C. Peterson (1996) The Influence of Land Use/Land Cover on Climatological Values of the Diurnal Temperature Range. *Journal of Climate*, 9, 2941-2944.
- Stott, P.A., D.A. Stone and M.R. Allen (2004) Human contribution to the European heatwave of 2003, *Nature*, 432, 610-614.