

연구논문

잠재 산림분포 변화를 고려한 토지이용도가 장래 기후변화에 미치는 영향 모사

김재철* · 이종범* · 최성호**

*강원대학교 환경과학과, **고려대학교 환경생태공학과

(2011년 9월 24일 접수, 2011년 12월 30일 승인)

A Simulation Study on Future Climate Change Considering Potential Forest Distribution Change in Landcover

Jea-Chul Kim* · Chong Bum Lee* · Sungho Choi**

*Dep. of Environmental Science, Kangwon National University

**Dep. of Environmental Science and Ecological Engineering, Korea University

(Manuscript received 24 September 2011; accepted 30 December 2011)

Abstract

Future climate according to land-use change was simulated by regional climate model. The goal of study was to predict the distribution of meteorological elements using the Weather Research & Forecasting Model (WRF). The KME (Korea Ministry of Environment) medium-category land-use classification was used as dominant vegetation types. Meteorological modeling requires higher and more sophisticated land-use and initialization data. The WRF model simulations with HyTAG land-use indicated certain change in potential vegetation distribution in the future (2086-2088). Compared to the past (1986-1988) distribution, coniferous forest area was decreased in metropolitan and areas with complex terrain.

The research shows a possibility to simulate regional climate with high resolution. As a result, the future climate was predicted to 4.5° which was 0.5° higher than prediction by Meteorological Administration. To improve future prediction of regional area, regional climate model with HyTAG as well as high resolution initial values such as urban growth and CO₂ flux simulation would be desirable.

Keywords : WRF, HyTAG, Climate Scenario, Climate Change

1. 서론

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 제 4차 평가보고서에 따르면 지구환경 변화에 따른 기후변화는 가뭄과 집중호우, 폭염과 같은 기상이변이 빈번히 발생할 뿐만 아니라 그 강도 역시 강해질 것으로 예상하고 있다. 특히 기후민감도가 높은 농업, 산림 생태계 및 해양, 수산업 분야에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되며 최근 기후변화에 따른 연구가 활발히 진행되고 있다(Yun, 2007; Frei *et al.*, 2006). 하지만 기후변화를 예측하기 위한 기후모델의 실행과 분석능력은 제한적이다. 특히 최근 기후변화 연구에 활용되고 있는 대기-해양-해빙-지면-생태계 접합 대순환 모형(Coupled General Circulation Model, GCM)은 다양한 형태의 모형을 복합적으로 적용한 모델이다. 이 모델은 수평격자가 너무 크기 때문에 수평격자보다 작은 규모의 물리현상을 모의하는데 한계가 있으며 전구모델의 결과를 이용한 지역규모의 기상결과가 관측값과 상이하게 예측되는 경향을 보이고 있다(Gao *et al.*, 2001; Giorgi *et al.*, 2006). 따라서 이 격자 규모는 중관기상의 평균적인 기상 특성을 나타내기는 적합하지만, 우리나라와 같이 국토가 좁고 지리적으로 지형이 복잡한 지역의 경우 상세한 지역기후 정보제공에 어려움이 있다. 이러한 대순환 모형의 제약을 극복하고 상세한 기후 정보를 얻기 위한 방법으로 특정지역을 고분해능으로 표현하고 특성화된 물리과정을 고려할 수 있는 지역기후모형을 이용한 역학적 규모 축소법이 최근 이용되고 있고(IPCC, 2007; Im *et al.*, 2008; 기상청, 2006; 안중배 등, 2010), Foley *et al.* (1998)은 전지구를 대상으로 식생변화를 고려한 기후모델의 실행을 시도한바 있으며, Claussen (1994)은 전구기후모델의 초기 경계 조건으로 지표식생 인자를 적용하여 기후모델과 생물모델을 접합(Coupling)하여 실행한바 있다. 또한 문난경 등(2009)은 장래 기후변화에 따른 한반도 대기질 변화를 파악하기 위하여 기후시나리오에 따른 지역규모의 수치모의를 실행하여 기온변화에 따른 지역별 대기질을 예측한

바 있다. 국내 기상연구소에서는 전지구 기후변화 시나리오 자료를 역학적 다운스케일링 기법을 이용하여 27km로 고해상도화 하는 작업을 수행하였다. 하지만 기상청에서 제공하는 지역기후변화 자료는 인위적 기후변화 강제력을 고려하여 지역기후에 적용한 반면 기후변화에 따른 토지이용도의 토지피복의 변화는 고려되지 못하였다. 한반도는 위도에 따라 다양한 식생이 분포하고 있기 때문에 토지피복에 따른 기후변화는 해당지역의 기후에 영향을 줄 것이라 사료된다.

본 연구에서는 기후시나리오의 결과를 보완하기 위하여 기후변화에 따른 잠재식생분포를 계산하는 모델인 HyTAG(Hydrological and Thermal Analogy Groups) 생태모델을 실행하여 산출한 토지피복결과를 지역기후모델의 토지피복 category의 변수로 변환함으로써 토지피복의 변화가 반영된 모델을 구현하였다. 이런 기후변화에 따른 생태변화(Dynamic Global Vegetation Model; DGVM)에 관한 연구는 Foley 등(1998)에 의해 시작되었으며, 국내에 대하여 김원식 등(2004)과 부경은 등(2004)이 조사한 바 있다. 그러나 국내지역에 대하여 기후시나리오를 WRF에 적용하여 식생변화가 지역규모 기후변화에 미치는 영향을 연구한 사례는 없다. 본 연구의 목적은 상세지역 기후모델로서 기상 모델인 WRF를 이용하여 기후변화정보센터의 지역기후시나리오 결과를 초기 및 경계조건으로 사용한 고해상도 지역기후예측모델을 구축하는 것이다. 또한 기후변화에 따른 식생변화를 고려하기 위한 생태모델인 HyTAG의 결과를 기후모델의 입력자료로 이용하여, 토지피복 변화에 따른 기상장 변화를 파악하는 것이다.

II. 자료 및 연구방법

1. 대상기간 및 모델링 영역

기후분석의 경우 연속적인 30년 이상의 대상일을 적분하여 그 결과를 분석하는 방법이 타당한 방법이다. 하지만 컴퓨터의 연산속도와 수치계산을 통