

자료동화기법에 근거한 격자 기반 Common Land Model의 적용성

Estimation of Grid-Scale Common Land Model Using Assimilation System

김다은*, 최민하**
Kim Daeun, Choi Minha

요 지

전 세계적으로 기후변화로 인한 자연재해가 빈번하게 발생함에 따라 수자원 분야에서 또한 환경의 변화에 대한 정확한 예측이 더욱 요구되고 있다. 국내에서도 이를 위하여 다양한 방법을 통하여 연구가 이루어지고 있으나 본 연구에서 사용된 Common Land Model (CLM)은 국내에서의 실질적인 적용이 아직 부족하다. 이 모형은 Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer 모형 중 대표적인 모델로 Land Surface Model (LSM), Biosphere-Atmosphere Transfer Scheme (BATS), Chinese Academy of Sciences Institute of Atmospheric Physics LSM의 세 모형이 결합되어 발전하였다. CLM의 강제입력자료로는 위성, 지면모형 등을 기반으로 만들어진 자료를 제공하는 Korea Land Data Assimilation System (KLDAS; 한반도지표자료동화체계)의 격자화 된 자료를 사용하여 모형에 강제시켰다. KLDAS는 기존의 Land Data Assimilation System (LDAS)에서 발전한 형태로 동아시아 지역을 대상으로 자료를 제공하고 있으며, 본 연구에서는 이 자료를 사용하여 국내 전반에 걸쳐 격자에 대한 수문·기상학적 인자를 산출하였다.

핵심용어 : SVAT, CLM, KLDAS

1. 서 론

기후변화가 일으키는 환경의 변화는 그 심각성이 자연 현상으로 나타나며 세계적인 문제로 대두되었다. 특히나 지구온난화로 발생하는 이상 현상들은 예측하기 어려울 뿐만 아니라 특히 인간의 생존과 직결되는 수자원시스템에도 많은 영향을 미치고 있다. 이에 따라 수자원분야에서의 수문·기상학적 인자들에 대한 빠르고 정확한 예측이 필수적이라 할 수 있다. 이러한 수자원 분야의 변화에 대한 관리, 기후변화로 인하여 발생하는 현상들에 수문·기상학적 요소들의 변화 패턴 예측 등을 위하여 다양한 수문 모형이 사용되는데, 본 연구에서는 그 중에서도 세계적으로 널리 이용되는 최신 육지 수문 모형 중 하나인 Common Land Model (CLM)을 사용하여 모형의 결과를 산출하였다. CLM은 토양-식생-대기순환 (Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer; SVAT) 모형 중 하나로 National Center for Atmospheric Research (NCAR)에서 개발된 Community Climate System Model (CCSM)의 지표모형으로부터 발전되었다 (최현일, 2008).

* 비회원 · 한양대학교 공과대학 건설환경공학과 석사과정 · E-mail : daeun@hanyang.ac.kr

** 정회원 · 교신저자 · 한양대학교 공과대학 건설환경공학과 조교수 · E-mail : mchoi@hanyang.ac.kr

모형 구동을 위해서는 강제입력자료가 요구되는데, 이번 연구에서는 모형의 입력 자료로 한반도 지표자료동화체계 (Korea Land Data Assimilation System; KLDAS)의 자료를 사용하였다. 한반도 지표자료동화체계는 Land Data Assimilation System (LDAS; 지표자료동화체계)을 근간으로 하여 개발되었으며 지표자료동화체계는 North American Land Data Assimilation System (NLDAS), Global Land Data Assimilation System (GLDAS) 등의 개발로 발전하였다. 이 방법은 우리나라와 같이 플렉스 지점 자료가 부족한 지역에서 활용 가능한 입력 자료를 산출할 수 있다는 장점을 가진다.

본 연구에서는 CLM 모형을 사용하여 산출한 결과를 분석함으로써 모형의 국내 적용 가능성에 대하여 살펴보았다. 또한 여기서 나아가 자료가 부족한 지역에서의 KLDAS 자료 활용 가능성에 대하여 연구하였다.

2. 연구 지역 및 방법

2.1 연구 지역

한반도 지표자료동화체계는 위성 및 관측 자료, 분석장 기반의 자료들을 Noah LSM 모델의 강제자료로 사용하여 결과를 산출하며, KoFlux 관측사이트의 관측 자료와 유사한 토양장, 현열, 잠열 속 등을 도출하였다 (임운진 등, 2010). 자료의 범위는 동아시아를 대상으로 하고 있으며, 격자 형태의 자료를 제공한다. 따라서 KLDAS를 강제입력자료로 이용한 CLM도 동아시아 지역을 대상으로 하였으며, 2006년의 10월 1일 0시의 자료를 사용하여 모형을 구동하였다.

2.2 연구 방법

본 연구에 사용되는 CLM은 물리적 지배방정식 및 에너지 보존 방정식, 물수지 방정식 등에 기반한 지표 모형이다. CLM의 구동을 위하여 강제입력자료가 필요하다. 강제입력자료로 사용된 한반도 지표자료동화체계의 자료는 모형 구동에 적합한 포맷으로 변환하였다. KLDAS의 자료는 현재 해상도 10km × 10km의 격자 형태로 제공되고 있으며, 동아시아를 대상으로 하고 있다. CLM의 파라미터로는 Sand와 Clay의 백분율, 격자에 대한 International Geosphere Biosphere Programme (IGBP) Land Cover, 각 Layer 별 토양수분, 토양온도의 초기자료 등이 사용되며, 이와 강제입력자료를 이용하여 모형을 구동해 결과를 산출하였다. 산출된 자료를 통하여 연구 지역의 플렉스 측정 자료와 각각을 비교·분석하여 국내의 모형 적용 가능성과 KLDAS의 사용 가능성에 대하여 연구하였다.

3. 연구 결과

CLM으로 획득될 수 있는 수문·기상학적 인자들에는 토양수분 (Soil Moisture; SM), 토양온도 (Soil Temperature; T_{soil}), 현열량 (Sensible Heat Flux; H), 잠열량 (Latent Heat Flux; LE), 순복사량 (Net Radiation; R_N), 지열량 (Ground Heat Flux; G) 등이 있다. 본 연구에서는 현열량과 잠열량, 순복사량의 모형 결과를 매트릭스 형태로 변형시킨 후 각 인자에 대한 지도를 작성하였다. 현열량 잠열량과 순복사량에 대한 지도 작성 결과는 Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3과 같이 나타났다. 현열량은 잠열량에 비하여 평균값이 높게 나타났으며, 현열량과 잠열량은 모두 허용 범위 이내에 있는

것으로 보인다. 또한 순복사량의 결과 값도 역시 신뢰할만한 값으로 보인다.

연구의 결과에서 발생하는 오차는 CLM 구동을 위한 초기 입력 데이터 부족으로 인하여 나타난 것으로 추정된다. 특히 Land Cover와 Soil Category로 1에서 14까지의 범위로 나타난 자료를 Sand와 Clay에 대한 구성 백분율로 변경하는 과정에서 임의의 대표적인 값을 사용한 부분과 초기 토양 온도, 토양 수분량에 대한 입력 등에서 발생한 것으로 보인다.

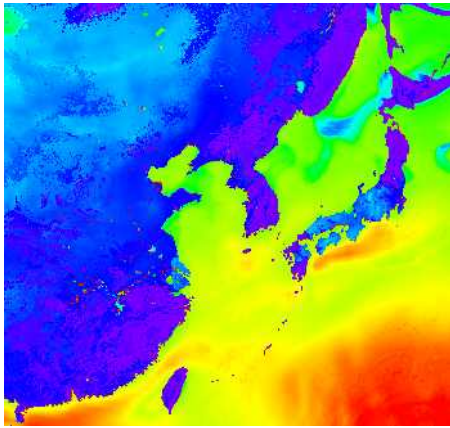


Figure 1. Sensible Heat Flux ($W m^{-2}$)

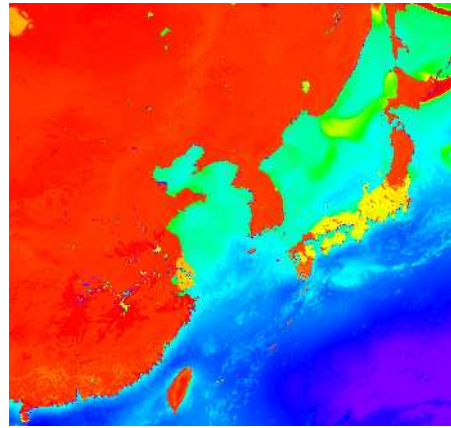


Figure 2. Latent Heat Flux ($W m^{-2}$)

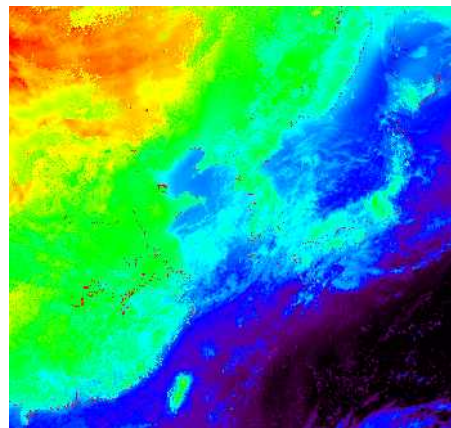


Figure 3. Net Radiation ($W m^{-2}$)

5. 결 론

본 연구에서는 격자 형태의 CLM에 모형의 입력 자료로 KLDAS 자료를 강제시켜 결과를 산출하였다. 동아시아 지역을 대상으로 시행된 연구는 수문·기상학적 인자들에 대한 값을 바탕으로 각각의 분포에 대한 지도를 작성하였다. 국내 CLM의 활용성에 대한 부분은 현재의 부족한 연구 및 적용으로 인하여 연구를 통한 활용성 증대가 필수적이라고 할 수 있다. 연구 지역이 동아시아로 한반도 이외의 지역으로 확대됨으로 인하여 정확한 초기 데이터 확보의 어려운 점 또한 연구의 정확도 향상의 관건으로 작용할 것으로 생각된다. 추후 연구를 통하여 앞서 말한 점들을 개선하고, CLM을 이용한 한반도 및 동아시아 지역의 격자 형태의 수문·기상학적 인자들에 대한 모형

의 결과와 다른 모형들의 비교·분석을 실시한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

감 사 의 글

이 논문은 0000년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2011-0005005)

참 고 문 헌

1. 최현일 (2008) 대규모 육지수문모형에서 사용 가능한 지표면 및 지표하 연계 물흐름 모형의 개발: I. 모형설명, 한국방재학회논문집, 제8권, 제2호, pp. 59-63.
2. 임윤진, 변건영, 이태영, 김준 (2010) 실측 기반의 한반도지표자료동화체계를 이용하여 추정된 증발산 평가, 한국농림기상학회지, 제12권, 제4호, pp. 298-306.