

# 자료동화를 이용한 낙동강 유역에 대한 수문 모형 적용

## Application of Hydrological Model for Nakdong River Basin Using Assimilation System

김다은\*, 최민하\*\*  
Daeun Kim, Minha Choi

---

### 요 지

수자원 분야에서 지표와 대기 사이의 물과 에너지 교환에 대한 해석을 위하여 다양한 수문 모형이 이용되고 있다. 이 과정은 물 순환 과정을 이해하기 위한 한 방법으로 본 연구에서는 Common Land Model (CLM)을 이용해 수문·기상학적 인자를 모의하였다. CLM은 Soil-Vegetation-Atmosphere Transfer (SVAT) 모형 중 하나이며, 본 모형을 이용한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 그러나 한반도를 포함한 영역에서의 참고할만한 결과가 부족한 실정이며, 국내에서의 사용 가능한 기초자료도 부족하여 모형 구동을 위해 본 연구에서는 1 km의 높은 해상도의 강제입력자료를 Weather Research Forecast (WRF) 모형을 통하여 생산하여 사용하였다. 이 자료는 관측자료 및 위성 자료 등을 이용한 자료동화방법을 통하여 산출하였으며, 이를 이용하여 낙동강 유역에 대하여 CLM의 수문·기상학적 인자들을 산정하였다. 향후 보다 넓은 범위의 연구 지역을 설정하여 국내 관측 자료와의 비교를 통해 본 자료에 대한 사용 가능성을 검증할 계획이다. 또한 이를 바탕으로 수문 모형을 이용한 아시아 지역의 높은 해상도의 수문·기상학적 인자에 대한 연구를 진행할 예정이다.

**핵심용어** : SVAT, CLM, WRF

---

### 1. 서론

지난 수십 년에 걸쳐 진행되어 온 기후변화는 대규모의 수문 순환 과정에서 발생하는 다양한 변화들과 연관이 되어있다 (IPCC, 2007). 이러한 변화는 기온, 강수, 더 나아가 대기 중의 수증기, 구름, 얼음 등의 변화로 인한 지구상으로 방사되는 열 평형에 까지 영향을 미친다. 또한 지표수 수지, 증발산량 및 토양수분 등도 영향을 받게 되어 전체적인 수문학적 인자들의 변동이 일어난다. 따라서 수자원 분야에서의 지표와 대기 사이에서의 물과 에너지 교환에 대한 정확한 이해와 해석은 점점 중요해지고 있다. 이를 위하여 다양한 수문 모형을 이용하고 있으며, 본 연구에서는 Common Land Model (CLM)을 이용하여 수문·기상학적 인자를 모의하였다.

### 2. 모형의 강제입력자료 산출

수문·기상학적 인자의 모의를 위한 모형의 구동에서 연구 범위에 대한 정확한 강제입력자료가 필수적이다. 그러나 이러한 입력 자료는 현실적으로 부족한 것이 사실이다. 현재 많지 않은 지점에 대한 자료 혹은 해상도가 낮은 입력 자료들만이 획득 가능하다. 따라서 본 연구에서는 좀 더 정확하고 해상도 높은 자료의

---

\* 비회원 · 한양대학교 공과대학 건설환경공학과 석사과정 · E-mail : [daeun@hanyang.ac.kr](mailto:daeun@hanyang.ac.kr)

\*\* 정회원 · 교신저자 · 한양대학교 공과대학 건설환경공학과 조교수 · E-mail : [mchoi@hanyang.ac.kr](mailto:mchoi@hanyang.ac.kr)

산출을 위하여 Weather Research Forecasting (WRF) 모형을 이용하였다. WRF 모형은 중규모 수치모델로서 기상청, 기상, 대기학과 등에서 예보 모델로 사용되고 있다. 이는 National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)의 산하기관인 National Center for Atmospheric Research (NCAR)에서 개발되었으며, 중규모, 또는 미규모의 기상현상 모의에 적합하다. WRF 모형에서의 입력 자료 산출을 위하여 미국 국립환경예보센터 (National Centers for Environmental Prediction, NCEP)의 재분석 자료를 이용한다. 모형의 구동을 통하여 본 연구에 사용될 강제 입력자료의 해상도는 1.1 km로 넓은 범위에 대한 상대적으로 높은 해상도의 자료를 산출한다.

### 3. Common Land Model (CLM)

본 연구에서 인자 산출을 위하여 사용된 모델은 CLM으로 이 모형은 Soil-Vegetation-Atmosphere Transfers (SVAT) 모형의 일종이며, 이 모형은 General Circulation Models (GCMs)을 포함한 대기와 지표면의 상호 관계를 해석한다. SVAT 모형은 복사전달, 에너지 균형, 식물의 호흡 및 광합성 고려, 액체상의 유량 등을 고려하여 수문·기상학적 인자를 산출한다.

CLM은 National Center for Atmospheric Research (NCAR)의 Community Land Model (CoLM)을 기반으로 발전하였으며, 모형의 장점으로 다른 수문 모형과 비교하여 상대적으로 적은 user-defined 변수로 신뢰할만한 수준의 결과를 산출한다는 점이 있다. 또한 물리적 과정의 모사 및 대표성을 가지는 지표 경계자료를 통하여 좀 더 현실적인 인자를 모의한다.

## 4. 연구 지역 및 방법

### 4.1 연구 지역

본 연구의 대상 지역은 낙동강 유역이 위치한 한반도의 동남부 지역이다. 모형의 해상도는 강제 입력자료의 해상도와 일치한다. 따라서 모형의 결과는 WRF 모형 산출 결과의 해상도인 1.1 km이다. 연구 기간은 2006년 7월 11일 0시 (UTC)부터 2006년 07월 15일 23시 (UTC)까지를 대상으로 하고 있다.

### 4.2 연구 방법

강제 입력자료 제작을 위하여 WRF 모형을 이용하며, WRF 모형의 입력 자료는 NCEP의 gfs 재분석 자료를 이용하며, 이 자료의 해상도는 1°이다. 이 자료에 대한 pre-processing을 거쳐 WRF를 구동하며, 시간해상도는 60분, 공간해상도는 1.1 km, two-way nesting (표 1)을 사용한다. 스핀업은 약 2일을 사용하였다.

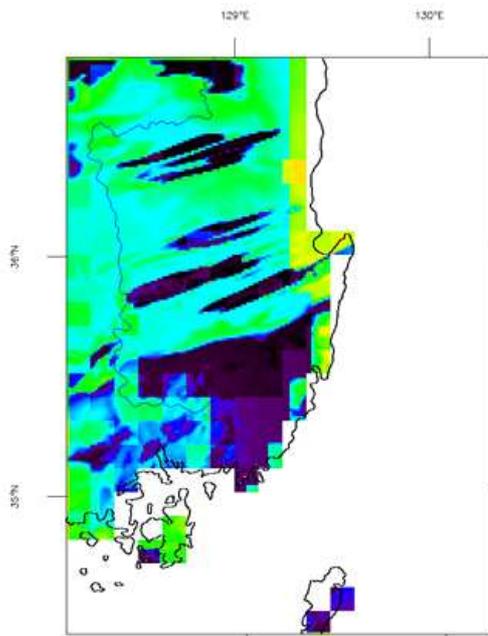
표 1. WRF nesting 방법

Domain	D1	D2	D3
격자 크기	10 × 10 km	3.3 × 3.3 km	1.1 × 1.1 km
Metgrid levels	27		

## 5. 연구 결과

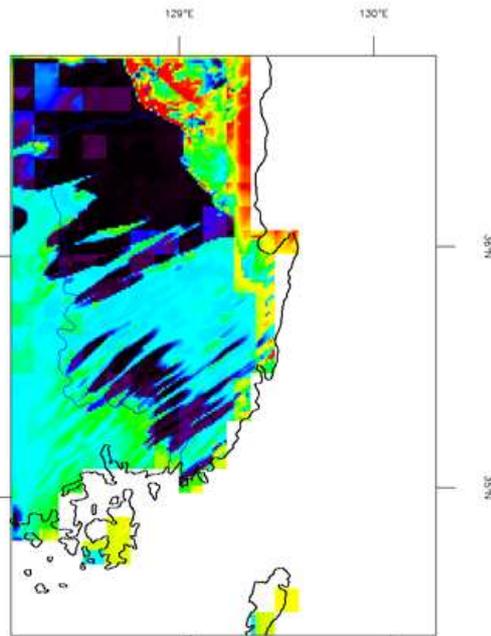
WRF와 CLM을 통한 연구 결과는 그림 1에서 4와 같이 나타났다. 그림 1과 2는 잠열속 (Latent Heat Flux; LE)이고, 그림 3과 4는 토양 온도 (Soil Temperature;  $T_s$ )를 나타내고 있다. 각각 4일 간격의 같은 시간을 측정하고 있으나, 값은 약간 다르게 나타났다. 격자가 크게 보이는 부분은 입력 자료의 해상도는 1.1 km이나, 초기 자료의 해상도가 약 10km 정도이기 때문에 나타나는 현상

으로 보인다. 각각의 결과는 모두 허용 범위 내에 존재하는 것으로 판단된다.



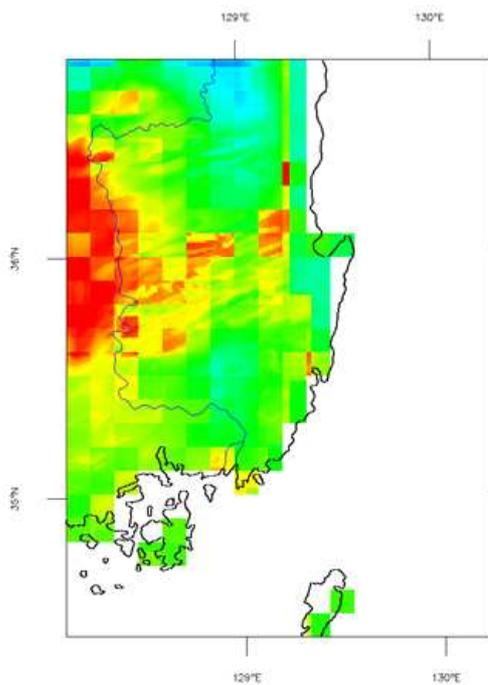
-100 250 600(W m<sup>-2</sup>)

그림 1. Latent Heat Flux (2006.07.11, 05 UTC)



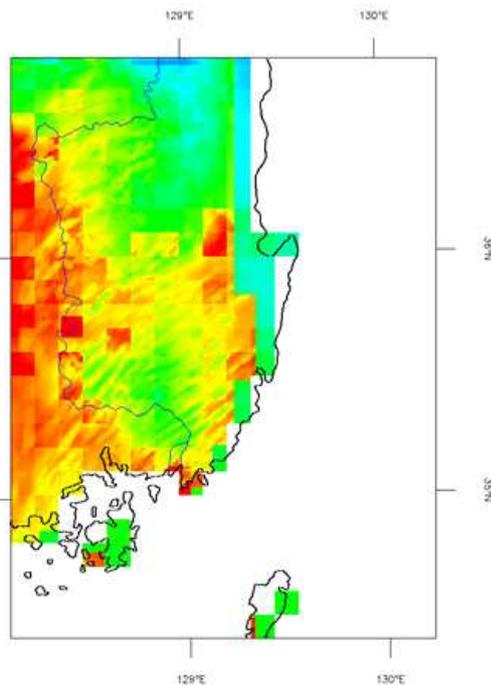
-100 250 600(W m<sup>-2</sup>)

그림 2. Latent Heat Flux (2006.07.15, 05 UTC)



290 297.5 305 (K)

그림 3. Soil Temperature (2006.07.11, 05 UTC)



290 297.5 305 (K)

그림 4. Soil Temperature (2006.07.11, 05 UTC)

## 5. 결론

본 연구를 통하여 관측 자료가 부족한 지역에 대한 모형의 입력자료 산출 및 수문 모형을 이용한 수문·기상학적 인자 모의를 실시하였다. 연구는 낙동강 유역을 대상으로 진행되었으며, 이의 결과를 지도로 나타내었다. 현재 국내의 입력 자료 부족으로 인한 모형 구동의 어려움을 해결하기 위하여 기상 모형을 통한 자료 구축을 시행하였으며, 초기 자료의 생성 등을 통한 연구를 발전시켜 입력 자료 구축에 대한 긍정적인 결과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 2012년도 국립환경과학원 기후변화에 따른 수질 및 수생태 영향평가 모델 개발(Ⅱ)의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고 문헌

1. IPCC (2007). Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.