

# 기후예측모형(WRF)을 이용한 HEC-HMS 모형 적용 Application of HEC-HMS Model using Weather Research Forecast(WRF) Model

백종진\*, 정용\*\*, 최민하\*\*\*  
Jong Jin Baek, Yong Jung, Minha Choi

## 요 지

기후변화는 전 세계적으로 많은 관심을 얻고 있으며 그로 인한 재산과 인명피해의 증가가 우려되고 있다. 기후변화에 대해 가장 취약한 부분은 수자원분야이며 수자원 활용의 극대화를 위하여 여러 예측방법이 활용되고 있다. 본 연구에서는 기상변화의 예측 및 모델링 기법 중 하나와 수문모델의 융합 기법을 활용하였다. 선행 연구에서는 레이더 강우자료와 지상 우량계의 강우자료로 여유추정시간에 대한 단기 예측만이 가능하게 하였는데 이 방법은 조금 더 여유 추정시간을 증가 시키는 장점이 있다. 이 연구에서는 여유추정시간의 증가에 대한 정확성을 검증하기 위하여 청미천 유역을 대상으로 연구를 실시하였다. 연구 방법으로는 ArcGIS와 Arc-View를 사용하여 대상유역의 Curve Number (CN) 값을 추출하고, 강우예측모형인 Weather Research Forecast (WRF) - Advanced Research WRF (ARW) 결과자료와 과거 강우자료의 비교·검증을 통하여 모형의 적용성을 평가하였다. 두 자료는 HEC-HMS의 입력자료가 되며, 이를 바탕으로 지역 유출량 산정 및 지표면 유출 모의를 통한 강우-유출현상을 검토 자료로 활용할 수 있다. 본 연구를 바탕으로 청미천 유역 지표면에서의 강우-유출모의를 개선하여 대상유역의 현상을 보다 유사하게 나타내고자 하였으며, 이와 함께 WRF-ARW 모형을 통하여 여유추정시간의 증가를 모색하고 지역강우 모형이 대한민국 지형의 잘 어울리는 최적화된 매개변수들의 조합을 알아내고 그의 적용현실성을 평가하고자 한다.

**핵심용어** : WRF, 강우 모형, 강우 강도, ArcGIS, HEC-HMS, Arc-View

## 1. 서론

물의 순환은 인간이 살아가는데 큰 부분을 차지하며 이 중요한 수자원의 공급처를 파악하고 예측하기는 어렵다. 컴퓨터와 같은 문명의 발달이 없었던 과거에는 이를 예측하는 것은 거의 불가능하였지만 현재는 여러 다방면에서 이를 이해·활용하기 위해 Geographic Information System (GIS)과 레이더 등과 같은 여러 방법을 이용하여 수문모델들과 함께 연구가 이루어져 있다.

수문모델은 물 순환 과정에서의 지표 흐름을 모의하고 기상의 변화에 따른 강우-유출관계를 평가하기 위한 유역의 수문현상을 예측하기 위해 이용된다. 과거에는 지점 강우자료를 이용하여 모의를 하였으나 현재는 시공간적인 강우자료로 발전하고 있고, 집중형 모형에서 분포형 모형으로 발전하고 있다. 집중형 모형을 이용하여 복정수 등(2007)은 집중형모형 Clark방법을 이용하여 낙

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

\*\* 한양대학교 건설환경공학과 연구교수 · E-mail : [gpic0126@gmail.com](mailto:gpic0126@gmail.com)

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

동강 지류인 감천 유역을 대상으로 1998~2005년 사이에서의 총 6개의 시우량 자료를 이용하여 Clark 단위도법의 매개변수를 산정하여 비교하는 연구를 하였다. 윤용남 등 (2002)은 두가지 방법을 통해 공간 분포된 강우자료를 사용한 분포모형인 ModClark 단위도법과 티센 평균강우를 사용한 Clark방법의 유출 계산을 비교하여 ModClark 방법이 보다 안정적인 매개변수를 추정할 수 있을 것이라고 판단하였다. GIS를 이용한 수자원 분야에서의 적용으로 HEC-GeoHMS를 이용하여 김용국, 노재경 (2009)은 정자천 유역을 Clark 방법을 이용하여 유출에 대해 모의한 결과 홍수기간내의 장기유출모의에 대해서 연구가 더 필요하다고 판단하였다. 이정민 등 (2003)은 수영강 유역을 연구대상으로 DEM을 생성하여 GIS를 이용하여 HEC-GeoHMS로 하천 및 수문지형인자를 추출하여 수영강 기본하천계획 (2002)상의 지형인자와의 비교를 하였을 때 약간의 차이를 보이거나 실무에서의 기본적인 자료로 활용 할 수 있을 것이라 판단하였다. 레이더 강우를 이용한 유출모의에 대한 연구로는 김병식 등 (2008)은 레이더 강우자료로 Vflo<sup>TM</sup> 모형과 ModClark 모형을 사용하여 임진강 유역에 모의하였다. 두 모형 다 좋은 결과를 나타내었고, 미계측 지역에 효과적인 유출 모의를 하기 위해서는 보다 좋은 공간자료가 필요하다고 시사하였다. 이와 같이 여러 연구와의 융합을 통한 연구들이 진행되고 있다.

본 연구에서는 집중형 모형과 분포형 모형을 이용하여 지점 강우와 WRF 모델을 사용하여 분포된 WRF 모델에서의 강우자료를 비교·검증하는데 목적이 있다.

## 2. 기본 이론

### 2.1. Weather Research Forecast (WRF) - Advanced Research WRF (ARW)

WRF 모델은 완전 압축성 비정수계 (Fully compressible non-hydrostatic)이며, 수치계에서 3차 적분법 (Runge-Kuuta split-explicit) 을 사용한다. 수평 격자는 Arakawa C 격자 체계를 사용하고, 연직 격자는 Eulerian 질량 좌표계 (mass-based terrain following coordinate)를 이용한다. 이류항에 대해서는 6차 중심 차분법을 도입하며, 플릭스 형태의 진단방정식을 사용하여 질량, 운동량, 엔트로피, 스칼라량을 보존한다.

### 2.2. Modified Clark (ModClark)

ModClark 모형은 집중형 Clark 강우-유출 모형에서 사용하고 있는 기본적인 개념 원리를 기초로 하여 격자구조 등의 강우자료의 모의를 가능하도록 하였다. ModClark에서는 유역을 격자 형태로 분할하여 각각의 격자면적과 해당격자로부터 유역출구까지의 이동거리로 나타낸다.. ModClark 모형의 매개변수는 도달시간  $T_c$ 와 저류상수  $K$ 의 영향을 많이 받는다.

## 3. 대상지역 산정 및 전처리 과정

### 3.1 대상지역

본 연구 대상이 되는 지역은 남한강 하류의 청미천 유역으로 선정하였다. 한강의 제 1지류인 청미천은 농업유역으로 경기도 이천시 장호원읍과 여주시 점동에 걸쳐 분포하고 있다. 청미천 유역은 596.6 km<sup>2</sup> 이고 유로 연장은 60.8 km, 평균 유역 경사는 17.01% 이다(국토해양부, 2008). 연

구대상 지역으로 선정 이유는 청미천 유역내 3개의 유량관측소와 주변 9개의 우량관측소가 밀집해 있어 비교적 신뢰할 수 있는 강우유출 자료를 획득 할 수 있기 때문이다.

### 3.2 전처리 과정

청미천 유역의 1:25,000 수치지도를 이용하여, Terrain Dataset으로 Triangulated Irregular Networks (TIN)를 구성한 다음(그림 1) Digital Elevation Model (DEM) 자료 (그림 2)를 통해, 청미천 유역의 각각의 흐름방향도, 유량누적, 하천의 정의, 하천분할 등 Arcview기반의 HEC-GeoHMS를 통해서 CN값을 산정 (그림 3)하고, Modclark 방법으로 정의하여 유역을 1000 m × 1000 m 격자 구조 (그림 4)로 HEC-HMS에 적용한다 (그림 5).

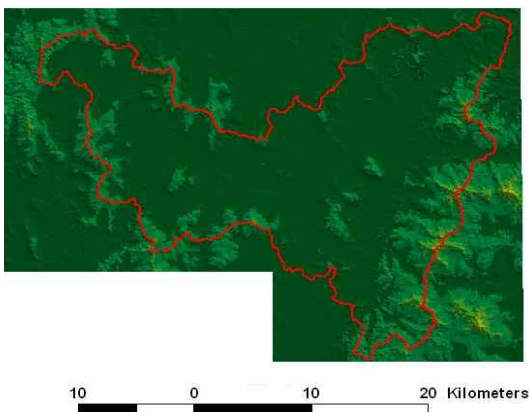


그림 1. 수치지도를 이용한 청미천 유역 TIN 구성

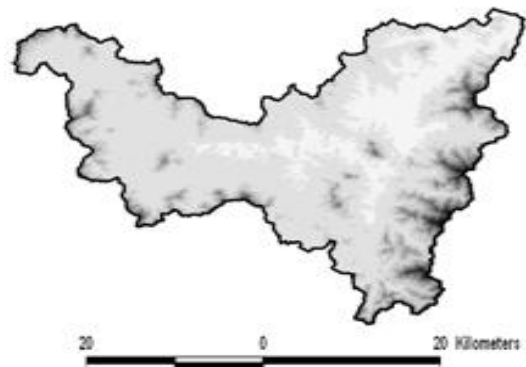


그림 2. 청미천 유역 DEM

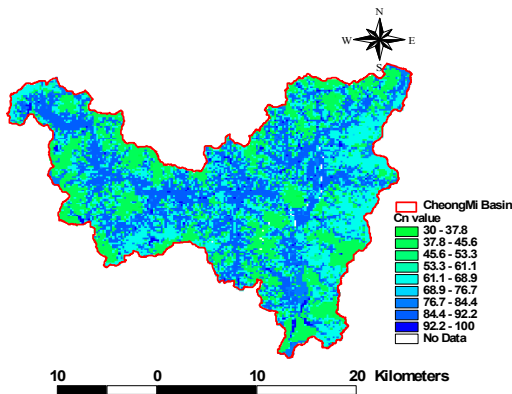


그림 3. 청미천 유역의 CN값

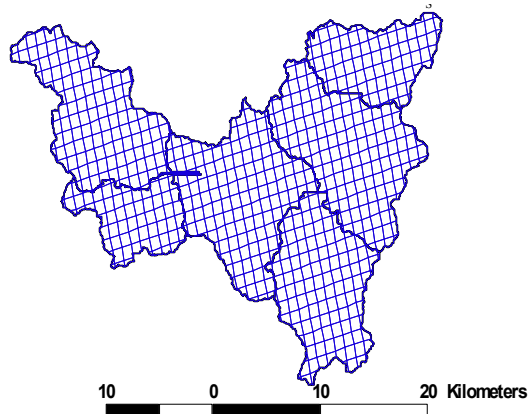


그림 4. 청미천 유역의 1000 m × 1000 m 격자 구조

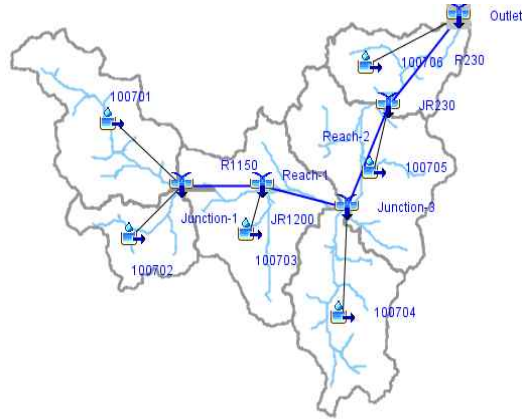


그림 5. 청미천 유역 HEC-HMS 적용

#### 4. 적용 및 추후방안

본 연구에서는 집중형 모델과 분포형 모델의 유출에 대한 모의·검토를 하며, The Fifth-Generation NCAR / Penn State Mesoscale Model (MM5)의 발전형인 WRF-ARW 모형의 강우자료를 사용하여 강우시의 유역의 지표면 유출을 모의하여 강우-유출 현상에 최적화된 매개 변수를 찾아내는데 있다. 차후 정확한 격자형 구조와 유역 내의 지형인자를 산출하여 유역 내의 현상을 강우-유출 현상을 향상 시킬 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

이 논문은 2011년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임 (0009742)

#### 참고문헌

1. 김병식, 배영혜, 박정술, 김경탁 (2008). 레이더 강우와 분포형 모형을 이용한 임진강 유역의 홍수 유출 모의. 한국수자원학회, pp. 738-743.
2. 김용국, 노재경 (2009). GIS 기반의 HEC-HMS를 이용한 정자천 유역의 연속 강우-유출 분석. 한국수자원학회, pp. 997-1001.
3. 복정수, 정대진, 김유리, 박봉진, 정관수 (2007). Clark 단위도법을 이용한 감천 유역의 홍수량 산정. 한국수자원학회, pp. 1915-1919.
4. 안상진, 윤석환 (2005). ModClark 모형을 이용한 유출 해석. 한국수자원학회, 제38권, pp. 245-257.
5. 윤용남, 김중훈, 유철상, 김상단 (2002). 공간 분포된 강우를 사용한 유출 매개변수 추정 및 강우오차가 유출계산에 미치는 영향분석. 한국수자원학회, 제35권, pp. 1-12.
6. 이정민, 정인주, 김상용 (2003). HEC-GeoHMS와 DEM을 이용한 지형인자 추출에 관한 연구. 한국지형공간정보학회, 제11권, pp. 39-44.
7. 국토해양부 (2008) 2008년도 유량조사 보고서.