DEM의 표고자료 해상도에 따른 수문지형인자의 민감도 해석

Sensitivity Analysis of Hydrologic-Topograpical for Elevation Data Resolution of DEM

류재욱*, 최현일, 지홍기*****

Jae Wook Ryu, Hyunil Choi, Hong Kee Jee

요 지

래스터 기반 DEM 모델을 이용한 수문지형인자의 산정은 DEM의 해상도(셀크기)에 영향을 받으며, 이러한 DEM의 해상도에 따른 불확실성은 강우-유출모델의 결과에 전파되어 모델의 모의결과에 오차를 발생시키는 원인이 된다. 또한 흐름경로의 결정은 수문모델링에서 DEM으로부터 수계를 형성하고 유역을 생성 및 분할하는데 있어 결정적인 역할을 하며, 각 셀의 경사는 흐름방향을 결정하고 흐름길이는 흐름경로를 따라 측정된 거리로서 결정된다. 이러한 모든 일련의 과정들은 셀간의 연산을 통해 이루어지며, 이러한 점에서 DEM의 해상도에 따른 DEM 처리연산 및 수문지형인자의 변동성은 중요한 고려사항이라 할 수 있다.

DEM의 해상도에 따른 영향을 규명하기 위해서는 주요 수문지형인자를 대상으로 DEM의 해상도에 따른 민감도를 분석하는 것이 일반적이며, 따라서 본 연구에서는 위천, 황강 및 금호강 유역에 대해 DEM의 셀크기에 따른 유역면적, 유로연장과 최원유로연장, 유역평균경사와 같은 수문지형인자의 변동성을 분석하였다.

셀크기가 증가함에 따라 유로연장 및 최원유로연장이 감소하는 추세는 보이고 있지만 셀크기의 증가로 인해 반드시 흐름길이 및 유로연장이 감소 또는 증가되는 것은 아니며, 더 많은 유역에 대한 적용을 통해 유로연장에 대한 변동을 규명할 필요가 있을 것으로 판단된다. 또한 유역평균경사는 대체로 셀크기 10~30m에서 가장 큰 감소를 보이고 있으며, 셀크기 30m 이상에서는 감소크기가 점차 완만하게 나타난다. 그리고 셀크기가 증가할수록 유역평균경사에 대한 누가빈도곡선의 기울기는 점차 급해지고 누가빈도가 증가할수로 각 셀크기간의 유역평균경사의 감소에 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 이는 비록 유역평균경사에 대한 누가빈도분포의 추세가 모든 해상도에 대해 유사하게 나타나고 있지만 급경사부에 대해서는 데이터 축약으로 인해 유역평균경사에 있어 상당한 감소를 발생시킬 수 있기 때문이라 판단된다.

핵심용어 : DEM, 해상도, 위천, 황강, 금호강, 수문지형인자, 변동성

1. 서 론

래스터 기반 DEM 모델을 이용한 수문지형인자의 산정은 DEM의 해상도에 영향을 받으며, 이

* 정회원·영남대학교 대학원 석사과정·E-mail : rju2580@nate.com

** 정회원·영남대학교 건설시스템공학과 조교수·E-mail : hichoi@ynu.ac.kr

*** 정회원·영남대학교 건설시스템공학과 교수·E-mail : hkjee@yu.ac.kr

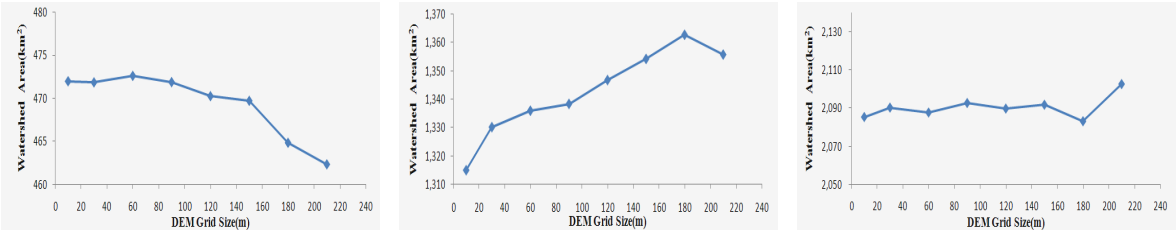
러한 DEM의 해상도에 따른 불확실성은 강우-유출모델의 결과에 전파되어 모델의 모의결과에 오차를 발생시키는 원인이 된다. 또한 흐름경로의 결정은 수문모델링에서 DEM으로부터 수계를 형성하고 유역을 생성 및 분할하는데 있어 결정적인 역할을 하며, 각 셀의 경사는 흐름방향을 결정하고 흐름길이는 흐름경로를 따라 측정된 거리로서 결정된다. 이러한 모든 일련의 과정들은 셀간의 연산을 통해 이루어지며, 이러한 점에서 DEM의 해상도에 따른 DEM 처리연산 및 수문지형인자의 변동성은 중요한 고려사항이라 할 수 있다.

DEM의 해상도에 따른 영향을 규명하기 위해서는 주요 수문지형인자를 대상으로 DEM의 해상도에 따른 민감도를 분석하는 것이 일반적이며, 따라서 본 연구에서는 위천, 황강 및 금호강 유역에 대해 DEM의 셀크기에 따른 유역면적, 유로연장과 최원유로연장, 유역평균경사와 같은 수문지형인자의 변동성을 분석하였다.

2. DEM의 셀크기에 따른 수문지형인자의 변동성

DEM을 기반으로 한 수문지형인자 분석도구들은 함몰부 검색 알고리즘, 흐름방향 결정 알고리즘, Flat Area 제거 알고리즘과 AGREE 기법을 바탕으로 DEM을 처리하며, 일반적으로 DEM의 오류수정, 흐름방향결정, 흐름누적수 산정, 하천망 생성, 유역생성, 소유역 분할, 유역지형인자 산정의 분석절차를 따르고 있다. 본 연구에서는 위천, 황강 및 금호강유역에 대해 DEM의 셀크기는 10m, 30m, 60m, 90m, 120m, 150m, 180m, 210m에 따른 수문지형인자를 Arc Hydro Tools을 이용하였다.

2.1 유역면적

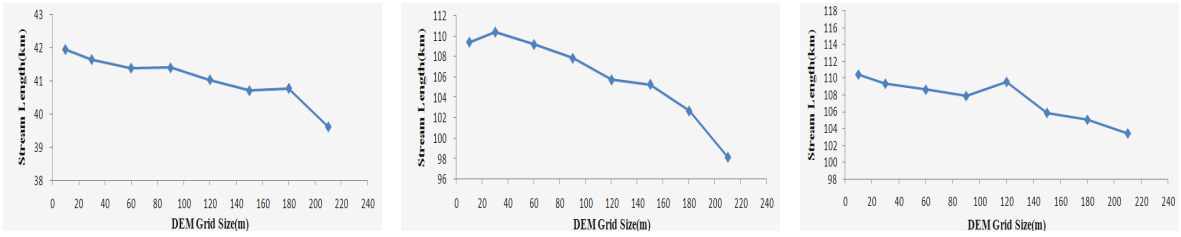


(a) 위천 (b) 황강 (c) 금호강

그림 1. 셀크기별 유역면적의 변화

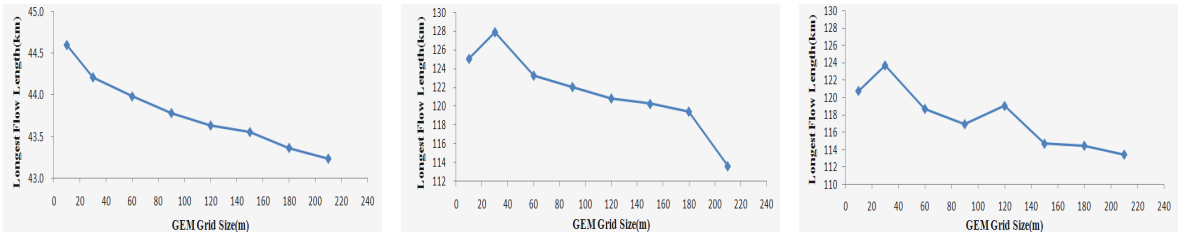
그림 1로부터 셀크기별 유역면적의 변화를 살펴보면 위천유역의 경우 셀크기가 증가함에 따라 유역면적이 점차 감소하는 추세를 보이면서 약 2% 감소하였으며, 황강 유역의 경우는 셀크기가 증가함에 따라 유역면적이 점차 증가하여 약 3% 증가하였다. 한편, 금호강 유역의 경우는 셀크기의 증가에 따른 유역면적의 변화가 뚜렷하게 나타나지 않았다. 이러한 유역면적의 변화는 셀크기의 변화에 따른 DEM 경계의 불규칙성, 즉 셀크기가 증가함에 따라 유역경계가 더 지그재그 형태로 변하는 특성 때문인 것으로 판단되며, 유역경계부의 변화가 심할수록 유역면적에 미치는 영향은 더 커질 것으로 판단된다. 그러나 셀크기의 증가에 따른 영향이 물론 유역면적의 산정에 영향을 미칠 수 있지만 그 영향의 크기와 방향, 즉 유역면적이 증가할 것인지 아니면 감소할 것인지에 대한 추세는 기본 셀크기, 증가수준 및 DEM의 가장자리 형상패턴에 따라 다양하게 나타날 수 있을 것으로 판단된다.

2.2 유로연장 및 최원유로연장



(a) 위천 (b) 황강 (c) 금호강

그림 2. 셀크기별 유로연장의 변화



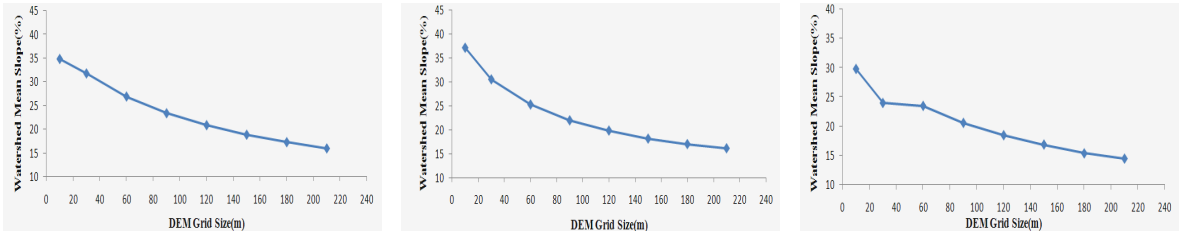
(a) 위천 (b) 황강 (c) 금호강

그림 3. 셀크기별 최원유로연장의 변화

<그림 2>~<그림 3>으로부터 유로연장 및 최원유로연장에 대해 살펴보면, 먼저 위천유역의 경우 셀크기가 증가함에 따라 유로연장 및 최원유로연장은 감소하는 추세를 보이고 있으며, 유로연장 및 최원유로연장은 각각 5.6% 및 3.1% 감소하였다. 유로연장은 흐름경로를 따라 셀의 중심부 사이의 거리를 측정한 흐름길이를 기반으로 산정되며, 기하학적 측면에서 흐름길이에 대한 DEM의 셀크기 변화의 영향은 흐름경로의 형상에 주로 의존하게 된다. 셀크기가 증가함에 따라 전체 흐름경로의 특정 부분에서의 단락류(short circuit)에 기인한 흐름경로의 감소가 발생할 수 있으며, 다른 흐름경로간 병합이 발생하여 오히려 흐름경로가 증가할 수 있다. 흐름경로를 통한 셀크기 증가의 전체적인 영향은 흐름길이 및 유로연장의 변화를 결정한다.

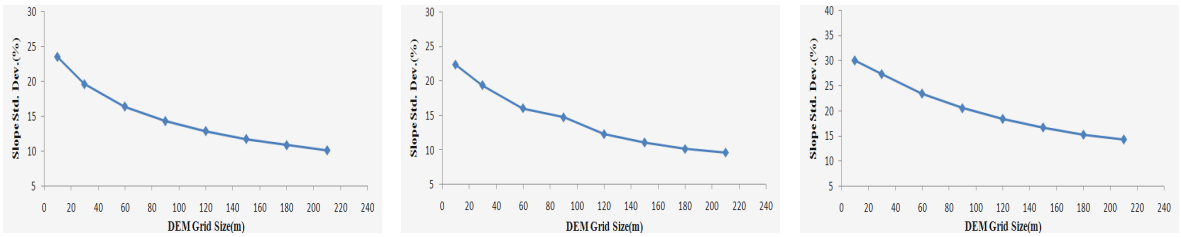
따라서 본 연구의 결과에서는 셀크기가 증가함에 따라 유로연장 및 최원유로연장이 감소하는 추세는 보이고 있지만 셀크기의 증가로 인해 반드시 흐름길이 및 유로연장이 감소 또는 증가되는 것은 아니며, 더 많은 유역에 대한 적용을 통해 유로연장에 대한 변동성을 규명할 필요가 있을 것으로 판단된다.

2.3 유역평균경사 및 유역평균경사에 대한 표준편차의 변화



(a) 위천 (b) 황강 (c) 금호강

그림 4. 셀크기별 유역평균경사의 변화



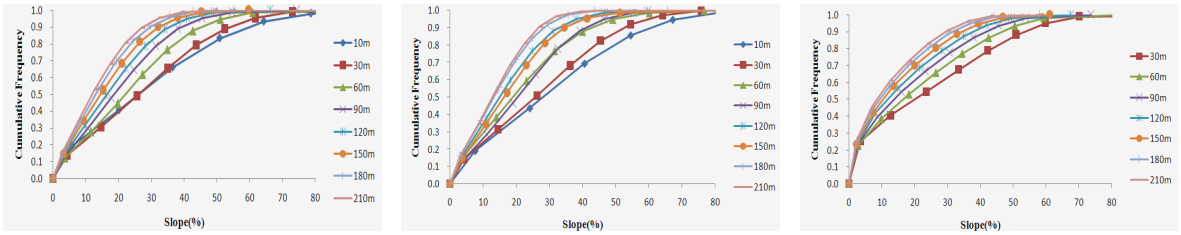
(a) 위천 (b) 황강 (c) 금호강

그림 5. 셀크기별 유역평균경사에 대한 표준편차의 변화

<그림 4>~<그림 5>로부터 셀크기 증가에 따른 유역평균경사 및 유역평균경사의 표준편차에 대한 변화를 살펴보면 먼저 위천의 경우 유역평균경사는 셀크기가 증가함에 따라 약 54% 감소하였으며, 유역평균경사의 표준편차는 약 57% 감소하였다. 그리고 황강의 경우 셀크기가 증가함에 따라 유역평균경사는 약 56% 감소하였으며, 유역평균경사의 표준편차는 약 57% 감소하였다. 또한 금호강의 경우는 유역평균경사 및 유역평균경사의 표준편차가 각각 약 51% 및 52% 감소하였다.

유역평균경사 및 유역평균경사의 표준편차는 셀크기가 증가함에 따라 감소하며, 이러한 영향은 셀크기가 작을수록, 유역평균경사가 큰 유역일수록 더욱 두드러지게 나타난다. 또한 유역평균경사는 대체로 셀크기 10~30m에서 가장 큰 감소를 보이고 있으며, 셀크기 30m 이상에서는 감소크기가 점차 완만하게 나타나고 있다.

2.4 유역평균경사의 누가빈도분포



(a) 위천 (b) 황강 (c) 금호강

그림 6. 유역평균경사의 누가빈도분포

그림 6으로부터 각 유역의 셀크기 증가에 따른 최대 유역평균경사의 감소양상을 살펴보면 위천의 경우 최대 유역평균경사가 약 80%에서 약 42%로 감소한 것으로 나타났으며, 황강의 경우 약 85%에서 약 40%로 감소, 금호강의 경우 약 78%에서 약 42%로 감소한 것을 확인할 수 있다.

또한 셀크기가 증가할수록 유역평균경사에 대한 누가빈도곡선의 기울기는 점차 급해지고 누가빈도가 증가할수록 각 셀크기간 유역평균경사의 편차가 더욱 커져서 각 유역의 급경사부가 셀크기 증가에 따른 유역평균경사의 감소에 큰 영향을 미침을 알 수 있다.

이는 비록 유역평균경사에 대한 누가빈도분포의 추세가 모든 해상도에 대해 유사하게 나타나고는 있지만 급경사부에 대해서는 데이터 축약(data aggregation)으로 인해 유역평균경사에 있어 상당한 감소를 발생시킬 수 있기 때문이라 판단된다.

3. 결 론

본 연구에서는 위천, 황강 및 금호강 유역에 대해 DEM의 셀크기에 따른 수문지형인자의 변동성을 도식적으로 나타내었으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 셀크기의 증가에 따른 영향이 물론 유역면적의 산정에 영향을 미칠 수 있지만 그 영향의 크기와 방향, 즉 유역면적이 증가할 것인지 아니면 감소할 것인지에 대한 추세는 기본 셀크기, 증가수준 및 DEM의 가장자리 형상패턴에 따라 다양하게 나타날 수 있을 것으로 판단된다.

2) 셀크기가 증가함에 따라 유로연장 및 최원유로연장이 감소하는 추세는 보이고 있지만 셀크기의 증가로 인해 반드시 흐름길이 및 유로연장이 감소 또는 증가되는 것은 아니며, 더 많은 유역에 대한 적용을 통해 유로연장에 대한 변동을 규명할 필요가 있을 것으로 판단된다.

3) 유역평균경사 및 유역평균경사의 표준편차는 셀크기가 증가함에 따라 감소하며, 이러한 영향은 셀크기가 작을수록, 유역평균경사가 큰 유역일수록 더욱 두드러지게 나타난다. 또한 유역평균경사는 대체로 셀크기 10~30m에서 가장 큰 감소를 보이고 있으며, 셀크기 30m 이상에서는 감소크기가 점차 완만하게 나타나고 있다.

4) 셀크기가 증가할수록 유역평균경사에 대한 누가빈도곡선의 기울기는 점차 급해지고 누가빈도가 증가할수록 각 셀크기간의 유역평균경사의 감소에 큰 영향을 미침을 알 수 있다. 이는 비록 유역평균경사에 대한 누가빈도분포의 추세가 모든 해상도에 대해 유사하게 나타나고는 있지만 급경사부에 대해서는 데이터 축약으로 인해 유역평균경사에 있어 상당한 감소를 발생시킬 수 있기 때문이라 판단된다.

감 사 의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 건설기술혁신사업(08기술혁신F01)에 의한 차세대홍수방어기술개발연구단의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 성동권, 조기성(2002), BurnDEM을 이용한 유역 및 하도망 추출에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 제22권, 제2D호, pp.293~301
2. 정인균, 김성준(2003), 효과적인 유역 및 하도망 추출을 위한 DEM 전처리 방법의 비교, 대한토목학회논문집, 제23권, 제3D호, pp.393~400
3. 차상화(2001), 지리정보시스템을 이용한 유출모형의 개발, 박사학위논문, 영남대학교
4. Simon Wu, Jonatan Li, G.H. Huang(2008), A Study on DEM-derived Primary Topographic Attributes for Hydrologic Applications: Sensitivity to Elevation Data Resolution, Applied Geography, 28, pp.210~223
5. Michael Zeiler(1999), Modelling Our World, ESRI Press, pp.161~166