

PE1 지형매개변수를 이용한 유출해석에 있어서 최소차하천의 임계면적 결정에 관한 연구

안승섭, 이증석¹, 김종호^{1*}, 여규동, 장병일
경일대학교 건설정보공학부, ¹토목공학부

1. 서 론

강우로 인한 유출은 유역의 지형특성인자와 수문기상학적 특성인자들이 시·공간적으로 다변성을 가지고 있고 매우 복잡한 시스템을 거쳐서 나타내게 되므로 최근에는 복잡한 수문현상을 수학적 모형이나 알고리즘을 이용하여 가능한 한 실제현상에 접근시키고 단순화 시켜서 예측오차를 최소화하고자 하는 노력이 진행중에 있다.

실제현상에 근접한 하천유역의 강우-유출해석 모형의 개선과 개발을 위해서는 유역의 지형공간특성자료와 수문특성 자료가 사용되며, 이들 특성인자 추출에 소요되는 시간적 경제적 노력을 최소화함은 물론 가능한 한 최소한의 인자를 사용하여 유출해석 모형을 개발하기 위한 노력이 계속되고 있는 실정이다.

지금까지의 연구 결과에 의하면 강우-유출해석시 일반적으로 사용되던 지형·지질특성, 토지피복상태 등의 인자를 고려하지 않고, 단순히 유역의 하천 분기특성만을 고려한 유출해석방법의 적용 가능성이 입증된 바 있다. 그러나 전국에 걸쳐서 기 구축된 수문용 수치고도자료로 부터 지형공간정보 시스템을 이용한 하천의 형태특성을 검토할 때 최소하천의 임계값에 따라 하천의 형태학적 특성이 달라지게 되므로 최적 임계값을 제안할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 최소차하천의 임계값 설정에 따른 하천유역의 강우-유출 변화 특성을 검토함으로써 유출해석에 필요한 최소차하천의 적정 임계값을 제안하고자 한다.

2. 하천형태를 고려한 유출해석 모형

2.1. 홍수유출해석모형

본 연구에서는 하천유역의 홍수유출 해석을 위하여 하천차수법칙을 이용한 지형학적 순간단위도 모델(GIUH, Geomorphologic Instantaneous Unit Hydrograph)을 이용하였다.

GIUH 모형은 강우-유출과정의 물리적인 특성에 영향을 미치는 유역의 지형학적 특성과 수문학적 응답을 접목시킨 모형으로 규칙성을 가지고 있는 유역의 하천 및 하도망의 구조적인 특성을 잘 나타내는 Horton의 하천차수법칙을 이용하여 IUH를 유도하는 것이다. 이 모형은 Rodriguez-Iturbe와 Valdes(1979)에 의해 제안되었는데 Markov-Process를 기본형태로 하여 유역의 수문학적 응답인 IUH와 지형학적 특성을 결합시켰으며, 유역에 내린 강우 입자들의 유역출구에서의 도달시간 분포를 추계학적으로 정의하여 제안하였다.

전 유역에 걸쳐 균일하게 내리는 유효강우로 인한 직접유출량을 나타내는 IUH의 고전적 이론은 집중형 매개변수 모형, 선형모형, 시불변모형과 같은 3가지 기본적인 가정 에 기초를 두고 있으나, 일반적으로 널리 이용되는 Nash(1957) 모형은 2변수 Gamma 분포형 함수로서 유역이 N개의 선형저수지가 직렬로 연결되어 있다고 보고 식(1)과 같이 나타낸 바 있다.

$$h(t) = \frac{1}{K\Gamma(N)} \frac{t^{N-1}}{K} e^{-\frac{t}{K}} \quad (1)$$

여기서, $h(t)$ 는 IUH의 종거 (T^{-1}), $\Gamma(\cdot)$ 는 Gamma 함수, N 은 저수지 개수, K 는 저수지 상수를 나타낸다.

매개변수 N 과 K 는 IUH의 원점 ($t=0$) 에 대한 1차 모멘트 m_1 과 2차 모멘트 m_2 에 의해서 나타낼 수 있으며, Nash(1960)는 자신의 모형을 미계측 유역에 적용할 수 있도록 하기 위해서 영국의 90개 유역에 대한 자료를 분석하여 m_1 과 m_2 를 유역의 지형학적 특성과 연관시켜 정의한 바 있다.

그 후 Rosso(1984)는 독립변수 N 과 K 에 대해서 종속변수 R_A, R_B, R_L 의 관계는 다중회귀분석을 이용하여 식(2)~(3)과 같이 제안한 바 있다.

$$N = 3.29 (R_B / R_A)^{0.78} R_L^{0.07} \quad (2)$$

$$K = 0.70 [R_A / R_B R_L]^{0.48} v^{-1} L_\rho \quad (3)$$

여기서, N 은 Rosso에 의한 Nash 모형의 형상계수, K 는 Rosso에 의한 Nash 모형의 규모계수, L_ρ 은 최고차 하천의 유로연장을 나타낸다.

2.2. 지형매개변수를 이용한 하천형태특성

본 연구에서는 하천의 지형매개변수분석을 위하여 하천 차수를 부여하는 방법을 상류의 수원점으로부터 시작하여 하류로 갈수록 차수가 높아지는 Horton-Strahler 방법을 이용하였다.

기왕의 자료에 따르면 Horton의 하천차수법칙은 하천분기비(R_B), 하천길이비(R_L) 및 하천면적비(R_A)에 대하여 식(4)~(6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$R_B = \frac{N_{\omega-1}}{N_\omega} \quad (4)$$

$$R_L = \frac{L_\omega}{L_{\omega-1}} \quad (5)$$

$$R_A = \frac{A_\omega}{A_{\omega-1}} \quad (6)$$

경험적으로 보아 자연 하천유역에서 분기비는 3.0~5.0, 길이비는 1.5~3.5, 면적비는 3.0~6.0의 값을 갖는다. 특히, 분기비의 경우 이론적인 최소값은 2.0 이나 자연하천 유역에서는 거의 나타나지 않는다. 또한, 유역이 비교적 균일한 구조적 특성을 가지고 있다면 기하학적인 상사성을 보이는 경향이 있으므로 유역간 분기비는 큰 차이를 보이지 않는다.

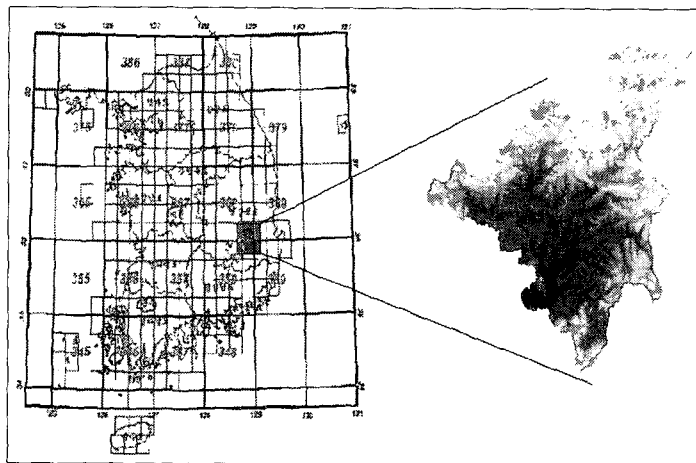
3. 분석결과 및 고찰

3.1. 연구대상지역 및 호우의 선정

본 연구에서는 지형매개변수 추출을 위하여 <그림 1>에서 나타낸 바와 같이 금호강 최상류로부터 금호수위관측소까지의 유역을 대상으로 선정하였다.

연구대상 유역은 금호강의 일부로서 유역면적 920.834km²이며 금호강 전 유역면적 2,087.9 km²의 약 44.1% 정도, 유로연장은 64.454km로 금호강 전 유로연장 114.6km의 약 56.24%에 해당된다. 동경 128°41' ~ 129°13', 북위 35°49' ~ 36°15' 사이에 위치하고 있다. 분석을 위하여 1/25,000 수치지도를 이용하여 10m격자망을 구성하였다.

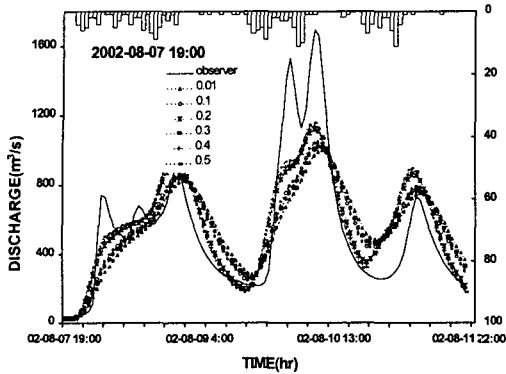
분석을 위한 호우는 2002년부터 최근까지 금호수위표관측소에서 관측된 극대호우시 홍수자료와 유역상류부 강우관측소에서 관측된 강우자료를 대상으로 하였다.



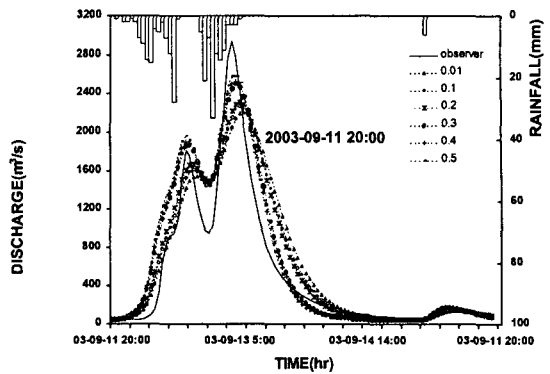
<그림 1> 대상유역의 위치 및 유역형상도

3.2. 분석결과 및 고찰

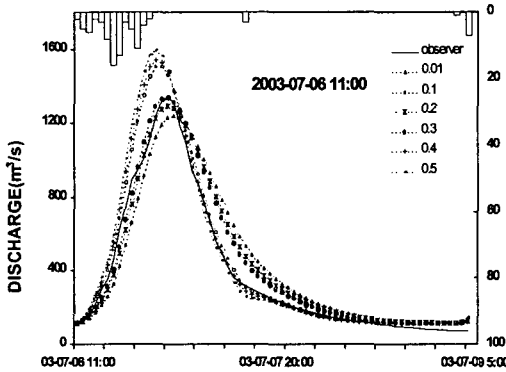
금호수위표지점을 대상으로 최소하천 임계값에 따른 홍수유출량 변화특성을 검토한 결과 <그림 2>와 같았다. <그림 2>에서 나타낸 바와 같이 임계면적이 커질수록 첨두부의 상승 및 하강이 민감해지고 있으며, 첨두치가 커지는 것으로 검토되었다. 또한 임계면적 0.2km²를 전후 해서 유출량 변동이 큼을 알 수 있었다.



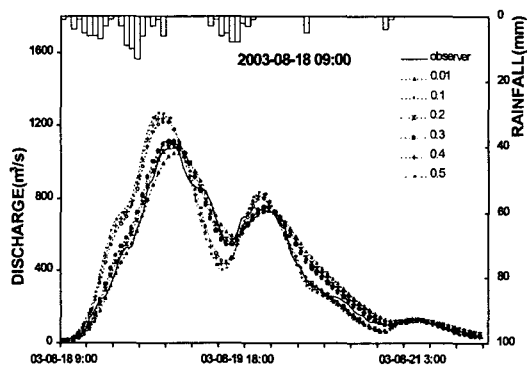
(a) 2002.8.7 호우



(b) 2003.9.11 호우



(c) 2003.7.6 호우



(d) 2003.8.18 호우

<그림 2> 최소하천 임계값에 따른 홍수유출특성 분석결과의 비교

4. 결 론

홍수시 유출의 발생은 시공간적 분포특성에 따라서 민감하게 변화하므로 해석시에는 사용되는 지형특성인자와 수문기상학적 특성인자 추출에 소요되는 시간적 경제적 노력을 최소화함은 물론, 가능한 한 최소한의 인자를 사용하여 강우-유출예측이 가능하도록 모형을 구축할 필요가 있다. 특히 유출 해석시 기존의 지형 및 지질, 토지피복상태 등의 인자를 고려하지 않고 단순히 유역의 하천분기특성만을 고려한 유출해석방법을 찾기 위하여, 기 구축되어 운용중인 수치지도자료를 이용하여 지형특성인자를 추출하여 강우-유출 해석을 실시함으로써, 향후 미계측 소유역의 유출해석에 효과적으로 이용할 필요가 있다. 본 연구에서는 하천 지형매개변수를 이용한 유출해석에 있어서 최소차 하천의 적정 임계값을 제안하기 위하여, 최소차하천의 임계값 설정에 따른 하천유역의 강우-유출 변화특성을 검토하였다.

기 구축된 지형공간정보를 이용하여 하천지형특성을 분석하고 이로부터 유출해석을 할 경우에 최소차 하천의 임계값 설정 방법에 따라서 지형매개변수가 변화하고 유출수문곡선의 형태는 물론 첨두 홍수특성이 민감하게 변화하고 있음을 알 수 있었다.

또한 유출해석을 위한 하천지형특성 분석시 최소차하천의 적정 임계값을 알 수 있었

다. 그러나 적정 임계치 제안을 위해서는 더 많은 호우를 대상으로 한 분석이 진행될 필요가 있다고 판단된다.

참 고 문 헌

- 김경탁, 최윤석, 심명필, 1998, GIS 기초자료에 따른 유출모의의 영향분석. 한국수자원학회 학술발표회 발표논문집. 684.
- 안승섭, 김대형, 허창환, 박중권, 2002, 하천분기 특성인자를 고려한 지형학적 순간단위도 모형의 해석, 한국지리정보학회지, 5(4), pp.9-23.
- 안승섭, 이증석, 신성일, 김대형, 정순돌. 2002. 하천지형특성을 이용한 홍수유출해석. 한국지리정보학회 추계학술발표회 발표논문집. pp.85-91.
- 최철용. 1999. 지형공간정보체계를 이용한 수문지형인자 결정에 관한 연구. 부산대학교 박사학위논문.
- 허창환. 2001. GIS를 이용한 강우-유출해석에 관한 연구, 영남대학교 박사학위논문.
- Hormadka, T.V., Whitley, R.J. 1999. On Formalization of Unit Hydrograph and Link-Node Hydrograph-Routing Systems. Journal of Hydrology. 223, pp.66-84.
- Rosso, R. 1984. Nash Model Relation to Horton Order Ratios. Water Resources Research 20(7), 914-920.
- 近森秀高, 岡太郎 et. al. 1998. 流出モデルの構築におけるGISの応用に関する研究. Theory and Application of GIS. 6(1), 19-28.