

격자크기와 임계면적에 따른 홍수유출특성 변화

안 승 섭 · 이 증 석^{*} · 정 도 준^{**} · 한 호 철^{***}
경일대학교 건설정보공학과, ^{*}토목공학과, ^{**}경일대학교 대학원
(2007년 2월 6일 접수; 2007년 4월 9일 채택)

Study of Rainfall-Runoff Variation by Grid Size and Critical Area

Seung-Seop Ahn, ^{*}Jeung-Seok Lee, ^{**}Do-Joon Jung and ^{***}Ho-Chul Han
Department of Construction and Geoinformatics Engineering, Kyungil University, Daegu 712-701, Korea
^{*}Department of Civil Engineering, Kyungil University, Daegu 712-701, Korea
^{**}Graduate School, Kyungil University, Daegu, 712-701, Korea
(Manuscript received 6 February, 2007; accepted 9 April, 2007)

This study utilized the 1/25,000 topographic map of the upper area from the Geum-ho watermark located at the middle of Geum-ho river from the National Geographic Information Institute. For the analysis, first, the influence of the size of critical area to the hydro topographic factors was examined changing grid size to 10m×10m, 30m×30m and 50m×50m, and the critical area for the formation of a river to 0.01km²~0.50km².

It is known from the examination result of watershed morphology according to the grid size that the smaller grid size, the better resolution and accuracy. And it is found, from the analysis result of the degree of the river according to the minimum critical area for each grid size, that the grid size does not affect on the degree of the river, and the number of rivers with 2nd and higher degree does not show remarkable difference while there is big difference in the number of 1st degree rivers. From the results above, it is thought that the critical area of 0.15km²~0.20km² is appropriate for formation of a river being irrelevant to the grid size in extraction of hydro topographic parameters that are used in the runoff analysis model using topographic maps. Therefore, the GIUH model applied analysis results by use of the river level difference law proposed in this study for the explanation on the outflow response-changing characters according to the decision of a critical value of a minimum level difference river, showed that, since an ogival occurrence time and an ogival flow volume are very significant in a flood occurrence in case of not undertow facilities, the researcher could obtain a good result for the forecast of river outflow when considering a convenient application of the model and an easy acquisition of data, so it's judged that this model is proper as an algorism for the decision of a critical value of a river basin.

Key Words : DEM, Grid size, Critical area, GIUH

1. 서 론

유역은 크고 작은 하천망으로 구성되는 수계를 가지며 이 수계는 기후학적 인자(climatic factor)와 지상학적 인자(physiographic factor)의 영향을 받아

끊임없이 변화한다. 즉, 기후학적 인자인 강수현상에 의해서 지형특성과 밀접한 상관성을 가지면서 끊임없이 침전, 운반, 퇴적의 작용을 받아 계속적으로 변화하고 있다. 일반적으로 홍수시 하천의 유출 특성은 유역의 토지이용상태와 지질특성, 지형학적 특성 및 호우의 발생형태에 따라서 상이하게 나타나므로, 이들 자료를 최대한 효과적으로 활용하여 실제현상에 가장 근접한 유출해석모형을 개발하고 개선하려는 노력이 진행되고 있다. 그러나 수문 관

Corresponding Author : Seung-Seop Ahn, Department of Construction and Geoinformatics Engineering, Kyungil University, Daegu 712-701, Korea
Phone: +82-53-850-7314
E-mail:ahnssso@kiu.ac.kr

측시설이 미비한 미계측 중소하천의 하천개수계획 수립시 홍수량 산정에 어려움을 겪고 있는 실정이므로 홍수유출 해석시 사용되는 지형특성인자와 수문기상학적 특성인자 추출에 소요되는 시간적, 경제적 노력을 최소화함은 물론, 최소한의 인자를 사용하여 강우-유출예측이 가능하도록 모형을 구축, 하천유역의 강우-유출 현상에 근접한 해석모형의 개선과 개발을 위해서는 유역의 지형공간특성자료와 수문특성자료가 사용되어지고 있다¹⁾.

매개변수 추출을 위해서는 하천형태학적 특성이 필요하다. 즉, 하천형태의 차수이론에 근거한 지형법칙을 명확히 추정하는 것이 필요하다. 그러나 하천의 차수이론을 기초로 한 형태학적 특성 분석시에 최소하천의 누적 임계값 설정에 따라서 유역의 지형특성은 달라지게 되고 이를 이용한 유출분석의 결과가 상이하게 달라진다. DEM 분석시 격자크기에 따라 TIN 해석, 유역의 수문지형학적 특성을 추출하여 DEM을 형성하고 있는 격자의 흐름방향이 결정되면 흐름누적수에 따라 하천망이 결정된다. 본 연구에서는 유출 해석시에 있어 격자크기에 따라 하천분기특성과 유출특성에 많은 변화가 있으므로 DEM 분석시의 격자크기와 최소차 하천의 임계면적 변화특성을 규명하여 향후 홍수량 산정 및 하천설계 등에 적용할 수 있는 기본 방향을 제시하는데 목적이 있다²⁾.

2. 격자크기에 따른 임계면적의 결정

2.1. 임계면적의 결정 과정

수치지도를 이용한 하천유역의 지형특성은 DEM 격자크기와 임계면적의 크기에 따라서 변화가 민감한 것으로 연구된 바 있다³⁾.

강우유출해석 모형에서 유출에 영향을 미치는 지형매개변수로는 일반적으로 하천의 차수분포, 차수별 유역면적, 유로연장, 유역형상, 하천분기특성 등이 있다.

하천의 형태학적 특성인 유역특성을 표시하는 인자는 유역면적(Drainage Area), 유역의 경사(Basin Slope), 유역의 방향성(Basin Orientation), 유역의 형상(Basin Shape), 유역의 고도(Altitude) 등이 있으며 유역 내에 얼마나 많은 하천이 있는가의 척도가 되는 하천차수(Stream Order)가 있다. 일반적인 하천차수분류 방법에는 미국의 Horton-Strahler 방법과 유럽의 Gravelius방법이 있는데 이들 방법은 수위점에서부터 하류로 갈수록 하천차수를 부여하는 방법과 하구를 포함한 분류를 기준으로 하여 하류에서 상류방향으로 점차적으로 하천차수를 결정하는 방법이다^{4,5)} 하천의 시점에서 시작하는 하천을

1차 하천으로 하여 차수가 ω 인 2개 하천이 만나서 이루어진 하천의 차수는 $\omega+1$ 차이고 차수가 다른 2개 하천이 만나서 이루어진 하천의 차수는 만나기 전의 하천 중에서 차수가 높은 쪽으로 유지한다. 또한 유역의 차수는 최고차 하천의 차수 Ω 라 한다. 하천차수는 다른 형태의 배수 특성을 계산하는데 이용된다.

하천차수 결정은 DEM 격자로부터 작성된 하천차수 그리드는 하천차수 선형 커버리지로 변형시켜 차수별 정보를 추출하였다. 차수별 면적을 산정하기 위해서는 각 차수별 하천이 만나는 지점을 확인하여야 한다. 하천경사는 하천의 흐름을 따라 인접 셀의 높이를 확인하여 거리와 높이의 비로 경사를 구하고 차수별 하천에 해당하는 부분을 추출하여 평균경사를 계산하였다^{6,7)}.

따라서 수치지도를 이용한 하천유역의 임계면적 결정과정은 Fig. 1과 같다.

대상유역을 선정하여 해당 유역의 국립지리원 발행 1:25000 수치지도를 이용하여 이를 earth2.2 프로그램과 River tool package 이용하여 격자망의 크기가 10m×10m, 30m×30m, 50m×50m 격자망을 구성하고, 크기별로 3차원 지형모델링을 구현 후 하천생성 임계면적을 0.01~0.5 km²까지 분석하였다⁸⁾.

2.2. 홍수 유출 모형의 기본 이론

본 연구에서는 유출특성 변화에 대한 검토를 위하여 지형학적 순간단위도 모델(GIUH)을 이용하였다. GIUH 모형은 유출과정의 지형학적 특성과 수문학적 응답을 접목시킨 모형으로 규칙성을 가지고 있는 유역의 하천 및 하도망의 구조적인 특성을 잘 나타내는 Horton의 하천차수법칙을 이용하여 IUH를 유도하는 것이다. 1979년 Rodriguez-Iturbe와 Valdes에 의해 제안된 GIUH 모형은 Markov-Process의 기본형태에 IUH와 지형학적 특성을 결합시킨 모형으로 유역출구에서의 도달시간 분포를 추

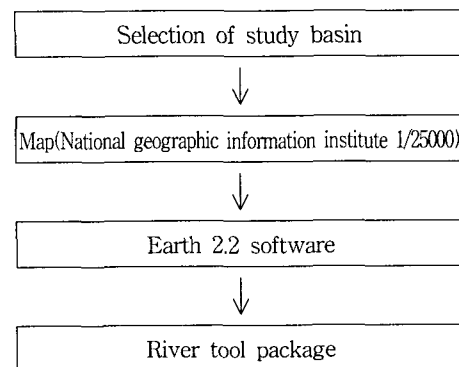


Fig. 1. Decision course of critical area.

계학적으로 정의하여 GIUH를 제안하였다. GIUH는 하도망에서 강우입자의 움직임에 다음과 같이 시·공간적으로 해석함으로써 구할 수 있다.

Rosso-GIUH 모형은 전 유역에 걸쳐서 균일하게 내리는 유효강우로 인한 유역출구에서의 직접유출을 나타내는 IUH의 고전적인 이론은 집중형 매개변수 모형, 선형모형, 시불변모형과 같은 3가지의 기본적인 가정에 기초를 두고 있다.

일반적으로 IUH에 대해서 보편적이고 널리 이용되는 해석적인 형태는 식(1)과 같이 2변수 Gamma 분포형 함수로서 유역이 N 개의 선형저수지가 직렬로 연결되어 있다고 가정한 Nash⁹⁾의 모형이다.

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

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

Nash(1960)는 자신의 모형을 미계측 유역에 적용할 수 있도록 하기 위해서 영국의 90개 유역에 대한 자료를 분석하여 매개변수 N , K 값이 유역면적, 경사, 길이 등과 밀접한 관계가 있음을 밝히고, IUH의 무차원 1차 모멘트와 무차원 2차 모멘트와의 관계를 제시한 바 있다.

Rosso(1984)는 Nash 모형에서 IUH의 침투치와

침투발생시간의 무차원 곱을 Nash 모형의 형상계수만으로 나타낸 바 있으며 모형의 독립변수 N , K 를 하천의 지형특성인 종속변수 R_A , R_B , R_L 를 이용하여 식(2) 및 식(3)과 같이 다중회귀분석을 이용하여 제안한 바 있다. 여기서, Horton 차수비는 각각 $2.5 \leq R_A \leq 5.0$, $3.0 \leq R_B \leq 6.0$ 및 $1.5 \leq R_L \leq 4.1$ 범위이며, 이 수치들은 일반적으로 자연하천에서 나타나는 값들이다.

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

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

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

3. 적용 및 분석

3.1. 연구 대상유역 및 하천차수 해석

연구대상지역은 금호강 최상류로부터 금호수위 관측소까지 유역을 대상으로 선정하였다. Fig. 2과 같이 연구대상 유역은 금호강 전 유역면적 2,089.9 km²의 대략 44.1% 정도이고 유로연장은 64,454 km로 금호강 전 유로연장 114.6 km의 대략 56.24%에 해당된다. 동경 128°41' ~ 129°13', 북위 35°49' ~

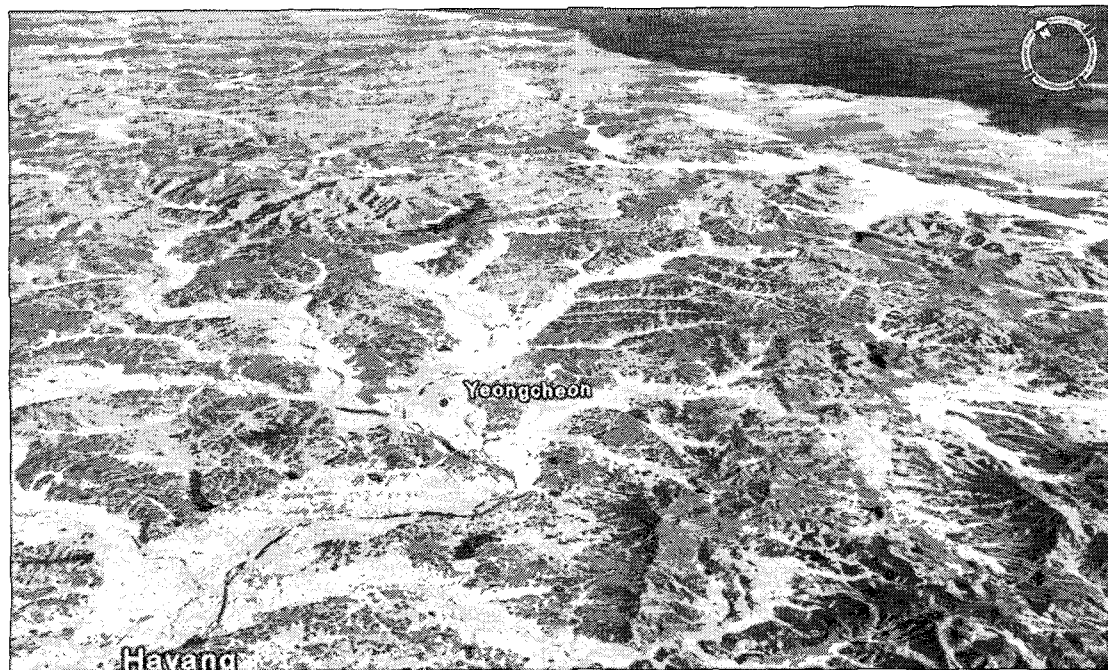


Fig. 2. 3D location of a research object area.

36°15' 사이에 위치하고 있다.

금호강의 상류부에 수위관측소 지점까지의 1:25000 수치지도를 이용하여 earth2.2 프로그램을 사용하여 격자망의 크기가 10m×10m, 30m×30m, 50m×50m 격자망을 구성하였다. 그리고 격자망 크기 및 최소 차 크기별에 따른 하천차수 해석은 최소차 면적 0.01, 0.05, 0.1, 0.15, 0.2, 0.25, 0.3, 0.35, 0.4, 0.45 및 0.5 km² 실시하였다.

3.2. 격자크기에 따른 지형특성

하천 분기특성을 이용한 강우-유출 해석 모형에서 유출에 영향을 미치는 지형매개변수는 여러 가지가 있으나 일반적으로 하천의 차수분포, 차수별

유역면적, 유로연장, 유역형상, 유역 및 하도경사, 하천의 분기특성, 배수밀도 등이 있다. 본 연구대상유역의 격자크기 10m×10m, 30m×30m, 50m×50m일 때 DEM자료와 3D지형모델링 구현은 Fig. 3~Fig. 5와 같다.

DEM 격자크기에 따른 유역의 형상 및 정확성을 비교해 본 결과 Fig. 3~Fig. 5와 같이 격자크기가 클수록 해상도가 저하되므로 격자크기가 작을수록 대상유역의 형상이 뚜렷하며 정확도에서도 우수하게 나타났다. 본 연구에서는 금호강 유역의 지역특성분석을 위하여 DEM 격자크기를 10m×10m, 30m×30m, 50m×50m로 구성하여 분석한 결과 Table 1과 같이 면적은 30m×30m일 때 934.145 km²,

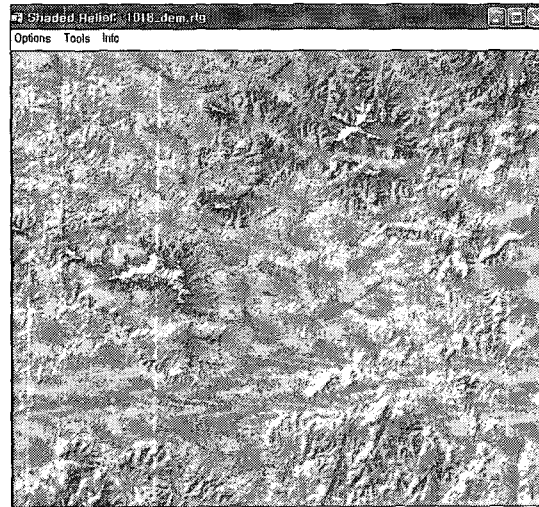
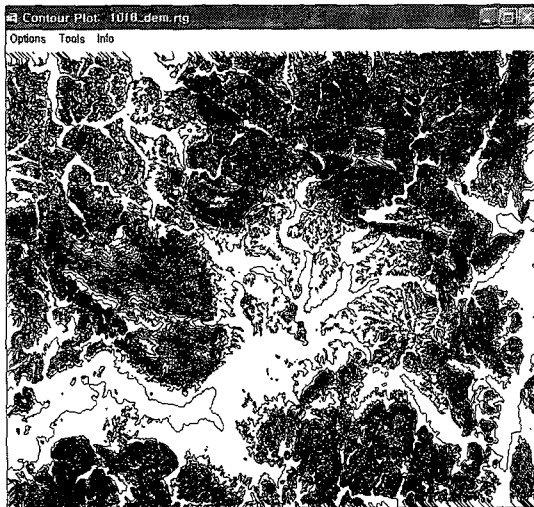


Fig. 3. Data DEM and a 3D modelling implementation (10m×10m).

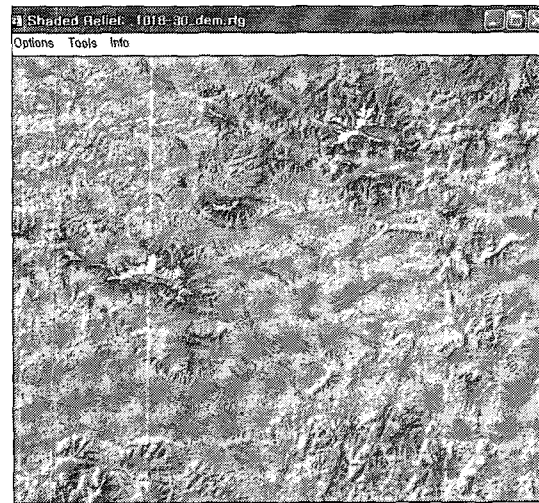
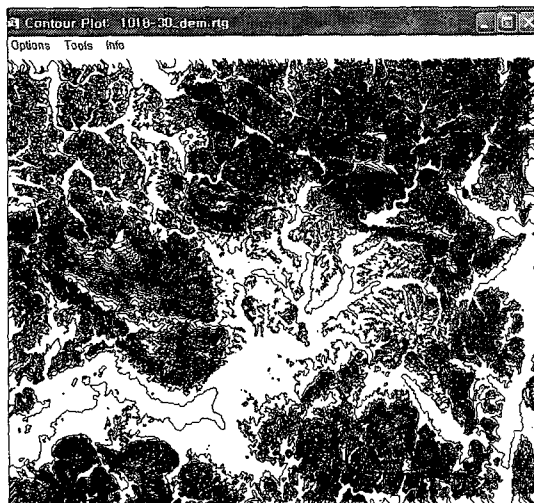


Fig. 4. Data DEM and a 3D modelling implementation (30m×30m).

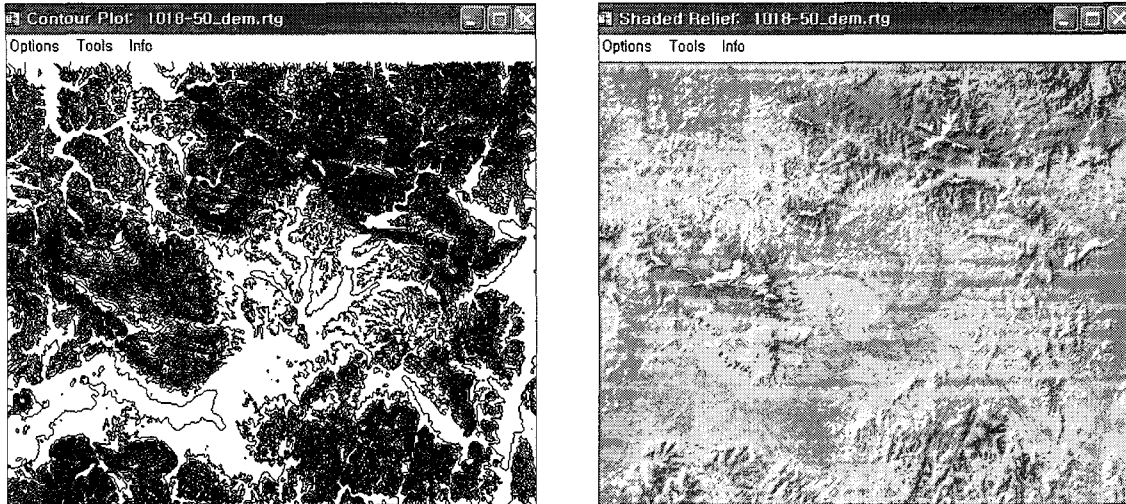


Fig. 5. Data DEM and a 3D modelling implementation (50m×50m).

유로연장은 10m×10m일 때 64.232 km로 가장 작은 값을 보였으며 하천차수는 6차 하천으로 동일하게 분석되었다.

격자크기별 하천차수분포도를 검토한 결과 Table 2와 같이 격자크기별로 하천차수는 모두 6차 하천까지 분석되었으며, 격자크기가 하천차수를 결정하지는 않는 것으로 판단되며 격자크기별 하천차수의 하천개수는 1차 하천에서 큰 차이를 보였으나 2~6차 하천은 유사한 값을 보였다.

3.2. 모형 매개변수 추출

본 연구에서는 격자의 크기를 10m×10m, 30m×30m, 50m×50m마다, 하천생성 임계면적은 0.01 km² ~0.50 km²까지 변화시키면서 임계면적의 크기가 수문지형인자에 미치는 영향을 검토하였다.

격자크기(10m×10m, 30m×30, 50m×50m)에 따른 최소차 면적별 R_A , R_B , R_L 값들을 비교하여 보면 Table 3~Table 4 및 Fig. 6~Fig. 10과 같다.

모형매개변수를 추출로 인해 격자크기(10m×10m, 30m×30m, 50m×50m)에 따른 최소차 면적별 R_A , R_B , R_L , N , K 값들을 비교하여 보면 Table 3에서와 같이 R_B , R_L 에서는 격자크기 10m×10m이 상대적 오차가 가장 작게 나타났으며 R_A , N , K 에서는 30m×30m 격자크기에서 가장 작은 상대적 오차가 나타나는 것으로 분석되었다. 또한, 최소차 면적은 0.15 km²를 기준으로 변화가 큼을 알 수 있었다.

Table 4 및 Fig. 6~Fig. 10에서와 같이 R_A 의 크기는 격자크기에 따른 변화는 적으나 임계면적에는

Table 1. Extraction result of a basin area characteristic data according to a DEM grid size

(Critical area : 0.2 km²)

Grid size	Area(km ²)	Length(km)	Slope(m/m)	Stream order
10m×10m	944.855	64.232	0.0131	6
30m×30m	934.145	68.266	0.0120	6
50m×50m	944.341	68.607	0.0123	6

Table 2. Result of the stream order distribution according to a DEM grid size

(Critical area : 0.2 km²)

Grid size	Stream order					
	1	2	3	4	5	6
10m×10m	1178	267	62	13	3	1
30m×30m	1206	266	54	11	3	1
50m×50m	1198	255	60	13	3	1

Table 3. Comparison of DEM grid size according to R_A , R_B , R_L , N , K

R_A	Area	10m × 10m	30m × 30m	50m × 50m	Relative error
	0.01	4.353	4.556	4.150	0.098
	0.05	4.598	4.516	4.680	0.036
	0.10	4.745	4.689	4.796	0.023
	0.15	4.945	4.927	4.964	0.008
	0.20	4.645	4.663	4.627	0.008
	0.25	4.452	4.459	4.445	0.003
	0.30	4.369	4.304	4.434	0.030
	0.35	4.388	4.336	4.440	0.024
	0.40	4.326	4.323	4.329	0.001
	0.45	4.206	4.216	4.196	0.005
0.50	4.217	4.216	4.218	0	
Relative error	-	0.176	0.169	0.196	-
R_B	Area	10m × 10m	30m × 30m	50m × 50m	Relative error
	0.01	4.322	4.331	4.381	0.014
	0.05	4.120	4.202	4.353	0.057
	0.10	4.231	4.302	4.389	0.037
	0.15	4.423	4.435	4.482	0.013
	0.20	4.164	4.207	4.179	0.010
	0.25	4.061	4.054	4.062	0.002
	0.30	3.876	3.904	4.025	0.038
	0.35	3.790	3.827	3.910	0.032
	0.40	3.828	3.779	3.795	0.013
	0.45	3.751	3.686	3.698	0.018
0.50	6.664	3.654	3.665	0.003	
Relative error	-	0.207	0.214	0.223	-
R_L	Area	10m × 10m	30m × 30m	50m × 50m	Relative error
	0.01	1.990	2.008	1.995	0.009
	0.05	2.000	2.013	2.036	0.018
	0.10	1.914	2.019	1.953	0.055
	0.15	1.880	2.153	2.154	0.146
	0.20	2.020	2.072	2.046	0.026
	0.25	1.945	2.012	2.006	0.034
	0.30	1.893	1.948	1.941	0.029
	0.35	1.984	2.086	2.011	0.051
	0.40	2.072	2.010	2.012	0.031
	0.45	2.054	1.995	1.973	0.041
0.50	1.999	2.049	2.021	0.025	
Relative error	-	0.095	0.105	0.110	-
N	Area	10m × 10m	30m × 30m	50m × 50m	Relative error
	0.01	3.135	3.107	3.162	0.018
	0.05	3.098	3.099	3.097	0.001
	0.10	3.094	3.090	3.098	0.003
	0.15	3.076	3.075	3.076	0.000
	0.20	3.084	3.082	3.085	0.001
	0.25	3.092	3.090	3.093	0.001
	0.30	3.096	3.095	3.096	0.000
	0.35	3.075	3.072	3.078	0.002
	0.40	3.076	3.075	3.076	0.000
	0.45	3.079	3.076	3.081	0.002
0.50	3.070	3.068	3.072	0.001	
Relative error	-	0.021	0.013	0.029	-
K	Area	10m × 10m	30m × 30m	50m × 50m	Relative error
	0.01	4.170	4.301	4.039	0.065
	0.05	4.249	4.307	4.190	0.028
	0.10	4.159	4.199	4.098	0.025
	0.15	4.184	4.138	4.229	0.022
	0.20	4.279	4.307	4.250	0.013
	0.25	4.243	4.274	4.212	0.015
	0.30	4.054	4.125	3.982	0.036
	0.35	3.548	3.756	3.340	0.125
	0.40	3.395	3.449	3.340	0.033
	0.45	3.398	3.451	3.344	0.032
0.50	3.337	3.371	3.302	0.021	
Relative error	-	0.282	0.278	0.287	-

격자크기와 임계면적에 따른 홍수유출특성 변화

Table 4. Comparison of R_A , R_B , R_L , N , K according to a DEM grid size

R_A	Area	10m×10m	30m×30m	50m×50m
	0.01	4.353	4.556	4.150
	0.05	4.598	4.516	4.680
	0.10	4.745	4.689	4.796
	0.15	4.946	4.927	4.964
	0.20	4.645	4.663	4.627
	0.25	4.452	4.459	4.445
	0.30	4.369	4.304	4.434
	0.35	4.388	4.336	4.440
	0.40	4.326	4.323	4.329
	0.45	4.206	4.216	4.196
	0.50	4.217	4.216	4.218
R_B	Area	10m×10m	30m×30m	50m×50m
	0.01	4.322	4.331	4.381
	0.05	4.120	4.202	4.353
	0.10	4.231	4.302	4.389
	0.15	4.423	4.435	4.482
	0.20	4.164	4.207	4.179
	0.25	4.061	4.054	4.062
	0.30	3.876	3.904	4.025
	0.35	3.790	3.827	3.910
	0.40	3.828	3.779	3.795
	0.45	3.751	3.686	3.698
	0.50	3.664	3.654	3.665
R_L	Area	10m×10m	30m×30m	50m×50m
	0.01	1.990	2.008	1.995
	0.05	2.000	2.013	2.036
	0.10	1.914	2.019	1.953
	0.15	1.880	2.153	2.154
	0.20	2.020	2.072	2.046
	0.25	1.945	2.012	2.006
	0.30	1.893	1.948	1.941
	0.35	1.984	2.086	2.011
	0.40	2.072	2.010	2.012
	0.45	2.054	1.995	1.973
	0.50	1.999	2.049	2.021
N	Area	10m×10m	30m×30m	50m×50m
	0.01	3.1345	3.107	3.162
	0.05	3.0980	3.099	3.097
	0.10	3.0940	3.090	3.098
	0.15	3.0755	3.075	3.076
	0.20	3.0835	3.082	3.085
	0.25	3.0915	3.090	3.093
	0.30	3.0955	3.095	3.096
	0.35	3.0750	3.072	3.078
	0.40	3.0755	3.075	3.076
	0.45	3.0785	3.076	3.081
	0.50	3.0700	3.068	3.072
K	Area	10m×10m	30m×30m	50m×50m
	0.01	4.1700	4.301	4.039
	0.05	4.2485	4.307	4.190
	0.10	4.1590	4.199	4.098
	0.15	4.1835	4.138	4.229
	0.20	4.2785	4.307	4.250
	0.25	4.2430	4.274	4.212
	0.30	4.0535	4.125	3.982
	0.35	3.5480	3.756	3.340
	0.40	3.3945	3.449	3.340
	0.45	3.3975	3.451	3.344
	0.50	3.3365	3.371	3.302

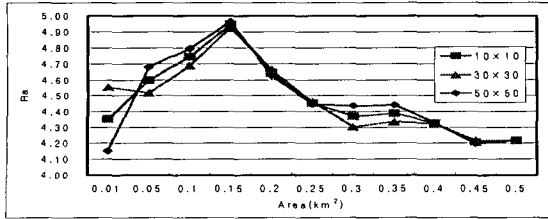


Fig. 6. Comparison of R_A according to a DEM grid size.

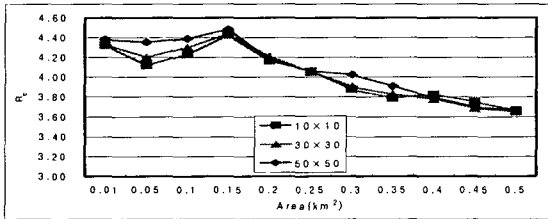


Fig. 7. Comparison of R_B according to a DEM grid size.

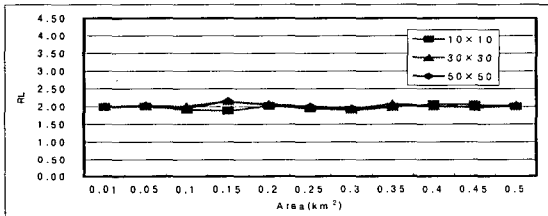


Fig. 8. Comparison of R_L according to a DEM grid size.

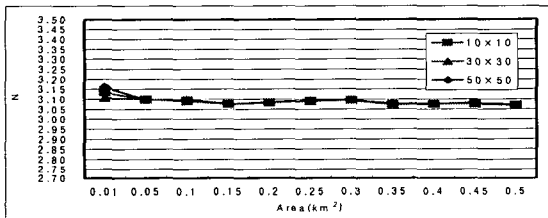


Fig. 9. Comparison of N according to a DEM grid size.

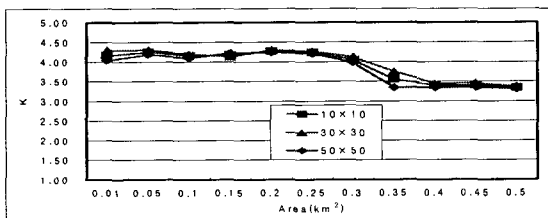


Fig. 10. Comparison of K according to a DEM grid size.

민감하게 분석되었으며, 임계면적 0.15 km²에서 가장 크고 이 값을 전후해서 감소하고 있는 것으로 나타났다. R_B 의 크기는 최소차 면적에 관계없이 전체적으로 볼 때 격자크기가 클수록 크게 분석되었으며, 0.15 km²를 넘어서면서 큰 차이를 떨어짐을 알 수 있었다. R_L 의 경우는 격자크기나 임계면적에 상관없이 거의 유사한 크기로 분석되었다.

3.3. 홍수유출특성 변화

본 연구에서는 하천차수 법칙을 이용한 DEM격자 크기에 따른 유출수문곡선을 비교하여 분석하였으며, 계산결과를 기존에 하천유역의 유출모형에 추정결과와 비교 검토하였다.

연구에 사용된 대상 호우자료는 한국 수자원공사 금호강 수위관측소에서 수집된 유출량의 실측치와 모형에 의한 유출량을 비교한 결과 Table 5 및 Fig. 11~Fig. 16과 같이 검토되었다.

Fig. 11~Fig. 16에서 나타낸 바와 같이 침투홍수량은 각각 0.8~11.3%의 오차를 나타내고 있으며, 침투시간오차는 GIUH모형에서 각각 0.5~1시간 및 0~1시간으로 나타나고 있어 침투발생시간은 거의 같은 것으로 검토되었다.

이상의 결과로 볼 때 GIUH모형을 이용할 경우 거의 비슷한 형태로 나타나고 있는 것으로 검토되었다.

4. 결과 및 고찰

본 연구에서는 유출해석시에 있어 격자크기에 따라 하천분기특성과 유출특성에 많은 변화가 있으므로 DEM의 격자크기와 최소차 하천의 임계면적 변화 특성을 규명하여 향후 홍수량 산정 및 하천설계 등에 적용할 수 있는 기본방향을 제시하고자 하였다. 격자 크기에 따른 유역형상을 검토한 결과 격자크기가 작을수록 해상도가 뚜렷하여 정확도가 우수하게 나타났으며 격자크기별 최소임계면적별 하천차수에 영향을 미치지 않으며, 하천개수도 1차 하천에서는 큰 차이를 보이고 있으나 2차 하천 이상에서는 거의 차이가 없는 것으로 분석되었다.

분석 결과로 볼 때 수치지형도를 이용한 유출해석 모형에서 사용되는 수문지향학적 매개변수 추출에 있어서 격자망의 크기에 상관없이 하천생성을 위한 임계면적은 0.15 km²~0.20 km²가 적합한 것으로 판명되며 본 연구에 쓰인 1/25,000 지형도 이외의 1/5,000, 1/50,000 등의 다양한 수치지형도를 대상으로 분석할 경우 더욱 신뢰성 있는 자료구축이 이루어질 것으로 판단된다.

Table 5. Comparison review of the outflow interpreting result according to critical area and grid size

Storm	A(km ²)	Grid Size	MEF (m ³ /s)	RMSE (m ³ /s)	R ²	Q _{max}	Storm	A(km ²)	Grid Size	MEF (m ³ /s)	RMSE (m ³ /s)	R ²	Q _{max}
97.07.15	0.01	10m×10m	-5.643	36.636	0.972	109.303	04.08.19	0.01	10m×10m	5.177	21.990	0.995	98.897
		30m×30m	-5.638	36.568	0.969	109.295			30m×30m	5.153	21.840	0.989	98.463
		50m×50m	-5.630	36.459	0.657	109.206			50m×50m	5.122	21.234	0.977	98.121
	0.05	10m×10m	-6.131	33.611	0.976	107.340		0.05	10m×10m	7.454	22.922	0.995	98.609
		30m×30m	-6.124	33.523	0.974	107.268			30m×30m	7.438	22.846	0.989	98.368
		50m×50m	-6.116	33.488	0.968	107.211			50m×50m	7.427	22.468	0.986	98.123
	0.10	10m×10m	-6.448	32.110	0.979	107.464		0.10	10m×10m	3.452	23.223	0.995	101.307
		30m×30m	-6.328	32.038	0.975	107.268			30m×30m	3.435	23.216	0.989	101.289
		50m×50m	-6.299	32.012	0.959	107.117			50m×50m	3.432	23.213	0.987	101.284
	0.15	10m×10m	8.203	28.890	0.983	108.765		0.15	10m×10m	3.430	21.593	0.995	100.599
		30m×30m	8.178	28.756	0.975	108.682			30m×30m	3.427	21.546	0.991	100.653
		50m×50m	8.166	28.681	0.964	108.513			50m×50m	3.422	21.345	0.984	100.698
	0.20	10m×10m	4.899	28.815	0.983	105.568		0.20	10m×10m	3.281	20.043	0.996	100.075
		30m×30m	4.833	28.689	0.977	105.468			30m×30m	3.289	20.156	0.994	100.086
		50m×50m	4.819	28.489	0.968	105.399			50m×50m	3.293	20.163	0.992	100.098
	0.25	10m×10m	-6.051	30.582	0.981	105.474		0.25	10m×10m	4.454	25.234	0.994	98.691
		30m×30m	-6.012	30.111	0.972	105.423			30m×30m	4.466	25.286	0.991	98.563
		50m×50m	-5.984	30.005	0.949	105.410			50m×50m	4.480	25.312	0.988	98.023
	0.30	10m×10m	5.444	29.688	0.982	106.305		0.30	10m×10m	2.854	22.738	0.995	98.769
		30m×30m	5.432	29.579	0.976	106.278			30m×30m	2.846	22.711	0.987	98.536
		50m×50m	5.428	29.468	0.966	106.199			50m×50m	2.833	22.698	0.985	98.468
	0.35	10m×10m	5.489	30.474	0.981	106.501		0.35	10m×10m	5.200	21.641	0.995	98.734
		30m×30m	5.482	30.463	0.972	106.386			30m×30m	5.115	21.532	0.989	98.710
		50m×50m	5.368	30.455	0.968	106.379			50m×50m	5.107	21.505	0.983	98.623
	0.40	10m×10m	3.799	31.171	0.980	107.245		0.40	10m×10m	5.413	24.354	0.994	100.704
		30m×30m	3.793	31.111	0.975	107.213			30m×30m	5.408	24.348	0.990	100.711
		50m×50m	3.790	31.098	0.968	107.183			50m×50m	5.401	24.338	0.984	100.719
	0.45	10m×10m	5.480	30.386	0.986	106.138		0.45	10m×10m	5.569	25.579	0.987	101.689
		30m×30m	5.472	30.349	0.948	106.026			30m×30m	5.562	25.489	0.973	101.798
		50m×50m	5.466	30.330	0.929	105.946			50m×50m	5.554	25.423	0.966	101.869
	0.50	10m×10m	3.702	31.023	0.968	107.683		0.50	10m×10m	5.896	28.498	0.972	105.659
		30m×30m	3.673	30.896	0.959	107.534			30m×30m	5.910	28.512	0.964	105.792
		50m×50m	3.657	30.871	0.946	107.268			50m×50m	5.913	28.530	0.960	105.890

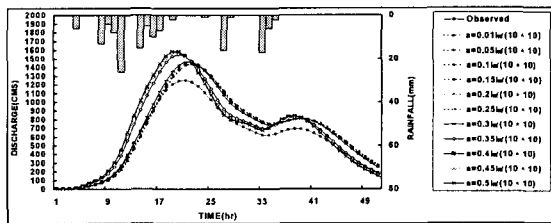


Fig. 11. Comparison of an outflow curve of grid size 10m×10m(97.07.15).

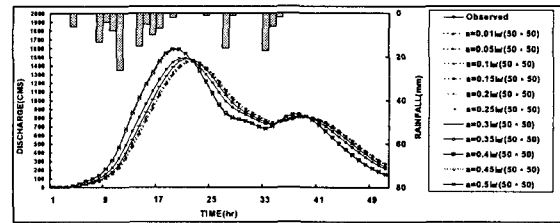


Fig. 13. Comparison of an outflow curve of grid size 50m×50m(97.07.15).

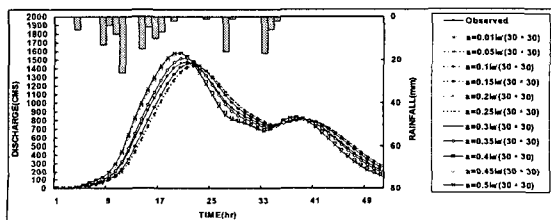


Fig. 12. Comparison of an outflow curve of grid size 30m×30m(97.07.15).

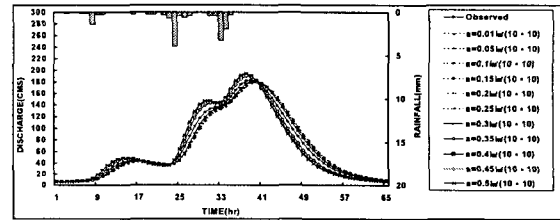


Fig. 14. Comparison of an outflow curve of grid size 10m×10m(04.08.19).

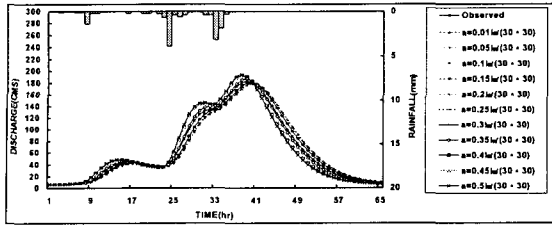


Fig. 15. Comparison of an outflow curve of grid size 30m×30m(04.08.19).

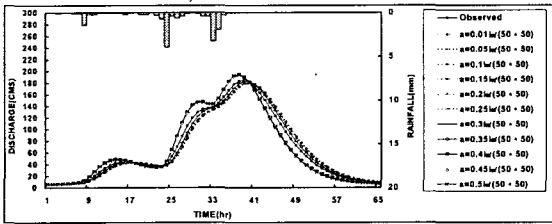


Fig. 16. Comparison of an outflow curve of grid size 50m×50m(04.08.19).

5. 요약

본 연구에서는 DEM격자 크기와 하천생성 임계면적크기에 따른 수문 지형특성인자의 변화특성과 이들 자료를 이용한 유출변화특성 분석함으로써 수치지형도를 이용한 강우-유출해석시에 수문기상학적 특성인자 추출에 소요되는 시간적 경제적 노력을 최소화 할 수 있는 적정 임계면적을 제안하는데 목적을 두었다.

- 1) 격자크기에 따른 유역형상을 검토한 결과 격자크기가 작을수록 해상도가 뚜렷하며, 정확도에서도 우수하게 나타났으며, 격자크기별 최소임계면적별 하천차수를 분석한 결과 격자크기가 하천차수에 영향을 미치지 않으며, 하천의 개수도 1차하천에서는 큰 차이가 있으나 2차하천이상의 개수는 큰 차이가 없는 것으로 분석되었고, 하천차수법칙을 설명하는 R_A, R_B, R_L 의 검토결과 격자크기가 클수록 미소한 차이로 크게 나타났으며, 임계면적 0.15 km²를 기준으로 큰 변화를 나타내고 있었다.
- 2) GIUH모형의 모델매개변수인 N, K의 검토결과 격자크기의 영향은 없으나, 임계면적이 클수록 작은 값을 나타내고 있음을 알 수 있었다.
- 3) 분석결과로 볼 때 수치지형도를 이용한 유출해석 모형에서 사용되는 수문지형학적 매개변수 추

출에 있어서 격자의 크기는 R_B, R_L 에서는 격자크기 10m×10m, R_A, N, K 에서는 30m×30m 격자크기가 적합하며 하천생성을 위한 임계면적은 0.15 km²~0.20 km²가 적합한 것으로 판단된다.

그러나 본 연구는 1/25,000 수치지형도를 이용한 결과이므로 계속되는 연구에서는 1/5,000 및 1/50,000 지형도를 대상으로 추가로 분석함으로써 강우-유출 해석시 적정 임계면적과 격자크기를 제안할 수 있을 것으로 판단된다.

참고 문헌

- 1) 안승섭, 조명희, 1998, 위성영상과 GIS를 이용한 하천유역의 유역특성인자 추출에 관한 연구, 한국지역지리학회지, 4(1), 121-134.
- 2) 허창환, 2001, GIS를 이용한 강우-유출해석에 관한 연구, 영남대학교 대학원 박사학위논문, 36-54.
- 3) 안승섭, 이증석, 김종호, 임기석, 2005, 하천생성 임계면적의 변화에 따른 유역의 지형관련 매개변수들의 특성분석, 한국지리정보학회지, 8(2).
- 4) Horton I., Valdes J. B., 1945, The geomorphological structure of hydrologic response, WRR, 150, 1409-1413.
- 5) Strahler A. N., 1952, Statistical analysis in geomorphic research, Jour. Geology, 61(125), 106-112.
- 6) Moore I. D., Gallant J. C., Guerra L., Kalma J. D., 1989, Modeling the spatial variability of hydrological processes using GIS, hydroGIS 93 : Application of geographic information in hydrology, Water 4.
- 7) Cline T. J., Molinas A., Julien P. Y., An auto-cad-based water-shed information system for the hydrologic model HEC-1. Water resources bulletin, 25(3), 641-652.
- 8) Melton M. A., Ross B. E., 1959, Development of hydrological model on a microcomputers in Civ. Eng.(Carroll, W.E, Leftwich, D.S., eds.) ASCE. New York, 68-72.
- 9) Nash J. E., 1958. The form of the instantaneous unit hydrograph, International association for scientific hydrology, Publication 42(3). 114-118.