

지형인자 추출방법에 따른 홍수유출량 추정에 관한 연구

A Study on Estimation of Flood Discharge by Extraction Method of Geomorphological Factors

정하옥*, 박상우**, 장석환***

Ha Ok Jeong, Sang Woo Park, Suk Hwan Jang

요 지

현재 홍수유출량을 산정하기 위해서 실무에선 각 하천마다 유출량에 대한 자료들이 부족한 실정으로 Clark 및 Snyder 등의 여러 가지 합성단위도법을 이용하여 홍수유출량을 추정하고 있는 실정이다. 이와 같이 합성단위도법을 이용하여 유출량 추정시 가장 중요시 되는 도달시간 및 저류상수 등의 매개변수를 산정하기 위하여 수자원분야에서도 GIS의 기법을 도입하여 대상유역의 수문학적 지형인자들을 추출하는 방법을 채택하고 있다. 이는 과거의 방법에 비하여 손쉽고 정확하며 신뢰성 있는 자료들을 제공하고 있지만 하천망 생성 및 유역분할 등을 생성하는 과정에서 각 적용시킨 모형마다 약간의 차이를 보이고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 각 방법들에 의해 추출되어지고 있는 지형인자들을 보다 정확하고 신뢰성 있는 수문학적 지형인자를 추출하고 이를 강우-유출모형에 적용시켜 자연하천유역의 홍수유출량을 추정하기 위하여 적절한 지형인자 추출 방법을 제시하고자 한다. 강우-유출 모의시 중요시 되는 매개변수 산정을 위해 수자원종합관리시스템을 구현하기 위해 국내기술로 개발된 HyGIS 모형과 기존의 지형인자 추출 방법 중에 하나인 Arcview GIS 모형을 적용하여 분할된 소유역 및 격자크기별로 지형인자들을 추출하여 두 모형의 차이를 비교·분석하였으며 이를 토대로 매개변수 및 홍수유출량 추정에 미치는 영향을 분석 하였다. 추정된 유출량을 검증하기 위하여 실측된 유출자료로 개발된 수위-유량관계곡선식을 이용한 홍수량과 비교 검토하였다.

핵심용어 : 지형인자, Hygis, Arcview GIS, 강우-유출

1. 서론

강우-유출 현상은 지상으로 떨어진 강우의 일부분이 지표 또는 하천으로 흐르는 과정을 말하는 것으로서 유출의 결과인 하천의 물이 수자원으로 이용되는 가장 중요한 공급처이기도 하며 또한 인간 생활에 가장 큰 피해를 주는 요소이기도 하다.

지금까지의 홍수량 산정 방법은 실제로 측정된 홍수량을 빈도 해석하여 설계홍수량을 산정하는 방법이 가장 정확하고 합리적인 방법이라고 판단되지만 국내의 관측 홍수량자료가 강우 자료에 비해 현저하게 부족한 상태이기 때문에 대상 유역의 강우량을 강우-유출 모형에 입력하여 설계홍

* 정회원-서남대학교 토목공학과 박사과정·E-mail : haok0853@nate.com
** 정회원-서남대학교 토목공학과 교수·E-mail : psw0232@seonam.ac.kr
*** 정회원-대진대학교 토목공학과 교수·E-mail : drjang@daejin.ac.kr

수량을 구하는 방법으로 채택하고 있다. 유출에 가장 큰 영향을 미치는 강우는 시간적·공간적으로 항상 변화하기 때문에, 유역면적이 넓어질수록 강우의 공간적 분포특성을 반영하기 어렵고, 지역별로도 지형적인 특성인자 달라지기 때문에 대상유역을 적절한 소유역으로 분할하여 모의하는 것이 유리해진다. 해당 유역을 일정한 소유역으로 분할하여 강우-유출 과정을 해석하게 되면 강우가 공간적으로 균등하게 분포한다는 가정에 가깝고 유역의 지형학적 특성도 비교적 연관성을 가질 수 있는 장점이 있어 강우-유출 해석의 신뢰도를 높일 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 보다 정확하고 신뢰성 있는 수문학적 지형인자를 추출하고 이를 강우-유출모형에 적용시켜 자연하천유역의 홍수유출량을 추정하기 위하여 Arcview GIS와 HyGIS 모형을 이용하여 수문학적 지형인자를 각각 분할된 소유역에 대하여 추출하고 매개변수를 산정하였다. 소유역의 분할은 강우의 공간적인 특성 및 유역의 지형학적 특성을 반영하기 위하여 꼭 필요한 방법으로 홍수유출량의 추정에도 많은 영향을 미치는 부분이다. 두 모형을 이용하여 산정된 매개변수를 적용시켜 대상유역의 추정된 홍수유출량의 변화를 비교 분석하여 적절한 격자크기 및 추출 방법을 제시하고자 한다.

2. 대상유역 선정 및 자료수집

2.1 대상유역 선정

본 연구에서는 지형인자 추출 방법에 따른 홍수유출량을 예측하기 위해 장수군과 남원시에 위치한 섬진강 수계중의 하나인 요천유역을 대상 유역으로 선정하였다.

섬진강의 제 1지류인 요천 유역은 상류부는 유역의 대부분이 급경사 산지로 구성되어 있고, 유역 경계는 동경 127° 23' 00"~127° 37' 30", 북경 35° 18' 40"~35° 39' 00" 사이에 위치하며 북쪽으로 금강유역, 남서쪽은 섬진강유역, 동쪽은 낙동강유역과 접하고 있다. 유역면적은 485.70km²이고 유로연장은 60.10km이며, 이중 국가하천의 연장은 17.20km이고, 하상경사는 1/350~1/240이다.

2.2 호우사상 및 수문자료

대상유역의 3개의 호우사상을 채택하였으며, 강우 자료와 수위자료는 요천 유역내 1개의 수위유량관측소(남원)와 2개의 유량관측소(남원, 장수)의 자료를 이용하였다. 대상 유역에 적용될 평균강우량은 건설교통부와 기상청에서 제공하는 시간별 강우자료를 이용하여 티센계수를 적용하여 산정 하였으며, 또한 강우-유출 모형으로 모의된 유출량과 실측값을 비교하기 위하여 남원수위표 지점의 시수위자료와 수위-유량관계곡선식을 사용하여 환산한 홍수량자료를 사용하였다.

<표 1 채택 호우 사상>

구 분	강우 기간		관측된 침투유량 (CMS)
	시 작	종 료	
Event-1	2000. 07. 14 07:00	2000. 07. 15 18:00	502.30
Event-2	2002. 08. 06. 08:00	2002. 08. 06. 14:00	768.20

<표 2> 남원수위관측소 수위-유량관계 곡선식

관측 소명	개발 년도	수위-유량관계 곡선식	
		수위 범위	곡선식
남원	2000	0.040 ≤ h ≤ 1.800	$Q = 136.5541(h + 0.0592)^{2.3293}$
		0.390 ≤ h ≤ 0.840	$Q = 335.6918(h - 0.3470)^{2.4033}$



그림 1 요천 대상구간 및 위치도

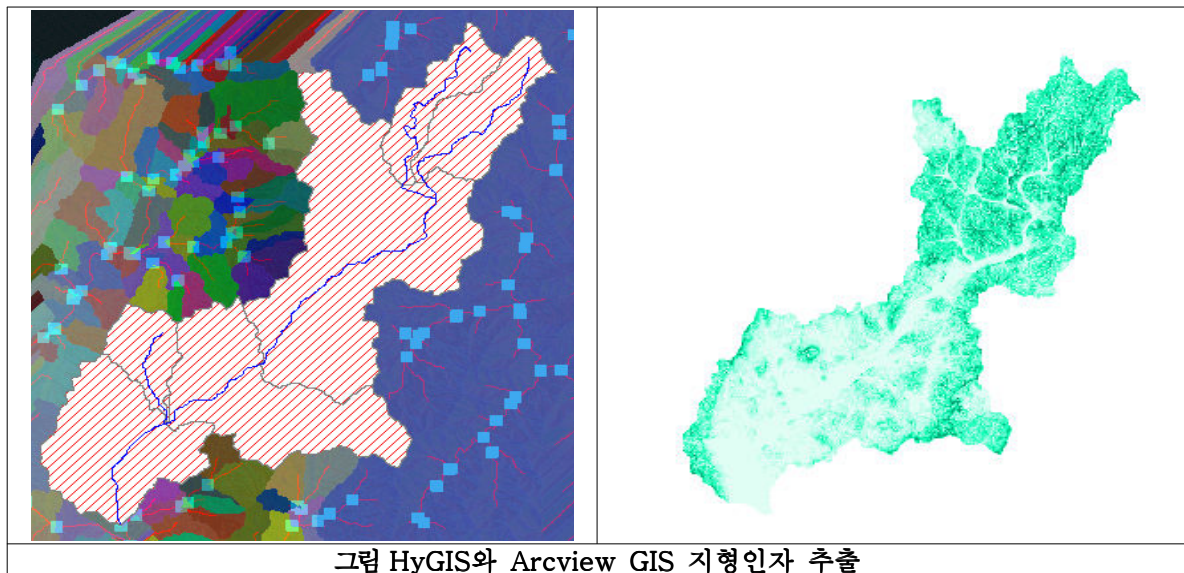
3. 지형인자 추출

본 연구에서는 DEM자료를 이용하여 유역특성인자를 추출하는 여러 방법 중 가장 유역의 특성을 잘 반영하고 널리 사용되고 있는 Arcview GIS를 이용한 방법과 새롭게 개발된 HyGIS를 이용하여 대상유역 요천유역의 수문학적 지형특성인자를 추출하여 다음 <표3.1>과 같이 나타내었다.

기존의 지형인자 추출 방법인 Arcview GIS와 HyGIS를 이용하여 요천의 유역특성인자를 추출하여 비교한 결과 각 소유역별로 추출된 하도연장 및 하도경사가 조금씩 차이를 보였다.

<표 3> 추출 방법에 따른 지형인자 비교

	Grid-size	Arcview GIS		HyGIS		차	
		하도연장	하도경사	하도연장	하도경사	하도연장	하도경사
YC-SUB1	50	9.45	0.00070	9.94	0.00187	-0.49	-0.00117
	100	9.25	0.00068	9.67	0.00193	-0.43	-0.00125
	150	8.40	0.00069	10.91	0.00130	-2.51	-0.00061
	250	8.42	0.00068	11.05	0.00112	-2.63	-0.00043
YC-SUB2	50	10.70	0.00933	8.38	0.00466	2.32	0.00467
	100	10.70	0.00955	8.82	0.00349	1.88	0.00606
	150	10.23	0.00976	8.58	0.00370	1.65	0.00606
	250	10.30	0.00963	7.95	0.00344	2.35	0.00619
YC-SUB3	50	24.02	0.02126	23.07	0.02281	0.95	-0.00155
	100	23.41	0.02227	20.64	0.02117	2.78	0.00110
	150	23.37	0.02682	19.77	0.02298	3.60	0.00384
	250	22.00	0.02484	19.40	0.02452	2.60	0.00032
YC-SUB4	50	42.801	0.01175	45.73	0.01503	-2.93	-0.00328
	100	42.034	0.01518	46.00	0.01621	-3.96	-0.00103
	150	42.483	0.01904	44.50	0.01767	-2.01	0.00138
	250	39.998	0.01775	45.21	0.02084	-5.21	-0.00309



4. 강우-유출 모의

4.1 매개변수 산정

도달시간은 수리학적으로 유역의 최원점에 내린 강우가 유역의 출구에 도달하는데 소요되는 시간으로 본 연구에서는 요천의 하도경사가 $S \geq 1/200$ 이고 지표면의 흐름이 지배적인 하천으로서 KravenII 공식을 적용하였으며, 저류상수는 도달시간과 저류상수의 관계를 유역면적과 유로연장으로 표현하여 유역의 특성을 비교적 잘 반영한다고 알려진 Sabol공식을 적용하였다. CN값은 “섬진강수계 하천정비 기본계획”(건설교통부, 2003.10)에서 제시된 요천유역의 AMC-III조건값을 적용하였다.

<표4.2> Arcview GIS 및 HyGIS를 이용한 매개변수 산정

소유역	GRID-Size	도달시간(HR)				저류상수(min)			
		Arcview GIS		HyGIS		Arcview GIS		HyGIS	
		Rizha	Kraven2	Rizha	Kraven2	Clark (0.5)	Sabol	Clark (0.5)	Sabol
YC-1BASIN	50	10.29	0.75	5.99	0.79	2.98	0.55	1.92	0.58
	100	10.18	0.73	5.71	0.77	2.95	0.53	1.84	0.56
	150	9.21	0.67	8.18	0.87	2.67	0.48	2.53	0.64
	250	9.27	0.67	9.07	0.88	2.68	0.48	2.76	0.65
YC-2BASIN	50	2.46	0.85	2.92	0.67	0.92	0.78	1.02	0.54
	100	2.42	0.85	3.65	0.70	0.91	0.78	1.24	0.58
	150	2.28	0.81	3.43	0.68	0.86	0.73	1.18	0.56
	250	2.32	0.82	3.32	0.63	0.87	0.74	1.13	0.50
YC-3BASIN	50	3.36	1.91	3.10	1.83	1.37	1.97	1.27	1.82
	100	3.19	1.86	2.90	1.64	1.31	1.87	1.18	1.49
	150	2.84	1.85	2.64	1.57	1.19	1.87	1.09	1.39
	250	2.80	1.75	2.49	1.54	1.16	1.67	1.03	1.35
YC-4BASIN	50	8.55	3.40	7.88	3.63	3.29	4.55	3.11	5.63
	100	7.20	3.34	7.57	3.65	2.84	4.32	3.01	5.74
	150	6.35	3.37	6.96	3.53	2.57	4.46	2.79	5.13
	250	6.24	3.17	6.40	3.59	2.50	3.79	2.61	5.41

4.2 강우-유출 모의

강우-유출 모의시 강우특성 및 유역특성에 따라 많은 물리적인 특성들이 고려되어야 하나 자료부족 등으로 인하여 실제유출상태에 맞게 모델화 하여 산정하는 방법이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 실무에서 많이 적용되고 있는 HEC-HMS 모형을 적용하여 유출량을 산정하였으며, 그 결과 두 모형을 이용한 홍수유출량의 추정이 호우사상 I 및 II에서 차이가 20~30CMS 정도의 차이를 보였다.

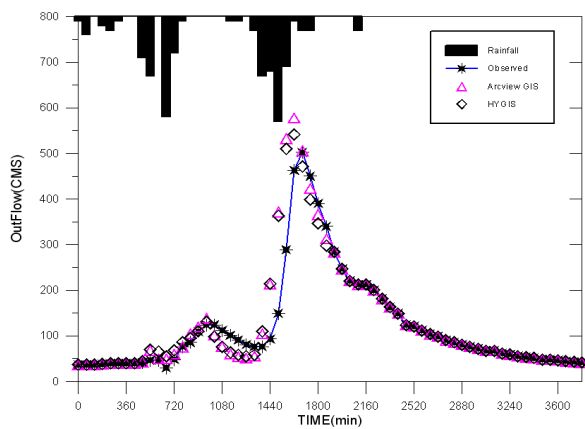


그림 4.1 호우사상 I 홍수수문곡선

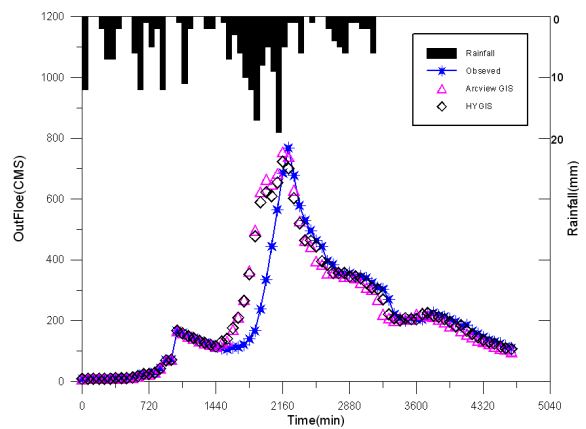


그림 4.2 호우사상 II 홍수수문곡선

5. 결론

본 연구에서는 각 다른 지형인자 추출 방법으로 추출된 지형인자가 매개변수 및 홍수유출량 산정에 미치는 영향을 비교·분석하였다. 그 결과 다음과 같이 요약하였다.

1. 추출 방법에 따른 격자크기별 DEM을 구축하여 유역의 특성인자를 추출하여 비교한 결과 Arcview GIS와 HyGIS 두 모형 모두 100m×100m이하에서는 비교적 안정적인 지형인자를 얻을 수 있었으며 DEM의 해상도를 높여 좀 더 조밀한 격자크기의 지형자료를 사용한다면 보다 정확한 유역특성인자를 추출할 수 있을 것으로 판단된다.
2. 하천의 하류부의 하천망 생성시 Arcview GIS보다는 정확하게 생성하지 못하는 것으로 판단되었는데, 이는 하천의 하류부의 부분에는 하도 내에 표고값이나 등고선이 있어야 하는데 현재 제공되는 지형정보에는 이에 대한 정보가 없는 실정으로 서로 다른 하천망을 추출하기 때문에 생기는 현상으로 판단된다.
3. 두 모형을 이용하여 산정된 매개변수를 이용하여 강우-유출 모의를 한 결과 호우사상 I 및 II에서 차이가 20~30CMS 정도의 차이를 보였으며, Arcview GIS를 이용하여 추정된 홍수유출량보다는 작게 산정되는 것으로 분석되었다. 적절한 격자크기를 이용하여 추출된 유역특성인자를 사용한다면 Arcview GIS와 HyGIS를 이용한 홍수유출량의 추정값은 그리 크지 않는 것으로 판단된다.

6. 참고문헌

1. 김정탁, 최윤석, 박동선(2004). HyGIS를 이용한 유역특성인자 추출에 대한 검토, 한국수자원학회 학술발표회, 1267~1270.
2. 김정탁, 최윤석(2006). HyGIS와 수문모형의 연계 시스템개발을 위한 데이터 모델링에 관한 연구, 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 874~878.
3. 김상현, 한건연(1996). 지리정보시스템을 이용한 유역에서의 지형지수 산정, 한국수자원학회 논문집.
4. 문형일, 최병화, 안재현, 오태석(2007). 격자 크기에 따른 분포형 유출 모형의 강우-유출해석에 관한 연구, 한국수자원학회 06학술발표회 논문집, 1787~1791.
5. 이임금, 안경수(2007). GIS를 이용한 유역매개변수 추정 및 유출량 산정, 한국수자원학회 논문집 40(1), 11~24.
6. 이정규, 장홍준, 최병렬(2005). DEM 격자크기에 따른 강우-유출 모델링(설마천유역을 중심으로), 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 1169~1173.
7. 한건연, 안기홍, 김경록, 박홍성(2006). HyGIS와 연계한 수리/수문통합 모형의 개발, 한국수자원학회 학술발표회 논문집, 840~845.
8. 김광일(2003). GIS와 TOPMODEL을 이용한 홍수유출해석, 석사학위논문, 전남대학교.
9. 강승희(2006). 산지하천의 강우분포에 따른 유출응답특성, 석사학위논문, 삼척대학교.
10. 강신규(2005). 산지소하천유역의 HEC-HMS 적용에 관한 연구, 석사학위논문, 단국대학교.
11. US Army Corps of Enginerring(2001). Hydrologic Modeling System HEC-HMS User's Manual.