

섬강 시험유역에 대한 강우-유출해석

○김성중¹⁾/최홍식²⁾/김상호³⁾/김성훈⁴⁾

1. 서론

자연하천 유역에 이수 및 치수의 목적으로 수공구조물을 건설할 때 설계홍수량의 결정은 구조물의 공사비나, 그 규모의 크기에 직결된다. 따라서 수공구조물의 최적설계를 위해서는 강우로부터 유출 특성을 잘 반영한 신뢰성이 높은 유출해석이 요구된다. 그러나 계획되는 대부분의 수공구조물은 수문, 수리관측시설이 설치되어 있지 않은 미 계획유역에 건설됨으로써 강우-유출에 대한 자료의 부재로 인하여 최적설계에 어려움이 많다. 이를 위해서는 강우에 의한 유역특성을 잘 반영할 수 있는 수문모형이 필요하다.

본 연구는 WMS(Watershed Modeling System) 모형을 이용한 하천에서의 유출해석을 수행하고자 한다. 하천에서의 유출량 산정은 강우, 수위와 같은 수문자료의 신뢰도 측면에서 많은 문제점이 야기되고 있는 것이 현실이다. 따라서 신뢰성 있는 유역의 정보를 획득하기 위하여 GIS 기법을 사용한다.

지형특성인자를 획득하기 위한 GIS 기법에서는 WMS 모형과 호환성이 있는 ArcView 프로그램을 이용하였으며, 유역의 수문학적 지형특성인자를 추출하기 위한 GIS 분석과정과 유출해석은 WMS 모형 내에 포함되어 있는 여러 모듈과 HEC-1 프로그램을 강우-유출 해석을 위한 수문모형으로 선정하였다. 대상유역으로는 2000년부터 운영되어 온 섬강유역을 선정하였으며, 비교적 양질의 수문자료를 대상으로 유출해석을 실시하였다.

2. 유역수문자료 구축

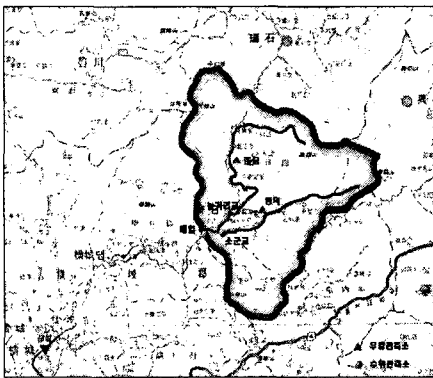


그림 1. 섬강유역의 유역도

국내에서는 IHP 대표유역과 특정목적으로 인한 시험유역이 많이 운영되고 있으나 관측기간과 자료의 정확성과 신뢰성 그리고 자료의 공개 면에서 많은 개선점을 가지고 있다. 국내의 여러 유역들은 가용 수문자료가 풍부한 유역들이 운영 중에 있고 그러한 유역들은 여러 관점에서 많은 분석들이 이루어졌다.

본 유역은 남한강의 제 1지류인 섬강의 횡성댐 상류에 위치하고 있는 지방2급 하천인 계천유역으로서, 계천(소군교)과 유동천(농거리교)이 합류하는 부채꼴 형상의 유역으로 구성되어 있으며 표 1과 같은 지형 특성을 가지고 있다. 이 유역은 2000년 횡성댐이 건설되어 운영되기 시작한 시점으로부터 매일수위국을

- 1 한국건설기술연구원 수자원환경연구부 연구원
- 2 상지대학교 이공과대학 건설시스템공학과 부교수
- 3 상지대학교 이공과대학 건설시스템공학과 전임강사
- 4 상지대학교 이공과대학 건설시스템공학과 석사과정

기점으로 하여 수문관측을 실시하고 있으며, 그림 1에서와 같이 2002년 3월부터는 매일수위국 상류에 위치한 농거리교 및 소군교지점에 수위계를 설치함으로써 세분화된 수문관측을 실시하고 있다.

표 1. 섬강유역의 유역별 지형 특성

	유역면적 A=km ²	유로연장 L=km	유역평균폭 A/L=km	형상계수 A/L ²	유역평균경사 %	유로경사 %
농거리교	76.06	18.81	4.03	0.21	6.87	1.80
소군교	80.26	14.39	5.58	0.39	6.79	3.47
매 일	164.72	22.41	7.35	0.33	5.97	1.10

3. 유역특성인자 추출

WMS 모형은 미 육군공병단(U.S. Army Corps of Engineers)과 Brigham Young University의 공학컴퓨터 그래픽 실험실에 의해 개발되었으며, 수문모델링을 위한 포괄적인 그래픽 사용자 환경인 GUI를 제공해 주는 프로그램이다. 유출모형에 사용되는 유역특성인자들은 유역내에서 공간적 변화를 구분하지 않고 하나의 대표값으로 입력한다. 모형에 있어 필요한 공간자료로는 유역경계, 하천망, 지형특성인자 등이 있으며 이는 1:25,000 수치지도(DXF file)를 이용하여 제작된 DEM(60m격자)을 가지고 유역특성인자를 얻을 수가 있다.

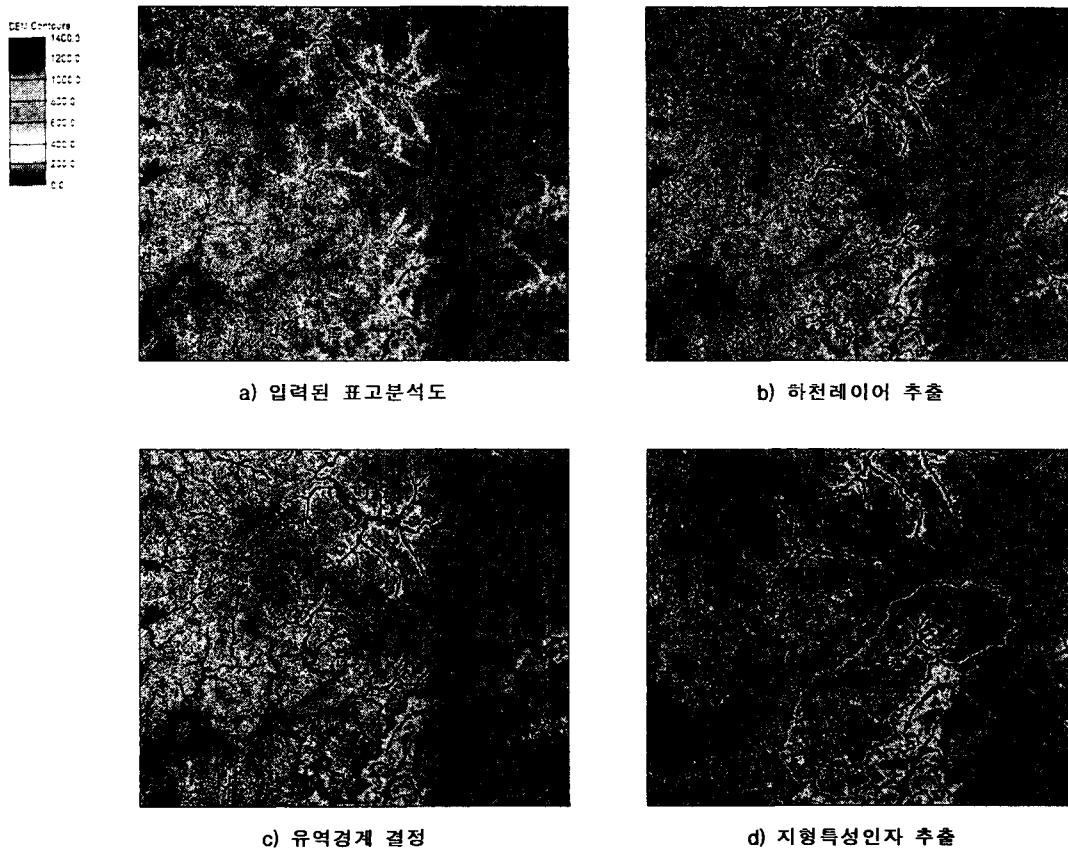


그림 2. 유역특성인자 분석과정

DEM을 통한 유역분석과정은 유출해석에 필요한 기본적인 지형학적 특성인자를 추출하는 과정으로서 그리드 해석 방법을 적용하였으며 DEM을 분석하는 방법은 그림 2와 같이 일련의 순서에 의하여 유역특성인자값이 결정된다.

3. 강우-유출해석의 적용 및 분석

유출해석은 일반적으로 SCS 방법을 이용하여 분석한다. SCS 방법은 유역의 매개변수로 지체시간을 가지고 유출해석을 함으로 유역특성인자 계산이 간단한 편이나, 본 연구에서는 유역에 대한 강우-유출해석을 SCS 방법 뿐만 아니라 Snyder 방법과 Clark 방법으로 유출해석을 실시하여 유역에 대한 해석 방법의 적합성을 검토하였다.

강우-유출자료는 사상별 강우-유출 자료로서 가능한 짧은 시간 간격의 홍수 수문자료이어야 수문 관측 유역의 유출응답을 충분히 검토할 수 있다. 본 논문의 강우사상은 2002년 2개의 수위국(농거리교, 소군교)지점의 신설로 2002년 강우-유출 수문자료를 가지고 단순호우사상(4.29 09:00~4.30 17:00)을 선택하여 강우-유출모의를 수행하였다.

표 2는 유역별 침투시간과 침투유량을 각 방법별로 정리한 것으로 전체유역을 포함하는 매일수위국지점과 농거리교, 소군교지점과의 유출지점이 근접하게 위치되어 있어 강우가 시작된 시점으로부터 침투시간은 실측치와 비교하여 26~28시간의 근사적인 분포를 보이고 있다.

표 2. 유역별 유출해석 결과

유역명	침투유량 Q_p (cms)					침투시간 t_p (hr)				
	실측	SCS	Snyder	Clark (Kirpich)	Clark (Kerby)	실측	SCS	Snyder	Clark (Kirpich)	Clark (Kerby)
농거리교	40.7	42.5	40.8	40.3	41.2	27	28	28	28	26
소군교	23.9	27.6	24.5	27.6	27.6	28	29	29	28	29
매일수위국	101.4	99.8	100.1	96.8	97.9	27	27	26	27	27

표 3은 유출해석방법에 따른 평균제곱근오차 및 결정계수, 침투유량의 오차율을 정리한 것으로서 결정계수 값은 전체적으로 높은 분산의 비율을 보이고 있다. 그러나 이러한 회귀분석은 WMS에서 제공하는 경험식을 바탕으로 계산되어진 결과이고 실제 수문자료 관측기간이 짧기 때문에 이번 회귀 분석에서는 다소 차이가 많이 발생하고 있다고 볼 수 있다.

4. 결 론

본 연구는 유출량을 추정함에 있어 사용되는 매개변수들 중에서 중요요소인 지형특성의 경우 신뢰성이 높은 정보를 얻을 수 있는 GIS 기법을 이용하고, GIS와 수문모델링이 연계되어 있는 WMS 모형을 이용하여 강우-유출해석을 여러 가지 합성단위도법으로 모의하였으며, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) GIS 기반 하에 유역의 특성인자를 추출함에 있어 기존 방법과는 달리 수치지도를 이용함으로써 신뢰성 측면이나 시간적인 면에서 많은 향상을 가져올 수 있었으며, 추출된 데이터들은 대상유역과 연계됨으로써 유출모형에 쉽게 접근 가능하고 표현에 있어 다양한 기법들이 가능함을 알 수 있었다.

표 3. 해석방법별 회귀분석결과

지점명	Method	RMSE (cms)	R ²	침투유량오차율
농거리교	SCS	5.531	0.8088	1.044
	Snyder	5.628	0.7881	1.002
	Clark(Kirpich)	5.849	0.7670	0.990
	Clark(Kerby)	6.523	0.7199	1.012
소군교	SCS	2.089	0.9344	1.155
	Snyder	1.445	0.9618	1.025
	Clark(Kirpich)	2.219	0.9254	1.155
	Clark(Kerby)	2.106	0.9326	1.155
매일수위국	SCS	9.961	0.8837	0.984
	Snyder	12.05	0.8268	0.987
	Clark(Kirpich)	8.771	0.9048	0.955
	Clark(Kerby)	9.474	0.8923	0.965

(2) 강우-유출모의를 한 결과 침투시간 및 침투유량은 실측치와 가깝게 나타나고 있으나, 실측치보다 모의에 의한 유역의 반응이 빠르게 응답하고 있음을 알 수 있었다. 또한 한 유역내에서 이루어지는 유출은 분할된 특정 유역에 의한 유출이 전체 유출에 영향을 끼치고 있음을 알 수 있었다.

실측자료에 대한 모의 및 검증은 위해서는 오랫동안 관측된 양질의 수문데이터가 필요하며, CN값 산정에 있어 토지이용도 및 토양도에 대한 격자망의 구축이 이루어져야 보다 신뢰성 있는 유출해석이 이루어질 것이다.

5. 참고문헌

- 강원도 (2000). **계천하천정비 기본계획**.
- 김성준 (2001). "분포형 수문·수질 모델링의 최근 동향과 활용 방안.", **한국수자원학회논문집**, 제34권, 제6호, pp.33~45.
- 박종권(1987). "지형인자를 고려한 하천유출량 산정에 관한 연구.", **영남대학교 석사학위 논문**.
- 신사철 (1996). "분포형 강우-유출모형에 의한 유출 해석.", **한국수자원학회논문집**, 제29권, 제6호, pp.131~139.
- 정성원, 문장원 (2001). "국내 수문특성에 적합한 합성단위도의 개발.", **한국수자원학회논문집**, 제34권, 제6호, pp.627~640.
- 한국수자원공사 황성권건설단 (2001). **2001 황성댐일원 하천유량측정등 수문기초조사보고서**.
- 한국수자원학회 (2002). **제10회 수공학 워크샵 교재**.