

# 분포형 수문매개변수 산정을 위한 GIS의 활용

## - 금강상류유역을 중심으로 -

정승권\* 정동양\*\*

### 요 지

강우시 유역 내에서 발생하는 수문특성을 구명하고자 하는 연구는 지속적으로 진행되고 있다. 특히 최근 몇 년간 집중호우로 인한 홍수피해가 매우 심각한 수준으로 발생하였고, 이에 지방 소하천을 포함한 전국의 하천정비사업이 새로운 설계홍수빈도를 토대로 진행되고 있다. 우리나라의 강우특성은 여름철에 편중되는 특성을 지니고 있어 홍수시의 홍수방어 대책 등 치수에 많은 어려움이 있는 것이 현실이다.

집중호우로 인한 피해는 전 세계적인 문제로 제기되고 있으며, 이에 강우-유출 관계를 규명하고자 하는 노력이 지속적으로 이루어지고 있다. 강우-유출과정은 시간적, 공간적 다변성을 지닌 수문학적 인자에 의해 좌우되기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위해 다년간의 강우-유출 자료를 바탕으로 알고리즘을 생성하고, 이를 바탕으로 정확한 모의가 가능한 수문 모형 및 시스템들을 개발하는데 노력을 기울이고 있다(심순보 등, 1998, 신사철 등, 2002).

그러나 이러한 모형들은 많은 매개변수와 다양한 정보들을 필요로 하게 되어 이들을 처리하는데 많은 어려움이 따른다. 따라서 최근에는 GIS(Geographical Information System)를 활용하여 유역과 분수계를 결정하고 하천형태학적인 특성인자를 추출하는 자동화된 유역정보 추출기술 개발에 대한 관심이 집중되고 있다(Bhaskar, 1992, Francisco, 1996, Yeon, 1999).

이에 본 연구에서는 GIS기법을 이용하여 지형자료로부터 하천연장, 배수면적, 지체시간, 도달시간 등 유역내의 분포형 수문매개변수를 추출하였고 추출된 매개변수를 통해 강우-유출식을 적용하여 분포형 유출량을 산정하는데 활용하고자 한다.

### 1. 서 론

특히 최근 몇 년간 집중호우로 인한 홍수피해가 매우 심각한 수준으로 발생하였고, 집중호우로 인한 피해는 전 세계적인 문제로까지 제기되고 있다. 이에 강우-유출 관계를 규명하고자 하는 노력이 지속적으로 이루어지고 있는 현 실정에서 시간적, 공간적 다변성을 지닌 수문학적 인자에 의해 좌우되는 강우-유출과정에 대한 해석을 위해서는 다년간의 강우-유출 자료를 바탕으로 알고리즘을 생성하고, 이를 바탕으로 정확한 모의가 가능한 수문 모형 및 시스템들을 개발하는데 노력을 기울여야 한다(심순보 등, 1998, 신사철 등, 2002).

따라서 본 연구에서는 GIS기법을 이용하여 지형자료로부터 하천연장, 배수면적, 지체시간, 도달시간 등 유역내의 분포형 수문매개변수를 산정하고 이를 수문관계식에 적용함으로써 시간적, 공간적 다변성을 지닌 강우유출에 대한 해석을 하고자 하였다. 이를 위해 수치고도자료인 DEM 자료와 흐름특성분석 알고리즘을 가진 TOPAZ 프로그램을 이용하여 금강상류유역에 대한 분포형 수문매개변수를 산정하였으며, 수문관계식 적용으로 중안(中安)식의 매개변수를 산정하였다.

\* (주)웹솔루션스 엔지니어링사업부 수자원팀 대리·공학석사·02-887-7963  
\*\* 한국교원대학교 기술교육과 교수·공학박사·043-230-3750

## 2. 수문자료분석

### 2.1 대상유역

본 연구에서는 금강상류로 유입되는 총 12개 지천에 대한 소유역을 대상유역으로 하였으며, 소유역의 구성은 그림 1과 같이 8개의 소유역으로 구분하였다.

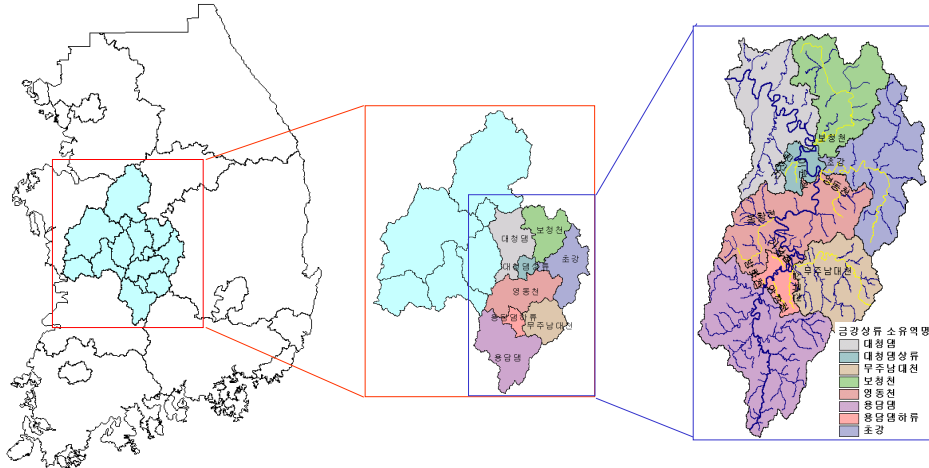


그림 1. 대상유역

### 2.2 강우자료분석

본 연구에서는 대상유역내의 강우관측소에서 기록한 과거 12년(1989년-2000년) 기후자료 평년값을 이용하여 기후자료를 생성, 적용하였다(건설교통부, 2001). 대상유역내에 위치한 31개의 강우 관측소를 바탕으로 평균 강우량을 산정하기 위해 작성한 Thiessen망(그림 2)을 보여주고 있다.

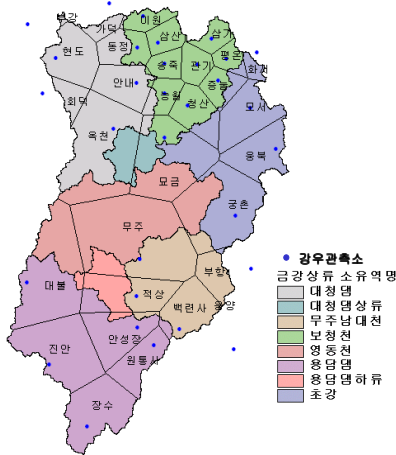


그림 2. Thiessen 망

표 1. Thiessen 가중인자에 의한 소유역별 평균 강우량(mm)

소유역명	해당 강우관측소	갈수기	평수기	홍수기
용담댐	백련사 등 7곳	25.61	62.66	219.93
용담댐하류	무주 등 4곳	14.07	27.71	136.78
무주남대천	공촌 등 7곳	16.73	33.50	158.24
영동천	대불 등 5곳	16.36	32.11	153.68
초강	웅북 등 9곳	15.55	31.41	147.44
대청댐상류	묘금, 옥천	14.08	32.65	160.57
보청천	관기 등 13곳	16.45	36.80	165.35

작성된 Thiessen망 정보는 표 1과 같으며, 산정된 유역지배면적을 바탕으로 분기별 평균 강우량을 산정하였다. 갈수기, 평수기, 홍수기의 평균강우량 자료는 최근 12년간의 월별 강우량 자료를 해당 시기별로 산술, 평균한 값이다. 여기서 갈수기는 11월~2월, 평수기는 3월~5월, 10월, 홍수기는 6월~9월로 정하였다.

### 2.3 유효수량분석

본 연구에서는 유효수량 산정을 위해 NRCS 방법을 이용하였다. 먼저 최대잠재보유수량 산정 매개변수인 CN값을 결정하기 위하여 그림 3, 4와 같이 대상구역의 토지피복도 및 토양형태도를 구축하였고, NRCS에서 규정한 토지이용계수와 토양형에 따라 그림 5와 같이 CN값을 산정하였다. CN값 산정에 적용된 매개변수는 표 2와 같다. CN값을 통해 산정된 구역의 최대잠재보유수량은 그림 7과 같다.

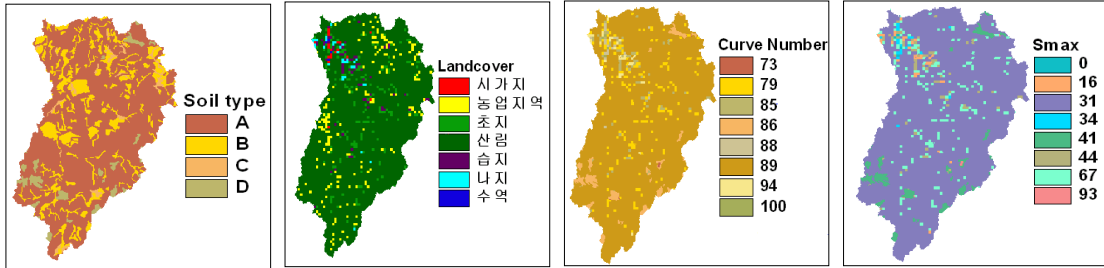


그림 3. 토양도      그림 4. 토양도      그림 5. NRCS CN      그림 6. 최대잠재보유수량

표 2. NRCS Curve Number

Landuse	Soil Type			
	A	B	C	D
수역	100	100	100	100
산림	36	60	73	79
시가지	72	79	85	88
농업지역	63	74	82	85
나지	77	86	91	94
습지	68	79	86	89

그림 6에서 산정된 최대잠재보유수량을 바탕으로 각 소유역별 갈수기, 평수기, 홍수기시의 평균 강우량을 적용한 결과 그림 7 ~ 그림 9와 같이 각 분기별 유효수량을 산정하였다.

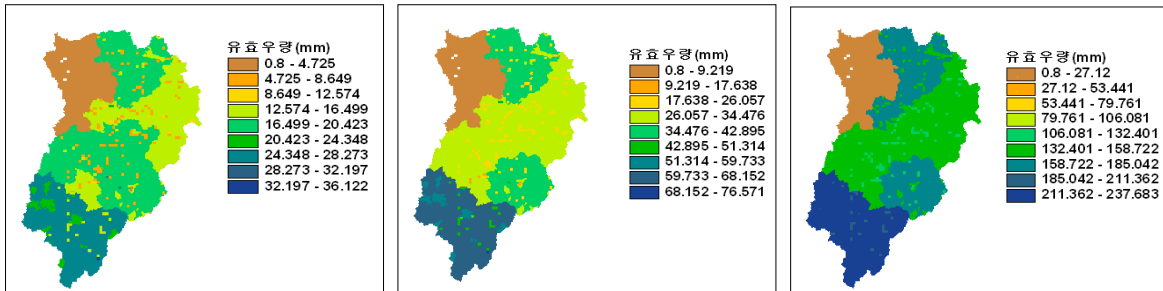


그림 7. 갈수기의 유효수량      그림 8. 평수기의 유효수량      그림 9. 홍수기의 유효수량

### 3. 분포형 수문매개변수 산정

본 연구에서는 유역내의 흐름특성을 분석을 통해 분포형 수문매개변수를 산정하고자 하였다. 이를 위해 TOPAZ 프로그램을 이용하였으며 그림 10의 DEM 자료를 이용하여 그림 11과 같이 각 소유역별 하천망 및 유역경계를 구축하였으며, 또한 각 격자에서 유역출구점까지의 거리와 각 격자점에서 하천출구까지 유출되는 배수면적을 각각 그림 12, 그림 13과 같이 산정하였다. 이러한 자료들은 향후 유출량 산정을 위한 수문관계식의 기초자료로 활용된다.

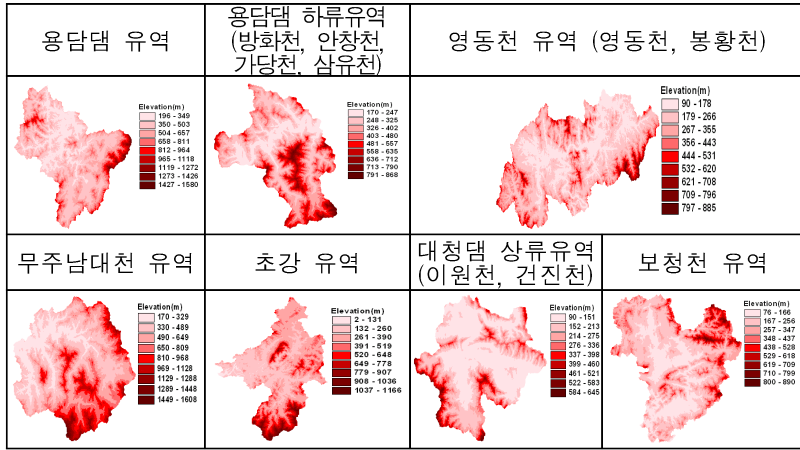


그림 10. 금강상류 소유역의 DEM

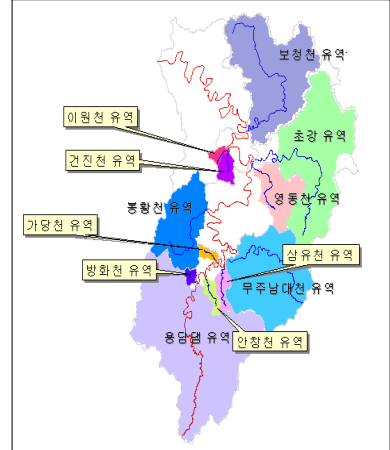


그림 11. 소유역별 하천망 및 유역경계

### 3.1 흐름특성분석

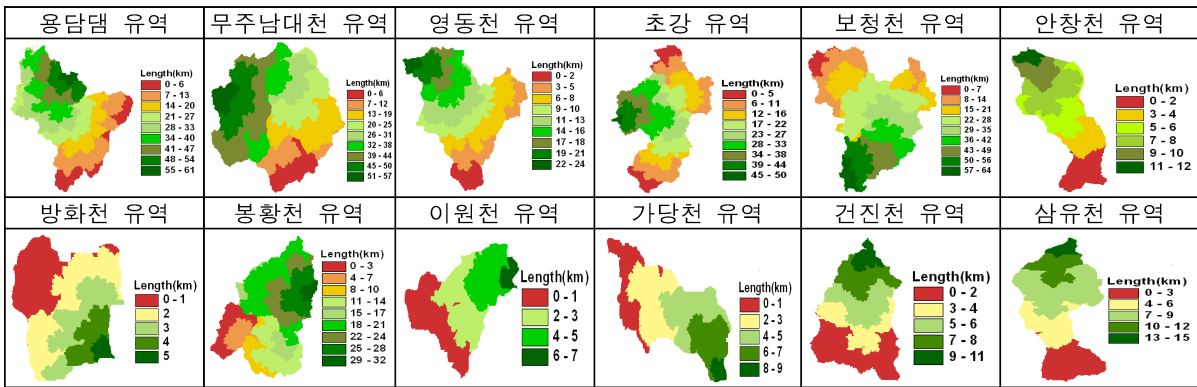


그림 12. 소유역별 유역 출구점까지의 하천길이

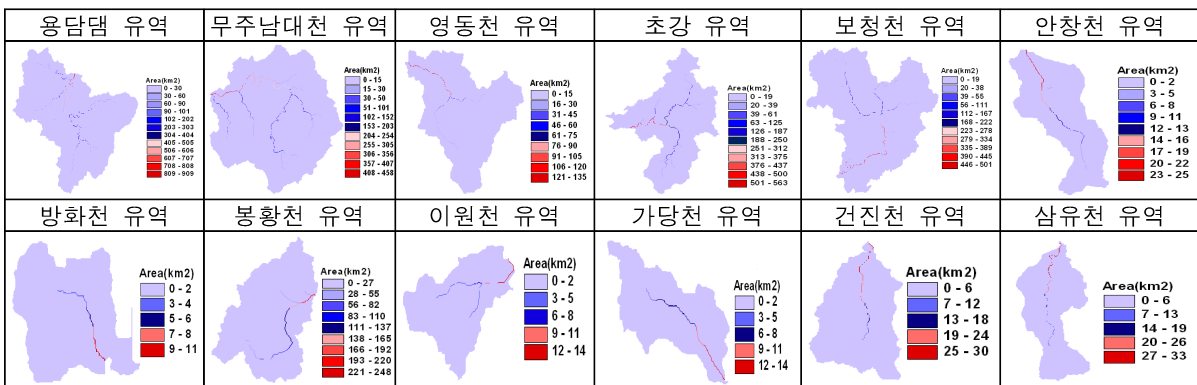


그림 13. 소유역별 유역 출구점까지의 배수면적

### 3.2 관계식으로의 적용

식 (1)에서 나타낸 바와 같이 중안(中安)식은 유효우량과 도달시간 등의 매개변수를 통해 유역발생 침투 유량을 산정하게 된다. 본 연구에서는 DEM자료를 통해 분석한 각 소유역별 공간분포형 배수면적과 하천길이 자료를 식 (2)~(5)에 적용하여 그림 14와 같이 호우시점부터 침투유량 발생까지 걸리는 시간  $t_p$ 와 그림

15의 침투유량 감소시간  $t_k$ 를 산정하였다.

$$Q_p = \frac{0.2778R_0A}{0.3t_p + t_k} \quad (1)$$

여기서,  $R_0$  : 유효우량(mm),  $A$  : 유역면적(km<sup>2</sup>),  $t_p$  : 호우시점부터 침투유량 발생까지 걸리는 시간(hr),  
 $t_k$  : 침투유량 감소시간(hr)

$$(5) \quad t_p = 0.8t_r + t_g \quad (2) \quad L < 15\text{km}, \quad t_g = 0.21L^{0.7} \quad (3) \quad L > 15\text{km}, \quad t_g = 0.4 + 0.058L \quad (4) \quad t_k = 0.47(AL)^{0.25}$$

여기서,  $t_r$  : 강우지속시간(hr),  $t_g$  : 지체시간(hr)

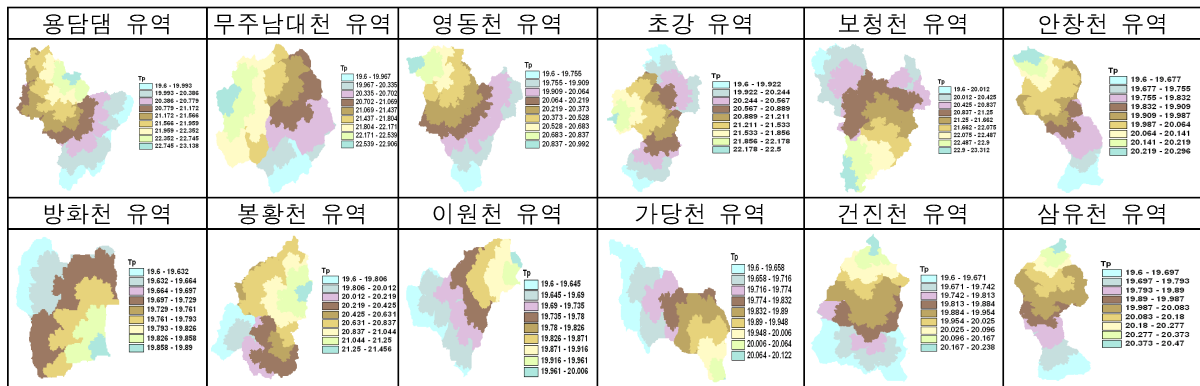


그림 14. 중안식의  $t_p$

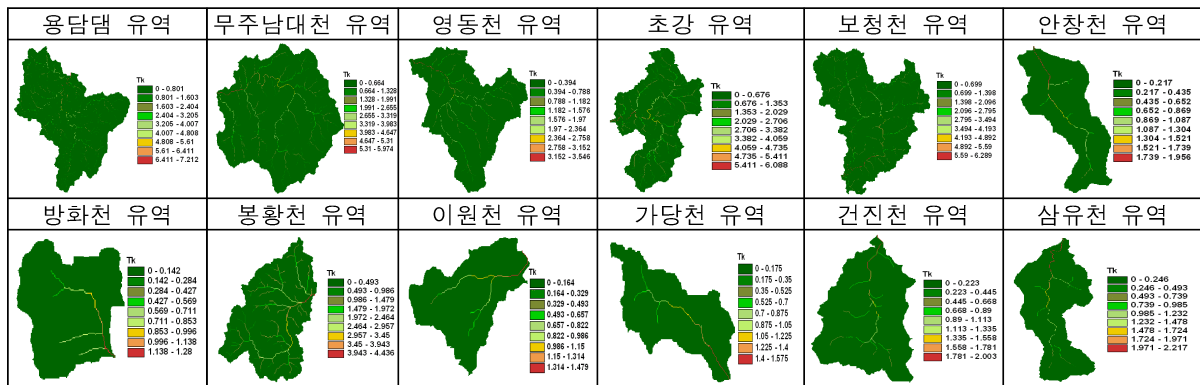


그림 15. 중안식의  $t_k$

#### 4. 고찰 및 결론

최근 수문 및 수질분야에 있어서 하천관리뿐만 아니라 유역관리의 중요성이 대두되고 있는 것이 현실이다. 이에 발맞추어 유역에서 발생하는 유출에 대한 분석이 하천내의 일부 지점에서만 국한되는 것이 아니라 유역전체에서의 발생 현황을 분석하고 강우발생시 모니터링 할 수 있는 체계가 갖추어져야 할 것이다. 본 연구는 이를 위한 단계중의 하나로 유역에서 발생하는 유출을 1차원이 아닌 2차원으로 분석하는데 초점을 두었으며, 이를 위해 공간자료를 활용하여 각 격자별 하천길이, 배수면적 등 추출가능한 매개변수를 추출하고, 이를 수문관계식의 매개변수로 활용할 수 있도록 변환하는 과정까지 적용하였다. 이러한 결과를 토대로 적정 수문관계식을 찾아내고 관계식 적용에 있어 수학적인 타당성을 검토하여 활용한다면 구축된 공간자료로부터 강우사상에 따른 유출현황을 수치값과 더불어 그림과 같은 2차원적인 표현을 구현할 수 있는 자료들을 획득할 수 있을 것이다. 더 나아가 오염부하발생 현황을 모의하는 등의 연구를 통해 오염부하저감시설 설치에 관한 적정지점의 선정 등의 정책사안에도 필요한 자료를 제공할 수 있을 것으로 사료된다.