

# GIS 기반의 유출모형 입력데이터 작성에 관한 연구

○정인주\*, 박상주\*\*, 김상용\*\*\*

## 요지

홍수량을 산정하기 위한 강우-유출모형을 수행하기 위해서는 지형데이터 및 수문인자를 통하여 입력데이터를 구축하는데 많은 시간이 소요된다. 특히 강우-유출모형의 입력데이터의 구축에 대해서는 자료의 축적이 불가피하기 때문에 각각의 대상유역에 대한 홍수량은 주관성을 띄고 있어서 비교 검토가 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 지리정보체계(Geographic Information System, GIS)를 이용하여 각각의 대상유역의 홍수량을 객관화시킴으로써 모의 결과에 따른 값을 비교 검토하고 자료를 축적하여 하천유역관리를 수행하는데 도움을 주고자 하는 것을 연구목적으로 하고 있다. 본 연구에서는 Clark, Nakayasu, SCS, Nash 모형에 대하여 수치지도를 이용한 입력데이터를 자동으로 생성하여 반복적인 모의를 수행함과 동시에 입력데이터를 수치지도에 저장함으로써 자료를 축적할 수 있으며 향후 각각의 하천유역을 관리하는데 통합할 수 있는 방안을 제시할 수 있었다.

## 1. 서론

강우-유출모형을 통한 홍수량 산정은 최근 집중호우 및 태풍의 피해가 늘어남에 따라 필요성이 증가하고 있다. 이에 따라 강우-유출모형을 수행하는데 신속성과 정확도를 향상시킬 필요가 있으며 각각의 유역에 대한 홍수량 및 수문지형인자의 자료를 축적하여 객관적이고 효율적인 하천유역의 통합관리가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 국내의 기술에 의하여 수치지도(Digital Map)상에 공간데이터와 속성데이터를 입력하여 이를 입력데이터로써 강우-유출모형과 연계하여 일련의 시스템에서 홍수량을 산정할 수 있도록 하였다. 이는 대상유역에 대한 강우-유출모형을 수행할 경우 반복모의를 쉽게 할 수 있도록 하였으며 수치지도의 입력데이터가 존재하는 유역에 대해서 강우사상에 따른 각각의 유출모의를 수행함으로써 서로 비교 분석할 수 있도록 하였다. 이에 따라 대상유역에 대한 홍수량을 산정할 경우 객관화시킴으로써 각각의 유역특성에 맞는 유출모의를 수행하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

## 2. 연구방법

여러 호우사상에 대하여 수문해석을 위한 기초자료를 수집 및 구축하여 수치지도 중첩시스템을 개발하여 유출곡선지수(CN)를 산정한 후 강우-유출모형과 연계시킴으로써 홍수량을 산정할 수 있다. 먼저 설마천 검정유역의 토양도, 토지이용도 및 수치지형도를 수집하여 하천유역도 및 등시간도와 하천의 종단표고를 수치지도상에 입력하였다. 토양도, 토지이용도는 하천유역도에 의하여 중첩되어 CN을 산정하고 이는 속성자료로 입력된 확률강우량에 의하여 유효강우량을 산정하게 된다. 본 연구에서는 이를 수치지도중첩시스템이라 하였으며 소유역(분수계)에 따른 토양도와 토지이용도를 Layer별로 중첩한 후 공간데이터와 속성데이터를 분석하여 AMC-II조건과 AMC-III조건의 비에 대한 CN을 산정하여 유출량산정시스템의 입력데이터를 생성한다.

등시간도에 따른 하천의 종단표고는 강우-유출모형의 입력데이터가 되어 각각의 유출모형에 의하여 유출모의를 수행하게 되고 시스템 및 파일을 통하여 결과 값을 확인할 수 있다. 본 연구에서는 이를 홍수량산정시스템이라 명명하였으며, 홍수량산정시스템은 수치지도에 필요한 속성정보를 입력한 후 공간데이터와 연계시켜 분석하여 유출모형의 입력데이터를 자동으로 구축하며, 이는 MFC(Microsoft Foundation Class)로 구축된 시스템과 연계한 후 유출모형을 수행한다. 유출량산정시스템은 Clark, SCS, Nakayasu, Nash모형을 수치지도와 연계하여 MFC에 의하여 구축하였으며 침수분석시스템과 연계되어 유입량에 따른 침수의 영향을 분석할 수 있는

---

\* (주)친진엔지니어링 수환경 연구부, 공학박사  
\*\* (주)친진엔지니어링 토목환경사업부, 공학박사  
\*\*\* 부경대학교 건설공학부 교수, 공학박사

일련의 홍수재해관리시스템까지 발전하여 자연재해에 따른 인명 및 재산피해를 줄이는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

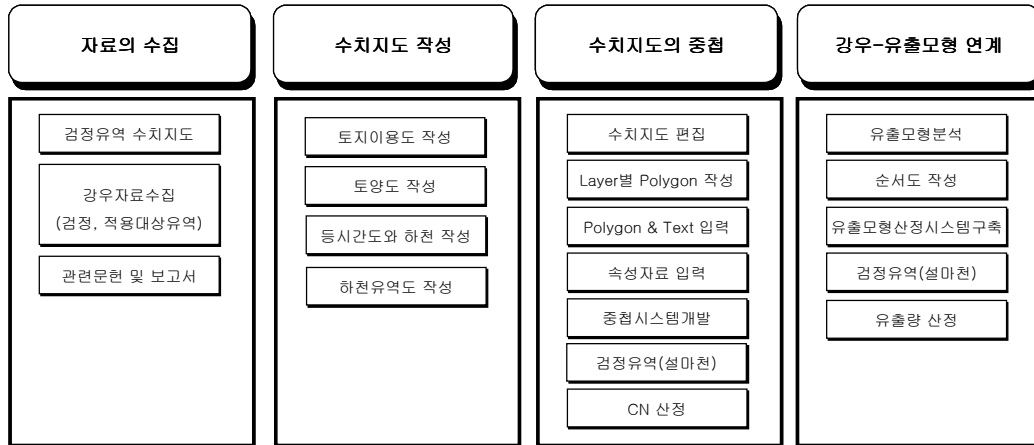


그림 1 연구방법

### 3. 검정 및 고찰

검정유역은 한국건설기술연구원에서 시험유역으로 관리하고 있는 설마천유역의 강우량자료와 유출량자료를 이용하였다. 설마천 유역은 그림 2와 같으며 임진강 하구에서 약 46 km 상류인 경기도 파주시 적성면에 위치하고 있다. 설마천은 임진강 제 1지류이고 유로연장 11.3 km, 유역면적 18.5 km<sup>2</sup>인 수지상 형태를 가지고 있다.

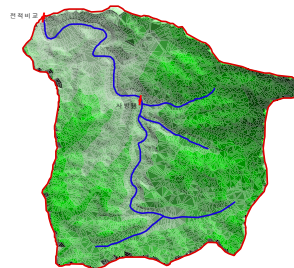


그림 2 검정유역도

검정유역의 지질학적 형상은 작은 절리가 많이 발달되어 있고, 엽리의 절리로 작용하는 지질구조상 초기 강우시에는 하천의 수위에 큰 변화를 보이지 않다가 파쇄대를 채우고 난 이후에 하천의 수위가 급격히 증가하는 양상을 보인다. 검정유역으로 선정된 설마천유역의 강우-유출자료는 2001년 검정유역의 운영 및 수문특성 조사·연구에 수록된 자료를 채택하여 사용하였으며 표 1과 같다.

표 1 검정유역의 강우-유출자료

구분	기간	강우량 (mm)	침투시간 (hr)	침투유량 (m <sup>3</sup> /sec)
전적비교	98.08.05(16:10) ~98.08.06(09:20)	225	1998.08.06 5:30:00 AM	39.996
사방댐	98.08.05(16:10) ~98.08.06(09:20)	152.5		
평균면적우량	98.08.05(16:10) ~98.08.06(09:20)	187.82		

검정유역에 대한 CN과 유출모형을 수행하기 위해서 입력데이터는 그림 3, 4, 5와 같이 캐드파일(\*.dxf)로 저장되어 유출모형의 객관성 및 자료의 축적이 가능할 수 있도록 하였다. 토양도 및 토지이용도 등의 자료는 한 개의 파일에 입력되어 있으며 레이어(Layer)로 구분되어 있다.

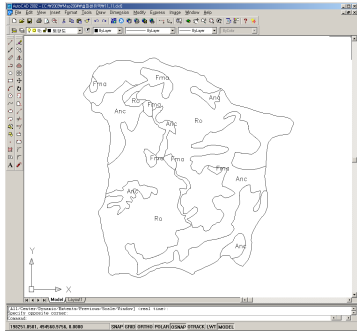


그림 3 토양도의 작성

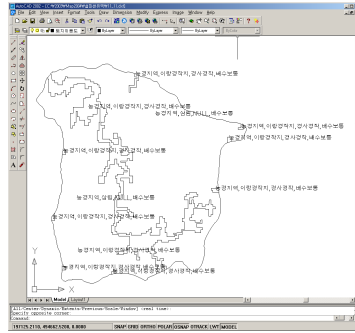


그림 4 토지이용도의 작성

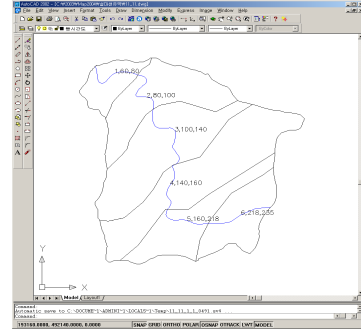


그림 5 하천 자료의 입력

각각의 모형을 홍수재해관리시스템에 의하여 검정유역에서 관측된 자료에 대하여 유출량을 산정할 수 있었으며 Nash 모형의 경우  $n$ ,  $K$  는 각각 1.1, 1.1로 결정할 수 있었다. 홍수재해관리시스템에 의하여 유출량을 산정한 결과 Clark모형은  $39.23 \text{ m}^3/\text{s}$ 로 1.9%의 오차를 나타냈으며 SCS 모형은  $37.97 \text{ m}^3/\text{s}$ 로 5.0%의 오차를 나타내었다. 또한 Nakayasu모형은  $41.06 \text{ m}^3/\text{s}$ 로 2.6%의 오차를 나타냈으며 Nash모형은  $39.11 \text{ m}^3/\text{s}$ 로 2.2%의 오차로 각 모형별 관측값과 1.9~5.0%의 오차율로서 95% 이상의 신뢰성을 확보할 수 있었다. 그림 6은 관측치와 각각의 모형에 의한 결과 값을 나타내고 있다.

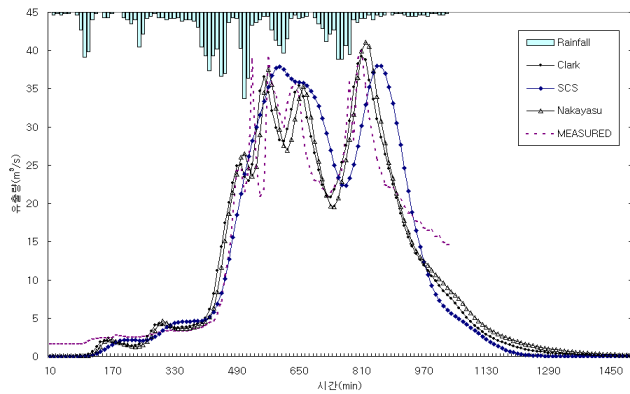


그림 6 유출모형의 검정

#### 4. GIS기반의 시스템의 개발

본 연구의 시스템은 풀다운 메뉴와 아이콘 메뉴로 구성되어 있으며 Event 방식을 사용하였다. 초기화면은 수문지형인자를 추출하기 위하여 dxf 파일을 제어할 수 있는 부분과 화면출력, 종이출력 부분으로 크게 구분된다. 그림 7과 같이 화면출력은 검은색의 창에서 공간데이터를 화면에 출력을 하고, 이러한 공간데이터를 제어하기 위하여 레이어 선택 부분의 선택박스(check box)를 두었으며, CN산정 부분에는 윤태훈(1990)이 제안한 방법(AMCII : AMCIII = 3 : 7)을 고려하였다.

##### 4.1 수치지도중첩시스템

그림 7의 실행을 클릭하게 되면 수치지도의 공간데이터와 속성데이터에 의하여 CN을 자동으로 산정할 수 있다. 그 결과는 화면과 파일의 두 가지 방법으로 출력되며 화면출력은 그림 7의 아랫부분 CN결과에서 나타

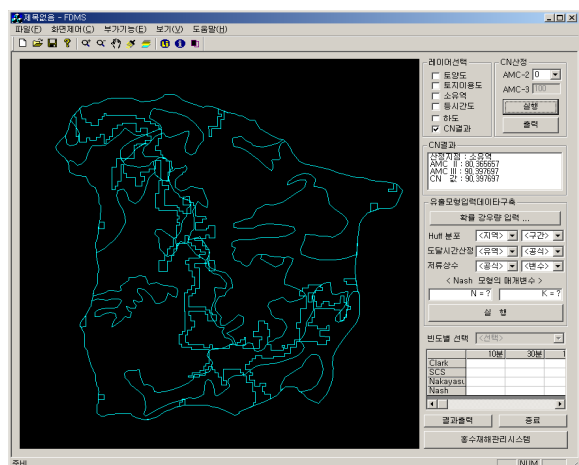


그림 7 CN(AMC-III)

나며, 파일출력은 cnout.dat 파일로 생성되며 그림 8과 같이 토지이용별 면적별 CN값을 확인할 수 있다.

#### 4.2 유출량산정시스템

유출량산정시스템은 그림 7과 같이 유출모형입력데이터 구축부분과 유출모형 실행부분, 출력부분으로 구분된다. 유출모형입력데이터 부분에서는 확률강우량 입력 및 유출모형을 수행하기 위한 조건들을 선택할 수 있도록 구축하였다. 강우의 시간적 분포는 지역적 설계강우의 시간적 분포에 의한 Huff 분포를 지역별로 이용하였으며 저류상수의 값은 Clark, Linsley, 경험식에 의해 산정하였으며, 이들 값 중 선언하지 않은 값이 존재할 경우에는 에러 메시지를 화면에 나타내어 누락된 값을 입력할 수 있도록 함으로써 유출모형을 수행하는데 에러를 미리 예방할 수 있도록 시스템을 구축하였다.

그림 9는 확률강우량 입력 및 수정을 할 수 있는 창(Form)이다. 표 1의 확률강우량 값은 확률강우량 입력창에 의하여 rainfall.dat 파일에 수정 및 저장되어 이를 입력(input) 값으로 하여 유출모형을 수행하게 된다.

유출량산정시스템의 각각(Clark, SCS, Nakayasu, Nash)의 모형에 대한 결과는 output.dat 파일에 빈도별 지속시간별 최대 값을 저장하며 그림 7과 같이 그리드박스(grid box) 및 그림 11과 같은 파일에 의하여 표현할 수 있다. 그러나 침수분석을 위한 시간별 유출량은 파일에 저장되지 않고 메모리에 저장되며 이를 불러와서 침수분석과 연계시켜 시간에 따른 침수분석을 수행할 수 있다. 또한 가상적인 펌프를 모의할 수 있도록 하였으며 펌프의 설계에도 도움을 줄 수 있다고 본다.

#### 5. 결론

본 연구는 적용대상유역의 유출량을 효율적으로 산정할 수 있는 GIS 기반의 시스템을 구축한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 첫째, 지리정보체계를 이용한 수치지도중첩시스템에 의하여 객관적인 수문지형인자를 추출할 수 있었고, 유출곡선지수(CN)를 신속하게 산정함으로써 입력 및 시간을 줄일 수 있었으며 유출모형을 지리정보체계와 연계하는데 큰 역할을 하였다. 둘째, 지리정보체계를 이용하여 유출모형을 수행함으로써 반복적인 수문해석을 가능하게 하였으며, 이로 인하여 적용대상유역에 대한 최적의 유출모의를 하는데 도움을 줄 수 있었다. 셋째, 향후 하천유역의 통합관리를 수행하는데 있어서 객관적인 관리를 위한 자료의 축적 및 효율성을 높이는데 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

#### 6. 참고문헌

정인주 (2003) 3차원 Virtual GIS를 이용한 도시하천관리시스템 구축, 부경대학교 대학원 토목공학과, 공학박사학위논문, pp. 1~109.  
 박상주 (2003) 지리정보체계를 이용한 홍수재해관리시스템 구축, 부경대학교 대학원 토목공학과, 공학박사학위논문, pp. 1~134.  
 G. Gambolati, P. T. M. Gonella (2002) GIS Simulations of the Inundation Risk in the Coastal Lowlands of the Northern Adriatic Sea, Journal of Mathematical and Computer Modelling, Vol. 35, pp. 963~972.

토지이용	면적	CN
농지	1,234,567	10
도시	2,345,678	20
산림	3,456,789	30
수역	4,567,890	40
기타	5,678,901	50

그림 8 CN의 결과

재현기간	10분	30분	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	18시간	24시간
강우량	20.30	40.40	54.80	81.90	103.10	145.30	191.20	206.90	219.90

그림 9 확률강우량 입력창

유출모형	10분	30분	1시간	2시간	3시간	6시간	12시간	18시간	24시간
Clark	1.41	25.15	41.88	65.35	71.62	69.68	53.21	48.81	35.41
SCS	1.77	32.78	53.60	80.88	85.23	80.88	65.19	52.28	40.18
Nakayasu	1.41	25.15	41.88	65.35	71.62	69.68	53.21	48.81	35.41
Nash	1.41	25.15	41.88	65.35	71.62	69.68	53.21	48.81	35.41

그림 10 유출모형별 유출량