

# WMS HEC-1을 이용한 안성천 유역의 경년 수문 변화 분석

Analysis of Hydrological Impact for Long-term Land Cover Change using WMS  
HEC-1 Model in Anseong-Cheon Watershed

\*박 근 애 · 김 성 준 (건국대)

\*Park, Geun-Ae · Kim, Seong-Joon

## Abstract

The purpose of this study is to evaluate the hydrological impact due to temporal land cover change urbanization of Anseong-cheon watershed (585.09km<sup>2</sup>). WMS (Watershed Modeling System) HEC-1 was adopted, and burned DEM with 200×200m resolution and soil map reclassified by hydrologic soil groups were prepared. Land cover for 1985, 1990, 1995 and 2000 were classified by maximum likelihood method, using Landsat MSS and TM imageries. Calibration and verification of HEC-1 were conducted using 4 storm events. Peak flow at Pyeong taek station increased 25.9m<sup>3</sup>/sec during the past 15 years due to paddy and forest decrease. Streamflow impact by just paddy area decrease and forest area decrease were also analysed keeping watershed CN values unchanged of the given year, respectively.

## I. 서론

인구 증가 및 산업화와 도시화 등으로 도시화 이전의 지표면이 갖고 있었던 보수 및 유수 기능이 현격하게 줄어들면서, 하천으로 유입되는 홍수 유출량이 이전보다 증대되고 유역 출구점까지 도달시간이 단축됨으로써 침투 유량이 증가하고 있다. 따라서, 도시화 진전에 따른 SCS CN의 증가는 더욱 많은 유출량을 초래하므로 유역 내에 집중호우가 내릴 경우를 대비하여 이에 대한 방안이 요구되고 있는 실정이다. 한편, 이러한 유출현상 분석을 위한 수문학자들의 연구수행결과 다양한 강우-유출 모형이 개발되었다. 기존의 강우-유출해석을 위한 자료의 구축에 지리정보시스템 (Geographic Information System; GIS)의 응용범위가 확대되면서 수자원분야에 있어서도 지리정보 시스템을 이용하여 효율적으로 수자원을 관리하기 위한 다양한 기술들이 개발되고 있다. 또한 원격 탐사(Remote Sensing; RS)의 발전으로 인하여 넓은 지역에 대한 자료구축을 빠른 시간안에 효율적으로 처리할 수 있게 되었고, 주기적 데이터 획득에 의한 정보갱신과 시계열 분석에 용이하다는 장점을 이용해 GIS 자료와 함께 입력자료로서의 사용이 많아지고 있다.

본 연구에서는 강우-유출 해석을 위해 WMS HEC-1 모형을 채택하였으며, 대상유역인 안성천 유역에 대한 HEC-1 모형의 적용성을 검토하기 위해 4개의 강우사상을 선정하여 모형의 민감도 분석, 보정 및 검증 등의 작업을 실시 하였다. 아울러, 이로 인한 연구결과를 근거로 하여 과거 15년간 토지피복변화에 따른 수문환경변화를 분석하고자 하였으며, 이를 위해 우선은 4개의 토지이용도 (1985, 1990, 1995, 2000)의 CN값에 따른 연별 유출변화를 해석하고자 하였으며, 이와 더불어, 논 및 산림 면적 변화에 따른 CN값을 AMC I · II · III 별로 계산하여 모형에 임의적으로 CN값을 입력하여 이에 의한 유출변화를 파악함으로써 논과 산림이 유출에 미치는 영향을 분석하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 2.1 강우-유출 모형

WMS는 수문모델링을 위한 포괄적인 그래픽 사용자 환경(graphic user environment)을 제공해

주는 프로그램이다. WMS는 강우-유출 모형 HEC-1, TR-20, 합리식 및 NFF에 대한 그래픽 사용자 인터페이스(GUI)를 제공한다. 또한 유역의 위상관계를 자동으로 나타내 주고 강우-유출 모형의 매개 변수를 산정하며, 결과 값 및 수문 곡선을 같은 환경 안에서 출력할 수 있다. 본 연구에서는 HEC-1을 사용하였으며 이것은 강수-유출 과정을 모의하는 단일사상유출 Model이다.

## 2.2 HEC-1 입력 자료

HEC-1모형의 매개변수를 결정하기 위해 필요한 입력지형자료는 DEM, 토지이용자료, 토양자료 등이며 또한, 강우 및 수위자료와 관측소 자료 등도 입력자료로써 필요하다. 모든 지형자료들은 30m격자를 200m로 resampling하여 사용하였고, DEM은 실제하천과 좀 더 유사하게 표현하기 위해 Agreeburn DEM을 사용하였다. 토지이용자료는 1990~2000년 Landsat TM 및 MSS영상자료로부터 구축된 토지피복도를 사용하였으며, 토양자료는 농촌진흥청의 1:50,000 개략토양도를 사용하였다. 한편, 본 연구에서는 강우사상을 선정하여 매개변수 보정 값을 구하고, 2개의 강우사상에 적용시켜 그 모형의 적용성을 평가하였다.

## 2.3 CN값 결정

본 연구에서는 논 면적에 따른 경년 수문변화분석을 위해 논외의 CN값과 논을 제외한 타토지 평균 CN값을 구하여 연별 논면적 변화에 따른 CN값을 계산하였다. 여기서 타토지 평균 CN값은 1985년의 토지피복도를 기준으로 산정한 후, 다른연도의 CN값 계산시 이 기준값을 사용하였다. 또한, 산림 면적에 따른 수문변화분석 또한 같은 방법을 사용하였다. 그 식들은 다음과 같으며 연별 논 및 산림 면적의 변화는 Table.1과 같고 아래 식에 의한 CN값과 AMC I · III에서의 CN값의 결과는 Table.1과 같다.

$$CN = \frac{(Paddy\ Area * Paddy\ CN) + (Another\ Class\ Area * Another\ Class\ Average\ CN)}{Total\ Area}$$

$$CN = \frac{(Forest\ Area * Forest\ CN) + (Another\ Class\ Area * Another\ Class\ Average\ CN)}{Total\ Area}$$

Table.1 Curve Number by paddy and forest area

Year	Paddy CN				Forest CN			
	1985	1990	1995	2000	1985	1990	1995	2000
AMC(I)	46.50	45.00	43.94	44.03	45.95	47.02	47.05	50.66
AMC(II)	63.59	62.27	61.35	61.43	63.04	64.00	64.02	67.25
AMC(III)	78.59	77.74	77.14	77.19	78.05	78.71	78.73	80.97

## III. 결과 및 고찰

### 3.1 모형의 적용

본 연구에서는 평택 강우·수위 자료를 바탕으로 하여 1997/6/30, 1998/7/10 강우로 모의를 한 결과는 Fig.1, Fig.2와 같다. 이러한 모의 결과를 바탕으로 보정된 매개변수들을 이용하여 강우사상 2000/7/19, 2001/8/7에 적용함으로써 그 모형의 적용성을 평가하였고, 그 결과는 Fig.3, Fig.4와 같다. 2개의 강우사상의 검증 결과를 살펴보면 Table.2과 같다.

Table.2 Result of Verification

Date	Peak Time(hr)		Peak Runoff(m <sup>3</sup> /s)	
	Observed	Simulated	Observed	Simulated
2000-07-19	103	103	710	657
2001-08-07	26	27	413	412.8

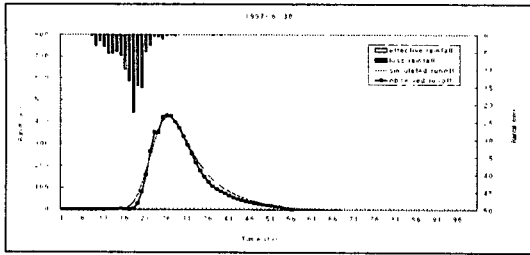


Fig.1 Calibration for 1997/6/30

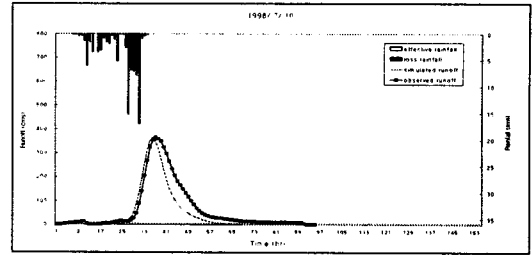


Fig.2 Calibration for 1998/7/10

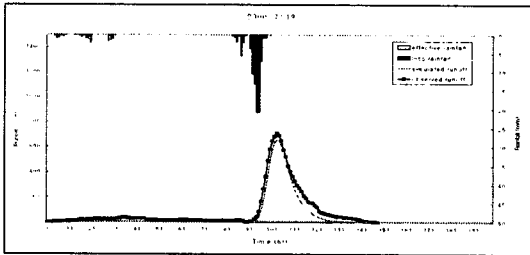


Fig.3 Verification for 2000/7/19

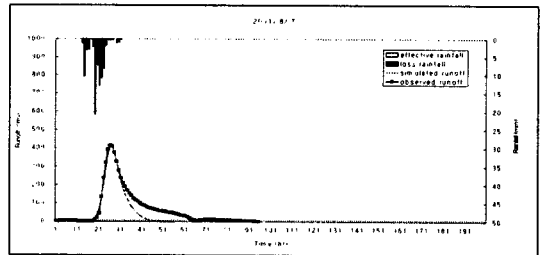


Fig.4 Verification for 2001/8/7

### 3.2 경년변화 분석

본 연구에서는 모형의 적용성 평가에 긍정적인 결과를 획득하여 HEC-1모형을 이용한 안성천 유역의 경년수문변화를 분석하였다. 15년간의 경년변화에 따른 수문변화의 결과는 Fig.5와 Table.4와 같다. 수문변화의 연별 CN값이나 침투유량의 최고값과 최저값의 차이는 각각 1, 25.9(m<sup>3</sup>/s)정도의 작은 변화를 보인다.

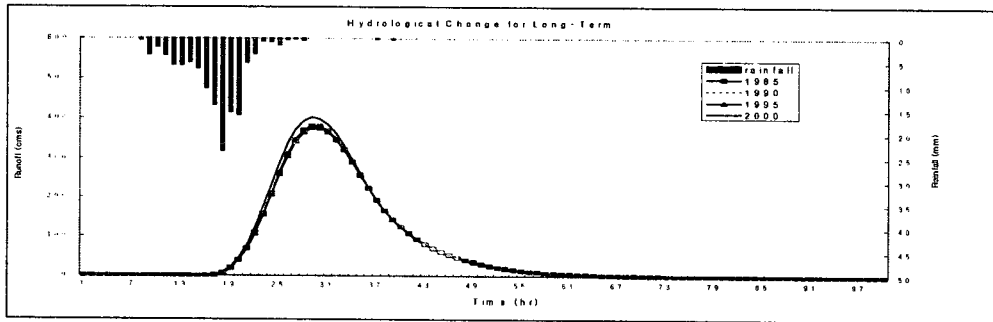


Fig.5 Hydrological Impact for Long-term by Land Cover Change

Table.3 Result of Hydrological Change

Date	CN	Peak Time(hr)	Peak Runoff(m <sup>3</sup> /s)
1985	64.1	29	380.3
1990	64.1	29	380.6
1995	63.9	29	375.9
2000	64.9	29	401.8

이와 더불어, 논 및 산림 면적에 따른 수문변화 분석을 실시하였으며 그 결과는 Fig.6, Fig.7과 같으며 그것을 수치로 정리한 것이 Table.4이다. 논은 해가 갈수록 CN값과 침투유량이 줄어들고

있고, 산림은 CN값과 침투유량이 늘어나고 있는 것을 볼 수 있다.

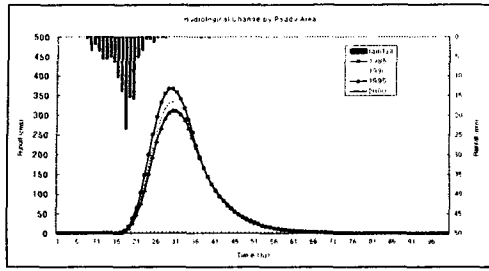


Fig.6 Hydrological Change by Paddy Area

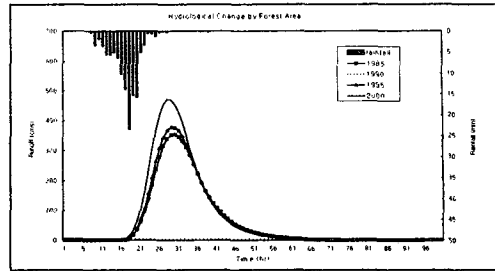


Fig.7 Hydrological Change by Forest Area

Table.4 Result of Hydrological Change by Paddy and Forest Area

Date	Paddy			Forest		
	CN	Peak Time(hr)	Peak Runoff(m <sup>3</sup> /s)	CN	Peak Time(hr)	Peak Runoff(m <sup>3</sup> /s)
1985	63.6	30	366.9	63.0	28	353.1
1990	62.3	30	334.1	64.0	29	378.2
1995	61.4	30	312.4	64.0	29	378.7
2000	61.4	30	314.2	67.3	30	471.1

#### IV. 결론

본 연구에서는 수문모형과 지형정보를 이용하여 강우-유출량 관계를 모의하였고, 이에 결정된 매개변수를 이용하여 HEC-1모형의 대상유역인 안성천유역의 적용성을 평가하였다. 그 결과는 긍정적인 것으로 분석됐으며, 그것을 바탕으로 하여 토지피복변화에 따른 수문경년변화를 분석하였다. 연별 토지피복변화에 따른 수문변화 분석의 결과는 CN값과 침투유량의 값들이 큰 차이를 보이지 않았고, 이것은 늘어나는 면적과 줄어드는 면적사이의 CN값과의 연산에서 상쇄되는 부분이 있기 때문에 결국엔 마지막 결과값이 비슷해지는 것으로 분석된다.

이와 더불어, 논 및 산림면적에 따른 수문변화 분석의 결과 논면적이 줄어들수록 CN값은 감소하며 동시에 침투유량 또한 줄어드는 것으로 분석되었다. 그에 반해 산림면적은 줄어들수록 CN값과 침투유량이 늘어나는 것으로 분석되었으며, 이와 같이 논과 산림의 면적이 똑같이 줄어들어도 불구하고 다른 결과를 보이는 것은 논과 산림의 SCS CN값이 서로 다르기 때문이다. 논은 CN값이 산림의 CN값보다 대체적으로 크기 때문에 면적과 연산이 되었을 때 상대적으로 타토지 면적의 평균 CN값이 논인 경우는 작아지고, 산림의 경우는 커지므로 결과적으로는 이렇게 다른 경향을 보이게 되는 것으로 분석된다. 본 연구에서는 단일유역에 대한 분석만을 실시했으나, 앞으로 소유역별 경향과 HEC-1모형이 아닌 WMS의 다른 모형인 TR-20, 합리식 및 NFF 등을 이용하여 적용성을 검토해 볼 예정이다.

#### 참 고 문 헌

1. 김경탁, 1998, GIS적용에 따른 유출반응에 관한 연구, 인하대학교 박사학위논문.
2. 이준우, 2002, WMS HEC-1모형을 이용한 경안천 유역의 경년 수문변화 분석, 건국대학교 석사학위논문.
3. 최윤석, 1999, GIS를 응용한 홍수유출해석에 관한 연구, 인하대학교 석사학위논문.
4. HEC, 1990, HEC-1 Flood Hydrograph Package User's Manual
5. Brigham Young University - Environmental Modeling Research Laboratory, 1999, WMS v6.0 Reference Manual.