

## 공간해상도에 따른 유역평균 SCS-CN값 변화에 관한 연구

장은미\* · 정인균\*\*

(주)쓰리지코어 부설연구소\*, 백두엔지니어링\*\*

### A Study on Change of Average SCS-CN Value by the Spatial Resolution

Eun-Mi Chang\* and In-Kyun Jung\*\*

3GCORE Institute\*, Baekdu Engineering

**Abstract :** Hydraulic models has a module to calculate SCS-CN values in order to estimate amount of water flow, which can be done with remotely sensed data and GIS data. The choice of the ancillary data tends to determine the range of SCS-CN values. We compare the results of SCS-CN value with satellite data of different spatial resolution and with soil maps of different scale. Mokhyun river basin was chosen, partly because of availability of water quality and quantity data, partly because of rapid changes in land use and land cover since last ten years. The average CN values were calculated with spatial resolutions of 2.5 meter and 30 meter. We could not find any different result due to spatial resolution of CN resolution but due to both soil maps and to land cover maps. Further studies should be done for more than two kinds of satellite data.

**Key Words :** Mokhyun River, SCS-CN, Spatial Resolution, SPOT, Landsat ETM+.

**요약 :** 집중형 수문모형의 유출량 산정 시 주요 매개변수로 사용되는 평균 SCS-CN값의 산정은 RS와 GIS를 적용하면 쉽게 계산이 가능하나, 입력자료의 선택에 따라 그 값이 다르게 계산된다. 연구지역은 경안천의 한 지류인 목현천으로 수질 및 수량자료의 수급이 용이하여 자료의 검증이 가능하다는 점과 최근에 토지이용과 토지피복의 변화가 상당히 진전되고 있다는 점이다. 본 연구에서는 Landsat 7 ETM+, SPOT 5, 1:25,000 토지이용현황도, 정밀토양도, 개략토양도를 이용하여 2.5m, 30m 공간해상도에서 유역평균CN을 계산하였으며, 계산결과 해상도에 따른 변화는 없었다. 토지피복에 따라 유역평균 SCS-CN 값의 변화를 나타내었다. 향후 다양한 해상도와 토양도적용에 관한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 1. 서론

원격탐사기술은 현재 여러 분야에 보급되어 널

리 사용되고 있으며, 특히 수자원분야에서는 토지 피복분석, 토지이용분석, 수문모형을 위한 매개변수 추출, 직접유출량 산정, 토양 유실량 산정, 증발산

량 산정 등 여러 가지 목적으로 활발하게 적용되고 있다 (박상영 외, 2002). 최근 IKONOS, SPOT 5 등 고해상도 상업용 위성영상의 보급뿐만 아니라, 항공우주연구원에서 발사 운영중인 다목적 실용위성 1호의 고해상도 영상이 저렴한 가격으로 공급되고 있으며, 추후 발사 예정인 다목적실용위성 2호는 IKONOS와 동일한 해상도의 영상을 공급함으로써 국내 고해상도 위성영상의 수자원 관리를 위한 활용이 더욱 활발해질 것으로 예상된다.

그러나 고해상도 위성영상은 토지피복의 형태를 정밀하게 파악할 수 있는 장점이 있지만, 촬영 고도가 낮아 촬영의 폭이 좁으며, 가격이 고가이므로 중권역 또는 표준유역단위의 분석을 주로 실시하는 수문모델링과 같은 광범위한 영역의 분석에서는 경제적인 부담이 따른다. 또한, 분석 영역의 크기에 대하여 수문모형에서 처리할 수 있는 자료의 양에 따라 입력 자료의 해상도 결정이 필요한 만큼 수문분석의 고해상도 위성영상 활용은 신중히 고려되어야 할 사항이다.

이론적으로 해상도와 축척은 자연현상을 추상화하는 과정에서 반드시 고려해야 할 요소로서 어떤 수준의 해상도를 선택할 것인지, 어떻게 효율적인 축척을 정할 것인지, 축척에 따라 상이한 결과가 도출될 경우 해석방식은 어떻게 해야 하는지에 대한 연구가 있었으나 문제 제기의 수준에 그치고 있으며 목적에 따라 다양한 시도를 통해 경험적으로 도출하는 것이 최선이라는 지적이 있었다(Cao and Nam, 1997).

국내 연구 김성준(2001)에서 처음으로 수자원 관련 응용에서 규모의 중요성을 지적한 논문이 있었는데, 여기에서 스케일에 대한 의미를 지도적 스케일, 지리학적 단위의 스케일, 운영상의 규모, 계측규모의 스케일을 구별하였던 Lam과 Quattrochi (1992)의 스케일과 해상도에 관한 프레임워크를 소개하고 있다. 본 고에서 사용한 축척의 내용은 MAUP 문제<sup>1)</sup>(the Modifiable Areal Unit Problem)에서 다루는 통계적 단위의 선정에 따른 결과물의 해석과는 상이한 것으로 주로 지도학적 수준에서의 스케일에 국한하여 적용하기로 한다.

본 연구에서는 집중형 수문모형의 매개변수로 사용되는 유역평균 SCS-CN값 SCS-CN값<sup>2)</sup>을 계산함에 있어 DEM으로부터 추출한 경안천 중권역 유역내 목현천 유역을 대상으로 Landsat ETM+, SPOT5, 개략토양도, 정밀토양도를 각각 적용한 평균 SCS-CN 계산결과를 비교하여 고찰함으로써, 영상 및 자료의 해상도, GIS 자료의 축척과의 관계를 파악하고자 하였다.

## 2. 자료 및 방법

### 1) 대상유역의 개요

본 연구의 대상유역인 목현천 유역은 경안천유역의 경안수위표유역(표준유역단위지도 인덱스 101603)에 속하는 지역으로 행정구역상 경기도 광주시에 속하며, 유역면적은 2,121km<sup>2</sup>이다. 건설교통부의 토지이용도의 분석결과에 따르면(2000), 경작지 9.9%, 산림 65.1%, 초지 5.5%, 불투수 지역 18.4%, 물 1.2%로 산림이 대부분을 차지하는 지역이며, 아파트 신축 등 택지개발이 급속도로 진행 중인 지역이다.

### 2) 위성영상자료

본 연구에 사용된 위성영상은 Landsat 7 ETM+ 경안천 권역 부분영상과, SPOT 5 PRECISION 2A Level의 2.5m 컬러영상이며 촬영 일자 는 Table 1과 같다.

위성영상은 방사보정 및 기하보정이 완료된 영상을 사용하여 별도의 전처리를 실시하지 않았으

- 1) 행정구역 수준에 따라 동리별로 수집한 결과와 시군구 별로 수집한 결과에 따라 분석결과가 상이하게 나타남으로써 어떤 현상을 가장 정확하게 표현하기 위한 공간적 단위를 결정하는 것이 중요하다는 것으로 범죄 통계에서 출발한 내용이나 일반적인 벡터GIS 자료와 통계 등의 속성자료의 연계 분석과정에서 언급되는 내용에 해당함
- 2) SCS-CN값 (Soil Conservation Service)에서 토양의 침식량을 계산하기 위한 커브 넘버값을 의미하며, 수리수문모델에서 입력값으로 사용된다.

며, Bessel TM 중부원점으로 투영하였다. 본 연구에 사용된 목현천유역의 Landsat 토지피복 분류도는 경안천유역 부분영상 전체에 대하여 토지피복 분류를 실시한 결과를 Masking 하여 구축한 자료이다.

(1) Landsat 7 ETM+ 영상분류

본 연구에서는 도시, 나지, 논, 밭, 초지, 활엽수림, 침엽수림, 수계의 총 8개 범주에 대한 토지피복도 작성을 위하여, 38개의 모식지역을 선정하였으며, scatter diagram에 의한 분광밴드간의 분광분포도를 파악하여 분석에 적합하다고 판단되는 밴드 2, 3, 4, 5를 입력하여 최대우도분류법(maximum likelihood classification)에 의한 영상분류를 실시하였다.

분류항목의 선정은 Landsat TM 영상에서 분류 가능한 항목과 수문·수질 모형에 입력되는 Soil Conservation Service-Curve Number값 산정에 필요한 항목들을 고려하여 선정하였다. 도시의 경우 주거, 상업, 공업, 산업, 교통시설, 공공시설, 채석장 등이 포함되어 있으며, 영상에 포함되어 있는 구름 및 기타 나지는 나지로 분류하였다. 경안천유역은 논 지역 내 비닐하우스 재배가 주로 행해지고 있는 지역으로서 경작 특성 상 비닐하우스의 형태에 따른 반사도에 따라 논 지역이 도시 또는 나지로 분류될 수 있었다.

이밖에 초지에는 인공초지, 골프장이 포함되어 있으며, 산림의 경우 Landsat ETM+ 영상의 근적외선을 통하여 구분할 수 있는 활엽수림과 침엽수림으로 항목을 선정하였다. 수계는 하천뿐만 아니라 저수지도 함께 포함된다.

모식지역은 도시 9지역, 논 7지역, 초지 4지역, 활엽수림 4지역, 침엽수림 6지역, 수계 6지역에 대하여 총 24,519화소를 입력하였으며, 모식지역은 그 분광특성을 적용할 수 있도록 같은 범주는 병

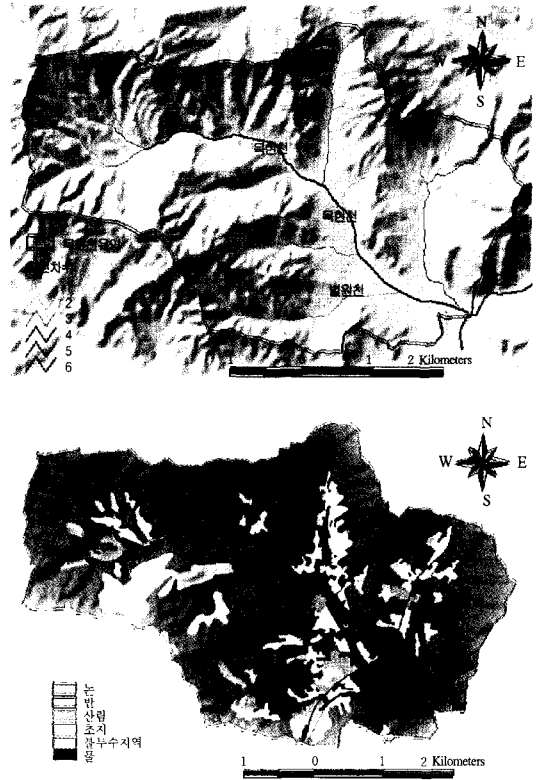


Fig 1. DEM and land cover of Mokhyun river basin.

합처리 하지 않았다. 이것은 분류결과에 대하여 다시 한번 군집을 하여 Landsat ETM+ 영상과 같은 30m 해상도 영상의 분류 시 초지, 논, 밭과 같은 정확한 분류가 어려운 부분에 대하여 분류 정확도를 향상시켰다.

모식지역 선정 시 영상의 색상조합은 영상분류 항목 중 도시, 수계, 산림, 논 지역의 육안판독이 용이한 False Natural Color 조합인 5, 4, 3번 밴드조합을 적용하였다.

분류결과는 Fig. 2 및 Table 2와 같으며 오차행렬 및 KATH에 의한 정확도 검증을 실시한 결과 전체적인 분류 정확도는 90.8%, k는 0.88로 비교적 우수하게 분류된 것으로 평가되었다.

(2) SPOT 5 영상분류

고해상도 영상의 분류에 대하여 육안 분석 또는 영상기반 분류방법 등 다양한 방법이 적용되고 있

Table 1. Satellite images.

satellite	resolution	Path/Row	date
Landsat 7 ETM+	30m	116/34	20020403
SPOT 5	2.5m	305/275	20021116

Table 2. Land cover classification results with ETM+.

class	areas(km <sup>2</sup> )	ratio(%)
도시 (urban)	69.17	12.33
나지 (bare land)	0.99	0.18
논 (rice paddy)	97.90	17.45
밭 (dry patch)	28.26	5.04
초지 (grassland)	31.58	5.63
낙엽활엽수림 (broad-leave forest)	136.56	24.34
상록침엽수림 (evergreen forest)	191.34	34.10
수계 (waterbodies)	5.32	0.95
total areas	561.12	100

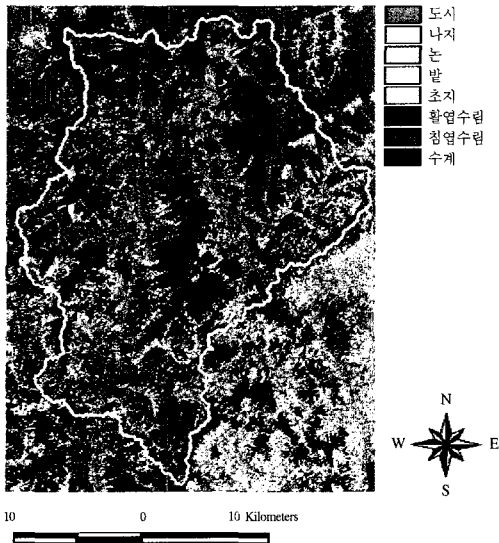
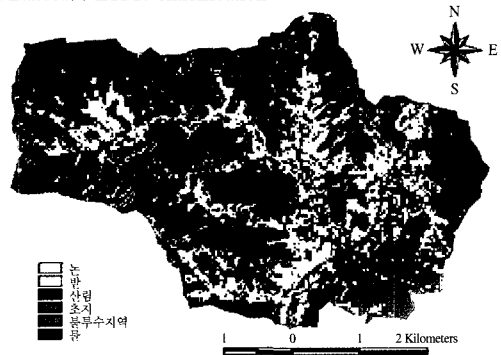


Fig 2. Land cover classification results with ETM+.

으나, 넓은 지역을 대상으로 할 경우 분석에 많은 시간이 소요된다. 본 연구에 사용된 SPOT 5 영상은 2.5m Natural Color 형태로 가공된 Level 2A 영상이며, 겨울 영상으로 식생의 활력도가 낮으며, RGB형태로 저장되어 있어 식생이 포함된 영상분류에 부적합한 부분이 발견되었다. 이러한 부분을 보완하기 위하여 Landsat 7 ETM+ 영상의 NIR 밴드의 분광정보를 SPOT 5영상에 융합하여 4개 밴드의 SPOT 5 영상을 생성하였다. 생성된 영상은 Landsat 7 ETM+ 영상 분류결과를 기반으로 산림, 나대지, 농경지의 세가지 기본항목으로 Masking하여 부분영상을 생성하고, 디지털이징이

a. Landsat 7 ETM+ classification



b. SPOT 5 classification

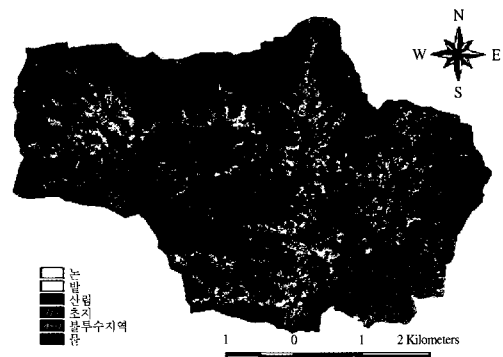


Fig 3. Land cover classification maps.

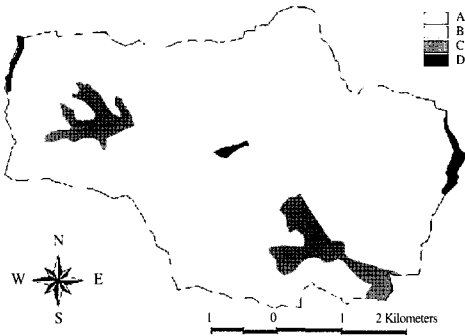
가능한 항목에 대하여 디지털이징을 병행하였다.

Masking에 의하여 분리된 영상은 (1) 산림구역, (2) 도시, 산업, 공업, 교통 및 나지구역, (3) 작물 및 초지구역, (4) 하천구역, (5) 경지정리 논 구역, (6) 골프장 및 유원지 구역, (7) 치리시설 및 채석장 구역의 7개 구역으로 무감독분류 기법을 적용하여 분류하고 분류항목을 평가하여 재분류하는 방식으로 토지피복 분류도를 작성하였다. 이는 분류방식에서 있어 무감독 분류와 감독 분류를 초기와 후기에 중복 수행하여 정확도를 높이는 것이 처음부터 감독분류를 한 것 보다 분류정확도가 높은 결과를 보여주는 경향이 있기 때문이다(Ingram et al. 2002; 이기석과 남영, 1999).

### (3) 영상의 가공

생성된 각각의 토지피복분류도는 목현천유역의 경계를 따라 Masking하였으며, 공통의 분류항목에

a. 1:50,000 : Hydraulic Soil Group in General Soil Map



b. 1:25,000 Hydraulic soil groups in Precise Soil Map

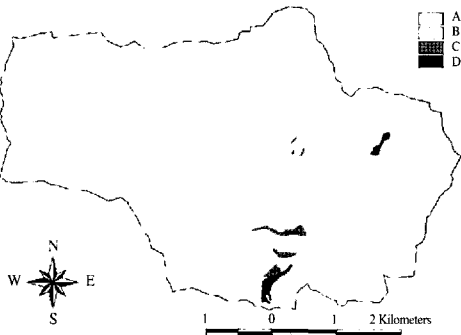


Fig 4. Hydraulic soil group.

대하여 SCS-CN 분포도를 생성할 수 있도록 논, 밭, 산림, 초지, 불투수지역, 물의 6개 항목으로 재분류 하였다. 각각 30m, 2.5m의 해상도를 가지도록 Fig. 3과 같이 구성하였다.

### 3. 지리정보자료

본 연구에 사용된 지리정보 자료는 Table 3에 나타나 있다. 여기서 수치표고자료 (DEM)는 Landsat ETM+ 영상과 SPOT 영상이 모두 포함되는 지방하천인 목현천 유역의 유역경계를 추출하는데 사용하였으며, 유역 출구는 경안천과 목현천이 합류하는 지점을 입력하였다(Fig. 3).

토지이용도는 항공사진을 이용하여 건설기술연구원에서 시행한 전산화사업의 결과로서 1:25,000 축척으로 구축된 자료이다. 토지이용도는 대상유

Table 3. GIS data.

구분	축척	구축
DEM	1:5,000	digital maps of NGA
토지이용도	1:25,000	국토지리정보원 NGA, modified by KICT
일반토양도	1:50,000	Seoul National Univ.
정밀토양도	1:25,000	농업과학기술원

역인 목현천 유역에 대하여 Masking 후 2.5m, 30m 해상도로 구축하였다. 토양도는 각각 수문학적토양군 분류를 적용하여 4가지 항목을 가지는 수문학적 토양군 분류도로 구축하였다(Fig. 4)

수문학적토양군 분류 시 1:50,000 개략토양도는 “수자원관련 공간정보 분석 및 적용에 관한 연구 (2000, 한국수자원공사)”에서 제시한 『1:50,000 개략토양도 속성분류기준』에 따라 A,B,C,D 로 분류하였고, 1:25,000 정밀토양도는 “유출률 추정을 위한 토양 수문군의 분류 (정정화 외, 1995)”에서 제시한 분류기준을 이용하여 A,B,C,D 로 분류하여 구축하였다(Fig. 4).

각 토양도에 대한 수문학적 토양군의 적용 결과는 기존의 연구사례를 바탕으로 구축한 것이므로 그 분포가 다르게 나타났으며, Fig. 4를 보면 동일한 토지피복 적용 시 직접유출량 산정에서 개략토양도가 정밀토양도보다 직접유출량이 더 높게 계산될 것으로 예상 할 수 있다.

### 4. 자료처리

CN값은 유역의 토양특성과 식생피복상태 및 토지이용과 처리상태에 관한 자료를 이용하여 총강우량으로부터 유효우량 또는 초과우량의 산정이 가능하도록 한 것으로 호우로 인한 유출량 자료가 없는 경우인, 강우-유출 관계 설정이 불가능한 미계측 유역으로부터 총강우량에 대한 유효강우량을 산정하기 위한 도구로 개발된 것이다 (김경탁, 2003).

집중형 모형의 경우 유출량 분석의 주요매개변수로 유역의 평균CN값을 필요로 하는데, 이 값은

Table 4. SCS-CN curves.

토지피복도	토양배수도	A	B	C	D
	VALUE	100	200	300	400
논	1	78	78	78	78
밭	2	51	67	76	80
산림	3	25	55	70	77
초지	4	30	58	71	78
나대지	5	77	85	90	92
수역	6	100	100	100	100

Table 5. Cases.

구분	해상도	분류기호	비고
Landsat 7	2.5m	A1	30m→2.5m 변환
SPOT 5	2.5m	B1	-
토지이용도	2.5m	C1	2.5m격자로 변환
정밀토양도	2.5m	D1	2.5m격자로 변환
개략토양도	2.5m	E1	2.5m격자로 변환
Landsat 7	30m	A2	-
SPOT 5	30m	B2	2.5m→30m 변환
토지이용도	30m	C2	30m격자로 변환
정밀토양도	30m	D2	30m격자로 변환
개략토양도	30m	E2	30m격자로 변환

Table 6. Combinations of test.

test	2.5m	30m
CASE1	A1-D1	A2-D2
CASE2	B1-D1	B2-D2
CASE3	C1-D1	C2-D2
CASE4	A1-E1	A2-E2
CASE5	B1-E1	B2-E2
CASE6	C1-E1	C2-E2

는 GIS 응용프로그램을 이용하면 쉽게 유역평균 CN 값을 계산할 수 있다.

본 연구에서는 각 토지피복과 토양군에 따라 Table 4와 같이 AMC-II 조건에 해당하는 CN값을 할당하여 목현천 유역의 평균 CN 값을 계산하도록 하였다.

토지피복자료의 해상도와 토양도의 축척에 따른 유역평균 CN값의 변화를 분석하기 위하여 공간해상도별 6가지의 경우를 조합하여 분석하였다 (Table 5와 Table 6).

토양도, 토지피복도에 토지피복상태에 따른 수문학적 토양군별 CN값을 적용하여 가중평균방법으로 계산할 수 있다. 여기서 토지피복도는 위성영상 처리를 통하여 구축할 수 있으며, 구축된 자료

### 5. 결과 및 고찰

#### 1) 자료별 토지이용 분포

동일한 자료에 대하여 2.5m, 30m 해상도에 해

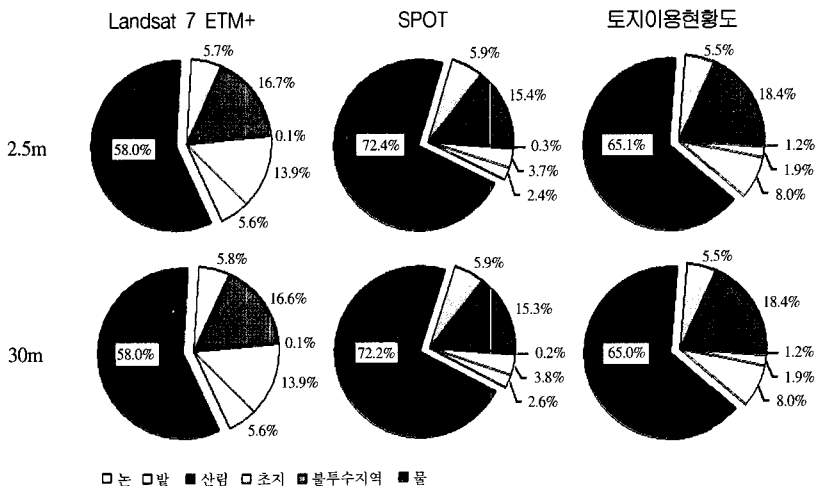


Fig 5. Land classification of each case.

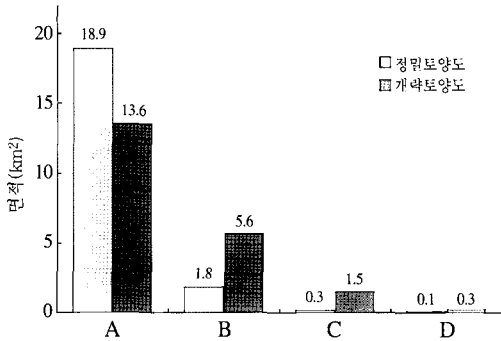


Fig 6. Areas for hydraulic soil groups

Table 7. Average CN values in Mok-Hyun river basin

test	2.5m	30m
CASE1	43.8	43.8
CASE2	37.9	37.9
CASE3	40.1	40.1
CASE4	48.3	48.3
CASE5	44.0	44.0
CASE6	45.2	45.2

당하는 각각의 자료는 Table 7과 같이 큰 차이를 보이지 않았다.

그러나, 산림, 불투수지역, 경작지 면적은 각 자료마다 차이를 나타내는 것을 알 수 있다. 수문학적 토양군별 면적을 비교한 결과 정밀토양도에서 수문학적 토양군 A(배수양호)에 해당하는 항목이 전체의 90%를 차지하여 이 지역의 동일 피복에 대하여 정밀 토양도를 적용하면 개략토양도 보다 직접유출량이 낮게 계산되었다. 이러한 차이는 토양도 토양 속성에 대하여 수문학적 토양군의 분류 방법에 차이가 있기 때문이며, 이에 대한 연구가 발표된 사례가 있다 (김성준, 2001).

이들 자료를 Table 6에 따라 분석한 목현천 유역의 평균 CN 값은 Table 7과 같다.

공간해상도 2.5m와 30m 자료에서 각각 유역평균 CN값을 계산한 결과 유역평균 CN값은 차이가 없는 것으로 나타났으며, 동일한 토지피복에 대하여 개략토양도와 정밀토양도를 적용한 결과 정밀 토양도의 유역평균 CN값이 낮게 나타남을 확인할 수 있었다.

Landsat과 SPOT영상의 적용 결과에서는 산림 면적의 영향에 의해 SPOT 영상에서 유역평균 CN값이 낮게 나타남을 알 수 있었다.

본 연구에서 확인 할 수 있었던 결과 중 모델 자체의 해상도를 30m 해상도와 2.5m 해상도에서의 유역평균 CN값에는 변화가 없었다는 사실이다. 따라서, 광범위한 유역의 분석 시 토지피복도 획득에 대한 경제성을 고려한다면 시계열적인 자료의 확보가 용이한 Landsat영상에 대하여 더욱 정확한 분류가 가능한 기법을 적용하는 것이 유리할 것으로 사료된다. 그러나 2003년 8월이후에 Landsat ETM+ 자료의 품질이 현저히 저하되어 대체 영상이 요구되는 시점에서 SPOT 영상의 내용 가능성도 제시될 수 있다. 2.5m와 30m 해상도의 자료를 비교하는 것만으로는 해상도가 유역평균 CN값에 미치는 영향을 잘 파악할 수 없었으며, 유역 평균 CN값 산정에 있어 정밀토양도와 개략토양도의 수문학적 토양군 분류군 적용에 대한 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로 판단된다.

## 사 사

본 연구는 과학기술부 다목적 실용위성 활용사업에 의해 지원되었습니다.

## 참고문헌

- 김경탁, 2003. 정밀토양도를 이용한 CN산정에 대한 제안, 한국수자원학회지, 36(4): 45-53.
- 김성준, 2001. 원격탐사와 지리정보시스템에서 규모와 해상도 효과의 이해, 한국수자원학회지, 34(3): 76-86.
- 농업진흥공사, 1987. 한국토양의 수문학적 분석 및 그 응용, 농공기술, 4(4): pp.48-61.
- 박상영, 하성룡, 박대희, 2002. 위성영상의 분류정확도가 도시강우-유출모형의 예측 정확도에 미치는 영향, 한국지리정보학회 5(2):

- 16-24.
- 이기석, 남영, 1999. 다분광 TM 영상기법과 감독 분류 정확도 비교연구- 두만강 하류지역을 중심으로- 한국측지학회지 17(3): 311-320.
- 이윤영, 이흥규, 황의준, 2004. 안양천 유역의 치수 특성 및 구조적 홍수방어대책, 한국수자원학회지, 37(5): 66-69.
- 이준우, 권형중, 신사철, 김성준, 2003. WMS HEC-1 모형을 이용한 경안천 유역의 경년 수문 변화 분석, 한국지리정보학회지 6(1): 107-118.
- 정정화, 장승표, 김호일, 정연태, 허기술, 박호, 1995. 유출율 추정을 위한 토양 수문군의 분류, 한국농공학회지 37(6): 12-32.
- 한국건설기술연구원, 2002. 국가 GIS 사업의 수자원분야 활용지원 고도화 방안연구.
- 한국수자원공사, 2000. 수자원관련 공간정보 분석 및 적용에 관한 연구.
- Cao C. and N. S-N Nam, 1997. Undersatnding the scale and Resolution Effects in Remote Sensing and GIS, *Scale in Remote Sensing and GIS*, CRC Press, pp.57-72.
- Lam N. and Quattrochi, 1992. On the issues of scale, resolution and fractal anaylysis in the mapping science, *Professional Geographers*, 44(3): (88).
- Stephen, I, E. Greg, and K. Hasan, 2002. Application of Remote Sensing for mapping surface geology in heavily vegetated cover in North Mississippi, CD title of *Proceedings of American Society of Photogrammetry and Remote Sensing*.  
<http://dataware.kict.re.kr>