

공간해상도에 따른 유역평균 SCS-CN값 변화에 관한 연구

A Study on Change of Average SCS-CN Value

by the Spatial Resolution

정인균* · 장은미

Jung, In-Kyun* · Chang, Eun-Mi

(주)쓰리지코어 부설연구소

요 약

유역수문모형에서 SCS방법 적용시 입력되는 주요 매개변수인 유역평균 CN값은 RS와 GIS를 적용하면 쉽게 계산이 가능하나, 입력자료의 종류 및 공간해상도의 선택에 따라 같은 자료일 지라도 다르게 계산된다. 본 연구에서는 Landsat 7 ETM+, SPOT 5, 1:25,000 토지이용현황도, 정밀토양도, 개략토양도를 이용하여 2.5m, 30m 공간해상도의 자료로부터 유역평균CN을 계산하였으며, 이들을 각각 2.5m~1000m 크기의 격자로 재배열하여 유역평균을 비교함으로써 해상도가 유역 CN값 변화와 어떠한 관계가 있는지 분석하고자 하였다. 분석결과 해상도에 따라 일정구간 이상에 대하여 오차를 나타내고 있었으며, 자료의 선택에 따라 유역평균 CN 값의 변화가 있는 것으로 분석되었다.

I. 서 론

원격탐사기술은 현재 여러 분야에 보급되어 널리 사용되고 있으며, 특히 수자원분야에서는 토지피복분석, 토지이용분석, 수문모형을 위한 매개변수 추출, 직접 유출량 산정, 토양 유실량 산정, 증발산량 산정 등 여러 가지 목적으로 활발하게 적용되고 있다. 최근 IKONOS, SPOT5등 고

해상도 상업용 위성영상의 보급뿐만 아니라, 항공우주연구원에서 발사 운영중인 KOMPSAT-1의 고해상도 영상이 저렴한 가격으로 공급되고 있으며, 추후 발사 예정인 KOMPSAT-2 위성은 IKONOS와 동일한 해상도의 영상을 공급함으로써 국내 고해상도 위성영상의 보급을 더욱 활발하게 할 것으로 예상된다.

그러나 고해상도 위성영상은 토지피복의 형태를 정밀하게 파악 할 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 입력자료의 해상도 결정이 필요한 만큼 수문분석의 고해상도 위성영상 활용은 신중히 고려되어야할 사항이다.

본 연구에서는 수문모형에서 SCS방법을 이용한 유역유출량 분석시 주요 매개변수로 사용되는 유역평균 CN값을 계산함에 있어 DEM으로부터 추출한 경안천 중권역 유역내 목현천 유역을 대상으로 Landsat ETM+, SPOT5, 개략토양도, 정밀토양도를 각각 적용한 평균 CN 계산결과 및 2.5m~1000m 크기로 재배열하여 계산한 유역평균 CN 비교결과를 고찰하였다.

II. 자료 및 방법

1. 대상구역의 개요

본 연구의 대상구역인 목현천구역은 경안천구역의 경안수위표구역(101603)에 속하는 지역으로 행정구역상 경기도 광주시에 속하며, 유역면적은 21km²이다. 건교부 토지이용도(2000) 분석결과에 따르면, 경작지 9.9%, 산림 65.1%, 초지 5.5%, 불투수지역 18.4%, 물 1.2%로 산림이 대부분을 차지하는 지역이며, 아파트 신축 등 택지개발이 급속도로 진행 중인 지역이다.

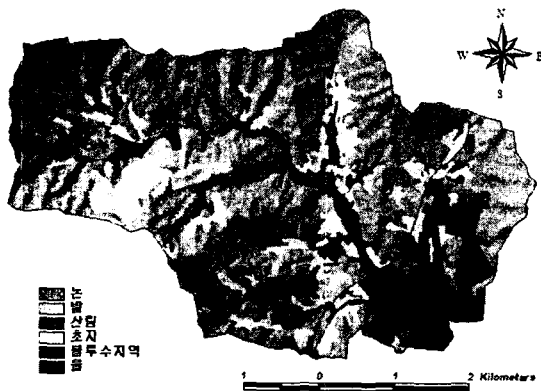


그림 1. 목현천 유역 현황도

2. 위성영상자료

본 연구에 사용된 위성영상은 Landsat 7 ETM+ 경안천 지역 부분영상과, SPOT 5 PRECISION 2A Level의 2.5m 컬러영상이며 표1과 같다.

표1. 위성영상자료

구 분	해상도	Path/Row	촬영일자
Landsat 7 ETM+	30m	116/34	20020403
SPOT 5	2.5m	305/275	20021116

위성영상은 방사보정 및 기하보정이 완료된 영상을 사용하여 별도의 전처리를 실시하지 않았으며, Bessel TM 중부원점으로 투영되어 있다. 본 연구에 사용된 목

현천구역의 Landsat 토지피복분류도는 경안천구역 부분영상 전체에 대하여 토지피복 분류를 실시한 결과를 Masking 하여 구축한 자료이다.

Landsat 7 ETM+ 영상은 도시, 나지, 논, 밭, 초지, 활엽수림, 침엽수림, 수계의 총8개 카테고리에 대한 토지피복도 작성을 위하여 38개의 훈련지역을 선정하였으며, scatter diagram에 의한 분광밴드간의 분광분포도를 파악하고 분석에 적합하다고 판단되는 밴드2,3,4,5를 입력, 최대우도 분류법(maximum likelihood classification)에 의한 영상분류를 실시하였다. 도시의 경우 주거, 상업, 공업, 산업, 교통시설, 공공시설, 채석장 등이 포함되어 있다.

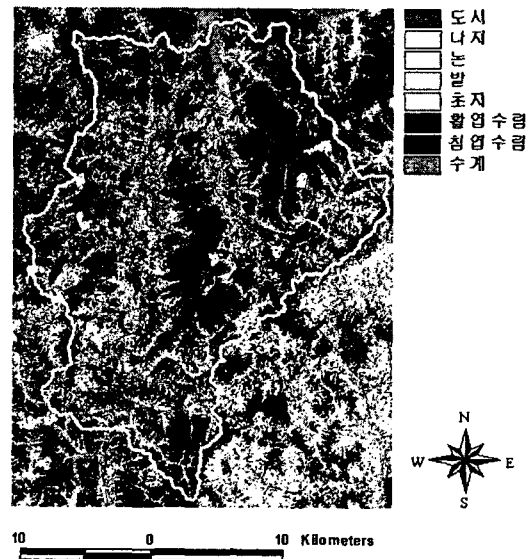


그림 2. 경안천구역 ETM+ 토지피복분류

훈련지역은 도시 9지역, 논 7지역, 초지 4지역, 활엽수림 4지역, 침엽수림 6지역, 수계 6지역에 대하여 총 24,519화소를 입력하였으며, 영상분류항목 중 도시, 수계, 산림, 논 지역의 육안판독이 용이한 False Natural Color 조합인 543밴드조합을 이용하여 훈련지역 선정에 적용하였다. 분류 결과는 그림2 및 표2와 같으며 오차행렬

및 KATH에 의한 정확도 검증을 실시한 결과 전체적인 분류 정확도는 90.8%, k는 0.88로 비교적 우수하게 분류된 것으로 평가되었다.

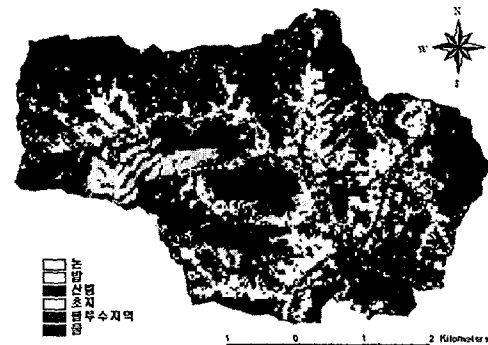
표2. 경안천유역 ETM+ 토지피복분류결과

항 목	면적(km ²)	비율(%)
도 시	69.17	12.33
나 지	0.99	0.18
논	97.90	17.45
밭	28.26	5.04
초 지	31.58	5.63
활엽수림	136.56	24.34
침엽수림	191.34	34.10
수 계	5.32	0.95
경안천유역 합계	561.12	100

SPOT5 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 SPOT5 영상에 융합하여 4개 밴드의 SPOT5 영상을 생성하였다. 생성된 영상은 Landsat 7 ETM+ 영상 분류결과를 기반으로 산림, 나대지, 농경지의 세가지 기본항목으로 Masking하여 부분영상을 생성하고, 디지털타이징이 가능한 항목에 대하여 디지털타이징을 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) 처리시설 및 채석장 구역의 7개 구역으로 무감독분류 기법을 적용하여 분류하고 분류항목을 평가하여 재분류하는 방식으로 토지피복분류도를 작성하였다.

생성된 각각의 토지피복분류도는 목현천유역의 경계를 따라 Masking하였으며,

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



a. Landsat 7 ETM+ 영상분류결과



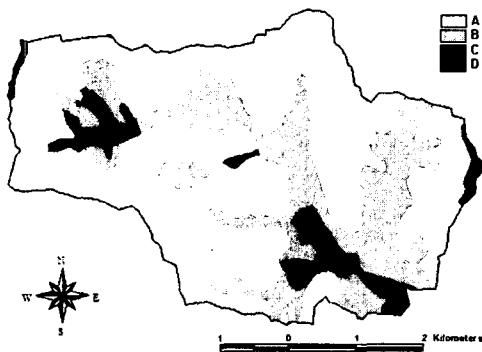
b. SPOT 5 2A 영상분류결과

그림 3. 위성영상의 토지피복 분류결과

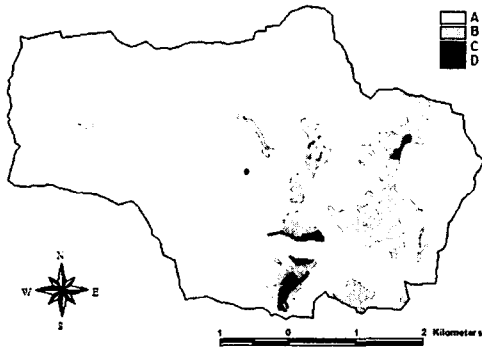
3. 지리정보자료

본 연구에 사용된 지리정보 자료는 표3과 같으며, DEM은 Landsat7 ETM+ 영상과 SPOT5 영상이 모두 포함되는 지방하천인 목현천 유역의 유역경계를 추출하는데 사용하였다. 토지이용현황도는 항공사진을 이용하여 건설기술연구원에서 시행한 전산화사업의 결과로서 1:25,000 축척으로 구축된 자료이다. 토지이용현황도는 목현천유역에 대하여 Masking 후 2.5m, 30m 해상도로 구축하였다. 토양도는 각각

수문학적토양군 분류를 적용하여 4가지 항목을 가지는 수문학적토양군분류도로 구축하였다. 수문학적토양군 분류 시 1:50,000 개략토양도는 “수자원관련 공간 정보 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 "유출을 추정하기 위한 토양 수문군의 분류(정정화 등, 1995)"에서 제시한 분류기준을 이용하여 A,B,C,D 로 분류하여 구축하였다(그림4).



a. 1:50,000 개략토양도 수문학적토양군



a. 1:25,000 정밀토양도 수문학적토양군
그림 4. 수문학적토양군 분류도

표3. 지리정보자료

구분	축척	구축
DEM	1:5,000	수치지도를 부터
토지이용도	1:25,000	국립지리원 (시행: 건기연)
개략토양도	1:50,000	서울대학교
정밀토양도	1:25,000	농업과학기술원

각 토양도에 대한 수문학적 토양군의 적용 결과는 기존의 연구사례를 바탕으로 구축한 것이므로 그 분포가 다르게 나타났다.

4. 연구방법

SCS방법은 흙의 종류와 토지이용에 따라 달라지는 CN(유출곡선지수)를 사용하여 호우에 대한 유출량자료가 없는 지역의 직접유출량 산정이 가능한 방법이다. 집중형 수문모형의 경우 SCS방법에 의한 유출량 분석시 주요매개변수로 유역평균 CN 값을 필요로 하는데, 이는 토양도와 토지피복도의 토지피복상태에 따른 수문학적 토양군 별 CN값을 적용하여 가중평균방법으로 계산할 수 있다.

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

표 4. 토양형-토지피복형별 유출곡선지수

토지피복도	토양배수도				
	VALUE	A	B	C	D
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

토지피복자료의 해상도와 토양도의 축척에 따른 유역평균 CN값의 변화를 분석하기 위하여 공간해상도별 6가지의 경우를 설정하여 분석하였다.

표5. 분석자료

구분	해상도	분류기호	비고
Landsat7 ETM+	2.5m	A25	30m→2.5m격자
SPOT5	2.5m	B25	
토지이용도	2.5m	C25	벡터→2.5m격자
정밀토양도	2.5m	D25	벡터→2.5m격자
개략토양도	2.5m	E25	벡터→2.5m격자

구분	해상도	분류기호	비고
Landsat7 ETM+	30m	A30	
SPOT 5	30m	B30	2.5m→30m격자
토지이용도	30m	C30	벡터→30m격자
정밀토양도	30m	D30	벡터→30m격자
개략토양도	30m	E30	벡터→30m격자

표6. 분석을 위한 CN 분포도 작성조합

구분	2.5m	30m
CASE1	A25-D25	A30-D30
CASE2	B25-D25	B30-D30
CASE3	C25-D25	C30-D30
CASE4	A25-E25	A30-E30
CASE5	B25-E25	B30-E30
CASE6	C25-E25	C30-E30

또한, 30m Landsat7 ETM+와 2.5m SPOT5 토지피복 분류도에 정밀토양도를 적용하여 생성한 A30-D30, A25-D25 분석결과를 2.5m ~1000m 간격의 격자로 재구성하여 유역평균 CN값의 변화를 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

동일한 토지피복자료에 대하여 2.5m와 30m 해상도로 변환한 결과 그림5와 같이 각 항목에 대하여 큰 차이를 보이지 않았다.

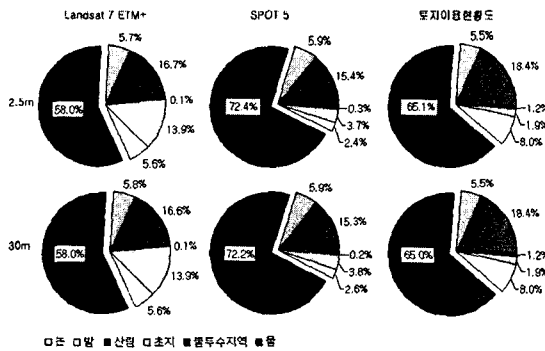


그림 5. 자료별 토지피복 분포

그러나, 각 토지피복도의 산림, 불투수 지역, 경작지 면적은 차이를 나타내는 것을 알 수 있다. 특히 SPOT 영상에서는 Landsat에 비해 산림지역의 판독이 유리하여 산림면적이 더 잘 분석된 것으로 판단된다. 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 작게 계산됨을 알 수 있다. 이러한 차이는 토양도 토양 속성에 대하여 수문학적 토양군의 분류방법에 차이가 있기 때문이다. 이에 대한 연구가 발표된 사례가 있으며, 참고문헌을 참고하기 바란다.

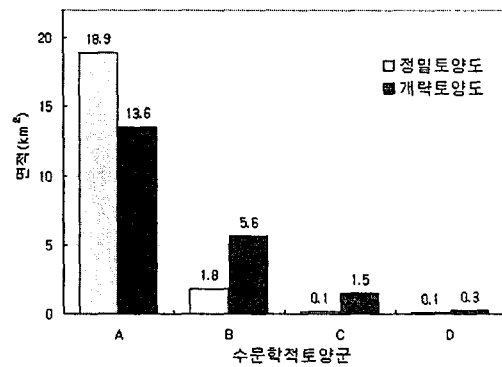


그림 6. 수문학적 토양군별 면적비교

위의 자료를 표6에 따라 분석한 목현천 유역의 평균 CN 값은 표7 및 그림7과 같다.

표7. 목현천 유역의 평균 CN 계산결과

구분	2.5m	30m
CASE1	43.81	43.79
CASE2	37.93	37.91
CASE3	40.13	40.14
CASE4	48.27	48.28
CASE5	43.97	43.96
CASE6	45.20	45.22

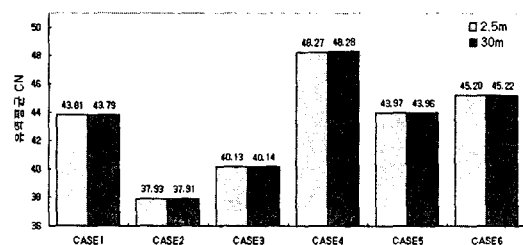


그림 7. 목현천 유역의 평균 CN 계산결과

공간해상도 2.5m와 30m 자료에서 각각 경우에 해당되는 유역평균 CN 값을 계산한 결과, 해상도에 따른 유역평균 CN값은 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 동일한 토지피복에 대하여 개략토양도와 정밀토양도를 적용한 결과, 정밀토양도의 유역평균 CN값이 낮게 나타남을 알 수 있었다. Landsat7 ETM+와 SPOT5 토지피복분류도의 토양도 적용 결과에서는 산림면적의 영향에 의해 SPOT5에서 유역평균 CN값이 낮게 나타남을 알 수 있었다.

공간해상도에 따른 유역평균 CN값의 변화를 더 자세하게 살펴보고자 A30-D30, A25-D25 분석결과를 2.5m에서 1000m 까지 5m 간격의 격자로 재구성하여 유역평균 CN값의 변화를 분석하였다.

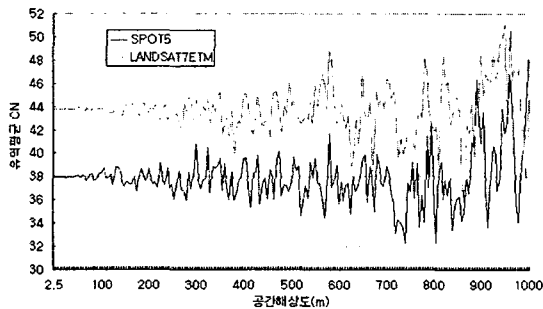


그림8. CN 분포도 해상도변화에 따른 유역평균 CN값의 변화

분석결과 A30-D30의 경우 Landsat 7 ETM+의 해상도인 30m일 때의 유역평균 CN값을 기준으로 해상도 변화시 145m 격자에서 상대오차가 1%를 초과하였으며, A25-D25의 경우 SPOT5의 해상도인 2.5m일 때의 유역평균 CN값을 기준으로 해상도 변화시 95m 격자에서 상대오차가 1%를 초과하였다.

전체적으로는 2.5m 해상도의 분석결과가 30m 해상도의 분석결과에서 보다 평균편차, 분산이 더 크게 분석되었는데, 이는 정밀한 2.5m 해상도의 자료를 1000m 까지 재구성하는데 있어 30m 해상도의 자료보다 더욱 민감함을 나타내는 것으로 사

료된다(표8).

표8. CN 분포도 격자재구성에 따른 유역평균 CN값 (2.5m~1000m 격자크기)

구분	A25-D25	A30-D30
최대	48.14	51.36
최소	32.28	35.90
평균	37.94	43.78
평균편차	1.53	1.47
분산	5.25	4.76
표준편차	2.29	2.18

향후 본 연구결과를 바탕으로 SCS방법에 의한 해상도에 따른 직접유출량 산정결과를 비교하여, 수문모형에 적합한 격자재구성의 범위를 분석하고, SPOT5 세분류자료의 모든 분류항목에 대하여 계산한 유역평균 CN이 어떻게 달라지는지에 대한 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

註

본 연구는 공공기술연구회, 과제번호 2003-0059-1-1 「위성자료공공활용연구」 과제의 자료 분석결과를 활용하였음.

참고문헌

1. 김경탁, 2003, 정밀토양도를 이용한 CN산정에 대한 제안, 한국수자원학회지, vol36. No. 4. pp.45~53.
2. 농업진흥공사, 1987, 한국토양의 수문학적분석 및 그 응용, 농공기술, 제4권 제4호 pp.48~61
3. 이준우, 권형중, 신사철, 김성준, 2003, WMS HEC-1 모형을 이용한 경안천 유역의 경년 수문변화 분석, 한국지리정보학회지 6권 1호 pp.107~118
4. 정정화, 장승표, 김호일, 정연태, 허기술, 박호, 1995, 유출을 추정을 위한 토양 수문군의 분류, 한국농공학회지 제37권 p6호, pp.12~32
5. 한국건설기술연구원, "국가 GIS 사업의 수자원분야 활용지원 고도화 방안연구", 2002
6. 한국수자원공사, "수자원관련 공간정보 분석 및 적용에 관한 연구", 2000
7. <http://dataware.kict.re.kr>