

SCS CN 방법의 국내 적용시 문제점 고찰



김 정 호
콜로라도주립대학교 / 연구원
Jungho.Kim@colostate.edu

1. 서 언

미국 자연 자원 보호 청(National Resources Conservation Service, NRCS)이 1972년 제안한 SCS 유출곡선지수방법(runoff curve number method)은 국내에서 널리 이용되고 있는 유효우량산정 방법 중 하나이다. 이 방법은 1970년대 후반 선우중호 등(1977)에 의해 국내에 처음으로 소개되었으며, 지금까지 여러 연구에서 다양한 목적으로 적용해 오고 있다(NRCS, 1972; NRCS, 1985; 김경탁 등., 1999; 김경탁과 최윤석, 2004; 윤용남, 2007; 국토교통부, 2007).

기본적으로 SCS 유출곡선지수방법은 유효우량 산정을 위해 유역 내 토양종류(soil type)를 분류하여 나타낸 토양도(soil map)와 토지이용상태(land use pattern)를 나타낸 토지이용도(land use map), 그리고 식생피복의 처리상태(vegetal cover treatment) 및 토양의 수문학적조건(hydrologic condition) 등을 고려한다. 실제로,

이 방법에서는 이들 인자들을 고려하여 유효우량 발생에 미치는 복합적인 영향을 0에서 100사이의 무차원 지수인 유출곡선지수(runoff curve number, 이하 CN)로 정량화 한다. 따라서 이 방법은 유역특성을 간단한 유출곡선지수로 정량화하여 평가할 수 있다는 장점을 가진다(건설기술연구원, 1991; 김경탁, 2003).

하지만, 국내의 토양 및 토지피복 특성을 기반으로 개발된 방법이 아닌 만큼 국내 유역에 대한 적용에는 몇 가지 검토해야할 문제점들이 있다. 대표적인 문제점으로는 동일한 유역을 대상으로 추정된 CN이 경우에 따라 상이한 값으로 추정될 수 있다는 점이다. 이러한 문제발생에는 몇 가지 원인들이 있다. 특히, 토양도와 피복상태 선정문제가 대표적이다. 먼저 토양도의 경우 개략토양도와 정밀토양도가 있으며, 정밀토양도는 분류기준의 차이에 따라 1987년, 1995년 및 2007년 편으로 다시 구분된다. 수문학적 토양군 A, B, C, D의 비율도 토양도의 종류 및 분류기준에 따라 매우 상이하다. 따라서

표 1. 암석노출지 구분 유무에 따른 평창강유역의 CN

토양도	CN			잠재보류수량(mm)		
	기존방법	암석노출지 구분	변화율(%)	기존방법	암석노출지구분	변화율(%)
개략토양도	67.99	69.58	2.34	119.58	111.05	7.14
정밀토양도(1987)	81.82	84.53	3.31	56.44	46.49	17.63
정밀토양도(1995)	74.29	77.80	4.72	87.90	72.48	17.55
정밀토양도(2007)	74.48	78.76	5.75	87.03	68.50	21.29

어떠한 토양도를 선정하여 이용하는가가 최종 CN에 큰 영향을 준다.

NRCS에서는 피복상태에 따라 CN을 결정할 수 있는 일종의 분류표를 제공하고 있다. 각 연구자들은 NRCS에서 제공하는 표를 이용하여 해당 피복상태의 CN을 평가하게 된다. 그러나 하나의 토지이용상태에 피복상태가 다양하게 분류되어있고, 정확한 피복상태를 선정하는 것이 매우 어렵다. 아울러 투수지역과 불투수지역의 구분이 명확하지 않다는 점도 큰 문제이다. 이에 본 논고에서는 이와 같은 토지이용도, 토양도, 및 피복상태 등을 토대로 SCS 유출곡선지수 방법의 적용과정에서 빈번하게 발생하는 문제의 원인을 살펴보고자 한다.

2. SCS 유출곡선지수방법의 적용상 문제점

2.1 토지이용

토지이용상태의 구분은 크게 수역, 시가화지역, 나지, 습지, 초지, 논, 밭, 그리고 산림 등이다. 그러나 지형특성상 우리나라는 산악지역이 대부분이다. 산악지역은 유효토심이 얇고 암석노출지가 대부분으로 강우에 의한 유출률이 다른 지역보다 상당히 높다(정강호 등, 2007). 여기서 암석노출지는 보통 NRCS에서 제공하는 항목 중 불투수지역(impervious areas, CN=98)으로 구분된다. 또한 수문학적 토양군에 상관없이 다른 토지이용상

태의 CN 적용항목보다 큰 CN이 적용된다. 하지만, 국내 대부분의 연구에서는 이점을 고려하지 않고, 암석노출지를 단순하게 산림유역으로 포함시켜 CN을 추정하고 있다.

표 1은 암석노출지를 독립적인 하나의 토지이용상태로 구분하여 추정된 CN과 기존의 방식으로 추출한 CN을 비교하여 나타낸 것이다. 이를 바탕으로 토양도별 추출된 CN은 암석노출지를 구분한 경우가 2.34~5.75% 높게 산정되었으며 이를 최대 잠재보류수량으로 환산하면 7.14~21.29% 정도가 된다. 또한 이러한 차이는 정밀토양도(2007)를 이용하는 경우가 가장 큰 것으로 나타났다. 이상의 결과를 통하여 암석노출지 구분 여하에 따라 영향이 매우 큰 것을 알 수 있다. 따라서 유효수량 과소추정을 방지하기 위해 암석노출지를 독립적인 토지이용상태로 구분하여 이용할 것을 권장한다.

2.2 토양도

토양도는 CN을 추정하기 위한 중요한 입력자료이다. 여기서 토양도는 크게 개략토양도와 정밀토양도로 구분되며, 개략토양도의 경우 한국개략토양도(1/250,000), 개략토양도(1/50,000), 정밀토양도의 경우 정밀토양도(1987)(허기술과 정정화, 1987), 정밀토양도(1995)(정정화 등, 1995), 정밀토양도(2007)(정강호 등, 2007) 등이 있다. 이처럼 다양한 토양도에 대하여 어떤 토양도를 적

표 2. Runoff curve number coverype of presenting SCS(NRCS, 1972)

Cover description			CN for hydrologic soil group			
Coverype	Cover description treatment	hydrologic condition	A	B	C	D
Wood-grass combination (orchard or tree farm)	-	Poor	57	73	82	86
	-	Fair	43	65	76	82
	-	Good	32	58	72	79
Woods	-	Poor	45	66	77	83
	-	Fair	36	60	73	79
	-	Good	30	55	70	77
Open space (lawns, parks golf courses, cemeteries, etc.)	grass cover< 50%		68	79	86	89
	grass cover50%to75%		49	69	79	84
	grass cover>75%		39	61	74	80

용해야 되는지 명확히 정해진 것은 없다. 단지 CN을 추정할 때 연구자의 판단에 의해 결정된다.

실제로, 선행연구들을 통해 동일한 유역임에도 불구하고 서로 다른 CN이 추정된 것을 확인할 수 있다(건설기술연구원, 1991; 김경탁 등, 1999; 김경탁과 최운석, 2004; 국토교통부, 2007). 이러한 문제점들은 강우-유출해석 과정에서 간과할 수 없는 부분이다. 물론, 이러한 차이의 원인은 토양도에서 찾을 수 있다. 관련 연구들 모두 서로 다른 토양도를 이용하여 CN을 추정하였다.

토양도는 토양의 수문학적 토양군을 결정하는 자료로 각 수문학적 토양군 A, B, C, D의 유역 내 비율을 결정하는데 기여하며, 해당 지역에 대하여 결정된 수문학적 토양군의 비율은 유역의 유출특성을 대변한다. 따라서 동일한 토양도를 이용하지 않은 연구들은 산림유역의 수문학적 토양군 비율이 상이할 수밖에 없다. 이러한 수문학적 토양군 비율의 차이는 유역의 CN 추정에 매우 큰 영향을 준다. 동일한 피복상태 일지라도 수문학적 토양군에 따라 적용되는 CN이 다르기 때문이다. 일반적

으로 토양군 A~D에 따라 적용되는 CN 차이는 산림유역의 경우 29~43정도로 상당히 크다. 즉, 서로 다른 토양도를 이용함으로써 수문학적 토양군의 비율이 상이하게 된다. 결국에는 CN이 현저히 다른 값으로 추정되게 된다.

2.3 피복상태에 따른 유출곡선지수 선정

SCS 유출곡선지수방법의 마지막 과정은 피복상태에 따른 CN 항목을 선정하는 것이다. 피복상태 선정문제는 유역의 특성을 SCS에서 제시한 CN 항목으로 평가하는 단계로 실제 CN 산정에 있어서 매우 중요한 과정 중 하나이다. 따라서 이에 대한 문제가 발생할 경우, 근본적인 원인의 해결을 통해 피복상태 선정이 이루어져야 한다.

표 2는 NRCS에서 제시한 피복상태에 따른 CN 중 산림유역에 적용 가능한 항목만을 따로 발췌한 것이다. 일반적으로 국내연구에서 적용한 CN은 NRCS에서 제공하는 피복상태별 CN을 분류한 표 2와 같은 형태의 표를 이용하여 결정된다. 이 표는 산림유역에 적용 가능한 항

목을 4가지 정도 수록하고 있으며 다시 수문학적 조건에 따라 더 세부적으로 분류되어 서로 다른 CN을 나타낸다. 수문학적 토양군에 따른 CN의 범위는 특히 수문학적 토양구분 A의 경우에 30에서 68까지이다. 이처럼 넓은 범위의 CN에 대하여 어떠한 피복상태를 선정하여 적용하는가는 매우 중요하다. 이 과정에서 유역의 대표 CN의 크기가 실질적으로 결정되기 때문이다(김경탁 등, 1999).

이러한 문제의 원인은 물론 SCS방법이 미국에서 개발된 방법으로, 미국에서의 피복상태 표현방법과 우리나라의 피복상태 표현방법이 매우 다르기 때문이기도 하다. 또한, 미국과 우리나라의 산림 자체도 동일한 것인지 명확히 파악하기 어렵다. 앞서 언급한 바와 같이 SCS 유출곡선지수방법은 미국의 농경지대에 위치한 산림지역을 대상으로 개발된 것이다. 따라서 이상과 같은 혼선을 방지하기 위해서는 미국의 피복상태와 우리나라의 피복상태의 비교·분석이 필요하며, 궁극적으로 통일된 선정기준이 마련될 필요가 있다.

3. 결 언

본 논고에서는 유효수량 산정방법 중 대표적인 SCS 유출곡선지수방법의 적용상 발생하는 문제점을 살펴보았다. 먼저, 우리나라는 지형특성상 산악지역이 대부분이다. 산악지형은 유효토심이 얇고 암석노출지가 대부분으로 강우에 의한 유출률이 다른 지역보다 상당히 높다. 따라서 우리나라와 같이 암석노출지의 비율이 높은 산악지역의 경우 암석노출지를 독립적인 토지이용상태로 구분하는 것이 바람직하다고 판단하였다.

현재 일반적으로 사용되는 토양도는 총 4가지(개략토양도, 정밀토양도(1987), 정밀토양도(1995) 및 정밀토양

도(2007))로, 어떤 토양도를 선정하여 사용하는가에 따라 CN이 산정되는 경우가 발생한다. 실제로, 개략토양도와 정밀토양도의 수문학적 토양군의 면적비율의 차이가 매우 큰 것을 확인하였으며, 이는 정밀토양도의 분류 기준별 연구에서 또한 차이가 있음을 확인하였다. 이러한 수문학적 토양군의 면적비율의 차이가 현격한 CN을 산정하게 되는 원인중 하나로 판단하였으며, 이러한 문제점을 개선하기 위해 앞으로 더 많은 노력이 필요할 것으로 보인다.

대부분의 연구에서는 NRCS에서 제공하는 피복상태별 CN을 이용한다. 하지만 그 항목이 매우 다양하여 본질적으로 다른 특성을 가진 우리나라와 미국의 피복상태를 구분하기가 매우 어렵다. 또한 이러한 문제는 선행 연구들이 적용한 피복상태의 근거를 제시하고 있지 않아 더욱 어려운 것으로 파악되었다. 이러한 문제의 근본적인 원인으로는 미국의 식생피복상태와 우리나라의 피복상태를 명확하게 연결할 수 있는 기본적인 정보가 부족한 점을 들 수 있다. 따라서 보다 정확한 적용을 위해서는 우리나라와 미국의 식생피복상태의 비교·분석을 통한 기준이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 건설기술연구원 (1991). 1991년 평창강유역의 수문특성조사. 건기연 91-WR-111, 연구보고서.
2. 국토교통부 (1991). 1991년 국제수문개발계획보고서, 연구보고서.
3. 김경탁 (2003). "정밀토양도를 이용한 CN 산정에 대한 제안." 한국수자원학회지, 한국수자원학회, 제36권, 제4호, pp. 45-53.
4. 김경탁, 심명필, 선우중호 (1999). "미계측 유역의 유출모의를 위한 지리정보시스템의 응용(I): 토양도 및 토지이용도의 선정." 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제32권, 제2호, pp. 163-176.

5. 김경탁, 최윤석 (2004). "정밀토양도를 이용한 유효강우량 산정에 관한 연구." 한국지리정보학회지, 한국지리학회, 제7권, 제2호, pp. 1-15.
6. 선우중호, 윤용남, 심순보, 이순탁 (1977). "정밀계측된 소유역의 강우 및 유출특성." 한국수문학회지, 물의과학, 제10권, 제1호, pp. 53-70.
7. 오경두, 전병호, 한형근, 정성원, 조영호, 박수연(2005). "산지 소유역 유출곡선지수." 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제 38권, 제8호, pp. 605-616.
8. 윤용남 (2007). 수문학, 청문각.
9. 정강호, 허승오, 손연규, 박찬원, 하상건, 김남원 (2007). "분류방법에 따른 수문학적 토양유형 비교." 2007년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 97-105.
10. 정정화, 장승표, 김호일, 정연태, 허기술, 박호 (1995). "유출을 추정을 위한 토양 수문군의 분류." 한국농공학회지, 한국농공학회, 제27권, 제6호, pp. 12-33.
11. 조홍제와 김정식 (1997). "TIN을 이용한 SCS법에 의한 유효강우량 산정에 관한 연구." 한국수자원학회논문집, 한국수자원학회, 제30권, 제4호, pp. 357-366.
12. 허기술과 정정화 (1987). "한국토양의 수문학적 분류 및 그 응용." 농공기술 제4권 제4호, pp. 47-61.
13. National Resources Conservation Service (NRCS, 1972). National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology, Chap.10, Washington, D.C.
14. National Resources Conservation Service (NRCS, 1985). National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology, Chap.10, Washington, D.C.