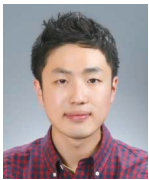


# SCS-CN 방법의 국내 적용의 문제점 및 한국형 유효우량 산정기법 개발의 필요성



**유 지 영** |  
전북대학교 토목공학과 연구교수  
jyyoo84@gmail.com



**문 건 우** |  
한양대학교 건설환경공학과 석사과정  
mgw10@hanyang.ac.kr



**김 태 응** |  
한양대학교 건설환경플랜트공학과 교수  
twkim72@hanyang.ac.kr



**안 재 현** |  
서경대학교 토목건축공학과 교수  
wrr@skuniv.ac.kr

수문관측시설을 운용한다는 것은 사실상 불가능하다. 따라서, 수자원 설계를 위한 유역의 홍수량을 산정하기 위해서는 일반적으로 강우 유출모형을 활용할 수 밖에 없다. 이러한 상황에서 국내 수자원기술자는 외국에서 제시된 매개변수 산정공식을 활용하여 기술자의 실무 경험 등에 따라 임의적으로 적용하는 실정이다. 국토해양부에서는 이러한 실무 홍수량 산정의 객관성과 신뢰성을 확보하는 문제점을 인지하여 설계홍수량 산정요령(국토해양부, 2012)을 제시하였다. 이 지침에서는 설계홍수량 산정에 필요한 유효우량을 산정하기 위하여 설계우량의 시간분포에서 침투에 의한 손실우량을 제외하는 방식을 적용하며, 구체적인 방법으로 SCS(현재 NRCS) 방법을 권고하고 있다.

우리나라를 비롯한 대다수의 국가에서는 미국 토양보존국(SCS)에서 제시한 유효우량 산정방법(『National Engineering Handbook, Section-4 : Hydrology (SCS, 1985)』)을 활용하고 있다. 이 방법은 계측 및 미계측 유역에서 모두 사용이 가능하다는 장점이 있으나, 실제 SCS-CN 방법의 개발 과정에 따르면 미국 내 대상유역의 토양의 특성, 토지이용도, 선행강우량, 강우량과 강우기간 및 평균 온도 등을 고려하여 경험식으로 유도되었음을 알 수 있다(Mockus, 1949). 즉, SCS-CN 방법의 개발배경인 미국 내

## 1. 서론

우리나라 대부분의 중소 규모 유역은 상시적인 유량관측이 이루어지지 않거나 유량 관측자료가 부족한 실정이다. 또한 모든 유역에 대하여

대상유역과 상이한 강우-유출 특성을 나타내는 유역에 대하여 SCS-CN 방법을 적용하였을 경우에는 신뢰성 있는 유효우량을 산정하는 데 한계가 존재할 가능성이 있다는 것을 의미한다.

그러므로 우리나라에 실정에 맞는 객관적인 유효우량 산정식을 개발하기 위해서는 기존에 개발되어진 SCS-CN 방법에 관련된 유효우량 산정공식을 무조건 적용하는 데에서 벗어나야 할 필요가 있다. 본 기사에서는 국내외 다양한 선행 연구를 기반으로 유효우량 산정을 위해 SCS-CN 방법을 적용 시 발생하는 연구의 한계점을 정리한 후, 한국형 유효우량 산정을 위한 구체적인 극복방안을 모색하고자 한다.

## 2. SCS-CN 방법의 적용성 검토 연구사례

미국 내 특정지역을 대상으로 개발되어진 SCS-CN 방법은 여러 장점으로 인하여 광범위하게 적용되고 있지만, 개발과정에 고려된 유역 특성과 상이한 지역에 적용할 경우 여러 가지 적용상의 문제점이 제기되고 있다. 이와 관련한 다양한 선행연구는 다음과 같다.

- Hawkins (1978a, b, c)은 AMC 조건과 강우는 불연속적인 사상이기 때문에 AMC 조건에 따른 CN 값의 갑작스런 변화는 유출량의 극단적인 변화를 가져올 수 있다고 주장함.
- Chen (1981)은 CN 값의 크기에 영향을 미치는 각 변수에 대한 민감도 분석을 통해 AMC 조건(5일 선행강수량)과 유출곡선지수가 유출량에 큰 민감도를 가지고 있으며, AMC 조건에 대한 명확한 기준이 없다는 한계점을 제시함.
- Hope and Schulze (1981)은 5일 선행강수량의 설정은 물리적인 현상에 기초한 값

이 아닌, 주관적인 판단에 따른 것이라는 문제점을 제기하였으며, 증발산 및 유출로 인한 유역의 저류량의 감소를 고려하지 못하는 점을 밝혀냄.

- Hjelmfelt et al. (1982)은 SCS에서 제시한 ARC(Antecedent Runoff Condition)- I, II, III 조건에 따른 유출곡선지수의 관계를 CN의 10% 초과확률에 해당하는 것은 ARC-I, 90% 초과확률에 해당하는 것은 ARC-III에 해당한다고 제시함.
- Hjelmfelt (1991)은 강우량과 유출량의 관계를 CN으로 구분하였으며, 이 연구에서 강우-유출 기록은 연 최대치 호우사상에 해당하는 것이며, AMC-II 조건에서의 CN 값은 강우-유출 자료 계열의 평균적인 조건을 나타내었으며, 5일 선행강수량과 CN 값을 결정짓는 최대잠재보유수량 사이에는 특별한 상관관계를 찾을 수 없다는 연구결과를 제시한 바 있음.
- Choi et al. (2002)은 AMC 조건을 대신하여 ASM(Available Soil Moisture)이라는 개념을 도입하여 CN의 조정치에 해당하는 CN<sub>adj</sub>를 제시하였으며, AMC-I 조건은 토양수분의 Wilting Point (WP)이고, AMC-III 조건은 토양수분의 Field Capacity (FC)에 해당한다고 밝힌 바 있음.

이처럼 과거의 선행연구에서는 SCS-CN 방법이 가지는 적용상의 문제점을 개선하기 위해 국내외 다양한 시험 유역을 대상으로 보완연구가 수행되었다. 그 결과 실제 대상유역에 적용하는데 있어 SCS-CN 방법에서 발생하는 문제점을 해결하는 것이 불가능한 경우에는 대상 유역의 특성에 맞는 새로운 유효우량 산정기법을 개발하여 적용하고 있다. 본 절에서는 유효우량 산정 시 SCS-CN 방법의 적용 시 반복적으로 논의되고 있는 크게 두 가지의 문제점에 대하여, 이와

관련한 연구사례를 중심으로 서술하였다.

## 2.1 초기손실량과 최대잠재보유수량의 관계 연구사례

Mishra et al. (2006)은 초기손실량과 최대잠재보유수량의 관계를 도출하기 위해, 유출체적 및 유역면적을 고려하여 유출고를 산정하였다. 이때, 실제 유출고를 계산하는 데 있어 초기손실계수는 해당 유역의 유출특성을 대표하는 중요한 변수이며, 기존에 SCS-CN 방법에서 제시하는 최대잠재보유수량의 20%를 초기손실로 적용하는데 한계가 있음을 발견하였다. 그 후, 기존의 강우-유출 모형과 선행토양수분량(M)을 결합한 새로운 SCS-CN 방법(MMS 모형(4))을 새롭게 제시하였으며, 기존의 SCS-CN 방법 보다 합리적이라는 연구 결과를 제시하였다.

Batlas et al. (2007)은 그리스에 있는 시험유역을 대상으로 관측자료를 기반으로 하여 초기손실계수를 직접 계산하였으며, 기존의 SCS-CN 방법에서 가정한 초기손실계수(0.2)와는 너무도 큰 차이를 가지는 값(0.014)을 얻었다. 또한 다른 유역에서도 동일한 방법으로 계산한 결과 0.037의 값을 초기손실계수로 얻게 되었으며, 실제 두 유역의 초기손실계수(0.014와 0.037)에 대한 차이의 원인은 토지이용 및 유역의 지질학적 특성에 대한 분포가 다르다는 것이 원인으로 작용하였음을 발견하였다. Batlas et al. (2007)의 연구 결과로부터 그리스 내 지역의 초기손실계수는 0.05 정도의 값을 가지는 것으로 밝혀졌다.

표. 1 초기손실계수 적용한 연구 사례

연구자	초기손실계수	연구내용
Chandramohan and Mathew (2005)	0.30	인도의 3개의 유역에서 강우사상을 이용하여 적용
Lim et al. (2006)	0.05	L-THIA 모형 및 연간 물 수지 이용
Lamont et al. (2008)	0.05 and 0.2	CN과 HSPF 사상을 적합시켜 사용
Wang et al. (2008)	0.05 and 0.2	초기손실계수 이용하여 비교분석
White et al. (2009)	0.05	SWAT 모형 이용, LREW 유역에서 적용

White et al. (2009)은 SWAT(Soil and Water Assessment Tool)을 개선하기 위해 수문학적 모형을 이용하여, 조지아의 남부지방에 위치한 LREW (Little River Experimental Watershed) 유역의 유효우량을 계산하였다. 그 결과 성수기 및 비성수기의 유출곡선지수의 차이와 토양의 포화정도에 따른 유출곡선지수의 적용을 위해 초기손실계수는 0.05를 사용하는 것이 더 좋은 결과를 얻을 수 있다고 언급한 바 있다. 또한, Shi et al. (2009)은 Wangliaqiao 유역을 대상으로 강우-유출 사상에 대해 분석을 수행하였으며, 1994년부터 1996년까지의 강우사상을 29개로 추출하여 분석자료로 활용하였다. 시간 단위는 10분 간격으로 하였으며, Hawkins et al. (2002)과 Batlas et al. (2007)에서 수행한 방법을 활용하여 분석하였다. 초기손실계수는 최소 0.010 부터 최대 0.154 까지 변화시켜 계산하였으며, 대상유역의 평균 초기손실계수는 0.052로 산정되었다. 그 결과, 초기손실계수는 0.05를 사용하는 것이 최적의 조건임을 밝힌 바 있다. 표 1은 이 밖의 다양한 초기손실계수 결정을 위한 연구사례를 소개하고 있다.

## 2.2 AMC 조건에 따른 CN값 산정과 관련된 연구사례

Liu and Li (2008)은 중국의 황토유역인 Wangdonggou 강에 대하여 수치표고모형인 DEM 모형과 사면경사, 토지이용, 수문학적 토양군을 기초로 하여 SCS-CN 방법을 적용하였

다. 수문학적 토양군 분류에서는 짙은 황토토양, 붉은토양, 황토토양 등으로 분류하였으며, 5일 선행강수량은 SCS-CN 방법에서 제시한 강우량 조건이 아닌 중국의 고원에 맞게 자체적으로 강우-유출 관계를 고려하여 개발한 선행강수 조건을 사용하였다. 이를 통해 정의되어진 토양군, 위성탐사사진으로부터 분류된 토지이용 및 피복상태를 기초 인자로 활용하여 모의된 유출량과 실제 관측 유출량의 관계를 해석한 결과 75% 이상 정도의 차이가 발생하는 문제를 확인하였다.

Shi et al. (2009)은 중국의 협곡지역인 TGA 지역을 대상으로 유출특성을 해석하였으며, 이때 선행유출조건(ARC : Antecedent Runoff Condition)이란 개념을 도입하여 적용하였다. 기저유출을 분리하기 위해 EFLOW라는 프로그램을 사용하여 기저유출량과 직접유출량을 분리하여 산정하였다. 위와 같은 절차를 따라 SCS-CN의 기존방법과 개선된 방법인 Modified model을 적용하여 강우-유출 사상을 비교 분석을 하였으며, Hawkins et al. (2002)의 강우사상 분석을 사용하여 초기손실계수에 대해 정의한 연구 결과를 바탕으로 중국의 TGA 지역에서의

농업유역으로 부터 SCS-CN 방정식의 초기손실계수를 정의하였다. 그 결과, 기존의 SCS-CN 방법과 Modified model 방법과 비교분석한 결과는 그림 1과 같으며, 예측한 직접유출량과 측정된 직접 유출량 사이에서 Modified model을 적용한 연구결과의 정확도가 상대적으로 향상되는 것을 증명하였다.

Soulis et al. (2009)은 그리스 Lykorrema 하천 유역 내 측정된 강우-유출 자료로부터 산정한 관측 CN값을 SCS-CN 방법과 비교하여 적용성을 검토하였다. 그 결과 큰 강우사상에 대해서는 유출량이 과다 산정되며, 작은 강우사상에 대해서는 유출량이 과소 산정되는 문제를 발견하였다.

Nayak et al. (2012)는 인도의 Narmada 유역을 대상으로 GIS 자료를 기반으로 SCS-CN 방법을 이용하여 유효우량을 산정하는 연구를 수행하였다. 인도의 Handbook of Hydrology (SCD, 1972)에서 제시한 초기손실계수는 AMC 조건에 따라 0.1~0.3의 사이의 값을 가지며, 2001년과 2007년 시점을 기준으로 유역개발 전후의 토지이용변화에 따른 유출량의 변화를 계산하였다. 그 결과, 관측된 유출량과 SCS-CN 방

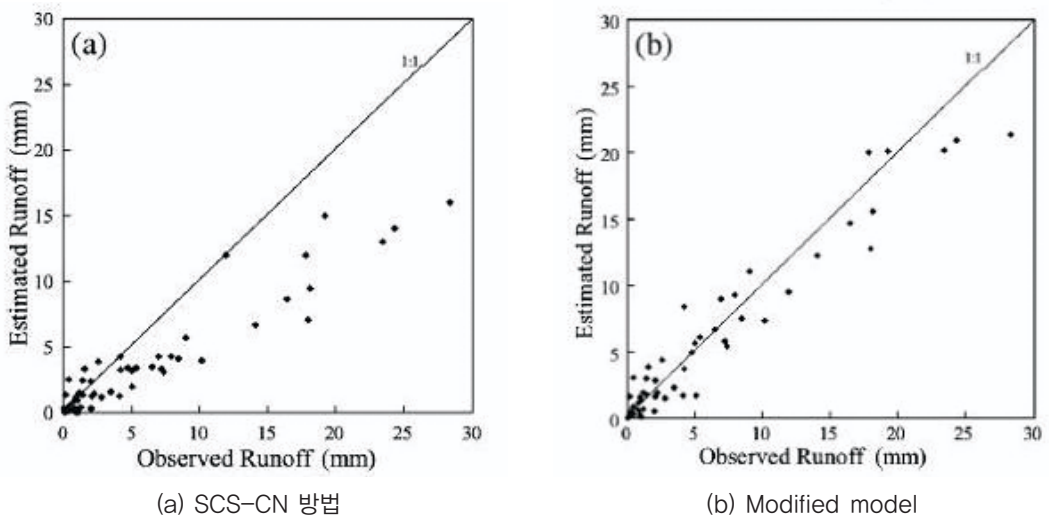


그림 1. SCS-CN방법 및 Modified model 산정유출량과 관측유출량의 비교분석(Shi et al., 2009)

법으로 계산된 유효우량을 비교하여 직접표면유출량은 AMC 조건이 변함과 동시에 2007년의 직접유출에 기여하는 유효우량이 2001년과 비교하여 약 20~40% 유출량이 증가하는 것으로 확인되었다.

### 3. 한국형 Modified SCS-CN 방법 개발을 위한 문제점 검토

최근 해외의 연구에서 반복적으로 제기되어진 SCS-CN 방법을 이용한 유효우량 산정 시 적용상의 한계점은 크게 두 가지로 요약되었다. 첫 번째는 초기손실량(Ia)과 최대잠재보유수량(S)의 비율인 초기손실계수에 대한 민감성으로 인한 문제점이며, 두 번째는 선행토양함수조건에 대한 모호성으로 인한 문제점이다. 이와 같은 적용상의 한계점을 해결하기 위해 보다 합리적인 방법으로 유역의 유출특성을 반영할 수 있는 Modified SCS-CN 방법을 개발하고자 지속적으로 노력하고 있는 실정이다. 이처럼 우리나라 실정에 맞는 유효우량 산정기법을 개발하기 위해서는 기존의 SCS-CN 방법의 산정공식을 무조건 적용하는 데에서 벗어나, 한국형 Modified SCS-CN 방법의 개발이 필요할 것이다. 본 기사에서는 유량조사사업단에서 제공받은 4개 시험유역의 강우-유출 자료를 이용하여(표 2 참고),

앞 절의 국외 연구사례에서 구분되어진 SCS-CN 방법 적용상의 두 가지 문제점에 대하여 면밀히 검토하고자 한다.

#### 3.1 유역별 관측 CN을 활용한 초기손실계수 검토

현재 국외에서는 강우-유출 특성을 고려한 유효우량 산정에 있어, 유역특성을 대표할 수 있는 보다 현실적인 초기손실계수를 결정하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있다. 우리나라의 경우, 현재 실무에서 모든 유역에 동일한 초기손실계수(0.2) 값을 적용하고 있어, 유역별 강우-유출 특성을 충분히 반영하는 데 한계가 있다. 따라서 본 절에서는 우리나라 유역 특성에 맞는 초기손실계수를 추정하고자 관측된 강우-유출 자료를 기반으로 SCS-CN 방법의 관계식에 적용하여 초기손실계수를 역 추정하였다. 그 결과, 각 대상유역별 추정된 호우사상의 초기손실계수는 현재 실무에서 모든 유역에 동일한 초기손실계수(0.2) 값과 비교하여 차이가 있는 것으로 확인되었다(그림 2 참고).

이 중에서, 중랑교 유역과 점촌 유역의 추정된 초기손실계수는 기존의 초기손실계수(0.2)와 비교하여 최소 0.01에서 최대 0.07 정도 작은 값이 계산되었다. 더불어 흑천교 유역에서는 추정된 초기손실계수가 기존의 초기손실계수(0.2)와 비

표. 2 대상유역 내 강우-유출 자료구축 현황

수계	유역	유역면적 (km <sup>2</sup> )	강우-유출 자료구축기간(년도)	유역 내 관할 강우관측소	수위관측소(코드)
한강	중랑교	208.41	2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011	상계(국), 우이(국), 의정부(국), 장암(국)	중랑교(1018675)
	흑천교	307.82	2006, 2007, 2008, 2009, 2010	양평(기), 청운(국)	흑천교(1007680)
금강	회덕	609.15	2005, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011	대전(기), 방동(국), 신대(국), 유성(국), 인동(국), 회덕(국)	회덕(3009680)
낙동강	점촌	616.77	2007, 2008, 2010	농암1(국), 농암2(국), 동화원(국), 문경(국), 점촌(국), 화북1(국)	점촌(2005660)

\* (국): 국토해양부 관할 강우관측소, (기): 기상청 관할 강우관측소



교하여 50% 이상의 작은 값(0.09)이 추정되었다. 마지막으로 회덕 유역에서 추정된 초기손실계수는 다른 3개의 유역에 비하여 기존의 초기손실계수(0.2)와 비교하여 가장 작은 편차(최소 0.01에서 최대 0.04 정도 작은 값)를 나타내는 것으로 확인되었다. 즉, 이와 같은 결과는 기존에 초기손실계수를 결정하는 데 있어, 강우-유출 관계에서 기존에 활용되어진 최대잠재보유수량의 20%로 결정함으로써 실제 유역의 초기손실량이 다소 과다하게 평가되어질 가능성이 있다고 판단된다.

따라서 우리나라의 모든 유역별 강우-유출 특성을 고려하여 계산된 각 유역대표의 초기손실계수를 설정할 필요가 있을 것이며, 이를 위해서는 대상유역 내 많은 호우사상의 유출특성을 분석하여 평균적인 초기손실계수 결정을 위한 선행연구가 우선적으로 수행되어야 할 것이다.

### 3.2 AMC 조건에 대한 CN의 민감도 분석

현재 일반적으로 사용되어지고 있는 선행토양 함수조건으로는 5일 선행강수량(AMC-I과 II의 구분은 35.56mm이고, AMC-II와 III의 구분은 53.34mm)을 기준으로 이용하고 있다. 본 절에서는 기존의 AMC 기준을 구분하는 데 있어 선행 강수일수와 강수량의 조건에 따른 CN의 민감도 평가를 수행하고자 AMC-I과 II를 구분하는 선행강수량 기준을 D1(Division 1), AMC-II와 III를 구분하고자 선행강수량 기준을 D2(Division 2)라고 정의하였다. 그 후, D2를 최대한 큰 값으로 고정한 후 D1을 1mm에서 D2까지 선행강수량 기준을 변화시킨 후, AMC-I 조건에 해당되는 CN을 분류하여 CN(I)의 분포도(histogram)를 작성하였다. 그 결과 그림 3(a)와 같이 유역별 CN(I)의 경우에는 D1별로 그려지는 분포도를 분석하여, 유역의 평균유출조

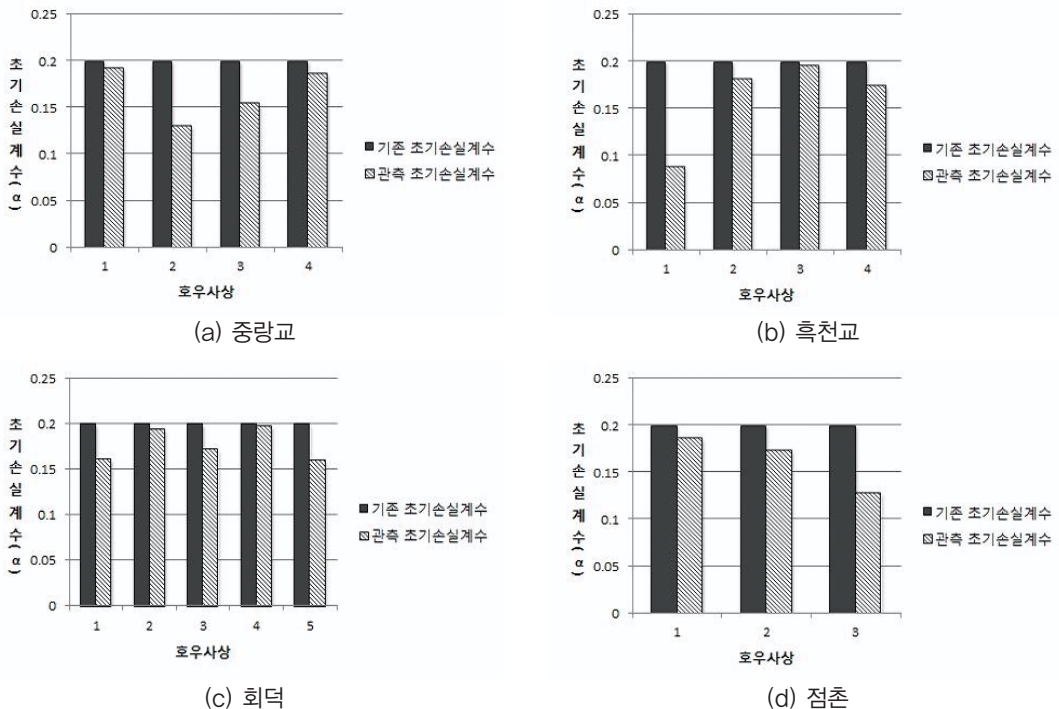
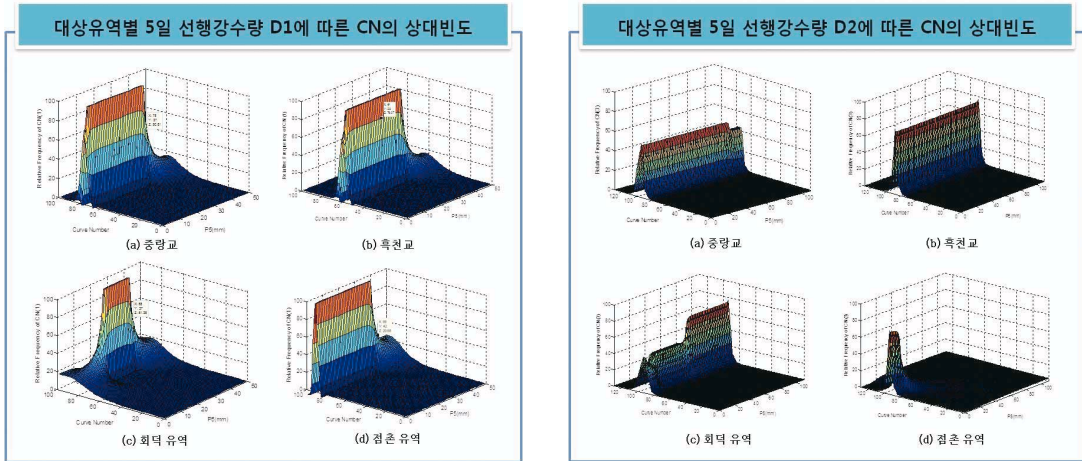


그림 2. 대상유역 내 초기손실계수 비교



(a) Division 1 (D1) = 35.56mm

(b) Division 2 (D2) = 53.34mm

그림 3. 대상유역 내 선행강수량에 따른 CN의 상대빈도

건을 나타내는 구간(가장 큰 상대도수의 구간)을 제외하고 가장 높은 상대도수를 갖는 최소유출잠재능을 나타내는 구간(lowest runoff potential section)의 CN을 AMC-I 조건의 CN으로 결정한다.

예를 들어, 그림 3(a) 내 흑천교 유역을 살펴보면, X축에서 CN(I)이 55 이상이고 약 65 이하일 경우와 Y축에서 5일 선행강수량이 약 30mm 이하인 경우에 상대적으로 큰 상대도수가 나타나는 것으로 확인된다. 이와 더불어, 평균유출조건으

표 3. 흑천교 유역의 CN(I)의 상대도수 분포(선행 5일강수량)

D1 (P5)	Curve Number										
	0	...	58	59	60	61	62	63	64	...	100
1	0.000	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.94	2.94	...	0.000
2	0.000	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.94	2.94	...	0.000
3	0.000	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.76	2.38	...	0.000
4	0.000	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.55	2.27	...	0.000
5	0.000	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.35	4.35	...	0.000
6	0.000	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.17	4.17	...	0.000
7	0.000	...	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	4.00	...	0.000
...	0.000	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0.000
18	0.000	...	5.809	29.231	52.653	76.075	99.498	99.498	4.65	...	0.000
19	0.000	...	5.809	29.231	52.653	76.075	99.498	99.498	4.44	...	0.000
20	0.000	...	5.809	29.231	52.653	76.075	99.498	99.498	4.17	...	0.000
21	0.000	...	5.809	29.231	52.653	76.075	99.498	99.498	4.17	...	0.000
22	0.000	...	5.809	29.231	52.653	76.075	99.498	99.498	4.08	...	0.000
<b>23</b>	0.000	...	5.809	29.230	52.652	<b>76.075</b>	99.498	99.498	4.00	...	0.000
24	0.000	...	5.808	29.229	52.651	76.074	99.498	99.498	4.00	...	0.000
25	0.000	...	5.807	29.227	52.648	76.072	99.498	99.498	4.00	...	0.000
26	0.000	...	5.806	29.222	52.643	76.069	99.498	99.498	4.00	...	0.000
27	0.000	...	5.802	29.213	52.632	76.061	99.497	99.497	4.00	...	0.000
28	0.000	...	5.795	29.193	52.609	76.046	99.497	99.497	3.92	...	0.000

로 판단되는 가장 큰 상대도수는 CN이 62, 63일 때로 확인되며, 다음으로 큰 상대도수를 갖는 구간은 CN이 61인 경우인 것으로 재확인 할 수 있다. 또한, 이때의 5일 선행강수량은 23mm와 24mm의 사이에서 CN의 상대도수가 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 이에 CN(I)이 61이고 5일 선행강수량이 23mm인 경우에 CN의 상대도수가 최대(76.075 %)인 것으로 나타난다(표 3 참고). 즉, 흑천교 유역의 강우-유출 특성을 고려하여 해석한 선행 5일강수량의 AMC-I 조건에서 경계조건 D1은 23mm를 새로운 기준으로 채택하게 된다.

이와 동일한 방법으로 CN(III)의 경우에는 최대유출잠재능(highest runoff potential)을 뜻하는 CN을 선택하여 상대도수가 가장 클 때의 선행강수량을 AMC-III의 구분기준(D2)으로 결정할 수 있으며, 5일 선행강수량 D2에 따른 CN의 상대빈도 분포도를 작성할 수 있다(그림 3(b) 참고). 그 결과 대상유역 별 AMC-I 과 AMC-III의 구분조건인 D1과 D2는 표 4와 같이 결정되었다. 여기서 점촌 유역의 결과를 살펴보면, D1과 비교하여 D2의 값이 적은 값으로 결정되었으나, 이는 해당 유역의 분석 시 이용되었던 호우사상의 수가 매우 적어 발생한 오류인 것으로 판단된다.

표 4. 유역별 선행 5일강수량에 대한 D1과 D2의 결정

대상유역	D1 (기준: 35.56mm)	D2 (기준: 53.34mm)
중랑교	37.0	86
흑천교	23.0	110
회덕	37.0	102
점촌	42.0	29

이처럼 실제 유역의 강우-유출 특성을 반영하여 구분하고자 선행강수량의 변화에 따른 CN의 상대빈도를 검토하여 AMC 조건의 D1과 D2의 검토가 가능하며, 이는 기존의 조건(D1=35.56mm, D2=53.34mm)와 비교하여 상당히 차이가 있는

것으로 판단된다. 그러나 이와 관련한 과거 선행 연구 중 박정훈 등(2005)의 장평유역을 대상으로 한 성수기의 선행토양함수조건을 재설정된 구분기준(AMC-I과 II의 구분조건 D1은 22mm, AMC-II와 III의 구분조건 D2는 117mm)을 살펴보면, 본 연구에서 제시한 대상유역별(점촌 제외) D1과 D2의 값이 매우 유사한 것을 확인할 수 있다.

#### 4. 결론 및 제언

본 기사에서는 우리나라에 실정에 맞는 객관적인 유효우량 산정식의 개발을 위한 선행연구로서 유역별 유출특성을 반영할 수 있는 Modified SCS-CN 방법을 개발하기 위한 노력이 필요하다고 제안한다. 그러므로 실제 특정지역의 유효우량을 산정하기 위해서는 기존에 개발되어진 SCS-CN 방법에 관련된 유효우량 산정공식의 무조건적인 적용은 지양해야 한다. 기존 실무에서 활용되어진 SCS-CN 방법을 적용하는 것에 국한되지 않고, 국외에서 활용하고 있는 다양한 유효우량 산정기법에 대한 국내적용의 연구를 통해 지속적인 검토가 필요할 것이다. 따라서 본 기사에서는 국내외 유효우량 산정을 목적으로 SCS-CN 방법을 활용한 연구사례를 중심으로 조사하였으며, 사례연구를 기반으로 우리나라 지역별 강우-유출 특성을 고려하여 유효우량 산정이 가능할 수 있도록 일반적인 SCS-CN 방법을 적용하였을 경우 발생가능한 문제점에 대한 극복방안을 모색하였다.


첫 번째로, 우리나라의 강우-유출 관계에서 기존에 활용되어진 최대잠재보유수량의 20%를 초기손실로 설정함에 있어 다소 과도한 값이 적용되어졌을 가능성이 있는 것으로 판단되었다. 즉, 대상유역 내 많은 호우사상의 유출특성을 분석하여 평균적인 초기손실계수를 결정하여 각 유



역대표 초기손실계수를 결정할 필요가 있다. 두 번째로, AMC 조건의 설정기준에 따라 민감하게 작용하는 CN을 고려한다면, 실무에서 SCS-CN 방법을 적용하여 유효우량을 산정하는 데 있어 신뢰성이 저하될 수 있는 충분한 여지가 있을 것으로 확인되었다. 따라서 향후 한국형 유효우량 산정이 가능할 수 있는 Modified SCS-CN 방법 개발을 위해서는 선행적으로 우리나라의 유역특성을 고려하여 기존 SCS-CN 방법의 적용성 평

가에 대한 노력이 지속되어야 할 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 및 한국건설교통기술평가원 건설기술혁신사업의 [한국형 설계홍수량 산정방법개발(11-기술혁신-C06)] 과제에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다. 

## 참고문헌

1. 국토해양부 (2012), 설계홍수량 산정요령.
2. 박정훈, 유철상, 김중훈 (2005), “SCS 유효우량 산정방법 적용을 위한 선행토양함수조건의 재설정(장평유역을 중심으로).”, 한국수자원학회 2005년도 학술발표회 논문집, 한국수자원학회, pp. 578-582.
3. Baltas, E.A., Dervos, N.A., and Mimikou, M.A. (2007), “Technical Note: Determination of the SCS initial abstraction ratio in an experimental watershed in Greece.”, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, No.11 pp. 1825-1829.
4. Chandramohan, T., and Mathew, S. (2005), “Field estimation of runoff curve number estimated from rainfall-runoff data.” *Hydrology Journal* 28(1-2), March-June, pp. 71-78.
5. Chen, C.L. (1981), “An Evaluation of the mathematics and physical significance of the Soil Conservation Service curve number procedure for estimating runoff volume”, *Rainfall-Runoff Relationship* (ed. by V. P. Singh) Water Resources Publications, pp. 387-418.
6. Choi, J.Y., Engel, B.A., and Chung, H.W. (2002), “Daily streamflow modeling and assessment based on the curve-number technique”, *Hydrological Processes*, Vol. 16, pp. 3131-3150.
7. Hawkins, R.H. (1978a), “Runoff curve number relationships with varying site moisture.”, *J. of Irrigation and Drainage Division*, ASCE, Vol. 104, pp. 389-398.

8. Hawkins, R.H. (1978b), "Effect of rainfall intensity on runoff curve numbers", Utah Agric. Exp. Stn. Journal 2288.
9. Hawkins, R.H. (1978c), "Runoff curve number relationships with varying site moisture", Journal of Irrigation & Drainage Division, ASCE, pp. 389-398.
10. Hawkins, R.H., Jiang, R., Woodward, D.E., Hjelmfelt, A.T., and Van Mullem, J.A. (2002), "Runoff curve number method: Examination of the initial abstraction ratio." Proc., 2nd Federal Interagency Hydrologic Modeling Conf., Las Vegas (CD-ROM), U.S. Geological Survey.
11. Hjelmfelt, A.T.Jr. (1991), "Investigation of curve number procedure", Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 117, No. 6, pp. 725-737.
12. Hjelmfelt, A.T.Jr., Kramer, K.A., and Burwell, R.E. (1982), "Curve numbers as random variables", Proc., International Symposium on Rainfall-Runoff Modeling, Water Resource. Published Littleton, Col., pp. 365-373.
13. Hope, A.S., and Schulze, R.E. (1981), "Improved estimates of stormflow volume using the SCS curve number method", RAINFALL-RUNOFF RELATIONSHIP (ed. by V. P. Singh) Water Resources Publications, pp. 419-428.
14. Lamont, S.J., Eli, R.N. and Fletcher J.J. (2008), "Continuous hydrologic models and curve numbers: a path forward.", Journal of Hydrologic Engineering, Vol. 13, No. 7, July 2008. pp. 621-636.
15. Lim, K.J., Bernard A., Engel, S.M., and Jon, H. (2006), "Effects of initial abstraction and urbanization on estimated runoff using CN technology.", Journal of the American Water Resources Association (JAWRA), Vol. 42, No. 3, pp. 629-643.
16. Liu, X., and Li, J. (2008), "Application of SCS model in estimation of runoff from small watershed in Loess Plateau of China.", Geogra. Sei., Vol. 18, No. 3, pp. 235-241.
17. Mockus, V. (1949), "Estimation of total (and peak rates of) surface runoff for individual storms", Exhibit A in Appendix B, Interim Survey Report Grand (Neosho) River Watershed, USDA.
18. Nayak, T., Verma, M.K., and Bindu, S.H. (2012), "SCS curve number method in Narmada basin.", *International Journal of Geomatics and Geosciences*, Vol. 3, issue 1, pp.219-228.
19. Shi, Z.H., Chen, L.D., Fang, N.F., Qin, D.F., and Cai, C.F. (2009), "Research on the SCS-CN initial abstraction ratio using rainfall-runoff event analysis in the Three Gorges Area, China.", *Catena*, Vol. 88, No. 1, pp. 1-7.
20. Soil Conservation Department (SCD) (1972), Handbook of Hydrology, Ministry of Agriculture, New Delhi.
21. Soil Conservation Service (SCS) (1985), National Engineering Handbook, Section 4, Hydrology. US 444 Department of Agriculture, US Government Printing Office, Washington, DC.
22. Soulis, K.X., Valiantzas, J.D., Dercas, N., and Londra, P.A. (2009), "Analysis of the runoff generation mechanism for the investigation of the SCS-CN method

- applicability to a partial area experimental watershed.” *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, Vol. 13, No. 5, pp. 605–615.
23. Wang, X, Shang, S., Yang, W., and Melise, A.M. (2008), “Simulation of an agricultural watershed using and improved curve number method in SWAT.”, *Transactions ASABE* Vol. 51, No.4, pp. 1323–1339.
24. White, E.D., Feyereisen, G.W., Veith, T.L., and Bosch, D.D. (2009), “Improving daily water yield estimates in the Little river watershed: swat adjustments.”, *Transactions of the ASABE*, Vol. 52, No. 1, pp. 69–79.
25. Mishra, S.K., Sahu, R.K., Eldho, T.I., and Jain, M.K (2006), “An improved Ia-S relation incorporating antecedent moisture in SCS-CN methodology.”, *Water Resources Management*, No. 20, pp. 643–660.