

## DAWAST 모형을 이용한 유출곡선번호 추정 Estimation of Curve Number by DAWAST Model

김 태 철\* / 박 승 기\*\* / 문 중 필\*\*\*  
Kim, Tai Cheol / Park, Seung Ki / Moon, Jong Pil

---

### Abstract

It is one of the most important factors to determine the effective rainfall for estimation of flood hydrograph in design schedule. SCS curve number (CN) method has been frequently used to estimate the effective rainfall of synthesized design flood hydrograph for hydraulic structures. But, it should be cautious to apply SCS-CN originally developed in U.S.A to watersheds in Korea, because characteristics of watersheds in Korea and cropping patterns especially like a paddy land cultivation are quite different from those in USA. New CN method has been introduced. Maximum storage capacity which was herein defined as  $U_{max}$  can be calibrated from the streamflow data and converted to new CN - I of driest condition of soil moisture in the given watershed. Effective rainfall for design flood hydrograph can be estimated by the curve number developed in the watersheds in Korea.

---

### 요 지

수자원개발 계획과 설계를 위한 설계홍수량 추정에 가장 중요한 문제의 하나가 유효우량 추정이다. 우리나라 수공구조물의 설계홍수량 추정에는 미국 SCS에서 개발한 유출곡선번호(流出曲線番號, curve number)로부터 유효우량을 추정하고 홍수도달시간을 고려하여 단위도를 합성하는 방법이 자주 사용되고 있다. 그러나, 우리나라의 경우 시간별 강우-유출량 자료가 충분하지 못한 상태이므로 SCS 유출곡선번호 방법을 그대로 적용하여 유효우량을 추정할 때에는 신중을 기해야 한다. 왜냐하면 우리나라의 토양, 식생, 토지이용, 배수조건 등의 유출특성이 미국 유역의 유출특성과 다르고 특히 논이라는 독특한 토지이용형태가 13%나 차지하고 있기 때문이다. 이에 본 연구에서는 유역이 가장 건조한 상태의 유출곡선번호 CN-I을 SCS 유출곡선번호에서 구하지 않고 강우-유출모형인 DAWAST(DAily Watershed STreamflow, 김태철, 1992)모형의 유역 최대잠재저류능인  $U_{max}$ 로부터 구하는 방법을 제시하였다. 이 매개변수  $U_{max}$ 는 우리나라 유역에서 관측된 일별 강우-유출량 자료를 최적화 기법으로 보정하여 구했으므로 이로부터 추정된 유출곡선번호는 우리나라의 유역특성이 반영되었다고 볼 수 있다.

*Keywords:* design hydrograph, effective rainfall, SCS curve number

- 
- \* 충남대학교 농과대학 농공학과 교수
  - \*\* 충남대학교 농업과학연구소
  - \*\*\* 충남대학교 대학원

## 1. 서론

침투홍수량, 침투시간, 홍수지속시간 및 홍수량 등 홍수의 시간별 변화를 나타내는 설계홍수수문곡선은 배수로단면, 배수장규모, 하천제방과 저수지 물넘이 등 수공구조물 설계에 가장 기본적이고 중요한 수문자료이다. 관측된 강우-유출량 자료의 홍수수문곡선으로부터 유효우량과 홍수도달시간 등 홍수유출특성을 구하여 미계측 하천에 적용하므로써 홍수수문곡선을 추정 또는 예측하는 것이 일반적이다. 그리고 설계홍수량은 유역토양수분이 가장 습윤한 상태의 시간별 유효우량을 추정하고 홍수도달시간에 따라 단위도를 합성하여 홍수량을 산정하기도 한다.

우리나라 수공구조물의 설계홍수량 추정에는 미국 토양보전국(SCS)에서 개발한 유출곡선번호로부터 유효우량을 추정하고 홍수도달시간을 고려하여 단위도를 합성하는 방법이 자주 사용되고 있다. SCS 유출곡선번호 방법은 입력자료가 간단하고 기본구조와 가정이 단순하며 토양, 토지이용, 피복상태 및 유역함수조건 등의 유역특성을 유출곡선번호로 쉽게 나타낼 수 있다. 또한, 농업지대 소유역에 적용사례가 많아 토지이용과 처리의 변화가 유출에 미치는 영향을 잘 평가하는 것으로 알려져 미국내 연방, 주정부 및 수문기술자들이 일반적으로 사용하는 방법으로 세계 여러 곳에서 적용되고 있다.

그러나 우리나라 유역에서 실측하여 조사된 유출곡선번호가 미비하고, 특히 독특한 토지이용 형태인 논외 토양별, 생육기별 유출곡선번호에 대한 조사가 없으므로 SCS 유출곡선번호 방법을 우리나라 유역에 적용하여 유효우량을 추정하는데는 신중을 기해야 한다(건설부, 1994).

본 연구에서는 유역이 가장 건조한 상태의 유출곡선번호 CN-I을 SCS 유출곡선번호에서 구하지 않고 강우-유출모형인 DAWAST모형(김태철, 1992; 김태철 등, 1994)의 유역 최대잠재저류능인  $U_{max}$ 로부터 구하는 방법을 제시하고자 한다.

## 2. 적용유역과 수문자료

### 2.1 유역현황

DAWAST모형을 이용하여 유출곡선번호를 구하고 유효우량과 설계홍수량을 추정하는 방법을 대전광역시 유성구 성북동에 위치한 방동지(芳洞池) 유역에 적용하였다. 방동지는 유역면적  $13.6\text{km}^2$ , 주하천길이가  $6.9\text{km}$ , 유효저수량  $3.06 \times 10^6\text{m}^3$ , 관개면적  $5.37\text{km}^2$ 로

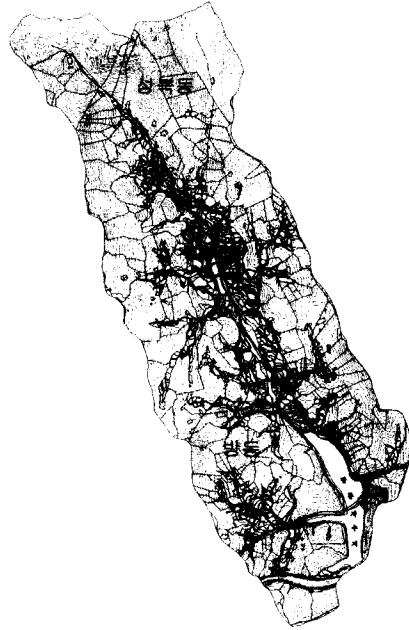


그림 1. 방동지 유역도

1977년 완공되었다. 그러나, 대전근교의 도시화로 인하여 몽리면적이 매년 감소하고 있으며 인근에 위치한 방작공장에 연평균 약  $9,000\text{m}^3/\text{day}$ 의 농업용수를 공급하고 있다. 1995년 현재 몽리면적은  $2.93\text{km}^2$ , 농업용수공급량은  $12,200\text{m}^3/\text{day}$ 이다.

### 2.2 수문자료

방동지 건설시 설계홍수량 추정을 위한 설계강우량은 대전지방 200년 빈도에 해당되는  $360.7\text{mm}$ 를 적용하였다(농업진흥공사, 1978). 하천흐름을 지표면류, 중간류와 하천류의 단계별로 나누어 SCS TR-55(SCS, 1986)로 계산한 방동지 유역의 홍수도달시간은 1.4시간이다.

## 3. DAWAST모형을 이용한 유출곡선번호 추정

### 3.1 SCS 유출곡선번호

유효우량 분리방법에는 일정비 손실우량법,  $\phi$ 지표법, 총강우량-총손실우량곡선법, 침투능곡선법, SCS 유출곡선번호 방법 등이 있으며, 본 연구에서는 SCS 유출곡선번호 방법으로 분석하였다. SCS 유출곡선번호 방법은 농업지대 소유역에서 장기간의 침투량조사와 강우-유출량 관계를 연구하여 토지이용과 처리의 변화가 유출에 미치는 영향을 경험적으로 추정하기 위하여 개발

되었다. CREAMS(Knisel, 1980), EPIC(USDA, 1990) 등 최근의 농업지대 소유역 유출모형에서도 유효우량추정에는 SCS 유출곡선번호 방법이 채택되고 있으며 우리나라에서도 IHP시험유역에서 설계홍수량 추정에 사용되었다(윤용남과 심순보, 1976; 선우중호, 1977; 김종덕, 1989).

### 3.1.1 유출곡선번호의 배경 (Rallison and Miller, 1981)

1930년대 중반 SCS는 유출과 토양보전을 위한 사업 설계에 수문자료의 필요성이 절실했으며 1936년 홍수조절법이 통과되어 농무성에서는 홍수방지와 토양유실방지를 위한 유역조사와 측정을 실시하였다. 1930년대 후반과 1940년대 초반에 걸쳐 강우-유출량 관계를 조사하기 위하여 180×360cm의 수천개 시험구에서 살수형인 F형 침투계로 만족스러운 측정이 이루어졌으나 이후 시설이 복잡하고 경비가 많이 들어 30×75cm의 소시험구에서 FA형 침투계로 확대하여 측정하였다. SCS에서는 이 소유역에서 측정한 자료를 Horner, Horton, Sherman에게 분석하도록 하였으며 별도로 Andrews는 토성분류에 따라 강우-유출량을 추정하는 도해법을 개발하였다. Sherman은 총강우량과 유효우량과의 관계를 처음 제시하였으며 Mockus는 이를 기초로 함수식을 유도하였다. Sherman 방법은 강우-유출량 자료가 있어야 하므로 1950년대초에 SCS는 측정된 모든 자료를 분석하여 Andrews와 Mockus 방법을 기초로 미계측 하천에서도 일반적으로 적용가능한 SCS 유효우량 공식을 유도하였다.

### 3.1.2 유출곡선번호의 정의

강우량과 유효우량과의 관계에 잠재저류능 개념을 도입하여 '(실제저류능)/(잠재저류능) = (유출량)/(강우량)' 이라는 식 (1)의 지극히 상식적인 개념에서 출발하였다.

$$\frac{(P-Q)}{S} = \frac{Q}{P} \quad (1)$$

Q에 대해서 풀면,

$$Q = \frac{P^2}{(P+S)} \quad (2)$$

여기에 강우 초기의 손실  $I_a$ 를 고려하고,

$$\frac{(P-I_a)-Q}{S} = \frac{Q}{(P-I_a)} \quad (3)$$

초기손실을 실측자료에서 경험적으로 유도된  $I_a = 0.2S$ 를 대입하여 정리하면 다음 식 (4), (5) 와 같다.

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \quad (4)$$

$$S = \frac{25,400}{CN-254} \quad (5)$$

여기서 Q는 직접유출량(mm), P는 누가강우량(mm), S는 최대잠재저류능(mm), CN는 유출곡선번호(curve number)이다.

### 3.1.3 유출곡선번호의 문제점

우리나라 수공구조물의 계획, 설계 및 관리를 위한 홍수량을 결정할 때에는 SCS에서 개발한 유출곡선번호로부터 유효우량을 추정하고 홍수도달시간을 고려한 단위도를 적용하고 있으나 실제로 우리나라 유역특성을 나타내는 유출곡선번호에 대한 시간별 강우-유출량 자료가 충분하지 않아 실용적인 적용에 많은 문제점이 제기되고 있다.

SCS의 유출곡선번호는 유역토양수분상태를 AMC-I, II, III로 불연속적으로 나타내었고 호우지속시간 1일 이하, 유역크기 1 mile 2이하인 단일토양-단일피복조건인 유역에서 관측된 강우-유출량 자료로부터 평균적 개념으로 작성되었으며 강우강도를 무시하고 평균토양수분조건을 취했기 때문에 유역의 수문반응을 해석하는데 불합리한 것으로 지적되고 있다(Hawkins, 1979; Helmfelt, 1980). 또한 이 방법이 개발 당시에 목적하지 않은 수문학적 문제들에도 광범위하게 적용되고 있어 이에 대한 재평가가 지적되고 있다(SCS, 1986).

### 3.2 새로운 방법의 유출곡선번호

우리나라 유역에서 장기적이고 광범위한 토양 침투량조사에 의하여 유출곡선번호를 결정하는 것이 바람직하지만 이러한 침투량 조사연구가 현실적으로 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라 유역에서 관측된 유출자료로부터 강우-유출모형을 통하여 최대잠재저류능을 구하고 이로부터 간접적으로 유출곡선번호를 구하는 방법을 채택하였다. 이 방법은 우리나라 전역에서 침투량조사에 의한 유출곡선번호를 개발하기 전까지는 유출곡선번호 추정의 한 방법으로 사용될 수 있을 것이다. 대상 유역은 유출자료가 사용된 농업지대 유역에 적용 가능할 것이다.

### 3.2.1 유역 최대잠재저류능 방법

상기한 SCS 유출곡선번호의 문제를 개선하기 위하여 농업지대 유역의 오염물질, 유출 및 토양유실에 관한 CREAMS(Knisel, 1980)모형과 USDA의 토양유실에 관한 EPIC(USDA, 1990)모형에서는 유역이 가장 건조한 상태의 SCS 유출곡선번호 CNI으로부터 식 (7)로 최대잠재저류능  $S_{max}$ 와 SI를 구하고 식 (6)과 (8)로 최대저류심과 현재의 토양수분량을 고려하여 유역토양수분량  $S$ 를 연속적으로 나타내고 있다.

$$S = S_{max} \left[ 1.0 - \sum_{i=1}^N W_i \left( \frac{SM_i}{UL_i} \right) \right] \quad (6)$$

$$S_{max} = \frac{1,000}{CN_I} - 10 \quad (7)$$

여기서  $S$ 는 잠재저류능,  $S_{max}$ 는 최대잠재저류능,  $N$ 는 토양층수,  $W_i$ 는 가중인자,  $SM_i$ 는  $i$  층의 토양수분량,  $UL_i$ 는  $i$  층의 최대저류높이를 나타낸다.

$$S = S_f \left( 1 - \frac{FFC}{\{FFC + \exp[w_1 - w_2(FFC)]\}} \right) \quad (8)$$

$$FFC = \frac{(SW - WP)}{(FC - WP)} \quad (9)$$

여기서  $S_f$ 는 CNI의 저류능,  $FFC$ 는 포장용수비(Fraction of field capacity),  $SW$ 는 토양수분량,  $WP$ 는 위조점(Wilting point)수분량,  $FC$ 는 포장용수량(Field capacity),  $w_1, w_2$ 는 형상계수이다.

### 3.2.2 DAWAST모형을 이용한 방법

상기한 유역 최대잠재저류능 방법과 같은 개념에서 강우-유출과정의 수문반응을 개념적으로 단순화한 DAWAST모형의 매개변수  $U_{max}$ 는 유역 최대잠재저류능이므로 이 값이 바로  $S_{max}$  또는  $S_f$ 에 해당한다고 가정하여 이로부터 유역이 가장 건조한 상태의 유출곡선번호 CN-I를 구하고자 한다.

(1) 강우-유출량 자료가 있는 경우

강우-유출량 자료가 있는 대상지점에서는 그림 2(김태철, 1992; 김태철 등, 1996)와 같이 불포화층의 최대잠재저류능인  $U_{max}$ 를 매개변수의 최적화기법으로 보정한다. 이  $U_{max}$ 를 유역이 가장 건조한 상태의 최대잠재저류능으로 정의하여 식 (10)으로 CN-I을 구하고 CN-II, CN-III를 식 (11), (12)로 구할 수 있다(Hawkins 등, 1985). 설계강우량에 대상유역의 유출

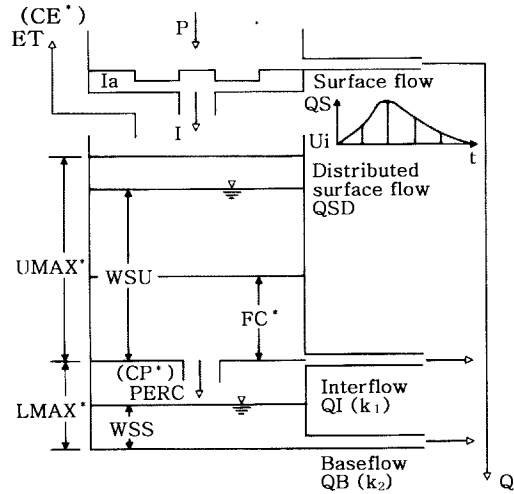


그림 2. DAWAST모형의 구조도

곡선번호 CN-III를 적용하여 시간별 유효우량을 추정하고 홍수도달시간을 고려한 단위도를 합성하여 설계홍수량을 추정한다.

$$CN_I = \frac{25,400}{(U_{max} + 254)} \quad (10)$$

$$CN_{II} = 2.3 \frac{CN_I}{(1 + 0.013CN_I)} \quad (11)$$

$$CN_{III} = 2.3 \frac{CN_I}{(0.43 + 0.0187CN_I)} \quad (12)$$

(2) 강우-유출량 자료가 없는 경우

강우-유출량 자료가 없는 대상지점에서는 57개 수문지점에서 관측한 강우-유출량 자료로부터 최적화한 매개변수  $U_{max}$ 와 4개 지형인자, 4개 토양인자, 3개 토지이용인자, 3개 수문지질인자 등 14개 유역특성인자와의 관계식인 표 1의 매개변수 예측방정식으로부터 간접적으로  $U_{max}$ 를 구할 수 있다(김태철 등, 1996). 이  $U_{max}$ 로부터 식 (10), (11), (12)로 CN-I, CN-II, CN-III

표 1. 유역규모별  $U_{max}$  예측방정식 (김태철 등, 1996)

예측방정식	유역규모
$U_{max} = 290 + 0.315X1 - 1.404 X3 + 1.455X11 - 0.674 X13$	A < 250km <sup>2</sup>
$U_{max} = 380 - 5.198 X10 - 1.602 X13 + 0.299 X14$	250 < A < 1,000km <sup>2</sup>
$U_{max} = 324 - 0.061X3 + 0.958X6 - 2.883 X9 + 0.387 X12$	A > 1,000km <sup>2</sup>

를 구하고 설계강우량에 대상유역의 유출곡선번호 CN-III를 적용하여 시간별 유효우량을 추정하고 홍수도달시간을 고려한 단위도를 합성하여 설계홍수량을 추정한다.

그러나 미계측유역에서  $U_{max}$ 를 예측하는 이 방법은 통계적 의미가 있을 뿐 물리적 의미를 나타낼 수 없으므로 가능하면 대상유역에서 관측된 강우-유출량 자료로 DAWAST모형의  $U_{max}$ 로부터 유출곡선번호를 구하는 것이 바람직하다.

#### 4. 결과 및 고찰

DAWAST모형을 이용하여 유출곡선번호를 구하고 이로부터 유효우량과 설계홍수량을 추정하는 방법을 방동지 유역에 적용한 결과는 다음과 같다.

##### 4.1 DAWAST모형을 이용한 유출곡선번호

DAWAST모형을 이용한 유출곡선번호 추정방법을 방동지 유역에 적용한 결과, 강우-유출량 자료가 있는 경우의 유출곡선번호 CN-I, CN-II, CN-III는 47.6, 67.6, 82.9 였으며, 강우-유출량 자료가 없는 경우의 유출곡선번호 CN-I, CN-II, CN-III는 48.5, 68.4, 83.4 였다. 현행 SCS방법으로 추정된 유출곡선번호 CN-I, CN-II, CN-III는 50, 69.7, 84.2 였으며 방법 간에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

##### 4.1.1 강우-유출량 자료가 있는 경우

1993~1994년에 방동지 유역에서 관측한 일강우량과 일유출량자료를 강우-유출모형인 DAWAST모형에 입력하여 최적화한 매개변수는 표 2와 같으며 이 가운데  $U_{max}$ 는 280mm로 비교적 불포화토양층이 많아 유출이 큰 유역으로 판단되며 CN-I은 47.6 이었다. 따라서, AMC-II, III에 해당되는 CN-II, CN-III는 67.6, 82.9 였다.

##### 4.1.2 강우-유출량 자료가 없는 경우

방동지 유역에서의 유출자료가 없다고 가정하면 표 3의 유역특성 자료에서 유역면적( $X_1$ )이  $13.6\text{km}^2$ , 주변

표 2. 방동유역의 DAWAST모형 매개변수

구분	$U_{max}$	$L_{max}$	FC	CP	CE
값	280mm	36mm	170mm	0.016	0.007

표 3.  $U_{max}$  값을 구하기 위한 방동지의 유역특성

유역특성인자	독립변수	내용	단위	값	채택
지형인자	$X_1$	유역면적	$\text{km}^2$	13.6	O
	$X_2$	주하천장	km	6.9	
	$X_3$	주변장	km	18.1	
	$X_4$	경사	%	12.3	
토양인자	$X_5$	토양 A	%	0.8	
	$X_6$	토양 B	%	56.7	
	$X_7$	토양 C	%	40.4	
	$X_8$	토양 D	%	2.1	
토지이용인자	$X_9$	밭	%	8.2	
	$X_{10}$	논	%	17.2	
	$X_{11}$	산지	%	70.9	
수문지질인자	$X_{12}$	화성암	%	48.0	O
	$X_{13}$	퇴적암	%	0.0	
	$X_{14}$	변성암	%	0.0	

장( $X_3$ )이 18.1km, 산림면적( $X_{11}$ )이 70.9%, 퇴적암류( $X_{13}$ )가 0%이므로  $U_{max}$ 는 270mm이고 CN-I, CN-II, CN-III는 48.5, 68.4, 83.4 였다.

$$U_{max} = 290 + 0.315X_1 - 1.404X_3 + 1.455X_{11} - 0.674X_{13}$$

$$= 290 + 0.315 \times 13.6 - 1.404 \times 18.1 + 1.455 \times 70.9$$

$$= 270\text{mm}$$

$$\text{CN-I} = 25.400 / (U_{max} + 254) = 48.5$$

$$\text{CN-II} = 2.3 \text{CN-I} / (1 + 0.013 \text{CN-I}) = 68.4$$

$$\text{CN-III} = 2.3 \text{CN-I} / (0.43 + 0.0187 \text{CN-I}) = 83.4$$

##### 4.1.3 현행 SCS방법

우리나라에서 이용하고 있는 현행 SCS 방법을 방동지 유역에 적용한 결과 표 4와 같이 CN-II는 69.7이었으며 CN-I, CN-III는 각각 50, 84.2 였다.

표 4. 현행 SCS방법에 의한 가중 CN-II

토양구분 토지이용	토양 A		토양 B		토양 C		토양 D		면적 (ha)	가중 CN-II
	면적	CN-II	면적	CN-II	면적	CN-II	면적	CN-II		
논	5.1	62	119.3	71	45.6	78	0.0	81	169.8	74.8
밭	3.5	59	132.8	70	17.0	78	0.0	81	153.1	70.7
농가	1.6	59	37.5	74	1.6	82	0.0	86	41.0	73.2
산지	0.0	25	103.4	55	870.8	70	20.0	77	994.4	68.6
합계	10.2		393.1		935.0		20.0		1,358.3	69.7

#### 4.2 유효우량 산정

SCS 유출곡선번호 방법은 선행 5일 강우량에 따라 선행토양수분조건을 AMC-I, II, III의 세 단계로 구분하고 있다. 설계홍수량을 추정하는 경우에는 불리한 조건에 대비하여 유역이 가장 습윤한 상태인 AMC-III에 해당되는 유출곡선번호를 유역특성에 따라 가중평균하여 호우사상에 단일유출곡선번호를 적용하는 것이 일반적인 방법이다. 그러나 실제로는 강우가 지속됨에 따라 유역토양수분이 증가하여 잠재저류능이 감소하면 유출율이 증가하는 것이 자연적인 수문반응이므로 호우사상에 단일유출곡선번호에 의한 잠재저류능을 적용하는 것은 불안정한 방법으로 바람직하지 않다(Rallison와 Miller, 1982).

이것을 개선하기 위하여 본 연구에서는 대상지점의  $U_{max}$ 로부터 유역토양수분이 건조한 상태인 CN-I을 구

하고 식 (10)으로부터 유역이 습윤한 상태인 CN-III로 전환하여 이 상태의 유효저류능  $S$ 를 식 (5)로 구하였다. 식 (4)의 시간단위를 1시간으로 정하고  $S$ 를 대입하여 시간별 유효우량  $Q$ 를 구하였다. 첫 시간의 시간강우량( $P_t$ )로부터 유효우량( $Q_t$ )을 알면 식 (13)으로부터 첫 시간의 침투량( $I_t$ )을 구할 수 있어 그 다음 시간의 잠재저류능( $S_{t+1}$ )은 식 (14)와 같이 침투된 양만큼 감소되므로 이  $S_{t+1}$ 를 식 (4)에 대입하여 변환하면 시간이 경과함에 따라 유효우량이 증가하는 것을 반영할 수 있다. 그러나 침투에 의한 유역토양수분량이 시간별로 민감하게 반응한다고 가정할 이 방법도 실제로는 무리가 있다.

$$I_t = P_t - Q_t \quad (13)$$

$$S_{t+1} = S_t - I_t \quad (14)$$

여기서,  $t$  는 시간단위이다.

표 5. SCS TR-55에 의한 방동지의 홍수도달시간

흐름 구분	지표면 흐름		중간 흐름		하천 흐름		도달시간 합 계	
기 호	$n$	$L P_2 S$	$T_c$	$L S$	$T_c$	$L S$	$T_c$	
단 위	-	m cm %	min	m %	min	m %	min	
백운봉댐	0.8	250 14 48	8	1.05 14.3	12	5.60 4.5	64	1.4

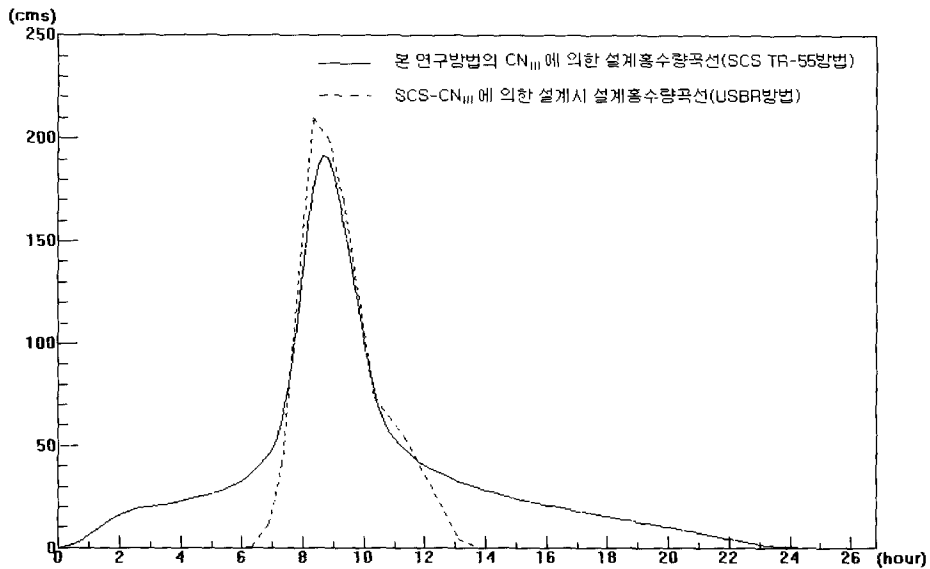


그림 3. 설계홍수량곡선 비교도

### 4.3 설계홍수량 추정

방동지 유역의 설계강우량을 대전지방의 200년빈도 일강우량 360.7mm로 선택하였다. 物部형에  $n$ 값을 0.6으로 적용하고 피크점을 중심으로 전방에 30%, 후방에 70%를 배치하는 전방집중형으로 식 (15)를 적용하여 1시간 단위로 배치된 설계강우주상도를 작성하였다(佐藤勝夫, 1982). 방동지 유역의 홍수도달시간은 표 5와 같이 1.4시간이었다.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^n = \frac{360.7}{24} \times \left(\frac{24}{1.4}\right)^{0.6} = \frac{101.2}{1^{0.6}} \quad (15)$$

여기서  $I$ 는 지속시간  $t$ 시간의 강우강도,  $R_{24}$ 는 일강우량,  $n$ 은 지역계수이다. 이 시간별 설계강수량과 홍수도달시간을 적용하여 본 연구에 의한 유출곡선번호 방법으로 구한 CN-III 83.4로 시간별 유효홍수량을 연속적으로 추정하고 SCS TR-55 방법(SCS, 1986)으로 추정된 설계홍수량 곡선은 그림 3의 실선이며 침투홍수량은 198 m<sup>3</sup>/s였다. 현행 SCS방법에 의한 CN-III 87과 USBR 방법으로 추정된 방동지 설계시의 설계홍수량곡선은 그림 3의 점선이며 침투홍수량 210 m<sup>3</sup>/s였다.

설계홍수량 추정방법에 차이는 있으나 약 6% 정도의 차이를 보이고 있다.

## 5. 결 론

유역이 가장 건조한 상태의 유출곡선번호 CN-I를 SCS에서 제시한 유출곡선번호에서 구하지 않고 일별 강우-유출모형인 DAWAST모형의 유역 최대잠재저류능인  $U_{max}$ 로부터 구하는 방법을 제시하였다. 이 모형 중 매개변수  $U_{max}$ 는 관측된 강우-유출자료를 이용하여 최적화기법으로 보정하였으므로 이로부터 추정된 유출곡선번호는 우리나라의 유역특성이 반영되었다고 볼 수 있다. 이 방법은 우리나라 전역에서 침투량조사에 의한 유출곡선번호를 개발하기 전까지는 농업시대 유역의 유출곡선번호를 추정하는 한 방법으로 이용될 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- 건설부 (1994). 하천시설기준.
- 김종덕 (1989). "SCS법에 의한 소유역의 홍수유출추정." 석사학위논문, 서울대학교.
- 김태철 (1992). "DAWAST 모형의 구조와 사용지침." 연구보고서, 충남대학교, 농업과학연구소.
- 김태철 (1994). "저수지 치수관리에 관한 연구." 연구보고서, 농림수산부.
- 김태철, 박승기, 안병기 (1996). "한국하천의 일 유출량모형." 한국수자원학회지, 제29권, 제5호, pp. 223-234.
- 농업진흥공사 (1978). 학하지구 방동저수지 설계서.
- 선우중호 (1977). "SCS방법 및 회귀분석에 의한 유효강우량." 한국수문학회지, 제10권, 제2호, pp. 101-111.
- 윤용남, 심순보 (1976). "단위유량도법에 의한 소유역의 계획홍수량." 한국수문학회지, 제9권, 제2호, pp. 76-86.
- 佐藤勝夫 (1982). 洪水流出計算法. 山海堂.
- Hawkins, R.H. (1979). "Runoff curve numbers from partial area watersheds." *J. of Irrig. and Drain. Div.*, ASCE, Vol. 105, No. 4, pp. 375-389.
- Hawkins, R.H., Hjelmfelt, A.T., Jr., and Zevenbergen, A.W. (1985). "Runoff probability, storm depth, and curve numbers." *J. of Irrig. and Drain. Div.*, ASCE, Vol. 111, No. 4, pp. 330-340.
- Knisel, W.G. (1980). *CREAMS: A field scale model for chemicals, runoff, and erosion from agricultural management systems*. Conservation Research Report, No. 26, USDA.
- Rallison, R.E., and Miller, N. (1982). "Past, present, and future SCS runoff number." *Rainfall-runoff relationship*, V.P., Singh, WRP, pp. 353-364.
- USDA (1990). "EPIC-Erosion/productivity impact calculator." Technical Bulletin No. 1768, ARS.  
(최종본 접수일 : 1997년 8월 5일)