

## 토양 침투특성을 고려한 수문학적 토양군 분류

박승기\*, 정재훈\*\*, 김옥형\*\*

\* 공주대학교 생물산업공학부

\*\* 공주대학교 대학원

e-mail : skpark@kongju.ac.kr

### 요약문

This study was carried out to investigate the characteristics of the field-saturated hydraulic conductivity( $K_{fs}$ ) and matric flux potential( $\phi_m$ ) measured by the Guelph Permeameter at the Backokpo watershed in the Han river and at the Bangdong watershed in the Keum river. And the Alpha ( $\alpha$ ) value which is the ratio of  $K_{fs}$  to  $\phi_m$  were determined and the  $\alpha$  values along with the defined soil series could be utilized to classify the soil in the Korean watershed into the SCS hydrologic soil groups.

**Key word** : Field-saturated hydraulic conductivity( $K_{fs}$ ), Matric flux potential( $\phi_m$ ), Guelph Permeameter,  $\alpha$  value, Soil series, SCS hydrologic soil groups

### I. 서론

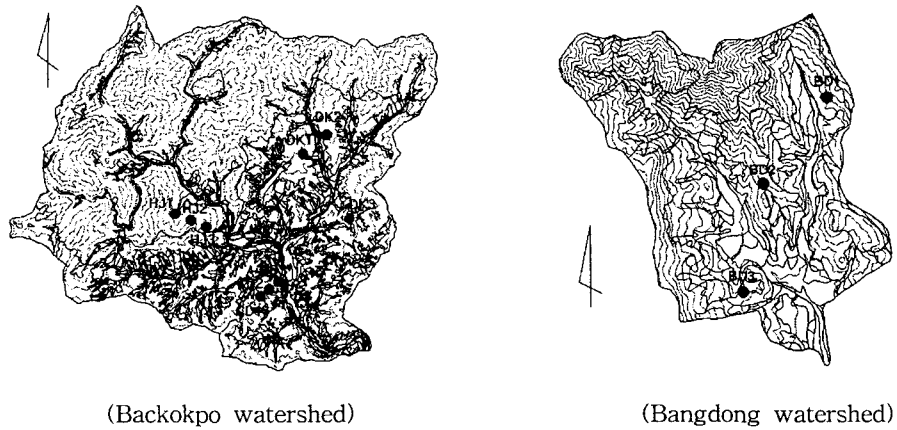
지표면에서 물의 침투현상은 물의 순환과정에서 직접유출에 직접적으로 영향을 주는 매우 중요한 요소이나, 흙의 종류, 성질, 구조 및 흙내의 초기 함수량 등에 따라 그 정도가 다르게 되는 등 불확실성을 가장 크게 내포하고 있는 요소이다. 특히, 침투현상은 유역의 대부분이 산지지형으로 형성되어 있는 우리나라의 현실에서 산불, 병충해, 벌채 및 개발로 인한 자연환경의 급격한 변화에 대한 수문학적 해석과 관개 및 배수 설계, 수로설계, 산업폐기물 처리장이나 생활쓰레기 매립장의 침출수량 결정 등 그 중요성이 증가하고 있다.

본 연구는 현장투수계인 Guelph Permeameter를 이용하여 평창강수계 백옥포유역과 금강수계 방동유역에서 대표적인 토양종을 대상으로 현장포화투수계수( $K_{fs}$ )와 토양수분흐름흡입력( $\phi_m$ )을 측정하여 토양의 분포특성에 따른 물리적 특성을 비교하였으며 유역 평균침투계수를 산정하였다. 현장조사를 실시하여 현장포화투수계수( $K_{fs}$ )와 토양수분흐름흡입력( $\phi_m$ )의 비(比)인 Alpha( $\alpha$ )값을 결정하였다. 기존의 토양종과 토양의 수리학적 특성인  $\alpha$  값을 활용하면 우리나라의 토양종을 SCS에서 제시한 수문학적 토양군으로 분류할 수 있을 것이다.

### II. 자료 및 방법

#### 1. 적용유역

현장투수계에 의한 유역 토양의 물리적 특성과 수문학적 특성을 결정하기 위한 대상지역으로 한강수계 평창강 유역의 백옥포지점과 금강수계 방동지점을 선정하였다. 각각의 적용유역에 대해서 기반암의 특성과 토양종의 점유면적, 분포특성, 지형의 경사도 및 지피상태를 고려하여 <Fig. 1>과 같이 측정지점을 선정하였다.



<Fig. 1> Symbols of the check point and map of the soil series classification at the Backokpo and Bangdong watershed.

## 2. 분석방법

### 가. 토양통에 의한 토양의 물리적 특성조사

적용지역 토양의 물리적 특성은 농촌진흥청(1980)에서 발행한 토양통 설명서와 해당지역의 정밀토양도를 이용하였다.

### 나. Guelph Permeameter를 이용한 토양의 물리적 특성조사

Guelph Permeameter는 현장포화투수계수( $K_{fs}$ )와 토양수분흐름흡입력( $\phi_m$ )을 표준화된 계산방법에 의해 손쉽게 계산할 수 있도록 구성되어 있으며 적용된 표준계산식은 식(1)과 식(2)와 같다.

$$K_{fs} = (0.0041)(X)(R_2) - (0.0054)(X)(R_1) \quad \text{-- (1)}, \quad \phi_m = (0.0572)(X)(R_1) - (0.0237)(X)(R_2) \quad \text{-- (2)}$$

여기서,  $X$ 는 선정된 집수통 단면적(제작사에서 제시),  $R_1$ 은 우물안 물의 높이 5cm일 때 정상류율(cm/s),  $R_2$ 는 우물안 물의 높이 10cm일 때 정상류율(cm/s)이다.

### 다. 유역의 수문학적 특성결정

McCuen(1982)은 SCS 방법에 적용하기 위한 토양군 분류에 토양의 특성을 적용하는 방법, 지역 토양조사자료를 적용하는 방법 및 최소 침투율에 의한 구분방법을 제시하였고, Elrick과 Reynolds(1992)는 토양의 구조 및 조직의 연구를 바탕으로  $\alpha$  값의 변화로 수문학적 토양군을 분류하였다. 본 연구에서는 분석대상 유역을 구성하고 있는 대표적인 토양통에서 실측한  $\alpha$  값으로부터 우리나라 토양을 SCS방법에서 제시한 수문학적 토양군으로 분류할 수 있도록 제안한다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 토양통 조사

백옥포유역과 방동유역의 대표적인 토양통인 오대통, 월정통, 송산통 및 오산통에 대하여 조사하였다.

### 2. Guelph Permeameter를 이용한 토양의 물리적 특성조사 결과

백옥포유역과 방동유역에서 선정된 토양통을 대상으로 Guelph Permeameter를 이용하여 현장포화투수계수( $K_{fs}$ )와 토양수분흐름흡입력( $\phi_m$ )를 측정하여  $\alpha$ 를 결정하였고 그 결과는 <Table 1>과 같으며,  $\alpha$ 의 크기는  $0.987 \sim 0.010 \text{cm}^{-1}$ 로 토양통의 특성과 측정점의 지표피복상태, 측정깊이 등에 대한 변화 특성이 전반적으로 잘 나타나고 있다.

<Table 1> Investigation of the field-saturated hydraulic conductivity( $K_{fs}$ ) and matric flux potential( $\phi_m$ ) measured by the Guelph Permeameter at the Backokpo and Bangdong.

Watershed name	Symbol	Depth (cm)	$K_{fs}$ (cm/s)	$\phi_m$ (cm/s)	$a$ (cm <sup>-1</sup> )	Soil series
Backokpo	DK1	15	$8.30 \times 10^{-4}$	$2.89 \times 10^{-3}$	0.287	Weoljeong
		30	$5.10 \times 10^{-4}$	$6.27 \times 10^{-3}$	0.081	
		45	$3.50 \times 10^{-4}$	$7.95 \times 10^{-3}$	0.044	
	DK2	15	$3.70 \times 10^{-3}$	$6.22 \times 10^{-3}$	0.595	Weoljeong
		30	$7.80 \times 10^{-4}$	$1.62 \times 10^{-3}$	0.482	
		45	$1.17 \times 10^{-3}$	$8.60 \times 10^{-3}$	0.136	
	DK3	15	$1.35 \times 10^{-3}$	$1.37 \times 10^{-2}$	0.099	Weoljeong
		30	$2.18 \times 10^{-3}$	$2.12 \times 10^{-2}$	0.103	
		45	$1.35 \times 10^{-3}$	$1.37 \times 10^{-2}$	0.099	
	CD1	30	$6.42 \times 10^{-3}$	$8.97 \times 10^{-3}$	0.716	Weoljeong
		45	$6.13 \times 10^{-3}$	$2.60 \times 10^{-2}$	0.236	
		60	$6.29 \times 10^{-3}$	$5.58 \times 10^{-2}$	0.113	
	CD2	30	$1.24 \times 10^{-2}$	$2.07 \times 10^{-2}$	0.596	Weoljeong
		45	$4.96 \times 10^{-3}$	$1.74 \times 10^{-2}$	0.286	
		60	$9.93 \times 10^{-3}$	$3.47 \times 10^{-2}$	0.286	
	CD3	30	$9.04 \times 10^{-3}$	$9.16 \times 10^{-3}$	0.987	Weoljeong
		45	$7.44 \times 10^{-3}$	$2.61 \times 10^{-2}$	0.286	
		60	$4.96 \times 10^{-3}$	$1.74 \times 10^{-2}$	0.286	
	HJ1	30	$1.14 \times 10^{-3}$	$2.63 \times 10^{-3}$	0.434	Odae
		45	$7.35 \times 10^{-3}$	$3.58 \times 10^{-2}$	0.205	
		60	$6.00 \times 10^{-5}$	$5.82 \times 10^{-3}$	0.010	
HJ2	30	$2.63 \times 10^{-3}$	$4.73 \times 10^{-3}$	0.556	Odae	
	45	$4.96 \times 10^{-4}$	$1.74 \times 10^{-3}$	0.287		
	60	$3.80 \times 10^{-4}$	$1.93 \times 10^{-2}$	0.020		
Bangdong	BD1	30	$9.40 \times 10^{-5}$	$1.82 \times 10^{-3}$	0.052	Songsan
		45	$3.11 \times 10^{-5}$	$6.54 \times 10^{-4}$	0.048	
		60	$2.31 \times 10^{-5}$	$1.47 \times 10^{-3}$	0.016	
	BD2	15	$1.01 \times 10^{-3}$	$1.81 \times 10^{-3}$	0.556	Osan
		30	$1.46 \times 10^{-3}$	$2.99 \times 10^{-2}$	0.049	
		45	$7.30 \times 10^{-5}$	$1.80 \times 10^{-3}$	0.004	
	BD3	15	$2.46 \times 10^{-4}$	$5.42 \times 10^{-3}$	0.045	Songsan
		45	$6.78 \times 10^{-4}$	$2.99 \times 10^{-2}$	0.023	

### 3. 유역의 수문학적 특성 결정

SCS 방법에 적용하기 위한 토양군 분류에 대한 기준이 애매하여 실제 적용에 있어 상당한 혼란을 초래하고 있다. 본 연구에서는 백옥포유역과 방동유역에서 선정된 토양통을 대상으로 Elrick 과 Reynolds(1992)가 제안한  $a$ 로 토양군을 분류하였다.  $a$ 는 평균투수계수 방법과 같이 표토(A층)와 심토(B층)의 깊이와 인접 토양통의 특성을 고려하여 조정하여 토양통별로 구하였다. 또한 McCuen(1982)에 의하여 제안된 최소투수율에 의한 방법과 농업진흥공사(1987)에 의하여 제안되었던 방법을 <Table 2>과 같이 비교하였다. 오대통은 3가지 방법 모두 다른 토양군으로 분류되어 이에 대한 보강 연구가 필요하고, 농촌진흥청에서 제시한 토양통 자료를 기초로 한 농업진흥공사의 토양군 분류는 다른 2가지 방법과 큰 차이를 보이고 있다. Elrick과 Reynolds의 분류방법과 McCuen의 분류방법을 비교하면 월정통과 송산통은 각각 A형과 D형으로 같게 분류되었고, 오대통과 송산통은 약간씩 차이있게 분류되었다.

따라서 SCS방법을 위한 토양분류에는 전국적으로 조사된 토양통을 적용하되 현장투수계를 이

용하여 해당지역 토양의 물리적 특성인  $\alpha$ 값을 구하여 결정하는 방법을 제안한다.

<Table 2> Classification of soil type for SCS method by the different methods.

Soil series	Average Alpha parameter ( $m^{-1}$ )	Elrick & Reynolds (1992)	McCuen (1982)	RDC (1987)
Odae	27.6	B	C	D
Weoljeong	42.0	A	A	B
Osan	21.6	B	C	B
Songsan	3.7	D	D	B

#### IV. 결론

본 연구는 Guelph Permeameter를 이용하여 평창강수계 백옥포유역과 금강수계 방동유역에서 대표적인 토양종을 대상으로 현장포화투수계수( $K_{fs}$ )와 토양수분흐름흡입력( $\phi_m$ )을 측정하여 그 비(比)인  $\alpha$  값을 결정하였다. SCS의 토양군 분류방법에 대한 기준이 애매하여 적용에 상당한 혼란을 초래하고 있으나, 해당지역에 대한 토양종의 기초자료와 현장투수계를 이용하여 결정한  $\alpha$  값을 활용하여 토양군을 구분한다면 보다 객관적인 분류를 기대할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. 농업진흥공사, 농공기술, 4(4), pp. 48~61, 1987.
2. 농촌진흥청, 개략토양도(강원도, 충청남도), 1971.
3. 농촌진흥청, 토양통설명서(1~5), 1980.
4. 박승기, Guelph 투수계의 수문학 분야 활용, 한국관개배수, 7(1), pp. 74~78, 2000.
5. Elrick, D. E., W. D. Reynolds and K. A. Tan, Hydraulic conductivity measurement in the unsaturated zone using improved well analyses, Ground Water Monit. Rev. 9, pp. 184~193, 1989.
6. McCuen, R.H. A guide to hydrologic analysis using SCS methods, Prentice-Hall, Inc., pp. 12~13, 1982.
7. Soil Moisture Equipment Co., Operating Instructions Guelph permeameter, 1986.