

수리학적 토양통군의 분류

Classification of Soil Series by the Hydraulic Properties

*박 승 기 · 정 재 훈 · 이 창 수(공주대)

Park, Seung-Ki · Jeoung, Jae-Hun · Lee, Chang-Soo

Abstract

This study was carried out to investigate the characteristics of the field-saturated hydraulic conductivity(K_{fs}) and matric flux potential(ϕ_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 (α) value which is the ratio of K_{fs} to ϕ_m were determined and the α values along with the defined soil series could be utilized to classify the soil in the Korean watershed into the 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 산지형태로 형성되어 있는 우리나라의 현실에서 산불, 병충해, 벌채 및 개발로 인한 자연환경의 급격한 변화에 대한 수문학적 해석과 관개 및 배수 설계, 수로설계, 산업 폐기물 처리장이나 생활쓰레기 매립장의 침출수량 결정 등 그 중요성이 증가하고 있다.

본 연구는 현장투수계인 Guelph Permeameter를 이용하여 평창강수계 백옥포유역과 금강수계 방동유역에서 대표적인 토양통을 대상으로 현장포화투수계수(K_{fs})와 토양수분흐름 흡입력(ϕ_m)을 측정하여 토양의 분포특성에 따른 물리적 특성을 비교하였으며 유역 평균침투계수를 산정하였다. 현장조사를 실시하여 현장포화투수계수(K_{fs})와 토양수분흐름흡입력(ϕ_m)의 비(比)인 Alpha(α)값을 결정하였다. 기존의 토양통과 토양의 수리학적 특성인 α 값을 활용하면 우리나라의 토양통을 SCS에서 제시한 수리학적 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 토양통의 점유면적, 분포특성, 지형의 경사도 및 지피상태를 고려하여 <Fig. 1>과 같이 측정지점을 선정하였다.



(Backokpo watershed)



(Bangdong watershed)

<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_s)와 토양수분흡입력(ϕ_m)을 표준화된 계산방법에 의해 손쉽게 계산할 수 있도록 구성되어 있으며 적용된 표준계산식은 식(1)과 식(2)와 같다.

$$K_s = (0.0041)(X)(R_2) - (0.0054)(X)(R_1) \quad (1), \quad \phi_m = (0.0572)(X)(R_1) - (0.0237)(X)(R_2) \quad (2)$$

여기서, X는 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, 지역토양조사자료를 적용하는 방법 및 최소 침투율에 의한 구분방법을 제시하였고, Elrick과 Reynolds(1992)는 토양의 구조 및 조직의 연구를 바탕으로 α 값의 변화로 수문학적 토양군을 분류하였다. 본 연구에서는 분석대상 유역을 구성하고 있는 대표적인 토양통에서 실측한 α 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 이용하

여 현장포화투수계수(K_f)와 토양수분흐름흡입력(ϕ_m)를 측정하여 α 를 결정하였고 그 결과는 <Table 1>과 같으며, α 의 크기는 $0.987 \sim 0.010 \text{cm}^{-1}$ 로 토양통의 특성과 측정의 지표피복상태, 측정깊이 등에 대한 변화 특성이 전반적으로 잘 나타나고 있다.

<Table 1> Investigation of the field-saturated hydraulic conductivity(K_f) and matric flux potential(ϕ_m) measured by the Guelph Permeameter at the Backokpo and Bangdong.

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

3. 유역의 수문학적 특성 결정

SCS 방법에 적용하기 위한 토양군 분류에 대한 기준이 애매하여 실제 적용에 있어 상

당한 혼란을 초래하고 있다. 본 연구에서는 백옥포유역과 방동유역에서 선정된 토양통을 대상으로 Elrick과 Reynolds(1992)가 제안한 α 로 토양군을 분류하였다. α 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 차이나게 분류되었다.

따라서 SCS방법을 위한 토양분류에는 전국적으로 조사된 토양통을 적용하되 현장투수계를 이용하여 해당지역 토양의 물리적 특성인 α 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 토양통을 대상으로 현장포화투수계수(K_s)와 토양수분흐름흡입력(ϕ_m)을 측정하여 그 비(比)인 α 값을 결정하였다. SCS의 토양군 분류방법에 대한 기준이 애매하여 적용에 상당한 혼란을 초래하고 있으나, 해당지역에 대한 토양통의 기초자료와 현장투수계를 이용하여 결정한 α 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.