

우리나라 토양통의 수문학적 분류

Hydrological Classification of the Korean Soil Series

박 승 기 · 손 영 란 · 정 재 훈(공주대)

Park, Seung-Ki · Son, Yeong-Ran · Jeoung, Jae-Hoon

Abstract

The Alpha (α) value which is the ratio of K_f 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

유역의 토양은 그 성질에 따라 침투능이 서로 다르므로 강우로 인한 유출과정에 직접적인 영향을 미치게 된다. SCS에서는 미국 전역의 토양특성을 파악하여 토양도를 작성하였으며, 토양 성질이 직접유출에 미치는 영향의 척도를 나타내기 위한 토양의 침투능을 기준으로 4개의 수문학적 토양군 A, B, C, D 로 분류하였다.

수문학적 특성을 결정하기 위하여 McCuen(1982)은 SCS 방법에 적용하기 위한 토양군 분류 방법으로 토양의 특성, 지역토양조사 및 최소침투율을 적용하여 구하는 방법을 제시하였고, Elrick과 Reynolds(1992)는 토양의 구조 및 조직의 연구를 바탕으로 수문학적 토양군을 분류하였다. 농업진흥공사(1987)은 농촌진흥청의 토양 조사 내용을 토대로 375개 토양통에 대한 수문학적 분류와 활용방안을 모색하였다.

본 연구는 대표적인 토양통을 대상으로 현장포화투수계수(K_f)와 토양수분흡입력(ϕ_m)을 측정하여 현장포화투수계수(K_f)와 토양수분흡입력(ϕ_m)의 비(比)인 Alpha(α)값을 결정하였고, 전체 토양통중 분포 면적, 분포지역 등을 고려하여 180개 토양통을 대상으로 통계적 분류를 통하여 SCS에서 제시한 수문학적 토양군으로 분류하였다.

II. 자료 및 방법

1. 정밀토양도에 의한 토양의 물리적 특성조사

토양통의 물리적 특성은 농촌진흥청(1980)에서 발행한 토양통 설명서와 정밀토양도를 이용하였다. 농촌진흥청은 1964년부터 1979년까지 전국 농경지 및 야산개발 가능지를 포함하여 총 4,645,000ha에 대한 정밀토양조사를 완료하여 우리나라 토양을 375개 토양통으로 구분하였다.

2. Guelph Permeameter를 이용한 토양의 물리적 특성조사

Guelph Permeameter는 현장포화투수계수(K_f)와 토양수분흡입력(ϕ_m)을 표준화된 계산방법에 의해 손쉽게 계산할 수 있도록 구성되어 있다. 투수계수가 큰 경우에는 내측과 외측으로 조합된 집수통 상수를 적용하고, 투수계수가 작을 경우에는 내측 집수통 상수를 적용하여 측정한다. 본 연구에 적용된 표준계산식은 식(1)과 식(2)와 같으며, 내측과 외측 집수통의 단면적 및 상수는 제작사에서 결정한 값이고, 우물안 물의 높이는 5cm와 10cm로 유지시키면서 측정하였다.(Soil Moisture Equipment Co., 1986 ; 박승기, 2000)

$$K_{fs} = (0.0041)(X)(R_2) - (0.0054)(X)(R_1) \quad (1)$$

$$\phi_m = (0.0572)(X)(R_1) - (0.0237)(X)(R_2) \quad (2)$$

여기서, X 는 선정된 집수통 단면적(제작사에서 제시), R₁ 은 우물안 물의 높이 5cm일 때 정상류율(cm/s), R₂ 는 우물안 물의 높이 10cm일 때 정상류율(cm/s)이다.

측정은 표토 위의 낙엽을 제거하고 토양 표면 아래 15cm~60cm범위에서 선행 측정의 영향을 받지 않는 측점을 선정하여 현장포화투수계수와 토양수분흐름흡입력을 측정하였다.

3. 토양통의 통계분석

분석 대상 토양통에 대하여 토양수분 장력과 입도 분포특성을 대상으로 상관분석을 실시하였으며 현장실측 자료를 기준으로 하여 Cluster 분석을 실시하였다. Cluster 분석은 Hierarchical (계층적)방법중 최소거리의 두 자료를 찾아 분류를 시작하는 Single-Linkage (단일결합법)방법을 적용하였다.

4. 우리나라 토양통의 수문학적 분류

Elrick (1989) 등은 현장포화투수계수(K_f)와 토양수분흐름흡입력(φ_m)를 식(3)과 같이 상수 α 로 나타냈으며, α 값의 변화는 1 m⁻¹ < α < 100 m⁻¹ 이다. 본 연구에서는 Elrick과 Reynolds(1992)는 토양의 구조 및 조직의 연구를 바탕으로 분류한 Table 1의 수문학적 토양군 분류방법을 적용하였다.

$$\alpha = K_{fs} / \phi_m \quad (3)$$

Table 1 Suggested values for α based on soil structural and textural considerations.

α (m ⁻¹)	Comments	Hydrologic Soil Group
∞	Laplace solution (Reynolds and Elrick, 1985). Coarse material	A
36	Coarse sands and highly structured soils	A
12	Most structured soils and medium and fine sands	B
4	Unstructured fine-textured soils	C
1	Compacted clays (e.g., clayline liners)	D
0	Gardner solution (Reynolds and Elrick, 1985)	D

III. 결과 및 고찰

1. 정밀토양도에 의한 토양의 물리적 특성조사 결과

우리나라 375개의 토양통중 해안사구, 하안층적층, 제주도 토양 및 분포면적이 0.5%미만인 토양통을 제외한 180개 토양통을 토층의 심도별 가중평균값을 구하였다. 토양통은 토양분류의 최저단위로 표토의 토성을 제외한 토양단면의 형태적, 물리적 및 화학적 특성에 기준을 둔 토양의 구분이다. 농촌진흥청(1980)에서 조사한 수분장력을 pF값으로 환산하면 1/10기압, 1/3기압 및 15기압은 2.014 pF, 2.537pF 및 4.109 pF로 정의할 수 있다. 민병섭(1980) 등은 pF 2.7~4.2 에 해당하는 토양수분을 모관수로 정의하였으며, 조인상(1989) 등은 1/3~1/10Bar에 해당하는 토양수분량을 최대용수량으로 정의하였다.

2. Guelph Permeameter를 이용한 토양의 물리적 특성조사 결과

백옥포유역과 방동유역 및 갈신리유역에서 선정된 토양통을 대상으로 현장포화투수계수(K_f)

와 토양수분흐름흡입력(ϕ_m)를 측정하여 α 를 결정하였다. 분석에 적용한 토양통별 현장포화투수 계수(K_{fs})는 44.46~0.083cm/h이었으며, 토양수분흐름흡입력(ϕ_m)은 $5.58 \times 10^{-2} \sim 6.54 \times 10^{-4}$ cm²/s이고, α 의 크기는 0.987~0.010cm⁻¹로 토양통의 특성과 측정점의 지표피복상태, 측정깊이 등에 대한 변화 특성이 전반적으로 잘 나타나고 있다.

3. 토양통의 통계분석결과

분석 대상 180개 토양통에 대하여 토양수분 장력과 각각의 입도에 대하여 SPSS(Ver. 10.0) 통계프로그램을 이용하여 상관분석을 실시하였다. 그 결과 Fig. 1과 같이 조사, 중사 및 세사는 뚜렷한 음적 선형상관 관계를 나타내고 있고, 실트와 점토는 뚜렷한 양적 선형상관 관계를 나타내었다.

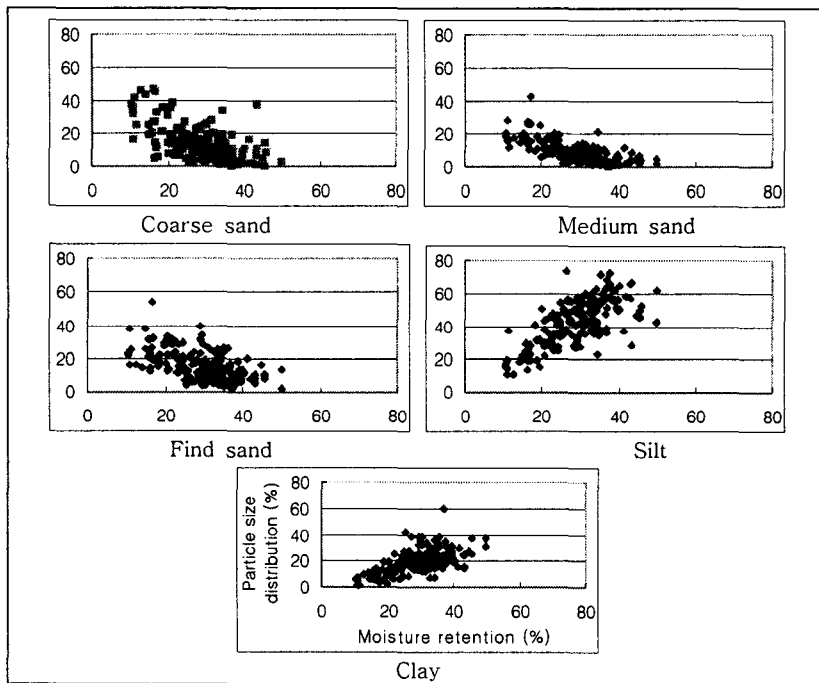


Fig. 2 Correlation analysis result of each particle size distribution and 0.3 atm. moisture retention(%)

Cluster 분석은 토양통의 입도 분포와 토양수분장력을 변수로 토층별로 구분하여 실시하였으며 그 결과는 Fig. 2와 같다.

4. 우리나라 토양통의 수문학적 분류 결과

현장에서 실측한 결과와 Fig. 2의 Cluster 분석 결과를 바탕으로 토양통의 수문학적 분류를 하였다. 그 결과 A Type은 40개, B Type은 61개, C Type은 35개, D Type은 44개로 구분되었으며 각각 Type의 입도분포곡선은 Fig. 3과 같으며 실제 유역에 대한 적용이 필요할 것이다.

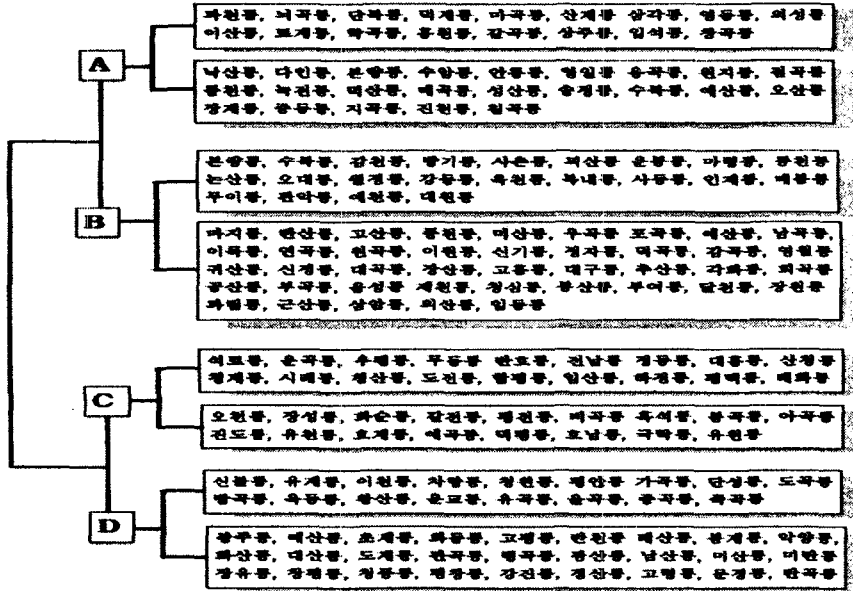


Fig. 2 Cluster analysis result of Korean soil series for SCS soil type

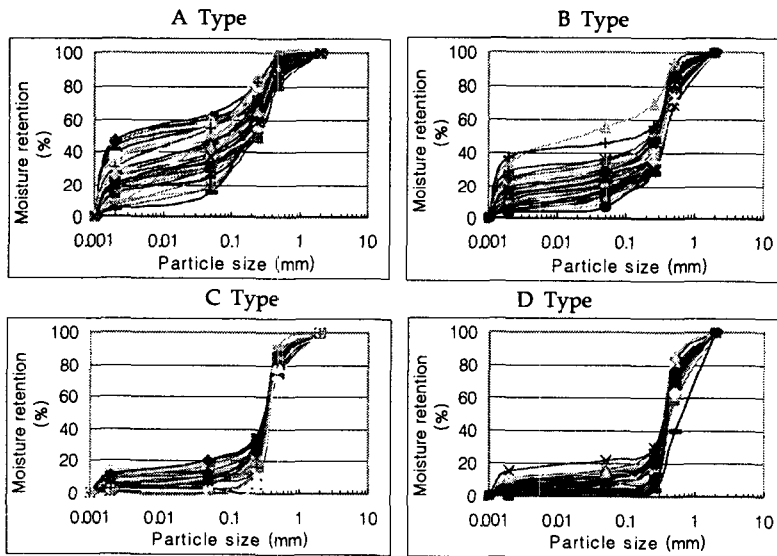


Fig. 3 Soil distribution of each soil group

IV. 결론

우리나라 180개 토양통을 대상으로 현장실측 결과와 통계분석결과를 바탕으로 토양통의 수문학적 분류를 하였으며, 그 결과 A Type은 40개, B Type은 61개, C Type은 35개, D Type은 44개로 구분되었다.

본 연구는 한국과학재단 지역대학우수과학자지원연구(R05-2002-000-01429-0)지원으로 수행되었음.