

석회암 유래 토양의 침투 및 투수속도 평가에 따른 수문유형 분류

Classification of Hydrologic Soil Groups of Soil Originated from Limestone by Assessing the Rates of Infiltration and Percolation

이 승 현*

Lee, Seung-Heon

I. 서론

석회암 유래토양의 지엽적 분포특성과 식질계통 토양이라는 물리적 특성상 강우 이후 물의 이동과 재분포는 화강암이나 화강편마암 유래토양과는 다른 형태를 보이며 주 분포지역이 낙동강이나 남한강의 상류 쪽에 해당하므로 토양에서의 침투특성 해석과 그로 인한 토양의 수문유형 설정은 정확한 수자원량 산정을 위한 지표가 될 것이다(Jung et al. 2007; Misha and Singh, 2003). 따라서, 본 시험은 수자원량 산정에 도움이 되고자 석회암지대에 분포하고 있는 다양한 토양의 침투 및 투수속도 측정을 통해 한계 침투속도를 측정하고 그에 따른 토양종류별 수문유형을 설정하는 것을 목적으로 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 대상토양

16개의 석회암지대 유래토양 중 과림통, 모산통, 장성통, 마지통, 안미통, 평안통의 6개 토양을

대상으로 표층의 침투속도 및 토양층위별로 투수속도를 측정했다. 장성·과림·안미·마지통은 식양질 계통으로, 모산·평안통은 식질계통으로 분류되고, 장성·과림·안미통은 자갈이 있는 토양으로서 장성통은 배수등급 매우양호로, 과림·안미통은 배수등급이 양호한 토양으로 분류되며, 과림통은 산림토양, 안미통은 논토양으로 분류된다. 역시 식양질 계통인 마지통은 배수양호한 발토양으로서 자갈함량이 매우 많은 토양이다. 식질계통인 모산통은 다른 대상토양과는 달리 자갈이 없는 토양으로서 배수가 매우 양호한 토양이다. 평안통은 식질계통으로서 배수가 양호한 발토양이다(표 1).

2. 수문학적 토양유형 구분

수문학적 토양유형(HSG, hydrologic soil groups)은 물이 잘 침투할수록 강우유출이 적게 발생한다는 것을 기반으로 하여 물 유출이 적게 발생하는 조건에서 많이 발생하는 조건까지 4가지 유형으로 구분하고 있다(표 2). 수문학적 토양유형을 구분 짓는 분류특성들은 포화된

* 자료정리: 한국농어촌공사 농어촌연구원 환경자원팀 차장(shyi@ekr.or.kr)

표 1. 토양 침투속도 및 투수속도를 측정하기 위해 토양연접군에서 선택한 토양통

Soil catena	Mountain and forest soil (3 series)	Paddy land soil (1 series)	Upland soil (2 series)
Limestone	Gwarim, Mosan, Jangseong	Anmi	Pyeongan, Maji

상태의 침투속도, 투수속도, 토양깊이(soil depth), 불투수층 깊이(impermeable layer), 지하수위 등이 있다.

NRCS에서는 토양에 존재하는 불투수층이나 지하수위에 대한 고려가 부족한 것을 보완하기 위해 새로운 분류유형을 작성했는데, 앞에서 언급한 4개의 유형에 지하수위와 불투수층의 유무를 더해서 표 2(정성적 토양특성), 표 3과 4(정량적 분류기준)와 같이 작성했다. 본 연구에서는

위와 같은 분류를 바탕으로 토양통별 수문학적 토양유형을 나타냈다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

토양통별 침투 및 투수속도를 측정한 결과는 유기물 층이 존재하는 과림통은 공극이 많고 토층 내에 나무 및 식물뿌리가 존재해 전체적으로 침투 및 투수속도가 빠른 특성을 보여 수문유형을

표 2. USDA NRCS에서 분류한 수문학적 토양유형의 토양 특성

Hydrologic soil group	Soil properties
A	Low runoff potential when thoroughly wet Water is transmitted freely through the soil Less 10% clay and more than 90% sand or gravel Have gravel or sand textures Some soils having LS, SL, L, SiL textures may be placed in this group if they are well aggregated, of low bulk density, or contain greater than 35% rock fragments
B	Moderately low runoff potential when thoroughly wet Water transmission through the soil is unimpeded Between 10% and 20% clay and 50% to 90% sand Have LS or SL textures Some soils having L, SiL, Si, SCL textures may be placed in this group if they are well aggregated, of low bulk density, or contain greater than 35% rock fragments
C	Moderately high runoff potential when thoroughly wet Water transmission through the soil is somewhat restricted Between 20% and 40% clay and less than 50% sand Have L, SiL, SCL, CL, SiCL textures Some soils having C, SiC, SC textures may be placed in this group if they are well aggregated, of low bulk density, or contain greater than 35% rock fragments
D (A/D, B/D, C/D)	High runoff potential when thoroughly wet Water movement through the soil is restricted or very restricted Greater than 40% clay and less than 50% sand Have clayey textures In some areas, they also have high shrink-swell potential Some soils having C, SiC, SC textures may be placed in this group if they are well aggregated, of low bulk density, or contain greater than 35% rock fragments (Adequately drained wet soil placed in D based solely on the presence of a water table within 60 centimeters of the surface)

표 3. 50cm에서 100cm사이에 불투수층이 있을 때의 수문학적 토양유형의 정량적 기준

Classification	Hydrologic Soil Group(HSG)			
	A	B	C	D
Saturated Hydraulic Conductivity (cm · hr ⁻¹)	>14.40	3.61~14.40	0.36~3.61	0.36>
Depth to water impermeable layer (cm)	50~100	50~100	50~100	50>
Depth to high water table (cm)	60~100	60~100	60~100	60>

표 4. 100cm이상의 토심에서 불투수층이 있을 때의 수문학적 토양유형의 정량적 기준

Classification	Hydrologic Soil Group(HSG)			
	A	B	C	D
Saturated Hydraulic Conductivity (cm · hr ⁻¹)	>3.61	1.45~3.61	0.15~1.45	0.15>
Depth to water impermeable layer (cm)	>100	>100	>100	>100
Depth to high water table (cm)	>100	>100	>100	>100

A로 분류하였다. 모산통은 토층 내에 자갈함량이 아주 높고 투수속도가 다른 토양에 비해 월등히 빠른 특성을 나타냈으나 50 cm 이내에서 암반층이 존재하는 관계로 수문유형이 B/D로 분류되었다. 토층이 깊지 않은 장성통은 토층 내에 나무 및 식물뿌리가 많고 암석노출지가 존재해 침투속도가 빠름에도 불구하고 C/D 수문유형으로 분류됐다. 자갈이나 잔돌이 많은 마지통은 잔자갈이 존재하고 침투나 투수속도가 빠른 편으로 B유형이었다. 논으로 사용되는 안미통은 다른 석회암 유래토양에 비해 토층이 깊은 편이며 석회암 층적층에서 유래된 토양으로

선상지 및 곡간지에 분포한다. 관개된 상태에서 로타리 작업에 의해 표토의 특성이 교란되는 논으로 이용되는 특성 때문에 침투 및 투수속도는 느려 D유형으로 분류됐다. 잔돌이 존재하는 평안통은 석회암 봉적, 퇴적층으로부터 유래된 토양으로 산록경사지 및 선상단구에 분포하며 표토층인 A층에서 중 입상구조를 보이며 공극이 많고 작물뿌리가 매우 많아 침투속도는 빠르나 B층에서는 점토 함량이 감소했다 증가하면서 토성이 급격히 바뀌는 특성을 나타내 투수속도는 느린 값을 나타내 수문학적 토양유형은 D유형으로 분류됐다.

Table 5. 석회암 유래 토양의 수문학적 토양유형과 물리적 특성

Soil Series	Soil Layer	Soil Depth (cm)	Measurement Depth (cm)	Soil Texture	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	OM (%)	Gravel (%)	K _{fs} * (cmhr ⁻¹)	HSG	
Gwarim	O	0	5	0	L	36.1	47.5	16.4	9.2	21.5	A	
	A	5	25	20	L	36.1	47.5	16.4	3.7	37.7		
	B	25	40	35	L	44.5	38.8	16.7	3.1	26.7		
	C	40	100	60	SL	57.1	31.9	11.0	1.2	15.6		
Mosan	A	0	8	0	SiCL	6.9	57.3	35.8	3.2	54.1	5.1	B/D
	B	8	30	15	SIC	6.4	50.4	43.2	0.3		62.5	
Jangseong	A	0	20	0	SIL	20.9	53.9	25.2	3.5	28.8	21.4	C/D
	B	20	50	30	CL	25.5	47.1	27.4	2.3		3.1	
Maji	Ap	0	10	0	SIL	25.1	55.7	19.2	3.4	12.3	1.7	B
	A	10	20	15	SIL	25.1	55.7	19.2	3.4		1.8	
	B	20	50	25	L	38.0	42.8	19.3	1.9		13.3	
Anmi	A	0	15	0	CL	32.3	34.0	33.7	0.2	21.4	0.2	D
	AB	15	25	23	SIL	16.4	58.7	24.9	1.5		0.1	
	BA	25	55	50	SiCL	19.4	52.9	27.7	1.0		0.01	
	Bw	55	100	70	SiCL	7.1	63.9	29.0	0.7		0.001	
Pyeongang	A	0	15	0	SiCL	19.4	43.5	37.1	1.6		6.8	D
	BA	15	35	25	SIL	15.4	58.0	26.6	0.7		0.2	
	Bt	35	50	50	CL	29.4	32.4	38.2	0.2		0.01	

* Field saturated hydraulic conductivity

IV. 활용방안 및 기대효과

실측을 통하여 수문학적 토양분류군을 제시한 본 연구결과는 관개배수분야의 가장 기본인 강우유출특성의 이해를 제고하고 관련 연구에 활용될 수 있다.

참고문헌

1. ATI. 1992. Korean Soil Introduction. Agricultural Technique Institute, Suwon, Korea.
2. Gardner, W.R. 1958. Some steady-state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Sci.*, 85:pp.228~232.
3. Jung J.H., S.P. Jang, H.I. Kim, Y.T. Jung, K.S. Heo, and H. Park. 1995. Classification of hydrologic soil group for estimation of runoff rate. *Korean Journal of Agricultural Engineering.* 37:pp.12~33.
4. Junh K.H., S.O. Hur, Y.K. sonn, C.W. Park, S.K. Ha, and S.J. Jung. 2007. Classification of hydrologic soil group using permeability measurement data. Workshop for effective use of hydrologic soil group. National Institute of Agricultural Science & Technology Press, Suwon, Korea.
5. Mc Cuen, R.H. 1982. A Guide to Hydrologic Analysis using SCS Methods. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, USA.
6. Reynolds W.D., and D.E. Elrick. 1985. In-situ measurement of field saturated hydraulic conductivity, sorptivity and the alpha-parameter using the Guelph permeameter. *Soil Sci.* 140: pp.292~303 *Ground Water Monitoring Review* 6: pp.84~95.
7. Mishra ,S.K., and V.P. Singh. 2003. Soil conservation service curve number methodology. Kluwer Academic Publishers.
8. NRCS. 2007. Part 630 Hydrology National Engineering Handbook 210-VI, Chapter 7 Hydrologic Soil Groups, National Resources Conservation Service, USDA.
9. Sonn, Y.K., S.O. Hur, M.C. Seo, S.J. Jung, B.K. Hyun, and K.C. Song. 2007. Pattern classification of standard catchments with soil catena characteristics. Workshop for effective use of hydrologic soil group. National Institute of Agricultural Science & Technology Press, Suwon, Korea.
10. Wooding, R.A. 1968. Steady infiltration from a shallow circular pond, *Water, Resour. Res.*, 4: pp.1259~1273.

출 처

한국토양비료학회지 제42권, pp.103~109 (2009)

허승오, 정강호, 손연규, 하상건, 김정규¹, 김남원²
 국립농업과학원, ¹고려대학교, ²한국건설기술연구원
 연락처: sohur@rda.go.kr