Consideration of Suffix Symbol on Soil Taxonomy and World Reference Base for Soil Resources Classification

Yeonkyu Sonn*, Byunghwan Seo, Woori Go, Sangho Jeon, Byungkeun Hyun, and Sungang Yun

Soil & Fertilizer Management Division, Department of Agricultural Environment, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration Wanju 55365, Korea

*Corresponding author: sonnyk@korea.kr

ABSTRACT

Received: September 19, 2019

Revised: October 28, 2019

Accepted: October 29, 2019

There is a difference between ST and WRB in distinguishing the master horizon. When a pedologists investigate a soil profile, it is difficult to determine which classification method to choose including the master horizon, add a prefix, suffix, etc. to the horizon name. The suffix symbol for groundwater level uses 'g' for ST and 'l' or 'r' for WRB. The suffix symbol 'r' represents a strong reduction state, and 'l' is used in a state where oxidation is much progressed. However, in the real agricultural field, the groundwater level is lowered so that the oxidized part of the profile is classified based on < 2%, 2 - 20%, > 20%. In addition, there are soils with a mottle quantity of 20 to 49%. ST classifies this as one like 'g', and WRB distinguishes it. However, since only the presence of a mottle is determined, a refinement is required.

Keywords: Soil Taxonomy, World Reference Base for Soil Resources, Suffix symbol, Designation for layers

The proposals of mottle amounts 'r' in ST & WRB.

Present			Proposals		
Mottle quantity	ST	WRB	Mottle quantity	ST	WRB
few (< 2%)		l	few (< 2%)		l
common (2 - 20%)	g	r	common (2 - 20%)	g	r
many (≥ 20%)			many (≥ 20%, < 50%)

Introduction

우리나라는 1:5,000 축척으로 토양조사가 이루어졌으며, USDA의 Soil Taxonomy (ST)에 기초하여 분류를 수행하였다. ST는 1965년부터 미국내에서 시작하여 1975년에 7차 시안 (7th approximation)을 내면서 전세계에 발간·배포되기 시작하였다. 세계적으로 토양의 분류는 각 나라별로 자국의 특성에 따라 별도의 분류체계를 가지고 있는 나라가 많으며 이들을 표준화하기 위한 작업들을 수행하고 있다. 아직도 표준화된 작업은 결실을 보지 못하고 있지만 현재까지는 크게 2개의 분류방법을 표준분류법으로 많은 나라들이 채택하고 있는 상황이다. 토양의 분류는 그 토양의 특성을 명확히 하고 토양들 간의 비교를 가능하게 하여 다양한 토양들을 여러 가지 조합에 의해 해설을 수행하고 있으며 (Hyeon et al., 1994; Jung et al., 1994, 1996; 2001; Sonn et.al., 1998) 결국에는 인간이 이용 또는 관리하는데 도움을 주는 것을 목적으로 하고 있다 (Jung, 1996, NIAST, 1973, USDA, 2017).

토양조사는 i) 현장에서 육안관찰에 의해 단면의 특성과 단면 외적인 특성들을 조사하고, ii) 표준화된 분석방법에 따라 육안으로는 판별할 수 없는 물리·화학적 및 점토광물학적 특성 등을 조사하여 육안관찰 특성들과 함께 표준화된 분류방법에 의거하여 토양의 분류를 수행하고, iii) 이러한 결과를 정리하여 토양도를 만들어내고, iv) 이들 토양도와 그 특성들을 모두 활용하여 토양의 변화를 예측하고 이를 토대로 하여 토지이용 등을 평가하거나 예측을 하는데 그 목적이 있다. 최근들어 Soil survey manual (USDA, 2017) 이 개정되면서 v) 정보의 효율적인 저장 및 활용이 추가되었다.

토양을 분류하는데 있어 육안관찰에 의한 단면조사, 육안으로 관찰할 수 없는 정보는 층위별로 시료채취를 한 후 실내실험을 통하여 표준분류를 수행하게 된다. 육안분류 결과와 함께 이를 종합하여 토양도를 만들게 되는데 이 과정에서 층위를 구분하는 것이 가장 중요하게 된다. 층위는 용탈과 집적에 의해 크게 O, A, B, C, R층으로 구분이 되며 세 부적으로는 이들의 조합으로 되어 있다.

그러나 층위의 구별만으로는 조사된 토양의 해석에 어려움이 존재하여 접미 기호 (suffix symbol)가 추가적으로 조사되고 있다. 하지만 이 접미기호가 두 분류체계에서 상이한 점이 있어 (FAO, 2006, 2014; USDA, 2014) 통일을 시켜야 할 필요가 있다. 접미부호를 같이 사용하는 것도 있지만 같은 접미부호를 다른 의미로 사용하기도 하며 같은 의미인데도 다른 접미부호를 사용하는 경우가 있어 분류를 수행하려는 연구자에게 많은 어려움이 존재한다. 게다가 이들 또한 큰 범주에서만 사용하게 되어 다른 색이나 반문 등이 있는지의 여부에 따라 결정하게 되어 실제 농경에 사용될 때는 더 세분화되어야 할 필요가 있어 이에 대한 고찰을 수행하고자 하였다.

Materials and Methods

미국의 분류법인 Soil Taxonomy (USDA, 2014)와 FAO의 분류법인 World Reference Base for Soil Resources (FAO, 2006, 2014)의 분류체계 중 층위를 구분하는데 가장 중요한 주층위 (master horizon)와 접미부호 (suffix symbol)의 비교를 수행하였다. 진단층위 (diagnostic horizon)는 분류에 있어 양적인 판단을 하게 하지만 주층위 및 접미부호는 질적인 판단을 할 때 사용되어진다. 주층위에서의 같은점과 차이점에 대한 비교를 수행하였으며, 접미부호에 대한 같은 점과 차이점도 비교하였다. 특히 접미부호에서는 실제 농경지로 사용할 때의 특이점에 초점을 두고 이를 세분하고자 하였다.

Results and Discussion

주층위 비교 주층위를 보면 (Table 1), ST에서는 O, L, A, E, B, C, R, M, W의 9개 층위를 사용하며 WRB에서는 L, H, A, E, B, C, R, W, I의 9개 층위를 사용한다. 이들 중 L, A, E, B, C, R, W의 7개 층위는 공통으로 사용하고 있으며 L (Limnic horizons or layers) 층은 유기물층에 해당하며, 심토에 있는 것은 제외하고 표토에 있는 것을 말한다. A (have formed at the soil surface or below an O horizon) 층은 용탈층이라 하여 O층 아래 또는 E, B, C층의 위에 존재한다. E (Main feature is the eluvial loss of silicate clay, iron, aluminum) 층은 A층과 같이 용탈층이지만 특히 규산 질점토, 철, 알루미늄 등이 용탈된 층으로 담색을 띠는 특징이 있다. B (Mineral horizons that have formed below an A, E, or O horizon) 층은 집적층으로 A, E, O층의 아래에 형성되는 광물질 층위를 말한다. C (Mineral horizons or layers, excluding strongly cemented and harder bedrock) 층은 모재층으로 모암이 풍화되지만 하였을 뿐 유기물, 점토 등 다른 물질들이 아직 첨가되지 않은 층위를 말한다. R (Strongly cemented to indurated bedrock) 층은 암반층을 의미하고 W (Water) 층은 물층을 말한다.

ST에서는 O (Slightly decomposed to highly decomposed litter) 층과 M (Root-limiting layers beneath the soil surface consisting of nearly continuous, horizontally oriented, humanmanufactured materials) 층이 별도로 존재하며 WRB에서는 H (Undecomposed or partially decomposed organic material) 층과 I (Ice lenses and wedges) 층이 있는 특징이 있다.

Table 1. Comparison of Master horizons in ST and WRB.

Characteristics	ST	WRB
Slightly decomposed to highly decomposed litter	O	
Limnic horizons or layers	L	L
Undecomposed or partially decomposed organic material		H
have formed at the soil surface or below an O horizon	A	A
Main feature is the eluvial loss of silicate clay, iron, aluminum	E	E
Mineral horizons that have formed below an A, E, or O horizon	B	B
Mineral horizons or layers, excluding strongly cemented and harder bedrock	C	C
Strongly cemented to indurated bedrock	R	R
Root-limiting layers beneath the soil surface consisting of nearly continuous, horizontally oriented, human manufactured materials	M	
Water	W	W
Ice lenses and wedges		I

같은 접미부호 비교 접미부호는 ST에서는 34개가 있으며 WRB에서는 30개가 존재한다. Table 2a는 접미부호를 같이 사용하는 17개의 특징을 보여주고 있다.

Table 2a. Suffix layers with the same meaning.

Characteristics	ST	WRB
Buried genetic horizon (mineral horizons, not cryoturbated)	b	b
Accumulation of organic matter (mineral horizons)	h	h
Jarosite accumulation (no restriction)	j	j
Accumulation of pedogenetic carbonates (no restriction)	k	k
Strong cementation or induration (pedogenetic, massive) (mineral horizons)	m	m
Pedogenetic accumulation of exchangeable sodium (no restriction)	n	n
Residual accumulation of sesquioxides (pedogenetic) (no restriction)	o	o
Ploughing or other human disturbance (no restriction, E, B or C as Ap)	p	p
Accumulation of pedogenetic silica (no restriction)	q	q
Illuvial accumulation of sesquioxides (B horizons)	s	s
Illuvial accumulation of silicate clay (B and C horizons)	t	t
Urban and other human-made materials (H, O, A, E, B and C horizons)	u	u
Occurrence of plinthite (no restriction)	v	v
Development of colour or structure (B horizons)	w	w
Fragipan characteristics (no restriction)	x	x
Pedogenetic accumulation of gypsum (no restriction)	y	y
Pedogenetic accumulation of salts more soluble than gypsum (no restriction)	z	z

같은 접미부호를 사용하는 것을 보면, 접미부호 b는 동결교란되지 않은 묻혀진 층위를 말하며, h는 광질층위가 아닌 유기물의 축적에 의한 층위이고, j는 황화철 (jarosite)이 축적된 층위를 말한다. 접미부호 k는 탄산염의 축적, m은 광질층위 중 강하게 시멘트화된 층, n은 치환성 Na의 축적, o는 sesquioxide의 축적, p는 경운이나 인간에 의한 교란, q는 규산의 축적, s는 B층에서의 sesquioxide의 축적, t는 B층과 C층에서의 규산염점토의 축적, u는 도시나 인간에 의한 물질, v는 plinthite의 존재, w는 B층에서의 색이나 구조의 약한 발달, x는 이쇄반층 (fragipan) 특징, y는 석고 (gypsum)의 축적, z는 석고보다 용해성이 좋은 염 (salts)의 축적이 있을 때를 말한다.

Table 2b는 접미부호를 같은 부호인데도 의미가 다른 것과 같은 의미인데 다른 부호를 사용하는 것을 나타내었다. ST와 WRB에서 접미부호 a는 유기물이 깊게 분해가 잘 이루어졌을 때 사용하고, e는 중간정도로 분해되었을 때 사용하며 이 중 분해가 잘 이루어지지 않은 층위에 ST에서 i를 사용한다. 그러나 WRB에서는 유기물의 분해는 미약한 것은 e에 포함시키며 접미부호 i는 토양이 Vertisols인 경우 slickenside가 있을 때 사용한다. ST에서는 slickenside 존재 시 ss를 사용한다.

Table 2b. Suffix layers with the different meaning or different suffix layers.

Characteristics (ST)	ST	WRB	Characteristics (WRB)
Highly decomposed organic material	a	a	Highly decomposed organic material (H and O horizons)
Organic material of intermediate decomposition	e	e	Moderately decomposed organic material (H and O horizons)
Slightly decomposed organic material	i	i	Slickensides (mineral horizons)

Table 2b. Suffix layers with the different meaning or different suffix layers (continued).

Characteristics (ST)	ST	WRB	Characteristics (WRB)
Concretions or nodules	c	c	Concretions or nodules (mineral horizons)
Coprogenous earth	cc	c	Coprogenous earth (L horizon)
Physical root restriction	d	d	Dense layer (physically root restrictive) (mineral horizons, not with m)
Diatomaceous earth	di	d	Diatomaceous earth (L horizon)
Frozen soil or water	f	f	Frozen soil (not in I and R horizons)
Dry permafrost	ff		
Strong gleying	g		
		l	Capillary fringe mottling (gleying) (no restriction)
		r	Strong reduction (no restriction)
		g	Stagnic conditions (no restriction)
Evidence of cryoturbation	jj		
		@	Evidence of cryoturbation (no restriction)
Engulfment of horizon by secondary carbonates	kk		
Marl	ma	m	Marl (L horizon)
Weathered or soft bedrock	r		
Presence of sulfides	se		
Presence of slickensides	ss		
Dominance of horizon by gypsum	yy		

다른 접미부호 비교 ST에서 접미부호 c는 concretions나 nodules가 있을 때 사용하며 소택지 퇴적물 같은 경우 cc를 사용한다. 그러나 WRB에서는 두 경우 모두 c를 사용하고, 소택지 퇴적물 같은 경우에는 L층에만 사용한다. ST에서 접미부호 d는 물리적으로 뿌리발달이 제한되는 경우에 사용하며 구조토의 경우 di를 사용한다. 그러나 WRB에서는 두 경우 모두 d를 사용하고, 구조토 같은 경우에는 L층에만 사용한다. ST에서 접미부호 f는 얼어있는 토양이나 물층에 사용하고 건조한 영구동결층에는 ff를 사용한다. 그러나 WRB에서는 얼어있는 토양(I 나 R 층 제외)에만 f를 사용한다. 이 외에도 동결교란작용(cryoturbation)이 있을 경우 ST에서는 jj를 사용하고, WRB에서는 @를 사용한다.

ST에서는 kk는 이차탄산염 존재시, r은 암석이 많이 풍화된 경우, se는 sulfide의 존재, yy는 석고의 우점시에 사용한다.

지하수위의 영향을 받은 토양의 경우에는 토색이 환원색을 띠게 되며 ST에서는 g를 사용한다. 그러나 WRB에서는 강환원상태에서 r을 사용하고, 반문이 있을 때에 l을 사용하며, g는 stagnic condition일 때 사용한다.

그러나 실제 농경지에서 지하수위가 많이 내려갔을 경우에는 반문(mottles)의 양이 달라지게 된다. 지하수위에 의해 glei층이 있을 경우 접미부호로 g를 붙이고 있지만 이것은 토양의 농경적 특성에 대한 해설을 할 수 없게 된다. Fig. 1은 지하수위가 많이 낮아진 경우의 토양을 보여주고 있다.

Fig. 1에서 보는 것처럼 ST 분류에서는 층위 명명시 2번째 층위 아래를 g로 표시할 수 밖에 없으며, WRB 분류에서는 많이 산화된 특징을 l로 표시할 수 밖에 없다. 이 단면을 기술한 특징만으로는 반문의 존재 여부에만 관심이 있으므로 glei층의 존재로 인해 발토양으로 사용하는 것이 어렵다는 의미를 부여할 수 밖에 없게 된다. 그러나 이러한 토양은

Fig. 1. Differences of horizon designation of Samangeum soils in ST and WRB.

Table 3. The proposals of mottle amounts 'r' in ST & WRB.

Present			Proposals		
Mottle quantity	ST	WRB	Mottle quantity	ST	WRB
few (< 2%)		l	few (< 2%)		l
common (2 - 20%)	g	r	common (2 - 20%)	g	r
many (≥ 20%)			many (≥ 20%, < 50%)		

밭으로 사용해도 무방하며, 실제로 밭으로 문제없이 이용되고 있다. 반문의 양을 보면 few (없음, 0 - 2%), common (있음, 2 - 20%), many (많음, ≥ 20%)로 구분하고 있다 (USDA-NRCS, 2012; USDA, 2017). 이러한 토양은 반문의 양이 many에 해당되며, 또한 반문의 양은 50%를 넘지 못하게 된다. 만약 50%가 넘게 되면 주토색이 바뀌게 되는 것을 뜻한다. 반문의 양 중 many에 해당하는 ≥ 20%은 ≥ 20%, < 50%로 정의를 수정해야 하며 (Table 3) 이는 실제 경작을 할 때 거의 밭상태로 되어 새로운 토양으로 설정이 가능함을 의미한다.

Conclusions

주층위의 구별에 있어 ST와 WRB에 차이점이 있다. 이로 인해 토양단면 조사시 어느 분류법을 택해서 조사를 할지를 결정해야 하는 번거로움이 존재한다. 주층위 이외에 층위명에 접두어, 접미어, 때에 따라 번호 등을 부여하는데 이들이 ST와 WRB 2개의 분류에 있어 상이하하여 이들의 차이점을 분석하였다. 지하수위를 나타내는 용어는 ST에서는 g를 사용하고 있으나 WRB에서는 l과 r을 사용한다. r은 강원원상태로 회색 내지 청회색을 띠는 토양에 해당되고 l은 지하수위가 내려갔을 때 공극을 따라 공기가 유입되어 산화가 많이 진행된 토양에 사용한다. 그러나 실제의 토양은 지하수위가 많이 내려가서 단면의 특성 중 산화된 부분이 < 2%, 2 - 20%, > 20%를 기준하여 분류하고 있고 실제로는 반문의 양이 20 - 49%에 달하는 토양이 있다. ST에서는 이를 나누고 있지 않으며 WRB에서는 구별은 하지만 밝은색 반문이 존재하는가의 여부만 결정하므로 이에 대한 세분화가 요구되어진다.

Acknowledgement

This work was supported by the “Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ01388502),” Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- Field Book for Describing and Sampling Soils. 2012. Ver. 3.0. USDA-NRCS. pp. 2-18.
- Guidelines for Soil Description. 2006. Fourth Edition. FAO.
- Hyeon, G.S., C.S. Park, S.J. Jung, S.K. Rim, and Y.K. Jo. 1994. Land suitability classification for grape orchards in Korea. Res. Rept. RDA(S&F). 36(2):246-250.
- Jung, Y.T. 1996. Application of soil taxonomy: Advantage and disadvantage of American soil taxonomy. Korean J. Soil Sci. Fert. 29(2):207-210.
- Jung, Y.T., I.S. Son, E.S. Yun, J.K. Kim, S.J. Jung, and G.H. Cho. 1994. A study on the establishment of land suitability grouping for paddy-upland rotation system in Korea. Res. Rept. RDA(S&F). 36(2):262-267.
- Jung, Y.T., I.S. Son, E.S. Yun, Y.K. Son, and Y.P. No. 1996. Tentative suitability criteria for the consolidation of cultivated upland in Korea. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 29(2):81-85.
- Jung, Y.T., S.J. Jung, G.S. Hyeon, Y.K. Son, Y.K. Cho, E.S. Yun, and G.H. Cho. 2001. Classification of morphological types of the Korean paddy soils for practical use of soil survey results. J. Korean Soc. Soil Sci. Fert. 34(2):77-84.
- Keys to Soil Taxonomy. 2014. Twelfth Edition. USDA. pp.335-340.
- Soil Survey Manual. 1973. Field Investigation and Classification. No. 1. NIAS, RDA.
- Soil Survey Manual. 2017. Soil Science Division Staff. Agriculture Handbook No. 18. USDA. pp.151-152.
- Son, Y.K., W.R. Go., S.H. Jeon, B.K. Hyun, M.S. Im, and S.G. Yun. 1998. The use of useful statistics of soil texture according to standardized depth between two digital soil maps. Korean J. Soil Sci. Fert. 29(2):564-575.
- World Reference Base for Soil Resources. 2014. FAO.