

제주도 토양인 제주통의 분류 및 생성

송관철 · 현병근 · 문경환¹ · 전승종¹ · 임한철¹ · 이신찬²

국립농업과학원, ¹온난화대응농업연구센터, ²제주도 농업기술원

Taxonomical Classification and Genesis of Jeju Series in Jeju Island

Kwan-Cheol Song, Byung-Geun Hyun, Kyung-Hwan Moon¹, Seung-Jong Jeon¹,
Han-Cheol Lim¹, and Shin-Chan Lee²

National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

¹*Agricultural Research Center for Climate Change, RDA, Jeju 690-150, Korea*

²*Jeju Do Agricultural Research and Extension Service, Jeju 697-800, Korea*

Jeju Island is a volcanic island which is located about 96 km south of Korean Peninsula. Volcanic ejecta, and volcanoclastic materials are widespread as soil parent materials throughout the island. Soils on the island have the characteristics of typical volcanic ash soils. This study was conducted to reclassify Jeju series based on the second edition of Soil Taxonomy and to discuss the formation of Jeju series in Jeju Island. Morphological properties of typifying pedon of Jeju series were investigated, and physico-chemical properties were analyzed according to Soil survey laboratory methods manual. The typifying pedon has dark brown (10YR 3/3) silt clay loam A horizon (0~22 cm), strong brown (7.5YR 4/6) silty clay BAt horizon (22~43 cm), brown (7.5YR 4/4) silty clay Bt1 horizon (43~80 cm), brown (7.5YR 4/6) silty clay loam Bt2 horizon (80~105 cm), and brown (10YR 5/4) silty clay loam Bt3 horizon (105~150 cm). It is developed in elevated lava plain, and are derived from basalt, and pyroclastic materials. The typifying pedon contains 1.3~2.1% oxalate extractable (Al + 1/2 Fe), less than 85% phosphate retention, and higher bulk density than 0.90 Mg m⁻³. That can not be classified as Andisol. But it has an argillic horizon from a depth of 22 to 150 cm, and a base saturation (sum of cations) of less than 35% at 125 cm below the upper boundary of the argillic horizon. That can be classified as Ultisol, not as Andisol. Its has 0.9% or more organic carbon in the upper 15 cm of the argillic horizon, and can be classified as Humult. It dose not have fragipan, kandic horizon, sombric horizon, plinthite, etc. in the given depths, and key out as Haplohumult. A hoizon (0~22 cm) has a fine-earth fraction with both a bulk density of 1.0 Mg cm⁻³ or less, and Al plus 1/2 Fe percentages (by ammonium oxalate) totaling more than 1.0. Thus, it keys out as Andic Haplohumult. It has 35% or more clay at the particle-size control section, and has thermic soil temperature regime. Jeju series can be classified as fine, mixed, themic family of Andic Haplohumults, not as ashy, thermic family of Typic Hapludands. In the western, and northern coastal areas which have a relatively dry climate in Jeju Island, non Andisols are widely distributed. Mean annual precipitation increase 110 mm, and mean annual temperature decrease 0.8 °C with increasing elevation of 100 m. In the western, and northern mid-mountaineous areas Andisols, and non Andisols are distributed simultaneously. Jeju series distributed mainly in the western and northern mid-mountaineous areas are developed as Ultisols with Andic subgroup.

Key words: Argillic horizons, Base saturation (sum of cations), Andic Haplohumults, Jeju series

서 언

한반도의 제 4기 화산활동은 제주도를 비롯하여 울릉도, 백두산 일대, 길주-명천 지구대, 추가령 열곡, 백령도 등지에서 활발하게 일어났다 (Won, 1983; Won and

Lee, 1988; Park and Park, 1996). 화산분출에 의하여 생성된 제주도 토양의 경우 전형적인 화산회토인 Andisols이 주로 생성 발달되고 있으며, 울릉도에서도 향목, 나리통 등 Andisols이 부분적으로 발달되고 있다. 그러나 화산분출에 의하여 생성된 철원 용암류 대지와 백령도에서는 Andisols로 분류되는 토양들이 보고된 바 없다 (NIAST, 2000). 이와 같이 화산분출에 의하여 생성된 모재에서 발달된 토양일지라도 지역에 따라 그

접수 : 2010. 1. 22 수리 : 2010. 4. 8

*연락처 : Phone: +82312900342

E-mail: kcsong@korea.kr

특성이 다양하게 나타나고 있다.

Soil Taxonomy에서는 화산회토를 Inceptisols의 아목인 Andepts로 분류했고 제주도 정밀토양조사에서도 이를 적용하여 제주도 토양을 5개 목, 11개 아목, 13개 대군 및 60개의 토양통으로 분류하였었다 (ASI, 1992). 그러나 70년대 말부터 80년대에 화산회토에 대한 연구가 집중적으로 이루어지고, 그 결과 1990년에는 Andisols이라는 새로운 목으로 설정됨으로써, 화산회토에 대한 분류체계가 전적으로 바뀌게 되었다 (USDA, 1990).

1999년에 Soil Taxonomy 개정판 발간 (USDA, 1999)으로 토양 분류단위와 분류기준이 대폭적으로 수정됨에 따라 이에 대응하여 우리나라에서는 2000년에 Taxonomical classification of Korean soils을 발간하였다 (NIAST, 2000). 이 때 우리나라에 분포하는 화산회토를 Andisols 목으로 분류하였으나, Andisols 분류기준에 대한 분석 없이 우선적으로 분류명을 변경하였기 때문에 분류기준 충족 여부 판정에 많은 문제를 가지고 있다.

1990년에 Andisols이 Soil Taxonomy의 새로운 목으로 설정되자 Song and Yoo (1991)는 제주도 화산회토의 andic 토양특성을 구명하고, 알로판, 페리하이드라이트, Al-유기복합체 등의 함량 분포를 보고하였다. Song and Yoo (1994)와 Song (1997)은 제주도 화산회토에서의 알로판 생성 조건을 구명하고, 비교적 건조한 제주도 서부 및 북부 해안지방에는 andic 토양특성을 보유하고 있지 않는 non-Andisols 토양이 주로 분포하고 있으며 그 외의 지역에서는 알로판 또는 Al-유기복합체가 주가 되는 Andisols 토양이 주로 분포한다고 하였다.

최근에 Song et al. (2009b)은 Andisols 분류기준에 따라 흑색 화산회토인 남원토를 Andisols로 분류하고 처음으로 학회지에 논문으로 보고하였다. Song et al. (2009c)은 제주도 남부 해안지대의 용암류대지에 Andisols로 분류되는 토양들과 인접하여 주로 분포하며 Alfisols로 분류되고 있는 용흥토를 Ultisols로 재분류하고, 그 생성에 대하여 고찰하였다.

제주도 중산간 지역의 용암류대지에는 제주, 아라, 오라, 중문, 중엄, 구좌통 등 농암갈색 화산회토가 널리 분포하고 있다. 그러나 이들 토양은 분포 위치에 따라 Andisols과 비Andisols, Andisols 중에서도 Hapludands, Fulvudands, Melanudands로 각각 구분하여 분류되어야 할 토양들이 저차 분류단위인 토양통 단위에서 같은 토양으로 분류되고 있는 문제가 있다 (Song et al., 2005; Moon, 2010). 따라서 본 논문에서는 이들 토양 중 제주통을 선정하여 Andisols 분류기준에 따라 재분류하고, 그 생성에 대하여 고찰하고자 하였다.

재료 및 방법

제주도 중산간 지역의 용암류대지에 널리 분포하고 있으며, 현무암 및 현무암에서 유래된 화산 분출쇄설물을 모재로 하고 있는 제주통을 선정하여 Andisols 분류기준에 따라 재분류하고, 그 생성을 구명하기 위하여 대표단면의 특성을 조사하고, 토양을 채취하여 이화학적 특성을 분석하였다.

토양 단면 조사 및 기술은 미농무성의 토양조사편람 (USDA, 1993)을 기준으로 하여 지형, 경사, 배수, 석력 함량, 토색, 반분, 구조, 층위경계, 공극, 식물뿌리, 점착성, 가소성, 견고도 등을 조사하였다. Soil Taxonomy 표준 분석방법인 Soil survey laboratory methods manual (USDA, 1996)을 기준으로 하여 토양의 이화학적 특성을 분석하고 laboratory data sheets를 작성하였다.

Sodium pyrophosphate로 침출되는 알루미늄 (Al_p), 철 (Fe_p)은 토양 1 g에 0.1 M $Na_4P_2O_7$ 용액 200 mL를 가하여 16시간 진탕하여 침출한 후, 침출액 10 mL에 1 M Na_2SO_4 25 mL를 가하여 원심분리시키고 상정액을 취하여 원자흡광분광분석기로 정량하였다. Dithionite-citrate로 침출되는 알루미늄 (Al_d) 및 철 (Fe_d)은 토양 2 g에 sodium dithionite 2 g과 sodium citrate 20 g을 가하고 증류수 100 mL를 가하여 24시간 진탕시킨 후, 증류수 100 mL를 가하고 원심분리시킨 후 상정액을 취하여 원자흡광분광분석기로 정량하였다. Oxalate로 침출되는 알루미늄 (Al_o), 철 (Fe_o), 규소 (Si_o)는 토양 0.5 g에 pH 3.5, 0.2 M NH_4 -oxalate 50 mL를 가하여 암실에서 4시간 진탕시킨 후 원심분리시키고 상정액을 취하여 원자흡광분광분석기로 정량하였다.

토양분류는 Keys to Soil Taxonomy (USDA, 2006)에 의하여 official series descriptions과 laboratory data sheets를 작성하고 분류하였다.

결과 및 고찰

제주통의 분류 Soil Taxonomy에 의하여 토양을 분류할 때 Soil Taxonomy 표준 방법에 따른 official series descriptions과 laboratory data sheets가 요구된다. 제주통 대표단면의 형태적 특성을 조사한 official series descriptions을 아래에 명기하고, laboratory data sheets를 Table 1에 나타내었다. 또한 제주통의 대표단면 사진을 Fig. 1에 나타내었다.

Table 1. Laboratory data sheets of typifying pedon.

Depth cm	Horizon	Total			Clay		Silt		Sand				
		Clay LT	Silt .002	Sand .05	Fine LT	Coarse LT	Fine .002	Coarse .02	VF .05	F .10	M .25	C .5	VC 1
		.002	-.05	-2	.0002	.002	-.02	-.05	-.10	-.25	-.50	-1	-2
----- Pct of < 2 mm (3A1) -----													
0-22	A	30.0	64.9	5.1					2.5	1.3	0.8	0.4	0.1
22-43	BAt	42.0	56.3	2.7					0.9	0.7	0.6	0.4	0.1
43-80	Bt1	40.8	56.2	3.0					1.0	0.9	0.7	0.4	0
80-105	Bt2	33.6	52.7	13.7					7.6	3.7	1.0	0.5	0.9
105-150	Bt3	36.3	58.5	5.2					2.1	1.5	1.1	0.5	0
150 ⁺	BC	29.3	65.4	5.3					2.0	1.4	1.1	0.7	0.1
Depth cm	----- Coarse Fractions (mm) -----				>2 mm	Orgn	Total	P	Total	----- Dith-Cit -----			
	Weight				Pct of	C	N	Ret	S	extractable			
	2-5	5-20	20-75	.1-75	Whole					Fe	Al	Mn	
					Soil	6A1c	6B3a	6S3	6R3a	6C2b	6G7a	6D2a	
Pct of < 75 mm (3B1)						----- Pct of < 2 mm -----							
0-22						3.64		72.2		3.10	0.58		
22-43						1.32		66.4		2.86	0.39		
43-80						0.50		65.3		2.73	0.33		
80-105						0.43							
105-150						0.16							
150 ⁺						0.47							
Depth cm	- Ratio/Clay -		Atterberg		----- Bulk density -----			COLE	----- Water content -----				WRD
	CEC	1500	limits		Field	33	Oven	Whole	Field	10	33	1500	Whole
	8D1	8D1	4P1	4P	4A3a	4A1d	4A1h	4D1	4B4	4B1c	4B1c	4B2a	4C1
			Pct <0.4 mm		----- g cm ⁻³ -----			cm cm ⁻¹	----- Pct of <2 mm -----				cm cm ⁻¹
0-22							0.99						
22-43							1.23						
43-80							1.27						
80-105							1.39						
105-150							1.39						
150 ⁺							-						
Depth cm	----- NH ₄ OAc Extractable Bases -----				Acid-	Extr	----- CEC -----				Al		
	Ca	Mg	K	Na	ity	Al	Sum	NH ₄ -	Bases	Al	Sat		
	5B5a	5B5a	5B5a	5B5a	Sum		Cats	OAc	+ Al				
	6N2e	6O2d	6Q2b	6P2b	Bases	6H5a	6G9a	5A3a	5A8b	5A3b	5G1		
						----- cmol _c kg ⁻¹ -----					Pct		
0-22	3.5	0.9	0.26	0.1	4.8	24.0	0.8	28.8	18.0	5.6	14.3		
22-43	0.9	0.3	0.12	0.2	1.5	26.5	2.6	28.0	14.7	4.1	63.4		
43-80	1.6	0.9	0.06	0.2	2.8	25.5	3.6	28.3	16.8	6.4	56.3		
80-105	1.1	1.0	0.02	0.2	2.3	22.5	3.8	24.8	15.6	6.1	62.3		
105-150	0.9	0.9	0.04	0.3	2.1	24.0	3.1	26.1	16.2	5.2	59.6		
150 ⁺	1.3	1.1	0.06	0.3	2.8	18.0	2.0	20.8	12.5	4.8	41.7		
Depth cm	-- Base Sat --	CO ₃ as	Res	Cond	----- pH -----				-- Acid Oxalate Extraction --				
	Sum	NH ₄ -	CaCO ₃		NaF	KCl	CaCl ₂	H ₂ O	Opt	Al	Fe	Si	
	5C3	5C1	<2 mm		8C1d		0.01M		8J	6G12	6C9a	6V2	
			6E1g	8E1	8I	8C1f	8C1f	8C1f	8J	6G12	6C9a	6V2	
				ohms cm ⁻¹	dS m ⁻¹	1:1	1:2	1:1		----- Pct of <2 mm -----			
0-22	16.6	26.4			0.1	9.7	4.8	5.6		1.20	1.69	0.29	
22-43	5.4	10.3			0.2	9.7	4.5	5.3		0.58	1.55	0.17	
43-80	9.8	16.4			0.2	9.4	4.4	5.3		0.57	1.50	0.18	
80-105	9.3	14.9			0.1		4.4	5.4					
105-150	8.2	13.2			0.1		4.4	5.4					
150 ⁺	13.3	22.1			0.1		4.5	5.4					

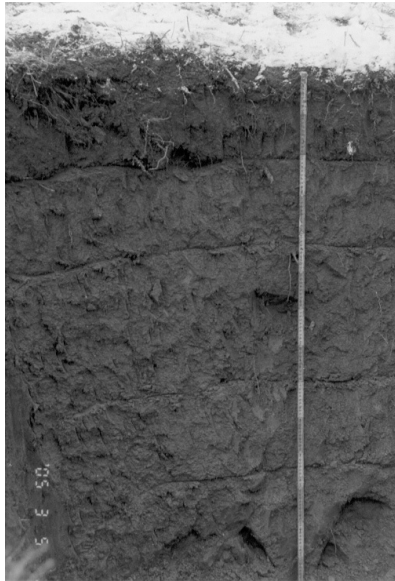


Fig. 1. The typifying pedon of Jeju series.

Official series descriptions of typifying pedon

Location : 2 km south eastern of Haean Dong, Jeju, Jeju province

Landform : Gently sloping to moderately steep lava plain

Slope : 2-15%

Soil moisture regime : Udic

Temperature regime : Thermic

Permeability class : Moderately slow

Drainage class : Well drained

Land use : Grassland

Parent material : Basalt materials and pyroclastics derived from basalts

Diagnostic features : An umbric epipedon from a depth of 0 to 22cm and an argillic horizon from a depth of 22 to 150cm

A - 0 to 22 cm, Dark brown (10YR 3/3) silt loam; weak fine to medium granular structure; firm, slightly sticky and slightly plastic; many fine grass roots; few pine pores; abrupt smooth boundary.

BAt - 22 to 43 cm, Strong brown (7.5YR 4/6) silt clay ; moderate fine to medium granular structure; firm, sticky and plastic; fine to medium grass roots; common fine to medium pores; clear smooth boundary.

Bt1 - 43 to 80 cm, Brown (7.5YR 4/4) silt clay ; moderate medium granular structure; firm, sticky and plastic; thin continuous clay cutans; fine to medium grass roots; common fine to medium pores; clear smooth boundary.

Bt2 - 80 to 105 cm, Brown (7.5YR 4/4) silt clay loam; moderate medium subangular structure; firm, sticky and plastic; thin continuous clay cutans; few fine grass roots; few fine pores; clear smooth boundary.

Bt3 - 105 to 150 cm, Brown (10YR 5/4) silt clay loam; moderate subangular structure; firm, sticky and plastic; thick continuous clay cutans; no roots; few fine pores.

제주통은 현재 Ashy, thermic family of Typic Hapludands로 분류되고 있다 (NIAST, 2000). A층 (0~22 cm) 은 암갈색 (10YR 3/3)의 미사질식양토이고, BAt층 (22~43 cm)은 진갈색 (7.5YR 4/6)의 미사질식토, Bt1층 (43~80 cm)은 갈색 (7.5YR 4/4)의 미사질식토, Bt2층 (80~105 cm)은 갈색 (7.5YR 4/6)의 미사질식양토, Bt3층 (105~150 cm)은 갈색 (10YR 5/4)의 미사질식양토이다.

제주통은 현무암 및 현무암에서 유래된 화산분출쇄설물을 모재로 하는 토양으로 제주도의 용암류 대지에 분포한다. 주로 밭작물 재배에 이용되나 일부는 초지로 이용되고 있다. udic 토양수분상과 thermic 토양온도상을 보유하며, 배수등급은 양호이다.

제주통은 0~22 cm 깊이에서 umbric 감식표층을 보유하고, 22~150 cm 깊이에서 상부 층위에 비하여 점토 함량이 기준 이상으로 높고, 점토 이동의 근거인 점토피막이 있는 argillic층을 보유하고 있다.

Andisols 분류 기준에 따라 제주통의 대표단면을 분석한 결과 oxalate 침출성 (Al + 1/2 Fe) 함량이 A층 (0~22 cm)에서는 2.1%이나 BAt층 및 Bt1층에서는 각각 1.4 및 1.3%로 2% 미만이다. 인산보유능이 65.3~72.2%로 85% 미만이며, 용적밀도가 0.99~1.27 Mg m⁻³으로 0.90 Mg m⁻³ 이상이다. 따라서 제주통은 Andic 토양 특성을 보유하고 있지 않으므로 Andisols로 분류할 수 없다. 그러나 BAt층에서 Bt3층 (22~150 cm)까지 점토집적층인 argillic층을 보유하고 있다. 기준 깊이에서의 염기포화도 (양이온 흡) 값에 의하여 Alfisols 또는 Ultisols로 분류되는데, 제주통의 경우 기준깊이인 argillic층 상부 경계 아래 125 cm 깊이인 147 cm 깊이에서 뿐만 아니라 전 토층에서 염기포화도 (양이온 흡)가 35% 미만이다. 따라서 제주통은 Andisols이 아니라 Ultisols로 분류되어야 한다.

Ultisols은 Aquults, Humults, Uduults, Ustults 및 Xerults의 5개 아군으로 분류되고, 유기물 함량에 의하여 결정되는 Humults를 제외한 4개 아목은 토양수분상에 따라 분류되고 있다 (USDA, 1999). 우리나라에 분포하는 Ultisols은 Uduults 1개의 아목으로 분류되고 있는데 (NIAST, 2000), 최근에 홍적대지에 분포하는 토양인 장호통 (Song et al., 2009a)과 제주도 토양인 용흥통이 Humults로 분류된 바 있다 (Song et al., 2009c).

제주통의 경우 argillic 층위의 상부 15 cm 깊이에서 유기탄소 함량이 13.2 g kg⁻¹으로 9 g kg⁻¹ 이상이라는 조건을 충족시키고 있으며, 또는 1 m² 면적의 깊이 100 cm까지 단위 용적당 유기탄소 함량이 13.5 kg으로 12 kg 이상이라는 분류기준을 충족시키므로 아목은 Humults로 분류된다. 즉 제주통은 장호통 및 용흥통과 더불어 우리나라에 분포하지 않는 것으로 보고되고 있는 Humults로 분류되는 것이다.

Humults는 Sombrihumults, Plinthohumults, Kandihumults, Kanhaplohumults, Palehumults 및 Haplohumults의 6개 대군으로 분류되고 있다. 제주통의 경우 기준 깊이에서 fragipan, kandic층, sombric층, plinthite 등을 보유하지 않으며, Haplohumults의 분류기준을 충족시키고 있다.

Haplohumults는 Lithic, Aquandic, Aquic, Andic 등 9개 아군이 분류되고 있다. 제주통의 경우 무기질 토양 표면에서 75 cm 이내 깊이에서 세토의 용적밀도가 1.0 Mg m⁻³ 이하이고, oxalate 침출성 (Al + 1/2

Fe) 함량이 1.0% 이상인 토층의 두께가 18 cm 이상이다. 따라서 Andic Haplohumults로 분류할 수 있다.

토성속 제어부위인 argillic층 상부 50 cm 깊이, 즉 무기질 토양표면에서 22~72 cm 아래 깊이에서의 점토 함량이 35% 이상이므로 fine 토성속에 속한다. 토양온도속 제어부위인 토양표면에서 50 cm 아래 깊이에서의 토양온도가 여름과 겨울철 평균온도에 있어서 6°C 이상 차이가 나고, 연평균 토양온도가 15~22°C가 되므로 thermic 토양온도상에 속한다. 따라서 제주통은 Ashy, thermic family of Typic Hapludands가 아니라 Fine, mixed, thermic family of Andic Haplohumults로 분류되어야 한다.

제주통의 생성 제주도 서부 및 북부 해안지방에는 층형 규산염 점토광물을 주광물로 하고 있는 non-Andisols 토양이 주로 분포하고 있으며 그 외의 지역에서는 알로판 또는 Al-유기복합체가 주가 되는 Andisols 토양이 주로 분포하고 있다 (Song, 1997).

제주도 서부 해안지역인 고산과 북부 해안지역인 제주시의 경우 연평균 강우량이 각각 1,090 mm 및 1,460 mm로 동부와 남부 해안지역인 성산포와 서귀포의 1,840 mm 및 1,850 mm에 비하여 360~760 mm나 적으며, 비교적 건조한 편이다 (KMA, 2001). 해발고도별 기후 변화를 보면 지대가 100 m 높아짐에 따라 연평균 기온은 0.8°C씩 낮아지고, 강우량은 110 mm 많아지는 경향이다. 중산간 지역에서도 동부와 서부지역 간에 온도 차이는 거의 없으나, 강우량은 해안지방과 마찬가지로 동부지역이 서부지역보다 900 mm 많다 (JARES, 1991). 이러한 강수량 차이는 우리나라에서 제주도를 제외하고서 강우량이 가장 많은 지역과 가장 적은 지역과의 차이보다 더 크다.

같은 화산회에서 유래된 토양일지라도 건조한 저지대에서는 할로사이트와 같은 층형 규산염 점토광물을 주광물로 하는 토양이 생성되고, 해발이 높아짐에 따라 온도가 낮아지고 강우량이 많아져 증발산량이 감소되기 때문에 알로판을 주 점토광물로 하는 화산회토가 생성된다는 것이 뉴질랜드 (Parfitt and Kimble, 1989), 하와이 (Parfitt et al., 1988), 미국 워싱턴주 (Hunter and Busacca, 1987), 르완다 (Mizota and Chapelle, 1988) 등의 화산회토에서 보고되었다. 이러한 보고들처럼 비교적 건조한 제주도 서부 및 북부 해안지방에는 층형 규산염 점토광물을 주광물로 하고 있는 non-Andisols 토양이 주로 생성 발달되고, 보다 습윤한 그 외의 지역에서는 알로판 또는 Al-유기복합체가 주가 되는 Andisols 토양이 주로 생성 발달한다 (Song, 1997).

제주도 서부와 북부 지역에서 해발이 높아짐에 따라

온도가 낮아지고 강우량이 많아져 증발산량이 감소되기 때문에 Andisols이 생성되기 시작한다. 즉 제주도 서부와 북부의 중산간 지역은 non-Andisols 토양에서 Andisols 토양이 분포하는 전이 지대가 되고 있다. 제주통을 비롯하여 오라, 아라, 구좌, 중문통 등이 이들 지역에 주로 분포하고 있다.

제주도 북부 중산간 지역에 설정된 제주통의 대표단면을 분석한 결과 Andisols이 아니라 Ultisols로 생성 발달되고 있다. 그러나 non-Andisols 토양에서 Andisols 토양이 분포하는 전이 지대에 분포하고 있어서 Andisols로 분류되지는 않으나 그 특성을 많이 보유하고 있는 Andic 아군으로 발달되고 있다.

Andisols로 생성 발달되지 않은 제주통은 안정한 지형인 용암류 대지에 분포하고 있으므로 토양이 거의 침식되지 않고 축적물이 별로 퇴적되지 않기 때문에 오랫동안 토양수의 하향이동에 따른 점토 집적작용과 염기 용탈작용을 받게 된다. 그 결과 점토집적층인 argillic 층이 생성되고, argillic층 상부경계에서 125 cm 아래 깊이인 147 cm 깊이에서 염기포화도 (양이온 합)가 35% 미만으로 강산성 토양인 Ultisols로 생성발달한 것이다.

제주통은 제주도 북부 중산간 지역에서 대표단면이 설정되었으나 남부와 동부 중산간 지역에도 비교적 넓은 면적으로 분포하는 것으로 되어 있다 (NIAST, 2000). 남부와 동부 중산간 지역에 분포하면서 현재 제주통으로 분류되고 있는 토양들은 Ultisols이 아니라 Andisols로 재분류되어야 하며, Andisols 중에서도 기준 층위에서의 유기탄소 함량에 따라 Hapludands, 또는 Fulvudands로 각각 구분하여 재분류되어야 할 것이다.

요 약

제주도 중산간지대의 용암류대지에 분포하며 현무암 및 현무암에서 유래된 화산분출쇄설물을 모재로 하는 토양으로 Andisols로 분류되고 있는 제주통을 재분류하고, 그 생성에 대하여 고찰하고자 제주통 대표단면의 형태적 특성을 조사하고, Soil Taxonomy의 표준 분석방법인 Soil survey laboratory methods manual에 따라서 토양을 분석하여 Laboratory data sheets를 작성하였다.

제주통은 oxalate 침출성 (Al + 1/2 Fe) 함량이 1.3~2.1%, 인산보유능이 65.3~72.2%, 용적밀도가 0.99~1.27 Mg m⁻³으로 andic 토양 특성을 보유하고 있지 않으므로 Andisols로 분류할 수 없다. 반면에 22~150 cm 깊이에서 argillic층을 보유하고 있으며, 전 토층에서 염

기포화도 (양이온 합)가 35% 미만으로 낮기 때문에 Ultisols로 분류되어야 한다. 제주통은 argillic층의 상부 15 cm 깊이에서의 유기탄소 함량이 0.9% 이상이므로 Humults 아목으로 분류될 수 있다. 또한 기준깊이에서 fragipan, kandic층, sombric층, plinthite 등을 보유하지 않으며, Haplohumults의 분류기준을 충족시키고 있다.

제주통은 무기질 토양 표면에서 75 cm 이내 깊이에서 세토의 용적밀도가 1.0 Mg m⁻³ 이하이고, oxalate 침출성 (Al + 1/2 Fe) 함량이 1.0% 이상인 토층의 두께가 18 cm 이상이므로 Andic Haplohumults로 분류할 수 있다. 토성속 제어부위에서의 점토함량이 35% 이상이고, thermic 토양온도상을 보유하므로 제주통은 Ashy, thermic family of Typic Hapludands가 아니라 Fine, mixed, thermic family of Andic Haplohumults로 분류되어야 한다.

비교적 건조한 제주도 서부 및 북부 해안지방에는 non-Andisols 토양이 주로 생성 발달되고, 보다 습윤한 그 외의 지역에서는 알로판 또는 Al-유기복합체가 주가 되는 Andisols 토양이 주로 생성 발달한다. 제주도 서부와 북부 지역에서 해발이 높아짐에 따라 온도가 낮아지고 강우량이 많아져 증발산량이 감소되기 때문에 Andisols이 생성되기 시작한다. 제주도 북부 중산간 지역의 용암류대지에 분포하는 제주통은 Andisols이 아니라 Ultisols로 생성 발달되고 있다. 그러나 non-Andisols 토양에서 Andisols 토양이 분포하는 전이 지대에 분포하고 있어서 Andisols로 분류되지는 않으나 그 특성을 많이 보유하고 있는 Ultisols의 Andic 아군으로 발달되고 있다.

Andisols로 생성 발달되지 않은 제주통은 안정한 지형인 용암류 대지에 분포하고 있으므로 토양이 거의 침식되지 않고 축적물이 별로 퇴적되지 않기 때문에 오랫동안 토양수의 하향이동에 따른 점토 집적작용과 염기 용탈작용을 받게 된다. 그 결과 점토집적층인 argillic 층이 생성되고, 기준깊이에서의 염기포화도 (양이온 합)가 35% 미만인 강산성 토양인 Ultisols로 생성발달한 것이라고 생각된다.

인 용 문 헌

Agricultural Sciences Institute (ASI). 1992. General remarks of Korean soils. revised edition.
 Hunter, C.R., and A.J. Busacca. 1987. Pedogenesis and surface charge of some Andic soil in Washington, U.S.A. Geoderma. 39:249-265.
 Jeju Do Agricultural Research and Extention Service

- (JARES). 1991. Climatological report of mid-mountainous area in Jeju Island.
- Korea Meteorological Administration (KMA). 2001. Climatological normals of Korea(1971-2000).
- Mizota, C., and J. Chapelle. 1988. Characterization of some Andepts and Andic soils in Rwanda, Central Africa. *Geoderma*. 41:193-209.
- Moon, K.H. 2010. Spatial analysis of soils in Jeju Island. Ph.D. Thesis, Jeju National University, Jeju, Korea.
- National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST). 2000. Taxonomical classification of Korean soils.
- Parfitt, R.L., C.W. Childs, and D.N. Eden. 1988. Ferrihydrite and allophane in four Andepts from Hawaii and implications for their classification. *Geoderma*. 41:223-241.
- Parfitt, R.L., and J.M. Kimble. 1989. Conditions for formation of allophane in soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 53:971-977.
- Park, J.B., and K.H. Park. 1996. Petrology and petrogenesis of the Cenozoic alkali volcanic rocks in the middle part of Korean Peninsula (1): Petrography, mineral chemistry and whole rock major element chemistry. *J. Geol. Soc. of Korea*. 32:223-249.
- Song, K.C., and S.H. Yoo. 1991. Andic properties of major soils in Cheju Island. I. Characterization of volcanic ash soils by selective dissolution analysis. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 24:86-94.
- Song, K.C., and S.H. Yoo. 1994. Andic properties of major soils in Cheju Island. III. Conditions for formation of allophane. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 24:149-157.
- Song, K.C. 1997. Distribution, and conditions for formation of allophane in soils in Cheju Island. *Minerology and Industry*. 10(2):26-45.
- Song, K.C., S.J. Jung, B.K. Hyun, Y.K. Sonn, and H.K. Kwak. 2005. Classification and properties of Korean soils. In NIAST. Fruits and future prospects for soil survey in Korea. p. 35-107. Suwon, Korea.
- Song, K.C., B.K. Hyun, Y.K. Sonn, Y.S. Zhang, and C.W. Park. 2009a. Taxonomical classification of Jangho series. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42:330-335.
- Song, K.C., B.K. Hyun, Y.K. Sonn, H.C. Lim, and S.C. Lee. 2009b. Taxonomical classification of Namweon series, black volcanic ash soils. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42:384-391.
- Song, K.C., B.K. Hyun, K.H. Moon, S.J. Jeon, and H.C. Lim. 2009c. Taxonomical classification and genesis of Yongheung series in Jeju Island. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42:478-485.
- USDA, Soil Survey Staff. 1975. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agric. Handbook 436. USDA-SCS. U.S. Government Printing Office, Washington, D.C.
- USDA, Soil Survey Staff. 1990. Keys to Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph No. 19, 4th ed. USDA-SMSS, Blacksburg, Virginia.
- USDA, Soil Survey Division Staff. 1993. Soil Survey Manual. Agricultural Handbook 18. USDA-NRCS, Washington.
- USDA, NRCS. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigation Report No.42(revised). USDA-NRCS, Washington.
- USDA, Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. 2nd ed. Agric. Handbook 436. USDA-NRCS. CRC Press, Boca Paton, Fla., USA.
- USDA, Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy. 10th ed. USDA- NRCS, Blacksburg, Virginia.
- Weon, J.K. 1983. A study on the quaternary volcanism in the Korean Peninsula - in the Choogayong rift valley. *J. Geol. Soc. of Korea*. 19:159-168.
- Weon, J.K., and M.W. Lee. 1988. The study on petrology for the quaternary alkali volcanic rock of the Korean Peninsula. *J. Geol. Soc. of Korea*. 24:181-193.