

## 흑색 화산회토인 남원통의 분류

송관철\* · 현병근 · 손연규 · 임한철<sup>1</sup> · 이신찬<sup>2</sup>

국립농업과학원, <sup>1</sup>온난화대응농업연구센터, <sup>2</sup>제주도 농업기술원

### Taxonomical Classification of Namweon Series, Black Volcanic Ash Soils

Kwan-Cheol Song,\* Byung-Geun Hyun, Yeon-Kyu Sonn, Han-Cheol Lim<sup>1</sup>, and Shin-Chan Lee<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>Agricultural Research Center for Climate Change, RDA, Jeju 690-150

<sup>2</sup>Jeju Do Agricultural Research and Extension Service

This study was conducted to reclassify Namweon series, black volcanic ash soils, in Jeju Island based on the second edition of Soil Taxonomy : A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Morphological properties of typifying pedon of Namweon series were investigated and physico-chemical properties were analyzed according to Soil Survey Laboratory Methods Manual. The typifying pedon of Namweon series has black (10YR 2/1) silt loam Ap horizon (0~11 cm) and black (10YR 2/1) silt loam BA horizon (11~72 cm). Bw horizon (72~100 cm) is very dark brown (10YR 2/2) silt loam. That occurs on lava plain derived from volcanic ash materials. The typifying pedon contains 5.2~6.4% oxalate extractable (Al + 1/2 Fe), over 85% phosphate retention, and lower bulk density than 0.90 Mg m<sup>-3</sup>. Ap, BA, and Bw horizons of the pedon have andic soil properties. That can be classified as Andisol. The typifying pedon has an udic soil moisture regime and has a 1,500 kPa water retention of 15% or more on air-dried samples throughout all horizons, and can be classified as Udand. Ap and BA horizons (0~72 cm) have a color value, moist, and chroma of 2 or less, melanic index of 1.70 or less, and 6% or more organic carbon. That meets the requirements of melanic epipedon. That keys out as Melanudand. That has more than 6.0% organic carbon and the colors of mollic epipedon throughout a layer 50 cm or more thick within 60 cm of the mineral soil surface.. Thus, that keys out as Pachic Melanudand. The pedon has a fine-earth fraction that has a water content at 1,500 kPa tension of 12% or more on air-dried samples and has less than 35% (by volume) rock fragments. Thus, the substitute for particle-size class is medial. That has a sum of 8 times the Si (percent by weight extracted by acid oxalate) plus 2 times the Fe (percent by weight extracted by acid oxalate) of 5 or more, and 2 times the Fe is more than 8 times the Si. Thus, the mineralogy class is ferrihydritic. Namweon series can be classified as medial, ferrihydritic, thermic family of Pachic Melanudands, not as ashy, thermic family of Typic Melanudands.

**Key words:** Taxonomical classification, Andic soil properties, Andisols, Melanudands

## 서 언

현재 우리나라에서는 Soil Taxonomy를 공식적인 토양분류 체계로 채택하여 이용하고 있다. 우리나라의 토양분류를 미농무성의 Thorp과 Kellog가 개발한 구분류 방법으로 적용하기 시작하였고, Soil Taxonomy 분류체계를 적용하기 시작한 이후에도 구분류체계의 방법들을 상당 부분 그대로 적용하였다. 즉 구분류체계의 방법에 따라 토양통을 설정하고 이를 Soil Taxonomy에 단순 적용하는 것이 일반적이었다. 또한

토양 조사사업을 수행하면서 거국적 사업 차원에서 토양조사를 추진하여 사업효율 증진과 실용성에 치중하였기 때문에 학문적 기초를 가진 토양분류, 생성연구는 매우 취약하였다 (Song et al., 2005c).

Soil Taxonomy에서는 전 세계에 다양하게 분포하고 있는 토양을 합리적으로 분류하기 위하여 분류체계를 끊임없이 보완 발전시켰고, 그 결과 분류기준과 분류단위들이 초기에 비하여 현저하게 바뀌게 되었다. 특히 화산회 토양인 Andisols은 Inceptisols의 아목인 Andepts로 분류되었는데, 1990년에 새로운 목으로 설정됨으로써 분류체계가 전적으로 바뀌게 되었다 (USDA, 1990).

접수 : 2009. 8. 14 수리 : 2009. 9. 20  
\*연락처 : Phone: +82312900342,  
E-mail: kcsong@korea.kr

Andepts의 중심 개념은 비정질 물질이 주가 되는 토양이나, Andisols의 중심 개념은 화산회, 부석, 분석, 용암과 같은 화산분출물이나 화산쇄설물 위에서 발달되고, 교질 부분이 allophane, imogolite, ferrihydrite 등과 같은 short-order-range 광물이거나 Al-유기복합체가 주가 되는 토양이다 (USDA, 1999). 어떤 환경 조건에서는 비화산 기원의 모재에서 유래한 1차 규산염 광물에서 short-range-order 광물이 생성될 수도 있다. 이러한 토양의 일부는 Andisols로 분류된다.

대부분의 Andisols에서 중요한 생성과정은 풍화작용과 무기적인 변환이다. 토양 내에서의 전이와 전이된 화합물의 집적은 대체로 최소한이다. 그렇지만 Al과 복합체 형태로의 유기물 집적은 어떤 조건에서 Andisols의 대표적인 특성이다.

1차 규산염 광물의 풍화는 allophane, imogolite, ferrihydrite와 같은 결정성이 약한 광물의 생성까지만 진척되어 있다. 흔히 이러한 단계는 덜 풍화된 화산물질에서 다른 토양 목에 특징적인 보다 풍화된 화산물질로 전이되어 가는 단계로 인식된다. 그렇지만 어떤 조건에서는 결정성이 약한 광물이 매우 안정되어 있어서 장기간에 걸쳐 거의 변화하지 않거나 매우 느리게 변화한다.

Andisols은 감식표층이나 그 아래에서 목에 대한 최소한의 요구가 충족된다면 어떠한 감식표층도 보유할 수 있다. Andisols은 주로 udic 토양수분상에서 생성되나, 어떠한 토양수분상과 토양온도상도 보유할 수 있다. 또한 지형상 어떤 위치와 어떠한 고도에도 분포할 수 있다.

Andisols은 무기질 토양표면이나 andic 토양특성을 보유하는 유기질 토양물질의 표면 중 얇은 깊이에서 하부 60cm 깊이까지 토층에서 60% 이상의 토층이 andic 토양특성을 보유한다. Andisols은 이러한 토층 아래에 다양한 종류의 감식층위를 보유할 수 있다. andic 토층의 두께와 위치에 대한 분류기준이 충족되면, 하부에 있는 물질이나 층위의 특성에 상관없이 Andisols로 분류된다 (USDA, 1999).

Soil Taxonomy의 분류체계 변화에 대응하여 우리나라의 Andisols을 재분류하려는 연구가 일부 진행되었으나 현재까지도 미진한 실정이다.

Song (1990)은 Andisols이 새로운 목으로 채택될 경우에 대비하여 제주도 대표토양에 대한 Andic 특성의 충족 여부를 검토하고, 대군 단위까지 분류하였다. 1990년에 Andisols이 Soil Taxonomy의 새로운 목으로 설정되자 Song and Yoo (1991)는 pyrophosphate, dithionite-citrate, oxalate로 침출되는 Al, Fe, Si 등의 함량 뿐만 아니라 allophane, ferrihydrite, Al-유기복합체 등의 함량 분석을 통하여 제주도 화산회토의

andic 토양특성을 보고하였다. Song and Yoo (1994), Song (1997)은 제주도 토양에서 allophane의 분포와 생성조건을 보고하였다.

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.

Andisols 분류기준에 따라 위미통 (Song et al., 2005a), 평대통 (Song et al., 2005b), 제주통의 분류 (Song et al., 2007) 등 일부 제주도 화산회토에 대한 분류가 학회에 발표되었지만 논문 형태로 보고된 것은 없다. 따라서 본 연구에서는 원래 coarse silty, ashy, thermic family of Typic Dystrandeps로 분류되다가 (NIAST, 1992), 현재 ashy, thermic family of Typic Melanudands로 분류되고 있는 (NIAST, 2000), 제주도에 분포하는 흑색 화산회토인 남원통을 Andisols 분류기준에 따라 재분류하고자 하였다.

## 재료 및 방법

제주도에 분포하는 흑색 화산회토인 남원통은 현재 ashy, thermic family of Typic Melanudands로 분류되고 있으나, Andisols 분류기준에 대한 성적이 제시되어 있지 않다 (NIAST, 2000). 따라서 남원통 대표단면의 특성을 조사하고, 토양을 채취하여 이화학적 특성을 분석하였다.

토양 단면 조사 및 기술은 미농무성의 토양조사편람 (USDA, 1993)을 기준으로 하여 지형, 경사, 배수, 석력함량, 토색, 반문, 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 1g에 0.1M  $Na_4P_2O_7$  용액 200 ml를 가하여 16시간 진탕하여 침출한 후, 침출액 10 ml에 1M  $Na_2SO_4$  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 원심분리시

킨 후 상징액을 취하여 원자흡광분광분석기로 정량하였다.

Oxalate로 침출되는 알루미늄 (Al<sub>o</sub>), 철 (Fe<sub>o</sub>), 규소 (Si<sub>o</sub>)는 토양 0.5 g에 pH 3.5, 0.2M NH<sub>4</sub>-oxalate 50 ml를 가하여 암실에서 4시간 진탕시킨 후 원심분리시키고 상징액을 취하여 원자흡광분광분석기로 정량하였다.

Allophane 함량(%) (Childs, 1985)과 ferrihydrite 함량 (Parfitt and Wilson, 1985)은 아래의 식으로 각각 계산하였다.

$$\text{Allophane 함량 (\%)} = \text{Si}_o / [23.4-5.1 \times (\text{Al/Si 원자비})] \times 100$$

$$\text{Ferrihydrite 함량 (\%)} = \text{Fe}_o \times 1.7$$

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

### 결과 및 고찰

Soil Taxonomy에 의하여 토양을 분류할 때 Soil Taxonomy 표준 방법에 따른 official series descriptions과 laboratory data sheets가 요구된다. 남원통 대표단면의 형태적 특성을 조사한 official series descriptions을 아래에 명기하고, laboratory data sheets를 Table 1에 나타내었다. 또한 남원통의 대표단면 사진과 분포 지형을 Fig. 1에 나타내었다.

#### Official series descriptions of typifying pedon

Location : About 600 m south-west of the

Institute of Sub-tropical Agriculture,  
Topyeong Dong, Seoguiipo Si, Jeju Do

Landform : Lava plain

Slope : 2-7%

Soil moisture regime : Udic

Temperature regime : Thermic

Permeability class : Moderately slow

Drainage class : Well drained

Land use : Citrus orchard

Parent material : Volcanic ash

Diagnostic features : A melanic epipedon from a depth of 0 to 72 cm and andic soil properties from a depth of 0 to 100 cm

Ap - 0 to 11 cm. Black (10YR 2/1) silt loam: moderate fine to medium granular structure: friable, moderately smeary, slightly sticky and slightly plastic; many fine to medium roots; common fine pores; gradual smooth boundary

BA - 11 to 72 cm. Black (10YR 2/1) silt loam: weak fine to medium subangular blocky structure: friable, moderately smeary, sticky and plastic; many medium to coarse roots; common fine pores; clear wavy boundary.

Bw - 72 to 100 cm. Very dark brown (10YR 2/2) silt loam: moderate coarse subangular blocky structure: friable, moderately smeary, sticky and plastic; few fine roots; common fine pores.

남원통은 화산회를 모재로 하는 토양으로 제주도의



Fig. 1. The typifying pedon of Namweon series.



용암류 대지에 분포한다. Ap층 (0~11 cm)은 흑색 (10YR 2/1)의 미사질양토이고, BA층 (11~72 cm)은 흑색 (10YR 2/1)의 미사질양토, Bw층 (72~100 cm)은 농암갈색 (7.5YR 3/2)의 미사질양토이다. 배수는 양호하고 투수성은 약간 느리다. udic 토양수분상과 thermic 토양온도상을 보유하고 있다. 주로 감귤원으로 이용되고 일부 밭으로 이용되고 있다.

Soil Taxonomy에서 1990년에 새로운 목적으로 설정 Andisols은 다음 2개의 깊이 중 andic 토양특성을 60% 이상 보유하는 토양으로 정의된다 (USDA, 1999).

1. 무기질 토양표면이나 andic 토양특성을 보유하는 유기질 층의 상부 경계 중 열은 깊이에서 60 cm 이내 깊이에 치밀, 암석질이나, 준암석질 접촉면, duripan, 또는 petrocalcic층이 없으면 60 cm 이내 깊이에서 ; 또는

2. 무기질 토양표면, 또는 andic 토양특성을 보유하는 유기질 층의 상부 경계 중 열은 깊이와 치밀, 암석질이나, 준암석질 접촉면, duripan, 또는 petrocalcic층 사이 깊이에서

토양물질이 andic 토양 특성을 보유하는 것으로 분류되기 위해서는 25% (중량으로) 미만의 유기탄소를 함유하여야 하고, 다음 분류조건 중 한 개 또는 둘 다를 충족시켜야 한다 (USDA, 1999).

1. 세트에서 다음 모든 조건을 충족시켜야 한다.

- ammonium oxalate 침출성 Al + 1/2 Fe 함량이 2% 이상, 그리고
- 33 kPa 수분장력하에서 측정된 용적밀도가  $0.90 \text{ Mg m}^{-3}$  이하, 그리고
- 인산보유능 85% 이상, 또는

2. 세트에서 인산보유능 25% 이상, 0.02-2.0 mm 크기 입자가 30% 이상이고, 다음 중 하나를 충족시켜야 한다.

- ammonium oxalate 침출성 Al + 1/2 Fe 함량이 0.4% 이상, 0.02-2.0 mm 크기 입자 중 화산 glass 함량 30% 이상, 또는
- ammonium oxalate 침출성 Al + 1/2 Fe 함량이 2.0% 이상, 0.02-2.0 mm 크기 입자 중 화산 glass 함량 5% 이상, 또는
- ammonium oxalate 침출성 Al + 1/2 Fe 함량이 0.4-2.0% 사이이고, 그에 비례하여 0.02-2.0 mm 크기 입자 중 화산 glass 함량이 5-30%일 때.

남원통의 Ap층, BA층 및 Bw층에서 oxalate 침출성 (Al + 1/2 Fe) 함량이 각각 5.2%, 6.4%, 5.6%로 높고 인산보유능이 각각 96.5%, 99.5% 97.9%로 매우 높다. 용적밀도가 각각 0.72, 0.62, 0.76  $\text{Mg m}^{-3}$ 으로 매우

낮다. 남원통은 전 토층이 Andic 토양 특성을 보유하고 있어서 Andisols로 분류된다.

Acid-oxalate가 Fe-유기복합체 및 ferrihydrite를 침출하는데 유용하나, dithionite-citrate로 침출되는 철의 결정질 수산화물인 goethite, hematite 등을 침출하지 못하기 때문에 산화철의 결정 정도나 생성년대를 판별하는 지표로서  $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d$ 가 널리 이용된다. 화산회토는  $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d$  비가 특징적으로 높으며, 생성년대가 오래된 토양일수록 낮다 (Mizota and van Reeuwijk, 1989). 남원통에서  $\text{Fe}_o/\text{Fe}_d$  비가 0.62-0.79로 비교적 높은 것으로 보아 철은 주로 ferrihydrite 형태로 존재한다고 생각된다.

화산회토에서 Al-유기복합체와 allophane의 상대적 조성을 나타내는 지표로 유용하게 이용되는  $\text{Al}_p/\text{Al}_b$  비 (Parfitt and Saigusa, 1985; Mizota and van Reeuwijk, 1989)는 Ap와 BA층에서는 각각 0.48과 0.44로 비교적 높으나 Bw층에서는 0.18로 낮다. 이는 활성 Al이 Ap와 BA층에서는 allophane과 Al-유기복합체가 혼재되어 있으나 Bw층에서는 주로 allophane의 구성분으로 존재함을 의미한다.

Allophane 함량은 Ap, BA 및 Bw층에서 각각 7.3, 9.5, 9.4%로 층위에 관계없이 비교적 높다. 그러나 이는 제주도 화산회토에서 토심이 깊어질수록 allophane 함량이 높아지는 경향으로서 A층과는 달리 심층에서는 대부분의 토양에서 20% 내외로 높은 것 (Song and Yoo, 1991)과는 다른 경향이다. 남원통에서는 Bw층에도 유기물이 많이 집적되어 있기 때문이라고 생각된다 (Song and Yoo, 1994).

Childs (1985)에 의하여 제안된 식 [ $1.7 \times \% \text{Fe}_o$ ]으로 토양 중 ferrihydrite 함량을 계산한 바 그 함량은 Ap, BA 및 Bw층에서 각각 5.5, 7.1, 9.1%로 높다. 이는 강우량이 많은 조건에서 염기성 모재에서 생성된 Hawaii, New Zealand, Fiji, Kenya 등의 화산회토에서 ferrihydrite 함량이 높은 것과 같은 경향이다 (Parfitt et. al., 1988).

Andisols에는 Aquands, Geland, Cryands, Torrands, Xerands, Vitrand, Ustands, Udands의 8개 아목이 있는데, 모재 특성에 의하여 분류되는 Vitrand를 제외한 7개 아목은 기후인자에 의하여 분류된다 (USDA, 2006). 제주도의 기후조건이 udic 토양 수분권에 속하므로 제주도 화산회토는 Andisols의 8개 아목 중 Cryands, Geland, Torrands, Xerands, Ustands를 제외하여 Aquands, Vitrand, Udands의 3개 아목 중 하나로 분류할 수 있다.

남원통의 경우 무기질 토양표면이나 andic 토양특성을 보유하는 유기질 층의 상부 경계 중 열은 깊이에서 60 cm 이내 깊이에 토양수분장력 1,500 kPa일 때 토

**Table 1. Laboratory data sheets of typifying pedon.**

Depth (cm)	Horizon	Total			Clay		Silt		Sand				
		Clay	Silt	Sand	Fine	Coarse	Fine	Coarse	VF	F	M	C	VC
		LT	.002	.05	LT	LT	.002	.02	.05	.10	.25	.5	1
		.002	-.05	-2	.0002	.002	-.02	-.05	-.10	-.25	-.50	-1	-2
----- Pct of < 2mm (3A1) -----													
0-11	Ap	24.3	65.4	10.3					1.9	3.7	2.7	1.5	0.5
11-72	BA	24.6	62.5	12.9					2.8	4.8	3.4	1.7	0.3
72-100+	Bw	30.1	52.7	17.2					3.4	6.6	4.9	2.1	0.4
Depth (cm)	Coarse Fractions(mm)				2mm	Orgn	Total	Extr	Total	Dith -Cit			
	Weight				Wt	C	N	P	S	Extractable			
	2-5	5-20	20-75	.1-75	Pct of	6A1c	6B3a	6S3	6R3a	Fe	Al	Mn	
					Whole					6C2b	6G7a	6D2a	
Pct of < 75mm (3B1)					Soil	--- Pct < 2mm ---		ppm	----- Pct of < 2mm -----				
0-11						12.5	0.66			52.7	2.23		
11-72						11.5	0.44			60.0	3.08		
72-100+						4.2	0.18			68.1	2.14		
Depth (cm)	Ratio/Clay		Atterberg		Bulk Density			COLE	Water Content			WRD	
	CEC	1500	Limits		Field	33	Oven	Whole	Field	10	33	1500	Whole
		kPa	LL	PI	Moist	kPa	Dry	Soil	Moist	kPa	kPa	kPa	Soil
	8D1	8D1	4P	4P	4A3a	4A1d	4A1h	4D1	4B4	4B1c	4B1c	4B2a	4C1
Pct < 0.4mm					----- g/cc -----			cm/cm	----- Pct of < 2mm -----			cm/cm	
0-11	2.11	1.19			0.72					79.0	64.0	28.9	
11-72	1.88	1.18			0.62					70.3	57.2	29.1	
72-100+	1.00	0.9			0.76					54.2	46.2	27.6	
Depth (cm)	NH4OAc Extractable Bases					Acid	Extr	CEC			Al		
	Ca	Mg	K	Na	Sum	ity	Al	Sum	NH4	Bases	Sat		
	5B5a	5B5a	5B5a	5B5a	Bases			Cats	OAc	+ Al			
	6N2e	6O2d	6Q2b	6P2b		6H5a	6G9a	5A3a	5A8b	5A3b	5G1		
----- meq / 100g -----													
0-11	0.3	0.1	0.2	0.2	0.9	88.9	4.9	89.8	51.3	6.3	78		
11-72	0.1	0.1	0.2	0.1	0.4	77.2	2.4	78.1	46.2	3.1	77		
72-100+	0.1	0.1	0.3	0.1	0.5	40.6	0.7	41.2	30.2	1.3	54		
Depth (cm)	Base Sat		CO <sub>3</sub> as	Res	Cond	pH			Acid Oxalate Extraction				
	Sum	NH <sub>4</sub> -	CaCO <sub>3</sub>			NaF	KCl	CaCl <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	Opt	Al	Fe	Si
	5C3	5C1	<2mm	8E1	8I	8C1d		.01M	8C1f	8J	6G12	6C9a	6V2
			6E1g										
----- Pct -----			ohms/cm	dS/m		1:1	1:2	1:1	----- Pct of < 2mm -----				
0-11	1.0	1.7				10.9	3.9	4.0	4.0		3.43	3.24	0.73
11-72	0.5	0.9				11.8	4.3	4.4	4.5		4.25	4.20	0.92
72-100+	1.3	1.8				10.3	4.4	4.4	4.4		2.94	5.38	1.09
Depth (cm)	Pyrophos. Extr			Phosphorus			Al <sub>p</sub> /	Fe <sub>p</sub> /	Al/Si	Al <sub>o</sub> +	Allo-	Ferri-	Melanic
	Al	Fe	C	Ret.	Citric	Bray	Al <sub>o</sub>	Fe <sub>o</sub>		1/2Fe <sub>o</sub>	phane	hydrite	Index
	6G10	6C4	6A4	6S4	6S5	No.1							
----- Pct of < 2mm -----				--- g/kg ---			----- Pct of < 2mm -----						
0-11	1.69	1.48		96.5		5.5	0.48	0.62	2.63	5.15	7.3	5.5	1.53
11-72	1.88	1.93		99.5		0.5	0.44	0.70	2.68	6.35	9.5	7.1	1.50
72-100+	0.52	0.67		97.9		0.3	0.18	0.79	2.32	5.63	9.4	9.2	1.55

양수분함량이 풍건 시료의 경우 15% 이하거나, 습윤 시료의 경우 30% 이하가 되는 토층의 두께가 60% 이상 되지 않는다 (Table 2). 또한 udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 아목은 Udands로 분류된다.

Udands에는 Placidands, Durudands, Melanudands, Hydrudands, Fulvudands, Hapludands의 6개 대군이 분류되고 있다. Placidands는 무기질 토양표면이나 andic 토양특성을 보유하는 유기질 층의 상부 경계 중 열은 깊이에서 100 cm 이내 깊이에 placic층을 보유하고, Durudands는 무기질 토양표면이나 andic 토양특성을 보유하는 유기질 층의 상부 경계 중 열은 깊이에서 100 cm 이내 깊이에 경화 층위를 보유한다.

Melanudands는 melanic 감식표층을 보유하는 Udands이다. melanic 감식표층은 무기질 토양표면, 또는 andic 토양특성을 가진 유기질 층의 상부경계 중 열은 깊이에서 30 cm 이내 깊이에 상부경계를 보유하고, 전체 40 cm 두께 중 30 cm 이상의 누적 두께를 갖는 전 토층에서 andic 토양 특성을 보유해야 한다. 그리고 습윤시 명도와 채도가 2 이하이며, melanic index가 1.7 이하, 그리고 유기탄소 함량이 중량 평균으로 6% 이상이며, 모든 토층에서 유기탄소 함량이 4% 이상이어야 한다.

남원통의 경우 습윤시 명도와 채도 값이 Ap층, BA층 및 Bw층 모두에서 2 이하이고, 유기탄소 함량이 각각 125, 115, 42 g kg<sup>-1</sup>이며, melanic index가 각각 1.53, 1.50, 1.55이다. 0에서 72 cm 깊이까지 melanic 감식표층의 분류조건을 충족시키고 있어서 매우 두꺼운 melanic 감식표층을 보유하고 있다. 따라서 Melanudands로 분류된다.

Melanudands에는 Lithic, Anthraquic, Typic Melanudands 등 15개 아군이 분류되고 있다. 남원통은 무기질 토양표면이나 andic 토양특성을 보유하는 유기물층의 상부경계 경계 중 열은 깊이에서 60 cm 이내 깊이 중 50 cm 이상의 두께에서 유기탄소 함량이 6% 이상이고 mollic 감식표층의 토색을 보유하고 있다. 또한 NH<sub>4</sub>OAc 침출성 염기 + KCl 침출성 Al 함량이 전 토층에서 2 cmol(p) kg<sup>-1</sup> 이상이다. 무기질 토양표면이나 andic 토양특성을 보유하는 유기물 층의 상부 경계 중 열은 깊이에서 100 cm 이내 깊이에 토양수분장력 1,500 kPa일 때 비풍건 시료의 토양수

분함량이 70% 이상 되는 토층의 두께가 35 cm 이상 되지 않는다. 따라서 남원통은 Pachic Melanudands로 분류할 수 있다.

Andisols, 그리고 다른 토양 목의 Andic이나 Vitrandic 아군에 속하는 토양처럼 andic 토양 특성을 보유하거나 화산 glass, 부석이나 분석 함량이 높은 토양에서는 기존의 토성속을 적용하지 않고, 대체 토성속을 적용한다. 이런 토양에서는 토성 분석시 분산이 잘 되지 않고, 분산되는 정도가 다양하여 기존 토성속으로는 입경 분포 특성을 적절하게 특성화 할 수 없기 때문이다. 또한 Andisols에서는 토성속 제어부위의 깊이도 다른 토양들과 다르다. Andisols에서의 토성속 제어부위는 무기질 토양표면이나 andic 토양특성을 보유하는 유기질 층의 상부 경계 중 열은 깊이에서 (a) 시작점 하부 100 cm 깊이까지, 또는 (b) 뿌리 침투 제한 깊이까지이다.

대체 토성속은 암편의 종류와 함량, 그리고 토양수분장력 1,500 kPa일 때의 토양수분함량에 따라 다양하게 분류되지만, 암편 함량이 35% 미만일 때는 ashy, medial 및 hydrous 3개의 토성속으로 분류된다. 토성속 제어부위에서 토양수분장력 1,500 kPa일 때 세토의 토양수분함량이 비풍건 시료의 경우 30% 미만이며, 비풍건 시료의 경우 12% 미만이면 ashy 토성속으로 분류된다. andic 토양특성을 보유하고, 토양수분장력 1,500 kPa일 때 토양수분함량이 풍건 시료의 경우 12% 이상이며, 비풍건 시료의 경우 30-100% 범위 내에 있으면 medial로 분류된다. 또한 andic 토양특성을 보유하고, 토양수분장력 1,500 kPa일 때 비풍건 시료의 토양수분함량이 100% 이상이면 hydrous로 분류된다.

남원통의 경우 토성속 제어부위에서 토양수분장력 1,500 kPa일 때 토양수분함량이 풍건 시료의 경우 12% 이상이며, 비풍건 시료의 경우 30-100% 범위 내에 있으므로 (Table 2) 대체 토성속은 medial에 속한다.

대체 토성속을 보유하는 토양에서는 광물속도 다른 토양들과는 다르게 적용된다. 광물속 제어부위에서의 ammonium oxalate 침출 Si와 Fe 함량, 그리고 화산 glass 함량에 따라서 amorphous, ferrihydritic, glassic, mixed의 4개 광물속으로 분류되고 있다.

**Table 2. Soil water retention in typifying pedon (%).**

Horizon	Depth (cm)	Dry Soil			Undried Soil		
		10 kPa	33 kPa	1500 kPa	10 kPa	33 kPa	1500 kPa
Ap	0-11	79.0	64.0	28.9	72.4	63.7	34.2
BA	11-72	70.3	57.2	29.1	99.8	90.1	55.3
Bw	72-100	54.2	46.2	27.6	75.1	69.7	48.7

남원토의 경우 8 x acid oxalate 침출 Si(%) + 2 x acid oxalate 침출 Fe(%) 값이 광물속 제어부위에서 12.3~19.5로 5 이상이다. 또한 2 x acid oxalate 침출 Fe 값이 8 x acid oxalate 침출 Si(%) 값보다 크다. 따라서 남원토의 광물속은 ferrihydritic에 속한다. 즉 ferrihydrite가 주점토광물인 토양이다.

남원토는 thermic 토양온도상을 보유하므로 ashy, thermic family of Typic Melanudands가 아니라 medial, ferrihydritic, thermic family of Pachic Melanudands로 분류되어야 한다.

### 요 약

대표적인 흑색 화산회토인 남원토는 Ap, BA 및 Bw층에서 Oxalate 침출성 (Al + 1/2 Fe) 함량이 각각 5.2%, 7.4%, 9.8%로 높고 인산보유능이 각각 85.4%, 98.4%, 98.3%로 매우 높다. 용적밀도가 각각 0.72, 0.62, 0.76 Mg m<sup>-3</sup>으로 매우 낮다. 전 토층이 Andic 토양 특성을 보유하고 있어서 Andisols로 분류된다. Udic 토양수분상을 보유하고 있으며, 토양수분장력 1,500 kPa에서의 토양수분함량이 전토층에서 15% 이상이므로 아군은 Udands로 분류된다.

Ap층과 BA층에서는 Allophane과 Al-유기복합체가 혼재되어 있으나, Bw층에서는 활성 Al이 주로 Allophane의 구성분으로 존재하고 있으며, 전 토층을 통하여 Allophane과 Ferrihydrite 함량이 높다.

습윤시 명도와 채도 값이 Ap, BA 및 Bw층 모두에서 2 이하이고, 유기탄소 함량이 각각 125, 115, 42g kg<sup>-1</sup>이며, melanic index가 각각 1.53, 1.50, 1.55이다. 0에서 72 cm 깊이까지 모든 층위에서 melanic 감식표층의 분류조건을 충족시키고 있다. 따라서 대군은 Melanudands로 분류된다.

Ap, BA 및 Bw층에서 토양수분장력 1,500 kPa일 때 토양수분함량이 풍건 시료의 경우 각각 28.9, 29.1, 27.6%로 15% 이상이며, 비풍건 시료의 경우 34.2, 55.3, 48.7%로 70% 이상이다. 0~72 cm의 깊이에서 유기탄소 함량이 60 g kg<sup>-1</sup> 이상이며, 습윤시 명도와 채도 값이 2 이하이므로 아군은 Pachic Melanudands로 분류된다.

토양수분 제어부위에서 토양수분장력 1,500 kPa일 때 토양수분함량이 풍건 시료의 경우 12% 이상이며, 비풍건 시료의 경우 30~100% 범위 내에 있으므로 대체 토성속은 medial에 속한다. 8 x acid oxalate 침출 Si(%) + 2 x acid oxalate 침출 Fe(%) 값이 광물속 제어부위에서 12.3~19.5로 5 이상이다. 또한 2 x acid oxalate 침출 Fe 값이 8 x acid oxalate 침출 Si(%) 값보다 크므로 광물속은 ferrihydritic에 속한다. 남원토는 thermic 토양온도상을 보유하므로 ashy,

thermic family of Typic Melanudands가 아니라 medial, ferrihydritic, thermic family of Pachic Melanudands로 분류되어야 한다.

### 인 용 문 헌

Childs, C. S. 1985. Towards understanding soil mineralogy. II. Notes on ferrihydrite. Laboratory Report CM 7. Soil Bureau, Lower Hutt, New Zealand

Mizota, C. and L. P. van Reeuwijk. 1989. Clay mineralogy and chemistry of soils formed in volcanic material in diverse climatic regions. Soil Monograph 2. TSRIC. Wageningen, Netherlands.

National Institute of Agricultural Science and Technology(NIAST). 1992. General remarks of Koreaen soils(revised edition). National Institute of Agricultural Science and Technology(NIAST).

2000. Taxonomical classification of Korean soils.

Parfitt, R. L. and A. D. Wilson. 1985. Estimation of allophane and halloysite in three sequences of volcanic soils, New Zealand. In E. F. Caldas and D. H. Yaalon(ed.). Volcanic Soils. Catena Suppl. 7:1-8.

Parfitt, R. L. and M. Saigusa. 1985. Allophane and humus aluminum in Spodosols and Andepts formed from the same volcanic ash beds in New Zealand. Soil Sci. 139 : 149-255.

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.

Song, K. C. 1990. Andic properties of major soils in Cheju Island. Ph.D. Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea.

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. 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. Soil Sci. Fert. 27:149-157.

Song, K. C. 1997. Distribution, and conditions for formation of allophane in soils in Cheju Island. Minerolgy and Industry. 10(2):26-45.

Song, K. C., B. K. Hyun, Y. K. Sonn, D. W. Shin. and H. K. Kwak. 2005a. Classification of Wuimi soils in Jeju Island. p.112. Soil Science Society of America. 69th Annual Meeting, November 6-10, 2005.

Song, K. C., S. J. Jung, B. K. Hyun, Y. K. Sonn, D. W. Shin., and K. S. Hyeon. 2005b. Classification of Pyeongdae ssoils, black volcanic ash soils, in Jeju Island. Eighth International Conference East and Southeast Asia Federation of Soil Science Societies. June 1-5, 2005. Manila, Pilippines. ESAFS.

Song, K. C., S. J. Jung, B. K. Hyun, Y. K. Sonn, and H. K. Kwak. 2005c. 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, S. J. Jung, and S. K. Rim. 2007. Taxonomical classification of Jeju soils in Jeju Island. Ninth International Conference East and Southeast Asia Federation of

- Soil Science Societies. October 22-25, 2007. Tsucuba, Japan. ESAFS.
- 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.