

## Taxonomical Classification and Genesis of Hoesu Series, New Series in Jeju Island

Kwan-Cheol Song\* and Ho-Jun Kang

Jeju Special Self-governing Province Agricultural Research and Extension Services, Seogwipo 63556, Korea

\*Corresponding author: [kcsong12@naver.com](mailto:kcsong12@naver.com)

### ABSTRACT

**Received:** February 12, 2019

**Revised:** February 21, 2019

**Accepted:** February 24, 2019

Typifying pedon of Ora series distributed in the northern mid-mountainous areas and that of A Ora (Hoesu) series distributed in the southern mid-mountainous areas in Jeju Island were established. This study was conducted to classify Ora and A Ora series based on the second edition of Soil Taxonomy and to describe the formation of Ora and A Ora series in Jeju Island. Morphological properties of typifying pedons of Ora and A Ora series were investigated and physico-chemical properties were analyzed according to Soil Survey Laboratory Methods Manual. The typifying pedon of Ora series established in the northern mid-mountainous areas in Jeju Island has an umbric epipedon from a depth of 0 to 35 cm and a cambic horizon from a depth of 35 to 92 cm. That can be classified as Inceptisol. It has an udic soil moisture regime and keys out as Udept. It has an umbric epipedon and keys out as Humudept. It has, throughout one or more horizons with a total thickness of 18 cm or more within 75 cm of the mineral soil surface, a fine-earth fraction with both a bulk density of  $1.0 \text{ Mg m}^{-3}$  and Al plus 1/2 Fe percentages (by ammonium oxalate) totaling more than 1.0. It can be classified by Andic Humudept. The typifying pedon has medial particle-size class, mixed mineralogy class, and thermic soil temperature regime. Therefore, it can be classified as medial, mixed, thermic family of Andic Humudept, not as fine silty, thermic family of Andic Eutrudept. The typifying pedon of A Ora series set up in the southern mid-mountainous areas in Jeju Island has an umbric epipedon from a depth of 0 to 42 cm and a cambic horizon from a depth of 42 to 101 cm. That contains oxalate extractable (Al + 1/2Fe) content equal to 2.0 or more, phosphate retention of 85% or more, and bulk density of  $0.90 \text{ Mg m}^{-3}$  or less from a depth of 0 to 160 cm. Therefore, it has an andic soil properties at that depth. It can be classified as Andisol. It has an udic soil moisture regime, and can be classified as Udand. Also it meets the requirements of Typic Hapludand. It has medial particle-size class, ferrihydritic mineralogy class, and thermic soil temperature class. Therefore it can be classified as medial, ferrihydritic, thermic family of Typic Hapludand. Ora series distributed in the northern and western mid-mountainous areas are classified as Inceptisols. But A Ora series distributed in the southern mid-mountainous areas are classified as Andisols. A Ora series distributed in the southern mid-mountainous areas in Jeju Island are established as Hoesu series, new series. In the western and northern coastal areas which have a relatively dry climate in Jeju Island, non-Andisols are widely distributed. Mean annual precipitation is increased and mean annual temperature is decreased remarkably with increasing elevation. In the western and northern mid-mountainous areas Andisols and non-Andisols are distributed simultaneously. Ora series distributed in the western and northern mid-mountainous areas are developed as Andic Humudepts. Hoesu series distributed in the southern mid-mountainous areas which have a humid climate are developed as Andisols.

**Keywords:** Ora series, Hoesu series, Andic Humudepts, Typic Hapludands New series



Laboratory data sheets of typifying pedons of Ora and Hoesu series.

Soils	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 < 2 mm (3A1) -----														
Ora	0-20	Ap	22.9	71.6	5.5			41.3	30.3	0.9	1.5	1.2	1.2	0.7
	20-35	AB	21.1	72.5	6.4			36.7	35.8	1.3	1.9	1.4	1.4	0.4
	35-67	Bw1	19.3	73.1	7.5			35.2	37.9	1.9	2.3	1.6	1.3	0.4
	67-92	Bw2	21.1	71.8	6.0			32.6	39.2	1.6	2.1	1.2	0.9	0.2
	92-160	BC	25.3	64.9	9.8			24.6	40.3	2.5	3.7	2.0	1.3	0.3
A Ora (Hoesu)	0-13	A	25.6	65.5	8.9			40.4	25.1	2.8	3.3	1.7	0.9	0.3
	13-42	AB	28.1	64.4	7.5			36.8	27.6	2.6	2.9	1.2	0.6	0.2
	42-72	Bw1	27.8	64.5	7.7			35.2	29.3	2.8	2.8	1.3	0.6	0.2
	72-101	Bw2	27.5	65.4	7.1			34.7	30.7	2.5	2.4	1.2	0.7	0.3
	101-160	BC	38.9	58.1	3.0			26.6	31.5	1.2	1.2	0.4	0.2	0

  

Soils	Depth (cm)	( Base Sat )		CO <sub>3</sub> as	Res	(----- 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
		OAc	< 2 mm					.01M		Den			
		5C3	5C1	6E1g	8E1	8C1d		8C1f	8C1f	8J	6G12	6C9a	6V2
		----- Pct -----	-----	ohms/cm		1:1	1:2	1:1		--- Pct of < 2 mm ---			
Ora	0-20	15.0	20.2			4.6	5.0	5.6		0.60	0.92	0.09	
	20-35	11.5	15.8			4.5	4.9	5.5		1.13	1.38	0.20	
	35-67	6.9	9.7			4.5	4.8	5.7		1.53	1.32	0.40	
	67-92	14.1	16.4			4.5	4.9	6.0		0.97	1.04	0.17	
	92-160	18.5	21.6			5.0	5.0	6.1		1.01	1.15	0.18	
A Ora (Hoesu)	0-13	10.8	13.7			4.6	5.0	5.7		2.31	2.20	0.41	
	13-42	8.7	11.6			4.6	4.9	5.8		2.25	2.25	0.40	
	42-72	9.4	12.6			4.6	5.0	5.9		2.24	2.21	0.38	
	72-101	8.2	11.9			4.6	5.0	5.9		2.29	2.27	0.39	
	101-160	15.8	20.1			4.6	5.2	6.4		1.68	2.26	0.35	

## Introduction

제주도 토양에 대한 조사는 1975년에 대대적으로 수행되었고, 1976년에 그 결과가 정리되어 제주도 정밀토양도로 발간되었다(ASI, 1976). Inceptisols의 아목인 Andepts로 분류되었던 화산회 토양이 1990년에 Andisols이라는 새로운 목으로 설정됨에 따라 2000년에 제주도 토양은 새로운 분류체계에 따라 재분류되었다(NIAST, 2000). 그러나 기존의 부족한 분석 자료를 이용하여 우선적으로 분류명을 변경하였기 때문에 분류기준 충족 여부 판정에 많은 문제를 가지고 있었다. 대부분의 토양에서 1990년에 새로 신설된 Andisols 목을 설정하는 분류기준에 대한 성적이 없었다. 또한 Andisols에 속하거나 그와 유사한 토양인 오라, 제주, 아라통 등의 경우 구분류체계를 적용하여 토양통을 설정하였고, 새로운 분류기준에 대한 자료가 부족하기 때문에 현재의 분류상에서 토양 목이 다르거나 아목, 대군 등의 고차 분류단위에서 다른 토양을 동일한 토양통으로 분류하는 심각한 문제도 있었다(Song et al., 2010a; Song et al., 2013). 이런 문제를 해결하기 위하여 2005년부터 2013년까지 9년간 제주도 토양에 대한 재분류 연구가 수행되어 2014년에 제주도 토양에 대한 분류가 새롭게 정립되었다. 그 결과 제주도 토양에 대한 기본 속성과 분류가 전적으로 바뀌게 되

었다 (NAAS, 2014).

제주도 서북부 해안지대와 중산간지대에는 비화산회토가 주로 분포하고, 그 외의 대부분 지역에는 화산회토가 분포하며, 화산회토가 화산회를 모재로 하여 발달된 토양인데 반하여, 비화산회토는 화산회를 모재로 하지 않는 토양이라고 하여 육지의 일반 토양과 같은 토양으로 분류되었다 (ASI, 1976; NIAST, 2000). 그러나 2014년에 정립된 제주도 토양의 새로운 분류에 의하면 바닷가 모래 토양을 제외한 제주도의 모든 토양이 화산 분출쇄설물을 모재로 하여 발달한 것으로 해석되고 있다. 전형적인 화산회토인 Andisols로 분류되지 않는 non-Andisols 토양도 화산 분출쇄설물에서 발달되었기 때문에 육지의 일반 토양과는 다른 독특한 특성을 갖는 토양으로 분류되고 있다 (NAAS, 2014).

제주도 서부와 북부 지역의 해안지대에는 non-Andisols이 주로 생성 발달되나 해발이 높아짐에 따라 온도가 낮아지고 강우량이 많아져 증발산량이 감소되기 때문에 Andisols이 생성되기 시작한다. 반면에 제주도 동부와 남부 지역의 해안지대에서도 다른 토양보다 Andisols이 주로 생성 발달되고 있다 (Song 1997; Song et al., 2010a; Song et al., 2010b). 기존의 오라통은 제주도 북부-서부와 남부의 중산간지대에 널리 분포하고 있는데, 북부-서부 중산간지대에 분포하는 오라통은 주로 non-Andisols과 인접하고 고지대에서 일부 Andisols과 인접하고 있다. 반면에 남부 중산간지대에 분포하는 오라통은 대부분 Andisols과 인접하고 있다 (Song et al., 2013).

제주도 남부 중산간지대에 분포하는 오라통은 북부와 서부 중산간지대에 분포하는 오라통과 생성 조건과 인접하고 있는 토양 특성이 다른데도 동일 토양으로 분류되고 있었다. 따라서 제주도 북부-서부 중산간지대에 분포하는 오라통과 남부 중산간지대에 분포하는 A 오라통(오라통으로 분류되고 있으나 오라통과 특성이 다른 토양통)의 대표단면을 선정하여 Soil Taxonomy 분류체계에 따라 재분류하였다. 재분류 결과 북부-서부 중산간지대에 분포하는 오라통은 Inceptisols로, 남부 중산간지대에 분포하는 A 오라통은 Andisols로 분류되어 목 차원에서 다른 토양으로 분류할 수 있었다. 따라서, 본 연구에서는 남부 중산간지대에 분포하는 오라통을 새로운 토양인 회수통으로 명명하고, 회수통의 분류와 생성에 대하여 고찰하였다.

## Materials and Methods

제주도 북부-서부와 남부 중산간 지역의 용암류대지에 널리 분포하고 있으며, 화산 분출쇄설물을 모재로 하고 있는 오라통을 대상으로 북부와 남부 중산간지대에서 각각 오라통과 A 오라통의 대표단면으로 선정하여 그 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. laboratory data sheets에서의 3A1, 6A1c 등의 부호는 토양의 이화학적 특성에 대한 각각의 분석 방법을 의미한다.

토양분류는 Keys to Soil Taxonomy (USDA, 2010)에 의하여 official series descriptions과 laboratory data sheets를 작성하고 분류하였다.

## Results and Discussion

**오라통의 분류** Soil Taxonomy에 의하여 토양을 분류할 때 Soil Taxonomy 표준 방법에 따른 official series descriptions과 laboratory data sheets가 요구된다. 오라통과 A 오라통 대표단면의 형태적 특성을 조사한 official series descriptions을 아래에 명기하고, laboratory data sheets를 Table 1에 나타내었다. 또한 오라통과 A 오라통 (회수통)의 대표단면 사진을 Fig. 1에 나타내었다.

### Official Ora series descriptions of typifying pedon

Location: About 400 meters south-west of the Namhag Bridge, Yeon Dong, Jeju city, Jeju Do (126° 31' 30.7", 33° 27' 39.3").

Landform: Lava plain

Slope: 7-15%

Elevation: 219 m above mean sea level

Soil moisture regime: Udic

Soil temperature regime: Thermic

Parent material: Pyroclastic materials

Diagnostic features: An umbric epipedon from a depth of 0 to 35 cm and a cambic horizon from a depth of 35 to 92 cm

Described by: Song, K. C., D. C. Noh, and S. J. Jung, 15 June, 2011.

Ap - 0 to 20 cm. Dark brown (10YR 3/3) gravelly silt loam; weak fine to medium granular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; common fine to medium roots; common fine to medium pores; 10% gravels; clear smooth boundary.

AB - 20 to 35 cm. Dark brown (10YR 3/3) gravelly silt loam; moderate medium to coarse subangular blocky structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; common fine to medium roots; common fine to medium pores; 10% gravels; clear smooth boundary.

Bw1 - 35 to 67 cm. Dark brown (10YR 3/3) gravelly silt loam; weak fine to medium subangular blocky structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; common fine to medium roots; common fine to medium pores; few worm holes; 15% gravels; clear wavy boundary.

Bw2 - 67 to 92 cm. Dark yellowish brown (10YR 3/4) gravelly silt loam; weak fine to medium subangular blocky structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; few fine roots; few fine pores; 20% gravels; clear smooth boundary.

BC - 92 to 160 cm. Dark yellowish brown (10YR 4/4) gravelly silt loam; weak fine to medium subangular blocky structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; few fine roots; common fine to medium pores; 25% gravels.



Fig. 1. Typifying pedons of Ora and Hoesu series.

**Official A Ora series descriptions of typifying pedon**

Location: About 300 meters north-east of the Hoesu Cemetery, Hoesu Dong, Seogwipo city, Jeju Do (126° 27'10.0", 33° 16'29.2").

Landform: Lava plain

Slope: 7-15%

Elevation: 250 m above mean sea level

Soil moisture regime: Udic

Soil temperature regime: Thermic

Parent material: Pyroclastic materials

Diagnostic features: An umbric epipedon from a depth of 0 to 42 cm, a cambic horizon from a depth of 42 to 101 cm, and an andic soil properties from a depth of 0 to 160 cm

Described by: Song, K. C., D. C. Noh, and B. K. Hyun, 24 Feb., 2012.

A - 0 to 13 cm. Very dark brown (10YR 2/2) gravelly silt loam; moderate fine to medium granular structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; many fine to medium roots; few medium pores; 10% gravels; gradual wavy boundary.

AB - 13 to 42 cm. Dark brown (7.5YR 3/2) gravelly silt loam; weak coarse subangular blocky structure; friable, slightly sticky and slightly plastic; common fine to medium roots; few medium pores; 10% gravels; gradual wavy boundary.

Bw1 - 42 to 72 cm. Dark brown (7.5YR 3/3) gravelly silt loam; moderate medium subangular blocky structure;

friable, slightly sticky and slightly plastic; thin patch clay cutans; few fine to medium roots; few medium pores; 15% gravels; clear wavy boundary.

Bw2 - 72 to 101 cm. Dark brown (7.5YR 3/3) gravelly silt loam; moderate medium to coarse subangular blocky structure; friable, sticky and plastic; thin continuous clay cutans; few fine to medium roots; few medium pores; 25% gravels; abrupt wavy boundary.

BC - 101 to 160 cm. Brown (7.5YR 4/3) silty clay loam; weak coarse platy structure; slightly firm, sticky and plastic; thin continuous clay cutans; few fine roots; few medium pores; 5% gravels.

**오라통의 분류** 오라통은 Fine silty, thermic family of Andic Eutrudepts로 분류되고 있었다 (NIAST, 2000). Ap층 (0-20 cm)은 암갈색 (10YR 3/3)의 자갈이 있는 미사질양토이고, AB층 (20-35 cm)은 암갈색 (10YR 3/3)의 자갈이 있는 미사질양토, Bw1층 (35-67 cm)은 암갈색 (10YR 3/3)의 자갈이 있는 미사질양토, Bw2층 (67-92 cm)은 암황갈색 (10YR 3/4)의 자갈이 있는 미사질양토, BC층 (92-160 cm)은 암황갈색 (10YR 3/4)의 자갈이 있는 미사질양토이다.

오라통은 현무암에서 유래된 화산분출쇄설물을 모재로 하는 토양으로 제주도의 용암류 대지에 분포한다. 주로 밭 작물 재배에 이용되나 일부는 초지로 이용되고 있다. udic 토양수분상과 thermic 토양온도상을 보유하며, 배수등급은 양호이다.

대표단면은 0-35 cm 깊이에 umbric 감식표층과 35-92 cm 깊이에 cambic층을 보유하고 있다. Bw1층 (35-67 cm)은 암모니움 옥살레이트 침출성 Al + 1/2 Fe 함량 2.0% 이상이고, 인산보유능이 85% 이상이며, 용적밀도가 0.90 Mg m<sup>-3</sup> 이하라는 andic 특성의 분류기준을 충족시키고 있으나 다른 층위에서는 andic 특성의 분류기준을 충족시키고 있지 않다. 무기질 토양 표면에서부터 60 cm 깊이 사이에서 60% 이상의 토층이 andic 특성을 보유하지 않으므로 Andisols로 분류할 수 없다. umbric 감식표층과 cambic층을 보유하고 있으므로 Inceptisol로 분류할 수 있다. udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 Udept로 분류할 수 있으며, umbric 감식표층을 보유하고 있으므로 Humudept로 분류할 수 있다. 무기질 토양 표면에서부터 75 cm 이내 깊이에서 18 cm 이상 두께의 하나 이상의 층위에서 용적밀도가 1.0 Mg m<sup>-3</sup> 이하이고 (암모니움 옥살레이트 침출성) Al + 1/2 Fe 함량이 1.0% 이상이므로 Andic Humudept로 분류할 수 있다. 대표단면은 medial 토성속, mixed 광물속 및 thermic 토양온도상을 보유하고 있으므로 fine silty, thermic family of Andic Eutrudept가 아니라 medial, mixed, thermic family of Andic Humudept로 분류할 수 있다.

**A 오라통 (회수통)의 분류** A 오라통의 A층 (0-13 cm)은 농암갈색 (10YR 2/2)의 자갈이 있는 미사질양토이고, AB층 (13-42 cm)은 암갈색 (7.5YR 3/2)의 자갈이 있는 미사질양토, Bw1층 (42-72 cm)은 암갈색 (7.5YR 3/3)의 자갈이 있는 미사질양토, Bw2층 (72-101 cm)은 암갈색 (7.5YR 3/3)의 자갈이 있는 미사질양토, BC층 (101-160 cm)은 갈색 (7.6YR 4/3)의 미사질식양토이다.

A 오라통의 대표단면은 0-42 cm 깊이에 umbric 감식표층과 42-101 cm 깊이에 cambic층을 보유하고 있다. 0-160 cm 깊이에서 암모니움 옥살레이트 침출성 Al + 1/2 Fe 함량이 2.0% 이상이고, 인산보유능이 85% 이상이며, 용적밀도가 0.90 Mg m<sup>-3</sup> 이하이므로 andic 특성을 보유하고 있으며, 따라서 Andisol로 분류할 수 있다. udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 Udand로 분류할 수 있으며, Hapludand의 분류기준을 충족시키고 있다. 또한 Typic Hapludand의 분류기준을 충족시키고 있다.



Soils	Depth (cm)	(NH <sub>4</sub> OAc Extractable Bases)					Acidity	Extr Al	(- - - CEC - - -)			Al Sat
		Ca	Mg	K	Na	Sum			Sum	NH <sub>4</sub> -	Bases	
		5B5a	5B5a	5B5a	5B5a	Bases	Cats	OAc	+ Al			
		6N2e	6O2d	6Q2b	6P2b		6H5a	6G9a	5A3a	5A8b	5A3b	5G1
----- meq/100 g -----											Pct	
Ora	0-20	4.0	1.5	0.6	0.2	6.2	35.5	0	41.7	30.8	6.2	0
	20-35	3.2	1.1	0.4	0.2	4.8	36.6	1.0	41.4	39.2	5.8	17.2
	35-67	1.9	0.6	0.2	0.2	2.9	38.8	0.7	41.7	29.4	3.6	19.4
	67-92	2.0	1.4	0.2	0.3	3.9	23.9	0.8	27.9	23.9	4.7	17.0
	92-160	2.1	2.1	0.1	0.6	5.0	21.9	0	26.8	23.1	5.0	0
A Ora (Hoesu)	0-13	2.3	0.9	0.8	0.17	4.2	34.3	0.3	38.4	30.3	4.5	7.1
	13-42	1.9	1.1	0.2	0.1	3.3	34.8	0.6	38.2	28.7	3.7	14.7
	42-72	2.1	1.2	0.2	0.1	3.6	34.9	0.4	38.5	28.8	4.0	9.6
	72-101	1.9	1.2	0.2	0.1	3.4	38.3	0.3	41.7	28.8	3.7	8.1
	101-160	2.9	1.7	0.1	0.3	5.0	26.6	0	31.5	24.8	5.0	0

  

Soils	Depth (cm)	(Base Sat)		CO <sub>3</sub> as	Res	(- - - - - 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
			OAc	< 2 mm				.01M		Den			
		5C3	5C1	6E1g	8E1	8C1d		8C1f	8C1f	8J	6G12	6C9a	6V2
- - - Pct - - -		ohms/cm		1:1		1:2	1:1	- Pct of < 2 mm -					
Ora	0-20	15.0	20.2			4.6	5.0	5.6		0.60	0.92	0.09	
	20-35	11.5	15.8			4.5	4.9	5.5		1.13	1.38	0.20	
	35-67	6.9	9.7			4.5	4.8	5.7		1.53	1.32	0.40	
	67-92	14.1	16.4			4.5	4.9	6.0		0.97	1.04	0.17	
	92-160	18.5	21.6			5.0	5.0	6.1		1.01	1.15	0.18	
A Ora (Hoesu)	0-13	10.8	13.7			4.6	5.0	5.7		2.31	2.20	0.41	
	13-42	8.7	11.6			4.6	4.9	5.8		2.25	2.25	0.40	
	42-72	9.4	12.6			4.6	5.0	5.9		2.24	2.21	0.38	
	72-101	8.2	11.9			4.6	5.0	5.9		2.29	2.27	0.39	
	101-160	15.8	20.1			4.6	5.2	6.4		1.68	2.26	0.35	

대표단면은 풍건 시료에서 1,500 kPa 장력하에서의 수분 함량이 12% 이상인 세토를 보유하고, 암편 함량이 (용적으로) 35% 미만이다. 따라서 대체 토성속은 medial이다. Si 함량 (세토 중 암모니움 옥살레이트로 침출한 중량 %) 8배량에 Fe 함량 (세토 중 암모니움 옥살레이트로 침출한 중량 %) 2배량을 더한 값이 5 이상이고, Si 함량 8배량이 Fe 함량 2배량보다 낮다. 따라서 광물속은 ferrihydritic이다. thermic 토양온도속을 보유하므로 A오라통의 대표단면은 medial, ferrihydritic, thermic family of Typic Hapludand로 분류할 수 있다.

오라통과 A오라통은 구분류체계에서 토양통을 설정하는 주요인자인 지형, 모재, 토성, 자갈함량, 배수등급, 층위 배열 등이 매우 유사하므로 오라통 설정 당시에 동일한 토양통으로 분류한 것이 타당하였다고 생각된다. 그러나 현재의 분류 기준으로 볼 때 오라통은 andic 특성을 부분적으로만 간직하여 Inceptisols로 분류할 수 있으나, A 오라통은 0-160 cm 깊이까지의 전 토층에서 andic 특성을 보유하여 Andisols로 분류할 수 있다. 따라서 제주도 남부지역의 중간간지대에 분포하는 오라통을 기존의 오라통과 구분하여 회수통이라는 토양통으로 신설하였다.

**오라통과 회수통의 생성** 대부분의 제주도 토양은 화산회, 화산사, 응회암, 부석, 분석 등과 같은 화산 분출쇄설물을 모재로 하여 발달되었다 (NAAS, 2014). 그러나 화산 분출쇄설물을 모재로 하고 있는 토양일지라도 기후, 식생 등 토양생성 조건에 따라 매우 다양하게 생성 발달된다.



제주도 동부 해안지역인 성산과 남부 해안지역인 서귀포의 경우 연평균 강수량이 각각 1,967 mm 및 1,923 mm로 서부와 북부 해안지역인 고산과 제주시의 1,143 mm 및 1,498 mm에 비하여 420-830 mm나 많다 (KMA, 2011). 또한 지대가 높아질수록 강수량이 현저하게 증가하여 한라산은 5,000 mm 이상이나 된다 (Moon et al., 2009).

강수량이 상대적으로 적은 제주도 서부와 북부 해안지역과 중산간지역에는 non-Andisols 토양이 주로 분포하고 그 외의 다른 지역에는 습윤기후 조건에서 발달되는 전형적인 화산회토인 Andisols 토양이 주로 분포한다 (Song 1997; Song et al., 2010a; Song et al., 2010b).

제주도 서부와 북부 해안지역과 중산간지역에 분포하는 non-Andisols 토양은 주로 Mollisols이다. 이들 지역에는 화산분출쇄설물을 모재로 하고 있으면서도 강수량이 비교적 적기 때문에 유기물 함량이 비교적 높으면서도 염기포화도가 높은 mollic 감식표층을 보유하는 Mollisols가 가장 널리 분포하고 있다. 제주도 북부 중산간 지역에서 설정된 오라통은 저지대에서 Mollisols과 인접하여 분포하고 있으나 Mollisols보다 대체적으로 고지대에 분포하고 있으므로 온도가 낮아지고 강우량이 많아져 증발산량이 감소되기 때문에 유기물 함량은 보다 높으나 염기포화도가 낮은 umbric 감식표층을 보유하고 있다. 오라통은 일부 층위에서 andic 특성을 보유하고 있으나 그 두께가 Andisols 분류 기준을 충족시키지 못하고, cambic층을 보유하고 있는 Inceptisols로 생성 발달되고 있다. 오라통은 Andisols로 분류되지는 않으나 Andisols의 특성을 일부 보유하고 있으며 유기물 함량이 높은 Andic Humudepts로 생성 발달되고 있다.

오라통은 저지대에서 Mollisols과 인접하고, 고지대에서 Andisols과 인접하고 있다. 즉 non-Andisols 토양에서 Andisols 토양으로 생성 발달하는 전이지대에 분포하여 Andisols과 non-Andisols의 중간 특성을 보유하는 토양으로 생성 발달되고 있다. 이러한 토양으로는 제주통을 비롯하여 사라, 봉성통 등이 있다 (NAAS, 2014).

제주도 남부 중산간지대에 분포하는 오라통으로 분류되었던 A 오라통, 즉 회수통은 강수량이 상대적으로 많은 지역에서 발달되어 거의 대부분 Andisols 토양과 인접하고 있다. 또한 표토에서 160 cm까지의 전 토층에서 andic 특성을 보유하여 전형적인 화산회토인 Andisols로 생성 발달되고 있다.

## Conclusions

제주도 중산간지대의 용암류대지에 분포하며 화산분출쇄설물을 모재로 하는 토양인 오라통에서 북부 중산간지대에 분포하는 오라통과 남부 중산간지대에 분포하는 A 오라통 (회수통)의 대표단면을 선정하여 Soil Taxonomy 분류 체계에 따라 재분류하고, 그 생성에 대하여 고찰하였다.

제주도 북부와 서부 중산간지대에 분포하는 오라통의 대표단면은 0-35 cm 깊이에 umbric 감식표층과 35-92 cm 깊이에 cambic층을 보유하고 있다. Bw1층 (35-67 cm)은 andic 특성을 보유하고 있으나 다른 층위에서는 andic 특성을 보유하지 않으므로 Andisols로 분류할 수 없다. umbric 감식표층과 cambic층을 보유하고 있으므로 Inceptisol로 분류할 수 있다. udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 Udept로 분류할 수 있으며, umbric 감식표층을 보유하고 있으므로 Humudept로 분류할 수 있다. 무기질 토양 표면에서부터 75 cm 이내 깊이에서 18 cm 이상 두께의 하나 이상의 층위에서 용적밀도가 1.0 Mg m<sup>-3</sup> 이하이고 (암모니움 옥살레이트 침출성) Al + 1/2 Fe 함량이 1.0% 이상이므로 Andic Humudept로 분류할 수 있다. 대표단면은 medial 토성속, mixed 광물속 및 thermic 토양온도상을 보유하고 있으므로 medial, mixed, thermic family of Andic Humudept로 분류할 수 있다.

제주도 남부 중산간지대에서 설정된 A 오라통의 대표단면은 0-42 cm 깊이에 umbric 감식표층과 42-101 cm 깊이에 cambic층을 보유하고 있다. 0-160 cm 깊이에서 암모니움 옥살레이트 침출성 Al + 1/2 Fe 함량이 2.0% 이상이고,

인산보유능이 85% 이상이며, 용적밀도가  $0.90 \text{ Mg m}^{-3}$  이하이므로 andic 특성을 보유하고 있으며, 따라서 Andisol로 분류할 수 있다. udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 Udand로 분류할 수 있으며, Hapludand의 분류기준을 충족시키고 있다. 또한 Typic Hapludand의 분류기준을 충족시키고 있다.

대표단면은 풍건 시료에서 1,500 kPa 장력하에서의 수분 함량이 12% 이상인 세토를 보유하고, 암편 함량이 (용적으로) 35% 미만이다. 따라서 대체 토성속은 medial이다. Si 함량 (세토 중 암모니움 옥살레이트로 침출한 중량 %) 8 배량에 Fe 함량 (세토 중 암모니움 옥살레이트로 침출한 중량 %) 2배량을 더한 값이 5 이상이고, Si 함량 8배량이 Fe 함량 2배량보다 낮다. 따라서 광물속은 ferrihydritic이다. thermic 토양온도속을 보유하므로 회수통의 대표단면은 medial, ferrihydritic, thermic family of Typic Hapludand로 분류할 수 있다.

오라통은 andic 특성을 부분적으로만 간직하여 Inceptisols로 분류할 수 있으나, A 오라통은 0-160 cm 깊이까지의 전 토층에서 andic 특성을 보유하여 Andisols로 분류할 수 있다. 따라서 제주도 남부지역의 중산간지대에 분포하는 오라통을 기존의 오라통과 구분하여 회수통이라는 토양통으로 신설하였다.

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 북부와 서부 중산간 지역의 용암류대지에 분포하는 오라통은 Inceptisols로 생성 발달되고 있다. 그러나 non-Andisols 토양에서 Andisols 토양이 분포하는 전이 지대에 분포하고 있어서 Andisols 특성을 일부 보유하고 있으며 유기물 함량이 높은 토양인 Andic Humudepts로 발달되고 있다. 반면에 남부 중산간지대에 분포하는 회수통은 온난습윤한 기후 조건을 반영하여 Andisols로 생성 발달되고 있다.

## References

- Agricultural Sciences Institute (ASI). 1976. Cheju Do detailed soil map.
- Korea Meteorological Administration (KMA). 2011. Climatological normals of Korea (1981-2010).
- Moon, K.H., H.C. Lim, and H.N. Hyun. 2009. Regional soil distribution in Jeju island by climatic factos. Korean J. Soil Sci. Fert. 42(5):348-354.
- National Academy of Agricultural Science (NAAS). 2014. Taxonomical classification of Korean soils.
- National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAST). 2000. Taxonomical classiffiction of Korean soils.
- 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. 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., B.G. Hyun, K.H. Moon, S.J. Jeon, H.C. Lim, and H.J. Kang. 2010a. Taxonomical classification and genesis of Jeju series in Jeju Island. Korean J. Environ. Agriculture. 29(1):20-26.
- Song, K.C., B.G. Hyun, K.H. Moon, S.J. Jeon, H.C. Lim, and S.C. Lee. 2010b. Taxonomical classification and genesis of Donggui series in Jeju Island. Korean J. Soil Sci. Fert. 43(2):230-236.
- Song, K.C., B.K. Hyun, Y.K. Sonn, C.W. Park, H.J. Chun, H.J. Cho, and D.B. Lee. 2013. Characteristics and classification of volcanic ash soils in Jeju Island. In NAAS. Workshop on soil survey for volcanic ash soils in Jeju Island. p. 1-48. Suwon, Korea.

- Song, K.C., B.K. Hyun, Y.K. Sonn, Y.S. Zhang, and C.W. Park. 2009. Taxonomical classification of Namweon series, black volcanic ash soils. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42:384-391.
- 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.
- USDA, NRCS. 1996. *Soil survey laboratory methods manual.* Soil Survey Investigation Report No.42(revised). USDA-NRCS, Washington.
- USDA, Soil Survey Division Staff. 1993. *Soil Survey Manual.* Agricultural Handbook 18. USDA-NRCS, Washington.
- 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 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. 2010. *Keys to Soil Taxonomy.* 11th ed. USDA- NRCS, Blacksburg, Virginia.