

홍적대지 토양인 청평통의 분류 및 생성

송관철 · 현병근 · 손연규 · 장용선 · 박찬원 · 장병춘

국립농업과학원

Taxonomical Classification and Genesis of Cheongpung Series Distributed on Diluvial Terrace

Kwan-Cheol Song, Byung-Geun Hyun, Yeon-Kyu Sonn, Yong-Seon Zhang,
Chan-Won Park, and Byoung-Choon Jang

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

This study was conducted to reclassify Cheongpung series based on the second edition of Soil Taxonomy, and to discuss the formation of Cheongpung series distributed on the diluvial terrace. Morphological properties of typifying pedon of Cheongpung series were investigated, and physico-chemical properties were analyzed according to Soil survey laboratory methods manual. The typifying pedon of Cheongpung series has red (2.5YR 4/6) silty clay loam Ap horizon (0-18 cm), red (2.5YR 4/8) clay BAt horizon (18-35 cm), red (2.5YR 4/2) cobbly clay Bt1 horizon (35-65 cm), and red (2.5YR 4/6) cobbly clay Bt2 horizon (more than 65 cm). The typifying pedon has an argillic horizon from a depth of 18 to more than 65 cm, and a base saturation (sum of cations) of less than 35% at 125 cm below the upper boundary of the argillic horizon. It can be classified as Ultisol, not as Alfisol. It has udic soil moisture regime, and can be classified as Udult. Also that meets the requirements of Typic Hapludults. It has 35% or more clay at the particle-size control section, and have mesic soil temperature regime. Therefore Cheongpung series can be classified as fine, mesic family of Typic Hapludults, not as fine, mesic family of Ultic Hapludults. Cheongpung series occur on moderately elevated diluvial terrace which have relatively stable geomorphic surface. They are developed as Ultisols with clay mineral weathering, translocation of clays to accumulate in an argillic horizon, and leaching of base-forming cations from the profile for relatively long periods under humid, and temperate climates in Korea.

Key words: Argillic horizons, Base saturation (sum of cations), Typic Hapludults, Diluvial terrace, Cheongpung series

서 언

홍적대지 (diluvial terrace)는 범람원 또는 하성평탄지보다 약간 높은 위치에 형성된 홍적모재의 단구를 뜻하며, 홍적모재 (diluvium)는 4기 고층인 홍적세 (Pleistocene)의 충적퇴적층으로 된 토양 모재이다. 홍적층을 모재로 하여 홍적대지에 분포하는 토양은 극락, 화동, 고평, 청평통 등 17개 토양통이 분류되고 있으며, 그 분포면적은 약 10만 ha가 된다. 홍적대지가 평탄지 내지 약한 경사지를 이루고 있으므로 홍적대지에 분포하는 토양들은 대부분 농경지로 이용되고 있다. 홍적층을 모재로 하고 있는 토양들 중 장유통 1개 토양이 Incepti-

sols로 분류되고 있고, 광주, 논산, 왕산통 3개 토양통이 Ultisols로 분류되고 있는데 비하여 나머지 13개 토양통은 Alfisols로 분류되고 있다 (NIAST, 2000).

현재 우리나라에서는 미국 농무성에서 개발한 Soil Taxonomy를 공식적인 토양분류 체계로 채택하여 이용하고 있다. 1999년 Soil Taxonomy 개정판 발간으로 토양 분류단위와 분류기준이 대폭적으로 수정되었다. Soil Taxonomy 개정판 발간에 대응하여 우리나라에서는 2000년에 Taxonomical classification of Korean soils을 발간하였다 (NIAST, 2000). 우리나라에 분포하는 390개 토양통 중 276개 토양통 (71%)의 분류명이 바뀔 정도로 분류단위와 분류기준이 크게 수정된 결과이다. 그러나 우리나라 토양의 분류명이 일단 바뀌었는데도, 분류기준 변경에 대한 보완은 거의 없는 실정이다. 기존의 부족한 분석자료를 이용하여 우선적으로 분류명을 변경하였기 때문에 분류기준 충족여부 판정에

접수 : 2010. 1. 22 수리 : 2010. 3. 5

*연락처 : Phone: +82312900342

E-mail: kcsong@korea.kr

많은 문제를 가지고 있다. 특히 Alfisols과 Ultisols의 경우 Alfisols과 Ultisols을 구분하는 가장 기본적인 분류기준인 양이온교환용량 (양이온 합)에 대한 성적도 없이 분류를 하였기 때문에 문제가 가장 심각하다 (Song et al., 2005).

홍적대지에 분포하는 토양의 생성과 분류에 관한 연구는 비교적 많이 이루어진 편으로 Shin (1970), Um (1978), Joo and Shin (1978), Rim and Choi (1984), Jung et al. (1986) 등의 연구가 있다. Shin (1970)은 창평통, Joo and Shin (1978)은 화동, 극락, 덕평통, Rim and Choi (1984)는 반천, 고평, 화동, 덕평통, Jung et al. (1986)은 반천, 덕평, 화동, 우평 및 극락 통 등 홍적대지에 분포하는 토양에 대하여 분류를 하였다. 그러나 이들 연구에서도 양이온교환용량 (양이온 합)에 대한 성적 없이 연구 대상 토양을 전부 Alfisols로 분류하였다.

본 연구에서는 Soil Taxonomy의 분류체계 변화에 대응하여 홍적대지에 분포하는 토양 중 Alfisols로 분류되고 있는 청풍통을 재분류하고, 그 생성에 대하여 고찰하고자 하였다.

재료 및 방법

홍적대지에 분포하고 있는 토양 중 청평통을 선정하여 우리나라의 공식적인 토양 분류 체계인 Soil Taxonomy에 따라서 분류하고 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, 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.

NH₄OAc 침출성 Ca, Mg, K 및 Na는 pH 7.0, 1N NH₄OAc 용액으로 침출하고, KCl 침출성 Al은 1N KCl 용액으로 침출하여 원자흡광분광분석기로 정량하였으며, 총산도 (extractable acidity)는 0.5N BaCl₂-triethanol amine (pH 8.2)으로 침출하여 0.25N HCl로 역적정하였다. 양이온교환용량 (NH₄OAc)은 pH 7.0, 1N NH₄OAc로 포화시키고, 에탄올로 과잉의 NH₄⁺를 제거한 후 증류하여 측정하였으며, NH₄OAc 침출성 염기 총량에 총산도를 더하여 양이온교환용량 (양이온 합)으로 계산하

였다. Alfisols과 Ultisols을 구분하는 분류기준인 염기 포화도 (양이온 합)는 100 × NH₄OAc 침출성 염기 총량 / 양이온교환용량 (양이온 합)으로 계산하였다 (USDA, 1996).

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. official series descriptions은 토양 분류를 위하여 현장에서 조사한 단면 특성과 토양 생성인자 등이고, laboratory data sheets는 토양 분류를 위하여 실험실 내에서 측정 한 분석 성적이다. 청풍통 대표단면의 형태적 특성을 조사한 official series descriptions을 아래에 명기하고, laboratory data sheets를 Table 1에 나타내었다. 또한 청풍통의 대표단면 사진을 Fig. 1에 나타내었다.

Official series descriptions of typifying pedon

Location: Dogog Ri, Cheongpung Myeon, Jecheon Si, Chungcheongbug Do

Landform: Elevated diluvial terraces

Slope: 7-15%

Soil moisture regime: Udic

Temperature regime: Mesic

Permeability class: Very slow

Drainage class: Well drained

Land use: Upland crops

Parent material: diluvium

Diagnostic features: An ochric epipedon from a depth of 0 to 18 cm and an argillic horizon from a depth of 18 to more than 65 cm

Ap - 0 to 18 cm. Red (2.5YR 4/6) silt clay loam; moderate fine granular structure; firm, sticky and plastic; common fine to medium pores; common fine to medium roots; 10% cobbles; gradual smooth boundary.

BAt - 18 to 35 cm. Red (2.5YR 4/8) clay; weak

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 < 2 mm (3A1) -----															
0-18	Ap	36.7	45.5	17.8			19.3	11.2	2.4	4.3	4.7	4.6	1.8		
18-35	BAt	48.5	29.9	21.5			17.8	12.1	3.9	2.6	3.5	8.3	3.4		
35-65	Bt1	45.3	25.3	29.3			13.5	11.8	2.6	3.5	5.1	11.4	6.4		
65+	Bt2	43.1	26.7	30.2			14.1	12.6	4.9	3.9	4.	11.9	5.4		
----- Coarse Fractions (mm) -----															
Depth cm		Weight				>2 mm Pct of Whole Soil	Orgn C	Total N	Extr P	Total S	Dith -Cit Extractable				
		2-5 3B1	5-20	20-75	.1-75						Fe	Al	Mn		
						6A1c	6B3a	6S3	6R3a	6C2b	6G7a	6D2a			
----- Pct of < 75 mm -----						Pct < 2 mm			g kg ⁻¹ ----- Pct of < 2 mm -----						
0-18															
18-35															
35-65															
65+															
----- Ratio/Clay -----															
Depth cm	CEC		Atterberg limits		Bulk density		COLE		Water content			WRD Whole Soil			
	8D1	8D1	4P1	4P	Moist	kPa	Oven Dry	Whole Soil	Field Moist	10 kPa	33 kPa		1500 kPa		
					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	
0-18	0.27									29.1	26.1				
18-35	0.28									31.3	28.0				
35-65	0.30									35.3	28.0				
65+	0.35									36.6	30.8				
----- NH ₄ OAc Extractable Bases -----															
Depth cm	Ca		Mg		K		Na		Sum Bases	Acid- ity	Extr Al	CEC		Al Sat	
	5B5a	5B5a	5B5a	5B5a	5B5a	5B5a	Sum Bases	Sum NH ₄ - OAc				Bases + Al			
	6N2e	6O2d	6Q2b	6P2b			6H5a	6G9a	5A3a	5A8b	5A3b	5G1			
----- cmolc kg ⁻¹ -----													Pct		
0-18	1.7	0.5	0.17	0	2.5	22.5	5.5	25.0	13.8	7.9	69.0				
18-35	1.1	0.7	0.08	0	1.9	14.0	5.9	15.9	13.4	7.8	75.9				
35-65	0.3	0.6	0.07	0	1.0	15.5	5.7	16.5	13.8	6.7	85.7				
65+	0.1	0.5	0.03	0	0.6	10.5	6.5	11.1	15.2	7.1	91.8				
----- Base Sat -----															
Depth cm	Sum		CO ₃ as CaCO ₃		Res	Cond	pH			Acid Oxalate Extraction					
	5C3	5C1	6E1g	8E1			8I	NaF	KCl	CaCl ₂	H ₂ O	Opt Den	Al	Fe	Si
			<2 mm		8I	8C1d		0.01M	8C1f	8C1f	8J	6G12	6C9a	6V2	
----- Pct -----						ohms cm ⁻¹ dS m ⁻¹			1: 1		1: 2		1: 1		----- Pct of <2 mm -----
0-18	9.8	17.8						3.5	4.1	4.8					
18-35	11.8	14.0						3.6	4.1	4.9					
35-65	6.0	6.9						3.6	4.2	5.0					
65+	5.3	3.8						3.6	4.2	5.1					



Fig. 1. The typifying pedon of Cheongpung series.

medium subangular blocky structure; very firm, very sticky and very plastic; thin patch clay cutans; common fine to medium pores; common fine to medium roots; 10% cobbles; clear smooth boundary.

Bt1 - 35 to 65 cm. Red (2.5YR 4/8) cobbly clay; strong medium subangular blocky structure; very firm, very sticky and very plastic; thin continuous clay cutans; few fine to medium pores; few fine roots; 2% quartz; 15% cobbles; clear smooth boundary.

Bt2 - 65+ cm. Red (2.5YR 4/6) cobbly clay; strong medium angular blocky structure; very firm, very sticky and very plastic; thin continuous clay cutans; common fine pores; no roots; 25% round gravels.

고지대 홍적대지에 분포하며 홍적층을 모재로 하고 있는 청풍통은 현재 Fine, mesic family of Ultic Hapludalfs로 분류되고 있다 (NIAST, 2000). Ap층 (0~18 cm)은 적색 (2.5YR 4/6)의 미사질식양토이고, BAt층 (18~35 cm)은 적색 (2.5YR 4/8)의 식토, Bt1층 (35~65 cm)은 적색 (2.5YR 4/8)의 둥근 자갈이 있는 식토, Bt2층 (65+ cm)은 적색 (2.5YR 4/6)의 둥근 자갈이 있는 식토이다. 청풍통은 주로 발작물 재배에 이용되고 있으며, udic 토양수분상과 mesic 토양온도상

을 보유하고 배수 양호하다.

청풍통은 0~18 cm 깊이에서 ochric 감식표층을 보유하고, 18~65 cm 이상의 깊이에서 점토피막과 같은 점토 이동의 근거를 보유하는 argillic층을 보유하고 있다. 또한 토양 단면 내에 둥근 자갈을 함유하고 있어서 고지대에 분포하고 있으면서도 오래된 층적토임을 알 수 있다.

청풍통은 BAt층에서 Bt2층 (18~65+ cm)까지 점토 집적층인 argillic층을 보유하고 있다. 기준 깊이에서의 염기포화도 (양이온 합)가 35~60%인 Ultic Hapludalfs로 분류되고 있으나, 본 연구에 의하면 기준 깊이에서의 염기포화도 (양이온 합)가 5.3%로 35% 미만이다. 따라서 청풍통은 Alfisols이 아니라 Ultisols로 분류되어야 한다.

Ultisols은 Aquults, Humults, Uduults, Ustults 및 Xerults의 5개 아군으로 분류되며, 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 용암류대지에 분포하는 용홍통 (Song et al., 2009c)이 Humults로 분류된 바 있다. 청풍통의 경우 udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 Uduults 아목으로 분류할 수 있다.

Uduults는 Plinthodults, Fragiudults, Kandiodults, Kanhapludults, Paleodults, Rhododults 및 Hapludults의 7개 대군으로 분류되고 있다. 우리나라에는 Hapludults와 Rhodults 2개 대군이 분포하는 것으로 보고되고 있는데 (NIAST, 2000), 최근에 곡간 및 선상지에 분포하는 토양인 부곡통이 Fragiudults로 분류된 바 있다 (Song et al., 2009b). 청풍통의 경우 kandic 층이나 fragipan을 보유하지 않으며, 무기질 토양 표면에서 150 cm 이내 깊이에 50% 이상의 plinthite를 보유하는 층위가 없는 등 Hapludults의 분류조건을 충족시키고 있다.

Hapludults는 Lithic-Ruptic-Entic, Lithic, Vertic 등 15개의 아군으로 분류되고 있는데 청풍통은 Typic 아군의 분류조건을 충족시키므로 Typic Hapludults로 분류할 수 있다.

토성속 제어부위인 argillic층 상부 50 cm 깊이, 즉 무기질 토양표면에서 18~68 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 8~15°C가 되므로 mesic 토양온도상에 속한다. 따라서 청풍통은 Fine, mesic

family of Ultic Hapludalfs가 아니라 Fine, mesic family of Typic Hapludalts로 분류되어야 한다.

청풍통의 생성 우리나라의 기후조건을 보면 강우량이 증발산량보다 많은 온난습윤기후이기 때문에 토양 중에서 하향이동하는 물을 따라서 점토가 이동하여 만들어지는 점토집적층을 갖는 토양인 Ultisols 또는 Alfisols이 주로 생성될 수 있는 조건이다. 그러나 우리나라 지형이 산악지를 중심으로 기복이 매우 심할 뿐만 아니라 강과 하천이 많기 때문에 지형인자가 토양 생성에 매우 중요한 역할을 한다. 경사가 심한 산악지에서는 여름철 집중호우기에 토양침식이 많이 일어나 토층 발달이 미약하고, 선상지, 곡간 및 하천변에는 충적토가 계속적으로 쌓이기 때문에 토층분화가 잘 일어나지 않는다. 따라서 우리나라에는 토양의 층위가 발달하기 시작한 젊은 토양인 Inceptisols이 가장 많이 분포하고 있다. 그 분포비율이 전국토의 69.2%나 되며, 토양통 수로는 210개나 된다. 토양생성발달이 미약하여 층위의 분화가 없는 새로운 토양인 Entisols이 토양통 수가 64개로 Inceptisols 다음으로 많이 분포하고 있다 (Song et al., 2005).

토양이 침식되거나 충적물이 쌓이는 조건이 아닌 홍적대지나 약한 경사의 잔적지에는 우리나라의 기후조건에 대응하여 Ultisols 또는 Alfisols이 주로 분포하고 있다 (Song et al., 2005). argillic층이 생성되는 데는 최소한 수천년이 걸린다. argillic층이 비교적 느린 속도로 생성되기 때문에 그 존재는 지질 형태학적 표면이 비교적 안정하고, 안정성의 기간이 길다는 것을 의미한다. 특히 우리나라와 같이 온난습윤 지역에서 argillic층의 존재는 안정된 표층의 징표로 이용된다 (USDA, 1999).

홍적기는 200만년에서 1만년 전에 있었으며, 홍적대지는 그때 형성된 것이다. Um (1978)은 홍적대지에 분포한 토양 중 준도와 반천통의 생성년대를 홍적세 초기 내지 중기에 걸쳐 퇴적된 것으로 추정하였다. Kim (1973)은 영남 동해안에 분포하는 해발 3~130 m에 이르는 단구를 6단으로 구분하여 그 중에서 상위 5단은 1만년에서 15만년 전의 Riss 빙기에 퇴적된 홍적 해성단구일 것으로 추정하였고 해발 3~7 m에 분포된 것은 현세 충적단구일 것으로 추정하였다. Jung (1986)은 영남지역에 분포된 단구지 토양의 특성과 생성 연구에서 식질 단구 토양은 해발고도가 높을수록 그리고 토양배수가 상대적으로 양호할수록 단면의 발달도가 높았으며, 모두 발달된 집적층을 가진 토양으로 현세 충적층보다는 오래된 지층이지만 제3기층 위에 발달된 충적퇴적물인 것으로 보아 홍적퇴적물인 것으로 추정하였다.

이와 같이 홍적세에 형성된 대지 위에 분포하고 있으므로 토양이 거의 침식되지 않고 충적물이 별로 퇴적되지 않기 때문에 홍적대지에 분포한 토양들은 오랜 기간 동안 풍화작용을 받아 주로 식질 토양으로 발달되었고, 일부 식양질 토양으로 발달되었다. 또한 온난습윤한 우리나라의 기후조건에서 오랫동안 토양수의 하향이동에 따른 점토집적작용과 염기용탈작용을 받았다. 그 결과 점토집적층인 argillic층을 보유하는 토양으로 생성 발달되었다.

청풍통도 안정한 지형인 홍적대지에 분포하고 있으므로 토양이 거의 침식되지 않고 충적물이 별로 퇴적되지 않기 때문에 오랫동안 토양수의 하향이동에 따른 점토집적작용과 염기용탈작용을 받았다. 그 결과 점토집적층인 argillic층을 보유하는 토양으로 생성 발달되었다. 또한 Alfisols과 Ultisols을 구분하는 가장 기본적인 분류기준인 기준깊이에서의 염기포화도 (양이온 합)가 35% 미만으로서 Alfisols이 아니라 강산성 토양인 Ultisols로 발달하였다. 이는 최근에 홍적대지에 분포하면서 Alfisols로 분류되고 있는 장호통을 Ultisols로 재분류한 것 (Song et al., 2009a)과 같은 결과이다. 따라서 Alfisols과 Ultisols을 구분하는 분류기준인 기준깊이에서의 염기포화도 (양이온 합)에 대한 성적 없이 홍적대지에 분포하는 토양들을 전부 Alfisols로 분류하고 있는 선행 연구 결과들은 재검토되어야 할 것이다.

요 약

Soil Taxonomy 분류체계 변화에 대응하여 홍적대지에 분포하고 있으며, Alfisols로 분류되고 있는 청풍통을 재분류하고, 그 생성을 구명하기 위하여 청풍통 대표 단면의 형태적 특성을 조사하고, Soil Taxonomy의 표준 분석방법인 Soil survey laboratory methods manual에 따라서 토양을 분석하여 Laboratory data sheets를 작성하였다.

Ap층 (0~18 cm)은 적색 (2.5YR 4/6)의 미사질식양토이고, BAt층 (18~35 cm)은 적색 (2.5YR 4/8)의 식토, Bt1층 (35~65 cm)은 적색 (2.5YR 4/8)의 둥근 자갈이 있는 식토, Bt2층 (65+ cm)은 적색 (2.5YR 4/6)의 둥근 자갈이 있는 식토이다. 청풍통은 홍적층을 모재로 하는 토양으로 고지대의 홍적대지에 분포하며, 주로 밭작물 재배에 이용되고 있다. udic 토양수분상과 mesic 토양온도상을 보유하며, 배수 양호하다.

청풍통은 0~18 cm 깊이에서 ochric 감식표층을 보유하고, 18~65 cm 이상의 깊이에서 점토집적층인 argillic층을 보유하고 있다. 그러나 기준 깊이에서의

염기포화도 (양이온 합)가 5.3%로 35% 미만이므로 Alfisols이 아니라 Ultisols로 분류되어야 한다. 청풍통은 udic 토양수분상을 보유하고 있으므로 Udults로 분류할 수 있으며, Hapludults의 분류조건을 충족시키고 있다. 또한 Typic 아군의 분류조건을 충족시키므로 Typic Hapludults로 분류할 수 있다.

토성속 제어부위에서의 토성속이 식질이고, 토양온도상이 mesic 온도상이기 때문에 청풍통은 Fine, mesic family of Ultic Hapludalfs가 아니라 Fine, mesic family of Typic Hapludults로 분류되어야 한다.

청풍통은 안정한 지형인 홍적대지에 분포하고 있으므로 토양이 거의 침식되지 않고 축적물이 별로 퇴적되지 않기 때문에 오랫동안 토양수의 하향이동에 따른 점토 집적작용과 염기용탈작용을 받았다. 그 결과 점토집적층인 argillic층을 보유하는 토양으로 생성 발달되었다. 또한 Alfisols과 Ultisols을 구분하는 가장 기본적인 분류기준인 기준깊이에서의 염기포화도 (양이온 합)가 35% 미만으로서 Alfisols이 아니라 강산성 토양인 Ultisols로 발달하였다.

인 용 문 헌

Joo, Y.H., and Y.H. Shin. 1978. Soil classification of paddy soils by Soil Taxonomy. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 11:97-104.

Jung, Y.T. 1986. Characteristics and genesis of terrace soils in Yeongnam area. V: Soil genesis and classification. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 19:275-282.

Kim, S.W. 1973. A study on the terrace along the southeastern coast (Bangeojin-Pohang) of the Korean peninsula. *J. Geol. Soc. Korea.* 9:89-121.

National Institute of Agricultural Science and Technology(NIAST). 2000. Taxonomical classification of Korean soils. Suwon, Korea.

Rim, S.K., and J. Choi. 1984. The development and

characteristics of diluvial soils on the catena. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 17:200-206.

Shin, Y.H. 1970. The morphology and physical and chemical characteristics of the Changpyeong series derived from old alluvium. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* :61-66.

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, S.Y. Hong, Y.H. Kim, and E.Y. Choe. 2009b. Taxonomical classification of Bugog series. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 42: 472-477.

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.

Um, K.T. 1978. Characteristics, genesis, and classification of Red and Yellow colored soils in Korea. *Res. Report, ORD.* 20 (Agri. Sci.):31-91.

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 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.