

Reclassification of Korean Soils According to Revised Soil Taxonomy

Kwan-Cheol Song*, Byung-Keun Hyun¹, and Ho-Jun Kang

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

¹National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea

*Corresponding author: kcsong12@naver.com

ABSTRACT

Received: February 12, 2019

Revised: March 4, 2019

Accepted: March 25, 2019

Korean soils are classified officially by Soil Taxonomy. Soils in Korea were classified into 7 orders, 14 suborders, 27 great groups, and 390 soil series. The dominant soils in Korea were Inceptisols and Entisols, and Alfisols, Ultisols, Andisols, Mollisols, and Histosols were distributed to a small extent. This study was conducted to reclassify Korean soils based on the second edition of Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Morphological properties of typifying pedons of 405 soils were investigated and physio-chemical properties were analyzed according to Soil Survey Laboratory Methods Manual of USDA. Alfisols of 44 soils were reclassified; 16 soils were reclassified as Ultisols and 3 soils as Mollisols. Forty Andisols were reclassified; 3 soils were reclassified as other orders. Sixty-four Entisols soils were reclassified; 11 soils were reclassified as Inceptisols, 4 soils as Mollisols, and 3 soils as Andisols. Two hundreds and ten Inceptisols soils were reclassified; 39 soils were reclassified as Alfisols, 21 soils as Ultisols, 13 soils as Mollisols, and 2 soils as Andisols. Twenty-one Inceptisols soils, 16 Alfisols soils, and one Andisols soil were reclassified as Ultisols. As a result of reclassification of Korean soils, Korean soils are now classified into 7 orders, 17 suborders, 39 great groups, 85 subgroups, and 405 soil series. Alfisols and Ultisols are increased remarkably. Sixty Inceptisols soils are reclassified as Alfisols or Ultisols; 44 soils including 30 paddy soils are distributed on fluvio-marine plains, alluvial plains, local valleys, alluvial fans, and mountain foot slopes. Soils distributed on rolling to hilly areas are mainly developed as Ultisols and some are as Alfisols. Also soils distributed on diluvial terrace are mainly developed as Ultisols and some are as Alfisols. Only two Mollisols soils were developed to a small extent. But 15 soils in Jeju Island and Ulreung Island, 3 soils in limestone areas, and 5 soils in coastal areas are classified as Mollisols. Inceptisols occupied 76.6% and Entisols occupied 12.9% of the whole country. Ultisols and Alfisols occupied only 5.0% and 3.8% respectively. Many soils developed on rolling to hilly, diluvial terraces, local valleys, mountain foot slopes, etc. are reclassified as Ultisols and Alfisols. As a result Ultisols occupy 12.9% and Alfisols occupy 8.8% of the whole country.

Keywords: Soil Taxonomy, Soil reclassification, Alfisols, Mollisols, Ultisols

Distribution of Korean soils.

Soils	Before 2014		Present	
	Dist. (1,000 ha)	Ratio (%)	Dist. (1,000 ha)	Ratio (%)
Alfisols	357.9	3.8	778.1	8.3
Andisols	141.2	1.5	142.0	1.5
Entisols	1,209.3	12.9	1,014.3	10.8
Histosols	0.4	0.0	0.4	0.0
Inceptisols	7,161.8	76.6	6,084.4	65.1
Mollisols	9.0	0.1	69.1	0.7
Ultisols	471.9	5.0	1,264.1	13.5
Total	9,351.5	100.0	9,351.5	100.0



Introduction

세계의 여러 나라들이 자기 나라에 맞는 토양분류 체계를 만들어 사용하고 있으나, 현재 전세계적으로 가장 널리 이용되고 있는 토양분류 체계가 Soil Taxonomy이며, 우리나라에서는 Soil Taxonomy를 공식적인 토양분류 체계로 채택하여 이용하고 있다 (Song et al., 2005; NAAS, 2014). 미국에서의 토양분류는 토양단면의 중요성을 강조하고 자연체로 보는 개념의 토대 위에서 1936년 Marbut가 제안한 분류안과 그것을 토대로 보완과정을 거쳐 미국 농무성의 Thorp와 Kellogg가 1949년에 수정 완성한 구분류 체계를 이용하고 있었다. 미국 농무성의 토양학자들은 새로운 분류체계를 연구하기 시작하여 토양단면상에 나타나는 형태적 특성을 강조하여 분류하는 토양분류체계를 1960년 국제 토양학회에 7차 시안으로 발표하였고, 이후 많은 수정 보완을 거쳐 1975년에 Soil Taxonomy라는 이름으로 발간되어 새로운 토양분류체계로 자리잡게 되었다 (USDA, 1975). 세계적으로 광범위하게 분포하고 있는 토양을 통합적으로 분류하기 위하여 Soil Taxonomy를 보완 발전시키는 연구가 꾸준히 수행되었다. 1999년에는 그 당시까지 연구된 결과가 집대성된 Soil Taxonomy 2판이 발간되었다. 그 결과 분류기준과 분류단위가 1975년 1판 발행 당시와는 현저하게 달라지게 되었다 (USDA, 1999).

우리나라에서 토양조사를 본격적으로 시작한 것은 1964년 UNDP/FAO와 한국정부 공동으로 토양조사기구를 창설하면서부터이다. 1964년부터 1969년까지 전국토에 대한 개략토양조사를 완료하고 1 : 50,000 축척의 개략토양도를 발간 보급하였는데, 이때 토양분류는 미국의 구분류 방법을 적용하였다 (Song et al., 2005). 1970년부터 1979년까지 10년 동안 정부 단독으로 토양조사를 집중적으로 수행하여 전국 농경지 및 개발가능 야산지 조사를 완료하고 시군별로 1 : 25,000 축척의 정밀토양도를 발간하였다. 이때 토양분류는 Soil Taxonomy와 구분류 방법을 동시에 적용하였다. Soil Taxonomy가 공식적으로 채택된 것이 1965년이고, 1차적으로 완성된 것이 1975년이었던 때문에 우리나라에서 본격적으로 토양조사를 수행하기 시작한 이래 구분류 방법을 적용하다가, 정밀토양조사를 전국적인 규모로 수행할 때는 Soil Taxonomy와 구분류 방법을 동시에 적용하였다 (Song et al., 2005). 우리나라의 토양분류를 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 (Song et al., 2005).

1999년에 Soil Taxonomy 개정판 발간으로 토양 분류단위와 분류기준이 대폭적으로 수정됨에 따라 이에 대응하여 우리나라에서는 2000년에 Taxonomical Classification of Korean Soils을 발간하였다 (NIAS, 2000). 우리나라에 분포하는 390개 토양통 중 276개 토양통 (71%)의 분류명이 바뀌었다. 하지만, 우리나라 토양의 분류명이 일단 바뀌었음에도 불구하고, 분류기준 변경에 대한 보완이 거의 없었다. 기존의 부족한 분류 자료를 이용하여 우선적으로 분류명을 변경하였기 때문에 분류기준 충족여부 판정에 많은 문제를 가지고 있었다. 예를 들면 1990년에 새로 신설된 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 문제를 지니고 있었다 (Song et al., 2010a; Song et al., 2013). 또한 Alfisols과 Ultisols의 경우 Alfisols과 Ultisols을 구분하는 가장 기본적인 분류기준인 양이온치환용량 (양이온 합)에 대한 성적도 없었다 (Song et al., 2005). 이들 토양뿐만 아니라 우리나라 대부분의 토양에서 Soil Taxonomy의 분류기준 충족여부를 판정할 수 있는 자료가 매우 부족하였다.

우리나라는 전 국토에 대한 토양조사를 세계에서 가장 세밀하게 수행하였다고 자랑할 수 있다. 그러나 기존의 부족

한 분류 자료로서는 현재의 Soil Taxonomy 분류체계에 부합하는 분류기준을 상당 부분 충족시킬 수 없었다. 따라서 2005년부터 2007년까지 Alfisols과 Ultisols의 재분류 (NIAST, 2008), 2008년부터 2011년까지 Inceptisols의 재분류 (NAAS, 2012), 2012년부터 2013년까지 Entisols과 Andisols의 재분류 연구 (NAAS, 2015)를 수행하는 등 9년간에 걸쳐 우리나라 전체 토양에 대한 재분류 작업을 수행하였다. 2014년에는 Taxonomical Classification of Korean Soils을 발간하여 우리나라 토양에 대한 재분류 결과를 국가의 공식 입장으로 정립하였다 (NAAS, 2014). 현재 우리나라 토양의 생성과 분류는 기존의 토양 생성 분류와는 현저하게 달라지게 되었다. 우리나라 토양의 재분류 결과를 토양환경정보시스템 (흙토람, <http://soil.rda.go.kr>)에도 반영하고 있으나 종합적으로 요약한 결과 보고가 없다. 따라서 본 연구 논문에서는 우리나라 토양의 재분류 결과를 종합적으로 요약 보고하여 새롭게 정립된 우리나라 토양의 생성과 분류를 널리 알리려고 하였다.

Materials and Methods

기존의 부족한 토양 분류 자료로서는 현재의 Soil Taxonomy 분류체계에 부합하는 분류기준을 상당 부분 충족시킬 수 없으므로 기존의 토양통별로 대표토양을 선정하여 대표단면의 특성을 조사하고, 토양을 채취하여 이화학적 특성을 분석하였다. 2005년부터 2007년까지 Alfisols과 Ultisols, 2008년부터 2011년까지 Inceptisols, 2012년부터 2013년까지 Entisols과 Andisols 토양의 단면 특성을 조사하고, 이화학적 특성을 분석하였다. 대표단면을 설정할 때 기존 토양통 선정 시 주요 인자인 지형, 경사, 토성속, 배수등급, 자갈함량, 유효토심 등을 기존과 같이 반영하였으나, Soil Taxonomy 분류체계에 부합되지 않는 것은 새롭게 조정하였다. 대표단면의 위치 선정은 기존의 대표단면 선정 위치를 원칙으로 하였다. 기존의 대표단면 위치에서 대표적인 단면을 찾을 수 없는 경우에는 현재 그 토양이 가장 많이 분포하는 도 - 시, 군 - 읍, 면, 동 - 리에서 대표단면을 선정하였다.

토양 단면 조사 및 기술은 미농무성의 토양조사편람 (USDA, 2001)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.

토양분류를 위하여 official series descriptions과 laboratory data sheets를 우선 작성하였다. 토양분류는 Keys to Soil Taxonomy (USDA, 2010)에 의하여 목 - 아목 - 대군 - 아군 - 속 - 통 순으로 계통분류를 하였다.

Results and Discussion

우리나라 토양 재분류 종합 결과 우리나라의 토양분류를 구분류 방법으로 적용하기 시작하였고, Soil Taxonomy 분류체계를 적용하기 시작한 이후에도 구분류체계의 방법들을 상당 부분 그대로 적용하였기 때문에 구분류체계의 방법에 따라 토양통을 설정하고 이를 Soil Taxonomy에 단순 적용하는 것이 일반적이었다. 토양통은 이미 설정되어 있는데 목을 비롯하여 아목, 대군, 아군 등 고차 분류단위를 분류하기 위한 분류기준에 대한 분류자료가 부족하기 때문에 수많은 토양에서 추정하여 토양분류를 하여야 하는 실정이었다 (Song et al., 2005). 따라서 우리나라 토양 재분류 연구의 가장 중요한 결과, 또는 가장 커다란 의의는 우리나라의 공식적인 분류체계로 채택하여 이용하고 있는 Soil

Taxonomy 분류체계에 필요한 분류기준을 조사 분석하여 토양통별로 목 - 아목 - 대군 - 아군 - 속 - 통 순으로 계통분류를 하고 그 과정을 제시한 것이다. 다음으로 중요한 의의는 우리나라에 분포하는 모든 토양통에 대하여 Soil Taxonomy와 더불어 세계적으로 통용되고 있는 토양 분류체계인 FAO의 WRB (World Reference Base for Soil Resources) 분류를 수행한 것으로 그 내용은 별도로 보고할 계획이다 (FAO, 2006; NAAS, 2014).

우리나라 토양의 재분류 결과 많은 토양이 다른 토양으로 재분류되었다. 최고 고차 분류단위인 목에서도 390개 토양통 중 116개 토양통이 다른 토양 목에 속하는 것으로 재분류되었다 (Table 1). 이러한 분류상의 위치 변화는 아목, 대군, 아군 등 저차 분류단위로 갈수록 더욱 현저하였다 (NAAS, 2014).

Alfisols로 분류되던 44개 토양 중 3개 토양이 Mollisols로 재분류되고, 16개 토양이 Ultisols로 재분류되었다. 반면에 Inceptisols 39개 토양, Ultisols 1개 토양이 Alfisols로 재분류되었다. 또한 제주도 분석구에 분포하며 Andisols로 분류되는 송악통에서 수산통이 Alfisols에 속하는 새로운 토양으로 설정되었다. 전북, 김제통 등 하해혼성평탄지에 분포하는 10개 토양, 신흥, 평택통 등 하성평탄지에 분포하는 4개 토양, 지산, 유가통 등 곡간지에 분포하는 7개 토양, 그 외 선상지, 산록경사지, 용암류대지에 각각 분포하는 6개 토양을 더하여 Inceptisols로 분류되던 27개 논토양이 Alfisols로 재분류되었다. 발토양으로는 백산, 반호통 등 곡간, 선상지, 산록경사지 및 용암류대지에 분포하는 10개 토양이, 그리고 임지토양으로는 구릉지 토양인 영일통과 산악지 토양인 모산통이 Inceptisols에서 Alfisols로 재분류되었다. 재분류 결과 Alfisols은 2개 아목, 5개 대군, 11개 아군, 65개의 토양통으로 분류되고 있다 (Table 2).

Table 1. Reclassification of Korean soils.

Soils	Before 1914	Changed to other soils	Changed from other soils	Present
Alfisols	44	Mollisols, 3 Ultisols, 16	Inceptisols, 39 Ultisols, 1 New series, 1	66
Andisols	40	Inceptisols, 1 Mollisols, 1 Ultisols, 1	Entisols, 3 Inceptisols, 2 New series, 2	44
Entisols	64	Andisols, 3 Inceptisols, 11 Mollisols, 4	New series, 12	58
Histosols	2	-	-	2
Inceptisols	210	Alfisols, 39 Andisols, 2 Mollisols, 13 Ultisols, 21	Andisols, 1 Entisols, 11	147
Mollisols	2	-	Alfisols, 3 Andisols, 1 Entisols, 4 Inceptisols, 13	23
Ultisols	28	Alfisols, 1	Alfisols, 16 Andisols, 1 Inceptisols, 21	65
Total	390	116	131	405

Andisols로 분류되던 40개 토양 중 울릉도에 분포하는 향목통은 Andic Inceptisols로 재분류되고, 제주도 용암류대지에 분포하는 논토양인 대정통은 Mollisols로 재분류되었다. 또한 제주도 용암류대지에 분포하는 제주통은 Andic Ultisols로 재분류되었다. 제주도에 분포하는 월령통과 울릉도에 분포하는 저동과 홍문통은 Entisols에서 Andisols로 재분류되었고, 울릉도에 분포하는 울릉과 알봉통은 Inceptisols에서 Andisols로 재분류되었다. 제주도 용암류대지에 분포하는 오라와 아라통에서 각각 분리되어 새로운 토양으로 설정된 회수와 봉성통은 Andisols로 분류되었다. Andisols은 2개 아목, 4개 대군, 12개 아군, 44개의 토양통으로 분류되고 있다

Entisols로 분류되던 64개 토양 중 3개 토양이 Andisols로, 11개 토양이 Inceptisols로 재분류되고, 4개 토양이 Mollisols로 재분류되었다. 독도와 울릉도에 분포하는 독도통이 새롭게 설정되고, 4대강 리모델링 사업 지역에서 인지, 인곡통 등 10개 인위 토양이 Entisols로 새롭게 설정되었다. 또한 강원도 평창 당근 재배지 인위토양인 도암통도 Entisols로 새롭게 설정되었다. Entisols은 4개 아목, 8개 대군, 17개 아군, 58개의 토양통으로 분류되고 있다.

Inceptisols로 분류되던 210개 토양 중 39개 토양이 Alfisols, 2개 토양이 Andisols, 13개 토양이 Mollisols, 21개 토양이 Ultisols로 재분류되어 총 75개 토양이 다른 토양으로 재분류되었다. Entisols로 분류되던 토양 중 광활, 춘천통 등 3개의 논토양, 중동, 본량통 등 4개의 밭토양과 의성, 장성통 등 4개의 임지 토양은 cambic층을 보유하고 있어서 Inceptisols로 재분류되었다. Andisols로 분류되던 토양 중 울릉도에 분포하는 향목통은 Andic Inceptisols로 재분류되었다. Inceptisols은 Humaquepts, Aulfaquepts, Humaeps 3개 대군이 새롭게 설정되어 2개 아목, 8개 대군, 17개 아군, 147개의 토양통으로 분류되고 있다.

Table 2. Taxonomical classification of Korean soils.

	Order	Suborder	Great group	Subgroup	Series
Before 2014	7	14	27	60	390
Present	Alfisols	2	5	11	66
	Andisols	2	4	12	44
	Entisols	4	8	17	58
	Histosols	2	2	2	2
	Inceptisols	2	8	19	147
	Mollisols	2	4	8	23
	Ultisols	3	8	13	65
	Total	17	39	85	405

용암류대지에 분포하는 해안, 용수통과 홍적대지에 분포하는 방기통은 Alfisols에서, 용암류대지에 분포하는 대정통은 Andisols에서 Mollisols로 재분류되었다. 하해혼성층적층을 모재로 하는 연대통과 제주도의 해안가에 분포하는 낙천, 대흘, 온평통이 Entisols에서 Mollisols로 재분류되었다. 제주도 용암류대지에 분포하는 교래, 동귀통 등 7개 토양, 울릉도에 분포하는 도동, 죽암통 등 3개 토양, 석회암 지대에 분포하는 구곡과 미탄통, 선상지에 분포하는 호계통 등 13개 토양이 Inceptisols에서 Mollisols로 재분류되었다. Mollisols은 Aquolls 아목과 Argiaquolls, Endoaquolls, Argiudolls 3개 대군이 새롭게 설정되어 2개 아목, 4개 대군, 11개 아군, 23개의 토양통으로 분류되고 있다.

Ultisols로 분류되던 28개 토양 중 염기성암 잔적층을 모재로 하는 천곡통이 유일하게 다른 토양인 Alfisols로 재분류되었다. 반면에 Alfisols에서 16개 토양, Andisols에서 1개 토양, Inceptisols에서 21개 토양, 총 38개 토양이 다른 토

양에서 Ultisols로 재분류되었다. 동송, 화동통 등 3개의 논토양, 고평, 안룡통 등 12개의 밭 토양과 구릉지에 분포하는 부여통 등 16개 토양이 Alfisols에서 Ultisols로 재분류되었다. 제주도 용암류대지에 분포하는 제주통이 Andisols에서 Andic Ultisols로 재분류되었다. 용지, 철원통 등 하성평탄지, 곡간지, 선상지와 용암류대지에 분포하는 6개 논토양이 Inceptisols에서 Ultisols로 재분류되었다. 아산, 장산통 등 구릉지에 분포하는 10개 토양과 곡간지와 하성평탄지에 분포하는 원곡, 유천통 등 5개의 임지 및 밭토양도 Inceptisols에서 Ultisols로 재분류되었다. Ultisols은 Aquults, Humults 2개 아목과 Endoaquults, Paleudults 등 7개 대군이 추가되어 3개 아목, 8개 대군, 13개 아군, 65개의 토양통으로 분류되고 있다.

우리나라에는 7개의 목, 14개의 아목, 27개의 대군, 60개의 아군, 390개의 토양통이 분류되었는데 재분류 결과 7개의 목, 17개의 아목, 39개의 대군, 85개의 아군, 405개의 토양통이 분류되고 있다.

Alfisols과 Ultisols의 재분류 우리나라 토양의 재분류 결과 가장 특징적인 것은 Alfisols과 Ultisols로 분류되는 토양이 현저하게 증가한 것이다. 점토집적층인 argillic 층위가 비교적 느린 속도로 생성되기 때문에 Alfisols과 Ultisols은 안정된 지형에서 오랜 기간에 걸쳐 생성된다. 침식이나 퇴적이 거의 일어나지 않는 안정된 지형에서 오랜 기간에 걸쳐 생성되므로 주로 홍적세나 보다 오래된 지표층에 분포한다 (USDA, 1999).

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 많으므로 경사가 심한 산악지에서는 여름철 집중호우기에 토양침식이 많이 일어나 토층 발달이 미약하고, 선상지, 곡간 및 하천변에는 충적토가 계속적으로 쌓이기 때문에 토층분화가 잘 일어나지 않는 토양들이 주로 분포하는 것으로 분류하였다고 생각된다 (Song et al., 2005).

Inceptisols로 분류되던 토양 중 39개 토양이 Alfisols로 재분류되고 21개 토양이 Ultisols로 재분류되어 총 60개 토양이 Alfisols 또는 Ultisols로 재분류되었다. 이 중 11개 토양이 하해혼성평탄지에 분포하고, 5개 토양이 하성평탄지에, 17개 토양이 곡간지에, 4개 토양이 선상지에, 그리고 7개 토양이 산록경사지에 각각 분포하여 충적층 또는 붕적층을 모재로 하는 토양이 44개나 되었다. 충적층 또는 붕적층을 모재로 하고 있는 토양이라도 충적, 붕적이 일어난 후 충분한 시간이 경과되었기 때문에 Ultisols 또는 Alfisols로 생성 발달된 것이다. 충적층 또는 붕적층을 모재로 하는 토양에서 Ultisols 또는 Alfisols로 재분류된 44개 토양 중 논토양이 30개 토양으로 그 비율이 현저하게 높았다. 벼 재배 기간 중 대부분의 기간에 담수를 하므로 담수 중에는 하향이동하는 물을 따라서 점토와 물에 녹아있는 Ca과 Mg 등의 양이온이 항상 하향이동을 하기 때문에 점토집적층의 생성이 더욱 촉진되는 것이라고 생각된다. Inceptisols로 분류되던 33개의 논토양 중 6개 토양만 Ultisols로 재분류되고, 나머지 27개 토양이 Alfisols로 재분류되어 Alfisols의 점유 비율이 높은 것도 이러한 이유 때문이라고 생각된다.

논토양 전체로는 33개 토양이 Alfisols로 분류되고, 8개 토양이 Ultisols로 분류되어 주로 Alfisols로 생성 발달되고 있다. 밭과 임지 토양의 경우에는 33개 토양이 Alfisols로 분류되고, 57개 토양이 Ultisols로 분류되어 주로 Ultisols로 생성 발달되고 있다. Alfisols로 분류되는 밭과 임지 토양은 주로 석회암지대, 퇴적암지대 및 해안지대에서 생성 발달되고 있다.

구릉지 토양의 재분류 구릉지는 고도와 지면 기복에 있어서 평탄지와 산악지의 중간적 지형을 말하며 넓은 의미에서는 암석 풍화에 의한 잔적 야산지 외에 구릉지 모양의 침식된 단구, 용기 사구 또는 유사 풍화물 등도 포함되나 그 면적은 그리 많지 않다. 구릉지의 분포 위치는 주로 평탄 저지와 산악지의 중간 완충지대를 이루면서 산악지 주변에 연결되어 있지만 평탄 저지로 둘러싸인 독립 구릉도 있다.

우리나라의 구릉지에는 아산, 전남, 충청통 등 41개 토양통이 분포하는 것으로 되어 있었으나 오산, 대산, 이산통 등 12개 토양통은 경사 30% 이상의 급경사지에 주로 분포하므로 산악지에 분포하는 토양으로 재분류하였다. 반면에 산악지 토양 중 경사 30% 미만의 구릉지에 주로 분포하는 공산과 천곡통을 구릉지 토양으로 재분류하였다. 따라서 구릉지에는 31개 토양통이 분포하고 있다.

구릉지는 경사가 비교적 완만하므로 침식에 의한 토양 유실보다는 토양 발달이 우선하기 때문에 식양질 내지 식질이며, 토심이 깊은 토양이 주로 분포하고 있다. 따라서 구릉지에는 점토집적층인 argillic층을 보유하는 Ultisols과 Alfisols이 생성 발달하기 쉬운 조건이다. 구릉지 토양 중 충청, 전남통 등 15개 토양이 Ultisols, 산청, 하정통 등 4개 토양이 Alfisols로 분류되나 아산, 예산통 등 12개 토양은 Inceptisols로 분류되고 있었다(NIAST, 2000). 재분류 결과 Inceptisols로 분류되었던 12개 토양 중 예산통만 예외적으로 Inceptisols로 분류되고, 나머지 토양들은 모두 Ultisols 또는 Alfisols로 재분류되었다. 구릉지에 분포하는 31개 토양 중 대부분인 26개 토양통이 Ultisols로 분류되고, 경상도에 주로 분포하는 산청(회장암), 천곡(염기성암), 하정(응회암과 역암 - 3기층), 영일통(해안지대 사암) 4개 토양통이 Alfisols로 재분류되었다.

경사 30% 이상의 급경사인 산악지에 분포하는 토양은 침식에 의한 토양 유실이 심하게 일어나 토양 발달이 지연되기 때문에 주로 Inceptisols 또는 Entisols이 생성 발달되고 있다. 반면에 경사 30% 미만의 구릉지에는 경사가 비교적 완만하기 때문에 침식에 의한 토양 유실보다는 토양 발달이 우선하여 주로 Ultisols이 생성 발달되고, 일부 Alfisols이 생성 발달되고 있다(NAAS, 2014).

홍적대지 토양의 재분류 홍적대지는 범람원 또는 하성평탄지보다 약간 높은 위치에 형성된 홍적모재의 단구를 뜻하며, 홍적모재는 4기 고층인 홍적세(Pleistocene)의 충적퇴적층으로 된 토양 모재이다. 홍적층을 모재로 하여 홍적대지에 분포하는 토양은 극락, 화동, 고평통 등 18개 토양통이 분류되고 있다. 홍적대지는 평탄지 내지 약한 경사지로 안정한 지형을 이루고 있다. 홍적층을 모재로 하고 있는 토양들 중 장유통 1개 토양이 Inceptisols로 분류되고 있고, 광주, 논산통 등 4개 토양통이 Ultisols로 분류되고 있는데 비하여 나머지 13개 토양통은 Alfisols로 분류되고 있었다(NIAST, 2000).

자갈이 많은 역질 토양인 장유통만 Inceptisols로 분류되고, 나머지 17개 토양은 점토집적층인 argillic층을 보유하고 있다. Alfisols로 분류되던 토양 중 화동, 고평, 공성통 등 8개 토양통이 Ultisols로 재분류되고, 방기통이 점토집적층을 보유하는 Mollisols로 재분류되었다. 그 결과 홍적대지에 분포하는 18개 토양 중 11개 토양이 Ultisols로 재분류되었다. 논토양인 극락과 덕평통, 해안지대에 분포하는 임자와 강릉통, 경상도에 주로 분포하는 우평통이 Alfisols로 분류되고 있다.

Mollisols의 재분류 Mollisols은 일반적으로 초원지역의 매우 암색이고, 염기가 풍부한 무기질 토양으로 거의 모든 Mollisols이 mollic 감식표층을 보유하고 있다. Mollisols은 주로 반습윤 내지 반건조 기후 지역의 초지 식생하에

서 생성되나, 산악지에 분포하거나 고도로 석회질 모재에서 유래된 일부 토양은 산림 식생하에서 생성된다 (USDA, 1999).

온난습윤한 우리나라에서는 석회암지대의 선상지에 분포하는 마지통과 하해혼성층적층을 모재로 하는 명지통 2개의 토양이 Mollisols로 분류되고 있었다. 그러나 재분류 결과 23개 토양이 Mollisols로 재분류되고 있다. 제주도에 분포하는 대부분의 토양이 화산회, 화산사, 응회암, 부석, 분석 등과 같은 화산 분출쇄설물을 모재로 하여 발달되었다 (NAAS, 2014). 그러나 화산 분출물을 모재로 하고 있는 토양일지라도 기후, 식생 등 토양생성 조건에 따라 매우 다양하게 생성 발달된다. 강수량이 상대적으로 적은 제주도 서북부 해안지역에는 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 해안 지역과 중산간 지대에는 Mollisols이 주로 생성 발달되고 있다. 화산분출쇄설물을 모재로 하고 있으나 강우량이 비교적 적은 조건에서 유기물 함량이 비교적 높고 염기포화도가 높은 토양인 Mollisols로 생성 발달된 것이라고 생각된다. 제주도 토양 중 12개 토양이 Mollisols로 재분류되었으며, 이들 토양은 제주도 non-Andisols 토양 중 가장 많이 분포하고 있다. 울릉도에서도 강우량이 많고 증발산량이 적은 고지대에는 Andisols이 주로 분포하고 저지대에는 도동, 죽암, 남양통 3개 토양이 Mollisols로 생성 발달되고 있다. 석회암지대에 분포하는 구곡과 미탄통, 해안지대에 분포하는 학포와 연대통, 해안에서 비교적 가까운 지역에 분포하는 호계와 방기통도 Mollisols로 재분류되었다.

우리나라 토양의 분포 우리나라 지형이 산악지를 중심으로 기복이 매우 심할 뿐만 아니라 강과 하천이 많기 때문에 경사가 심한 산악지에서는 여름철 집중호우기에 토양침식이 많이 일어나 토층 발달이 미약하고, 선상지, 곡간 및 하천변에는 층적토가 계속적으로 쌓이기 때문에 토층분화가 잘 일어나지 않는 토양들이 주로 생성 발달할 수 있는 조건이다. 따라서 토양의 층위가 발달하기 시작한 젊은 토양인 Inceptisols이 가장 많이 분포하여 그 분포비율이 전국 토의 76.6%나 되며, 다음으로 토양 생성발달이 미약하여 층위의 분화가 없는 새로운 토양인 Entisols이 많이 분포하고 있는 것으로 분류되고 있었다. 즉 Inceptisols과 Entisols 2개 토양의 분포비율이 89.5%로 압도적으로 많이 분포하고 있는 것으로 분류되고 있었다 (NIAS, 2000). 재분류 결과 경사가 심한 산악지가 많기 때문에 Inceptisols이 65.1%로 여전히 많은 분포를 보이고 있으나 그 비율이 10% 이상 감소하였다 (Table 3).

Table 3. Distribution of Korean soils.

Soils	Before 2014		Present	
	Dist. (1,000 ha)	Ratio (%)	Dist. (1,000 ha)	Ratio (%)
Alfisols	357.9	3.8	778.1	8.3
Andisols	141.2	1.5	142.0	1.5
Entisols	1,209.3	12.9	1,014.3	10.8
Histosols	0.4	0.0	0.4	0.0
Inceptisols	7,161.8	76.6	6,084.4	65.1
Mollisols	9.0	0.1	69.1	0.7
Ultisols	471.9	5.0	1,264.1	13.5
Total	9,351.5	100.0	9,351.5	100.0

Ultisols과 Alfisols은 토양이 침식되거나 충적물이 쌓이는 조건이 아닌 홍적대지나 약한 경사의 잔적지에 주로 분포하고, 그 분포면적이 8.8%에 불과한 것으로 분류되고 있었다 (NIAST, 2000). 그러나 Ultisols과 Alfisols은 홍적대와 구릉지 뿐만 아니라 하해혼성평탄지, 하성평탄지, 곡간지, 선상지, 산록경사지에도 광범하게 분포하고 있는 것으로 재분류되었다. 충적층과 봉적층을 모재로 하고 있는 토양이라도 충적, 봉적이 일어난 후 충분한 시간이 경과되었기 때문에 Ultisols 또는 Alfisols로 생성 발달된 것이다. 그 결과 Ultisols의 분포비율이 13.5%로 Inceptisols 다음으로 많이 분포하고 있으며, Alfisols도 그 분포비율이 8.3%로 많이 분포하고 있다 (NAAS, 2014).

Allophane 또는 Al-유기복합체가 주가 되는 토양이며, 유기물 함량이 높고 인산고정력이 큰 반면에 용적밀도가 매우 낮은 토양인 Andisols은 화산지대인 제주도과 울릉도에 분포하고 있다. 화산지대인 울릉도에 분포하는 12개 토양 중 성인, 나리, 향목통 3개의 토양만 Andisols로 분류되고 있었다. 향목통이 Inceptisols로 재분류된 반면에 울릉, 알봉, 홍문, 저동통 4개 토양이 다른 토양에서 Andisols로 재분류되었다. 따라서 울릉도에서도 강우량이 많고 증발산량이 적은 고지대에는 Andisols 토양이 주로 분포하고 저지대에는 Mollisols을 비롯하여 non-Andisols 토양들이 주로 분포하고 있다.

주로 반건반습 기후조건하의 초지에서 생성 발달하여 유기물 함량이 높고, 석회 함량이 높은 토양인 Mollisols은 석회암지대와 해안가에 각각 1개의 토양통만 국지적으로 분포하는 것으로 분류되고 있었다 (NIAST, 2000). 그러나 화산지대인 제주도와 울릉도, 석회암지대 및 해안지대에 23개 토양이 분류됨에 따라 그 분포 비율도 0.7%로 증가하였다.

농경지 토양의 분포 우리나라의 농토양은 주로 하해혼성평탄지, 하성평탄지, 곡간지, 선상지 등에 분포하여 충적층 또는 봉적층을 모재로 하는 토양이 대부분이다. 토양의 층위가 발달하기 시작한 젊은 토양인 Inceptisols (84.4%)과 토양 생성발달이 미약하여 층위의 분화가 없는 새로운 토양인 Entisols (9.1%) 2개 토양이 농토양의 대부분인 93.4%를 점유하는 것으로 분류되고 있었다. 그러나 충적층, 또는 봉적층을 모재로 하는 토양일지라도 해안이나 하천에서 거리가 비교적 멀리 떨어져 있고, 넓은 평야지대에는 충적이나 봉적된 이후 시간이 충분히 경과하여 점토집적층인 argillic층을 보유하는 Alfisols 또는 Ultisols로 생성 발달되고 있다. 따라서 Inceptisols이 농토양에서 점유하는 비율이 48.6%로 감소한 반면에 Alfisols과 Ultisols은 점유 비율이 각각 34.2%, 10.6%로 증가하였다 (Table 4).

Table 4. Distribution of paddy soils in Korea.

Soils	Before 2014		Present	
	Dist. (ha)	Ratio (%)	Dist. (ha)	Ratio (%)
Alfisols	56.8	6.3	310.2	34.2
Andisols	0.01	0.0	0	0.0
Entisols	82.2	9.1	59.0	6.5
Histosols	0.04	0.0	0.04	0.0
Inceptisols	766.5	84.4	441.4	48.6
Mollisols	0	0.0	0.7	0.1
Ultisols	2.5	0.3	96.7	10.6
Total	908.1	100.0	908.1	100.0

우리나라의 밭토양은 곡간지, 선상지, 홍적대지, 구릉지 등 다양한 지형에 분포하고 있다. 밭토양도 Inceptisols이 60.6%를 점유하여 다른 토양에 비하여 현저하게 많이 분포하는 것으로 분류되고 있었다. 그러나 구릉지와 홍적대지에 분포하는 토양 대부분이 Ultisols 또는 Alfisols로 분류되고, 곡간지와 산록경사지에 분포하는 토양도 Ultisols 또는 Alfisols로 재분류된 토양이 많다. 따라서 Inceptisols이 밭토양에서 차지하는 비율이 39.4%로 감소한 반면에 Ultisols이 차지하는 비율이 34.2%로 현저하게 증가하였다. Ultisols과 Alfisols이 밭토양에서 차지하는 비율이 46.3%로 Inceptisols보다 높다. 논토양에서는 벼 재배 기간에 담수되어 있으므로 점토의 하향이동 뿐만 아니라 Ca, Mg 같은 양이온의 하향이동도 활발하게 일어나 Alfisols과 Ultisols을 구분하는 기준 깊이인 125-180 cm 깊이에서의 염기포화도가 상대적으로 높아 주로 Alfisols로 생성 발달하는 것이라고 생각된다. 반면에 밭토양에서는 양이온의 하향이동이 상대적으로 적기 때문에 주로 Ultisols로 생성 발달하는 것이라고 생각된다. Andisols의 밭토양 분포 비율은 2014년 이전과 현재 모두 4.4%로 차이가 없으나 Mollisols은 0.6%에서 3.6%로 증가하였다 (Table 5).

Table 5. Distribution of upland soils in Korea.

Soils	Before 2014		Present	
	Dist. (ha)	Ratio (%)	Dist. (ha)	Ratio (%)
Alfisols	105.4	13.7	93.2	12.1
Andisols	33.8	4.4	33.5	4.4
Entisols	57.3	7.4	49.0	6.4
Histosols	0	0.0	0	0.0
Inceptisols	467.5	60.6	303.5	39.4
Mollisols	4.9	0.6	27.7	3.6
Ultisols	102.3	13.3	264.0	34.2
Total	770.8	100.0	770.8	100.0

Conclusions

우리나라에서는 Soil Taxonomy를 공식적인 토양분류 체계로 채택하여 이용하고 있다. 1964년 UNDP/FAO와 한국정부 공동으로 토양조사기구를 창설하여 토양조사를 본격적으로 시작한 이후 전국토에 대한 개략토양조사, 정밀 토양조사 및 세부정밀토양조사를 완료하였다. 따라서 우리나라는 전국토에 대한 토양조사를 세계에서 가장 세밀하게 수행하였다고 자랑할 수 있다.

Soil Taxonomy가 공식적으로 채택된 것이 1965년이었고, 1차적으로 완성된 것이 1975년이었기 때문에 우리나라의 토양분류를 구분류 방법으로 적용하기 시작하였고, Soil Taxonomy 분류체계를 적용하기 시작한 이후에도 구분류 체계의 방법들을 상당 부분 그대로 적용하였다. 기존의 부족한 분류 자료로서는 현재의 Soil Taxonomy 분류체계에 부합하는 분류기준을 상당 부분 충족시킬 수 없었다. 따라서 2005년부터 2013년까지 9년간에 걸쳐 우리나라 전체 토양에 대한 재분류 작업을 수행하였다. 2014년에는 Taxonomical Classification of Korean Soils을 발간하여 우리나라 토양에 대한 재분류 결과를 국가의 공식 입장으로 정립하였다.

우리나라 토양 재분류 연구의 가장 중요한 결과, 또는 가장 커다란 의의는 우리나라의 공식적인 분류체계를 채택하여 이용하고 있는 Soil Taxonomy 분류체계에 필요한 분류기준을 조사 분석하여 토양통별로 목 - 아목 - 대군 - 아군 -

속·통 순으로 계통분류를 하고 그 과정을 제시한 것이다. 다음으로 중요한 의의는 우리나라에 분포하는 모든 토양통에 대하여 Soil Taxonomy와 더불어 세계적으로 통용되고 있는 토양 분류체계인 FAO의 WRB (World Reference Base for Soil Resources) 분류를 수행한 것이다.

우리나라 토양을 재분류한 결과 많은 토양이 다른 토양으로 재분류되었다. 최고 고차 분류단위인 목에서도 390개 토양통 중 116개 토양통이 다른 토양 목에 속하는 것으로 재분류되었다. 이러한 분류상의 위치 변화는 아목, 대군, 아군 등 저차 분류단위로 갈수록 더욱 현저하였다. Alfisols로 분류되던 44개 토양 중 3개 토양이 Mollisols로, 16개 토양이 Ultisols로 재분류되었다. 반면에 Inceptisols 39개 토양, Ultisols 1개 토양이 Alfisols로 재분류되었다. Inceptisols로 분류되던 210개 토양 중 39개 토양이 Alfisols, 21개 토양이 Ultisols, 13개 토양이 Mollisols, 2개 토양이 Andisols로 재분류되어 총 75개 토양이 다른 토양으로 재분류되었다. Ultisols로 분류되던 28개 토양 중 1개의 토양만 Alfisols로 재분류된 반면에 Inceptisols에서 21개 토양, Alfisols에서 16개 토양, Andisols에서 1개 토양, 총 38개 토양이 Ultisols로 재분류되었다. 7개의 목, 14개 아목, 27개 대군, 60개 아군, 390개의 토양통으로 분류되고 있던 우리나라의 토양을 재분류한 결과 7개 목, 17개 아목, 39개 대군, 85개 아군, 405개 토양통으로 분류되었다.

우리나라 토양의 재분류 결과 가장 특징적인 것은 Alfisols과 Ultisols로 분류되는 토양이 현저하게 증가한 것이다, Inceptisols로 분류되던 토양 중 39개 토양이 Alfisols로 재분류되고 21개 토양이 Ultisols로 재분류되어 총 60개 토양이 Alfisols 또는 Ultisols로 재분류되었다. 이 중 충적층 또는 봉적층을 모재로 하는 토양이 30개 논토양을 포함하여 44개나 되었다.

경사 30% 이상의 급경사인 산악지에서는 주로 Inceptisols 또는 Entisols이 생성 발달되고 있다. 반면에 경사 30% 미만인 구릉지에서는 침식에 의한 토양 유실보다는 토양 발달이 우선하여 주로 Ultisols이 생성 발달되고, 일부 Alfisols이 생성 발달되고 있다. 평탄지 내지 약한 경사지로 안정한 지형을 이루고 있는 홍적대지에서도 주로 Ultisols이 생성 발달되고, 일부 Alfisols이 생성 발달되고 있다.

주로 반건반습 기후조건하의 초지에서 생성 발달하는 Mollisols은 석회암지대와 해안가에 2개의 토양만 분류되고 있었다 그러나 화산지대인 제주도과 울릉도에 분포하는 15개 토양과 석회암지대와 해안지대에 분포하는 토양을 포함하여 23개 토양이 Mollisols로 재분류되었다.

Inceptisols과 Entisols이 주로 분포하고, Ultisols과 Alfisols은 홍적대지나 약한 경사의 잔적지에 비교적 적게 분포하는 것으로 분류되고 있었다. 그러나 Ultisols과 Alfisols은 홍적대지와 구릉지 뿐만 아니라 하해혼성평탄지, 하성평탄지, 곡간지, 선상지, 산록경사지에도 광범하게 분포하고 있는 것으로 재분류되었다. 그 결과 Ultisols의 분포비율이 13.5%로 Inceptisols 다음으로 많이 분포하고 있으며, Alfisols도 그 분포비율이 8.3%로 많이 분포하고 있다.

우리나라의 논토양은 주로 하해혼성평탄지, 하성평탄지, 곡간지, 선상지 등에 분포하여 충적층 또는 봉적층을 모재로 하는 토양이 대부분이다. Inceptisols과 Entisols 2개 토양이 논토양의 대부분인 93.5%를 점유하는 것으로 분류되고 있었다. 그러나 충적층 또는 봉적층을 모재로 하는 토양 중에서 많은 토양이 Alfisols 또는 Ultisols로 재분류되었다. 따라서 Inceptisols이 논토양에서 점유하는 비율이 48.6%로 감소한 반면에 Alfisols과 Ultisols은 점유 비율이 각각 34.2%, 10.6%로 증가하였다.

우리나라의 밭토양은 곡간지, 선상지, 홍적대지, 구릉지 등 다양한 지형에 분포하고 있다. 밭토양도 Inceptisols이 60.6%를 점유하는 것으로 분류되고 있었다. 그러나 구릉지와 홍적대지에 분포하는 토양 대부분이 Ultisols 또는 Alfisols로 분류되고, 곡간지와 산록경사지에 분포하는 토양도 Ultisols 또는 Alfisols로 재분류된 토양이 많다. 따라

서 Inceptisols이 밭토양에서 차지하는 비율이 39.4%로 감소한 반면에 Uitisols이 차지하는 비율이 34.2%로 현저하게 증가하였다. Ultisols과 Alfisols이 밭토양에서 차지하는 비율이 46.3%로 Inceptisols보다 높았다.

References

- FAO. 2006. World reference base for soil resources 2006. World Soil Resources Reports No. 103. FAO, Rome.
- National Academy of Agricultural Science (NAAS). 2012. Establishment of utilizing soil resources for infrastructure preparation of agricultural environment friendly. RDA Research Report.
- National Academy of Agricultural Science (NAAS). 2014. Taxonomical classification of Korean soils. Suwon, Korea.
- National Academy of Agricultural Science (NAAS). 2015. Development system technology for sustainable use of agricultural land resources. RDA Research Report.
- National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAS). 2000. Taxonomical classification of Korean soils. Suwon, Korea.
- National Institute of Agricultural Science and Technology (NIAS). 2008. Soil survey and classification for rational use of soil resources. NIAS Research Report.
- 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., 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., S.J. Jung, B.K. Hyun, Y.K. Sonn, and H.K. Kwak. 2005. Classification and properties of Korean soils. In NIAS. 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, NRCS. 2001. National Soil Survey Handbook. title 430-VI. 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. 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.