

Soil Taxonomy 토양분류체계와 우리나라의 토양특성

Soil Classification by Soil Taxonomy and Soil Properties of Korea

현병근*, 정석재**, 손연규***, 임상규****, 송관철*****

Byung-Keun Hyun, Sug-Jae Jung, Yeon-Kyu Sonn, Sang-Kyu Rim, Kwan-Cheol Song

요 지

우리나라의 토양조사는 미농무성(USDA)의 분류방법에 따라 개략토양조사('65 ~ '67년), 정밀토양조사('68 ~ 79년), 논토양배양사업 10개년계획('80 ~ '90년), 그리고 밭토양세부정밀토양조사('95 ~ '99년) 등을 실시하였다. 현지에서의 토양조사는 지형, 배수등급, 토성, 자갈함량, 유효토심, 경사 등 현지의 지형지물 및 환경을 통하여 많은 정보를 얻을 수 있으며, 이를 통하여 전국에 대한 토양조사 결과, 토양통(심토의 특성이 유사한 토양) 390개, 토양구(표토의 토성을 세분) 536개, 토양상(경사도 및 침식등급을 세분) 1,321개로 분류되어 있다. 우리나라 토양형성 발달에 미친 기후인자는 습윤권역(Udic moisture regime)과 토양온도는 mesic과 일부 남해안과 제주지역의 thermic인 토양온도(Soil moisture regime)였으며, 식생인자는 높은 지역의 경우에는 산림이 낮은 저지대 평탄지는 자연초지가 대부분이다. 지형인자는 동고서저지형으로 동부는 산악지, 서부는 경사가 완만한 구릉지며, 한강 등 대부분이 서남방향으로 흐르는 지형이다. 모재는 다양하나 70%이상이 화강암, 화강편마암이 주를 이루고 있었다. 시간인자의 경우에는 기간이 매우 오래되었으나, 지형이 복잡하여 토양발달이 약한 Inceptisol과 층위발달이 없는 Entisol이 대부분이며, 다음으로 Ultisol과 Alfisol이 뒤를 이었다. 일부 Andisol, Mollisol, Histosol이 존재하였다. 우리나라의 토양분류는 Soil Taxonomy에 의해 분류되었는데, 이것은 토양의 단면내에 존재하는 감식층위(Diagnostic Horizon)의 유무 및 종류에 따른 분류이다. 토양분류 결과 죄고 상위분류 단위인 목(order)이 7개, 아목(suborder) 14개, 대군(great group) 27개, 아군(sub group) 67개, 속(family) 161개로 분류되었으며, 가장 저차단위인 통(series)이 390개 분류되었다. 또한 작물이용측면에서 실용적 분류를 실시하였는데, 논토양의 경우 보통논, 미숙논, 사질논, 습논, 염해논, 특이산성논으로 분류할 경우 각각의 분포면적이 31.9%, 23.0%, 31.9%, 9.1%, 3.9%, 0.2%이었다. 밭토양의 경우에도 보통밭, 사질밭, 미숙밭, 중점밭, 고원밭, 화산회밭으로 6개 유형으로 분류할 경우, 각각의 분포면적은 41.9%, 23.3%, 17.5%, 13.9%, 1.1. 2.2% 이었다. 도시화 및 도로확대 등 다양한 토지이용 및 지형개변으로 과거의 토양정보가 많이 변경되었다. 그래서, 앞으로는 인공위성자료 및 항공사진을 이용하여 빠르고 쉽게 활용할 수 있는 토양조사 방법개발과 기 구축된 토양도의 수정, 보완 작업이 필요한 절실히 요구되고 있는 현실이다.

핵심용어 : 토양조사, 토양분류, 토양해설, 토양도

1. 서 론

토양조사의 목적은 토양의 종류별 특성 및 분포상태를 파악하고 정밀토양조사 보고서를 작성하

* 정회원·농업과학기술원 토양관리과 · E-mail : bkhyun@rda.go.kr

** 비회원 농업과학기술원 토양관리과 · E-mail : sijung97@rda.go.kr

*** 정회원·농업과학기술원 토양관리과 · E-mail : yksonn@rda.go.kr

**** 비회원 농업과학기술원 토양관리과 · E-mail : skrim@rda.go.kr

***** 비회원 농업과학기술원 토양관리과 · E-mail : kcsong@rda.go.kr

여 토양특성에 알맞은 작물의 선택 시비개선 및 토양개량 등을 위한 기술지침 작성과 국토의 합리적 이용을 위한 기술 자료를 제공하는데 있다. 토양조사를 실시한 것은 1959년 항공사진을 기본 도로 이용하여 개략토양도(1:50,000)를 발간하게 되었다. 1963년 토양조사사업이 무엇보다 시급하다는 것이 인정되어 한국정부가 한국토양조사사업기구를 설치하고 본격적인 토양조사 사업을 착수 하였다. 1965년부터 1967년까지 3년에 걸쳐 전 국토에 대한 개략토양조사를 완료하고 개략토양도(1:50,000)를 전국 도별로 발간하게 되었다. 1975년부터 1979년까지 5개년동안 전국의 농경지, 야산개발가능지 및 간척지에 대한 토양조사를 추진하여 시·군별 정밀 토양토양도(1:25,000)를 발간하였다. 정밀 토양조사를 토대로하여 1980년부터 1990년까지 11년간 논 농토배양 10개년 사업을 추진하여 논토양 1,318천ha의 토양조사를 실시하고 토양시료를 647천점을 분석하여 토양개량 및 시비관리로 쌀 생산에 크게 기여한 바 있다. 1995년부터 1999년까지 “밭토양환경보전관리기술”사업으로 기본도를 처음으로 1:5,000 지형도를 이용하여 토양 704천ha를 세부정밀토양 조사를 실시함과 동시에 토양시료를 1,166천점 분석하여 밭 토양개량에 크게 기여하였다. 최근에는 1998년부터 2006년까지 전국의 토양조사 결과를 전산화하여 농업토양정보망 구축으로 웹 서비스 하므로써 농경지에 대한 토양특성 및 토양관리처방서 직접 활용할 수 있는 체계를 갖추게 되었다.

2. 토양조사

2-1 토양조사 현황

가. 토양조사현황

우리나라는 미농무성(USDA)법을 기본으로 하여 우리 실정에 맞는 토양조사 방법을 만들어 사용하고 있다. 우리나라 토양조사는 40여 년간의 역사를 가지고 있으며 개략토양조사('65 ~ '67년), 정밀토양조사('70 ~ '79년), 논농토배양사업 10개년사업('80 ~ '90년) 및 산악지 토양조사, 밭토양 환경보전관리기술('95 ~ '99년) 등을 국책사업으로 수행하였다. 현재는 농업토양정보 웹시스템('98 ~ '06년)을 구축하여 농업인, 연구자, 정책입안자, 대국민 등에게 토양정보를 쉽게 이용할 수 있다(표 1)

표 1. 우리나라 토양조사 단계별 추진현황

구 분	조사년도	토양조사내용	비 고
개략토양조사	'65 ~ '67	개략토양조사 -9개도 개략토양도발간 -조사면적 : 9,847,748ha	1:50,000
정밀토양조사	'67 ~ '79	정밀토양조사 -137개사·군 정밀토양도발간 -조사면적 : 9,577,367ha	1:25,000
논농토배양사업 10개년사업	'80 ~ '90	논토양세부정밀토양조사 -조사면적 : 1,328,529ha -토양검정 : 617천점	지적도(1:1,200) 및 지형도(1:5,000)
토양환경보전관리기술	'95 ~ '99	밭토양세부정밀토양조사 -조사면적 : 704,641ha -토양검정 : 1,166천점	지형도 1:5,000
농업토양정보망구축 웹서비스	'98 ~ '06	세부정밀토양조사결과 전산화 -전국 16,620도엽(1:5,000)	대국민 웹 서비스

현재까지 우리나라 토양조사 결과는 토양통 390개, 토양구 536, 토양상 1,321개로 밝혀졌다.(농촌진흥청, 1992)

2-2 토양조사방법

가. 토양조사를 할 때 필요한 준비물

- 1) 토양조사할 대상지역이 선정되면, 항공사진을 이용하여 사무실에서 기본적인 토양해설을 실

시하고 이를 지형도에 이서하여 개괄적인 토양의 경계선을 그어 현지조사시 이용할 수 있도록 준비를 한다. 기타 현지토양조사기구와 장비들로는 입채경, 쌍안경, 경사도계, 암석판별망치, Auger, 나침반, 시료봉추, 확대경, 단면조사용줄자 등 여러 가지가 있다. (농촌진흥청 1973; 2003)

나. 현지토양조사

토양의 형태 및 물리적특성을 파악하여 최종적으로는 토양통(series), 토양구(type), 토양상(phase)을 결정하게 된다. 즉 모재, 지형, 토성, 경사, 배수등급, 유효토심, 경반층, 침식등급, 자갈함량 등을 고려하여 결정하게 된다.

1) 지형 : 토양조사에서 우리나라 지형은 산악지, 산록경사지, 홍적대지, 곡간, 선상지, 하성평탄지, 하해흔성평탄지 등으로 구분한다.

2) 토성 : 토성은 모래, 미사(微砂), 점토(粘土)의 상대적인 비율을 가리키며, 현장에서 사용하는 촉감법과 실험실에서는 피펫이나 비중계법을 이용한다. 토성속이나 토성을 측정한다.

3) 경사 : 경사는 토양표면의 기울기 정도를 표시하는 것으로 %로 표시한다. A(0-2%), B(2-7), C(7-15), D(15-30), E(30-60), F(>60%) 등급이 있다.

4) 배수등급 : 자연상태하에서 토양이 물에 불포화되는 유지 시간이나 빈도를 나타내며, 토양배수 등급은 매우양호, 양호, 약간양호, 약간불량 그리고 불량으로 구분한다.

5) 유효토심(有效土深) : 유효토심(有效土深)은 작물이 뿌리를 뻗고 땅속에서 호흡하며 물과 양분을 충분히 흡수할 수 있는 깊이로, 20cm 미만, 20~50cm, 50~100cm, 100cm 이상으로 4단계로 구분한다.

6) 경반층(硬盤層) : 경반층은 용적밀도가 매우 높아, 공기나 물의 투수가 불량하고, 과수의 경우에는 뿌리가 잘 뻗지 못하게 한다. 경반층 출현유무와 깊이 50cm 이상 및 이하로 존재여부로 구분한다.

7) 지하수위(地下水位) : 토양내부의 기층(基層)에 정체되어 있는 물로서, <50, 50~100, 100~150 그리고 150cm 이상으로 구분한다. 지하수위의 구분은 토양배수와도 밀접한 관계가 있다.

8) 자갈함량(石礫含量) : 표토의 자갈은 농기계작업에, 심토의 자갈함량은 식물뿌리의 신장에 영향을 주며, 보비(保肥), 보수(保水)에도 영향을 미친다. 구분은 <10%, 10~35%, 35% 이상으로 구분한다.

9) 침식등급 : 침식이란 물, 바람, 중력에 의해 토양이 유실되는 현상을 말한다. 토양조사시 침식정도는 1-4 가지 등급으로 나누고 있다.

2-3 토양도 작성방법

가. 작도단위

현장에서 토양경계선을 작성하고 그 안에 기재할 내용을 작도단위(Mapping units)라고 하는데 작도단위의 구성은 토양조사의 종류에 따라 다르다. 개략토양조사에서는 대토양군이나 토양복합체(Soil consociations)부호를 쓸 수도 있다. 그러나 정밀토양조사에서는 개별토양(토양통-토양구-토양상 등)을 부호화함이 원칙이다. 한편 세부정밀토양조사에서는 정밀토양조사의 작도단위를 포함함은 물론이고 목적에 따라 토양특성을 세분한 기호나 숫자로 조합된 작도단위를 만들어 작도해야 한다. 정밀토양조사시 작도단위는 토양통, 토양구, 토양상 그리고 토지이용 등으로 구성된다. 정밀토양 조사에서는 먼저 지형과 표토의 특성, 단면특성 등을 조사하여 토양통이 결정되면, 경사측정기로 경사도를 조사하고 침식정도를 추정하며, 표토의 토성을 감촉으로 파악하며 토양구와 토양상을 결정하므로써 작도단위가 결정된다. 조사지점은 항상 그 작도단위를 대표할 수 있는 중앙지점 이어야 하며, 주변 토양과의 경계선이 정해지면 토양경계선 설정이 가능해 진다. 이때 조사지역의 지형, 지물 등 주위의 환경을 잘 파악하면 정확한 경계선을 작도할 수 있으며 이와 같은 작업을 현장작도(Mapping)라 한다. 예를 들면 화강암 지대 산악지 토양으로 상당히 깊이 풍화되

어 있으나 침식이 있어 표토 및 심토가 황갈색 혹은 적갈색 사양토인 임야를 삼각 사양토(Sg), 침식이 있는 7-15%경사(C2)라고 작도되어 있다고 가정했을 때 삼각은 토양통(Soil series)에 해당되고 사양토는 토양구(Soil type), 그리고 침식이 있는(침식등급 2) 7-15%경사는 토양상(Soil phase)에 해당된다. 이때 작도단위는 SgC2F 인데 F는 토지이용이 임지(Forest)임을 뜻한다.

3. 토양분류

3-1 토양분류 체계

우리나라는 미국의 토양분류체계인 Soil Taxonomy를 채택하였는데, 이것은 객관적이고, 정량적인 방법으로 토양내의 진단층위(Diagnostic Horizon)의 존재유무와 종류에 의해 분류한다. Soil Taxonomy의 분류단위는 목(order), 아목(suborder), 대군(great group), 아군(subgroup), 속(family) 및 통(series)으로 구성된다. 현재 12개 목으로 분류되고 있다.(USDA-NRCS 1995; 1996; 1999; 2001; 2004; 2006)

3-2 토양분류 현황

현재 분류된 토양은 표2에서와 같이 7개의 목, 14개의 아목, 390개의 토양통이다.(NIAST 2000) 우리나라의 기후조건을 보면 강우량이 증발산량보다 많은 온난습윤 기후이기 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 짧은 토양인 Inceptisols이 가장 많이 분포하고 있다(표 3). 분포비율이 전국토의 69.2%나 되며, 토양통 수로는 210개나 된다. udic 토양수분상을 보유하는 Udepts가 133개 토양통으로 아목 단위에서 가장 평범하게 분포하고 있으며, 논토양으로 aquic 토양수분상을 보유하는 Aquepts가 77개 토양통으로 그 다음 많이 분포하고 있다.

표 2. 토양의 분류 현황

목(7)	면적(ha, %)	아목(14)	토양통(390)
Inceptisols	6,668,271(75.8)	Aquepts / Udepts	77/ 133
Entisols	1,315,390(15.)	Aquents/ Fluvents Orthents/ Psammements	14/ 13 17/ 20
Ultisols	398,291(4.5)	Udults	28
Alfisols	276,397(3.1)	Aqualfs/ Udalfs	7/ 37
Andisols	129,261(1.5)	Udands/ Vitrands	39/1
Mollisols	5,344(0.1)	Udolls	2
Histosols	384(0.004)	Sapriststs/ Hemists	1/1

토양 생성발달이 미약하여 층위의 분화가 없는 새로운 토양인 Entisols이 토양통 수가 64개로 Inceptisols 다음으로 많이 분포하고 있다. 논토양으로 aquic 토양수분상을 보유하는 Aquents, 하천의 범람으로 생성된 Fluvents, 하천변과 해안가의 사질토양인 Psammements, 암석이나 자갈 함량이 매우 높은 Orthents가 분포한다. 토양이 침식되거나 충적물이 쌓이는 조건이 아닌 홍적대지나 약한 경사의 잔적지에는 우리나라의 기후조건에 대응하여 Ultisols 또는 Alfisols이 주로 분포하고 있다. Alfisols에는 aquic 토양수분상을 보유하는 Aqualfs와 udic 토양수분상을 보유하는 Udalfs가 분포한다. 강산성 토양인 Ultisols에는 아목단위에서 udic 토양수분상을 보유하는 Udults만 분포한

다. Andisols은 화산회토로서 Allophane 또는 Al-유기복합체가 주가 되는 토양이며, 유기물 함량이 매우 높고 인산고정력이 큰 반면에 용적밀도가 매우 낮다. 화산지대인 제주도와 울릉도에 분포하고 있다. 산방통만 비풍화 화산분출물의 함량이 높은 Vitrands이고, 그 외의 Andisols은 udic 토양수분상을 보유하는 Udands이다.(송관칠 et al., 2006)

Mollisols은 주로 반건반습 기후조건하의 초지에서 생성 발달하여 유기물 함량이 높고, 석회 함량이 높은 토양인데, 우리나라에서는 석회암 지대와 해안가에 좁은 면적으로 분포한다. 아군단위에서는 udic 토양수분상을 보유하는 Udolls만 분포한다. Histosols은 물이 포화된 지역이나 늦지대에서 생성발달되는 유기질토양으로서 저습지에 국부적으로 분포한다. 제주도의 저습지에 분포하는 이호통이 Saprists이고, 주로 동해안의 저습지에 분포하는 용호통이 Hemists이다. 토지이용 형태별 토양통 분포를 보면 논토양에서는 152개의 토양통이 발견되고 있으며 밭토양에서는 135개의 토양통이 발견되고 있다. 나머지 103개의 토양통이 임지토양이다. 논과 밭은 임지에 비하여 면적이 현저하게 적으나, 토양통의 수는 오히려 더 많아, 토양이 다양하게 분포하고 있음을 알 수 있다.

4. 농경지 토양의 유형별 구분

논과 밭토양에 대하여 각각 6종의 유형을 구분해 하였으며, 토양조사와 해설 결과 중 가장 널리 활용되고 있다. 보통논은 매년의 기상상태에 따른 작황 안정성이 높고 보편적인 관리로 비교적 성공적인 벼 재배가 가능함을 뜻하며, 최고수량을 내는 특성과는 구별할 필요가 있다. 그러나 보통논 이외의 유형은 작황 안정성이 낮고 수량도 낮은 편이므로 저위생산논으로 취급하기도 했다. 저위생산지에 해당하는 각 유형별 개량 및 생산력 증대를 위한 연구가 농촌진흥청의 소속 연구기관에서 70~80년대에 걸쳐 많이 이루어 졌었다. 밭토양도 논토양과 비슷한 토양 유형을 구별하였다. 표 21은 우리나라 논토양의 유형별 구분기준이며, 분포비율은 표 4와 같다. (농촌진흥청, 1992)

표 4. 우리나라 논토양 및 밭토양의 유형별 분포비율

구 분	보통	사질	미숙	습	염해	특이산성	계
논토양(%)	31.9	31.9	23.0	9.1	3.9	0.2	100.0
밭토양(%)	42.0	23.3	17.5	(중점밭) 13.9	(고원밭) 1.1	(화산회밭) 2.2	100.0

참고문헌

- 농촌진흥청. 농업기술연구소. 1973. 토양조사편람 제1권. 한국토양조사 자료1
- 농촌진흥청. 농업기술연구소. 1992. 증보 한국토양총설. 토양조사자료 13
- 농촌진흥청. 호남농업시험장. 2003. 토양조사 이론과 실무
- 송관칠 외5. 2006. 장호통의 분류. 토양비료학회 추계학술발표회. p124
- NIAST. 2000. Taxonomical classification of Korean soils
- USDA-NRCS. 1995. Soil Survey Laboratory Information Manual(No. 45)
- USDA. NRCS. 1996. Soil Survey Laboratory methods manual
- USDA. NRCS. 2001. National Soil Survey Handbook. title 430-VI
- USDA-NRCS. 2004. Soil Survey Laboratory Methods Manual
- USDA-NRCS. 2006. Key to Soil taxonomy
- USDA-NRCS. 1999. Soil Taxonomy