

다차원척도법을 이용한 우리나라 퇴적암 유래토양의 분류 및 해설

손연규^{1*} · 서명철² · 박찬원¹ · 현병근¹ · 장용선¹

¹농촌진흥청 국립농업과학원, ²농촌진흥청 국립식량과학원

The Classification and Interpretation of Korean Soils Derived from Sedimentary Rocks using Multidimensional Scaling

Yeon-Kyu Sonn^{1,*}, Myung-Chul Seo², Chan-Won Park¹, Byung-Keun Hyun¹, and Yong-Seon Zhang¹

¹National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon, 441-707, Korea

²National Institute of Crop Science, 1085 Neidong, Milyang, 627-803, Korea

It is very important to characterize five major properties of topography, drainage class, soil texture, available soil depth, and gravel content for soil survey. We used multidimensional scaling method for analyzing five major properties for the soils originated from sedimentary rocks to understand their relationships. We simplified 5 major characteristics on soils derived from sedimentary rocks. That is, topographic factor was 15 to 9, soil texture was 32 to 6, drainage class was 6 to 5, available depth was 4, and gravel content was 3. For the viewpoint of eigenvector, from dimension 2, 3 to dimension 1, 4, mountain soils and more fine soils dominated. By eigenvalue, there was no tendency, but in details, was some tendency between small groups. Like this, closely observe exceptional distribution of soils, we need improved intra-group homogeneity based on weight control of soil factor, addition and subtraction of soil factors. Also, we carefully analyzed soil characteristics involved intra-group, then we need reconsideration of past classification units.

Key words : Eigenvalue, Eigenvector, Multidimensional scaling

서 언

합리적인 토지이용 계획수립과 농업생산의 기본인 토양조사 및 분류는 다양한 기초과학의 이해와 현장 조사경험을 바탕으로 해야 가능하다. 토양생성인자에 관여하는 학문으로는 토양의 모태인 암석에 관한 학문인 지질학, 지표면의 형상과 형성과정에 관한 학문인 지형학, 토양에 서식하는 동식물의 종류와 양상에 관한 생물학과 생태학, 유구한 세월을 두고 토양을 생성시키고 있는 과거와 현재의 기후학 등 기초과학과 토지이용과 생산성에 관한 농학, 수리·수문학, 토목학, 원격탐사와 제도학 등의 응용과학에 대한 이해를 바탕으로 하고 있다. 또한, 토양조사와 분류는 오랜 현장 및 실험실 경험과 더불어 전산학, 통계학 등의 이론도 필요로 한다. 이와 같은 복합과학의 산물인 토양조사 결과는 일반적인 정보이용자가 손쉽게 이해하

고 응용하기는 쉽지 않은 일이다.

토양의 분류에는 생성학적 특성을 기준한 체계적 분류(Taxonomical classification)와 실용적 분류(practical classification) 혹은 해설적 분류(interpretative classification)로 구분된다. 토양조사 결과를 “토양조사 해설”(soil survey interpretation) 혹은 “토양해설”이라 불리는 과정을 거쳐, 일반화(generalization)해야 비로소 이용자가 활용하기 쉽게 된다.

실용적 분류인 사토 논에서의 해설(정 등, 1982), 논 의 적성등급 구분(정 등, 1986), 답전윤환에서의 분류(정 등, 1994, 1996), 논토양의 실용적 분류(정 등, 2001), 밭에서의 비옥도관리그룹(정 등 1991)에 대한 연구 등은 현장경험을 바탕으로 한 체계이다. 우리나라의 토양분류는 1965년 이후 많은 학자들에 의해 수행되어 생성학적 분류는 매우 선진적이며, 크게 발달되어 있는 편이다(정 등, 1996).

유사토양 혹은 지역간의 비교분석을 위한 통계적 접근방법은 주로 사회과학 방면에 많이 활용되고 있으며, 농업분야에서는 농업기상을 주성분분석(PCA,

접 수 : 2008. 10. 8 수 리 : 2008. 12. 3

*연락처자 : Phone: +82312900338,

E-mail: sonnyk@rda.go.kr

Principle Component Analysis), 군집분석(CA, Cluster Analysis)을 하여 전국 142개 지역을 19개 소분류 유사지역과 7개 대분류 유사지역으로 구별하였고, 분류된 19개 지역의 평균값을 다차원척도법(MDS, Multi-Dimensional Scaling)을 사용하여 6개 지역으로 분류하였다(김 등, 1994). 수목원의 잡초군락을 조사하여 다변량 통계의 일종인 DCCA(Detrended Canonical Correspondence Analysis) ordination을 하여 2개의 좌표평면 상에 화학성 및 환경요인을 두어 군락과의 관계를 해석(황 등, 2003)을 한 바 있다. 또한, 유기농업 지역 토양내의 화학성들 사이의 유사성을 해석하기 위하여 PCA(Principle Component Analysis) 분석을 수행하기도 하였다(Lee et al., 2004). 암반절개사면의 붕괴위험도를 판정하기 위하여 수량화방법 I (Quantification theory I)을 사용하여 분석을 한 경우도 있다(이, 2004).

본 연구에서는 토양조사에서 중요한 지형, 배수등급, 유효토심, 토성(속), 자갈함량 등 5가지 특성을 이용하였으며, 다차원척도법(Multidimensional Scaling)을 이용하여 토양의 형태적 특성들을 복합적으로 인지할 수 있는 방법으로 새로운 차원에 적용시켜 새로운 분류를 시도하고 그 연관성들을 해석하여 토양조사분류 시 객관성과 정밀도를 증진시키기 위해 수행되었다.

본 연구는 인근토양 및 유사토양들간의 비교 등을 위한 생성학적 분류의 일부로도 활용되면서, 활용도 증진을 위한 토양해설의 한 수단으로도 쓰일 수 있는

통계학적 토양특성 비교방법의 일환으로 수행되었다.

재료 및 방법

본 연구에서 분석의 기본단위는 토양의 연속성에 기초하여 기 분류되어 있는 우리나라 퇴적암 유래 토양을 대상으로 분류와 해설을 시도하였으며 퇴적암의 종류에 따른 토양통의 개수는 표 1과 같다. 퇴적암은 그 입자의 크기와 형태 및 물질에 따라, 역암 및 사암, 적색혈암, 회색혈암, 삼기층, 석회암 등으로 크게 구별할 수 있다.

이들 퇴적암에서 유래된 63개 토양통에 대한 형태적, 물리화학적 특성에 대한 자료가 많으나 쉽게 판단하고 분류할 수 있고 실제 영농에서 중요한 요소로 볼 수 있는 지형, 배수등급, 유효토심, 토성(속), 자갈함량 등 5개의 형태적 특성을 본 연구에서 추출하여

Table 1. The number of soil series derived from the Sedimentary Rock in Korea.

Kind of sedimentary rock	No. of soil series
	63
Sandstone	10
Conglomerate	7
Limestone	16
Red shale	10
Gray shale	16
Tertiary system	4

Table 2. The arranged categories for 5 soil characteristics used by multi-dimensional scaling analysis.

Soil characteristics	Kinds of variables original data	Kinds of modified variables
Topography	Mountains, Hilly and Rolling	Mountains
	Mountain foots & Corrosion areas	Mountain foots
	Valleys, Alluvial fans	Valleys, Alluvial fans
Drainage classes	Somewhat excessively drained, Well drained, Moderately well drained, Somewhat poorly drained, Poorly drained	not modified
Available depth(cm)	<20, 20 50, 50 100, >100	not modified
Soil textural families	Co. loamy, Co. loamy/Rock,	Coarse loamy
	Co. loamy/Sandy Sk., Co. loamy/Sandy,	
	Co. loamy/F. loamy, Co. loamy/F. silty, Co. loamy/Clayey,	
	Co. loamy/Weathered saprolite	Fine loamy
	F. loamy, F. loamy/Rock,	
	F. loamy/Skeletal, F. loamy/Sandy Sk.,	
	F. loamy/Sandy, F. loamy/Co. loamy,	Fine silty
	F. loamy/Clayey, F. loamy Sk.,	
	F. loamy skeletal with shells	Clayey
	F. silty, F. silty/Rock, F. silty/Sandy,	
Gravel content(%)	F. silty/Co. loamy, F. silty/F. loamy,	not modified
	F. silty/Co. silty, F. silty skeletal,	
	Clayey, Clayey skeletal	
	<10, 10 35, >35	

Appendix I . The main characteristics of soil series derived from sedimentary rock.

Soil series	Topography	Soil texture (family)	Drainage class	Available depth (cm)	Gravel content (%)
Goryeong	Valleys	Fine silty	Poorly	20-50	0-10
Yugye	Valleys	Clayey	Somewhat poorly	>100	0-10
Pyeongjeon	Alluvial fans	Clayey	Well	50-100	0-10
Bangog	Valleys	Clayey	Well	50-100	0-10
Yuha	Hilly	Fine silty	Well	50-100	0-10
Maesan	Hilly	Clayey	Well	50-100	0-10
Sirye	Hilly	Clayey	Well	50-100	0-10
Hajeong	Hilly	Clayey	Well	50-100	0-10
Guisan	Hilly	Fine loamy	Well	50-100	10-35
Imsan	Hilly	Fine loamy	Well	50-100	10-35
Sinjeong	Hilly	Fine loamy	Well	50-100	10-35
Buyeo	Hilly	Fine loamy	Well	50-100	10-35
Pyeongchang	Mountains	Clayey	Well	50-100	0-10
Gwarim	Mountains	Fine loamy	Well	50-100	10-35
Mosan	Mountains	Clayey	Somewhat excessively	20-50	0-10
Uji	Mountain fots	Clayey	Well	50-100	10-35
Pyeonggan	Mountain fots	Clayey	Well	50-100	10-35
Jangseong	Mountains	Fine loamy	Somewhat excessively	20-50	10-35
Mitan	Mountain fots	Clayey	Well	20-50	>35
Cheongryong	Mountains	Fine loamy	Somewhat excessively	20-50	>35
Eumseong	Mountains	Fine loamy	Somewhat excessively	20-50	>35
Yeongdong	Mountains	Coarse loamy	Somewhat excessively	0-20	10-35
Habin	Mountains	Coarse loamy	Somewhat excessively	0-20	10-35
Jeongdong	Mountains	Fine loamy	Somewhat excessively	0-20	>35
Nagsan	Mountains	Coarse loamy	Well	20-50	>35
Cheongsim	Mountains	Coarse loamy	Somewhat excessively	20-50	>35
Daegu	Hilly	Fine loamy	Somewhat excessively	0-20	>35
Dogye	Mountain fots	Fine loamy	Well	20-50	>35
Deoggog	Mountain fots	Fine loamy	Moderately well	20-50	>35
Isan	Hilly	Coarse loamy	Somewhat excessively	50-100	10-35
Jincheon	Valleys	Fine loamy	Well	20-50	>35
Maji	Alluvial fans	Fine loamy	Well	20-50	>35
Gugog	Valleys	Fine loamy	Moderately well	50-100	>35
Banho	Alluvial fans	Fine loamy	Well	>100	10-35
Anmi	Alluvial fans	Fine loamy	Well	>100	10-35
Yeongweol	Alluvial fans	Fine loamy	Well	>100	10-35
Dain	Valleys	Coarse loamy	Well	>100	10-35
Jugog	Valleys	Coarse loamy	Well	>100	10-35
Imdong	Valleys	Coarse loamy	Well	>100	10-35
Dojeon	Mountain fots	Fine loamy	Well	>100	10-35
Magog	Valleys	Coarse loamy	Moderately well	50-100	10-35
Dongam	Valleys	Coarse loamy	Moderately well	>100	10-35
Maryeong	Valleys	Coarse loamy	Moderately well	>100	10-35
Oggye	Alluvial fans	Fine loamy	Moderately well	>100	10-35
Danbug	Valleys	Coarse loamy	Well	>100	0-10
Euseong	Hilly	Coarse loamy	Somewhat excessively	20-50	0-10
Gamgog	Valleys	Fine loamy	Well	>100	0-10
Bigog	Valleys	Fine loamy	Moderately well	>100	10-35
Yuhyeon	Valleys	Fine loamy	Moderately well	>100	10-35
Yonggog	Valleys	Coarse loamy	Moderately well	>100	0-10
Yulgog	Alluvial fans	Fine loamy	Moderately well	>100	0-10
Jeomgog	Valleys	Coarse loamy	Somewhat poorly	>100	0-10
Angye	Valleys	Fine loamy	Moderately well	>100	0-10
Samam	Valleys	Fine loamy	Moderately well	>100	0-10
Yanggog	Valleys	Fine loamy	Somewhat poorly	>100	0-10
Cheonggye	Alluvial fans	Fine silty	Moderately well	>100	0-10
Juggog	Alluvial fans	Fine silty	Moderately well	>100	0-10
Yeongil	Hilly	Coarse loamy	Well	20-50	0-10
Gyeongsan	Valleys	Fine silty	Moderately well	>100	0-10
Yuga	Valleys	Fine silty	Somewhat poorly	>100	0-10
Mungyeong	Valleys	Fine silty	Somewhat poorly	>100	0-10
Bonggog	Valleys	Fine silty	Somewhat poorly	>100	0-10
Yugog	Valleys	Fine silty	Somewhat poorly	>100	10-35

사용하였다. 이의 토색, 경반층, 지하수위, 특이층위의 유무 등 토양통을 판별하는데 영향을 끼치는 세부적인 요인은 배제하였다.

다차원척도 분석을 위해 선발된 변수인 5개의 토양 형태적 특성별 구분기준은 우리나라 전체 토양에 대하여 단순화를 시도하였다. 즉, 지형요인은 15 → 9개로, 토성(속)은 32 → 6개로, 배수등급은 6 → 5개로 축합하였고, 유효토심(4개) 및 석력함량(3개)은 그대로 분석에 이용하였다. 지형요인은 산악지, 구릉지, 산록경사지, 곡간지, 선상지의 5등급으로 분류되었으며, 토성(속)은 사양질, 식양질, 미사식양질, 식질의 4등급으로 분류되었으며, 배수등급은 “매우양호”, “양호”, “약간양호”, “약간불량”, “불량”의 5등급으로 분류되었다. 유효토심은 0~20, 20~50, 50~100, 100cm 이상의 4등급으로 분류되었고, 자갈함량은 0~10, 10~35, 35% 이상의 3등급으로 분류되었다(Table 2).

다변량자료를 분석하고자 할 때는 종속변수가 있는지 없는지에 따라 그 사용방법들이 다르고 종속변수가 있을 경우 그 자료가 양적인지 질적인지를 구별해야 하며, 그 이후 독립변수가 양적인지 질적인지에 따라 사용하는 기법들이 다르다. 이 분석에 사용된 우리나라의 토양통의 특성에 해당하는 자료는 종속변수가 없는 자료이며, 그 특성들이 질적인 자료이므로 클러스터분석이나 다차원척도법을 사용할 수 있게 된다.

퇴적암 유래 토양의 실용적 분류를 위해 토양통에서 제시된 토양의 형태적 특성을 이용하여 다차원척도법을 이용하였다. 먼저, 설정된 토양 특성에 관한 질적 자료를 표준화하여 Similarity coefficient를 계산하였다. 이를 이용하여 고유치(eigenvalue)와 고유벡터(eigenvector)를 산출하고 이를 분석한 후 인지도(Perceptual map)를 나타내었으며 개념적인 다차원척도법 분석과정은 그림 1에 나타내었다. 인지도에서 표현되는 값들을 고유치(eigenvalue)와 고유벡터

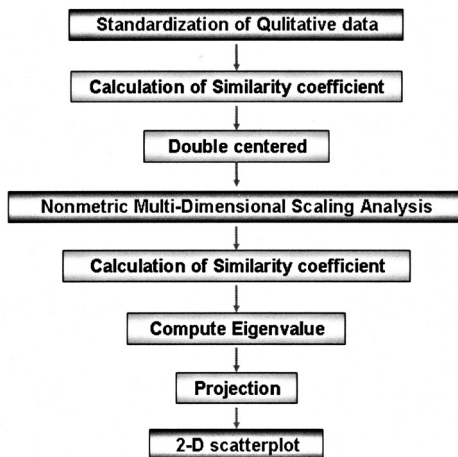


Fig. 1. Flowchart of Multi-dimensional scaling(MDS) for the study.

(eigenvector)를 이용하여 실용적인 분류와 해석을 시도하였으며 이와 같은 통계처리에는 NTSYS pc ver 2.11L을 사용하였다.

결과 및 고찰

우리나라에서 퇴적암 유래토양의 면적은 정밀토양조사 기준으로 하여 약 120만 ha로 우리나라 토양의 6.2%를 차지하고 있으며 그 분포는 그림 2와 같이 경상분지와 충북 및 강원남부를 중심으로 분포하고 있다. 퇴적암은 대표적인 유형은 혈암(Shale)이고, 이들은 다시 암석의 색에 따라 회색혈암과 적색혈암으로 나누어지며 흑색사암도 존재하지만 편의상 회색혈암의 범주에 포함시켰다. 의성군 주변의 사암, 영동군 지역의 역암을 비롯하여 강원도에 많이 분포하는 석회암 및 포항시 일대에만 존재하는 반고결암 상태인 제3기층 등으로 나누어 볼 수 있다.

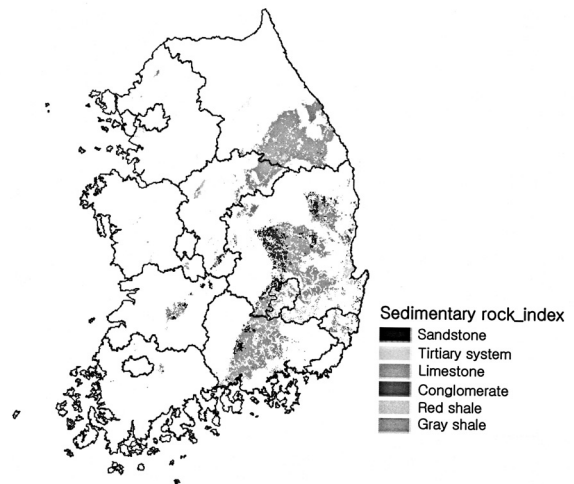


Fig. 2. Distribution of soils derived from sedimentary rocks in Korea.

우리나라의 퇴적암 유래 토양은 63개의 토양통으로 구분되고 이들은 형태적 특성을 기준해 분류하였기 때문에 실제 영농활동에 있어 퇴적암 토양통을 구분하기 어렵고 관련된 특성에 알맞은 토양 및 작부관리가 어렵다. 좀 더 실용적인 분류체계를 만들기 위해 실질적인 토양 특성을 기초로 다수의 질적인 변수를 처리하여 새로운 특성을 추출할 수 있는 통계적 방법인 다차원척도법을 이용하여 분석하였으며 Fig. 3.에 결과산물인 인지도를 나타내었다. 객관적인 분류를 위해서 미지의 원점으로부터의 거리를 나타내는 eigenvalue를 기준으로 두 그룹으로 나누었으며, 원점으로부터의 방향을 나타내는 eigenvector를 기준으로 4개의 사분면으로 나누어 총 8개의 그룹으로 분류하여 보았으며 각 그룹에 해당되는 토양통의 이름을 Table 3에 표시하였다. I-A 그룹에 해당되는 토양통

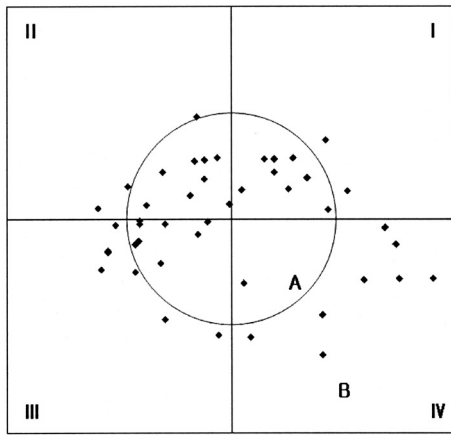


Fig. 3. Perceptual map of soil series derived from sedimentary rocks.

은 반호통을 비롯한 8개, I-B 그룹은 8, II-A 그룹은 9개 토양통이 해당되었으며 III-B 그룹은 반곡통을 포함하여 가장 많은 13개의 토양통이 속하였으며 IV-A 그룹은 이산통 하나만이 해당되었다. 이러한 분류결과에 따른 해설의 기초자료를 만들기 위하여 해당되는 그룹에 대한 각 토양통들의 형태적 특성에 따라 특징을 Table 4.에 나타내었다.

Eigenvector를 기준으로 하여 사분면으로 구분하고,

동심원을 그려 eigenvalue를 구분하여 나타내었다. 1사분면과 대칭되는 3사분면을 보면 1사분면 쪽에서 배수등급이 좋은 경향이 나타났으며 지형적으로 볼 때 산악지 쪽으로 나타나 이는 지형과 배수등급 면에서 1에서 3사분면 쪽으로 갈수록 상대적인 높이의 차이가 나타남을 알 수 있었다. 2사분면과 4사분면에서는 지형적으로는 4사분면에서 산악지 토양이 분포하고 있었으며, 역시 2사분면보다 배수등급이 좋게 나타났다. 토성(속)은 2사분면이 좀 더 조립질인 것을 알 수 있었고 전체적으로 eigenvector면에서 볼 때 2, 3사분면에서 1, 4사분면으로 갈수록 산토양 쪽으로 가면서 토성도 세립화하는 것을 알 수 있었다(Table 3).

Eigenvalue를 기준으로 보면, 1사분면에서는 eigenvalue가 큰 토양이 산악지 토양이 많았고, 배수도 더 좋았으며 토심은 낮은 것으로 나타났다. 2사분면에서도 eigenvalue가 큰 그룹에서 산토양이 분포하고 있었다. 3사분면에서는 eigenvalue가 작은 그룹에서 산토양이 분포하고 있었고, 점토함량도 낮았으며, 배수는 양호한 쪽으로 나타났다. 4사분면에서는 eigenvalue가 큰 그룹에서 토성이 세립질로 나타났고, 유효토심이 작게 나타났다. Eigenvalue측면에서 볼 때는 뚜렷한 경향을 찾아보기는 어려웠으나 eigenvector

Table 3. Soil series distribution of each group.

Soil series	
I -A	Banho, Uji, Pyeongan, Buyeo, Sinjeong, Imsan, Guisan, Yuha
I -B	Hajeong, Maesan, Sirye, Mosan, Pyeongchang, Mitan, Jangseong, Gwarim
II -A	Pyeongjeon, Juggog, Cheonggye, Gyeongsan, Yugye, Yugog, Bonggog, Mungyeong, Yuga
II -B	Yeongil, Angye, Samam, Yulgog, Yuhyeon, Bigog, Yanggog, Goryeong, Yonggog, Jeomgog
III -A	Euiseong, Dojeon, Gangog
III -B	Banho, Yeongweol, Anmi, Danbug, Oggye, Dain, Jugog, Imdong, Maji, Gugog, Dongam, Maryeong, Magog
IV -A	Isan
IV -B	Jincheon, Dogye, Daegu, Eumseong, Cheongryong, Yeongdong, Jeongdong, Habin, Deoggog, Cheongsim, Nagsan

Table 4. Interpretation of classification results.

	Topography	Soil texture (family)	Drainage class	Available depth (cm)	Gravel content (%)
I -A	Hi, Mf, Af	C ≥18% [†]	well	>50cm	<35%
I -B	M, Hi, Mf	FiL, C	ex. well, well	20 100cm	-
II -A	Lv, Af	FiSi, C	well, mod, imp.	>50cm	<35%
II -B	Hi, Lv	C <35% [†]	-	-	0 10%
III -A	Hi, Mf, Lv	C <35%	ex. well, well	-	<35%
III -B	Lv, Af	CoL, FiL, C	well, mod.	-	-
IV -A	Hi	CoL	ex. well	50 100cm	10 35%
IV -B	Lv, Mf, Hi, M	CoL, FiL	ex. well, well, mod.	<50cm	>10%

Topography M: Mountain, Hi: Hilly, Mf: Mountain foot slope, Lv: Local valley, Af: Alluvial fan,

Soil texture C: clayey, FiSi: Fine silty, FiL: Fine loamy, CoL: Coarse loamy,

Drainage class ex. well: excessively well drained, well: well drained, mod.: moderately well drained, imp.: imperfectly drained

[†] C ≥ 18% : Fine loamy, Fine silty, Clayey

[†] C < 35% : Fine loamy, Fine silty, Coarse loamy, Coarse silty, Sandy

를 기준하고 그 내에서 eigenvalue를 고려하면 그룹들 간의 차이가 많이 나타나는 것으로 보였다(Table 2).

이와 같이 동일군집 내에 약간의 예외적인 토양이 분포함에 주시하여 분석인자의 가중치를 조정하거나, 인자의 가감 등에 의하여 군집내의 동질성을 개선할 여지가 있었다. 또한 동일군집에 포함되는 토양들의 특성을 보다 면밀히 조사 연구하여 기존의 분류단위를 재고해야 할 필요성도 인정되었다. 그러나 이와 같은 연구는 차후의 연구과제로 본다.

적 요

토양의 중요한 5가지 특성 즉, 지형, 배수등급, 유효토심, 토성(속), 자갈함량 등의 특성을 이용하여 이 5가지의 특성을 복합적으로 인지하는 것은 매우 어려운 일이기 때문에 이들을 새로운 차원에 적용시켜 그 연관성들을 보고자 다차원척도법(Multidimensional Scaling)을 이용하였다.

퇴적암 유래토양의 각 특성별 구분기준은 우리나라 전체 토양에 대하여 단순화를 시도하였다. 즉, 지형요인은 15 → 9개로, 토성(속)은 32 → 6개로, 배수등급은 6 → 5개로 축합하였고, 유효토심(4개) 및 석력함량(3개)은 그대로 분석에 이용하였다. 지형요인은 산악지, 구릉지, 산릉경사지, 곡간지, 선상지의 5등급으로 분류되었으며, 토성(속)은 사양질, 식양질, 미사식양질, 식질의 4등급으로 분류되었으며, 배수등급은 “매우양호”, “양호”, “약간양호”, “약간불량”, “불량”의 5등급으로 분류되었다. 유효토심은 0~20, 20~50, 50~100, 100cm 이상의 4등급으로 분류되었고, 자갈함량은 0~10, 10~35, 35% 이상의 3등급으로 분류되었다.

전체적으로 eigenvector면에서 볼 때 2, 3사분면에서 1, 4사분면으로 갈수록(왼쪽에서 오른쪽으로) 산토양 쪽으로 가면서 토성도 세립화하는 것을 알 수 있었다. Eigenvalue측면에서 볼 때는 뚜렷한 경향을 찾아보기는 어려웠으나 eigenvector를 기준하고 그 내에서 eigenvalue를 고려하면 그룹들간의 차이가 많이 나타나는 것으로 보였다.

이와 같이 약간의 예외적인 토양이 분포함에 주시하여 분석인자의 가중치를 조정하거나, 인자의 가감 등에 의하여 군집내의 동질성을 개선할 여지가 있었

다. 또한 동일군집에 포함되는 토양들의 특성을 보다 면밀히 조사 연구하여 기존의 분류단위를 재고해야 할 필요성도 인정되었다.

인 용 문 헌

- Hwang, J. B., K. K. Shim, Y. W. Kwon, H. K. Song, S. B. Song, D. C. Lee and S. C. Kim. 2003. Weed Occurrence at Several Arboreta of Korea and Their Vegetation Analysis. *Kor. J. Weed Sci.* 23(1): 40-47.
- Jung, S. J., C. S. Park, G. S. Hyeon, S. K. Rim, G. H. Cho and Y. T. Jung. 1996. Land Suitability Classification and It's Distribution for Paddy-Upland Rotations in Korea. *RDA. J. Agri. Sci.* 38(1): 357-363.
- Jung, Y. T., E. H. Park, Y. P. No and K. T. Um. 1986. Suitability Grouping System of Paddy Soils for Multiple Cropping. Part II: Criteria of the Suitability Grouping. *Korean J. Soil Sci. Fert.* Vol. 19(4): 283-289.
- Jung, Y. T., E. S. Yang and R. K. Park. 1982. Studies on the Interpretative Classification of Paddy Soils in Korea. I: A Study on the Classification of Sandy Paddy Soils. *Korean J. Soil Sci. Fert.* Vol. 15(2): 128-140.
- Jung, Y. T., E. S. Yun, K. T. Um, Y. D. Park and J. D. So. 1991. Fertility Management Grouping(FMG) of Cultivated Upland Soils in Korea. *Res. Rept. RDA* 33(2): 53-60.
- Jung, Y. T., I. S. Son, E. S. Yun, J. K. Kim, S. J. Jung and G. H. Cho. 1994. A Study on the Establishment of Land Suitability Grouping for Paddy-Upland Rotation System in Korea. *RDA J. of Agri. Sci.* Vol. 36(2): 262-267.
- Jung, Y. T., S. J. Jung, G. S. Hyeon, Y. K. Sonn, Y. K. Cho, E. S. Yun and G. H. Cho. 2001. Classification of Morphological types of the Korean Paddy Soils for Practical Use of Soil Survey Results. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 34(2): 77-84.
- Jung, Y. T., Y. P. No, E. H. Park and K. T. Um. 1987. The Mechanical Properties and Mechanization Adaptability of Paddy Soils in Korea. *Res. Rept. RDA(P M&U)* 29(1): 31-37.
- Kim, C. K. and W. S. Hahn. 1994. Agricultural Meteorology Classification of Region by Multivariate Method. *RDA. J. Agri. Sci.* 36(2): 681-685.
- Kim, J. K., Y. T. Jung, I. S. Son and E. S. Yun. 1991. Characteristics and Distribution of Reclaimable Hilly Soils in Yeongnam Area. *Res. Rept. RDA(S&F)*. 33(1): 1-8.
- Lee Chang Woo. 2004. Prediction of Slope Failure on Rock Cutting Slope. *J. Korean For. Soc.* 93(1): 95-102.