

Analysis of Catena on Representative Soils derived from Granite and Granite Gneiss

Yeon-Kyu Sonn, Hyun-Jun Cho, Byung-Keun Hyun, Hyen-Chung Chun¹, and Kook-Sik Shin*

National Academy of Agricultural Science, RDA, Wanju 565-851, Republic of Korea

¹*National Institute of Crop Science, RDA, Wanju 565-851, Republic of Korea*

(Received: August 12 2015, Revised: August 17 2015, Accepted: August 18 2015)

Soil catena can be characterized by some properties, such as drainage levels and soil textures. Characteristics of soil catena are different drainage levels from a summit to the direction of gravity and similar soil textures. Therefore this study was performed GIS (Geographic information system) and statistical analyses using perimeters from soil series in order to characterize quantitatively and objectively soil distributional properties in Korea. The total of 16 soil series from representative granite and granite gneiss originated soils were selected among inland soils from detailed soil maps (1:25,000 scale) in Rural Development Administration (RDA) and analyzed. After the detailed soil maps were merged by soil series unit, perimeters were measured from one soil series to neighboring soil series using functions of table join, merge, dissolve, buffer, and clip in ArcGIS (10.1). The covering ratio of each soil series unit was calculated from neighboring perimeters by soil series and applied to clustering analysis. Soils that were analyzed were the total of 16 soil series; 7 of sandy loam and 9 of clay loam. As a result, analyzed soil series adjoined complicatedly such as Hyocheon series adjoined 26 series and Jisan did 276 series. The results of the clustering analysis showed that soils were clustered by soil textures except a few soil series. This study applied only one property that was a length of neighboring soil series to GIS and statistical analyses. These results were compared to existing soil groups that were classified by new-soil taxonomy, texture, soil type and drainage level. It showed that these analyses can provide soil characteristics by soil texture. Based on this study, there is a need to investigate further objectively and quantitatively in statistical analyses of soil series.

Key words: Catena, Perimeter, GIS, Soil series, Buffer

The number of adjacent soil series.

Land use	Coarse loamy soil series		Fine loamy soil series	
	Soil series	Number of soil series	Soil series	Number of soil series
Upland	Sangju	232	Baegsan	217
	Seongsan	119	Weongog	127
	Noegog	133	Daegog	176
	Galgog	43		
Paddy	Eungog	185	Yongji	244
	Sachon	246	Jisan	276
	Yecheon	186	Hyocheon	26
			Baeggu	54
			Gangdong	82
			Ogcheon	210

*Corresponding author : Phone: +82632382427, Fax: +82632383822, E-mail: sks999@korea.kr

§Acknowledgement : This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. PJ010866012015)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

Introduction

토양조사와 분류는 오랜 현장과 실험실 경험 및 전산학, 통계학 등의 이론도 요구하고 있다. 이러한 복합과학의 산물인 토양조사 결과는 일반적인 정보이용자가 손쉽게 이해하고 응용하기는 쉽지 않다. 토양의 분류에는 생식학적 특성을 기준한 체계적 분류 (Taxonomical classification)와 실용적 분류 (Practical classification) 또는 해석적 분류 (Interpretative classification)로 구분된다. 이러한 토양조사 결과는 토양조사해설 (Soil survey interpretation)의 과정을 거쳐, 일반화해야 사용자가 쉽게 활용할 수 있다 (Sonn et al., 2008). 토양학에서의 분류는 대상이 확연하게 구분되는 동물과 식물들과 달리 다양한 특성들이 다른 경로 및 속도로 변하면서 복합적인 특성을 가진 연속적이면서 다변량적인 자연체이기 때문에 더욱 어려운 분야이기도 하다 (Bockheim et al., 2005).

토양조사분류는 과거 Marbut이 제시한 분류법을 시작으로 1975년에 Soil taxonomy 분류 체계가 제안되어 널리 받아들여지게 되었다 (Song et al., 2005). 이후 1999년 발표된 Soil taxonomy는 정량적인 Diagnostic horizon (감식층위) 및 토양분류에 key개념을 도입한 최초의 분류체계로 평가되고 있다. 최근에는 토양조사 및 분류에 확률과 통계를 바탕으로 하는 정량적 개념이 도입된 토양계량학 (Pedometrics)이라는 연구 분야가 제시되었으며, 지리정보시스템 (Geographic Information System) 및 원격탐사 (Remote Sensing) 등의 기술 발달로 인한 토양 조사 자료의 이용성이 증대되고 있다 (Moon et al., 2007). 또한 토양학의 연구에 있어 많은 통계적 접근방법이 활용되었다. 유사토양 또는 지역간의 비교분석을 위한 통계적 접근방법은 주로 사회과학 방면에서 많은 활용이 있었으며, 농업분야에서는 농업기상을 주성분분석 (PCA, Principle component analysis), 군집분석 (CA, Cluster analysis)을 통하여 전국 142개 지역을 19개 소분류 유사지역과 7개 대분류 유사지역으로 구별하기도 하였다 (Kim et al., 1994). 또한 유기농업지역 토양내의 화학성들 사이의 유사성을 해석하기 위해 PCA 분석을 수행하기도 하였으며, 암반절개사면의 붕괴위험도를 판정하기 위하여 수량화방법 I (Quantification theory I)을 활용한 예도 들 수 있다 (Lee, 2004).

토양 카테나는 지형에 따라 토양연동 (Interlocking of soil)을 나타내는 것이며, 지형에 따른 토양의 규칙적 반복성을 기술하는 작도단위의 용어로 카테나를 사용하였다. 토양 카테나는 모암이 1개와 2개 이상인 형태로 구분하였으며, 1개 모암으로부터 형성된 카테나의 차이는 배수와 표층물질의 측면이동 (Lateral movement)등에서 비롯된 것이라 볼 수 있다. 또한 카테나는 지형, 배수의 연속계로 정의하기도 하였으며, 카테나와 관련된 토양은 지형에 따라 그 위치

에 관련될 수 있는 독특한 토양성질을 나타낸다고 하였다 (Hyeon et al., 1992). 외국에서는 경사면에 따른 차이와 토층의 수직적 차이를 유발하는 과정에 대한 카테나의 개념을 토양생성연구에 적용하여 활발한 연구를 진행하였으나, 국내의 토양에 대해서는 연구가 많지 않았다.

현대에 들어 빅데이터 (Big Data)라는 개념이 등장하고부터 산업적으로 많은 영향을 끼쳐 산업이 재편되고 있는 추세이다. 수천 곳의 인터넷 웹사이트들이 고객들에게 개개인 취향에 맞을지 알 수는 없으나 여러 상품, 콘텐츠, 친구, 집단을 추천하고 서비스 하는 것이 가능하게 되었다. 이렇듯 정보통신 기술의 일상화가 이루어지면서 H/W에서 S/W에 걸쳐 데이터가 정보화 사회의 핵심기술로 등장하고 있으며, 관심영역이 데이터로 확대되고 있고 이런 데이터의 영역에는 빅데이터가 포함되어있어 산업전반 영역에서 이슈가 되고 있다. 이러한 빅데이터의 한 중요한 분야를 차지하는 것이 바로 지리정보시스템 (Geographic information system; GIS)이라고 볼 수 있다.

GIS는 위치정보와 해당위치를 점유하고 있거나 관련이 있는 다양한 현상들에 대한 속성정보에 관계를 설정하고 이러한 관계를 이용해서 각종 분석을 수행할 수 있도록 해주는 정보기술이다. 이러한 다양한 정보들을 담고 있기 때문에 데이터의 양이 방대하며 여러 분야에 다양하게 활용할 수 있다. 현재 농림축산식품부, 환경부, 농촌진흥청 등에서 스마트팜맵, 토지피복도, 토양도 등의 다양한 GIS 정보를 제공하고 있으며, 정부 3.0시대를 맞아 빅데이터 자료를 공유하고 있는 추세이다.

따라서 본 연구에서는 빅데이터인 지리정보 데이터를 활용하여 현재까지 연구가 부족했던 국내 토양의 분포특성의 객관적, 정량적인 분석을 실시하였다. 이를 위해 토양통들의 인접길이 (Perimeter)를 이용하여 GIS 분석 및 통계처리를 수행함으로써 대상 토양통별로 인접길이의 비율을 구한 뒤 군집분석을 통하여, 정량적으로 화강암 유래 토양 카테나에 대한 설명과 토양특성을 해석하고자 하였다.

Materials and Methods

토양인접군의 정량적 계산 본 연구에서는 국내 토양 분포특성의 객관적, 정량적인 분석을 위해 토양통들의 인접길이 (Perimeter)를 이용하여 지리정보시스템 (GIS) 및 통계분석을 실시하였다. 이를 위해 농촌진흥청에 구축되어 있는 정밀토양도 (1:25,000 scale)를 이용하여 도서지역을 제외한 내륙의 토양 중 가장 면적이 넓은 화강암 및 화강편마암 유래의 대표 농경지 토양통 16개를 대상으로 하였다 (Table 1). 전국의 도엽단위로 되어 있는 지도를 ArcGIS (ver. 10.1)의 Merge를 이용하여 하나의 파일로 만든 후 토양상 (Soil phase)단위의 정밀토양도를 Table join을 이용하

Table 1. Catena on representative soils derived from granite and granite gneiss.

Soil texture (family)	Series on agricultural soils derived from granite and granite gneiss					
	Drainage class					
	Upland			Paddy		
	Well	Moderately well	Imperfectly	poorly	very poorly	
Coarse loamy	Sangju Seongsan	Noegog Galgog	Eungog	Sachon	Yechon	-
Fine loamy	Baegsan Weongog	Daegog	Yongji	Jisan Hyocheon	Baeggu Gangdong	Ogcheon

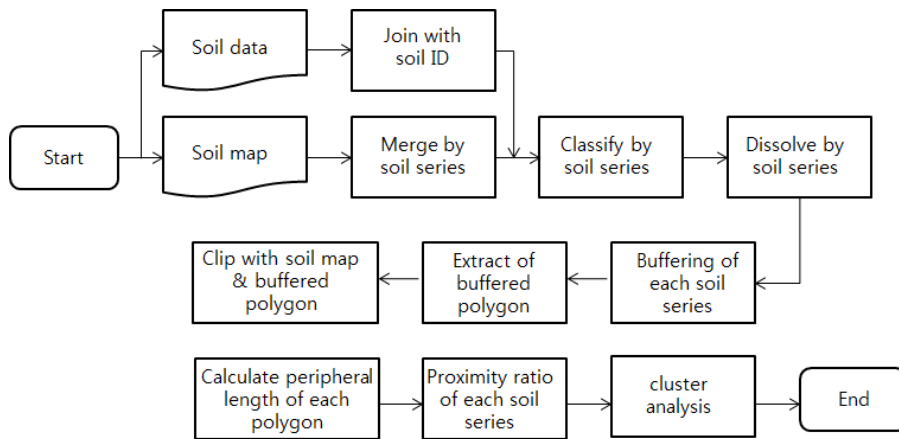


Fig. 1. Analytical process of soil distribution.

여 토양통 (Soil series) 단위로 병합시킨 후 Dissolve를 수행하여 토양통별로 하나의 Polygon으로 만들었다. Buffer 메뉴를 이용하여 대상 토양별로 하나의 토양통에 인접한 다른 토양통들의 인접넓이를 구하였으며, Clip 메뉴를 이용하여 토양통별로 인접한 토양통들의 넓이를 구하였다.

토양통과 인접한 다른 토양통들의 길이는 GIS 프로그램의 Buffer 메뉴를 사용하여 계산하였다. 토양통의 경계선 바깥으로 1 m의 Buffer를 지정하게 되면 결국 새로 생기는 polygon의 면적은 인접한 토양통들의 면적이 되며 한 변의 길이가 1 m이므로 면적이 곧 길이가 된다는 것을 응용하였다. 토양통별 인접면적 중 각 토양통이 차지하는 비율을 구하였고, 이 비율을 각 토양통의 고유특성으로 간주하여 군집분석을 실시하였다.

분석에 이용된 토양통은 사양질 7개, 식양질 9개 토양통으로 총 16개였으며, 작업 순서도는 Fig. 1과 같다.

군집분석 (Cluster Analysis: CA) 군집분석은 관측치의 유사성을 기준으로 비슷한 관측대상들을 군집화하는 과정으로 무엇을 기준으로 해서 데이터를 분류하느냐에 따라서 다양한 방법이 연구되어왔다. 군집분석은 대표적으로 계층적 (Hierarchical) 군집분석 방법과 비계층적 (Non-hierarchical) 군집분석 방법으로 나눌수 있다. 계층적 군집분석 방법에는 거리가 가까운 즉 유사성이 큰 값들끼리 순

차적으로 묶어나가는 AHM (Agglomerative hierarchical method)과 전체 대상을 하나의 군집으로 출발하여 개체들을 분할해 나가는 DHM (Devisive hierarchical method)이 있다. AHM 방식의 경우 거리를 정의하는 방법에 따라 최단 연결법 (Single linkage method), 최장연결법 (Complete linkage method), 중심연결법 (Centroid linkage method), 중앙값연결법 (Median linkage method), Ward 법 (Ward method), 평균결합방식 (Average linkage method) 등이 있다. 비계층적 군집분석 방법의 경우는 계층적 군집분석 방법과는 달리 군집과정이 순차적으로 이루어지지 않으며, 비계층적 군집분석을 수행하기 위해서는 중심을 기준으로 군집의 수와 최초의 시작점을 지정해야 한다. 비계층적 군집분석 방법을 K-평균군집분석법이라고 하며, 이는 비계층적 군집분석 방법에서 K-평균군집분석법이 가장 많이 사용되고 있기 때문이다. 본 연구에서는 군집 A와 군집 B를 묶을 때 생기는 새로운 군집 i에 속해있는 객체들의 오차 제곱의 합을 ESS_i라고 하고 전체 군집의 오차 제곱의 합을 ESS = ∑ESS_i라고 할 때 새로운 군집으로 인하여 발생하는 ESS의 증가량을 두 군집 사이의 거리로 정의하여 가장 유사성이 큰 군집을 묶어나가는 방법인 Ward의 최소 분산법을 이용하여 분석하였다. 따라서 최종 dendrogram의 형태를 고려하여 군집 I (식양질), 군집 II (사양질)로 구분하여 분석하였다.

Results and Discussion

대상토양의 정량적 조사면적 분석 토양학에서는 동일한 모재에서 유래된 일련의 토양이 지형에 따라 연속적으로 분포된 것을 Soil Catena (토양연접군)라고 하는데, 국내와 같은 환경에서 이 토양연접군은 모암과 지형에 따라 연결해 있는 토양통을 설명할 수 있는 유용한 도구가 될 수 있다 (Hur et al., 2007).

화강암 유래 토양은 대표적으로 삼각통, 예산통, 상주통, 뇌곡통, 은곡통, 사촌통, 예천통 순으로 내려오는 사양질의 연접군과 송정통, 백산통, 대곡통, 용지통, 지산통, 백구통, 옥천통 순으로 내려오는 식양질의 연접군 및 도산통, 학곡통 순으로 내려오는 사질의 연접군이 있다고 알려져 있다 (Sonn et al., 2007). 본 연구에서 사용된 토양통별 조사면적은 크게 논토양 및 밭토양으로 구분을 하였으며, 논·밭 토양을 사양질 및 식양질로 구분하여 조사하였다 (Table 2). 밭토양의 경우 사양질인 상주통 (123,246 ha), 성산통 (10,466 ha), 뇌곡통 (16,386 ha), 갈곡통 (1,952 ha)을 조사하였고, 식양질은 백산통 (42,381 ha), 원곡통 (25,258 ha), 대곡통 (22,022 ha)을 조사하였다. 논토양의 경우 사양질인 은곡통 (22,545 ha), 사촌통 (117,092 ha), 예천통 (34,350 ha)을 조사하였으며, 식양질은 용지통 (66,449 ha), 지산통 (204,895 ha), 효천통 (266 ha), 백구통 (2,131 ha), 강동통 (4,437 ha), 옥천통 (40,113 ha)을 정량적으로 조사하였다 (Table 2).

Table 2의 결과를 보면 분석된 토양들 중 토성이 식양질인 지산통이 204,895 ha로 가장 넓은 분포면적을 가지고 있었으며, 그 다음으로 사양질 토양인 상주 (123,246 ha), 사촌 (117,092 ha) 순으로 분포면적이 넓었다. 면적이 작은 토양들을 보면, 성산통은 상주통과 비슷하며 토색이 붉은 계통이며, 갈곡통은 뇌곡통과 비슷하며 하부가 식양질인 특성을 가지고 있는 토양이었다. 한편, 효천통은 지산통과 비슷하나 탄산철의 함량이 많은 토양이며, 백구통은 배수등급이

지산통과 옥천통의 중간에 해당하며, 강동통은 백구통의 하부가 사질인 토양인 특징이 있다.

Table 3은 지리정보시스템을 이용하여 Buffer 명령을 실행하여 분석한 결과 중 토양통별 인접군의 토양통의 개수를 나타낸 것이다. 인접하고 있는 토양통 역시 Table 2의 분포면적과 비슷한 양상으로 면적이 큰 토양이 인접하는 토양통의 개수 역시 많은 것으로 조사되었다. 식양질은 지산통이 244개로 가장 많았으며, 다음으로 사촌 (246), 용지 (244), 상주 (232), 백산 (217), 옥천통 (210)순으로 나타났으며, 면적에서는 상대적으로 넓지 않았던 용지, 백산, 옥천통이 인접 토양통 개수는 많게 나타난 것이 특징적 이었다. 그 외에 분포면적에서 작은 면적을 보였던 갈곡 (43), 효천 (26), 백구 (54), 강동통 (82)은 인접 토양통 역시 그 수가 많지 않은 특성을 보였다.

지산, 사촌, 상주통이 인접한 토양이 가장 많았으며, 분포면적에서처럼 갈곡, 효천, 백구, 강동통은 인접한 토양이 많지 않은 특성을 보이고 있다.

Table 4는 각각 16개 토양통 별로 16개 토양에 대한 인접 토양통 면적을 나타낸 것이다. 국내 전체 토양에서 가장 분포면적이 넓었던 지산통이 16개 대상토양의 인접 면적에서도 1,744 ha로 가장 넓은 것으로 조사되었으며, 그 다음으로 상주 (1,363 ha), 사촌통 (1,006 ha) 순 이었다. 각 토양의 인접 면적이 넓은 토양통을 보면 상주와 사촌통이 509 ha로 가장 넓었으며, 지산과 용지통이 364 ha, 지산과 상주 319 ha, 지산과 백산 298 ha 순으로 나타나 지산통이 국내 화강암 유래 토양에서 가장 많이 분포하고 있다는 것을 알 수 있었다. 특히 본 연구의 결과 과거부터 진행되어 와서 현재까지 전해지고 있는 토양 조사에 대한 정성적 분석을 정량적으로 표현하여 나타냄에 따라 더욱 객관적인 결과를 낼 수 있다고 판단되었으며, 향후 Catena에 대하여 이와 같은 정량적인 연구가 활발히 이루어져야 할 것으로 생각되었다.

Table 2. Series on agricultural soils by investigation area.

Land use	Coarse loamy soil series		Fine loamy soil series	
	Soil series	Area (ha)	Soil series	Area (ha)
Upland	Sangju	123,246	Baegsan	42,381
	Seongsan	10,466	Weongog	25,258
	Noegog	16,386	Daegog	22,022
	Galgog	1,952		
Paddy	Eungog	22,545	Yongji	66,449
	Sachon	117,092	Jisan	204,895
	Yecheon	34,350	Hyocheon	266
			Baeggu	2,131
			Gangdong	4,437
			Ogcheon	40,113

Table 3. The number of adjacent soil series.

Land use	Coarse loamy soil series		Fine loamy soil series	
	Soil series	Number of soil series	Soil series	Number of soil series
Upland	Sangju	232	Baegsan	217
	Seongsan	119	Weongog	127
	Noegog	133	Daegog	176
	Galgog	43		
Paddy	Eungog	185	Yongji	244
	Sachon	246	Jisan	276
	Yecheon	186	Hyocheon	26
			Baeggu	54
			Gangdong	82
		Ogcheon	210	

Table 4. Calculate area of adjacent soil series.

Soils	Baeggu	Baegsan	Daegog	Eungog	Galgog	Gangdong	Hyocheon	Jisan	Noegog	Ogcheon	Sachon	Sangju	Seongsan	Weongog	Yecheon	Yongji
Baeggu																
Baegsan	3.69															
Daegog	0.05	18.07														
Eungog		1.57	2.27													
Galgog		0.21	0.43													
Gangdong		3.45														
Hyocheon							0.25									
Jisan	6.91	298.40	134.77	47.86	10.86	13.54	0.79									
Noegog		2.17	3.39	7.35	0.15			44.40								
Ogcheon	0.75	42.92	26.73	10.23	4.37	0.10		163.85	11.68							
Sachon	0.39	20.00	16.42	82.67	1.82	0.52		85.85	77.32	27.66						
Sangju	0.36	10.87	12.20	121.98	0.81	3.11		319.38	58.78	67.90	508.69					
Seongsan	4.55	0.97	1.12	12.66		1.16	0.08	78.49	0.93	14.40	19.68	7.10				
Weongog		4.60	24.50	3.86	0.03	0.05		159.34	1.68	23.81	5.43	3.91	3.16			
Yecheon	0.01	5.62	7.01	14.42	0.41	0.15		35.41	25.48	7.55	129.26	146.63	6.34	2.82		
Yongji	0.56	74.40	44.20	14.90	1.53	9.45		363.71	3.99	53.94	35.97	109.56	12.56	58.77	11.03	
Sum	17.25	490.10	292.60	319.22	20.62	32.10	1.13	1743.80	239.18	451.41	1005.80	1363.16	144.03	314.31	388.73	770.73

Table 5. Result of Ward's minimum variance cluster analysis.

Number of cluster	Cluster joined		FREQ	SPRSQ	R ²	Pseudo-F	Pseudo-t ²
15	Baegsan	Weongog	2	0.0031	0.997	23.3	-
14	Eungog	Yecheon	2	0.0045	0.992	20.2	-
13	Daegog	Seongsan	2	0.0070	0.985	17.0	-
12	Ogcheon	Yongji	2	0.0089	0.977	15.2	-
11	CL13	Galgog	3	0.0099	0.967	14.5	1.4
10	CL14	Noegog	3	0.0132	0.953	13.6	2.9
9	CL15	CL11	5	0.0175	0.936	12.8	2.6
8	Gangdong	CL12	3	0.0276	0.908	11.3	3.1
7	CL9	CL8	8	0.0422	0.866	9.7	3.4
6	Jisan	Sachon	2	0.0588	0.807	8.4	-
5	CL10	Sangju	4	0.0603	0.747	8.1	6.8
4	Baeggu	CL7	9	0.0607	0.686	8.8	3.7
3	CL4	Hyocheon	10	0.0726	0.614	10.3	3.3
2	CL5	CL6	6	0.1024	0.511	14.6	3.0
1	CL3	CL2	16	0.5113	0	-	14.6

대상토양의 통계분석 대상토양의 군집 개수를 결정하기 위해 평균연결법, 중심연결법, WARD 최소분산법을 이용하여 군집 분석을 실시하였다. 각각의 방법별로 군집개수에 따른 R², pseudo-F, pseudo-t²을 구하여 적절한 군집의 개수를 확인하였다. 각각의 방법별로 군집의 개수와 군집의 형성여부를 확인한 결과 평균연결법과 중심연결법은 군집을 형성하기는 하였으나, 지점의 개수를 고려할 때 군집의 개수가 너무 크게 제시되어 적절하지 못하다고 판단되어 WARD의 최소분산법을 사용하여 결과를 도출하였다. 그 결과로 크게 군집I, 군집II로 나누었으며, WARD 최소분산법

의 R², pseudo-F, pseudo-t²은 Table 5에 제시하였다. 이 중 R²는 군집이 각 결합단계에서 묶일 경우 전체적인 설명도를 나타내므로 군집의 개수 결정에는 주로 R² 값이 급격히 증가하는 단계의 군집의 개수를 주로 선택한다. pseudo-F는 군집의 정확성 정도를 알아내기 위한 지표로서, 전체 군집들 간의 거리제곱의 합의 평균과 군집내부에서 거리제곱의 합의 평균에 대한 비를 뜻한다. pseudo-t²은 바로 이전 단계에 형성된 두 개의 군집에 대한 이질성을 측정해 주는 지표이다.

Table 5에 제시된 값들에 대한 의미를 보면 CL은 각각의

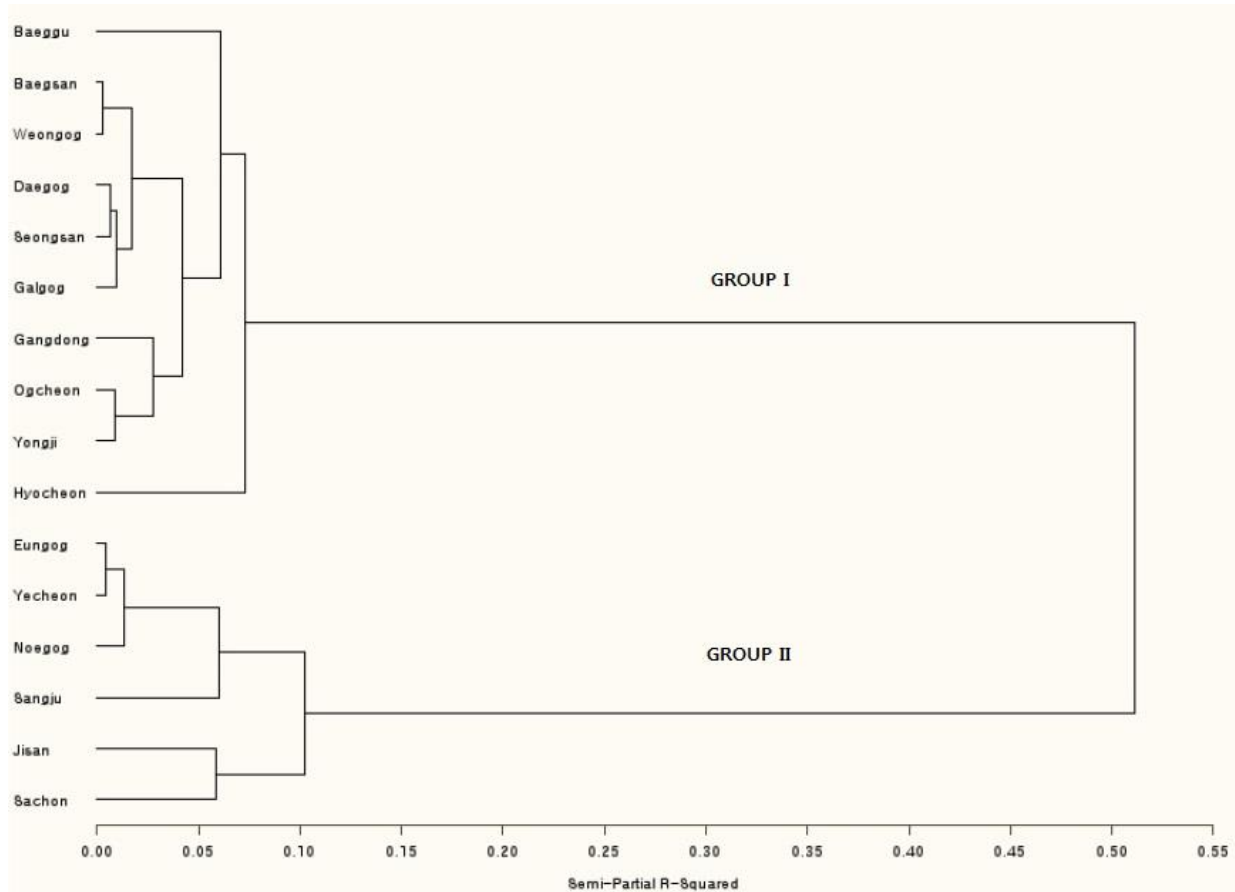


Fig. 2. The dendrogram of Ward's minimum variance cluster analysis.

단계별로 형성된 군집으로 dendrogram을 통하여 확인할 수 있다. 예를 들어 CL2, CL4의 경우 dendrogram 상에서 각각 숫자3과 숫자5에 해당되며, 나중에 형성된 군집일수록 CL 뒤의 숫자는 작은 숫자가 부여되게 된다. FREQ는 군집분석 단계별로 포함된 지점의 개수를 나타내며, SPRSQ는 전 단계의 R^2 과 현 단계의 R^2 의 차이 값을 나타낸다.

Fig. 2는 토양들 간의 인접길이를 이용하여 비율을 구한 뒤 군집분석을 수행한 결과를 보여주고 있다. 그룹 I은 토성이 식양질인 그룹으로 볼 수 있었으며, 그룹 II는 토성이 사양질인 그룹으로 볼 수 있었다. 그룹 I에 사양질인 성산통 및 갈곡통이 포함되었으나 성산통은 분포면적이 적은 토양이었으며, 갈곡통은 상부는 사양질이지만 하부가 식양질인 토양이었다. 그룹 II에 식양질인 지산통이 포함되어 있는데 첫째, 면적도 제일 많고 인접한 토양통들도 많은 토양이라는 특징을 가지고 있었고, 둘째, 토양연접군에서 하부로 내려올수록 비슷한 토성이지만 약간씩 세립질화가 가능하므로 이러한 두 가지 이유에서도 지산통은 그룹 II에 포함될 수도 있다고 생각되었다. 결국 성산통 한가지만 해석을 명확히 할 수 없었는데 이는 향후 다른 모재, 다른 이용형태의 토양에 대해서도 정량적 분석을 진행하여 좀 더 포괄적 개념에서의 접근이 필요할 것으로 생각되었다.

Conclusion

토양 카테나는 어느 지역에서 산정 (Summit)으로 부터 중력 방향으로 배수등급이 다르고 토성이 비슷한 특징을 가지는 연접군을 의미한다. 따라서 본 연구는 국내 토양의 분포특성의 객관적, 정량적인 분석을 위해 토양통들의 인접길이 (Perimeter)를 이용하여 GIS 및 통계처리를 수행하였다. 농촌진흥청에 구축되어 있는 정밀토양도 (1:25,000 scale)를 이용하여 섬지역을 제외한 내륙의 토양 중 가장 대표적인 화강암 및 화강편마암 유래의 토양통 16개를 대상으로 하여 분석을 수행하였다. 정밀토양도를 토양통 단위로 병합시킨 후 ArcGIS (10.1)의 Table join, Merge, Dissolve, Buffer, Clip메뉴를 이용하여 대상 토양별로 하나의 토양통에 인접한 다른 토양통들의 인접길이 (Perimeter)들을 측정하였으며, 토양통별 인접길이 중 각 통이 차지하는 비율을 구하여 군집분석을 실시하였다. 분석에 이용된 토양은 사양질 7, 식양질 9개 토양통으로 총 16개 토양통이었다. 분석 결과 효천통은 26개, 지산통은 27개 통과 인접하는 등 많은 토양통들과 복잡하게 인접하고 있었으며, 군집분석의 결과 일부 토양통을 제외하고는 토성에 따라 다른 군집으로 나타나는 결과를 보였다. 본 연구에서는 토양통의 인접길이

한 개의 자료만 가지고 GIS 및 통계분석을 수행하여 신분류 (Soil Taxonomy), 토성, 토양유형, 배수등급 등 기준에 분류되어 있는 기준과 비교하여 다양한 분석을 시도한 결과 토성의 해석이 가능하였으며, 앞으로 객관적이고 정량적인 연구가 더 필요할 것으로 판단되었다.

References

- Bockheim, J.G., A.N. Gennadiyev, R.D. Hammer, and J.P. Tandarich. 2005. Historical development of key concepts in pedology. *Geoderma*. 123:23-35.
- Hur, S.O., Y.K. Sonn, K.H. Jung, C.W. Park, H.H. Lee, S.K. Ha, and J.K. Kim. 2007. Assessment of soil loss estimated by soil catena originated from granite and gneiss in catchment. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 40:383-391.
- Hyeon, G.S., C.S. Park, S.J. Jung, Y.K. Jo, and K.T. Um. 1992. Catenary relationships for phyllite-derived soils of Ogcheon system. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 25:213-219.
- Kim, C.K. and W.S. Hahn. 1994. *Agricultural Meteorology*. classification of region by multivariate method. *RDA. J. Agri. Sci.* 36:681-685.
- Lee, C.W. 2004. Prediction of slope failure on rock cutting slope. *J. Korean. For. Soc.* 93:95-102.
- Moon, K.H., H.C. Lim, and H.N. Hyun. 2007. Distribution of soil series in Jeju island by proximity and altitude. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 40:221-228.
- Song, K.C., S.J. Jung, B.K. Hyun, Y.K. Sonn, and H.K. Kwak. 2005. Characteristics and classification system of Korean soils. P35-107. in *Achievement and development plan for soil survey program in Korea*. RDA. Suwon. Korea.
- Sonn, Y.K., M.C. Seo, C.W. Park, B.K. Hyun, and Y.S. Zhang. 2008. The classification and interpretation of Korean soils derived from sedimentary rocks using multidimensional scaling. *Korean J. Soil Sci. Fert.* 41:387-392.
- Sonn, Y.K., S.O. Hur, M.C. Seo, S.J. Jung, B.K. Hyun, and K.C. Song. 2007. Pattern classification of standard catchments with soil catena characteristics. *Workshop for effective use of hydrologic soil group*. National Institute of Agricultural Science & Technology Press. Suwon. Korea.