

기후요인에 의한 제주도 토양분포

문경환* · 임한철 · 현해남¹

농촌진흥청 국립원예특작과학원, ¹제주대학교 생물자원산업학부

Regional Soil Distribution in Jeju Island by Climatic Factors

Kyung Hwan Moon,* Han Cheol Lim, and Hae Nam Hyun¹

National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Jeju 690-150

¹Faculty of Bioscience and Industry, Jeju National University, Jeju 690-150

We analyzed relationship soil distribution and climatic factors using temperature, precipitation and evapotranspiration maps in Jeju island. The whole area was divided into 5 groups - mesic high moisture region(group1), thermic high moisture region(group2), thermic balanced moisture region(group3), thermic short moisture region(group4), thermic very short moisture region(group5), by soil temperature and monthly moisture balances. By the sequence from group1 to group5, the occupation ratio of soils was increased in order of andisols, inceptisols, alfisols, ultisols in soil orders, and of black soils, very dark brown soils, dark brown soils in soil colors.

Key words: Climatic factor, Soil distribution, Jeju island

서 언

온도, 강수와 관련된 기후요인은 토양발달과정에서 화학적, 생물학적, 물리적 과정에 영향을 크게 주어 토양특성을 결정하는데 큰 역할을 미치는 것으로 알려져 있다(Dahlgren et al., 1997). 이러한 기후요인과 토양생성의 관계에 대하여 정량적인 연구에 대한 시도는 오래 전부터 진행되어 왔으나, 최근에 GIS 등 공간분석기술의 등장은 이 분야의 발달을 더욱 촉진시키고 있다(McBratney et al., 2000). 특히, Jenny(1941)와 Kline(1973) 등에 의해 토양생성작용에 대한 함수이론이 제안된 이후 최근에는 보다 수학적인 모델링에 의해 토양생성과정을 묘사하고 추후의 변화를 예상하는 다양한 기술들이 개발되고 있다(Minasny et al., 2008).

제주도는 제3기말 플라이오세부터 제4기에 걸쳐 수십 회의 화산활동에 의해 처음으로 육지가 형성된 이후 오랜 시간에 걸쳐 한라산이 형성되고 다음으로 주위 기생화산이 형성된 동서 약 74km, 남북 약 32km의 타원형 화산섬으로 중앙의 해발 1,950m인 한라산을 중심으로 원추형을 이루며 완만한 용암대지 위에 360여 개의 기상화산이 산재되어 있으며, 주요 구성암석은 감람석현무암, 조면암, 조면질안산암, 응회암, 화

성쇄설층 및 사구로 형성되어 있어 한반도 내륙과는 차이가 있다(Choi, 1992). 제주도의 기온은 북부의 제주시와 남부의 서귀포시가 연평균기온에서는 큰 차이가 없으나 한라산의 영향에 의해 중심부로 갈수록 기온이 낮아지는 경향이고, 강수량은 온대성 저기압과 장마전선에 의해 동남부지역은 서북부지역보다 강수량이 많다(Moon, 1989; Lee, 1999). 최근에는 1989년에 제주도 농업기후에 대한 연구(Yun, 1990; Yun et al., 1989)에서 공간기후모형을 이용하여 기온과 강수량에 대하여 격자형으로 전자기후도가 작성되어 제주도 전역에 대한 기후자료가 작성이 가능하게 되었다(Yun, 2004).

한편, 제주도 토양의 종류는 1964년 개략토양조사사업의 결과 13개 토양군(추자군도 포함)으로 구분된 이후 1974년 정밀토양조사로 형태론에 근거한 신분류기준이 도입되고 이에 따라 5목 11아목 13대군 63통(추자군도 포함)으로, 이어서 1999년에 세부정밀토양조사로 현재의 66통으로 분류되었으나, 대체적으로 현무암질 마그마의 화산활동에 의하여 형성된 제주도 본섬과 주변 섬의 독특한 토양종류는 6목 12아목 16대군 63통으로 구분되고 있다(Moon et al., 2007).

제주 토양의 형성에 관해서는 Chae and Lee(1972)이 화산재가 온난습윤한 기후 하에 생성되어 모재의 영향이 가장 중요한 간대성 토양으로 해석한 이후 Shin(1978)은 제주도 토양광물의 생성에는 시간인자의 영향이 가장 크다는 연구결과를 발표하였고, Song

접수 : 2009. 8. 12 수리 : 2009. 10. 2

*연락처 : Phone: +82647412572,

E-mail: khmoon@rda.go.kr

and Yoo(1991)은 기후의 영향을 받아 중심의 고지대로 갈수록 토양pH가 낮아지고, 유기물함량은 높아지며, allophane의 함량은 증가하는 등 제주도 토양은 climosequence를 이루고 있다고 하였다. 또 제주도 토양이 종류가 많으면서도 60% 이상이 용암류대지에 분포하고 있으므로 해발고도를 기준으로 지형을 세분화하여 토양관리방안이 제시되기도 하였으나(Hyun et al., 2009), 제주도의 지형적 여건 상 해발고도가 기온, 강수 등의 기후차이를 유발하는 가장 큰 요인이라는 점에서 크게 보아 기후요인에 의한 세분화로 볼 수 있다.

이 연구에서는 제주도 지역을 대상으로 대표적인 기후인자인 기온, 강수량, 증발산량의 분포를 작성하여 지온, 수분상태 등의 기후요인을 유도하고 이것과 토양통 분포를 공간적으로 결합하여 해석하고 적합한 구분방법을 제시하고 제주도 화산회토양의 형성에 대한 정량적인 해석을 시도하고자 하였다.

재료 및 방법

대상지역은 한반도 남부에 위치한 제주도에서 화산활동의 직접적인 영향이 적은 것으로 판단되는 추자군도를 제외한 제주도 주 섬으로 한정하였다. 수치표고모델(Digital Elevation Model)은 국토지리정보원에서 발간한 1:5000 지형도를 이용하여 30m×30m의 격자크기로 제작하여 이용하였고, 강수량과 토양통 분포 등의 분석은 계산상의 편의를 위하여 270m×270m의 격자크기 모델을 이용하였다. 월별 온도 및 강수량 분포도는 제주, 서귀포, 성산, 고산 등 4지점의 종관기상관측 평년자료와 함께 제주지방기상청에서 운영하는 16지점의 자동기상관측장치의 자료를 이용하였다. 종관기상관측자료는 1971년부터 2000년까지의 평년기상자료를, 16개 지점의 자동기상관측자료는 1993년부터 2005년까지 최소 5개년 이상의 자료를 평균하여 이용하였다. 제주시와 서귀포의 기상관측관서에서는 기온과 더불어 깊이별 지온도 측정하고 있는데 평년 관측값으로부터 월평균기온과 50cm 깊이 지온과의 관계는 다음과 같았으며, 연평균기온 부근에서는 지온이 기온보다 약 2.8°C 높았다.

$$\text{Soil-Temp}_{50\text{cm}} = 2.84 + \text{Air-Temp} * 0.9331 \quad (1)$$

$$(r^2=0.974)$$

where, Soil-Temp_{50cm} : mean monthly soil temperature at 50cm depth
Air-Temp : mean monthly air temperature

기온 및 강수량에 대한 측정지점 이외의 지점에 대한 공간적 내삽은 각 지점에 대한 해발고도차의 효과

를 반영한 거리역산가중법(inverted distance weight)을 이용하였다. 증발산량분포도는 온도와 일사량 자료를 이용하는 Hargreaves방법으로 추정된 후 FAO Penman-Monteith 증발산량으로 환산하였다(Allen et al., 1998). 제주지역에서 1991년부터 10년간의 일별 기상자료로 환산하였을 때 Hargreaves 증발산량과 FAO Penman-Monteith 증발산량 간에는 다음의 관계가 있었다.

$$\text{Har-ET} = 0.0023 * (\text{T}_{\text{mean}}+17.8)(\text{T}_{\text{max}} - \text{T}_{\text{min}})0.5 * \text{Ra} \quad (2)$$

$$\text{PM-ET} = 26.9 + 0.3206 * \text{Har-ET} \quad (r^2=0.854) \quad (3)$$

where, Har-ET : monthly Hargreaves

evapotranspiration(mm month⁻¹)

PM-ET : monthly FAO Penman-Monteith

evapotranspiration(mm month⁻¹)

T_{mean}, T_{max}, T_{min}: monthly mean, maximum and minimum temperatures(°C)

Ra : mean monthly extraterrestrial radiation (MJ m⁻² month⁻¹)

지역별로 수분의 수지는 연평균으로 추정하였고, 또 연중 수분수지의 변동을 알아보기 위해서 월별로 강우량에서 증발산량을 뺀 수분수지지도를 작성하고 각 격자별로 중첩하여 수분의 과부족의 월수를 분석하고 해당지역을 추출하였다.

토양도는 농업과학기술원이 2000년에 제작한 세부정밀토양도를 이용하였고, 토양통의 속성자료는 2000년에 발간된 Taxonomic Classification of Korean Soils의 자료를 이용하였으며, 공간자료의 분석 및 처리에는 ESRI사에서 개발한 ArcGIS(ver. 9.2)를 이용하였다.

결과 및 고찰

온도와 토양분포 제주도의 연평균기온 분포를 조사한 결과 해안지역의 16.4°C에서 섬 중앙인 한라산 지역의 3.4°C까지 약 13°C의 편차를 나타내고 있었다. 이를 토심 50cm 깊이의 온도로 환산했을 경우 18.2°C에서 6.8°C로 나타나므로 토양분류기준에 의하여 지온 15°C를 경계로 토양온도상이 Mesic과 Thermic으로 분류될 수 있다(Soil Survey Staff, 2003). 이를 면적으로 환산했을 경우 Mesic상의 지역은 전체의 약 20%, Thermic상의 지역은 80%를 차지하고 있었다. 토양통 별로 보면 Mesic상의 지역 내에는 흑악통과 노로통이 전체의 50%를 점유하고 있고, 이어 평대, 적악, 토산, 논고, 군산통 순으로 많이 분포하고 있으나, 송당, 중문, 제주통의 일부도 포함되어 있었다. 각각을 전체 토양통 면적에 대한 해당지역 점유면적비율로 보면 적악, 노로, 논고, 흑악, 토산, 군산통 등이 각각 전체

면적의 90% 이상이 분포되고 있었으며, 이러한 토양군은 한경토를 제외하고는 기존에 갈색삼림토로 구분되는 토양군으로 토양의 온도상으로도 명확하게 분류되고 있었다. 그 외에도 한경토(81%), 송당토(40%), 평대토(36%), 미악토(32%) 등도 Mesic상으로 분리된 지역에 많은 비율이 포함되어 있었다.

강우, 증발산과 수분수지 제주지역의 연강우량은 973mm부터 5,446mm 까지 4,500mm의 심한 지역적 편차를 나타내고 있는 것으로 분석되었으며, 강우가 적은 지역은 서부 및 서북부였고 가장 강우가 많은

지역은 한라산 정상에 있는 중심부 지역이었다. 반면 연증발산량은 931mm부터 1,078mm까지 최대값과 최소값이 약 150mm정도의 차이를 나타내고 있으며, 한라산 정상부근과 동부지역에서 1,000mm이하로 비교적 적게 나타났고 서북부와 서남부지역에서 1,050mm 이상으로 높게 추정되었다. 강우량에서 증발산량을 뺀 수분수지를 보면 극히 일부 지역을 제외하면 제주도의 거의 전 지역에서 강우량이 많아 연간 수분수지는 대체로 양의 값을 나타내는 것으로 분석되었다.

수분조건의 월변화 제주도 서부 및 북부지역에서는 봄철과 가을철에 가뭄현상이 자주 나타난다. 이것은 평년자료로 볼 때 연간 수분수지는 증발산량보다 강우량이 많은 것으로 나타나나, 연중 항상 강우량이 증발산량보다 많은 것은 아니라 계절적으로는 수분공급이 충분하지 못할 수도 있다. 이를 알아보기 위해 월별로 온도, 강우량 및 증발산량을 추정하고 수분수지 지도를 분석하였다. 그 결과 서부 및 북부지역의 일부는 봄 및 가을철에 강우량이 증발산량에 비해 대체로 적었지만 동부지역과 중앙 산악지역은 항상 강우량이 증발산량보다 많았다. 월별 수분수지 지도를 중첩하여 빈도수를 분석해보면 일부 지역에는 연중 6개

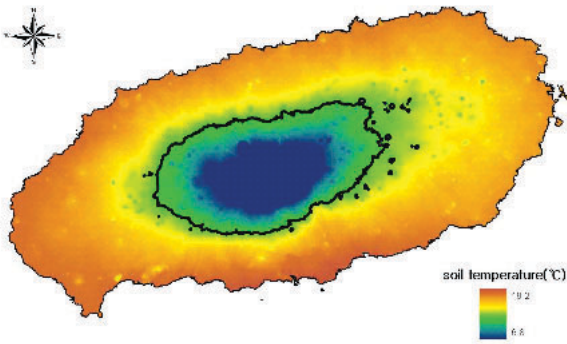


Fig. 1. A map of soil temperature in Jeju island. Bold line means the boundary of soil temperature regimes, 'Mesic' region in middle and 'Thermic' region in outer part.

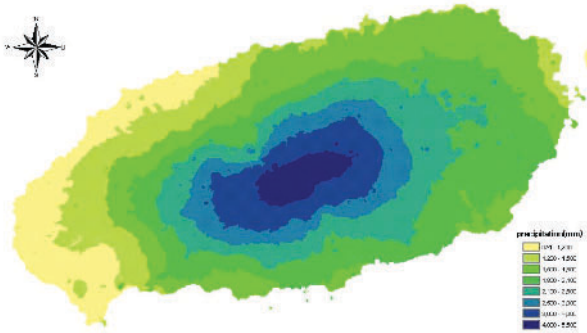


Fig. 2. A map of annual precipitation on Jeju island.

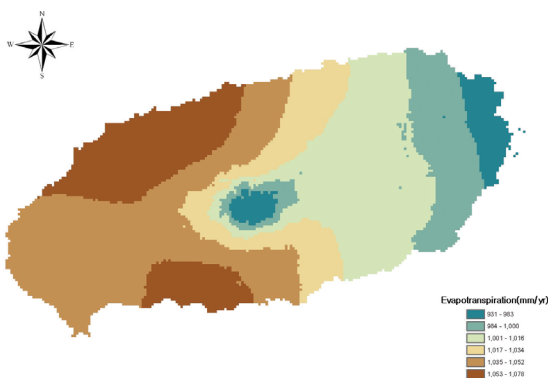


Fig. 3. A map of potential evapotranspiration on Jeju island.

Table 1. Areal percentages of soil series in mesic region compared to area of total series and mesic region.

Soil series	Areal percentages to areas of	
	total soil series	mesic region
Jeogag	96.6	7.0
Noro	96.6	17.6
Nongo	91.1	6.0
Heugag	90.8	32.5
Tosan	90.0	6.9
Gunsan	86.5	4.5
Hangyeong	71.2	1.6
Songdang	29.5	2.9
Pyeongdae	26.5	7.8
Miag	23.2	1.0

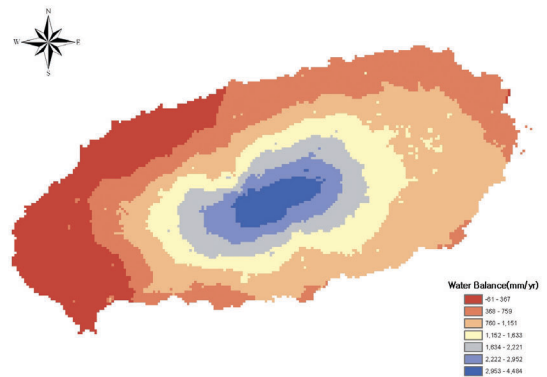


Fig. 4. A map of annual moisture balance on Jeju island.

월이나 수분이 부족한 것으로 나타나 평시에도 항상 가뭄이 출현될 가능성이 있었다.

Soil Taxonomy의 기준에 의하면 평년에 토양수분제어부위의 토양수분함량이 1500kPa을 초과하여 누적으로 90일이 넘을 경우 Ustic 수분상으로 정의하고 있으나, 제주의 경우에는 가뭄이 들지라도 장기간 토양수분이 1500kP 이하로 낮아질 가능성이 거의 없으므로 전 지역이 수분상으로는 Udic상으로 나타났다. 그러나 주기적 수분부족의 발생은 토양특성의 변화에 영

향을 미치는 중요한 기후적인 현상이다. 제주지역에서 주기적으로 수분부족이 발생하는 서북부 지역의 토양은 암갈색토양군으로 분류되는 토양이 많이 분포하고, 또 그 지역에서는 제주의 다른 지역에 많이 분포하는 알로펜 계열의 점토광물이 잘 나타나지 않았다(Zhang et al., 2006)는 사실로부터 양자간의 관련이 있음을 알 수 있다. 따라서 합리적 토양관리를 위한 지역구분으로 기후적인 요소, 특히 월별 수분부족빈도를 기준으로 하는 것도 고려해볼 필요가 있었다.

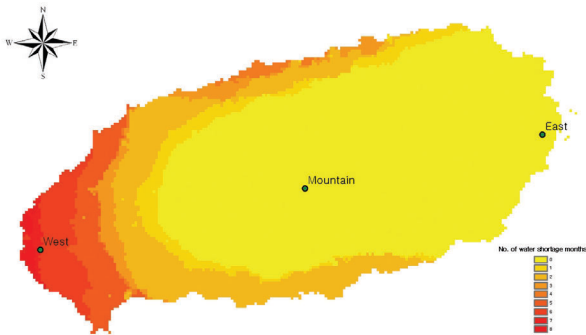


Fig. 5. A number of months with negative moisture balance in a year on Jeju island. Dots mean locations to check monthly moisture balances for figure 6, 7 and 8.

온도, 수분조건과 토양분포 제주지역을 기존의 토양상 분류방법에 의해 기후요인에 따라 구분할 때 온도상은 Mesic상과 Thermic상 지역으로 구분될 수 있었고, 수분상은 Udic상에 포함시킬 수 있으나, 월별 수분부족빈도를 감안하여 보다 세분할 수 있었다. 주로 한라산 산악지형에 분포하는 Mesic상이고 연중 수분부족이 없는 지역(집단1, 온대수분과다)과 Thermic상이고 연중 수분부족이 없는 지역(집단2, 난대수분과다), 연중 1~2개월 정도 수분이 부족한 지역(집단3, 난대수분균형), 연중 3~5개월 간 수분이 부족한 지역(집단3, 난대수분부족), 연중 6개월 이상 수분이 부족한 지역(집단5, 난대수분매우부족)의 5개의 집단으로

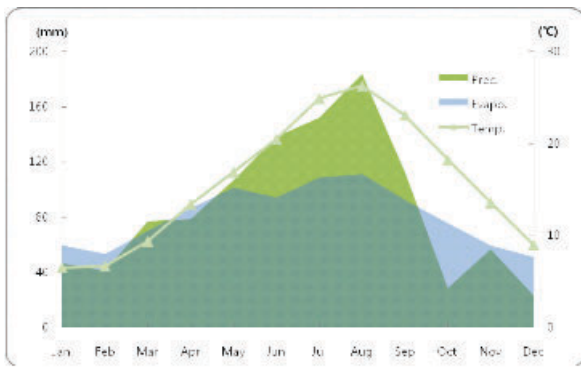


Fig. 6. Changes in moisture balances at 'west' area on Jeju island(see figure 5).

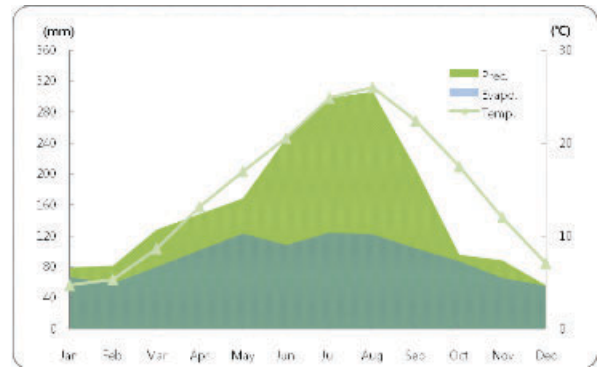


Fig. 7. Changes in moisture balances at 'east' area on Jeju island(see figure 5).

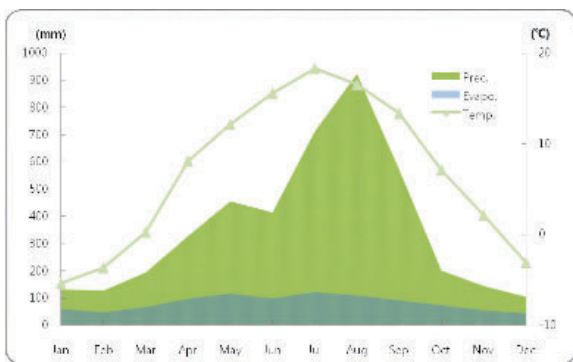


Fig. 8. Changes in moisture balances at 'mountainous' area on Jeju island(see figure 5).



Fig. 9. Spatial distribution of soil groups by climatic factors in Jeju island.

Table 2. Distribution of soil series in each groups classified with monthly moisture balance and soil temperature on Jeju island.

Soil Series (*Soil Color)	Soil Taxonomy (USDA)	Area (ha)	Areal percentages of soil series in each groups				
			Mesic		Thermic		
			Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5
Ara (VDB)	Fulvudands	8719	0	38	41	16	4
Andeog (VDB)	Hapludands	-	-	-	-	-	-
Aeweol (DB)	Eutrudepts	226	-	-	47	53	-
Byeongag (VDB)	Hapludands	255	-	17	58	21	4
Daeheul (DB)	Udifluvents	357	-	83	11	6	-
Daejeong (DB)	Hapludands	313	-	-	45	18	36
Donghong (DB)	Hapludalfs	933	-	35	24	18	22
Daepyeong (DB)	Eutrudepts	350	-	-	74	26	-
Donggui (DB)	Eutrudepts	5088	-	9	59	30	3
Euigui (VDB)	Melanudands	2333	-	68	32	-	-
Gapa (DB)	Udipsamments	1232	-	53	17	3	27
Heugag (BF)	Fulvudands	12619	94	6	-	-	-
Hanrim (VDB)	Hapludands	1108	13	63	22	2	-
Hamo (B)	Durudands	846	-	-	-	94	6
Hangyeong (B)	Melanudands	809	81	19	-	-	-
Haeon (DB)	Endoaqualfs	153	-	-	8	8	83
Haweon (DB)	Hapludults	2165	-	4	3	35	58
Haengweon (B)	Melanudands	6430	4	93	3	-	-
Ido (DB)	Eutrudepts	1006	-	15	65	20	-
Inseong (VDB)	Durudands	423	-	-	-	77	23
Iho (B)	Haplosaprists	44	-	-	-	100	-
Jeogag (BF)	Hapludands	2566	98	2	-	-	-
Jeju (VDB)	Hapludands	6969	18	60	18	4	-
Jeongbang (VDB)	Melanudands	2610	-	41	55	4	-
Jungmun (VDB)	Hapludands	12641	12	36	42	8	2
Jungeom (VDB)	Fulvudands	6831	1	47	36	15	1
Jocheon (DB)	Udorthents	1844	-	4	31	25	40
Geumag (B)	Melanudands	802	9	83	-	8	-
Gangjeong (DB)	Hapludalfs	860	-	-	20	26	54
Gujwa (VDB)	Fulvudands	14208	1	55	18	17	10
Gueom (DB)	Eutrudepts	3018	-	8	35	31	26
Gamsan (VDB)	Hapludands	729	15	32	53	-	-
Gyora (VDB)	Dystrudepts	1371	6	45	30	14	4
Gimyeong (B)	Melanudands	5934	1	97	1	1	0
Gunsan (BF)	Fulvudands	1844	91	2	6	1	-
Minag (B)	Melanudands	6379	11	74	13	2	-
Miag (B)	Hapludands	1509	32	54	14	-	-
Mureung (DB)	Hapludalfs	2471	-	2	7	12	78
Nagcheon (DB)	Psammaquents	95	-	100	-	-	-
Namweon (B)	Melanudands	3157	1	82	16	1	-
Onpyeong (DB)	Udipsamments	306	-	73	-	27	-
Ora (VDB)	Eutrudepts	8865	7	42	40	9	2
Pyeongdae (B)	Melanudands	10330	36	62	1	-	-
Pyoseon (B)	Melanudands	780	7	90	3	-	-
Nogsan (B)	Hapludands	1925	11	84	5	1	-
Songdang (B)	Melanudands	3477	40	51	8	-	-
Sineom (B)	Melanudands	3579	2	92	6	1	-
Sanbang (VDB)	Udivitrands	539	-	3	65	26	6
Songag (VDB)	Hapludands	2231	14	38	34	7	6
Sara (DB)	Udifluvents	2355	-	0	45	54	-
Tosan (BF)	Fulvudands	2690	94	6	-	-	-
Topyeong (B)	Melanudands	2369	-	96	3	1	-
Wuimi (B)	Melanudands	3762	10	72	17	1	-
Weolryeong (DB)	Udifluvents	153	-	-	-	-	100
Weolpyeong (DB)	Endoaquepts	182	-	-	64	-	36
Yongsu (DB)	Hapludalfs	262	-	-	76	24	-
Yongheung (DB)	Hapludalfs	2938	-	3	56	15	26
Yongdang (DB)	Eutrudepts	496	-	9	37	11	43
Yonggang (DB)	Eutrudepts	139	-	-	18	36	45
Yeongrag (DB)	Hapludalfs	335	-	4	-	30	67
Noro (BF)	Hapludands	6408	98	2	-	-	-
Nongo (BF)	Hapludands	2304	-5	5	-	-	-
Udo (VDB)	Hapludands	627	-	22	4	63	11
Total		169580	28	39	19	9	5

*B, Black soil; BF, Brown forest soil; DB, Dark brown soil; VDB, Very dark brown soil; BF, Brown Forest soil.

구분하고, 각 토양통의 집단별 면적비율을 분석하였다. 토양통의 집단별 면적은 집단1이 28%, 집단2가 39%, 집단3은 19%, 집단4는 9%, 집단5는 5%를 점유하고 있어 Thermic 온도상이면서 연중 수분부족이 없는 집단2(난대수분과다)의 면적이 가장 넓었으며, Thermic 온도상이면서 연중 수분부족이 가장 심한 집단5(난대수분매우부족)의 면적이 가장 적었다.

집단2에 포함된 토양통 중 면적이 넓은 토양통은 구좌, 평대, 행원, 김녕, 민악, 중문, 제주, 오라, 아라, 신업 순이었고, 오라통을 제외하고는 모두 andisols이었으며, 평대, 행원, 김녕, 민악, 신업 등의 흑색토양군의 전체 토양통 면적 중 이 집단에 속하는 비율은 60%이상으로 높은 반면 농암갈색토양군은 그 비율이 60%이하로 낮아, 이러한 기후조건과 흑색토양의 형성과 관련이 깊은 것으로 판단되었다. 집단3에는 집단의 면적 중 중문, 아라, 오라, 동귀, 구좌, 중업, 용흥, 정방, 제주, 사라통 순으로 있었고, andisols과 inceptisols이 혼재되어 있었으며, 토색은 주로 농암갈색토양군이 많았다. 전체 통면적 중 이 집단에 주로 분포하는 것은 동귀, 중업, 용흥, 이도통 등이었다. 집단4에는 구좌, 동귀, 아라, 사라, 중문, 중업, 구업, 오라, 하모, 하원통의 순으로 분포되어 있었고, inceptisols과 andisols이 혼재되어 있었으며, 하모와 사라통을 제외하고 주로 농암갈색토양이었고, 하모, 인성, 애월통 등의 대부분은 이 집단에 분포하고 있었다. 집단5에는 면적순으로는 무릉, 구좌, 하원, 구업, 용흥, 조천, 강정통 등이었고, alfisols, ultisols 등은 이 집단에 많이 분포하고 있었으며, 토색은 암갈색토양군이 주로 분포하고 있었고, 해안, 무릉, 영락, 하원, 강정통의 대부분이 이 집단에 주로 분포하고 있었다.

토양통의 집단별 분포를 분류기준으로 보면 집단1에서 집단5로 갈수록 andisols, inceptisols, alfisols, ultisols 등의 순으로 주로 분포하는 토양통의 비중이 많아져 수분과다지역에는 andisols이 난대수분부족지역에는 alfisols이나 ultisols의 분포빈도가 높았다. 이러한 결과는 강우가 과다한 곳보다는 적당한 곳에서 토양의 풍화속도가 빨랐다는 보고와 유사한 경향이었으나(Dahlgren et al. 1997), alfisols이나 ultisols이 토양발달이 오래되어 형성되는 토양이라는 점을 고려할 때 자세한 연구가 요구되었다. 토색별로 보면 집단2에는 대부분의 흑색화산회토양과 일부 농암갈색화산회토양이 포함되었고, 집단 3에는 암갈색토양, 농암갈색토양이 혼재되어 있었고, 집단4에는 대부분의 암갈색토양에 일부 농암갈색토양이 섞여 있었으며, 집단5에는 거의 모두 암갈색토양이었다. 이러한 결과는 제주도의 북부, 서부, 남부지역의 해안으로부터 중앙부로 갈수록 해발고도가 높아지면서 유기물함량이 증가하고,

일반적으로 암갈색토양, 농암갈색토양, 흑색토양 순으로 분포하고 있다는 사실과 유사한 경향이었다(Song et al., 1991). 앞으로 제주도 토양의 특성변화를 기후, 식생, 모재 등 여러 가지 요인들을 이용하여 보다 정량적으로 파악하여 해석하려는 시도와 더불어 토양생성에 관한 과학적인 해석을 위한 연구가 수행될 필요가 있다.

요 약

제주도 지역을 대상으로 기후요인과 토양분포의 관계를 알아보기 위하여 기온, 강수량, 증발산량 등 기후요인을 이용하여 분석하였다. 온도를 기준으로 하여 중심지역의 Mesic상 지역과 주변부의 Thermic상 지역으로 구분하고, 월별 수분수지빈도를 기준으로 4개로 구분하여, 온도, 수분수지로 전체를 난대수분과다지역(집단1), 난대수분과다지역(집단2), 난대수분균형지역(집단3), 난대수분부족지역(집단4), 난대수분매우부족지역(집단5)의 5개의 집단으로 구분할 수 있었다. 집단1에서 집단5로 갈수록 토양분류측면에서는 andisols, inceptisols, alfisols, ultisols의 분포 비중이, 토색측면에서는 흑색토양, 농암갈색토양, 암갈색토양의 분포비중이 높아지는 경향이었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 5-14-30)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

인 용 문 헌

- Allen, R., L. Pereira, D. Raes, and M. Smith. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper(FAO).
- Chae, S. S. and D. T. Lee. 1972. Studies on the genesis and classification of volcanic black soil in Chejudo. Res. Rep. Office Rural Devel. 14:27-38.
- Choi, S. H. 1992. Geological structure and groundwater resources in Cheju and Ohau island. Korean Soc. Eng. Geol. 2:70-91.
- Dahlgren, R.A., J.L. Boettinger, G.L. Huntington, and R.G. Amundson. 1997. Soil development along an elevational transect in the western Sierra Nevada, California. Geoderma. 78:207-236.
- Hyun, B. K., Jung Y. T., Hyun K. S., Moon K. H., Song K. C., Sonn Y. K., Zhang Y. S., Park C. W., Hong S. Y., Kim L. H., Choi E. Y. and Jang B. C. 2009. A Study on the lava terraces with different elevation in Jeju. Korean J. Soil Sci. & Fert. 42:88-97.
- Lee, S. H. 1999. The Distribution of Precipitation in Cheju Island. J. Korean Geog. Soc. 34:123-136.
- McBratney, A.B., I.O.A. Odeh, T.F.A. Bishop, M.S. Dunbar, and T.M. Shatar. 2000. An overview of pedometric techniques for use

- in soil survey. *Geoderma*. 97:293-327.
- Minasny, B., A.B. McBratney, and S.a. Salvador-Blanes. 2008. Quantitative models for pedogenesis -- A review. *Geoderma*. 144:140-157.
- Moon, H. S. 1989. A Comparative Study of Climate in Cheju and Sogwipo. *Geog. Studies* 4:51-73.
- Moon K. H., Lim H. C. and Hyun H N. 2007. Distribution of Soil Series in Jeju Island by Proximity and Altitude. *Korean J. Soil Sci. & Fert.* 40(3):221-228.
- National Institute of Agricultural Science & Technology. 2000. Detailed soil map(Chejudo)
- National Institute of Agricultural Science and Technology(NIAST). 2000. Taxonomic classification of Korean soils.
- Shin, J. S. 1978. Composition and genesis of volcanic ash soils derived from basaltic materials in Jeju Island(Korea). Ph.D. Thesis. State Univ. of Ghent. Belgium.
- Soil Survey Staff, USDA, NRCS. 2003. Keys to soil taxonomy. ninth edition.
- Song, K. C. and S. H. Yoo. 1991. Andic properties of major soils in Cheju Island I. Characterization of volcanic ash soils by selective dissolution analysis. *J. Korean Soc. Soil Sci. Fert.* 24:85-94.
- Yun, J. I. 1990. Agricultural Climatology of Cheju Island. *Korean J. Crop Sci.* 35:504-511.
- Yun, J. I. 2004. Visualization of Local Climates Based on Geospatial Climatology. *Korean J. Agric. Forest Meteo.* 6(4):272-289.
- Yun, J. I., Yoo K. B., Lee M. Y. and Chung K. W. 1989. Analysis of Agricultural Climatology in Cheju Island. *Korean J. Crop Sci.* 34:261-269.
- Zhang, Y. S., Sonn Y. K., Park C. W., Jung S. J., Lee G. J., Kim M. S., Kim S. K., Lee J. Y. and Pyun I. H. 2006. Clay mineral composition of the soils derived from residuum and colluvium. *Korean J. Soil Sci. & Fert.* 39:245-252.