

석사학위논문

제주도 남원읍과 조천읍
밭토양의 물리화학적 성질 비교

제주대학교 산업대학원

생명산업공학과

환경생명공학전공

한 기 완

2009년 2월

석사학위논문

제주도 남원읍과 조천읍
밭토양의 물리화학적 성질 비교

지도교수 현 해 남

제주대학교 산업대학원

생명산업공학과

환경생명공학전공

한 기 완

2009년 2월

제주도 남원읍과 조천읍의 밭토양의 물리화학적 성질 비교

지도교수 현 해 남

이 논문을 농학 석사학위 논문으로 제출함

2008년 12월

제주대학교 산업대학원
생명산업공학과 환경생명공학전공

한 기 완

한기완의 농학 석사학위 논문을 인준함

2008년 12월

심사위원장 _____인

위 원 _____인

위 원 _____인

목 차

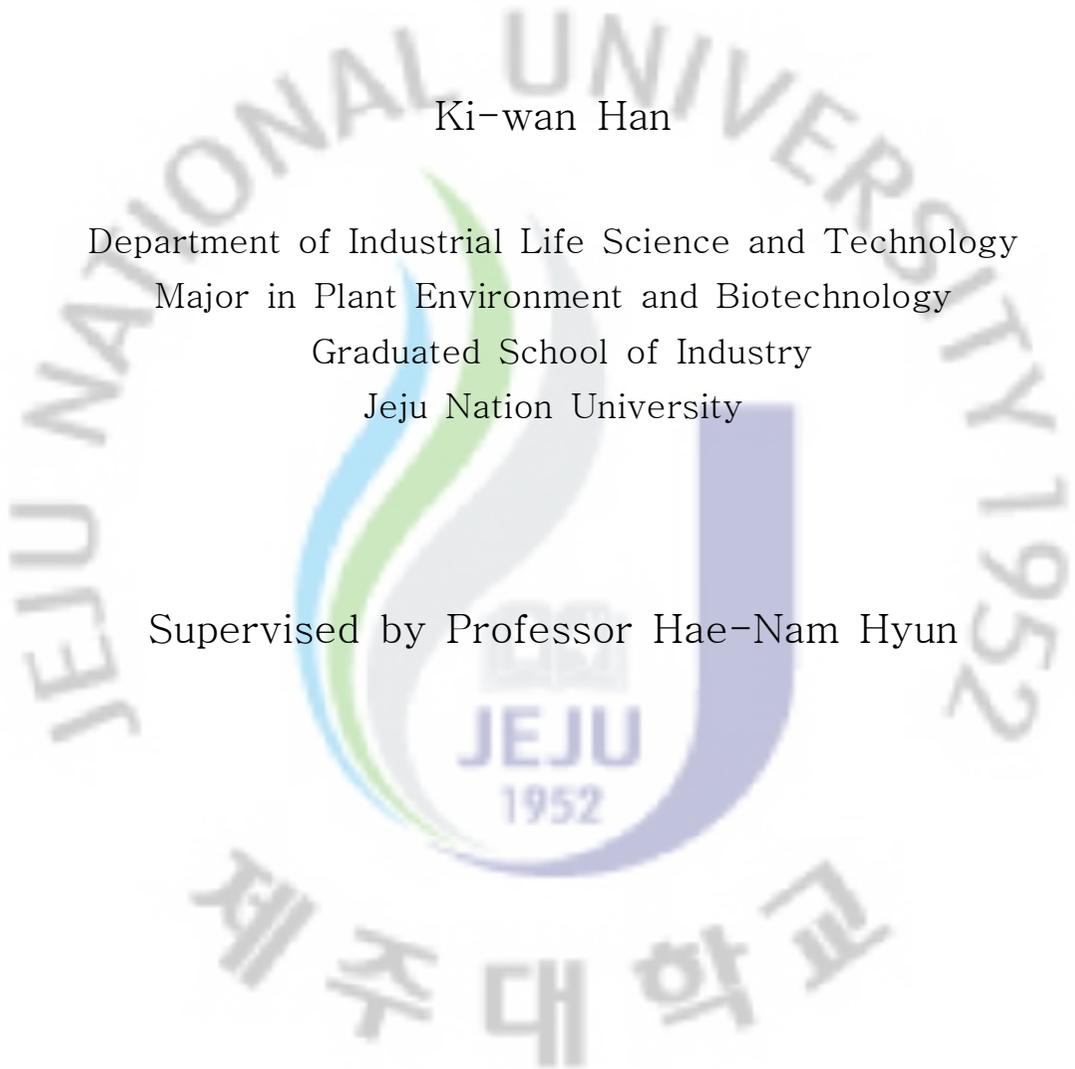
Summary	i
I. 서론	1
II. 재료 및 방법	3
1. 조사지역	3
2. 조사 방법	4
III. 결과 및 고찰	5
1. 토성	5
2. 토양화학성	9
1) 토양의 pH 범위별 분포	9
2) 유기물함량 범위별 분포	14
3) 유효인산 범위별 분포	19
4) 교환성양이온 범위별 분포	24
5) 전기전도도범위별 분포	29
IV. 적 요	33
V. 참고문헌	34

Comparison of Soil Physico-chemical Properties
between Namwon and Jocheon Area in Jeju
Island

Ki-wan Han

Department of Industrial Life Science and Technology
Major in Plant Environment and Biotechnology
Graduated School of Industry
Jeju Nation University

Supervised by Professor Hae-Nam Hyun



summary

This study was carried out to compare Namwon and Jocheon areas about soil texture, soil pH, soil organic matter, available phosphate, exchangeable cations and electrical conductivity by collecting 557 soils data of Namwon area and 939 of Jocheon area. Namwon area is suitable for cultivating mandarin, having lots of volcanic ash soil and Jocheon area is suitable for cultivating horticulture crop, having lots of non-volcanic ash soil.

Silty clay loam accounted for 63% of soil in Namwon area. And in Jocheon Area, the soil consisted of 41.5% of Silty clay loam and 32.59% of Gravel. The average of soil pH in the Namwon area was 4.9, the number of soils below pH 5.0 is 420 accounting for 63.9%. The average of soil pH in the Jocheon area was 5.1. There were numerous soil Namwon area which organic content below 20 g kg^{-1} because Korea soil information system took low organic content soil when collecting samples. Available phosphate in the 51% of Namwon area was below 200 mg kg^{-1} and in the 45.8% of in the Jocheon area over 401 mg kg^{-1} . The average content of

exchangeable K in Namwon area and Jocheon area was $1.2 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ and $1.3 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$, respectively and 39.3% of the soil of Namwon area and 34.5% of the soil of Jocheon area showed appropriate range of crop cultivation. The content of exchangeable Ca in Namwon area ($3.9 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$) is lower than that of Jocheon area ($6.3 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$). The content of exchangeable Mg in both areas is $1.6 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ which is within appropriate range however, but there were many differences with sampling sites. For electrical conductivity, 74.3% of the soil of Namwon area and 76% the soil of Jocheon area are below 2 dS m^{-1} . It was not expected that there will be salt accumulation problem because the 6.6% of the soil of Namwon area and 3.3% the soil of Jocheon area over 5 dS m^{-1} .

I. 서 론

제주토양의 형성은 화산 폭발 시 분출된 화산회의 퇴적물에 의해 생성된 화산회토가 대부분으로 화산 퇴적물의 화학적 풍화가 급속도로 진행됨에 따라 다량의 염기가 유리용탈 되어 이루어진 토양이다. 화산회토는 분해가 잘 안되는 유기물의 다량 집적으로 입자 밀도가 낮고 가벼우며 공극이 크므로 양·수분 보유력이 높아 가물에 강하여 감자, 당근 등 뿌리작물 재배에 유리하다. 그리고 제주화산회토는 주 점토 광물인 Allophane으로 구성되어 Al 복합체가 형성되므로 pH 5.0 이하로 강산성을 나타낼 수 있고 양분보존능력은 높으나 지탱하는 힘이 약해 질소성분 비료인 NH_4 등의 용탈 유실량도 높은 토양이다(홍살리기추진운동본부, 1997).

제주토양을 농촌진흥청에서 크게 4개의 토양을 색에 따라 분류하였는데, 암갈색 비화산회토는 북부와 서부에 분포되어 있고, 농암갈색 화산회토는 북부와 서부지역의 중산간 지역과 남부해안지역에 분포되었다. 그리고 흑색화산회토는 주로 동부지역에 분포되어 있고, 산악지 화산회토는 산악지 해발 500 m 이상에 분포 하므로 토양비옥도와 직결된다(현, 2003). 따라서 남원읍은 주로 중산간 지역인 흑색화산회토와 해안지역은 농암갈색 화산회토로 이루어진 반면에 조천읍은 중산간 지역에서 해안지역까지 산악지 화산회토, 흑색화산회토, 농암갈색 화산회토, 암갈색 비화산회토 토양으로 이루어져 농작물의 재배작물 그리고 재배방법과 토양관리방법이 두 지역이 다르게 보인다.

비료공급량이 부족했던 과거 60년대의 제주 농업은 생산력이 저하와 농경지는 대부분 화산회의 영향을 받은 토양으로 강우량이 집중된 6 ~ 7월 다우기에 염기용탈이 되기 쉽고, 인산고정능력이 높아 토양이 척박하여 육지부의 밭 토양에 비해 생산성이 낮아(제주농업기술원, 1999), 1970년대 초에 여러 연구자에 의해 제주도 토양 중에서 화산회토는 육지부 토양에 비하여 인산흡수계수, 양이온치환용량과 유기물함량 등 양분 요구량과 관련이 있는 토양성질이 높아 다량의 비료를 요구하는 토양으로 분류되었다. 그때부터 제주도는 다량의 시비를 해야 되는 토양으로 인식되어 왔고 그동안 육지부에 비하여 평균 3배 이상의 비료를 사용되다 보니 화학비료의 연용과 과

다시비로 인한 토양의 산성화는 가속화가 되었다(현, 1998). 감귤원 토양의 산도 변화를 보면 1969년 pH 6.1, 1975년 pH 5.7, 1989년 pH 5.4 그리고 1995년 pH 5.1 순으로 토양의 산성화는 가속화가 되고 있다(흙살리기 운동본부, 1997).

따라서 본 조사연구는 제주도의 한라산을 기준으로 산남과 산북의 감귤 주산지인 남원읍과 감귤과 밭작물의 주로 재배되는 조천읍 지역의 토양의 토성, 토양 pH, 유기물함량, 교환성 양이온 함량 자료를 한국토양정보시스템으로부터 수집하여 토양특성에 따라 과다시비에 따른 작물영양의 불균형을 개선하고 작물 생산성을 높이기 위한 자료로 활용하기 위한 것이다.



II. 재료 및 방법

1. 조사지역

조사지역은 감귤이 주로 재배되고 화산회토가 분포된 남원읍과 감귤을 비롯한 특용작물이 재배되고 비화산회토가 분포된 조천읍 지역을 국립농산물 품질관리원의 “주요작물 지역별 재배동향(2005)”을 참고로 하여 선정하였다.

남원읍 지역에서는 총 577개 토양을 조사하였는데, 남원리에서 69개 토양, 수망리에서 48개 토양, 신례리에서 106개 토양, 신흥리에서 97개 토양, 위귀리에서 83개 토양, 위미리에서 21개 토양, 태흥리에서 78개 토양, 하례리에서 90개 토양, 한남리에서 65개 토양을 조사하였다.

조천읍 지역에서는 939개 토양을 조사하였는데, 대흘리 116개 토양, 북촌리에서 45개 토양, 선흘리에서 143개 토양, 신촌리에서 144개 토양, 신흥리에서 83개 토양, 와산리에서 63개 토양, 와흘리에서 112개 토양, 조천리에서 135개 토양, 함덕리에서 150개 토양을 조사하였다. 각 지역별 수집지역은 Fig. 1과 같다.

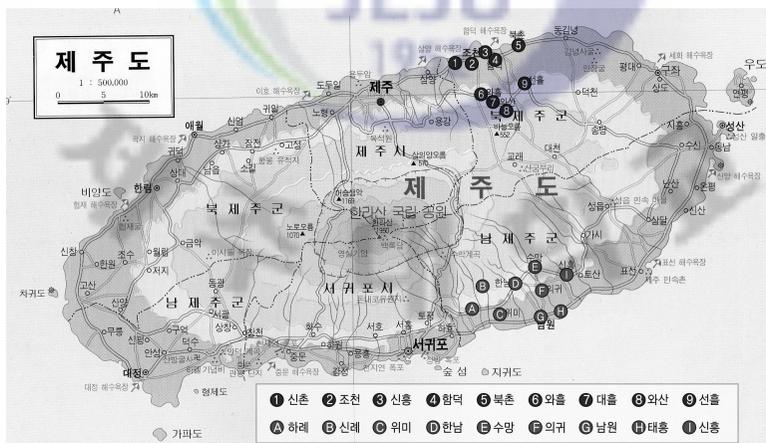


Fig. 1. Locations of soil sampling in Namwon and Jocheon area, in Jeju Island.

2. 조사 방법

1997년부터 2008년 8월까지 서귀포시 농업기술센터와 제주시 농업기술센터에서 남원읍과 조천읍 토양시료를 채취하여 농촌진흥청 토양화학분석법(농업기술연구소, 1988)에 준하여 분석한 자료를 한국토양정보시스템(http://asis.rda.go.kr/fertilize/fertilize_main.asp)에서 수집하였다(Fig. 2). 토양분석시료는 남원읍과 조천읍지역 18 개리 1,516개 지점을 지번별로 등록한 토양검정정보를 이용하였고, 지번 선정 시 20 개 지번 중에서 1개 지점을 선택하여 전체 토양검정 수량에 약 5%를 자료로 이용하였다.

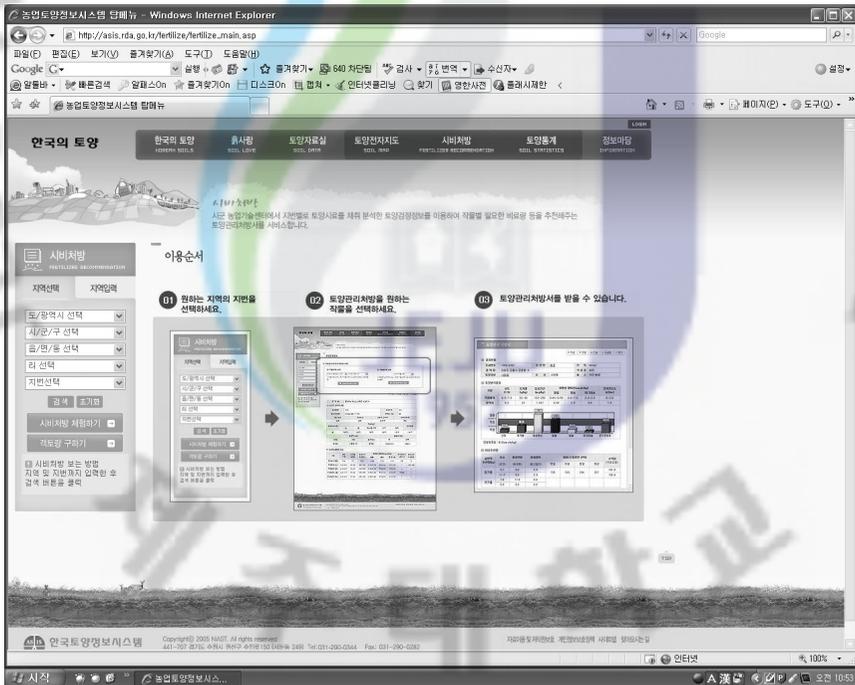


Fig. 2. Agricultural soil information system.

III. 결과 및 고찰

1. 토성

남원읍과 조천읍의 1,516개 지점의 토성을 조사한 결과는 Table 1 및 2, Fig. 3 및 4와 같다. 감귤 주산지인 남원읍지역의 토성은 미사식양질이 63%로 가장 많았으며, 그 다음이 미사질사양질 19% 및 역질 14%이었다. 그 외의 사양질 및 식질은 매우 적었다. 특용 발작물이 주로 재배되며 비화산회토양인 조천읍지역의 토성분포는 미사식양질 41.53% 및 역질 32.59%로 전체의 74.09%를 차지하였다. 그 외의 미사질사양질, 식양질, 사양질, 식질 및 사질 토양은 10% 이하였다. 전체적으로 남원읍 지역에서 가장 많이 분포하는 토성은 미사식양질 이었으며, 조천읍 지역은 미사식양질과 역질 토양이었다. 이와 같은 경향은 기존에 제주도 흙살리기 차원에서 조사한 결과와 비슷하였다(제주농업기술원, 1999).

Table 1. The distribution and sample numbers of soil textures in Namwon area in Jeju Island

		Soil texture [†]							
		SiSL	CL	SiCL	G	SL	C	S	sum
area									
Namwon	Sample	25	-	41	1	-	1	-	68
	%	36.8	-	60.3	1.5	-	1.5	-	100
Soomang	Sample	14	1	9	21	-	-	-	45
	%	31.1	2.2	20.0	46.7	-	-	-	100
Sinnrye	Sample	4	3	80	16	-	-	-	103
	%	3.9	2.9	77.7	15.5	-	-	-	100
Sinheung	Sample	13	1	59	17	-	-	-	90
	%	14.4	1.1	65.6	18.9	-	-	-	100
Euigwi	Sample	10	6	54	13	-	-	-	83
	%	12.0	7.2	65.1	15.7	-	-	-	100
Wini	Sample	3	-	13	3	-	-	-	19
	%	15.8	-	68.4	15.8	-	-	-	100
Taeheung	Sample	31	-	41	1	2	2	-	77
	%	40.3	-	53.2	1.3	2.6	2.6	-	100
Harae	Sample	8	2	67	9	-	-	-	86
	%	9.3	2.3	77.9	10.5	-	-	-	100
hannam	Sample	4	2	-	-	-	-	-	6
	%	66.7	33.3	-	-	-	-	-	100
sum	Sample	112	15	364	81	2	3	-	577
	%	19.4	2.6	63.1	14.0	0.3	0.5	-	100

[†] SiSL : Silty sandy loam, CL : Clay loam, SiCL : Silty clay loam, G: Gravel, SL: Sandy loamy, C : Clay, S : Sandy.

Table 2. The distribution and sample numbers of soil textures in Jocheon area in Jeju Island

area	Soil texture [†]	SiSL	CL	SiCL	G	SL	C	S	sum
Daehul	Sample	4	-	20	92	-	-	-	116
	%	3.4	-	17.2	79.3	-	-	-	100
Bukchon	Sample	14	-	18	12	-	-	1	45
	%	31.1	-	40.0	26.7	-	-	2.2	100
Sunhul	Sample	22	-	58	63	-	-	-	143
	%	15.4	-	40.6	44.1	-	-	-	100
Sinchon	Sample	14	6	65	27	4	27	1	144
	%	9.7	4.2	45.1	18.8	2.8	18.8	0.7	100
Sinheung	Sample	-	10	10	-	-	11	-	31
	%	-	32.3	32.3	-	-	35.5	-	100
Wasan	Sample	-	-	14	49	-	-	-	63
	%	-	-	22.2	77.8	-	-	-	100
Wahul	Sample	17	-	54	30	-	11	-	112
	%	15.2	-	48.2	26.8	-	9.8	-	100
Jochon	Sample	10	24	72	16	1	12	-	135
	%	7.4	17.8	53.3	11.9	0.7	8.9	-	100
HamDeok	Sample	9	21	79	17	-	24	-	150
	%	6.0	14.0	52.7	11.3	-	16.0	-	100
sum	Sample	90	61	390	306	5	85	2	939
	%	9.6	6.5	41.5	32.6	0.5	9.1	0.2	100

[†] SiSL : Silty sandy loam, CL : Clay loam, SiCL : Silty clay loam, G: Gravel, SL: Sandy loamy, C : Clay, S : Sandy.

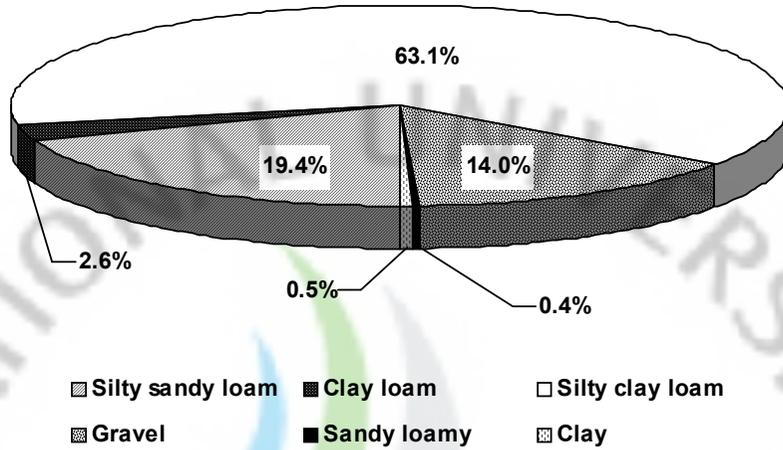


Fig. 3. The distribution of soil textures in Namwon area in Jeju Island.

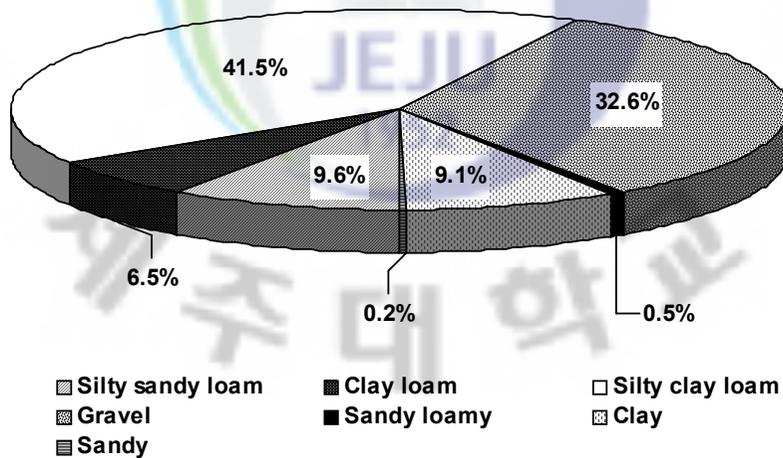


Fig. 4. The distribution of soil textures in Jocheon area in Jeju Island.

2. 토양화학성

1) 토양 pH의 범위별 분포

한국토양정보시스템에서 수집한 남원읍과 조천읍의 토양 pH를 pH 4.5 이하부터 단위별로 일정범위를 정하여 각 범위별 조사토양의 숫자 및 분포비율을 Table 3 및 4, Fig. 5, 6, 및 7에 나타내었다.

남원읍 지역의 토양 pH는 평균 4.9였고, pH 5.0 이하가 420개 지점으로 63.9%를 차지하였으며, pH 6.1 이상인 토양이 35개 지점으로 5.4%에 불과하였다. 토양 pH가 4.5 이하로 매우 산성인 지역은 신례리, 위미리, 하례리 지역이었고 각 지역의 40 ~ 50%의 분포를 나타내었다(Table 3). 감귤이 생육하는데 적절한 토양 pH는 5.0 ~ 6.0 범위로 보고되었으며(한 등, 1999), 감귤이 많이 재배되고 있는 남원읍 지역에서 적정 범위에 포함되는 감귤원 토양은 30.8% 이었다.

조천읍 지역의 토양 pH는 3.5 이하에서 최고 8.3까지의 넓은 범위의 분포를 나타내고 있으며, 평균 pH는 5.1이었다. pH의 분포는 pH 5.0 이하가 54.9%, pH 5.1 ~ 5.0이 32.5%, pH 6.1 이상이 12.5% 이었고, 특이하게 신흥지역의 30개지역중 20개 지역에서 pH가 7.9 ~ 8.4 범위에 무려 66.7%가 높게 토양이 조사되었다(Table 4). 이와 같이 신흥리 지역의 토양 pH가 높은 조사결과는 기존의 보고와 유사한 결과였다(현과 이, 1998).

남원읍 평균 토양 pH가 4.9인 결과는 제주도 농업기술원에서 정밀토양 조사결과(95 ~ 98)인 제주도의 밭토양의 평균 pH가 5.2에 비해 낮은 값이었으며, 조천읍 지역 토양의 평균 pH는 제주도 밭토양의 평균과 비슷하였다. 남원읍과 조천읍 토양 pH는 최근 농진청에서 조사한 우리나라 밭토양의 평균 pH 5.6보다는 매우 낮은 수준을 보여(농촌진흥청, 1999) 토양개량의 필요하다고 생각된다.

Table 3. Distribution and sample numbers of soil pH in Namwon area in Jeju Island

area	Soil pH	<4.5	4.6 ~5.0	5.1 ~5.5	5.6 ~6.0	6.1 ~6.5	6.6 ~7.3	7.4 ~7.8	sum
	Namwon	Sample	9	25	26	2	5	2	-
%		13.0	36.2	37.7	2.9	7.2	2.9	-	100
Soomang	Sample	13	17	11	6	1	-	-	48
	%	27.1	35.4	22.9	12.5	2.1	-	-	100
Sinnrye	Sample	43	37	26	-	-	-	-	106
	%	40.6	34.9	24.5	-	-	-	-	100
Sinheung	Sample	27	32	15	14	8	1	-	97
	%	27.8	33.0	15.5	14.4	8.2	1.0	-	100
Euigwi	Sample	31	27	17	6	2	-	-	83
	%	37.3	32.5	20.5	7.2	2.4	-	-	100
Wini	Sample	9	6	2	1	2	1	-	21
	%	42.9	28.6	9.5	4.8	9.5	4.8	-	100
Tacheung	Sample	11	22	26	8	5	5	1	78
	%	14.1	28.2	33.3	10.3	6.4	6.4	1.3	100
Harae	Sample	46	23	11	9	1	-	-	90
	%	51.1	25.6	12.2	10.0	1.1	-	-	100
Hannam	Sample	22	20	15	7	1	-	-	65
	%	33.8	30.8	23.1	10.8	1.5	-	-	100
sum	Sample	211	209	149	53	25	9	1	657
	%	32.1	31.8	22.7	8.1	3.8	1.4	0.2	100

Table 4. Distribution and sample numbers of soil pH in Jocheon area in Jeju Island

area	Soil pH	<4.5	4.6 ~5.0	5.1 ~5.5	5.6 ~6.0	6.1 ~6.5	6.6 ~7.3	7.4 ~7.8	7.9 ~8.4	sum
	Daehul	Sample	42	31	33	6	-	1	-	-
	%	37.2	27.4	29.2	5.3	-	0.9	-	-	100
Bukchon	Sample	5	10	9	8	7	2	4	1	46
	%	10.9	21.7	19.6	17.4	15.2	4.3	8.7	2.2	100
Sunhul	Sample	49	41	31	19	1	2	-	-	143
	%	34.3	28.7	21.7	13.3	0.7	1.4	-	-	100
Sinchon	Sample	48	38	29	19	8	2	1	1	146
	%	32.9	26.0	19.9	13.0	5.5	1.4	0.7	0.7	100
Sinheung	Sample	1	1	3	2	-	3	8	12	30
	%	3.3	3.3	10.0	6.7	-	10.0	26.7	40	100
Wasan	Sample	27	37	20	23	16	20	7	-	150
	%	18.0	24.7	13.3	15.3	10.7	13.3	4.7	-	100
Wahul	Sample	21	14	15	10	3	-	-	-	63
	%	33.3	22.2	23.8	15.9	4.8	-	-	-	100
Jochon	Sample	32	37	28	12	1	-	1	-	111
	%	28.8	33.3	25.2	10.8	0.9	-	0.9	-	100
HamDeok	Sample	50	31	20	18	6	7	1	3	136
	%	36.8	22.8	14.7	13.2	4.4	5.1	0.7	2.2	100
sum	Sample	275	240	188	117	42	37	22	17	938
	%	29.3	25.6	20.0	12.5	4.5	3.9	2.3	1.8	100

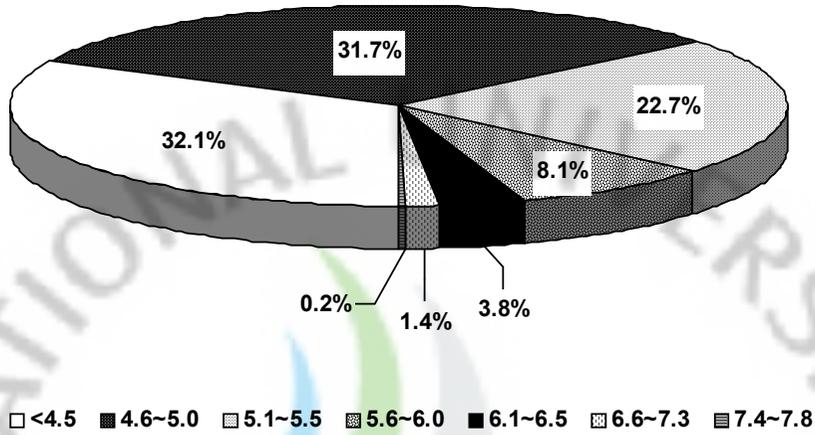


Fig. 5. Distribution of soil pH in Namwon area in Jeju Island.

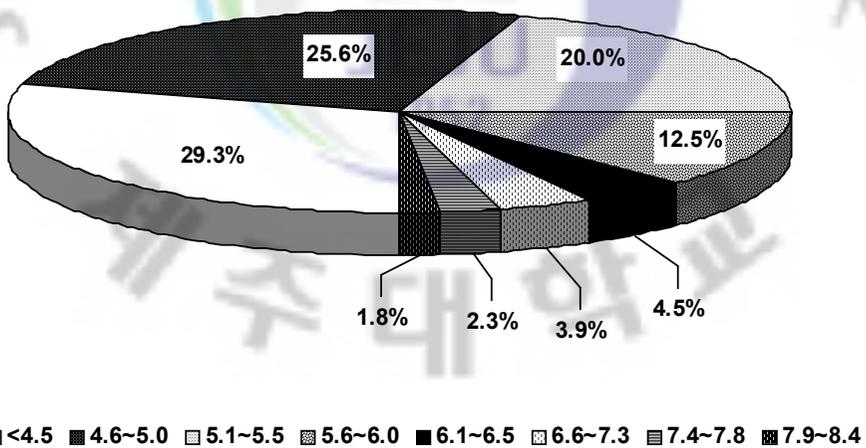


Fig. 6. Distribution of soil pH in Jocheon area in Jeju Island.

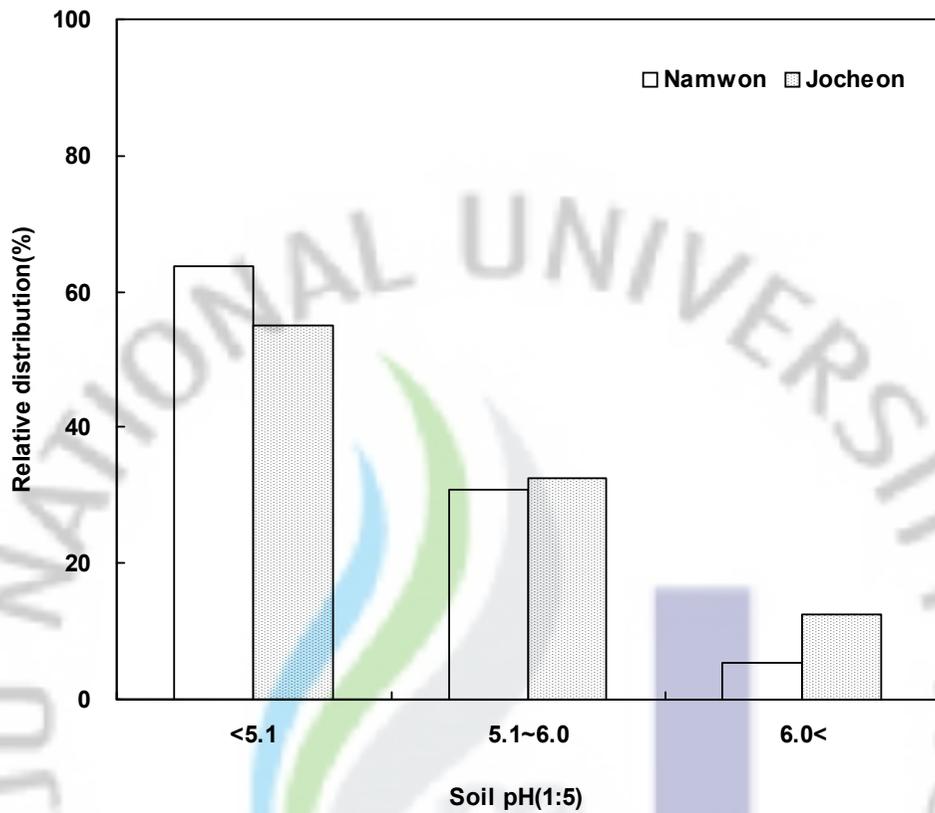


Fig. 7. Comparison of distribution of soil pH in Namwon and Jocheon soil.

2) 유기물함량의 범위별 분포

남원읍 지역의 토양의 유기물 함량은 전반적으로 20 g kg^{-1} 이하가 67.3% 이고, 조천읍 지역의 토양의 유기물 함량은 20 g kg^{-1} 이상이 68.6%로 상대적으로 높은 유기물 함량을 보였다(Table 5 및 6, Fig. 8, 9 및 10).

이와 같은 결과는 우리나라 밭토양의 유기물함량 평균치인 24 g kg^{-1} 에 비하여 높았으나(농촌진흥청, 1999), 일반적으로 화산재가 집적되어 유기물 함량이 높게 나타나는 제주도 토양의 특성과는 차이가 있는 결과이었다. 특히, 남원읍 지역의 유기물 함량 분포가 조사지역 657개 지점 중 $11 \sim 20 \text{ g kg}^{-1}$ 범위에 421개 지점으로 64.1%가 분포하였으며, 수망리, 신례리, 신흥리, 하례리, 한남리 지역에서 68 ~ 82%로 가장 높은 분포를 나타내었는데, 이는 화산회토양이 많이 분포된 토양특성과는 차이가 있었다.

조천읍 지역의 유기물 함량 분포는 조사지역 938개 지점 중 $50 \sim 100 \text{ g kg}^{-1}$ 범위에 277개 지점으로 29.5%이 높은 분포를 나타내었으며 $11 \sim 20 \text{ g kg}^{-1}$ 범위에 250개 지점인 26.7%로서 남원읍 지역에 비하여 조천읍지역의 유기물 함량이 높은 수준이었다(Table 6 및 Fig. 9).

남원읍 지역은 화산회토로 분류되는 지역으로 일반적인 토양조사에 비해 유기물함량이 낮은 것으로 조사되었는데, 이는 본 연구에서 이용한 자료가 한국토양정보시스템의 자료 중에서 5%를 선별하는 과정에서 유기물함량이 낮은 토양이 선정된 원인으로 생각된다.

Table 5. Distribution and sample numbers of soil organic matter in Namwon area, in Jeju Island

area	Soil OM (g kg ⁻¹)	Soil OM							sum
		<10	11~20	21~30	31~40	41~50	50~100	100~200	
Namwon	Sample	3	38	9	3	2	14	-	69
	%	4.3	55.1	13.0	4.3	2.9	20.3	-	100
Soomang	Sample	1	33	1	-	-	2	11	48
	%	2.1	68.8	2.1	-	-	4.2	22.9	100
Sinnrye	Sample	3	77	4	1	-	21	-	106
	%	2.8	72.6	3.8	0.9	-	19.8	-	100
Sinheung	Sample	2	68	2	1	1	9	14	97
	%	2.1	70.1	2.1	1.0	1.0	9.3	14.4	100
Euigwi	Sample	4	30	-	-	2	22	25	83
	%	4.8	36.1	-	-	2.4	26.5	30.1	100
Wini	Sample	-	3	1	-	-	14	3	21
	%	-	14.3	4.8	-	-	66.7	14.3	100
Tacheung	Sample	6	48	6	2	1	15	-	78
	%	7.7	61.5	7.7	2.6	1.3	19.2	-	100
Harae	Sample	-	71	4	-	-	11	4	90
	%	-	78.9	4.4	-	-	12.2	4.4	100
Hannam	Sample	2	53	-	-	1	3	6	65
	%	3.1	81.5	-	-	1.5	4.6	9.2	100
sum	Sample	21	421	27	7	7	111	63	657
	%	3.2	64.1	4.1	1.1	1.1	16.9	9.6	100

Table 6. Distribution and sample numbers of soil organic matter in Jocheon area, in Jeju Island

		Soil OM								sum
		(g kg ⁻¹)	<10	11~20	21~30	31~40	41~50	50~100	100~200	
area										
Daehul	Sample	6	61	9	-	4	33	-	-	113
	%	5.3	54.0	8.0	-	3.5	29.2	-	-	100
Bukchon	Sample	2	15	2	2	2	23	-	-	46
	%	4.3	32.6	4.3	4.3	4.3	50.0	-	-	100
Sunhul	Sample	4	49	1	-	2	26	56	5	143
	%	2.8	34.3	0.7	-	1.4	18.2	39.2	3.5	100
Sinchon	Sample	7	15	28	27	25	44	-	-	146
	%	4.8	10.3	19.2	18.5	17.1	30.1	-	-	100
Sinheung	Sample	3	6	8	7	3	3	-	-	30
	%	10.0	20.0	26.7	23.3	10.0	10.0	-	-	100.0
Wasan	Sample	3	10	21	25	21	53	16	1	150
	%	2.0	6.7	14.0	16.7	14.0	35.3	10.7	0.7	100
Wahul	Sample	8	38	-	-	2	14	1	-	63
	%	12.7	60.3	-	-	3.2	22.2	1.6	-	100
Jochon	Sample	6	44	7	8	8	38	-	-	111
	%	5.4	39.6	6.3	7.2	7.2	34.2	-	-	100
HamDeok	Sample	5	12	14	41	21	43	-	-	136
	%	3.7	8.8	10.3	30.1	15.4	31.6	-	-	100
sum	Sample	44	250	90	110	88	277	73	6	938
	%	4.7	26.7	9.6	11.7	9.4	29.5	7.8	0.6	100

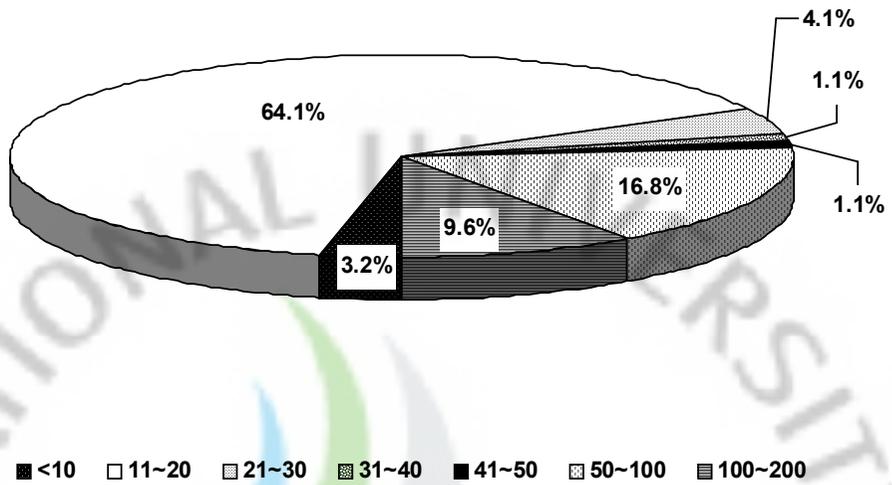


Fig. 8. Distribution of soil organic matter in Namwon area in Jeju Island.

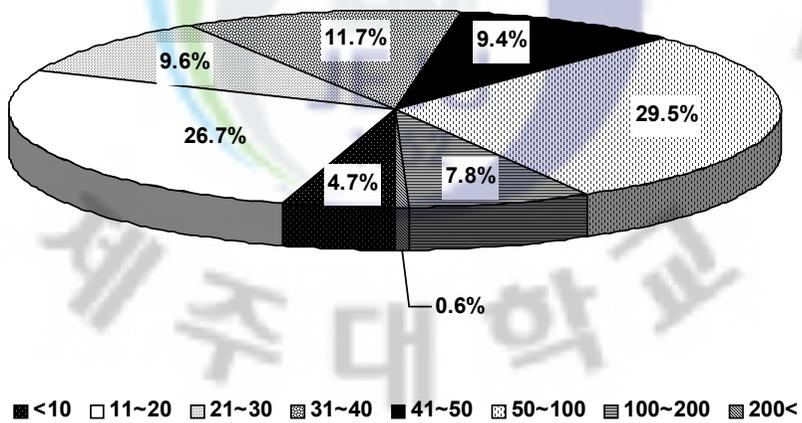


Fig. 9. Distribution of soil organic matter in Jocheon area in Jeju Island.

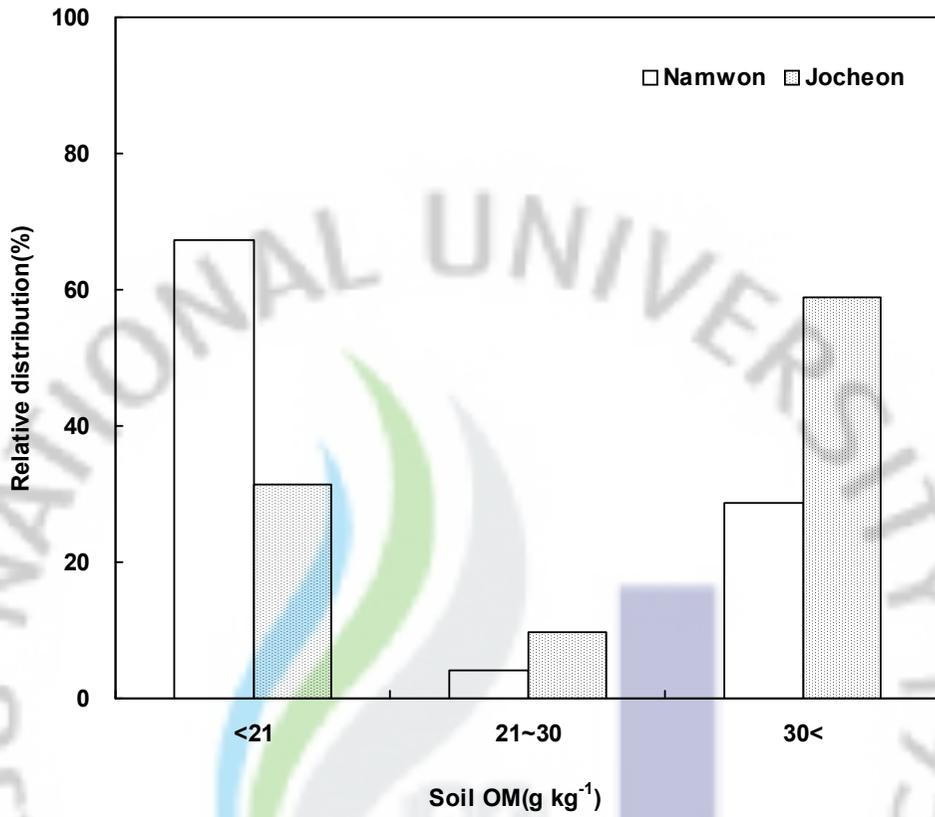


Fig. 10. Comparison of distribution of soil organic matter in Namwon and Jocheon soil.

3) 유효인산함량의 범위별 분포

남원읍 지역 토양의 유효인산 함량은 전체조사지점 657개 지점 중 51%인 335개 지점이 200 mg kg^{-1} 이하 범위에 있었고, $201 \sim 400 \text{ mg kg}^{-1}$ 범위에 25.1%, 401 mg kg^{-1} 이상 범위가 23.9% 이었다. 위미리 지역의 유효인산 함량은 47.6%가 $201 \sim 400 \text{ mg kg}^{-1}$ 범위에 있어서 다른 지역에 비해 유효인산 함량이 높은 편이었다. 조천읍 지역 토양의 유효인산 함량은 조사지역 938지점 중 427개 지점이 401 mg kg^{-1} 이상으로 45.8%의 분포를 나타내어 남원읍에 비해 상대적으로 높게 나타났다(Table 7 및 8, Fig. 11, 12 및 13).

두 지역 토양의 유효인산함량은 $4 \sim 4,502 \text{ mg kg}^{-1}$ 범위로서 조사지역에 따라 큰 차이를 나타내고 있었다. 남원읍과 조천읍 지역의 유효인산 함량 평균은 각각 302.3 mg kg^{-1} 과 433.3 mg kg^{-1} 으로 조천읍이 남원읍에 비해 약 131 mg kg^{-1} 높게 나타났다. 제주도 밭토양 유효인산함량은 평균 393 mg kg^{-1} 으로(제주농업기술원, 1999)로 남원읍 지역은 이에 비하여 조금 낮은 수준이고 조천읍 지역은 약간 높은 수준이었다. 감귤 재배 적정범위는 $200 \sim 300 \text{ mg kg}^{-1}$ 으로 보고되었으며(제주농업기술원, 1999), 이에 비하여 함량이 높은 토양이 많아 인산질 비료 적정시비가 요구된다.

Table 7. Distribution and sample numbers of available phosphate in Namwon area, in Jeju Island

area		P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)										sum
		<100	101 ~200	201 ~400	401 ~600	601 ~800	801 ~1000	1001 ~1200	1201 ~1400	1401 ~1600	1601 <	
Namwon	Sample	4	10	12	19	10	5	3	2	1	3	69
	%	5.8	14.5	17.4	27.5	14.5	7.2	4.3	2.9	1.4	4.3	100
Soomang	Sample	23	11	11	1	1	1	-	-	-	-	48
	%	47.9	22.9	22.9	2.1	2.1	2.1	-	-	-	-	100
Sinnrye	Sample	42	28	24	8	3	1	-	-	-	-	106
	%	39.6	26.4	22.6	7.5	2.8	0.9	-	-	-	-	100
Sinheung	Sample	34	31	22	4	3	-	1	-	1	1	97
	%	35.1	32.0	22.7	4.1	3.1	-	1.0	-	1.0	1.0	100
Euigwi	Sample	19	14	15	15	14	5	-	1	-	-	83
	%	22.9	16.9	18.1	18.1	16.9	6.0	-	1.2	-	-	100
Wini	Sample	5	1	10	1	2	1	-	-	-	1	21
	%	23.8	4.8	47.6	4.8	9.5	4.8	-	-	-	4.8	100
Tacheung	Sample	12	20	24	13	2	2	1	2	-	2	78
	%	15.4	25.6	30.8	16.7	2.6	2.6	1.3	2.6	-	2.6	100
Harae	Sample	19	20	30	9	5	3	2	-	1	1	90
	%	21.1	22.2	33.3	10.0	5.6	3.3	2.2	-	1.1	1.1	100
Hannam	Sample	27	15	17	5	1	-	-	-	-	-	65
	%	41.5	23.1	26.2	7.7	1.5	-	-	-	-	-	100
sum	Sample	185	150	165	75	41	18	7	5	3	8	657
	%	28.2	22.8	25.1	11.4	6.2	2.7	1.1	0.8	0.5	1.2	100

Table 8. Distribution and sample numbers of available phosphate in Jocheon area, in Jeju Island

area		P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)										합계
		<100	101 ~200	201 ~400	401 ~600	601 ~800	801 ~1000	1001 ~1200	1201 ~1400	1401 ~1600	1601 <	
Daehul	Sample	31	30	20	17	10	2	1	-	-	2	113
	%	27.4	26.5	17.7	15.0	8.8	1.8	0.9	-	-	1.8	100
Bukchon	Sample	7	10	16	6	4	3	-	-	-	-	46
	%	15.2	21.7	34.8	13.0	8.7	6.5	-	-	-	-	100
Sunhul	Sample	50	24	37	14	14	3	1	-	-	-	143
	%	35.0	16.8	25.9	9.8	9.8	2.1	0.7	-	-	-	100
Sinchon	Sample	6	21	21	25	29	19	9	10	3	3	146
	%	4.1	14.4	14.4	17.1	19.9	13.0	6.2	6.8	2.1	2.1	100
Sinheung	Sample	4	6	17	3	-	-	-	-	-	-	30
	%	13.3	20.0	56.7	10.0	-	-	-	-	-	-	100
Wasan	Sample	5	7	30	43	52	9	1	1	1	1	150
	%	3.3	4.7	20.0	28.7	34.7	6.0	0.7	0.7	0.7	0.7	100
Wahul	Sample	32	14	10	6	1	-	-	-	-	-	63
	%	50.8	22.2	15.9	9.5	1.6	-	-	-	-	-	100
Jochon	Sample	40	20	23	14	4	3	1	5	-	1	111
	%	36.0	18.0	20.7	12.6	3.6	2.7	0.9	4.5	-	0.9	100
HamDeok	Sample	3	5	19	27	33	22	15	5	6	1	136
	%	2.2	3.7	14.0	19.9	24.3	16.2	11.0	3.7	4.4	0.7	100
sum	Sample	178	137	193	155	147	61	28	21	10	8	938
	%	19.0	14.6	20.6	16.5	15.7	6.5	3.0	2.2	1.1	0.9	100

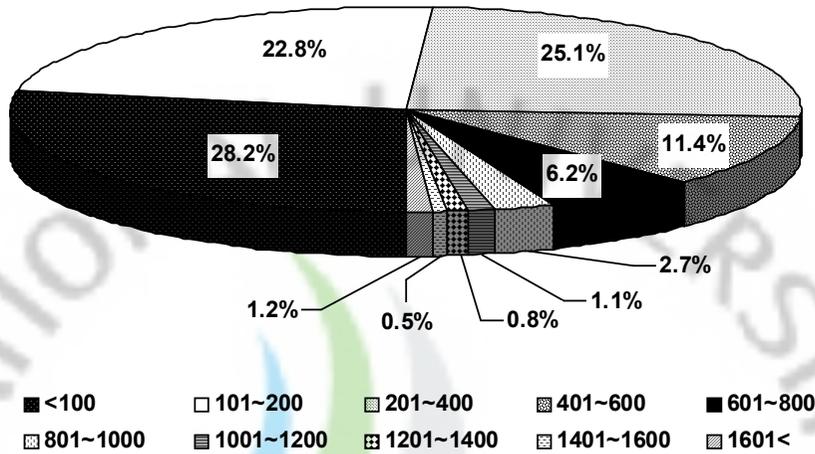


Fig. 10. Distribution of available phosphate in Namwon area in Jeju Island.

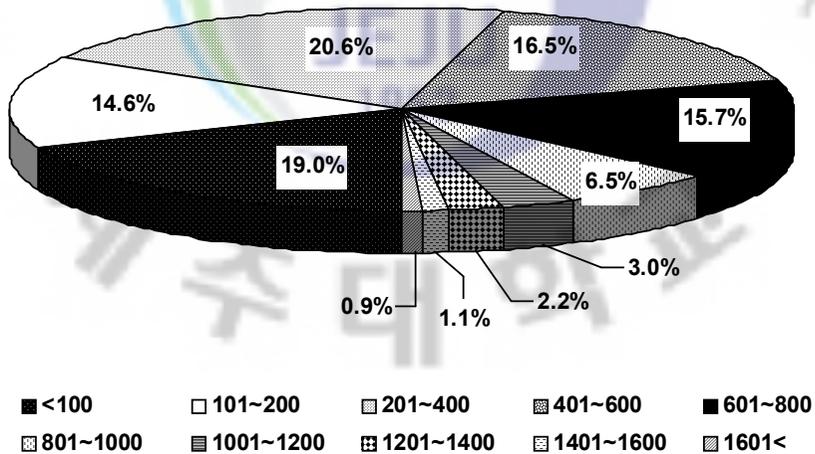


Fig. 11. Distribution of available phosphate in Jocheon area in Jeju Island.

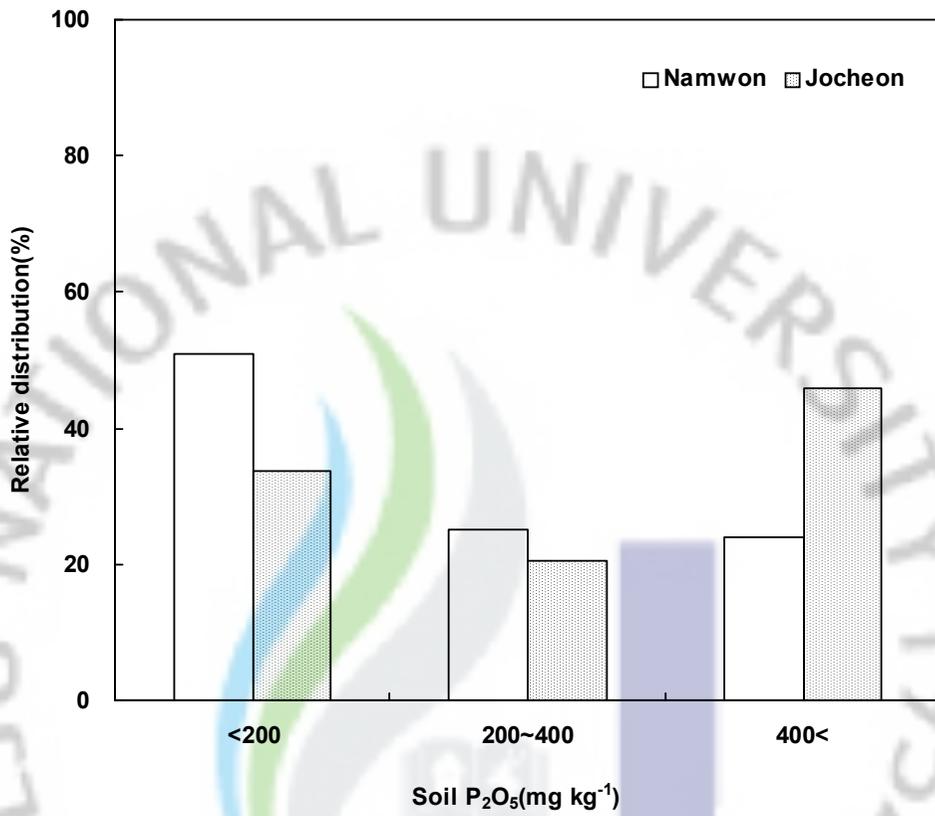


Fig. 12. Comparison of distribution of available phosphate in Namwon and Jocheon soil.

4). 교환성양이온의 범위별 분포

남원읍과 조천읍의 밭토양의 교환성양이온의 평균함량은 Table 9 및 10과 같다. 교환성 K의 평균 함량은 남원읍과 조천읍지역이 각각 $1.2 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 및 $1.3 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 로 비슷하였다. 교환성 K의 적정범위는 $0.3 \sim 0.8 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 로 보고되었는데(제주농업기술원, 1999), 남원읍 토양은 39.3%, 조천읍 토양은 34.5%가 적정 범위에 속하였다. 그러나 적정범위보다 교환성 K 함량이 많은 토양이 남원읍에서 46.5%, 조천읍에서 57.7%가 조사되어 가리비료의 사용이 적정량보다 많은 것으로 생각되었다(Fig. 13). 특히 토양에 칼륨이 많으면 작물이 칼슘 및 마그네슘의 흡수가 억제되는 길항작용으로 결핍이 우려되므로(손 등, 1999), 교환성 K 함량이 많은 남원읍 하례리, 조천읍 북촌리, 신촌리 및 와흘리 지역은 가리비료의 사용량을 줄이는 것이 바람직하다고 생각된다.

교환성 Ca은 남원읍 토양이 $3.9 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 으로 조천읍의 $6.3 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 보다 낮았다. 교환성 Ca의 적정범위는 $5.0 \sim 6.0 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 로 보고되었는데(제주농업기술원, 1999), 두 지역 모두 $5 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 이하인 토양이 70% 내외를 나타내었으며, $\text{cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 이상인 토양은 20% 내외에 불과한 것으로 나타났다. 따라서 각 지점별로 Ca 함량이 낮은 농경지에 적정한 양의 칼슘비료 시비량이 요구된다(Fig. 14).

교환성 Mg 함량은 두 지역 모두 평균 $1.6 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 로 적정범위인 $1.2 \sim 2.0 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 범위에 있었으나, 지역 및 조사지점별로 차이가 많아 남원읍의 신례리, 하례리, 한남리 지역과 조천읍의 대흘리, 와산리, 와흘리 등은 적정범위보다 낮은 토양이 많았다.

화산회토 토양은 양이온교환용량이 높고 양이온의 용탈이 많아 과거부터 석회질비료의 사용이 강조되었으나 일반토양에 비해 양이온 첨가효과 및 pH 상승효과가 낮아 석회와 고토 등이 들어있는 석회고토의 사용이 요구되었으며, 일부 석회가 함유되어 있는 용성인비의 사용효과가 인정되었다(김, 2005). 따라서 남원읍 지역은 토양내 칼슘과 마그네슘의 농도를 높이는데 석회고토와 용성인비가 요구되며 pH가 아주 낮은 강산성 토양에는 석회질비료의 적극적인 사용이 요구된다.

Table 9. Average of exchangeable cation contents in Namwon area in Jeju Island

area	K	Ca cmol ⁺ kg ⁻¹	Mg
Namwon	0.8	3.8	2.6
Soomang	0.7	4.5	1.6
Sinnrye	1.4	2.5	1
Sinheung	0.8	5	1.5
Euigwi	0.8	3.7	1.5
Wini	1.3	5.4	1.8
Tacheung	1.2	4	2.8
Harae	2.8	4.5	1.1
Hannam	0.6	3.4	1
Mean	1.2	3.9	1.6

Table 10. Average of exchangeable cation contents in Jocheon area in Jeju Island

area	K	Ca cmol ⁺ kg ⁻¹	Mg
Daehul	1.4	2.4	0.9
Bukchon	2.1	9.7	2.1
Sunhul	0.9	3.5	1.5
Sinchon	2.3	4.6	2.2
Sinheung	0.8	17.9	2.4
Wasan	0.8	8.7	1.9
Wahul	0.7	1.8	0.9
Jochon	2.1	3.6	0.9
HamDeok	0.6	4.1	1.4
Mean	1.3	6.3	1.6

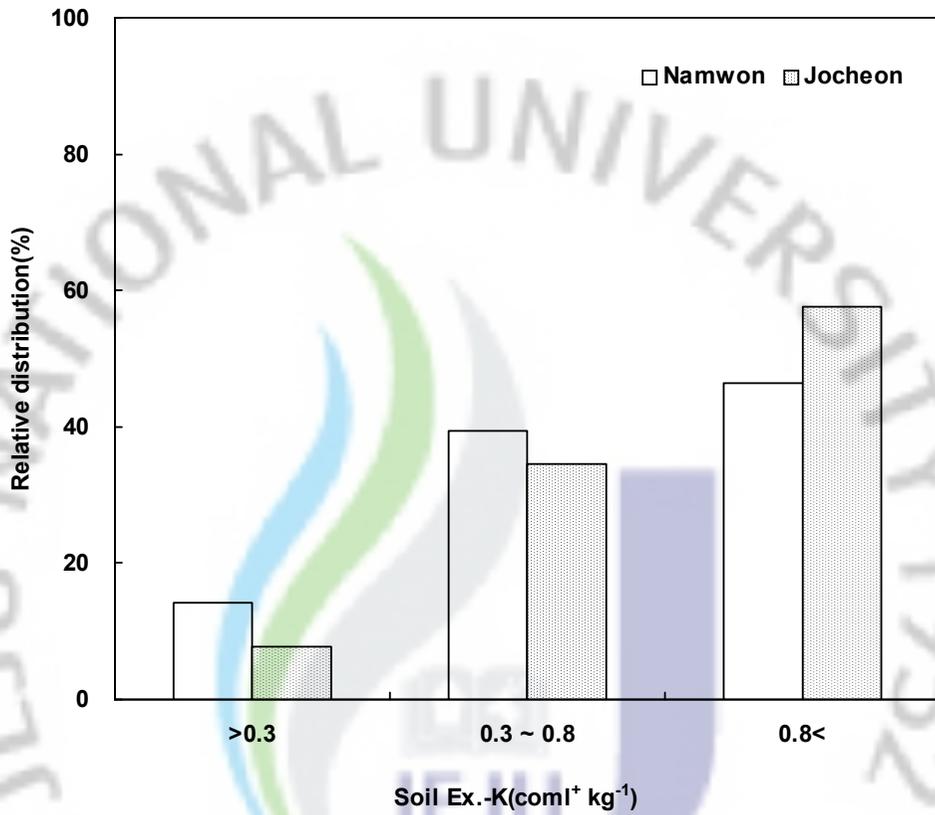


Fig. 13. Comparison of distribution of exchangeable K in Namwon and Jocheon soil.

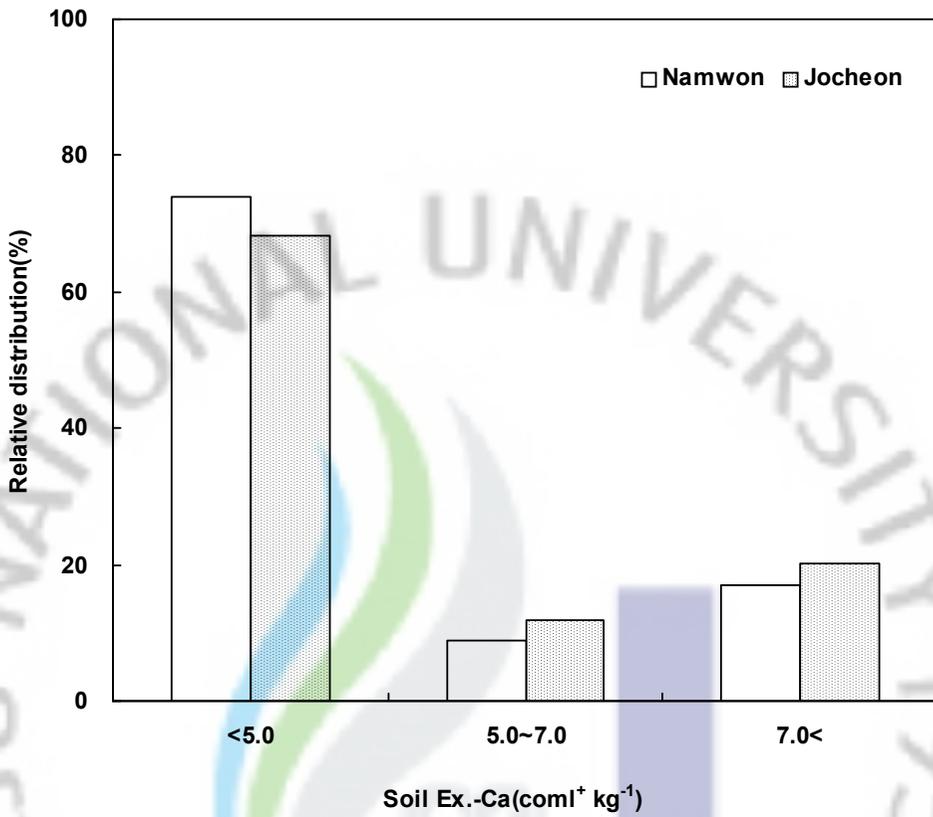


Fig. 14. Comparison of distribution of exchangeable Ca in Namwon and Jocheon soil.

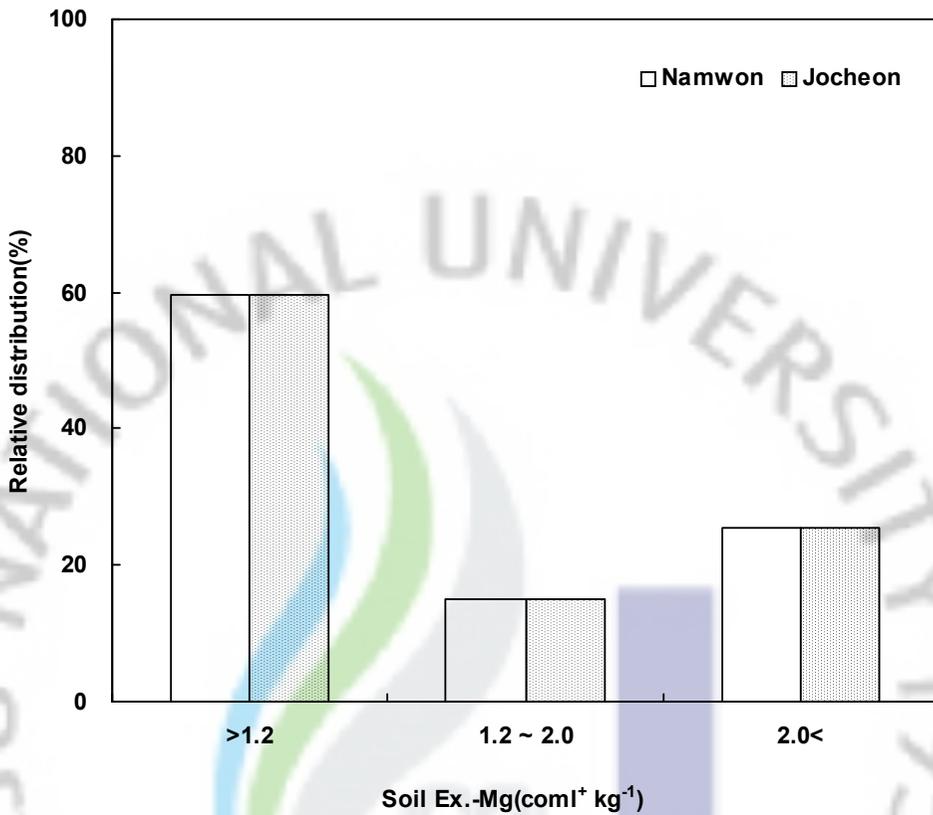


Fig. 15. Comparison of distribution of exchangeable Mg in Namwon and Jocheon soil.

5) 전기전도도의 범위별 분포

남원읍과 조천읍의 토양 1,470개 지점의 토양 전기전도도(EC, Electrical conductivity) 범위를 조사한 결과는 Table 11 및 2, Fig. 16 및 17에 나타내었다. 남원읍과 조천읍의 전기전도도는 각각 74.3% 및 76%가 적정범위 2 ds m^{-1} 보다 낮았으며, 5 dS m^{-1} 이상인 토양이 남원읍은 6.6%, 조천읍은 3.3%로 두 지역 모두 염류집적의 문제는 나타나지 않을 것으로 예상된다. 토양 내 염류농도가 높으면 1년생 식물은 대부분이 생장이 느리거나 정지되며 잎과 줄기가 위축되고 열매도 부실해지는 것이 일반적이다(박 외, 2003). 따라서 감귤을 많이 재배하고 있는 남원읍 지역에서는 염류집적에 의한 피해는 거의 나타나지 않을 것으로 생각되며, 특용작물을 많이 재배하는 조천읍 지역에서는 염류농도가 과다하게 높아지지 않도록 토양을 관리하는 것이 필요하다. 특히 남원읍 지역의 강수량이 조천읍 지역에 비해 많기 때문에 염류의 용탈이 자연적으로 나타날 수 있으므로 염류에 의한 피해는 크게 문제되지 않을 것으로 생각된다.

Table 11. Distribution and sample numbers of electrical conductivity in Namwon area in Jeju Island

		EC (dS m ⁻¹)								
		<0.51	0.51 ~1.00	1.01 ~1.50	1.51 ~2.00	2.01 ~2.50	2.51 ~3.00	3.01 ~5.00	5.00<	sum
area										
Namwon	Sample	15	11	3	7	5	2	13	10	66
	%	22.7	16.7	4.5	10.6	7.6	3.0	19.7	15.2	100.0
Soomang	Sample	15	13	7	3	2	1	5	2	48
	%	31.3	27.1	14.6	6.3	4.2	2.1	10.4	4.2	100
Sinnrye	Sample	64	25	7	4	2	1	2	-	105
	%	61.0	23.8	6.7	3.8	1.9	1.0	1.9	-	100
Sinheung	Sample	15	40	16	4	5	6	4	3	93
	%	16.1	43.0	17.2	4.3	5.4	6.5	4.3	3.2	100
Euigwi	Sample	21	36	6	2	6	2	5	1	79
	%	26.6	45.6	7.6	2.5	7.6	2.5	6.3	1.3	100
Wini	Sample	1	1	4	-	1	1	1	1	10
	%	10.0	10.0	40.0	-	10.0	10.0	10.0	10	100
Tacheung	Sample	2	20	14	9	4	1	2	1	53
	%	3.8	37.7	26.4	17.0	7.5	1.9	3.8	1.9	100
Harae	Sample	7	10	13	6	11	3	21	19	90
	%	7.8	11.1	14.4	6.7	12.2	3.3	23.3	21.1	100
Hannam	Sample	20	21	8	2	2	1	8	3	65
	%	30.8	32.3	12.3	3.1	3.1	1.5	12.3	4.6	100
sum	Sample	160	177	78	37	38	18	61	40	609
	%	26.3	29.1	12.8	6.1	6.2	3.0	10.0	6.6	100

Table 12. Distribution and sample numbers of electrical conductivity in Jocheon area in Jeju Island

		EC								sum
		(dS m ⁻¹) <0.51	0.51 ~1.00	1.01 ~1.50	1.51 ~2.00	2.01 ~2.50	2.51 ~3.00	3.01 ~5.00	5.00<	
area										
Daehul	Sample	21	29	14	10	5	4	17	11	111
	%	18.9	26.1	12.6	9.0	4.5	3.6	15.3	9.9	100
Bukchon	Sample	3	14	11	3	4	4	5	2	46
	%	6.5	30.4	23.9	6.5	8.7	8.7	10.9	4.3	100
Sunhul	Sample	54	41	19	8	5	8	6	1	142
	%	38.0	28.9	13.4	5.6	3.5	5.6	4.2	0.7	100
Sinchon	Sample	14	45	28	10	9	10	22	7	145
	%	9.7	31.0	19.3	6.9	6.2	6.9	15.2	4.8	100
Sinheung	Sample	17	13	-	-	-	-	-	-	30
	%	56.7	43.3	-	-	-	-	-	-	100
Wasan	Sample	66	26	14	8	15	5	13	2	149
	%	44.3	17.4	9.4	5.4	10.1	3.4	8.7	1.3	100
Wahul	Sample	20	11	8	8	3	3	3	1	57
	%	35.1	19.3	14.0	14.0	5.3	5.3	5.3	1.8	100
Jochon	Sample	23	31	14	10	7	6	15	3	109
	%	21.1	28.4	12.8	9.2	6.4	5.5	13.8	2.8	100
HamDeok	Sample	18	28	12	4	4	3	2	1	72
	%	25.0	38.9	16.7	5.6	5.6	4.2	2.8	1.4	100.0
sum	Sample	236	238	120	61	52	43	83	28	861
	%	27.4	27.6	13.	7.1	6.0	5.0	9.6	3.3	100

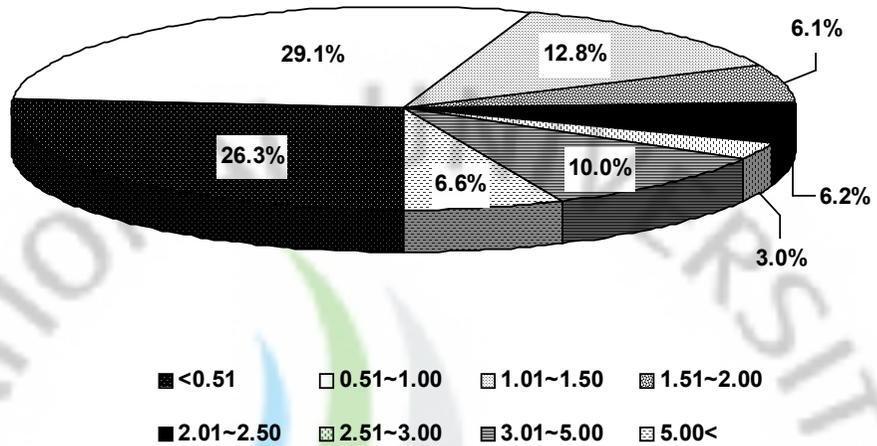


Fig. 16. Distribution of electrical conductivity in Namwon area in Jeju Island.

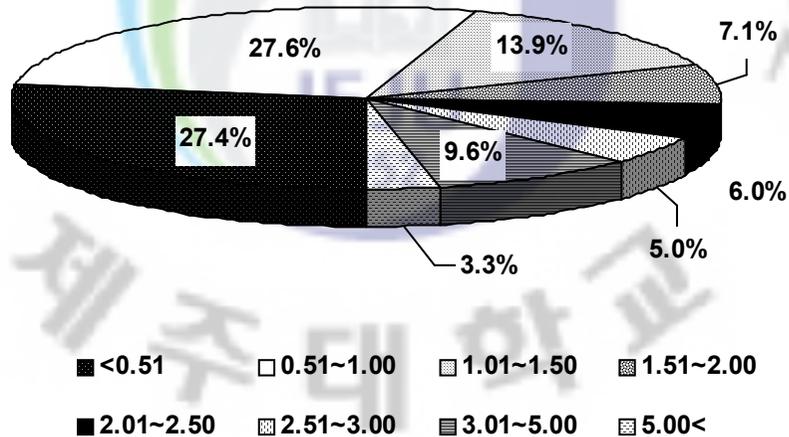


Fig. 17. Distribution of electrical conductivity in Jocheon area in Jeju Island.

IV. 적 요

본 연구는 화산회토가 많이 분포한, 감귤이 재배되고 있는 남원읍 지역과 비화산회토가 많이 분포되어 특용작물이 재배되고 있는 조천읍 토양을 각각 557개 및 939개 토양자료를 한국토양정보시스템에서 수집하여 토성, 토양 pH, 유기물함량, 유효인산, 교환성 양이온 및 전기전도도 특성을 비교하였다.

남원읍 지역의 주요 토성은 미사질식양질 토양으로 63%가 분포되었으며, 조천읍 지역은 미사식양질과 역질 토양이 각각 41.53% 및 32.59% 이었다. 남원읍 지역의 토양 pH는 평균 4.9였고, pH 5.0 이하가 420개 지점으로 63.9%를 차지하였으며, 조천읍 토양의 평균 pH는 5.3이었으며, 신흥리 지역의 토양 pH는 7.9 ~ 8.4로 매우 높았다. 남원읍 지역 토양의 유기물함량은 20 g kg^{-1} 이하의 토양이 많은 것으로 조사되었는데, 이는 한국토양정보시스템의 시료 선정과정에서 유기물함량이 낮은 토양의 결과를 수집했기 때문으로 생각된다. 남원읍 지역 토양의 유효인산 함량은 전체조사지점의 51%가 200 mg kg^{-1} 이하 범위에 있었고, 조천읍 지역에서는 45.8%가 401 mg kg^{-1} 이상이었다. 교환성 K의 평균 함량은 남원읍과 조천읍지역이 각각 $1.2 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 및 $1.3 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 로 비슷하였는데, 남원읍 토양의 39.3%, 조천읍 토양의 34.5%가 적정 범위에 속하였다. 교환성 Ca은 남원읍 토양이 $3.9 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 으로 조천읍의 $6.3 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 보다 낮았으며, 두 지역 모두 $5 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 이하인 토양이 70% 내외를 나타내었다. 교환성 Mg 함량은 두 지역 모두 평균 $1.6 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 로 적정범위인 1.2 ~ $2.0 \text{ cmol}^+ \text{ kg}^{-1}$ 범위에 있었으나, 지역 및 조사지점별로 차이가 많았다. 남원읍과 조천읍의 전기전도도는 각각 74.3% 및 76%가 적정범위 2 ds/m 보다 낮았으며, 5 ds m^{-1} 이상인 토양이 남원읍은 6.6%, 조천읍은 3.3%로 두 지역 모두 염류집적의 문제는 나타나지 않을 것으로 예상된다.

V. 참고문헌

- 국립농산물품질관리원. 2005. 주요작물지역별 재배동향.
- 농림부. 농림수산통계연보. 1995.
- 농림부. 작물통계. 1996.
- 농촌진흥청 농업기술연구소. 1998. 토양화학분석법.
- 농촌진흥청. 1999. 농업환경 변동대책연구. p12-18.
- 박동금, 권준국, 이재한, 최영하, 이순구. 2003. 토양염류농도가 참외의 생육과 품질에 미치는 영향 한국원예학회지. 44:616-619.
- 박백균, 전태하, 김유학. 1988. 주요 논밭 작물에 대한 농가시비 실태. 한국토양비료학회지. 27(3):238-246.
- 손본균, 조주식, 강종구, 조지용, 김길용, 김현우, 김홍림. 1999. 우리나라 고추 및 양파주산지 밭토양의 물리. 화학적 특성. 한국토양비료학회지. 1999. p123-131.
- 송관철. 1982. 제주도 토양의 화학적 특성 조사 연구. 서울대학교 석사학위논문.
- 신진화, 김형욱. 1975. 화산회토의 특성에 관하여. 한국토양비료학회지. 8(3): 133-153.
- 유순호, 노희명, 이상준. 1990. 대두재배 농가포장 토양의 화학적 특성. 한국토양비료학회지. 23(4): 275-280.
- 이강만, 정이근, 이주영. 1982. 경제작물 주산단지 토양비옥도조사. 농업기술연구소 시험연구보고서(화학부). p625-646.
- 정구복. 1994. 중북부 지역 시설원예지 토양의 토성, 염농도 및 화학성분의 조성. 한국토양비료학회지. 27(1): 33-279.
- 제주 농업기술원. 1999. 시군별 밭토양의 화학적 특성.
- 제주농업기술원. 2004. 제주농업과학기술연구개발. 시험연구보고서. p. 654-660.
- 좌재호, 임한철, 고상욱, 현해남. 2004. 화산회토 감귤원의 표토관리방법이 토양 미생물상에 미치는 영향. 한국토양비료학회지. 37(3): 165-170.

- 최영준, 원동찬, 정희돈. 2003. 엽,근채소 작물의 중자 출현율, 유묘 생장 및 생리 장애에 미치는 토양 EC의 영향과 세척 및 유기물 시용에 의한 EC 저하효과. 한국원예학회지. 44(5): 575-581.
- 한국토양비료학회. 토양비옥도관리기술. 2004. 토양과 비료20호.
- 한국토양정보시스템(http://asis.rda.go.kr/fertilize/fertilize_main.asp). 2008.
- 한해룡, 권오균. 1999. 감귤원예신서. 선진문화사. p336-337.
- 허승호, 문경환, 정강호, 하상건, 송관철, 임한철, 김정규. 2006. 난지권 화산회토양의 토색별 토양수분 특성곡선 및 단일화 추정모형 한국토양비료학회지. 39(6): 329-333.
- 현해남. 1998. 감귤 지도사를 위한 제주 감귤원 토양원토양의 이해. 제주감귤농협 직능별 직원교재. 제주도 감귤농업협동조합. p12-46.
- 현해남, 이신찬. 1998. 감귤원 토양의 이해. 농업기술원.
- 현해남. 2003. 흙을 살리는 사람들 토양검정과 친환경농업. 소일테크. p6-26.
- 흙 살리기 운동 사업보고서1996~1999. 1999. 제주농업기술원. p15-p61.
- 흙살리기운동 추진본부. 1997. 흙 살리기 기본교재. p29-43.