

과제 구분	Code : ES0101	수행시기	전반기	연구기간	1995 ~ 1999(5년차 완결)	
연구과제명	농산물 안전생산을 위한 농업환경연구					
세부과제명	밭토양 세부정밀 검정					
색인 용어	토양검정, 토양화학성분, 토양비옥도					
연구원별임무						
구분	소속	성명	전화번호	담당임무		
연구책임자	경영환경연구과	안문섭	(0361) 258-5725	연구계획, 수행, 총괄		
공동연구자	"	최승출	"	시료채취		
	"	임수정	"	시료분석		
	시군농업기술센터					
	시군	성명	시군	성명	시군	성명
	춘천시	김연숙	태백시	강길석	철원군	김창수
	원주시	진숙의	홍천군	전용태	화천군	김은향
	강릉시	박동균	횡성군	최현식	양구군	권은경
	동해시	김진돈	영월군	장유정	인제군	최재용
	속초시	조재현	평창군	허목성	고성군	도민연
삼척시	김정남	정선군	박철균	양양군	이건섭	

ABSTRACT

The upland soil 5years project was conducted to investigate and analysis from 1995 years until 1999 years at 112,487sites in Kangwon Province upland. Alpine Area Vegetable culture benchmark soils ware collected in Hongcheon, Heongsung and Pyongchang . Cultivation and structure benchmark soils ware collected in chuncheon, Heongsung and Pyongchang.

1. The chemical characteristics of upland soil ware in range of pH 5.1~6.2, OM 2.2~3.6%, available phosphate 222~950mg/kg, K 0.39~3.44mg/100g, Ca 1.81~8.66mg/100g, Mg 0.3~3.7mg/100g, EC 0.02~1.7dS/m, LR 113~548kg/10a.
2. The pH and K of ware increased year to year in Alpine Area vegetable cultivation soils , whereas organic matter was decreased and available phosphate was abundant accumulated in soils
3. The Characteristics of cultivation and structure soils about pH, OM, P₂O₅, K, Ca and Mg ware increased

key words : upland soil, Alpine Area Vegetable culture, Cultivation and structure

연구배경

토양 화학성 변동에 대한 조사는 1910년 이후 계속 분석이 되어왔으며, 이러한 사업은 진흥청을 중심으로 현재까지 지속되고 있다. 우리나라 논토양 시비방법을 살펴보면, 초기에는 화학비료 생산과 더불어 질소 위주의 시비를 하거나, 토양의 특성을 고려하지 않고 전국적으로 획일적인 시비를 하여 왔으며, 최근에 와서는 필요 이상의 시비를 함으로써 작물에 피해를 가져오는 경우도 있다. 작물의 안전 생산과 증수를 위하여 토양을 검정하고 작물생육의 제한 요인을 찾아내어 부족한 성분을 보충해주는 알맞은 시비처방을 함으로 안전증수를 위한 과학적인 시비방법으로 개선되어야 할 것이다(정 등, 1998. 농촌진흥청, 1990).

토양화학성의 기간별 변동을 보면 논 토양에서는 60년대 말까지 pH, 유효인산, 치환성 염기와 유효규산 함량 등 대부분의 성분이 낮았고 1980년대에는 pH가 약간 높아졌으며, 규산과 칼륨은 증가하였으며, 인산 함량이 크게 증가한 것이 특징이다. 1990년대에는 평균 pH가 약간 낮아졌고 규산은 점점 낮아지고 인산은 크게 증가 하는 경향 이었다. 밭토양은 1960년대 말까지 논에서와 같이 모든 성분이 부족하였고 70년대에 와서는 전체적으로 비옥도가 크게 향상되었다. 80년대부터는 대부분의 양분이 집적되기 시작하였고, 인산과 칼륨이 과다한 토양 분포면적이 확대되었다. 그러나 토양산도는 90년대 이후 현저히 낮아져 현재는 60년대 토양과 유사한 값인 pH 5.6에 이르고 있는 실정이다.(윤, 1998)

작물 재배시 매 작기마다 획일적 시비를 하면서 계속적인 작물재배가 이루어지고 있는데, 근래에는 유기물비료 및 화학비료를 과다하게 이용하는 다비 조건에 재배횟수가 많아지고 있어 일부 성분의 과다집적이 일어나고 미량요소 등 다른 성분의 부족이 우려된다. 밭작물 중에서도 배추, 무, 마늘, 양파, 고추, 수박, 감자 등의 작물은 대체로 소득이 높아 경제작물로 불리어지며 이들 작물의 재배면적이 채소류 총 재배면적의 75%를 차지하고 있다 (황 등, 1997).

토양중 질소, 인산, 칼리의 집적은 대부분 과다한 화학비료와 가축분 퇴비에서 유리되므로 안전농산물 생산을 위해서는 합리적 시비가 최선이다. 특히 가축분 퇴비를 종래의 벃집 퇴비로 인식하여 시비량을 고려하지 않고 과다 사용하는 것은 토양의 염류를 증가시킨다(정 등, 1998). 계분퇴비 이용시 채소류의 양분 이용율은 질소>칼리>인산 순 이었고, 토양 화학성 변화는 시용량이 증가할수록 일반 무기성분 모두 증가되는 경향이였으며 특히, 인산의 집적량은 퇴비 시용량이 증가에 따라 2배이상 증가되는 경향이였다(김 등, 1998). 또한 우리나라 시설재배지 표토의 토양화학성분 함량은 pH 6.0, 유기물 35g/kg, 유효인산 1,092mg/kg, EC 2.94dS/m, 치환성 칼리, 석회, 고토 함량은 각각 1.27, 6.0, 2.5cmol⁺/kg이었고 작물별로 엽채류>과채류>화훼 재배지 순으로 토양화학성분 함량이 많았다. 시설재배지 토양화학성분 함량의 년차별 변동은 유기물, 유효인산, 치환성칼리

함량은 점차 높아지는 경향이었으며(정 등. 1998), 시설재배지 표토의 염류농도 분포비율은 2dS/m^{-1} 이하가 23%, 2~4dS/m 30%, 4~6dS/m 25%, 6dS/m이상이 22%로서 장해 발생 기준 4dS/m를 초과하는 포장의 약 50%였으며 시설밖의 노지포장보다 2.8~5.6배 높았다(강 등. 1997). 이러한 시설재배지 토양의 염류집적을 방지하기 위한 근본적인 해결방안은 토양 비옥도를 고려한 적정 시비량의 추천이다(홍 등. 1998), 그러나 현재 발토양에 대한 필지별 토양비옥도 검정이 되어있지 않아 농경지의 문제점 파악 및 개량대책 제시가 곤란하며 특정 지역의 불합리한 토양관리와 비료 및 농약의 과다 투입으로 농업 환경 오염이 유발되고 있어 발토양의 생산성 향상과 문제 토양의 개량으로 국제경쟁력 있는 고품질 농산물의 지속적 생산과 환경보전 기반을 구축하기 위하여는 지속적인 발토양의 관리가 필요하다.

재료 및 방법

1. 토양시료채취 : 토양시료는 일반 발토양은 ha당 1점, 시설재배지는 비닐하우스 1동에 1점씩 표토 10cm의 시료를 채취한 후 음건하여 2mm sieve로 체를 친 후 분석 시료로 사용하였다.
2. 토양분석방법 : 토양분석 방법은 농촌진흥청 표준분석법에 준하여 산도(pH)는 초자 전극법, 유기물(OM)은 Tyurin법, 유효인산(AV- P_2O_5)은 Lancaster법, 양이온(K, Ca, Mg)은 1N- $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 침출법, 석회요구량(Lime requirement)은 ORD법에 준하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 발토양 5개년 사업 총괄

발토양 5개년 사업은 '95. 1월 ~ '99. 12월까지 5개년 사업으로 추진되었으며 세부정밀 조사는 농과원에서, 정밀검정은 농업기술원 시험국과 시·군 농업기술센터에서 분석하였으며, 본 사업의 목적은 “발토양의 생산성 향상을 위한 기반조성으로 국제 경쟁력 있는 고품질 농산물의 지속적 생산 및 환경보전 기반 구축”으로 연도별 총괄적인 사업추진 결과는 표 1과 같다. '95년 사업 시작시 41,592ha의 토양 89,228점 계획으로 본 사업이 시작되었으나 '99년 사업 종료시는 62,366ha에 112,487점의 토양분석을 완료함으로, 면적으로는 49.9%, 검정 점수로는 26.1%를 초과 달성하는 성과를 얻었다.

표 1. 발토양 5개년사업 총괄표

시군	계		'95		'96		'97		'98		'99	
	면적 (ha)	점수 (점)	면적 (ha)	점수 (점)	면적 (ha)	점수 (점)	면적 (ha)	점수 (점)	면적 (ha)	점수 (점)	면적 (ha)	점수 (점)
합계	62,366	112,487	5,000	6,722	12,720	24,058	14,735	28,818	18,957	34,049	10,954	18,840
춘천	4,374	8,950	-	-	1,974	4,501	1,543	2,690	857	1,759	-	-
원주	4,417	5,314	1,290	1,000	1,373	1,721	657	848	638	1,029	459	716
강릉	4,382	9,082	-	-	1,222	2,033	1,023	2,032	1,072	3,039	1,065	1,978
동해	791	1,380	-	-	-	-	-	-	-	-	791	1,380
태백	1,400	1,846	-	-	-	-	-	-	1,400	1,846	-	-
속초	210	620	-	-	-	-	-	-	210	620	-	-
삼척	3,000	6,580	-	-	616	1,117	434	2,010	1,420	2,653	530	800
홍천	6,740	10,055	-	-	1,185	2,000	1,764	2,375	1,980	2,163	1,811	3,517
횡성	5,750	12,810	2,640	4,010	1,150	2,000	985	2,000	655	2,700	320	2,100
영월	5,237	6,921	-	-	823	1,400	1,054	1,271	854	1,183	2,506	3,067
평창	8,610	16,049	-	-	2,612	5,229	1,388	3,000	4,610	7,820	-	-
정선	5,730	10,218	1,070	1,712	1,100	2,080	1,165	2,134	1,165	2,352	1,230	1,940
철원	1,610	2,650	-	-	-	-	645	1,100	410	700	555	850
화천	2,455	7,609	-	-	665	1,977	1,18	4,622	602	1,010	-	-
양구	1,949	3,294	-	-	-	-	764	1,417	987	1,523	198	354
인제	3,100	4,885	-	-	-	-	840	1,274	979	1,881	1,281	1,730
고성	1,558	2,070	-	-	-	-	793	1,000	765	1,070	-	-
양양	1,053	2,154	-	-	-	-	492	1,045	353	701	208	407

도내 밭 토양의 화학적 특성을 보면 표2에서와 같으며, 평균 산도는 5.1~6.2정도로 적정수준 6.0~6.5보다 낮은 경향이었는데 이는 윤이(1998)'90년대 이후 산도가 5.6에 달한다고 한 것과 일치하는 경향이었으며, 유기물(OM)은 2.2~3.6%로 적정함량보다 높게 나타났는데 이는

표 2. 시군별 밭토양의 화학적 특성

구 분	pH (1:5)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. Cat (cmol(+)/kg)			EC (dS/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.4	2.6	580	1.10	4.96	1.41	0.51	260
춘천시	5.5	2.2	697	1.04	4.42	1.13	0.24	228
원주시	5.4	2.2	563	0.90	5.33	1.13	0.34	145
강릉시	5.1	2.6	932	1.02	3.40	1.10	103	347
동해시	6.2	2.6	856	0.66	7.58	0.96	0.13	349
태백시	6.2	3.6	646	3.44	8.66	1.55	0.92	135
속초시	5.1	2.4	583	0.55	3.41	0.90	0.07	243
삼척시	5.7	2.4	282	0.39	5.40	1.50	0.08	230
홍천군	5.2	2.5	501	0.81	2.85	1.20	0.63	332
횡성군	5.3	3.8	554	1.09	4.30	1.60	0.50	190
영월군	5.9	2.2	656	1.06	8.30	2.20	0.69	119
평창군	5.3	2.6	564	0.71	3.90	1.10	0.29	295
정선군	5.3	2.2	469	1.30	7.20	1.10	0.02	195
철원군	5.5	3.1	407	2.20	4.00	3.70	1.70	113
화천군	5.1	2.6	650	0.59	6.94	1.26	0.18	249
양구군	5.4	2.2	478	1.00	4.10	1.50	0.44	320
인제군	5.2	2.4	950	0.64	1.81	0.30	0.49	383
고성군	5.4	2.6	222	0.66	4.40	1.90	0.90	267
양양군	5.2	2.5	434	0.74	3.26	1.30	-	548
적정함량	6.0~6.5	2.0~3.0	350~450	0.7~0.8	5.0~6.0	1.5~2.0	2이하	-

유기물자원으로 톱밥 가축분 퇴비를 사용함으로 유기물 함량이 높아지는 것으로 사료되며, Av. P₂O₅는 222~950mg/kg 수준으로 삼척, 철원, 고성군을 제외한 모든 시군이 적정함량 보다 높게 나타나고 있어 인산집적과 이에 대한 시험연구가 앞으로 이루어져야 할 것이다. 양이온의 분포는 K 0.39~3.44mg/kg, Ca 1.81~8.66mg/kg, Mg은 0.3~

3.7mg/kg수준으로 양이온 중 k의 집적이 높아짐을 관찰하였고, Ca와 Mg는 적정함량보다 약간 높거나 이내에 분포하는 수준이었다. EC는 0.02 ~ 1.70dS/m수준으로 적정수준보다 낮게 나타나므로 염류에 의한 집적현상은 아직 나타나지 않았으나 , LR은 113 ~ 548kg/10a으로 나타나 토양산도 교정에 관한 관심을 기울여 토양검정에 의한 산도 변화를 지속적으로 관찰해야 할 것으로 판단된다

고랭지 채소재배단지의 토양 중 무기성분 함량변화는 표3에서 보는바와 같이 흥천의 경우 토양산도는 4.6에서 5.4로 매년 조금씩 높아지고 있었으며, 유기물은 3.3%에서 2.8%로 낮아지고 있었으나 적정함량 이내 이며, 인산은 830에서 921mg/kg으로 '99년에 높게 나타났으며 조사기간 전 연도에 걸쳐 기준함량보다 높았다. 양이온중 Ca함량이 낮아 석회요구량 검정에 의한 양분 공급이 필요하였으며, 황성의 경우 년차간 다소 진폭이 있었으나 5.4에서 5.8수준이었으며, 토양 유기물은 2.9%에서 2.5%로 점차 낮아지고, 인산의 경우 1000mg/kg수준 이상으로 흥천, 평창에 비해 다소 높은 경향이였으며 양이온은 적정함량수준으로 나타났다. 평창의 경우 토양 산도는 5.0에서 5.7로 다소 개선되는 경향을 보였으며, 유기물은 년차간 차이는 있으나 흥천, 황성과 같이 감소하는 경향이였다. 인산은 타 지역에 비해 상대적으로 낮은 경향이였으나 적정함량 보다는 높은 수준이었으며 Ca와 Mg는 적정함량보다는 낮았다. 전체적으로 보면 토양산도는 점차 나아지고 있었으나 유기물은 감소하고 인산함량은 과다집적현상 이었고, Ca와 Mg는 적정함량 수준보다 낮았다. 이러한 결과 중 김 등(1998)이 계분퇴비를 채소 재배시 사용하였을 경우 산도, 질소, 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘이 증가한다고 하는 결과와 유기물에 있어 다소 다른 경향이지만 타성분은 대부분 일치하는 경향으로 이는 고냉지에서 계분 유기질 비료를 많이 사용하는데 기인되는 것이 문제점으로 나타나고 있다.

지역별 시설재배지 토양중 무기성분 함량 변화를 표4.에서 살펴보면 춘천의 경우 산도는 5.9에서 6.5로 매년 산도가 증가하고 있었으며, 매우 양호한 상태까지 도달하였다. 유기물의 경우 고랭지의 노지와는 달리 년차간에 증가하고 있었으며, 인산의 경우 대부분이 1000mg/kg이상으로 매우 높은 경향이였다. 칼륨의 경우 0.85에서 1.52 mg/100g, 칼슘의 경우 5.45에서 9.56, 마그네슘의 경우 1.65에서 2.24로 양이온들이 매년 증가하여 집적되고 있었다. 황성의 경우 산도는 5.9에서 6.9, 유기물의 경우 2.2%에서 3.0%, 인산은 724mg/kg에서 1221mg/kg, 칼륨은 0.99mg/100g에서 1.31mg/100g, 칼슘은 7.58mg/100g에서 13.52mg/100g, 마그네슘은 1.1mg/100g에서 3.58 mg/100g으로 모든 무기영양 성분들이 집적되고 있는 것을 발견하였으며, 평창의 경우 토양산도의 경우 4.8에서 6.2, 인산의 경우 738mg/kg에서 1090mg/kg, 칼슘 2.33mg/100g에서 6.94mg/100g, 마그네슘 0.49mg/100g에서 1.6mg/100g으로 점차 집적되는 경향으로 정 등이(1998) 시설원에 재배지 토양 화학적 특성에 관하여 조사한 결과와 일치하는 경향이였다.

표 3. 고랭지채소 재배단지 토양중 무기성분 함량변화 ('95~'99)

지역	년도	pH (1:5)	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (dS/m)
					K	Ca	Mg	
홍천	'95	4.6	3.3	830	0.93	2.23	1.92	1.96
	'96	5.0	3.4	782	0.61	3.86	0.65	0.80
	'97	5.2	3.1	829	0.74	2.95	0.18	0.80
	'98	5.2	2.8	843	0.62	2.20	0.57	0.32
	'99	5.4	2.6	921	0.94	2.55	0.74	0.89
평균	-	5.1	3.0	841	0.77	2.76	0.81	0.95
횡성	'95	5.1	2.93	1,218	0.96	5.43	1.01	1.55
	'96	5.4	2.9	1,098	0.65	5.02	1.02	0.84
	'97	5.8	2.5	1,046	0.83	3.40	1.36	0.55
	'98	5.5	2.8	938	0.97	4.75	1.21	0.49
	'99	5.8	2.5	1,108	1.18	5.81	1.62	0.83
평균	-	5.5	2.7	1,082	0.92	4.88	1.24	0.85
평창	'95	5.0	2.6	818	0.77	4.45	1.32	1.70
	'96	5.2	3.7	638	0.39	3.63	0.73	0.46
	'97	5.5	3.1	668	0.50	2.51	0.64	0.40
	'98	5.3	2.2	491	0.56	3.39	0.62	0.34
	'99	5.7	2.6	612	0.74	4.03	0.80	0.33
평균	-	5.3	2.8	645	0.59	3.60	0.82	0.65
년차 평균	'95	4.9	3.0	956	0.88	4.03	1.41	1.73
	'96	5.2	3.3	839	0.55	4.17	0.80	0.70
	'97	5.5	2.9	848	0.69	2.95	0.73	0.56
	'98	5.3	2.8	757	0.72	3.45	0.80	0.38
	'99	5.6	2.6	880	0.95	4.03	1.05	0.68
평균	-	5.3	2.9	856	0.76	3.73	0.96	0.81

표 4. 지역별 시설재배지 토양중 무기성분 함량변화 ('95 ~ '99)

지역	년도	pH (1:5)	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (dS/m)
					K	Ca	Mg	
춘천	'95	5.9	2.67	1,251	0.85	5.45	1.65	1.97
	'96	5.7	2.9	1,044	0.45	35.1	3.67	1.53
	'97	6.3	2.6	992	1.02	5.25	1.21	1.60
	'98	6.0	3.8	1,179	1.27	8.91	2.02	2.36
	'99	6.5	4.0	1,669	1.52	9.56	2.24	1.93
평균	-	6.1	3.2	1,227	1.02	12.9	2.16	1.88
횡성	'95	5.93	2.19	724	0.99	7.58	1.10	2.15
	'96	5.5	2.6	861	0.86	8.66	1.57	1.84
	'97	5.9	2.2	899	0.70	5.63	1.68	1.96
	'98	6.2	3.6	1,099	1.33	10.65	2.35	2.43
	'99	6.9	3.0	1,221	1.31	13.52	3.58	2.49
평균	-	6.1	2.7	961	1.04	9.21	2.06	2.17
평창	'95	4.76	3.25	738	0.61	2.33	0.49	1.79
	'96	5.3	2.9	874	0.56	7.10	1.20	1.83
	'97	5.2	2.9	861	0.80	3.10	0.86	2.14
	'98	6.1	2.4	846	0.72	5.41	0.87	1.04
	'99	6.2	2.8	1,090	0.94	6.94	1.60	1.79
평균	-	5.5	2.9	882	0.73	4.98	1.00	1.72
년차 평균	'95	5.6	2.69	991	0.82	5.20	1.22	1.97
	'96	5.5	2.8	926	0.62	16.96	2.15	1.70
	'97	5.8	2.6	917	0.84	4.66	1.25	1.90
	'98	6.1	3.3	1,041	1.11	8.3	1.75	1.94
	'99	6.5	3.3	1,327	1.26	10.0	1.94	1.84
평균	-	5.9	2.9	1,070	0.93	9.02	1.66	1.87

그림 1. 고랭지채소 재배지 및 시설재배지의 토양산도의 년차간변화

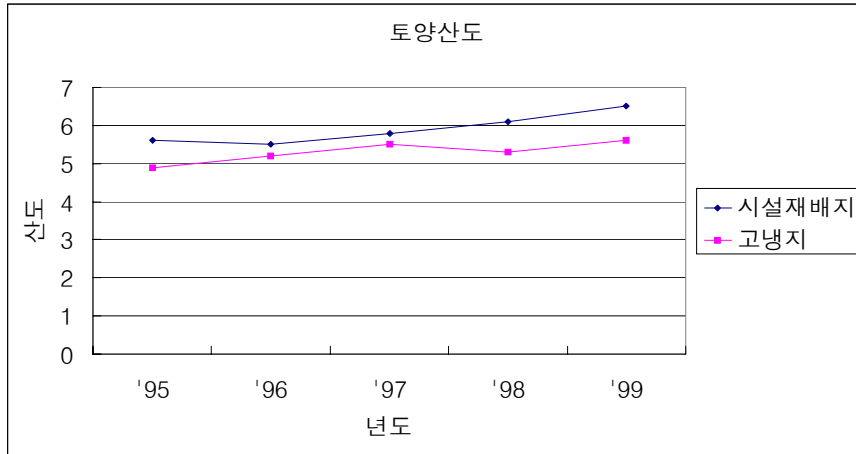
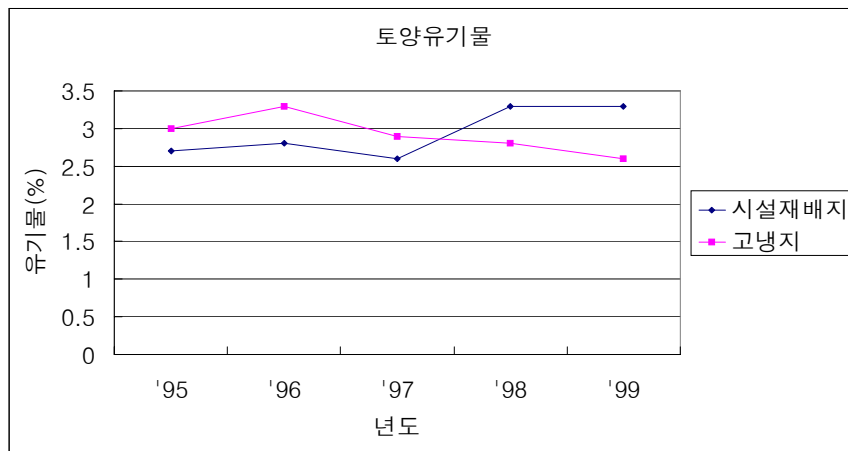


그림 2. 고랭지채소 재배지 및 시설재배지의 토양유기물의 년차간변화



고랭지 채소 재배지와 시설 재배지의 산도, 유기물, 인산, 전기전도도의 평균을 년차간 비교하여 보면 산도는 고랭지보다 시설 재배지에서 다소 높게 나타나고 있으며, 년차간 상승하는 것을 볼 수 있었으며, 토양 유기물은 '97년도까지는 고랭지에서 높게 나타났으며 그 이후는 시설 재배지가 높게 나타나고 있는데 이는 시설 재배지의 집약적 농법에 의한 것임을 알 수 있고, 인산의 경우 '97년도까지는 변화가 없었으나 '98년도 이후 시설 재배지에서 높아짐을 볼 수 있는데, 시설 재배지의 시비방법 및 경작횟수 증가에 의해 노지

인 고랭지보다 갑자기 증가하는 경향으로 나타나고 있고, EC도 시설재배지가 고랭지 보다 높아짐을 알 수 있어, 금후 시설 재배지 토양은 정밀분석에 의한 시비 관리를 하므로 각종 무기성분의 효율적 이용과 토양환경 보호를 위하여 반드시 필요하다.

그림 3. 고랭지채소 재배지 및 시설재배지의 토양중 인산의 년차간변화

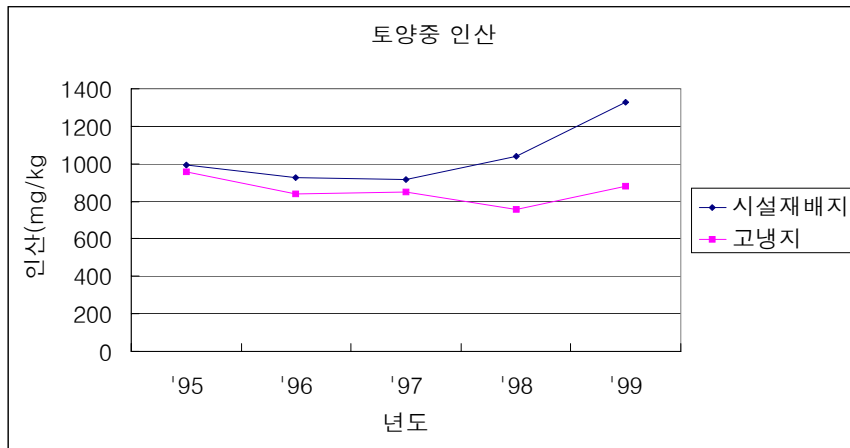
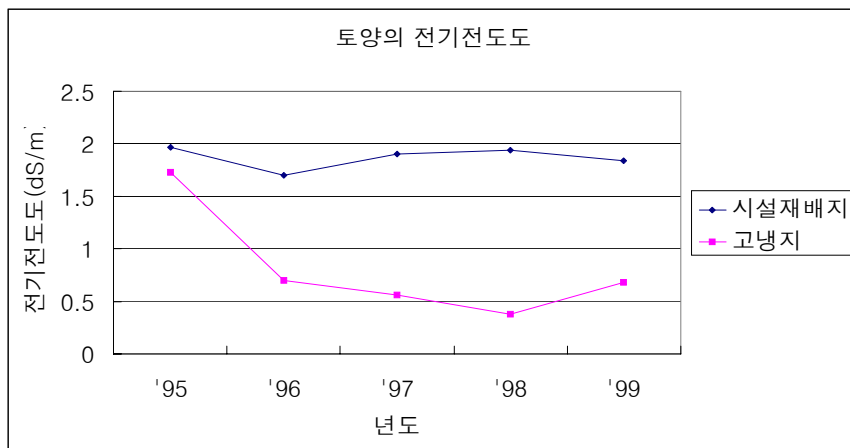


그림 4. 고랭지채소 재배지 및 시설재배지의 전기전도도의 년차간변화



적 요

밭토양 5개년 사업은 '95년부터 '99년까지 추진되어 62,366ha에 112,487점의 토양조사 및 분석을 완료하였고, 고랭지 채소 재배지 정점조사는 흥천, 횡성, 평창에서, 시설재배지 정점조사는 춘천, 횡성, 평창에서 실시한 결과

1. 도내 밭토양의 무기영양원의 분포는 산도 5.1~6.2, 유기물 2.2~3.6%, 인산 22~950mg/kg, 칼륨 0.39~3.44mg/100g, 칼슘 1.81~8.66mg/100g, 마그네슘 0.3~3.7mg/kg, EC 0.02~1.70dS/m, LR 113~548kg/10a의 수준분포를 보였다.

2. 고랭지채소 재배단지의 토양산도 및 칼륨은 흥천, 횡성, 평창 3개지역이 모두 년차간 증가하였고, 유기물은 반대로 감소하는 경향이었고, 인산의 경우 상당량이 집적되어 있었다.

3. 시설재배지 토양은 토양산도, 유기물, 인산, 칼륨, 칼슘, 마그네슘의 일반 토양무기 성분 모두 년차간 증가하고 있었다.

인용문헌

강보구, 정인명, 김재정, 홍순달, 신경범(1997). 충북지역 시설재배토양의 화학적 특성. 한토비지. vol 30(3) : 265~271

김종구, 이경보, 이덕배, 이상복, 김성조(1998), 계분퇴비시용이 채소류 생육과 양분이 용출에 미치는 영향, 한토비지. Vol 31(2): 177~182

윤정희(1998). 토양화학성. 한토비지. vol 31(S.I) : 45~55

정병간, 조국현, 윤을수, 윤정희, 김유학(1998). 우리나라 논토양의 화학적 특성 분석. 한토비지. vol 31(3) : 246~252

정병간, 최정원, 윤을수, 윤정희, 김유학, 정구복(1998). 우리나라 시설원에 재배지 토양 화학적 특성. 한토비지. vol 31(1) : 9~15

황기성, 이성재, 곽용호, 김기선(1997). 주요 노지채소 주산지 토양의 화학적 특성. 한토비지. vol 31(2) : 146~151

홍순달, 강보구, 김재정(1998). 시설재배지 토양검정에 의한 배추의 적정 시비량. 한토비지. vol 31(1) : 16~24

농촌진흥청. 농토배양 사업결과와 금후 발전전략 심포지엄. 1990. 11~13

[부록] : 시군별 토양화학성분 분포현황

1. 춘천시

읍 면 별	pH (1:5)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext.Cat.(cmol+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)	
				K	Ca	Mg			
평 균	5.5	2.2	697	1.04	4.42	1.13	0.24	227	
신 북 읍	6.0	2.1	917	1.29	5.54	1.53	0.22	231	
동 면	5.4	2.3	432	0.96	4.90	1.42	0.17	270	
동 산 면	5.0	2.2	602	0.76	3.24	0.79	0.16	306	
신 동 면	5.2	2.3	716	1.10	5.10	1.20	0.20	278	
동 내 면	5.4	2.5	508	1.01	5.25	2.00	0.29	269	
남 면	5.3	2.1	475	0.90	4.00	1.03	0.18	254	
남 산 면	5.2	1.9	405	0.86	3.90	1.75	0.83	348	
서 면	5.2	2.6	630	1.18	4.72	1.66	0.20	244	
사 북 면	5.2	2.9	566	1.04	4.60	2.30	0.37	196	
북 산 면	5.1	2.6	523	0.86	4.90	2.10	0.26	195	
근 화 동	근화	-	-	-	-	-	-	-	
	호반	5.8	1.0	693	1.78	3.01	0.48	0.12	116
석 사 동	5.4	2.1	677	1.33	4.37	0.36	0.15	305	
퇴 계 동	5.9	2.0	618	0.83	5.83	0.28	0.16	109	
강 남 동	온의	5.7	2.5	759	0.90	5.46	0.23	0.16	131
	삼천	5.8	1.5	866	1.34	4.58	0.60	0.29	152
	칠송	5.7	2.6	1,089	1.02	5.14	1.02	0.25	184
신사우동	사우 우두	5.7	2.2	1,045	0.82	4.40	0.85	0.25	207
	사농	5.5	1.8	869	0.86	0.77	0.65	0.13	332
	신동	5.5	2.0	854	0.88	4.33	1.18	0.14	191

2. 원주시

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.4	2.2	563	0.89	5.33	1.13	0.34	145
문막읍	5.6	1.9	659	2.10	9.66	0.85	0.35	221
소초면	5.5	1.7	549	1.00	4.53	0.81	0.39	323
호저면	4.4	1.7	342	0.50	4.78	2.06	0.33	58
지정면	5.1	1.6	546	0.20	4.56	0.89	0.17	215
부론면	5.6	2.1	441	0.70	5.70	0.86	0.21	56
귀래면	5.2	3.7	553	0.90	7.00	0.80	0.29	98
흥업면	4.5	3.0	648	0.70	2.68	1.08	0.50	123
판부면	6.4	2.3	453	0.60	4.77	1.64	0.27	142
신림면	6.1	1.9	718	0.50	5.08	1.50	0.31	89
농촌동	5.6	2.1	719	1.70	4.54	0.80	0.60	125

3. 강릉시

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (dS/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.1	2.6	932	1.02	3.44	1.08	1.03	348
주문진	5.1	2.5	1,070	0.93	2.70	1.20	0.90	376
성산면	5.0	2.8	992	1.16	2.90	1.20	0.90	537
왕산면	5.2	3.2	878	1.19	4.50	0.90	0.93	221
구정면	5.2	2.2	872	1.07	3.60	1.10	1.17	282
강동면	5.0	2.5	1,005	1.08	3.60	1.50	0.90	337
옥계면	5.5	2.5	567	0.85	4.20	1.00	0.79	217
사천면	4.7	2.3	1,063	1.00	2.90	0.80	1.34	523
연곡면	4.9	2.6	1,009	0.89	3.10	0.90	1.31	289

4. 동해시

동 별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	6.2	2.6	856	0.66	7.58	0.97	0.13	349
천곡동	5.8	2.1	600	0.44	4.78	1.10	0.12	397
송정동	6.4	1.8	801	0.45	6.52	0.46	0.15	132
북삼동	6.5	2.2	900	0.66	10.30	0.65	0.08	217
부곡동	6.0	2.8	779	0.46	4.28	0.85	0.06	721
동호동	6.5	3.7	1,456	0.85	8.91	1.51	0.17	221
북평동	6.2	2.5	578	0.77	8.90	1.14	0.16	353
망상동	6.1	3.1	889	0.99	6.53	1.36	0.20	302
삼화동	6.4	2.8	842	0.69	10.44	0.67	0.10	450

5. 태백시

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (dS/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	6.2	3.6	646	3.44	8.66	1.55	0.92	135
태백시	6.2	3.6	646	3.44	8.66	1.55	0.92	135

6. 속초시

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (dS/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.1	2.4	583	0.55	3.42	0.90	0.07	243
노 학	5.2	2.3	542	0.63	3.75	0.89	0.07	245
도 문	5.2	2.4	558	0.57	3.52	0.99	0.06	301
장 사	5.0	1.9	800	0.53	2.64	0.79	0.08	207
조 양	4.9	2.4	593	0.45	3.68	1.16	0.07	226
설 악	5.3	3.4	552	0.59	3.23	0.56	0.07	204
대 포	5.2	2.0	452	0.54	3.68	1.03	0.08	274

7. 삼척시

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.7	2.4	282	0.39	5.40	1.50	0.08	230
도계읍	5.6	2.9	344	0.64	3.83	1.77	0.10	196
원덕읍	5.7	2.7	205	0.38	3.91	1.60	0.07	255
근덕면	5.6	2.2	287	0.36	5.40	1.50	0.06	230
하장면	5.7	2.7	597	0.86	13.69	1.14	0.08	142
노곡면	5.6	2.3	235	0.29	4.53	1.30	0.07	205
미로면	6.0	2.5	282	0.44	7.70	1.22	0.05	240
가곡면	5.7	2.4	265	0.31	4.28	1.28	0.06	198
신기면	5.6	2.2	210	0.27	3.88	1.75	0.07	295
성내동	5.9	2.8	330	0.35	5.44	1.30	0.12	220
남양동	6.1	2.4	221	0.25	3.98	1.73	0.08	258
교 동	5.2	2.2	195	0.28	4.20	1.74	0.10	287
정라동	5.4	2.2	209	0.24	3.84	1.71	0.04	232

8 홍천군

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.2	2.5	501	0.81	2.85	1.20	0.63	332
홍 천	5.5	2.4	672	0.38	2.70	0.70	0.63	392
화 촌	5.4	2.5	463	0.61	4.40	0.90	0.71	423
서 석	5.3	3.0	375	0.96	3.10	1.30	0.54	307
내 면	5.1	2.1	380	0.71	3.20	0.90	0.65	182
내 촌	5.0	2.8	564	1.01	2.10	1.00	0.75	468
북 방	5.4	2.1	608	0.84	2.30	0.80	0.49	256
남 면	5.2	2.1	399	0.84	2.40	1.60	0.49	227
두 촌	5.1	2.2	486	0.72	2.90	1.00	0.45	220
동 면	5.4	2.0	413	0.73	1.50	2.10	0.74	225
서 면	4.8	3.3	651	1.30	3.90	1.70	0.85	616

9. 황성군

읍 면	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol+)/kg			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.3	3.8	554	1.09	4.30	1.60	0.50	190
황 성	5.6	3.5	364	1.35	4.00	1.40	1.40	140
우 천	5.6	3.0	825	0.50	3.50	1.70	0.20	128
안 흥	5.1	3.6	726	1.00	3.90	1.10	0.40	205
둔 내	5.2	3.4	671	1.30	3.80	1.00	0.70	312
갑 천	5.4	4.7	309	1.66	4.80	1.80	0.20	105
청 일	5.3	2.5	492	0.67	4.40	0.70	0.50	371
공 근	5.4	3.5	549	0.89	4.00	1.90	0.50	169
서 원	5.5	4.7	733	0.89	6.30	2.50	0.40	145
강 림	4.9	4.9	318	1.51	4.00	1.70	0.30	132

10. 영월군

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol+)/kg			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.9	2.2	656	1.36	8.30	2.20	0.69	119
영 월	6.2	2.4	472	0.62	8.10	2.10	0.60	240
상 동	5.3	2.8	663	0.71	5.50	1.70	0.96	171
중 동	5.8	2.3	889	1.56	6.00	1.90	0.66	100
하 동	5.7	2.5	877	1.62	7.80	1.30	0.61	108
북 면	6.8	1.7	635	2.14	13.60	3.70	0.66	46
남 면	6.6	2.1	392	0.84	10.00	4.00	0.97	74
서 면	6.6	1.9	572	1.51	11.80	2.70	0.65	36
주 천	5.3	1.9	605	1.68	6.50	1.10	0.60	165
수 주	5.1	2.5	801	1.55	5.00	1.10	0.55	128

11. 평창군

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (ppm)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.3	2.6	564	0.71	3.90	1.10	0.29	295
평읍읍	5.3	2.3	486	0.60	4.10	1.10	0.59	345
미탄면	6.0	2.7	428	0.82	4.90	1.50	0.25	207
방림면	5.4	2.6	570	0.77	2.10	0.90	0.17	483
대화면	5.4	2.6	566	0.66	5.40	1.40	0.48	472
봉평면	5.0	3.2	610	0.67	3.20	0.50	0.35	207
용평면	5.2	2.7	637	0.85	4.30	1.10	0.15	189
진부면	5.1	2.3	736	0.77	4.10	0.80	0.16	184
도암면	5.3	2.7	480	0.59	3.80	1.20	0.20	279

12. 정선군

읍 면 별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.3	2.2	469	1.30	7.20	1.10	0.02	195
정 선	5.2	2.0	350	1.20	8.90	1.10	0.02	168
사북,고한	5.1	1.7	150	1.30	9.20	1.50	0.01	190
신 동	5.6	2.3	510	1.20	7.80	1.30	0.02	181
동 면	5.3	2.1	499	1.40	8.80	1.20	0.01	190
남 면	5.7	2.2	525	1.10	7.50	1.00	0.02	180
북 면	5.4	1.9	537	1.50	6.50	0.90	0.01	178
북 평	5.0	2.5	526	1.60	3.30	0.50	0.02	264
임 계	5.3	2.6	657	0.80	5.30	1.50	0.01	211

13. 철원군

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평균	5.5	3.1	407	2.20	4.00	3.70	1.70	113
철원읍	5.5	2.9	191	1.50	3.90	5.30	1.20	96
김화읍	5.6	2.9	558	2.60	4.00	3.00	1.20	72
갈말읍	5.4	2.2	221	1.50	4.70	4.10	0.70	110
동송읍	5.6	4.1	432	3.90	4.20	4.40	2.80	108
서면	5.7	3.7	727	1.90	4.20	3.70	2.50	130
근남면	5.3	2.6	311	1.60	2.80	1.70	1.60	161

14. 화천군

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	AvP ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
계	5.1	2.5	650	0.59	6.94	1.26	0.18	249
화천읍	5.0	2.6	948	0.73	13.33	1.11	0.17	284
간동면	5.0	2.7	1244	0.81	11.09	3.07	0.33	326
하남면	5.1	2.2	702	0.61	4.01	1.01	0.14	231
상서면	5.1	2.8	204	0.25	2.99	0.51	0.16	216
사내면	5.0	2.5	150	0.53	3.29	0.59	0.12	189

15. 양구군

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.4	2.2	478	1.00	4.10	1.48	0.44	320
양구읍	5.2	2.1	496	1.00	3.70	1.10	0.10	375
남 면	5.5	2.3	610	1.40	4.40	1.90	0.45	276
동 면	5.6	2.1	494	1.30	3.90	2.50	1.08	366
해안면	5.3	2.1	350	0.60	3.60	0.80	0.37	185
방산면	5.2	2.6	441	0.70	4.90	1.10	0.20	398

16. 인제군

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.2	2.4	950	0.64	1.81	0.30	0.49	383
인제읍	5.2	1.7	2122	0.67	4.03	0.86	0.45	394
남 면	5.3	2.5	601	0.74	0.98	0.25	0.36	417
북 면	5.3	3.0	699	0.63	1.63	0.19	1.04	332
기린면	5.3	2.6	977	0.81	0.89	0.24	0.31	330
서화면	5.1	2.1	616	0.49	1.83	0.15	0.26	430
상남면	5.2	2.5	686	0.50	1.50	0.12	0.54	392

17. 고성군

읍면별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			EC (ds/m)	LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg		
평 균	5.4	2.6	222	0.65	4.38	1.96	0.9	267
간성읍	5.1	2.1	219	0.79	5.70	1.90	1.0	338
거진읍	5.6	2.4	276	0.80	5.70	1.90	0.5	264
현내면	5.5	2.3	170	0.62	3.40	2.00	0.7	252
죽왕면	5.4	3.0	201	0.54	3.50	2.10	1.2	245
토성면	5.3	3.0	242	0.52	3.60	1.90	0.9	234

18. 양양군

읍 면 별	pH (1:5)	OM (%)	Av.P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ext. cat (cmol(+)/kg)			LR (kg/10a)
				K	Ca	Mg	
평 균	5.2	2.5	434	0.74	3.26	1.30	548
양 양 읍	5.1	2.0	331	0.78	3.30	1.40	569
서 면	5.3	2.7	479	0.87	3.60	1.12	530
손 양 면	5.1	2.1	354	0.65	2.50	1.41	574
현 북 면	5.2	3.2	461	0.75	3.22	0.95	534
현 남 면	5.2	2.4	488	0.73	3.20	1.60	556
강 현 면	5.2	2.7	489	0.66	3.71	1.29	523