

과제구분	기관프로젝트	Code : RM 0101	수행구분	전반기	연구기간	'02 ~ '03(완결)
연구과제명	고랭지 농업 안정생산 기술개발			연구책임자	김승경	
세부과제명	고랭지 주요작목 시비체계 확립시험					
연구원별임무						
구분	소속	성명		담당임무		
세부과제책임자	환경농업연구과	임수정		연구총괄		
공동연구자	"	김두열		연구협조		
	"	김승경		연구협조		
색인용어	시비체계, 인산, 완효성비료, 양파, 부산물비료					

ABSTRACT

Some kinds of experiments were conducted to establish fertilizer application system in alpine area. The results are as follows.

1. The amounts of conventional chemical fertilizer applications were 1.62 ~ 1.92(Potato) and 1.14 ~ 3.20(Radish) times compare to the standard fertilization (N, P₂O₅, K₂O).
2. Target yields were obtained in treatment which 3kg/10a of phosphate fertilizer applications. As the application of phosphate fertilizer, the contents of soil phosphate increased compare to control.
3. In case of application slow-releasing fertilizer for mulching cultivation onion in alpine area, Target yields were obtained. There is not difference slow-releasing fertilizer plot with fast-releasing fertilizer (Normally chemical fertilizer)plot.
4. As the rates of by-product composts application increased, the yields of chinese cabbage decreased and the contents of soil chemical elements(Organic matter, Available phosphate, Exchangeable K, Ca, Mg) increased. Therefore it is not need to applicate by-product composts in soil organic matter accumulated.

1. 연구배경

우리나라 토양의 문제는 화강암에서 유래하여 pH 및 양분보존 능력이 낮고 유기물이 적어 시비 효율이 낮다. 1960년후반에는 비옥도를 높이는데 목표를 두고 화학비료, 퇴비, 두엄등의 자급 비료를 많이 사용하도록 권장하였고, 70년대에는 비료의 요구도가 높은 통일벼 등장으로 다비가 성행하여 일단 최고수량을 설정하고 이에 맞추어 비료를 주는 다비 다수확이 성행 하였다. 이로인해 농가에서는 시비기준을 상회하는 과비풍조가 만연되었다(유인수, 1993).

최근 토양환경의 악화로 인한 지하수오염, 식량오염 및 자연생태계의 변화등 불리한 요인이 현안 문제로 대두되고 있어 2000년대의 시비관리는 환경보존을 우선하는 시각에서 검토되어야 할 것이다. 이를 위한 시비관리대책으로는 농산물의 품질을 높이고 안정생산물을 지

속 시키는 면에서 환경친화형 시비, 자원절약 및 생력시비에 바탕을 둔 시비방법으로 전환되어야 하며, 아울러 작물과 토양특성에 부합하는 기존의 비종은 물론 신비료의 합리적인 선택이 필요하다.

본 시험은 고랭지 주요작물의 시비체계확립을 위해 몇가지 작물에 대한 시비조사와 인산 집적지에서의 적정 인산시비량, 완효성비료 시용효과, 부산물비료 시용효과 등을 검토한 결과이다.

2. 재료 및 방법

고랭지 주요작목 시비실태조사를 위해 강원도 대표적 고랭지인 평창지역의 무(17, 농가), 감자(19, 농가) 재배농가를 대상으로 하여 화학비료 및 부산물비료 시용실태를 조사하였다.

양파에 대한 인산시비량시험은 평창군에서 수행하였으며, 양파품종 히구마를 대상으로 하여 유효인산함량이 799mg/kg인 토양에서 수행하였다. 시험처리는 인산3kg/10a 등 6처리로 하였다. 양파멀칭재배시 완효성비료 시용효과시험은 평창군에서 수행하였으며, 완효성비료 단용(검정시비 질소기준)등 6개처리를 두고 시험을 수행하였다. 사용된 완효성비료는 (주)조비에서 생산한 LCU18-7-9였다. 고랭지 주요작목 부산물비료 시용효과시험은 평창군에서 봉노랑배추를 대상으로 하여 검정시비+부산물비료 1ton/10a등 6처리로 하여 수행하였다. 시험에 사용된 부산물비료는 혼합 축분 퇴비였다. 각 작물의 생육조사는 농촌진흥청 농사시험연구 조사기준을 활용하였다. 토양분석은 채취된 토양을 음건한후 2mm체로 걸러 pH, EC는 시료:물을 1:5로 하여 pH, EC meter로 측정하였고, 유기물은 Tyurin법, 인산은 Lancaster법, 총질소는 Kjeldahl법, 양이온은 NH₄OAC로 침출한후 ICP로 측정하였다. 식물체의 인산은 Vanadate법, 질소는 Kjeldahl법, CaO, MgO, K₂O는 농황산으로 분해한후 ICP로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

<시험1> 고랭지 주요작목 시비실태조사

무, 감자에 대해 조사한 시비실태는 표1, 2와 같다. 무는 19농가를 조사하였다. 화학비료는 질소-인산-칼리를 35.0-18.9-17.6kg/10a시용하며 박등이 1992년 조사한 전국평균 29.5-13.9-17.1kg/10a보다 많았으며, 무의 표준시비량과 비교할 때 질소 1.25배, 인산 3.20배, 칼리 1.14배로 전체적으로 과비하는 경향이었다. 부산물 비료 시비량도 표준시비량보다 1.58배 많았다. 감자는 17농가를 조사하였으며 비료 시용량은 29.5-28.8-21.1kg/10a로 박등이 1992년 조사한 전국평균 18.5-18.4-17.1kg/10a보다 많았으며, 표준시비량보다는 질소 1.92배, 인산 1.82배, 칼리 1.62배였으며, 부산물비료 시용량도 1.655kg/10a로 표준시비량보다 1.66배 많아 시비량 조정이 절실히 필요한 실정이다.

표 1. 무에 대한 화학비료 및 부산물비료 시용실태

구 분	조사농가	3요소(kg/10a)			부산물비료 (kg/10a)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
시용량 평균(A)	19	35.0	18.9	17.6	2.362
표준시비량(B)	-	28.0	5.9	15.4	1.500
A/B	-	1.25	3.20	1.14	1.58

표 2. 감자에 대한 화학비료 및 부산물비료 사용실태

구 분	조사농가	3요소(kg/10a)			부산물비료 (kg/10a)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
사용량 평균(A)	17	29.5	28.8	21.1	1,655
표준시비량(B)	-	15.0	15.8	13.0	1,000
A/B	-	1.92	1.82	1.62	1.66

<시험2> 고랭지 양파 인산시비량 설정시험

시험전 토양의 화학적 성질은 표4과 같다. pH는 6.5로 적정수준에 있었으며 유기물은 14g/kg으로 낮고 인산은 799mg/kg으로 축적되었으며, 양이온은 적정수준보다 낮은 토양이었다.

표 4. 시험전 토양의 화학적 성질

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ca -----Cmol+/kg-----	K	Mg
6.5	0.22	14	799	5.0	0.62	1.26

표5는 토양인산축적지(799mg/kg)에서의 양파에 대한 인산시비 반응을 보여주고 있다. 구 고, 구 폭은 인산사용량이 많아질수록 작아졌고 결주율은 증가하여 수량은 인산 무시용, 3kg/10a 사용, 6kg/10a 사용할때 통계적으로 같아 인산이 799mg/kg이상 축적된 토양에서는 양파를 재배 할 때 인산질 비료를 사용하지 않아도 될 것으로 사료된다.

표 5. 인산시비량별 양파의 생육 및 수량

처 리	구 고 (cm)	구 폭 (cm)	인편수 (겹)	구 중	결주율	수 량
인산 무시비	6.6	7.2	8.1	175	9	3,501a
인산 3kg/10a	6.7	7.2	8.1	177	9	3,544a
인산 6kg/10a	6.6	7.3	8.1	176	9	3,525a
인산 12kg/10a	6.3	7.1	8.0	166	11	3,250ab
인산 24kg/10a	6.3	6.9	8.0	164	23	2,778c
인산 48kg/10a	6.2	6.9	8.0	164	67	1,192d

DMRT 0.05 * N, K₂O는 검정시비량(28.8-15.4)

인산사용량별 수확기 토양의 화학적 성질은 표6과 같다. pH와 유기물은 모든처리에서 시험전 보다 낮아졌고 토양중 인산함량은 인산시비 3kg/10a 시비 일때는 시험전 보다 낮아였으며 6, 12kg/10a 시비일때는 735, 784mg/kg로 시험전과 비슷하였고 24, 48kg/10a 시비 일때는 1008, 1563mg/kg로 축적되는 양상이었다. 토양중 양이온은 인산 시비량과 관계없는 양상이었다. 1~2년 실험에서 토양의 이화학적성질 변화를 기대하기는 힘들다는 보고(임 등, 1979)와 같이 노지실험에서 오는 여러환경요인의 한계가 있었기에 인산을 제외한 다른 화학성분의 정확한 경향을 판단하기 어려웠다.

표 6. 인산사용량별 수확기 토양의 화학적 성질

처 리	pH	EC	OM	P ₂ O ₅	Ca	K	Mg
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(mg/kg)	----Cmol ⁺ /kg		
인산 무시비	6.4	0.23	11.7	450	8.4	0.68	1.15
인산 3kg/10a	6.0	0.17	10.1	649	6.5	0.52	1.26
인산 6kg/10a	6.0	0.26	12.3	735	8.5	0.73	1.22
인산 12kg/10a	6.0	0.20	12.7	784	7.2	0.85	1.35
인산 24kg/10a	6.0	0.27	12.0	1,008	6.5	0.65	1.36
인산 48kg/10a	6.1	0.24	12.0	1,563	7.1	0.53	1.26

* N, K₂O는 검정시비량

<시험3> 양파 멀칭재배시 완효성비료 시용효과

완효성비료 처리에 의한 양파의 생육 및 수량은 표7과 같다. 생육 및 수량은 무시비를 제외하고 전 처리에서 통계적으로 차이가 없었다. 최등(2000)은 완효성비료를 사용할 때 관형구보다 구중이 무거웠다고 보고하였고, Kim등(1994)의 실험에서는 완효성복비 처리시 관형구보다 구중이 40g낮다고 보고하였다. 최등(2000)의 실험은 강원도 평창군 황계면에서 춘파하여 가을에 수확하였기에 완효성비료의 비료가 지속되었으며, Kim등(2000)의 실험은 추파재배 하여 4월상순(구비대기)에 완효성비료의 성분이 소실되어진 결과로 사료된다. 따라서 춘파 재배하는 강원도 고랭지일 경우는 완효성비료 시용이 가능할것으로 사료된다.

표 7. 처리별 수확기 양파의 생육 및 수량

처 리	구고 (cm)	구폭 (cm)	인편수 (겹)	구중 (g)	수량 (kg/10a)
무시비	6.4	6.7	8.5	151	2,711b
검정시비(단비 2회추비)	6.7	7.2	8.1	172	3,469a
반효성복비+추비1회(1차추비시)	6.6	7.1	8.1	169	3,412a
반효성복비+추비1회(2차추비시)	6.7	7.2	8.1	169	3,398a
반효성복비 단용	6.7	7.1	8.1	169	3,436a
농과원 개발복비	6.6	7.1	8.1	167	3,343a

※ 검정시비량 : 19.4-3-1534kg/10a, 완효성복비 : 18-7-9, 농과원개발복비 : 15-12-15

표 8은 처리별 수확기 토양의 화학적 성질을 보여주고 있다. pH는 시험전 5.1보다 전체적으로 낮아졌고, EC, 유기물, 인산, 양이온 등은 큰차이가 없었다.

표 8. 처리별 수확기 토양의 화학적 성질

처 리	pH	EC	OM	P ₂ O ₅	NO ₃ -N	K	Ca	Mg
	(1:5)	(dS/m)	(g/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	--Cmol ⁺ /kg--		
시험전	5.1	0.34	51.5	657	12.5	0.23	2.39	0.52
무시비	5.1	0.20	52.5	663	5.4	0.36	2.52	0.64
단비(2회추비)	4.7	0.41	54.2	729	12.5	0.45	1.67	0.27
완효성복비+추비1회(1차)	5.0	0.39	52.4	766	6.3	0.36	2.26	0.54
완효성복비+추비1회(2차)	4.8	0.39	50.8	720	5.6	0.44	1.56	0.22
완효성복비단용	5.0	0.34	52.0	774	6.7	0.45	2.14	0.50
농과원개발복비	5.0	0.37	51.8	699	5.6	0.47	2.13	0.49

<시험 4> 고랭지 주요작목(배추) 부산물비료 시용효과 시험

수확기 배추의 생육 및 수량은 표와같다. 주중은 검정시비+부산물비료 2ton 시용시까지 증가하다. 부산물비료 1ton+4ton처리시 감소, 부산물비료 1ton+8ton 처리시에는 0.65kg/주 까지 감소하였다. 구폭, 구고도 같은 경향이 있다. 결주율은 부산물비료 1ton+4ton처리시 53%로 급격히 증가하였고 부산물비료 1ton+8ton처리시에는 84%가 고사하였는데 이는 부산물비료 과다 투여에 의한 영양장해로 판단된다. 수량은 검정시비, 검정시비+부산물비료 1ton, 2ton 시 6,750, 6,640, 6,759kg/10a를 나타냈고 이는 통계적으로 유의하지 않는 범위내에 있어 토양유기물이 어느정도(28g/kg이상)축적된 토양에서는 부산물 비료 시용은 오히려 배추생육에 장해가 되며 부산물비료를 시용할시에는 화학비료량을 조절 해주는 시험이 필요한 것으로 사료된다.

표9. 처리별 배추의 생육 및 수량

처 리	주중 (kg)	주폭 (cm)	구고 (cm)	결주율 (%)	수량
무시비	1.25	0.68	9.7	13	3,230b
검정시비	2.55	1.72	14.8	13	6,750a
검정시비+부산물비료1ton	2.35	1.64	14.6	10	6,640a
부산물비료 1ton+2ton	2.56	1.72	14.8	13	6,759a
부산물비료 1ton+4ton	0.85	0.56	9.8	53	1,950c
부산물비료 1ton+8ton	0.65	0.27	7.4	84	627d

시험후 토양의 화학적 성질은 표10과 같다. pH는 처리별로 5.8~6.2범위에 있었다. 토양 유기물은 부산물비료 시용량이 많아질수록 높아져 검정시비+4ton, 검정시비+8ton처리시에는 58.5, 55.2g/kg까지 높아졌다. 이는 그간의 연구에서도 보고되었다.(김등, 1991:이등, 1996) 부산물비료 시용량에 따라 양이온의 변동폭은 많지 않았으며 가용성인산 함량은 검정시비+부산물비료 8ton 시용시 1715mg/kg까지 높아져 토양중 인산 축적의 주범은 검정시비+8ton 부산물비료임을 알 수 있다.

표10. 시험후 토양의 화학적 성질

처 리	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P2O5 (mg/kg)	K Ca Mg		
					-----Cmol+/kg-----		
무시비	6.1	0.29	30.3	582	0.87	4.08	1.03
검정시비	5.8	0.24	29.9	528	1.47	4.14	0.98
검정시비+1ton	6.1	1.04	35.6	663	1.02	4.93	1.06
검정시비+2ton	6.1	1.29	43.2	947	1.53	5.27	1.55
검정시비+4ton	6.2	1.24	58.5	1615	1.03	4.95	1.29
검정시비+8ton	6.1	0.93	55.2	1715	1.45	5.18	1.81

4. 적요

- 가. 무와 감자의 농가시비량은 표준시비량대비 1.14~3.20배 많았음
- 나. 인산시비 수준에 따른 양파의 수량은 인산 3kg/10a시 3.544kg/10a로 가장 많았음
- 다. 양파멀칭재배시 완효성비료 시용은 수량 3.436kg/10a로 검정시비처리 3.469kg/10a와 대등하였음
- 라. 토양 유기물함량이 28g/kg이상인 토양에서 부산물비료 시용량이 많아질수록 토양양

분함량은 증가하였고 수량은 감소하는 경향이었음

5. 인용문헌

- 김정제, 홍병주, 고용균. 1991. 축산폐기물의 이용에 관한연구. 1. 가축분뇨가 토양화학성 및 옥수수 생육에 미치는 영향. 한국토양비료 학회지. 24(2) : 137~143
- 김종구, 이경보, 이덕배, 이상복, 김성준. 1998. 계분퇴비시용이 채소류 생육과 양분 이용률에 미치는 영향. 한국토양비료 학회지. 31(2) : 177~182
- 농촌진흥청. 1995. 농사시험연구 조사기준.
- 박백균, 전대하, 김유학, 호교순. 1994. 주요 논·밭 작물에 대한 농가시비실태. 한국토양비료 학회지. 27(3) : 238~246.
- 이주삼, 장기운, 조성현. 1996. 유기농산물 생산을 위한 퇴비시용이 배추의 수량과 무기성분 및 토양의 이화학성에 미치는 영향. 한국토양비료 학회지. 29(4) : 365~370
- 유인수. 1993. 환경보전형 농법을 위한 토양관리(심포지엄 발표요지) 한국토양 비료학회지. 57-64
- 임선욱, 유진창, 홍중운. 유기질비료 시용이 배추와 무의 생육과 수량 및 토양의 이화학성에 미치는 영향. 한국토양비료 학회지 12(3) : 125~132
- 최유미, 이종남, 이정대, 조기옥, 김원예. 2000. 양파 완효성비료 시용에 따른 수량 및 저장성. 한국원예학회지. 41(5) : 499~502.
- Kim, W. I, J. K. Suh, H. D. Kim, and M. J. Lee. 1994. Development of additional fertilization method under murching cultivation on onion. Annual Rpt of KNRDA. 759-774.

6. 연구결과 활용제목

- 고랭지 인산집적지 밭토양에서의 양파에 대한 인산시비량(2002 영농활용)
- 고랭지 양파 멀칭재배시 완효성비료 시용효과(2003 영농활용)
- 유기물함량이 높은 고랭지 배추 재배지에서의 부산물비료 시용효과(2003 영농활용)