

과제구분	지역농업 기술개발	Code : RM0101	수행구분	전반기	연구기간	'00 ~ '01(완결)
연구과제명	고랭지 채소 복비시용 반응 효과				과제책임자	사종구
세부과제명	고랭지 무·배추 복비시용 반응 효과					
연구원별임무						
구분	소속	성명	담당임무			
세부과제책임자	고원농업시험장	김경대	시험설계 및 총괄수행			
공동연구자	"	조수현	시험연구조사 및 분석			
	환경농업연구과	임수정	조사자료 분석 및 자문			
색인용어	고랭지, 무, 배추, 복비Inorganic					

## 1. 연구배경

일반적으로 표고 400m이상되는 지역을 고랭지라고 하나, 이를 세분하면 400 ~ 600m지역을 준고랭지, 600m이상되는 지역을 고랭지라고 분류한다.

강원도의 고랭지 면적은 32,300ha로 전체 밭경지면적의 63%를 차지하며 600m 고랭지 면적은 15.347ha로서 전국의 90%이상을 점유하고 있다.

강원도 고랭지에서 주로 재배되고 있는 작물은 무, 배추, 감자, 양배추, 양파, 당근, 옥수수, 풋고추, 화훼류 등이 주종을 이루고 있으나, 이중 고랭지 무, 배추는 70년대 초반부터 근2~30여년 동안 여름철 단경기에 출하를 목적으로 재배되고 있다.

특히, 배추 재배면적은 1991~2001년까지 년평균 0.4%씩 줄어들고 있는 추세로 특히 가을 배추는 년평균 3.8%가 감소된 반면, 봄배추는 1~6%가 여름철 고랭지 배추는 5.4%가 증가되어 배추의 소비가 주년화되고 있는 추세이다.

고랭지 경지면적은 대부분이 경사전으로 토양유실이 심하여 토양척박도가 극도에 달했으며, 또한 오랫동안 단일 작물만을 재배한 관계로 연작장해가 심하여 병해충이 만연되며 해마다 그 피해면적이 급속도로 증가되고 있다.

이러한 점을 감안하여 농촌진흥청에서는 60~70년대부터 주요작물로 표준경종법을 정립하여 적정 시비량을 농가에 지도하여 왔으나, 1999년도에 89개 주요작물에 대한 3요소비료를 작물별 시비처방기준을 설정하여 농가에 지도 보급하고 있다. 그러나 고랭지대의 일부농가에서는 적정 시비기준량에 평균 2~3배에 가까운 과다한 비료를 사용하고 있는 실정이다.

이러한 현상은 토양척박도는 물론 노동력의 증대, 생산자재 부담에 따른 경영비과다, 환경오염 등이 크게 문제시되고 있다.

본 시험에서는 이러한 문제를 해결하고자 원예용복비 및 완효성 비료의 적정 시비기준량을 재설정하여 노동력과 경영비 절감, 토양비옥도 증진, 환경오염을 최소화하기 위하여 본 연구를 수행하였다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구는 1999년부터 2001년까지 3개년간 고랭지대에서 무, 배추에 대한 원예용 복비와 완효성 복비 반응효과를 구명하기 위하여 시험을 실시하였는데 '99년에는 강원도 평창(진

부)에서, 2000년에는 고원농업시험장 신설포장인 태백(철암동)에서, 2001년에는 태백(철암동)과 매봉산에서 시험을 수행하였다.

### 가. 품종 및 재배법

표 1.에서와 같이 무, 배추를 시험재료로 하여 무는 재식거리 60×30cm로 직파하였고 배추는 트레이에 30일 육묘하여 60×40cm로 재식거리를 두고 정식하여 시험을 수행하였으며, 기타 재배법은 품종 경종법에 준하였다.

표 1. 작물별 시험품종 및 재배법

연 도	지 역	작 물	품 종	파종기/정식기
1999	평창 (표고 450m)	무 배추	천하대형봄무 고랭지여름배추	
2000	태백 (표고 750m) (1차:원예용 복비) (2차:완효성비료)	무	대부령무	파종 5.27
		배추	고랭지여름배추	정식 5.27
		무	대부령무	파종 7.30
		배추	고랭지여름배추	정식 7.30
2001	태백 (표고 750m) 매봉산 (표고 1,200m)	무	만백무	파종 6.19
		배추	노랑여름배추	정식 6.13
		배추	노랑여름배추	정식 7.28

### 나. 처리내용

표 2. 연도별, 지역별 처리내용

연 도	지 역	비 종	처 리 내 용
1999	평창 (진부)	원예용 복비	무처리, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0배
2000	태백	원예용 복비	"
		완효성 비료	"
2001	태백	일반복비	무 : 무처리, 10.5, 21, 31.5, 42kg/10a
		완효성비료	배추: 무처리, 12, 24, 36, 48 "
	매봉산	"	무 : 무처리, 14, 28, 42, 56 "
		"	배추: 무처리, 16, 32, 48, 64 "

처리내용은 표 2와 같으며, '99~2000년에 평창과 태백에서 시험재료로 사용한 비종의 성분량은 원예용 복비는 N-P-4-0=10-11-12-0.30이고 완효성 비료는 N-P-K-15-12-15로 시험전 토양분석후 검정시비량을 기준하여 처리한 것이고 2001년에 시험한 일반복비는 N-P-K=21-17-17과 완효성비료는 N-P-K=18-17-9-2로 무·배추 공히 질소성분을 기준으로 5수준을 두어 난괴법 3반복으로 시험을 수행하였다.

#### 다. 토양조건

표 3에서와 같이 평창(진부)과 매봉산의 토양은 계속하여 작물을 경작해온 관계로 유기물함량이 높은 비교적 비옥한 토양이었으나, 평창은 인산함량이 많이 축적된 토양이었다.

그러나 본 시험장 포장인 태백은 신설포장으로 객토는 하였으나 비옥도가 낮았으며, 토양시료는 작토층을 3반복 채취하여 농촌진흥청 분석법에 준하여 분석하였다.

표 3. 시험 전 토양의 화학적 특성

연도	지역	PH (1:5)	EC (ds/m)	OH (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	cmol+/kg			g/kg	
						K	Ca	Mg	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
1999	평창	7.0	0.50	30	965	1.21	5.96	1.51	-	-
2000	태백	7.6	0.30	11	51	0.57	7.43	1.03	-	-
2001	태백	6.8	0.20	15	256	0.45	6.20	1.60	0.64	0.52
	매봉산	5.8	0.25	50	348	0.97	4.80	1.10	0.79	0.47

#### 라. 시료 채취 및 분석

식물체는 생육 중 또는 수확기에 생육 및 수량조사를 하였으며, 토양은 정식후 30일과, 수확기에 표토를 채취하여 분석하였다.

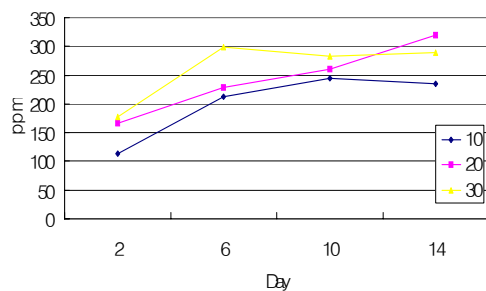
이상과 같이 시험의 특성상 지역별 연도별로 토양검정결과에 따라 시비량의 차이가 다르기 때문에 지역별로 나누어 결과를 고찰하기로 한다.

### 3. 결과 및 고찰

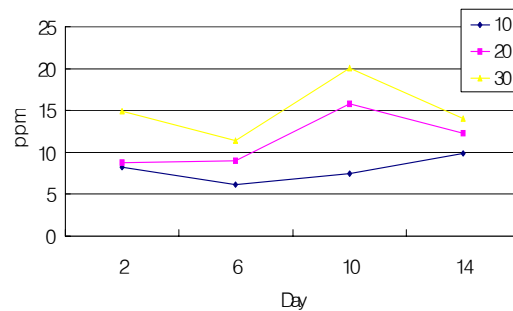
#### 가. 평창(진부)

##### 1) 온도별 질소의 무기화

온도에 의한 복비에서 질소의 무기화 정도를 구명하고자 시험한 결과 온도가 낮을수록 용출량이 적었으며, 암모니아태 질소는 6일후 변화가 크지 않았다. 이것은 6일이내에 질소가 용출되어 암모니아태 질소가 토양내에 집적되어 작물이 이용할 수 있는 형태로 보존되어 있는 것으로 사료되었다. 또한, 질산태 질소는 온도가 낮을수록 적은량이 용출되는 반면, 용출기간은 긴 것으로 보이며, 기간이 경과됨에 따라 탈질작용에 의해 함량이 감소한 것으로 사료된다.



NH<sub>4</sub>-N



NO<sub>3</sub>-N

그림 1. 온도별 질소의 무기화 변화 (평균, '99)

2) 토양검정에 의한 시비추천량

표 3.의 토양화학성을 참고로 하여 시비처방식에 의한 무·배추의 시비추천량은 표 4.에서 보는 바와 같이 전국 평균 표준시비량보다 훨씬 적은 수준으로 고랭지 토양의 비옥도는 전국 평균에 비해 높은 비옥도를 보여 주고 있는데, 이는 토양검정을 통한 적정관리라기 보다는 과량의 유기물 및 비료사용에 의한 결과로 사료된다.

표 4. 토양검정에 의한 시비추천량('99. 진부) (단위:kg/10a)

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
무	28.0	0	7.8
배추	26.5	0	8.2

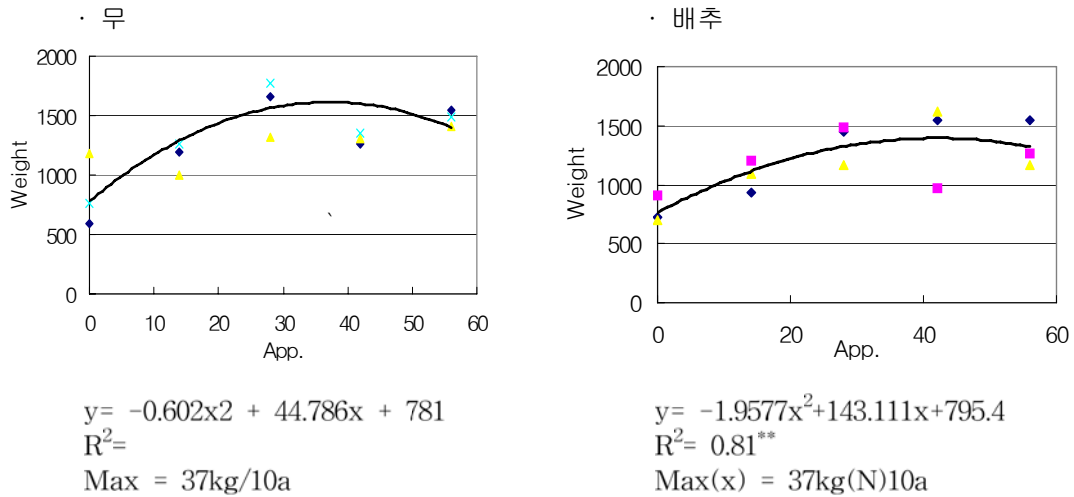


그림2. 복비사용량과 수량과의 관계

3) 복비사용량과 수량

무에 대해 원예용복비를 질소기준으로 처리를 두어 시험한 결과는 그림2.와 같이 시비량과 수량관계의 회귀식에 의해 37kg/10a사용시 최대 수량을 나타냈으며, 이는 시비추천량보다 9kg/10a이 많은 수준이다.

배추도 무와 같은 경향으로 시비량과 수량관계의 회귀식에 의하면 검정시비량의 1.39배인 37kg/10a사용시 최대 수량을 보였다.

4) 토양화학성 변이

토양 화학성의 변이정도는 토양의 보비력, CEC와 보수력 등 토양의 특성에 의한 것과 온도, 습도, 강우 그리고 한발 등의 기상에 의한 탈질, 불용화, 침전 등과 같은 비료성분 자체의 특성, 그리고 식물에 의한 양분의 흡수 등에 의해 차이가 나게 되며, 화학성의 변이는 이러한 특성들과 그해의 기상에 의한 종합적인 결과물로 나타나게 된다.

표 5. 시험 후 토양의 화학적 성질

작물	처리	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ca	K cmol <sup>+</sup> /kg	Mg	T-N (%)
무	1	6.6	0.34	3.2	963	7.54	1.16	2.46	0.13
	2	6.0	0.69	3.5	1,231	6.75	1.19	2.12	0.12
	3	6.4	0.55	3.9	1,112	6.99	1.28	2.37	0.13
	4	5.7	1.59	3.3	1,187	7.3	1.24	2.29	0.11
	5	5.1	1.24	2.2	1,113	4.3	1.16	1.44	0.06
	6	5.5	1.50	2.6	890	5.9	0.80	1.72	0.14
배추	1	6.9	0.42	2.9	100	8.11	1.44	2.21	0.07
	2	5.9	2.41	2.9	1,137	8.16	1.30	2.87	0.13
	3	6.2	2.90	3.2	1,174	9.25	1.29	3.00	0.12
	4	5.6	3.10	2.4	1,149	7.51	1.96	2.86	0.17
	5	5.7	2.96	2.7	1,007	7.57	2.05	3.29	0.16
	6	6.1	2.65	2.7	1,057	8.53	1.41	2.60	0.12

수확후 토양의 화학적 특성은 표 5와 같으며, 시비량이 증가할수록 pH가 낮아지며, 배추는 염류농도와 칼륨, 인산함량이 증가하고 무는 EC와 인산함량이 증가하는 경향을 보였다. (비료흡수량-무비구비료흡수량)/시비량×100을 양분이용율로 계산한 결과는 표 8.과 같으며, 시비량이 증가할수록 양분의 이용율은 낮아지는 것을 볼수 있다.

#### 나. 태백 (2000)

##### 1) 토양검정에 의한 시비추천량

표 3.의 원예용 완효성 복비의 시험포장의 토양화학성을 시비처방 프로그램을 이용하여 시비추천량을 설정하면, 표 6과 같이 추천량이 표준시비량보다 높은 수준이다.

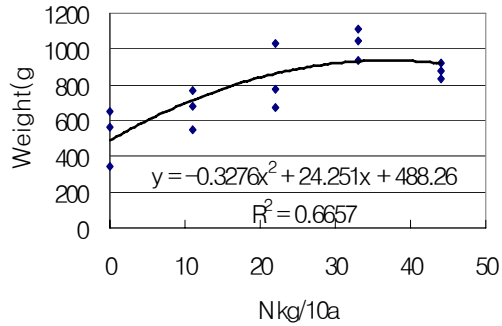
표 6. 무·배추 시비추천량

(단위:kg/10a)

비종	구분	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
원예용복비	무	33.6	28.5	22.2
	배추	41.1	39.5	23.3
완효성 복비	배추	34.1	39.0	24.9

2) 시비량과 수량과의 관계

·무

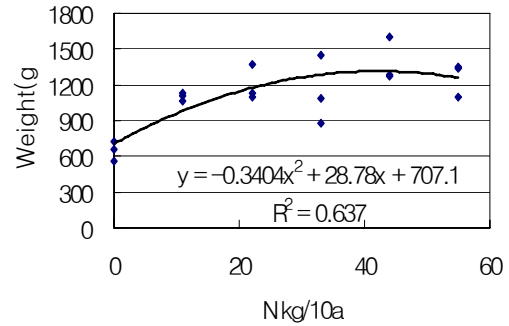


$$y = -0.3276x^2 + 24.251x + 488.26$$

$$R^2 = 0.6657^{**}$$

$$\text{Max} = 37\text{kg}/10\text{a}$$

·배추



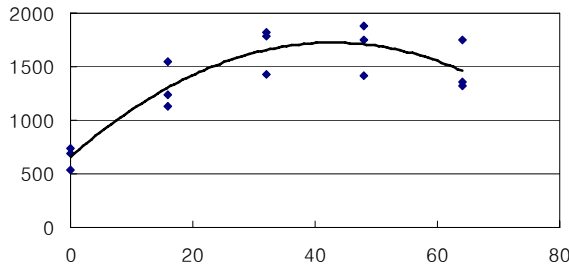
$$y = -0.3404x^2 + 28.7x + 707.1$$

$$R^2 = 0.637^{**}$$

$$\text{Max} = 42\text{kg}/10\text{a}$$

그림 3. 원예용복비 시용량과 생체중과의 관계

·배추



$$y = -0.5821x^2 + 49.846x + 657.42$$

$$R^2 = 0.8276$$

$$\text{Max} = 43\text{kg}/10\text{a}$$

그림 4. 완효성복비 시용량(N기준)과 생체중과의 관계

원예용복비 시비량에 따른 무에 대한 수량과의 관계는 그림 4에서 보는바와 같이 최고수량은 37kg/10a으로서 시비추천량보다 3.4kg/10a정도가 높은 수준이었다. 배추도 같은 경향으로 최대치가 42kg/10a로 시비추천량보다 1kg/10a정도가 높은 수준을 보였다.

완효성복비 시용량에 따른 배추의 수량과의 관계는 그림 4와 같으며, 최고수량은 43kg/10a에서 보였으며, 이는 시비추천량보다 9kg/10a 정도 높음 수준이었다.

3) 재배후 토양의 화학적 특성

무·배추 재배후 토양의 화학적특성은 표 7과 표 8에 나타내었으며, 시험포장이 석회암 지대 토양으로 pH의 변화는 비슷하였고 EC, 인산 그리고 칼륨은 시비량에 따라 증가하는 경향을 볼 수 있다.

표 7. 재배 후 토양(원예용복비)의 화학적 특성

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ex. Cation (cmol+/kg)			
					Ca	K	Mg	
무	1	7.9	0.33	2.1	68.7	10.2	0.8	1.5
	2	7.9	0.32	1.3	70.7	11.2	0.9	1.7
	3	7.9	0.38	2.6	85.7	10.5	1.2	1.7
	4	7.9	0.36	1.1	79.3	10.5	1.6	2.0
	5	8.0	0.39	1.0	142.7	9.6	1.6	1.8
	6	7.8	0.52	0.8	160.3	10.4	1.4	2.0
배추	1	7.8	0.34	1.5	44.7	10.3	0.7	1.9
	2	7.7	0.39	1.4	67.7	9.6	1.2	1.9
	3	7.8	0.46	1.6	85.0	11.4	1.3	1.9
	4	7.7	0.51	0.7	105.3	9.4	1.4	1.9
	5	7.7	0.53	1.2	137.0	9.7	1.4	2.2
	6	7.8	0.58	1.4	172.7	9.8	1.8	1.8

표 8. 재배 후 토양(완효성복비)의 화학적 특성

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	(cmol+/kg)			(mg/kg)	
					Ca	K	Mg	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
1	7.8	0.28	1.6	64.0	9.8	0.6	1.9	2.2	1.3
2	7.6	0.95	1.7	232.6	9.5	1.1	2.5	2.0	6.8
3	7.6	0.85	1.3	182.6	10.5	1.0	2.5	2.2	5.8
4	7.5	1.21	1.5	311.0	9.3	1.2	2.5	2.3	7.9
5	7.4	1.62	1.0	435.3	9.6	1.5	2.9	2.2	9.2

완효성비료에 대한 배추의 시기별 무기질소의 변이사항은 표 10.에서 보는바와 같이 시기가 경과됨에 따라 점차 감소하는 경향이며, 시비량이 증가할수록 무기 질소도 증가하였다.

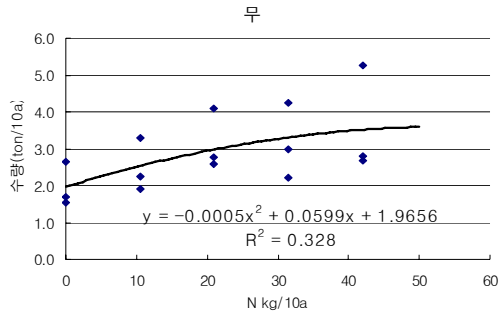
표 9. 토양검정에 의한 무·배추 시비추천량

(단위 : kg/10a)

구분	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
무	33.6	18.1	25.2
배추	태백	35.26	24.9
	매봉산	14.68	18.5

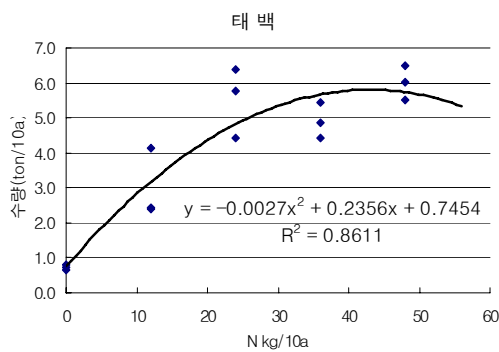
\* 작물별 시비처방기준에 따른 시비추천식 이용

· 무

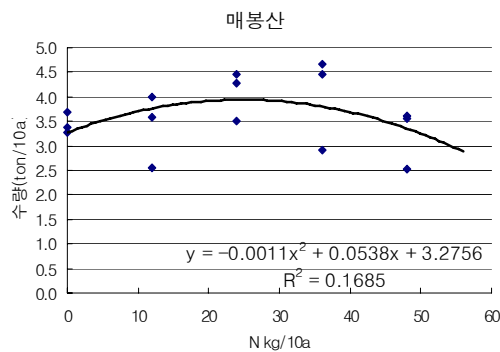


$y = 0.0005x^2 + 0.0599x + 1.9656$   
 $R^2 = 0.328^*$   
 Max = 55kg/10a(시비추천량의 1.63배)

· 배추



$y = 0.0027x^2 + 0.2356x + 0.7454$   
 $R^2 = 0.8611^{**}$   
 Max = 44kg/10a(시비추천량의 1.24배)



$y = 0.0011x^2 + 0.0538x + 3.2756$   
 $R^2 = 0.1685$   
 Max = 24kg/10a(시비추천량의 1.63배)

그림 5. 복비사용량(N기준)과 수량의 관계

다. 고랭지재배 (태백, 매봉산 '01년)

1) 시비추천량

표 3.의 토양화학성을 이용하여 토양검정한 결과는 표 9에서와 같이 태백의 고원농업시험장은 개간된지 얼마 되지 않은 포장으로 유기물 및 비옥도가 낮았으며, 매봉산은 농가포장을 임차한 것으로 5-10%의 경사를 이루고 해발은 1,200m이상으로서, 2~30년간 고랭지배추를 연작하여 재배한 포장이었다.

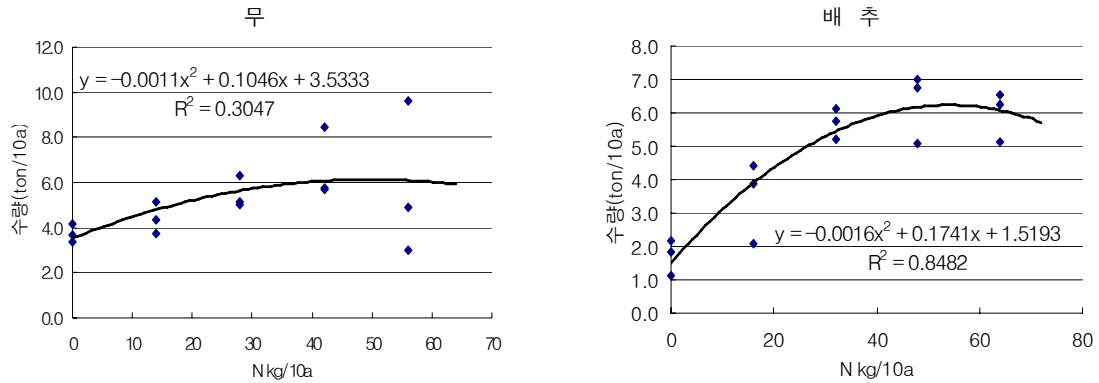
2) 시비량과 수량과의 관계

가) 일반복비

일반복비 사용시 시비량과 무의 수량의 관계는 그림 5와 같이 95% 통계적 유의성이 있으며, 최고수량은 시비추천량의 1.63배인 55kg/10a의 수준이었다. 무의 시비량과수량과의 관계는 배추에 비해 편차가 심한 경향을 볼 수 있으며, 이는 무의 성장 특성상 배추와 다른 차이 때문인 것으로 사료되었다.

일반복비 시비량과 배추 수량과의 관계는 그림 5.와 같으며, 해발 750m의 태백 시험포장과 해발 1200m의 매봉산 임차포장에서의 관계를 볼 수 있다. 태백에서 토양검정에 의한 배

추 시비추천량의 1.24배인 44kg/10a에서 최대 수량을 보였으며, 매봉산에서는 시비추천량의 1.63배인 24kg/10a에서 최대 수량을 보였다. 태백과 매봉산에서의 그래프의 형태가 다르게 나타나는 것은 토양비옥도의 차이때문인것으로 보이며, 이는 대부분의 농가가 작물이 실제 이용하는 비료량보다 더 많은 양의 비료를 사용하고 있다는 것을 나타내고 있다.



$$y = 0.0011x^2 + 0.1046x + 3.5333$$

$$R^2 = 0.3047^*$$

Max = 49kg/10a(시비추천량의 1.5배)

$$y = 0.0016x^2 + 0.1741x + 1.5193$$

$$R^2 = 0.8482^{**}$$

Max = 54kg/10a(시비추천량의 1.5배)

그림 6. 완효성 복비시용량(N기준)과 수량과의 관계

#### 나) 완효성 복비

고랭지토양은 자갈이 많고 또한 지형특성상 경사지가 심하여 기계화 및 생력화작업에 어려움이 많다. 이러한 토양에서 완효성복비를 이용하여 노동력이 감소할 뿐만 아니라 생력화 재배를 하여 비료의 적량 사용으로 환경을 보전하고자, 해발 750m인 태백에서 완효성 비료의 적정 시비량을 구명하고자 시비량과 무, 배추의 수량과의 관계를 그림 6에서 보는 바와 같이, 무는 시비추천량의 1.43배인 49kg/10a에서, 배추는 시비추천량의 1.53배인 54kg/10a에서 최대수량을 보였다.

### 3) 재배후 토양의 화학적 특성

#### 가) 일반복비

무를 수확한 후 토양을 채취하여 분석한 토양화학성은 표 10에서 보는 바와 같이, 시비량이 증가함에 따라 토양산도, 염류농도, 유효인산이 증가한 것을 볼 수 있었고, 무기질소중 암모니아태질소는 증가하였으나, 질산태질소는 유의한 차이를 보이지 않았다.

표 10. 무 재배 후 토양의 화학성

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ca	K	Mg	NH <sub>4</sub> -N (g/kg)	NO <sub>3</sub> -N (g/kg)
					(cmol+/kg)				
1	6.9	0.21	8	190	6.4	0.25	1.6	0.52	0.47
2	6.4	1.62	9	368	7.0	0.70	1.9	0.72	0.81
3	6.2	1.80	21	581	7.0	1.00	2.1	1.47	0.78
4	5.7	1.80	12	568	5.9	1.07	1.4	2.05	0.85
5	5.6	4.37	14	632	6.2	1.92	1.7	4.75	0.89

표 11. 배추 재배 후 토양의 화학성

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ca	K	Mg	
					(cmol+/kg)			
태백	1	6.9	0.22	17	246	7.4	0.37	1.9
	2	6.6	0.30	10	398	6.2	0.57	1.7
	3	6.4	1.12	12	518	7.2	1.10	2.1
	4	6.0	1.41	18	699	7.0	1.04	2.1
	5	6.2	2.16	11	711	7.3	1.44	2.2
매봉산	1	6.4	0.27	46	306	5.6	0.46	0.3
	2	5.6	1.88	43	404	7.4	0.53	0.3
	3	5.7	2.95	43	478	7.8	0.75	0.4
	4	5.5	2.91	43	566	7.0	0.86	0.4
	5	5.5	3.77	42	564	6.2	1.05	0.4

배추를 수확한 후 표토를 채취하여 분석한 토양화학성은 표 11과 같이, 해발 750m인 태백에서는 시비량이 증가할수록 토양산도, 염류농도, 인산, 칼륨이 증가하였다. 이는 시용된 복비가 함유한 성분들에 기인한 것으로 보이며, 시비량이 증가할수록 유기물이 유의한 차이로 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 유기물이 무기 질소로 변환되어 작물의 생장에 사용되어진 것으로 보이며, 이러한 원인은 시험전 토양의 유기물에 사용된 유기물을 보충하여 주므로써 토양의 물리화학성을 유지 또는 개량할 수 있을 것으로 사료된다.

나) 완효성 복비

무와 배추를 수확한 후 토양을 채취하여 분석한 결과는 표 12에서와 같이 역시 시비량의 증가함에 따라 토양산도, 염류농도, 유효인산, 칼륨의 함량이 증가하였으며, 전체적으로 무 재배지의 변화가 적었는데, 이는 배추와의 시비량 차이에서 나타난 결과로 사료되었다.

표 12. 무, 배추 수확 후 토양의 화학성

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (g/kg)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Ca	K (cmol+/kg)	Mg	
무	1	6.4	0.29	18	185	6.5	1.08	1.3
	2	6.4	0.34	14	325	5.0	0.60	1.2
	3	6.3	0.57	11	377	5.2	0.39	1.9
	4	6.0	0.95	18	515	5.1	0.87	1.5
	5	6.0	1.26	15	618	5.1	0.72	2.1
배 추	1	6.6	0.25	22	155	6.4	0.32	1.6
	2	6.1	0.66	13	287	6.0	0.41	1.8
	3	5.9	0.83	16	548	5.5	0.40	1.8
	4	5.5	1.15	27	658	4.7	0.45	1.7
	5	5.6	2.59	20	944	5.4	0.79	2.3

### 라. 종합

위의 3년차 시험결과를 종합하여 무, 배추의 최대수량일 때 시비량과 토양검정을 통한 시비추천량은 고랭지에서의 추천시비량을 설정한 것을 표 17.로 나타낼 수 있으며, 무와 배추는 시비량과 수량에 대한 편차가 심하였다. 여기에서 제시하는 추천시비량은 고랭지 채소의 재배 여건을 고려하여 표 총시비를 기준으로 설정하여 준 것이며, 재배여건이 양호하여 전총시비가 가능할 경우는 설정비율을 0.1배정도 감량하여 시비하여도 무방할 것으로 보인다. 고랭지 재배의 경우는 해발에 따라서 추천시비량의 조정이 반드시 필요하며, 해발 600m이상에서는 약 1.2배 조정이 필요하고, 1000m이상에서는 이보다 더한 약 1.5배 정도의 조정이 필요한 것으로 사료된다.

완효성 비료의 경우, 원예용 비료에 비해 높은 수준을 처리해야 하는 것으로 설정되었으나, 이는 수도용으로 제작되었기에 나타난 현상으로 고랭지 채소용 완효성 비료를 사용한다면, 복비산출량으로도 가능하다. 고랭지의 특이성이 비료성분의 용탈, 흡수, 휘산 등에 영향을 끼치는 것으로 보이나, 이러한 것은 기작에 대한 연구 및 자료가 미약하며, 온도, 해발, 경사 및 토양이화학성에 따른 고랭지 환경과의 관계에 대한 많은 연구가 더욱 필요할 것으로 보인다.

표 17. 고랭지 무·배추에 대한 복비 산출량

구분	지역별	최대수량 시비량(A)	검정시비량 (B)	A/B	추천시비량 (검정시비량기준)
무	진부(1999)	37	28.0	1.3	
	태백(2000)	37	33.6	1.1	1.3배
	태백(2001)	55	33.6	1.6	
배추	진부(1999)	37	26.5	1.4	
	태백(2000)	42	41.1	1.0	1.2배
	태백(2001)	44	35.3	1.2	
	매봉산(2001)	24	14.7	1.6	1.6배

## 4. 적 요

고랭지에서의 복합비료의 적정시비량을 설정하고자 진부('99), 태백('00, '01), 매봉산('01)에서 원예용복비, 일반복비, 완효성복비를 시험재료하여 검정시비량과 비교하여 시험 결과,

가. 원예용복비의 온도별 무기화정도는 온도가 낮을수록 용출량이 적었으며

나. 시험후 토양화학성을 시험전 토양화학성과 비교하여 볼 때, 시비량이 증가할수록 토양 산도, 유기물은 낮아졌고, 염류농도, 유효인산, 칼리는 증가하였다.

다. 무의 수량과 원예용 및 일반복비 시비량의 관계에서 질소기준으로 검정시비량의 1.3배 수준인 37kg/10a('99, 진부), 1.1배인 37kg/10a, 1.6배인 55kg/10a('00, '01, 태백)에서 최고수량을 보였다.

라. 배추의 수량과 원예용 및 일반복비 시비량과의 관계에서 질소기준 검정시비량의 1.4배인 37kg/10a('99, 진부), 1.0배인 42kg/10a, 1.2배인 44kg/10a('00, '01, 태백)에서, 그리고 검정시비량의 1.6배인 24kg/10a('01, 매봉산, 해발1200m)에서 최고수량을 보였다.

마. 완효성 복비와 무, 배추 수량과의 관계에서는 무는 질소기준 검정시비량의 1.5배인 49kg/10a('01, 태백)에서, 배추는 1.3배인 43kg/10a, 1.5배인 54kg/10a('00, '01, 태백)에서 최고수량을 보였다.

## 5. 인용문헌

김석철, 박양호, 이주영, 김필주. 1999. 환경보전형 비료자원 개발 및 이용에 관한 연구. 농업과학기술원 주요연구결과자료.

농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법

농촌진흥청 농업과학기술원. 1999. 작물별 시비처방 기준.

농촌진흥청. 1989. 표준영농교본(채소재배)

농촌진흥청. 1995. 농사시험연구조사기준.

박양호, 이주영, 김석철, 김필주, 조경호, 한수곤, 김영신, 박노권, 김종균. 1999. 농업과학기술원 주요연구결과자료

이창덕. 1987. 고랭지 농업. 강원대학교출판부

조수현, 조병옥, 엄명호. 1993. 채소류 시비기술 확립시험. 강원도농진원 시험연구보고서.

## 6. 연구결과 활용제목

- 고랭지 무, 배추 복비시용량 설정