

과 제 명	고랭지채소에 대한 복비시용 반응연구					
총괄연구책임자	소속기관	강원도 농업기술원	직급	지방농업연구관	성명	김승경
세부과제책임자	환경농업연구과 임수정					
	고원농업시험연구팀 김경대					
당해년도연구비	농진청 지원금	2,000만원	기업체 부담금	-	사업 년차	'99~ (2년차)

I. 연구목표

고랭지채소에 대한 적정 복비시용량을 설정하여 농업자재의 효율적운용과 과비에 의한 농업환경 오염원을 미연에 방지하고자함.

II. 연구내용 및 결과

제1세부과제명 : 고랭지 양파, 당근에 대한 복비시용반응연구

..... (강원도원 환경농업연구과 임수정)

가. 연구내용

1) 처리내용 및 방법

- 시험장소 : 진부
- 공시작물 : 양파(히구마), 당근(무쌍오촌)
- 처리내용 : 검정시비해당 복비시용량(N기준) 등 5처리
- 사용비료 : 원예용복비 - 10-11-12kg/10a, 추비용 - 17-0-14
완효성복비 - 15-12-15kg/10a

2) 조사내용 및 방법

- 조사항목 : 작물생육상황 및 수량, 토양화학성
- 재배법

구 분	정식 및 파종	재 식 거 리	수 확	비 고
양 파	4. 17	15cm × 20cm	8. 23	히 구 마
당 근	4. 24	45cm × 7cm	8. 25	무쌍오촌

나. 연구결과

표 1. 시험전토양의 화학성

구 분	pH	O.M. (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. Cation cmol+/kg			EC (dS/m)
				K	Ca	Mg	
양파, 당근	6.5	26	450	0.2	4.3	0.8	0.30

표 2. 작물별 검정시비량 (kg/10a)

구 분		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
양 파	검정시비량	24	11	7.8
	표준시비량	24	7.7	15.4
당 근	검정시비량	20	11	23.7
	표준시비량	28	5.9	15.4

표 3. 시험작물 생육상황 및 수량

- 양파

구 분		구고 (cm)	구폭 (cm)	겹수 (겹)	구중 (g)	수량 (kg/10a)
원예용복비	무 시 비	6.3	6.8	7.9	147	3,292bc
	검정 × 0.5	6.5	6.9	8.0	153	3,417b
	" 1	6.7	6.9	8.0	178	3,996a
	" 1.5	6.7	7.0	8.1	162	3,619ab
	" 2	6.7	6.9	8.1	164	3,674ab
완효성복비	" 0.5	6.7	7.0	8.0	160	3,584b
	" 1	6.8	7.0	8.3	167	3,741ab
	" 1.5	6.7	6.9	8.2	169	3,786ab
	" 2	6.8	7.1	8.1	170	3,808a

@ DMRT(0.05)

- 당근

구	분	엽장 (cm)	엽수 (cm)	근장 (cm)	근경 (cm)	근중 (g)	수량 (kg/10a)
원예용복비	무 시 비	34.5	5.5	14.2	3.2	59.0	2,124bc
	검정 × 0.5	37.6	5.6	14.8	3.2	63.2	2,275ab
	" 1	38.0	6.2	15.0	3.5	65.6	2,362ab
	" 1.5	37.5	6.3	15.2	4.2	67.9	2,444ab
	" 2	38.2.	6.0	14.9	3.2	65.3	2,351ab
완효성복비	" 0.5	38.0	5.8	15.0	3.5	72.5	2,610ab
	" 1	37.5	5.9	15.7	3.6	72.5	2,610a
	" 1.5	38.0	5.9	15.4	3.6	76.5	2,754a
	" 2	37.5	6.0	15.2	3.5	78.8	2,837a

@ DMRT(0.05)

표 4. 양파의 수확기 식물체의 무기성분함량

구	분	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)
원예용복비	무 시 비	2.10	0.36	1.50	0.23	0.15
	검정시비×0.5	2.35	0.77	1.57	0.26	0.14
	" × 1	2.55	0.85	1.52	0.25	0.16
	" ×1.5	2.42	0.45	1.56	0.25	0.10
	" × 2	2.76	0.88	1.38	0.24	0.13
완효성복비	" ×0.5	2.05	0.56	1.45	0.26	0.11
	" × 1	2.12	0.54	1.42	0.23	0.10
	" ×1.5	2.14	0.85	1.35	0.27	0.15
	" × 2	2.35	0.65	1.52	0.23	0.13

표 5. 당근의 수확기 식물체 뿌리의 무기성분함량

(단위 : %)

구 분		T-N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
		잎	뿌리	잎	뿌리	잎	뿌리	잎	뿌리	잎	뿌리
원예용복비	무 시 비	3.33	2.28	0.45	0.55	5.53	5.73	1.23	0.55	0.45	0.21
	검정×0.5	3.32	2.25	0.53	0.52	5.85	6.22	1.31	0.45	0.40	0.25
	" × 1	3.34	2.25	0.44	0.56	5.33	6.03	1.52	0.56	0.40	0.30
	" × 1.5	3.54	2.30	0.47	0.54	5.63	6.06	1.20	0.49	0.56	0.32
	" × 2	3.43	2.56	0.51	0.60	5.69	5.25	1.43	0.56	0.53	0.27
완효성복비	" × 0.5	3.55	2.11	0.45	0.65	5.55	5.34	1.36	0.48	0.55	0.25
	" × 1	3.32	2.25	0.54	0.56	6.31	5.66	1.35	0.48	0.44	0.26
	" × 1.5	3.52	2.31	0.44	1.01	5.75	5.42	1.29	0.47	0.45	0.24
	" × 2	3.68	2.21	0.51	0.55	5.36	5.65	1.53	0.58	0.42	0.21

표 6. 양파재배 토양의 시험후 토양화학성분함량

구 분		pH (1:5)	O.M (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. Cation (cmol+/kg)			EC (dS/m)
					K	Ca	Mg	
원예용복비	무 시 비	6.0	23	435	0.25	4.42	1.15	0.27
	검정시비×0.5	5.9	25	637	0.31	4.56	1.01	0.38
	" × 1	5.7	26	500	0.29	4.02	0.98	0.44
	" × 1.5	5.8	26	600	0.27	3.98	20.1	0.28
	" × 2	5.7	27	610	0.41	4.57	1.15	0.29
완효성복비	" × 0.5	6.0	24	441	0.24	5.24	1.61	0.20
	" × 1	6.2	26	527	0.52	5.26	1.75	0.16
	" × 1.5	6.2	25	636	0.36	4.25	1.05	0.35
	" × 2	6.3	25	567	0.24	4.31	1.12	0.35

표 7. 당근재배 토양의 시험후 토양화학성분함량

구	분	pH (1:5)	O.M (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exch. Cation (cmol+/kg)			EC (dS/m)
					K	Ca	Mg	
원예용복비	무 시 비	5.5	26	562	0.21	4.56	1.31	0.25
	검정시비×0.5	5.9	25	564	0.35	4.25	1.26	0.32
	" × 1	6.0	27	545	0.31	4.36	0.99	0.65
	" × 1.5	6.2	25	621	0.32	4.65	1.25	0.32
	" × 2	6.0	30	621	0.35	4.25	1.65	0.32
완효성복비	" × 0.5	5.6	24	459	0.26	5.32	1.25	0.25
	" × 1	6.2	25	526	0.24	5.21	1.31	0.65
	" × 1.5	6.2	26	621	0.35	4.21	1.56	0.45
	" × 2	5.9	22	599	0.31	4.35	1.21	0.45

그림 1. 작물별 시비반응곡선

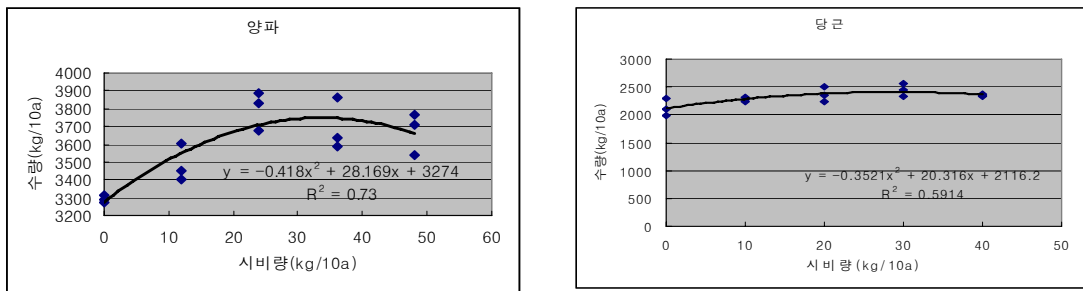


표 8. 반응곡선식에 의한 최대수량 시비량

작 물	시비반응 곡선식	최대수량을 위한 시비량 (N kg/10a)	추천시비량 (N kg/10a)
양 파	$y = -0.42x^2 + 28.2x + 3274$	33.3	28.2
당 근	$y = -0.35x^2 + 20.3x + 2116$	26.9	23.4

다. 적요

- 양파의 최대수량을 위한 원예용복비 시용량은 33.3kg/10a(질소기준) 였음.
- 당근의 최대수량을 위한 원예용복비 시용량은 26.9kg/10a(질소기준) 였음.
- 양파, 당근공히 완효성비료 시용시 일반복비보다 수량성이 우수하여 적용가능한 것으로 판단됨.
- 비료처리 수준별 토양의 화학적성분은 비료량이 증가할수록 증가하는 경향임.

라. 금후 연구결과 활용계획

- 고랭지 양파, 당근에 대한 복비시용량 설정

제2세부과제명 : 고랭지 무, 배추에 대한 복비시용 반응연구

..... (강원도원 고원농업시험연구팀 김경대)

가. 연구내용

1) 처리내용 및 방법

- 시험장소 : 태백(해발 750m)
- 공시토양 : 미사질양토
- 공시작물 : 무(대부령무), 배추(고랭지여름)
- 공시비료 : 원예용복비(10-11-12-2-0.3), 완효성복비(15-12-15)
- 처리내용(N기준)
 - 원예용복비 : ① 무처리, ② 11kg/10a, ③ 22Kg/10a , ④ 33kg/10a, ⑤ 44kg/10a, ⑥ 55kg/10a
 - 완효성복비 : ① 무처리, ② 표준시비량×0.5, ③ 표준시비량×1.0 ④ 표준시비량×1.5 ⑤ 표준시비량×2.0

2) 조사내용 및 방법

- 조사항목 : 작물생육상황 및 수량, 토양화학성

나. 연구결과

표 1. 무·배추 시험전 토양의 이화학적 특성

pH	EC (1:5) (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	Sand	Silt	Clay	Gravel (%)	Soil Texture
				<- (cmol+/kg) ->			<— (%) —>				
7.6	0.33	0.5	47.6	0.48	4.27	0.90	31	58	11	28.5	Silt Loam

표 2. 시험전 토양검정에 의한 무·배추 시비추천량

(단위 : kg/10a)

구 분	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
무	33.6	28.5	22.2
배 추	41.1	39.5	23.3

* 시비추천식 이용

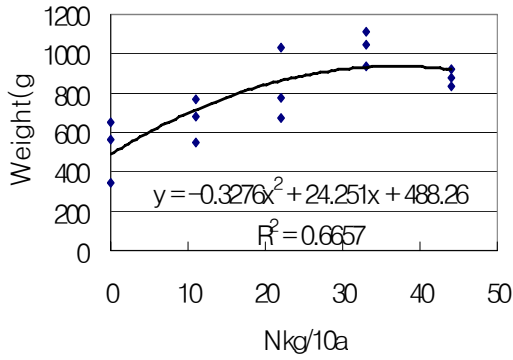
표 3. 무의 시기별 생육상황

구분	파종후 30일	파종후 60일(수확기)			
	엽장(cm)	엽장(cm)	엽중(g)	근중(g)	수량(kg/10a)
1	21.0	31.8	133.3	946	4,730
2	25.4	32.5	123.3	1,028	5,140
3	27.4	35.1	178.3	1,111	5,555
4	31.3	38.7	186.7	1,360	6,800
5	31.9	39.7	231.7	1,310	6,550
6	32.6	39.3	201.7	1,366	6,830

표 4. 배추의 시기별 생육상황

구분	정식후 30일		정식후 60일(수확기)				
	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매)	주중 (g)	수량 (kg/10a)
1	22.3	13.1	28.4	14.7	57.1	644	3,220
2	25.2	16.0	32.4	16.9	61.6	1,101	5,505
3	24.7	15.5	30.8	15.8	66.1	1,199	5,995
4	26.5	17.1	31.1	16.0	64.8	1,138	5,690
5	26.6	17.4	32.7	16.0	64.4	1,383	6,915
6	26.4	17.6	31.6	15.6	68.1	1,261	6,305

그림 1. 복비시용량(N기준)과 생체중의 관계

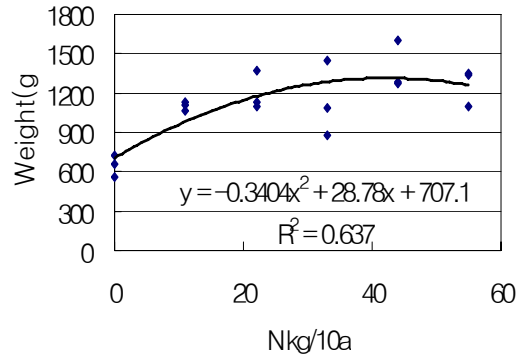


무

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

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

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



배추

$$y = -0.3404x^2 + 28.78x + 707.1$$

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

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

표 5. 시기별 무기질소 변동

(단위 : mg/kg)

구분	무				배추			
	NH ₄ -N		NO ₃ -N		NH ₄ -N		NO ₃ -N	
	파종후 30일	파종후 60일	파종후 30일	파종후 60일	정식후 30일	정식후 60일	정식후 30일	정식후 60일
1	2.8	1.8	1.6	1.3	3.2	1.8	1.7	2.
2	3.4	1.8	1.7	1.3	3.2	2.2	2.4	1.9
3	3.1	1.8	2.7	1.8	3.5	1.9	2.2	2.3
4	4.3	2.3	3.5	1.7	3.6	2.5	3.9	2.5
5	4.1	2.2	5.6	1.9	5.1	2.0	4.4	2.1
6	4.3	2.1	4.2	2.6	3.6	1.9	3.8	2.9

표 6. 무 재배후 토양의 화학적 특성

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ca	K (cmol+/kg)	Mg
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

표 7. 배추 재배후 토양의 화학적 특성

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ca	K (cmol+/kg)	Mg
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. 완효성 복비 토양의 이화학적 특성

pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	K	Ca	Mg	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Sand	Silt (%)	Clay	Gravel (%)	Soil Texture
				(cmol+/kg)									
7.5	0.39	1.7	54.7	0.66	10.6	1.97	0.98	0.95	31	58	11	28.5	Silt Loam

표 9. 완효성 복비 시험전 토양검정에 의한 시비추천량

(단위 : kg/10a)

구분	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
배추	34.1	39.0	24.9

* 시비추천식 이용

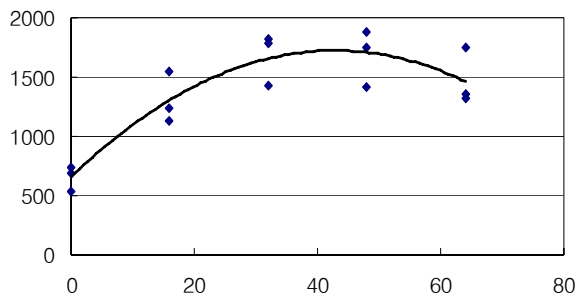
표 10. 수확기 토양의 화학적 특성

구분	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ca	K	Mg	NH ₄ -N	NO ₃ -N
					(cmol+/kg)			(mg/kg)	
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

표 11. 완효성복비 시용시 수확량

구분	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽수(매)	주중(g)	수량(kg/10a)
1	28.4	15.2	53.1	654	2,724
2	32.7	16.2	65.6	1305	5,436
3	35.2	16.7	69.1	1680	6,998
4	35.1	16.7	68.8	1645	6,853
5	33.9	16.4	64.4	1476	6,149

그림2. 완효성복비시용량(N기준)과 생체중의 관계



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

$$R^2 = 0.8276$$

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

(3) 적요

가. 시험전 토양의 이화학적 특성은 칼슘과 pH가 높고, 유기물과 인산은 낮은 수준을 보였으며, 토성은 자갈함량이 28.5%로 다량 포함된 미사질양토였다.

나. 무는 토양검정을 통한 시비추천량이 질소 33.6, 인산 28.5, 칼리 22.2kg/10a이며, 질소

기준 복비시용추천량은 회귀식으로 볼 때 37kg/10a이다.

다. 배추는 토양검정을 통한 시비추천량이 질소 41.1, 인산 39.5, 칼리 23.3kg/10a 이며, 질

소기준 복비시용추천량은 회귀식으로 볼 때 42kg/10a이다.

라. 토양은 복비의 투입량에 따라서 EC와 인산의 함량이 높아졌다.

마. 완효성복비의 경우, 시비추천량이 질소34.1, 인산 39.0, 칼리 24.9kg/10a이며, 질소 기준

복비시용추천량은 회귀식으로 볼 때 43kg/10a이다.

바. 시용량에 따라 질산태 질소의 함량이 증가하였다.