

제1차년도
결과보고서

산업폐기물(석탄회, 석고, 패각)이 작물생육에 미치는 영향
Effects of Industrial Wastes(fly ash, gypsum, and shell) on the
Amendment of Soils and Growth of Crops

경상대학교 농화학과

농림수산부

1년차 연구 보고서

1995년도 농림수산 특정연구 사업에 의하여 연구중인 산업폐기물(석탄회, 석고, 패각)이 토양개량과 작물생육에 미치는 영향에 관한 연구의 1년차 보고서를 별첨과 같이 제출합니다.

첨부 : 1. 1년차 보고서 5부
2. 자체 평가 의견서 1부

1995. 12. 5.

주관 연구 기관 : 경상대학교 농과대학

총괄연구책임자 : 하 호 성

주관연구기관장 : 경상대학교 농과대학장 직인



농림수산부장관

귀하



제 출 문

농림수산부 장관 귀하

본 보고서를 산업폐기물(석탄회, 석고, 패각)에 관한 연구 과제의 1년차 보고서 제출합니다.

1995. 12. 5.

주관연구기관명 : 경상대학교 농과대학
총괄연구책임자 : 하 호 성
연 구 원 : 이 한 생
" : 김 영 권
" : 박 상 름
" : 박 정 식
" : 김 영 권

요 약 문

I. 제목

산업폐기물(석탄회, 석고, 폐각)이 토양개량과 작물생육에 미치는 영향

II. 연구개발의 목적 및 중요성

1. 목적

매년 180만톤이상 화력발전소에서 생성되는 석탄회(灰)와 비료회사에서 복합비료제조시 부산물로 연간 230만톤의 석고, 남해 굴양식장에서 생성되는 연간 20만톤의 폐각, 이들 산업폐기물을 토양개량과 작물생산을 목적으로 이용코자 배추, 밤, 단감, 마늘에 시용해서 효과를 구명코자 함.

2. 중요성

우리 나라 토양은 pH 5.5 내외로 산성을 나타내고 있다. 정부는 그간 많은 국고 지원으로 산성 토양을 개량하기 위하여 석회와 규산질 비료를 농민에게 지원하였다. 현재 산업폐기물로서 처리하는데 막대한 예산이 소요되는 화력발전소의 석탄회와 비료회사의 부산물인 석고와 남해안의 폐각을 석회 대용으로 이용하면 예산 절감과 동시에 이러한 산업폐기물을 토양개량제로 적당량 우리 농경지에 이용할 때 일반적으로 부족한 석회분, 고토분, 유황분, 붕소 등 대량, 미량요소의 공급 면에서 중요한 의미가 있을 것이다. 그리고 산업폐기물을 재활용한다는 의미에서도 대단히 중요할 것이다.

III. 연구개발 내용 및 범위

1. 내용

우리나라 농경지에 300평당 석탄회 8톤, 석고 8톤, 패각 400kg을 석탄회, 패각은 각각 100% 시용하고, 석탄회 70%+석고 30%, 석탄회 50%+석고 30%+패각 20% 시용하여 무시용과 토양과 비교 검토 토양개량 효과 면과 작물로는 봄시설배추, 가을 노지배추, 밤, 단감, 마늘 등을 대상으로 처리하여 토양개량과 작물의 생산성을 구명 하고자 실시하였다.

2. 범위

재배 작물

작 물 명	재 배 장 소
1. 봄시설배추	밀양시 하남읍 맥내리 박용태 포장
2. 가을노지 배추	진주시 대곡면 단목리 경상대 포장
3. 단감	사천시 정동면 예수리 박명문 포장
4. 밤(1)	하동군 적량면 동사부락 김한철 포장
5. 밤(2)	하동군 양보면 감당리 배상근 포장
6. 마늘	사천시 정동면 동계리 박정태 포장

IV. 연구개발결과 및 활용에 대한 건의

1. 개발결과

가. 배추

석탄회, 패각 시용으로 pH가 상승하고 석탄회 70%+석고 30% 첨가는 무처리에 비하여 약간 상승하였음. 석탄회 시용으로 유효 인산 함량이 현저히 증가되고 패각은 무처리보다 약간 감소하였다. 석탄회 처리로서 시설배추에서는 석회 결핍증이 없었고 노지 배추는 붕소결핍증이 없어 배추품질

면에서 석탄회 처리로 대단히 양호하였다. 배추수량도 시설배추에서는 석탄회, 석고, 패각 시용이 무처리에 비하여 23.4% 증수되었고 노지배추에서도 82.6%가 증수되었다.

나. 단감

토양의 pH, 석회, 붕소가 개량제 시용으로 증가되었으며 낙과율이 현저히 감소되어 수량도 증가되었다.

다. 밤

밤에 대한 개량제 효과는 배추와 같이 현저하였으며 수량도 석탄회 시용으로 34% 증가하였다.

라. 마늘

마늘도 타 작물과 같은 효과이며 수량도 현저히 증가되었다.

2. 활용에 대한 건의

- (1) 석탄회는 토양개량과 작물생육에 효과적이므로 농민들에게 홍보와 관계기관으로 하여금 지도가 필요함.
- (2) 화력발전소에서 농민들이 이용할 수 있겠음 시설 면에서 보완이 필요함.
- (3) 농수산부와 환경부에서 석탄회와 석고(석탄회에 대한 30% 이하첨가) 패각을 석회와 같이 토양개량제로 이용할 수 있겠음 제도적인 조치가 필요함.
- (4) 현재는 석탄회가 미세하기 때문에 농민들의 취급이 용이하겠음 제립화에 대한 연구가 계속 필요함.
- (5) 석탄회의 과량을 연속적으로 시용할 때는 중금속 축적을 생각할 수 있으나 중금속축적이 될 정도로 과량으로 연속적으로 시용할 필요가 없음.

Summary

I. Title

Effects of industrial wastes(fly ash, gypsum, shell) on the amendment of soil and growth of crops

II. Purpose and importance of study

1. Purpose

Of industrial wastes produced in our country, fly ash from thermoelectric power plant, gypsum from fertilizer plant and shell from south coast oyster farm were produced above 1.8 million ton, 2.3 million ton and 0.2 million ton per year, respectively.

This study was conducted to investigate the combined effects of fly ash, gypsum and shell on the soil improvement and productivity of chinese cabbage, chestnut, sweet persimmon and garlic.

2. Importance

As the soil pH of our country is around 5.5, the government has supported lime and silicic fertilizer to improve the soil. A lot of finance has been consumed to manage industrial wastes such as fly ash, gypsum and shell. If we can use these industrial wastes as a soil improvement, it can not only improve the acid soil but also supply the calcium, magnesium, sulfur and minor elements as like boron.

III. Contents and extents of study

1. Contents

This study was conducted to investigate the combined effects of fly ash, gypsum and shell on the soil improvement and productivity of chinese cabbage, chestnut, sweet persimmon and garlic. The experiment was carried out with five types of industrial wastes as soil improvement, treatments were consisted of fly ash(8ton/10a), shell(0.4ton/10a), fly ash(5.6ton/10a) + gypsum(2.4ton/10a), fly ash(4ton/10a) + gypsum(2.4ton/10a)+shell(0.08 ton/10a), respectively.

2. Extents

Crop	Place
Spring chinese cabbage in green house	Hanamup Maecneri, Milyang (Park yong tae field)
Autum chinese cabbage in field	Daegokmyen Danmokri, Chinju (Gyeongsang Univ. field)
Sweet persimmon	Chungdongmyen yesuri, Sachun (Park mounng mun field)
Chestnut(1)	Jukryang dongsari, Hadong (Kim han chul field)
Chestnut(2)	Yangbomyen Gamdangri, Hadong (Bae sang gun field)
Garlic	Chungdongmyen Donggaeri, Sachun (Park jung tae field)

IV. Results and suggestion for practical use

1. Results

a. Chinese cabbage

- * The pH of soil treated with five types of soil improvements was slightly higher than that of control plot.
- * The effective phosphate in soil was significantly increased in plots treated with fly ash, while was slightly decreased in plots treated shell.
- * By fly ash application, calcium deficiency was not observed in green house chinese cabbage, and boron deficiency was not observed in field chinese cabbage.
- * The final results showed increased crop of 23.4% in green house chinese cabbage, and 82.6% in field chinese cabbage.

b. Sweet persimmon

- * The pH, contents of calcium and boron in soil were increased with application of soil improvements.
- * The rate of detaching fruits was remarkably decreased, and yield was also increased.

c. Chestnut

The application of soil improvement resulted in same effect like as chinese cabbage, and yield was increased 34% by treatment of fly ash.

d. Garlic

There were the same effects with other crops.

2. Suggestions for practical use

- (1) It should be public information and instruction to farmer because fly ash application result in effective to improve the soil status and plant growth.
- (2) It is necessary to make public system to use the fly ash effectively.
- (3) The study on coagulating the fly ash should be conducted for farmer to use easily.
- (4) Although successive application of fly ash may induce the accumulation of heavy metals, it is not necessary to apply the fly ash of excessive amounts which was accumulated in soil by continuous application.

Contents

Chapter 1. Introduction-----	1
Section 1. Purpose and extent of study-----	1
Section 2. Importance of study-----	2
Section 3. Extent of study-----	2
Section 4. Prospect of study-----	4
Chapter 2. Study on chinese cabbage-----	5
Section 1. Introduction-----	5
Section 2. Methods-----	5
Section 3. Results-----	7
Section 4. Summary-----	19
Chapter 3. Study on garlic-----	22
Section 1. Introduction-----	22
Section 2. Methods-----	22
Section 3. Results-----	24
Section 4. Summary-----	26

Chapter 4. Study on sweet persimmon-----	27
Section 1. Introduction-----	27
Section 2. Methods-----	28
Section 3. Results-----	29
Section 4. Summary-----	30
 Chapter 5. Study on chestnut-----	 32
Section 1. Introduction-----	32
Section 2. Methods-----	33
Section 3. Results-----	35
Section 4. Summary-----	38

* 목 차 *

제 1장 서론	1
제 1절 연구개발의 목적과 범위	1
제 2절 연구의 중요성	2
제 3절 연구개발의 범위	2
제 4절 연구개발에 대한 전망	4
제 2장 배추에 관한 연구	5
제 1절 서설	5
제 2절 연구방법	5
제 3절 연구결과	7
제 4절 결과요약	19
제 3장 마늘에 관한 연구	22
제 1절 서설	22
제 2절 연구 방법	22
제 3절 연구 결과	24
제 4절 결과요약	26

제 4장 단감에 관한 연구	27
제 1절 서설	27
제 2절 연구 방법	28
제 3절 시험결과	29
제 4절 결과 요약	30
제 5장 밤에 대한 연구	32
제 1절 서설	32
제 2절 연구방법	33
제 3절 연구 결과	35
제 4절 밤 시험 결과 요약	38

제 1장 서론

제 1절 연구개발의 목적과 범위

우리나라의 농경지는 그 모암이 화강암 내지 화강편마암에 기인되어 염기가 부족한 농경지가 약 2/3정도이며 이로인한 토양의 반응도 강산성을 나타내어 오래 전부터 농민들로 하여금 석회시용을 권장하였으며 수년 전부터 정부에서 보조하면서 석회시용을 장려하고 있다.

우리나라의 석회의 매장량은 지질조사 연구소에서 조사한바 약 400억톤으로 추정하며 태백산지역에 매장된 량이 342억 톤으로 추정되어 대부분 시멘트 원료로 사용하고 있다. 우리나라의 매장된 지역이 강원도와 충북부에 대부분이며 지하자원으로 이용할 수 있는 물질중 석회석이 가장 많다. 매장된 석회를 원료로 하는 공업을 위해서라도 석회자원을 보존하여야 할 것이다. 이러한 면에서 해마다 화력발전소가 증가되고 따라서 석탄의 소요량도 증가됨과 동시에 석탄회도 많이 생성되어 93년도 약 1,800천톤의 회(灰)생성이 96년도는 3,100천톤 가량으로 증가되고 있는 실정이다. 이러한 석탄회를 석회대용으로 농경지에 시용하여도 현재까지 문제가 되지 않는 것으로 생각되며 또한 년 230만톤이상 생성되는 비료회사의 부산물인 석고도 석회와 유허분이 좋은 토양개량용으로 이용할 수 있으나 pH가 4.0 정도이기 때문에 일반 농경지 토양에 시용이 곤란하다 따라서 본인이 석탄회와 석고를 7:3으로 혼합하여 경시적 pH를 본 결과 7.0을 유지하므로 두 물질을 혼합하면 산성토양의 개량제로 이용할 수 있을 것으로 생각되어 본 연구를 실시 하였으며, 패각은 남해안의 굴 양식에 의한 폐기물로서 석회자원이 되며 현재 일부 석회질 비료를 사용하고 있다.

제 2절 연구의 중요성

산업화의 발달에 따라 산업폐기물이 우리의 쾌적한 인간생활에 역작용으로 나타나는 것이 현실이라 보겠다. 그래서 GNP만 높아 간다고 자랑할 것이 아니라 자연과 더불어 인간답게 살자는 Green GNP가 대두대는 실정이다. 이런 견지에서 산업화에 의한 대량 생산되는 폐기물을 재활용할 수 있다면 재활용하여야 할것이다. 본 연구팀이 재활용화 하고자 하는 석탄회와 석고, 폐각은 단일 부산물로는 일부 기초연구가 이루어 졌으나, 본인들은 보다 광범위하게 대량소모시킴과 동시에 산업적으로 폐기물이지만 작물재배지인 농경지로 보아 중요한 토양개량제의 역할과 동시에 작물의 생산성을 증가시키는 물질이 될 수 있는 것이다. 따라서 본인들은 석탄회와 석고, 폐각을 지역을 달리하여 몇 종류의 농작물에 시용하므로써 공통적인 토양개량 효과와 작물생산량의 증가 됨과 동시에 그 작물에 품질적인 면에서 양호하고 유해물질 면에서 문제가 없다고 보며 그로 인하여 지속적인 농업의 바탕이 되는 토양을 개량하여 지속적인 작물생산이 이어질 것으로 생각하는 바이다.

이러한 산업폐기물을 농경지에 적당량을 시용하므로 토양도 개량될 것이며 작물생육도 좋을 것으로 기대되어 본 연구를 실시 코져 하는 것이다.

제 3절 연구개발의 범위

작물이란 토양의 유효성분을 흡수 생육하지만 작물에 따라 효석회식물 호 규산식물과 미량요소로서 붕소에 대한 민감한 작물과 강한 작물등이 있다. 따라서 몇개의 작물을 택하여 연구하므로 일반 작물에 시용할 수 있는 개량제 량과 석회, 규산, 붕소 등 함량에 민감한 작물에 시용할 그 효과를 구명 코져 한다.

* 연구대상 작물명

- ① 시설 봄배추
- ② 노지 가을배추
- ③ 마늘
- ④ 단감
- ⑤ 밤(1)
- ⑥ 밤(2)

밤에 대한 개량제 시험을 두곳에 한것은 수령과 산지의 토양조건의 차이에 따라 생육차이가 있기 때문이다. 이상의 4개 작물중 마늘을 제외한 3작물은 붕소 결핍증이 나타나기 쉬우며 단감과 밤은 낙과와 결실에 붕소의 영향을 받으며 배추는 품질면에서 붕소와 석회에 의한 영향 차이가 많이 나타난다. 마늘에는 유황함량의 효과 있기 때문에 석고시용의 의미가 있다고 본다.

* 개량제의 시용량과 처리

개 량 제	시용량 (kg/300평)
석탄회	8,000
패 각	400
석 고	8,000

* 각 작물에 대한 처리

- ① 무처리
- ② 패각
- ③ 석탄회
- ④ 석탄회 70% + 석고 30%
- ⑤ 석탄회 50% + 석고 30% + 패각 20%

각 작물마다 3요소 시비와 재배방법은 농가관행법에 준하였다.

제 4절 연구개발에 대한 전망

산성이 강하고 염기가 부족한 우리나라 농경지 개량에 현재 사용하고 있는 석회석 이상의 효과가 있을 것으로 생각되며 특히 하천유역의 사질계 토양과 화강암 또는 하강편마암 잔적토에 부족하기 쉬운 미량요소의 공급과 더불어 석회 유향공급으로 일반 1년생 작물과 년년생인 과수 등에도 효과적이며 또한 시설원예지에 과다한 석회사용으로 토양의 양분 불균형 현상도 석탄회와 석고를 적당량 사용하면 막을 수 있을 것으로 생각된다.

또한 식질계통의 배수 불량한 토양에 개량제를 균형있게 사용하므로 토양 미생물의 증가와 그로 인한 토양의 입단화에 의한 토양의 물리성도 증가 될 것이다.

본인이 보건대 산업폐기물의 처리효과도 중요하겠지만 그 보다 석탄회, 석고, 패각을 그 토양에 맞게끔 적당량을 사용하므로 토양개량면과 작물증수 면에서 더 중요하다고 생각되어 96년 잔효시험까지 끝나면 우리나라 농경지에 절대 필요한 개량제로서 평가되 우리나라 농업생산에 크게 기여 할 것으로 본다.

제 2장 배추에 관한 연구

제 1절 서설

과거에는 배추를 봄가을 재배작물이었으나, 이제는 시설재배등에 의하여 년중 생산되고 있으며, 재배면적도 전국 50,000ha 이상 재배되고 있으며 재배지역도 다양하나 주로 하천연안의 충적지의 사질토양에 많이 재배되고 있다. 본 개량제에 의한 배추 시험은 경남 밀양군 하남읍의 식양질계 시설봄배추와 남강유역의 사질계 가을노지 배추를 대상으로 하여 연구하였다.

제 2절 연구방법

1. 시설봄배추

표2-1. 공시토양 분석 성적

성분 구분	pH		O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl			K	Ca	Mg	
표 토	5.2	4.6	3.8	192	1.11	2.4	1.35	0.50
심 토	5.0	4.9	2.7	73	0.56	2.6	1.49	0.38

산성이 강하며 석회와 붕소함량이 부족하여 유효인산과 치환성 칼리의 함량은 높은 토양이다.

- 시험장소 : 밀양군 하남면 맥내리 박용태 농가포장
- 품 종 : 흥농황색배추
- 정식일 : 1995. 2. 27
- 재배방법 : 농가 관행
- 수확일 : 1995. 5. 2

○ 처 리

1. 무처리

2. 폐각 (400kg/10a)

3. 석탄회 (8,000kg/10a)

4. 석탄회 70% (5,600kg/10a) + 석고 30% (2,400kg/10a)

5. 석탄회 70% (5,600kg/10a) + 석고 30% (2,400kg/10a) + 폐각 20% (80kg/a)

○ 시험설계 : 난괴법 3반복

○ 시험구 면적 : $16.5\text{m}^2 \times 15 \text{ 구} = 247.5 \text{ m}^2$

2. 가을 노지배추에 관한 연구

표2-2. 공시토양 분석 성적

성분 구분	pH		O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)	토 성
	H ₂ O	N-KCl			K	Ca	Mg		
표 토	6.1	5.2	0.39	87.9	0.14	2.50	0.6	0.20	사양토
심 토	5.9	4.2	0.71	66.0	0.17	3.40	0.7	0.29	

○ 시험장소 : 경남 진주시 대곡면 단목리 경상대학교 농과대학 포장

○ 품 종 : 신가락 (정식일 : 1995, 9.2)

○ 재배방법 : 농가 관행

○ 처 리

1. 무처리
2. 패각 (400kg/10a)
3. 석탄회 (8,000kg/10a)
4. 석탄회 70%(5,600kg/10a) + 석고 30%(2,400kg/10a)
5. 석탄회 70%(5,600kg/10a) + 석고 30%(2,400kg/10a) + 패각 20%(80kg/a)

○ 10a 당 주수 : 3,000주

○ 시험설계 : 난괴법 3반복

○ 시험구 면적 : $33.3\text{m}^2 \times 5 \text{ 구} = 166.5 \text{ m}^2$

○ 개량제 처리 : 1995. 8. 24

○ 이 식 일 : 1995. 9. 10

○ 수 확 일 : 1995. 11.17

제 3절 연구결과

1. 봄 시설배추

표2-3. 처리에 따른 미생물상의 변화 ($\times 10^4$ C.F.U/g Soil)

구분 \ 처리	무처리	패 각	석탄회	석탄회 · 석고	석탄회 · 석고 · 패각
세 균	2,040	2,540	3,260	2,110	3,040
방사상균	1,120	2,190	4,140	2,770	3,330
사 상 균	33	50	45	530	970
계	3,193	4,780	7,445	5,410	7,340

개량제 처리별 수확기 미생물 분포는 표 3.에서 보는 바와 같이 세균은 석탄회 처리가 높고 방사상균과 사상균은 석탄회·석고·폐각 시용구에서 높았다. 무처리는 모든 개량제 처리구에 비하여 미생물 수가 현저히 낮았다.

표2-4. 개량제 처리에 따른 시기별 배추의 생육 상황 (cm)

처리명	생육일수 구분	3 주		7주			9 주(수확기)		
		구고	구폭	구고	구폭	둘레	구고	구폭	둘레
무처리		33.8	22.5	35.5	27.5	69.4	41.3	31.7	78.6
폐각		34.3	25.0	35.8	28.2	74.5	41.6	33.0	79.3
석탄회		34.0	24.7	36.2	27.7	73.0	41.0	28.9	78.0
석탄회·폐각		32.7	23.5	36.0	27.0	71.5	41.6	32.3	77.3
석탄회·석고·폐각		33.2	22.8	35.8	27.5	73.5	43.4	32.2	86.0

생육초기에는 개량제의 효과가 현저하지 못하였으나, 생육후기로 갈수록 무처리에 비하여 개량제의 효과가 뚜렷하였다. 일반적으로 석회류의 개량제 처리는 작물의 파종 또는 이식 최소한 15일전에 시용하여야 되는 것이나 본 시험은 포장선정이 늦어져서 개량제 처리가 늦어 졌음.

가. 시기별 토양분석 성적

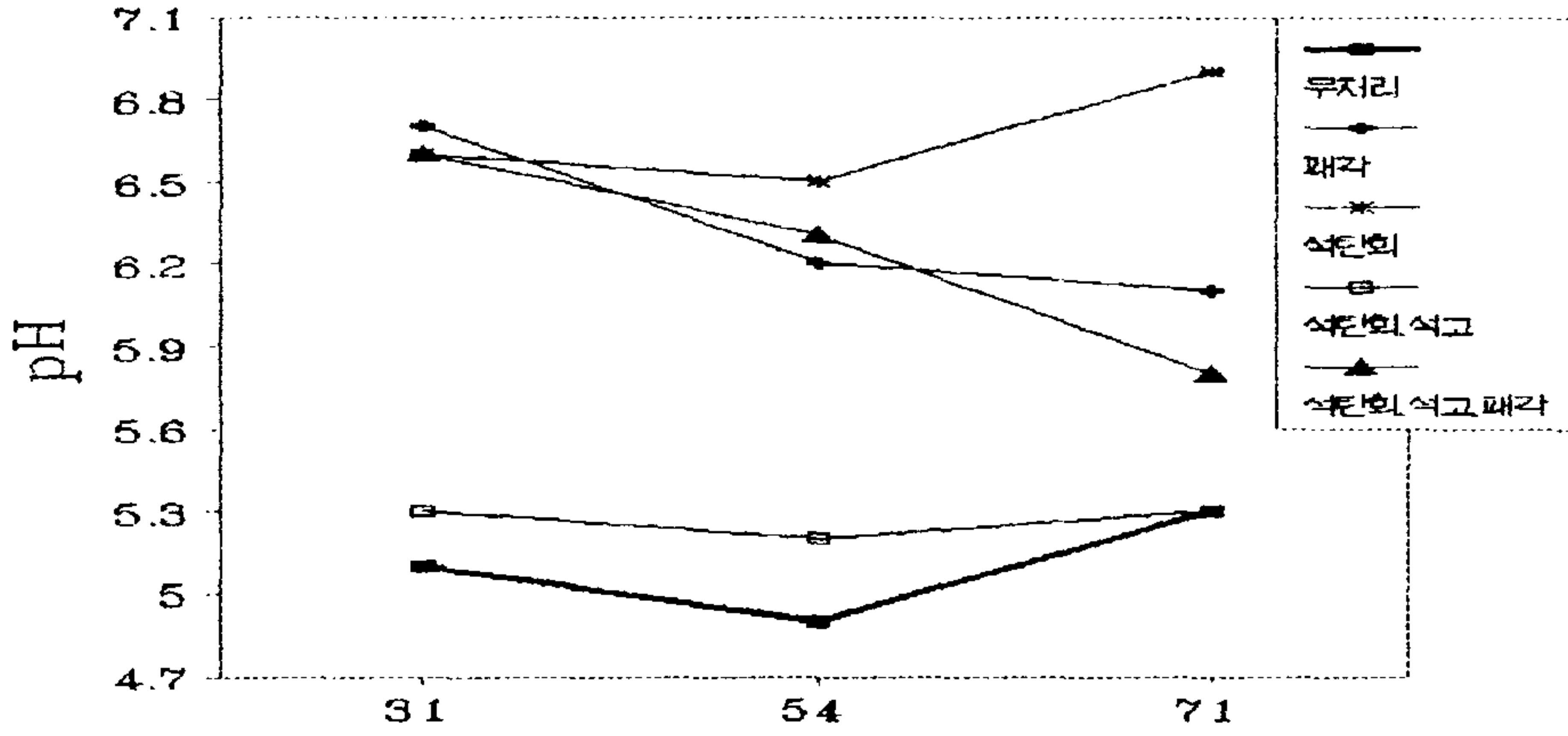


그림 1. 생육시기별 pH 변화

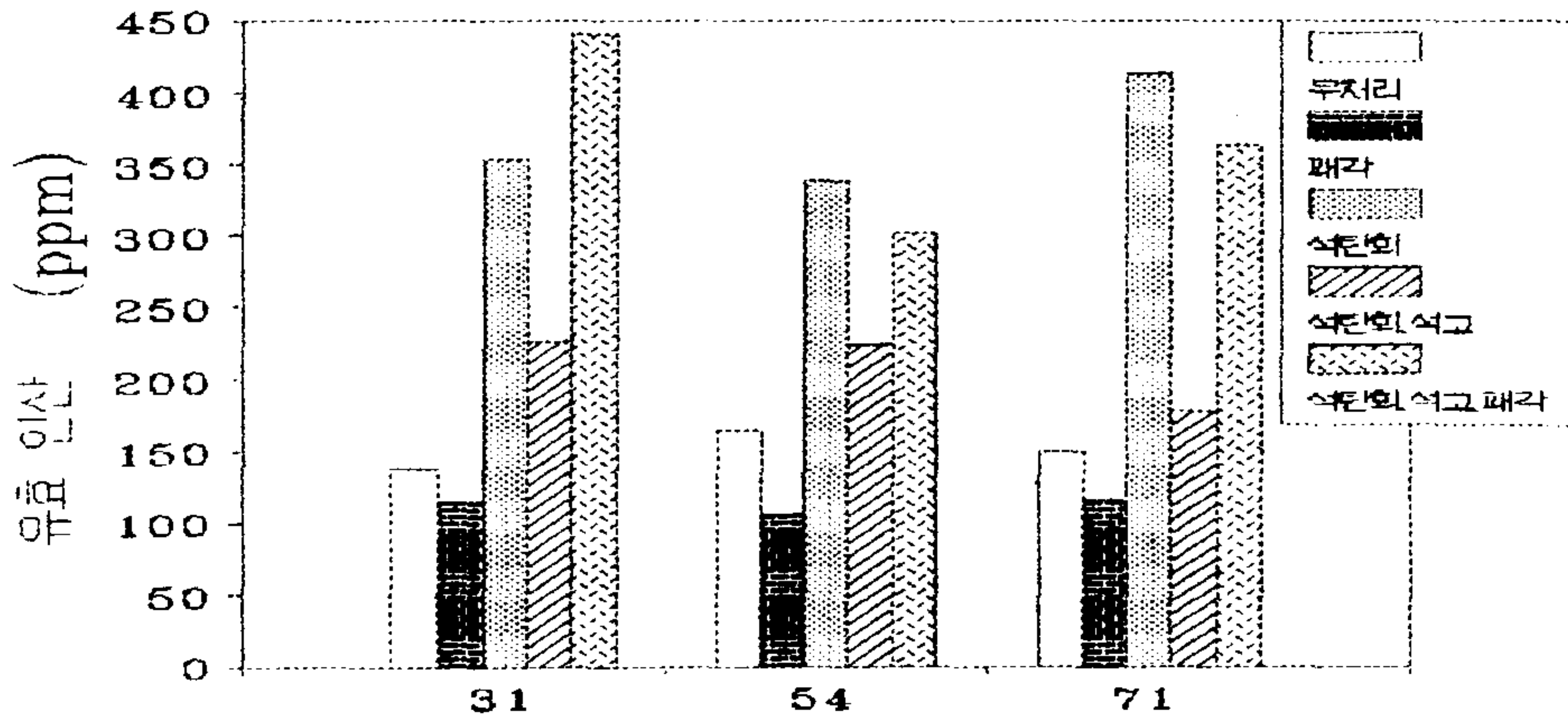


그림 2. 생육시기별 유효 인산 변화량

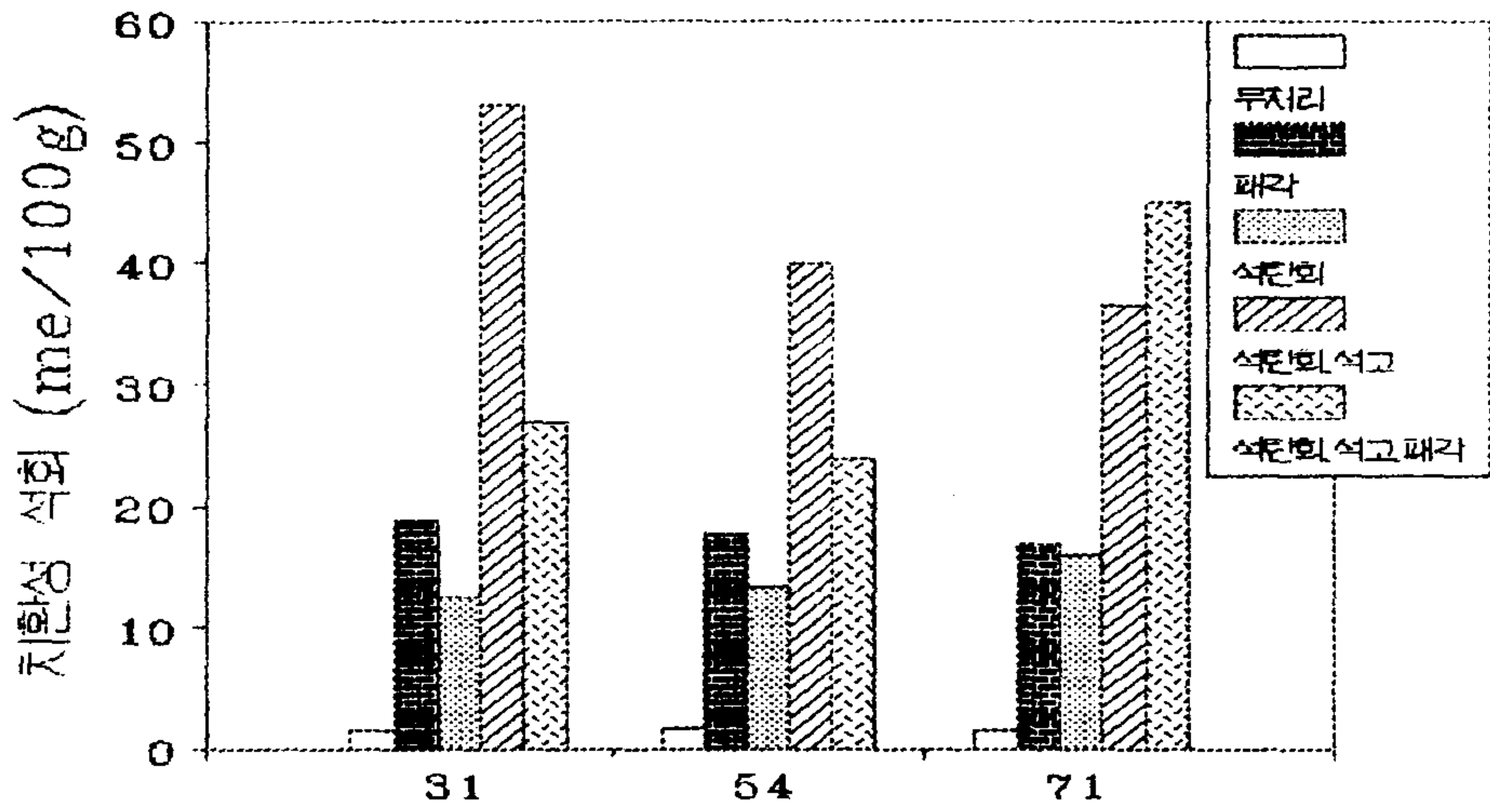


그림 3. 생육시기별 치환성 석회의 변화량

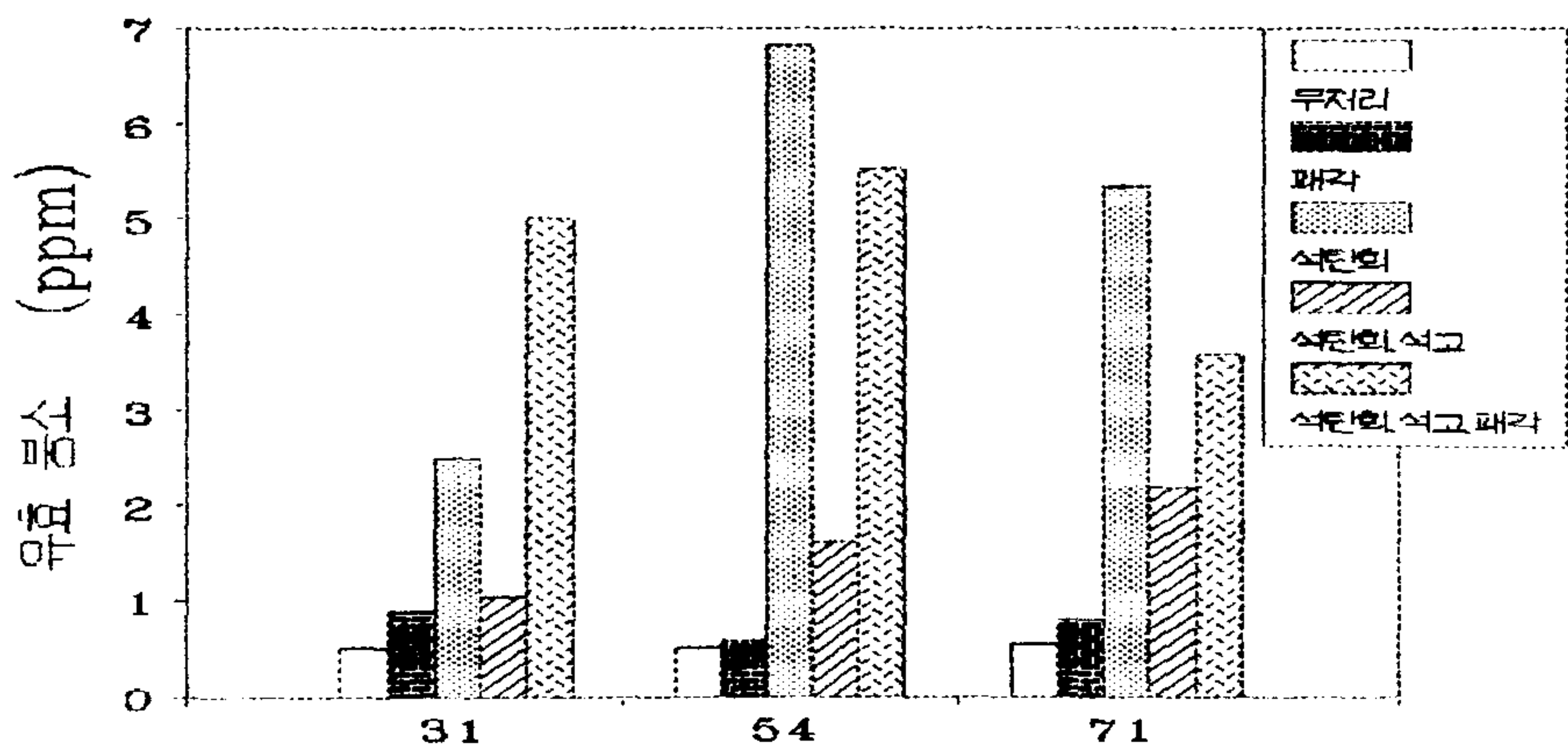


그림 4. 생육시기별 유효 붕소의 변화량

시기별 토양 분석치는 그림에서와 같이 석탄회 시용으로 무처리의 pH 5.2에서 pH 6.8 ~ 7.0까지 상승 되었으며 다음으로는 패각이 높고 석탄회 70% 와 석고 30%에서는 무처리에 비하여 약간 상승된 경향이다. 이러한 이유는 석고의 pH가 4.0 정도는 낮기 때문인 것으로 생각된다.

토양내 유효인산의 함량은 석탄회 시용에서 가장 높으며 패각 시용구는 오히려 무처리에 비하여 유효인산함량이 낮은 결과를 보였다. 이러한 결과는 패각의 석회함량에 의한 유효인산이 불용성 인산으로 변한 것으로 생각된다.

치환성 석회는 시험포 토양이 함량이 낮은 수치를 나타내었으며 개량제 처리마다 높은 수치였으나 석탄회·석고처리구가 현저히 높았다. 이는 석고에 석회함량이 많기 때문이다.

엽체류에 미량요소로서 중요한 역할을 하는 붕소함량이 석탄회 시용에서 무려 6~7 ppm까지 높아 붕소 과잉 함량이 나타날 수 있는 정도다.

표2-5. 생육시기별 배추의 수량 (Ton/10a)

처리 시기(주)	무처리	패 각	석탄회	석탄회·석고	석탄회·석고·패각
3 주	1.91 (100)	1.52 (79.6)	1.74 (91.1)	1.96 (102.6)	2.28 (119.4)
7 주	5.68 (100)	7.31 (128.7)	6.32 (111.3)	6.27 (110.4)	5.91 (104.0)
9 주 (수확기)	13.53 (100)	15.99 (118.2)	16.10 (119.0)	16.35 (120.8)	16.70 (123.4)

() 지수

앞의 생육상태와 같은 경향으로 초기 수량은 무처리에 비하여 감소 되었으며 이러한 결과는 초기 알카리 피해라고 보며 이식 7주 이후는 개량제 처리가 효과적이었으며 수확기는 석탄회 50% + 석고 30% + 패각 20% 시용이 개량제 무처리에 비하여 23% 증수되었으며 또한 배추의 품질면에서 사진에서 보는 바와 같이 석탄회 시용이 대단히 양호하였으며 개량제 무처리에서는 석회 결핍증이 나타나 배추 내부에 심이 생기고 내엽의 부식 현상이 나타나 경작자는 상품으로서는 출하하기 곤란하다고 하였다. (경작자 재배 배추도 같은 현상)

표2-6. 수확기 배추의 분석성적

성 분	T-N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Mn	Zn	B
	(----- % -----)					(----- ppm -----)		
처 리 명								
무처리	2.81	1.7	3.3	1.7	0.6	27.9	33.1	49.8
패각	3.17	1.9	5.5	1.8	0.9	27.9	42.7	56.2
석탄회	3.32	2.1	3.9	1.8	1.1	61.8	41.6	66.1
석탄회 · 석고	2.92	1.8	3.8	1.1	0.6	37.8	37.5	54.6
석탄회 · 석고 · 패각	3.14	1.9	3.8	1.5	1.1	44.1	33.5	56.0

식물체 분석 성적으로 개량제 처리에 의한 pH가 높으므로 질소함량이 높은 경향이고 인산함량은 석탄회 시용으로 높으며 붕소 함량은 무처리에 비하여 개량제 처리로서 높은 수치를 나타내었다.



무처리의 석회결핍증



정상적인 생육상태

나. 가을 노지 배추

표2-7. 처리별 생육조사

시 기		이식 4 주째				이식 7 주째			
		구중 (g/ 본)	외엽장 길이 폭 (--- cm---)		둘레	구중 (kg/ 본)	외엽장 길이 폭 (---- cm----)		둘레
무처리		303.8	28.8	22.1	70.0	2.30	29.3	24.6	84.5
패 각		198.0	26.3	53.4	67.1	2.68	30.7	27.4	94.5
석탄회		450.2	33.2	23.9	74.8	3.40	36.8	29.7	98.0
석탄회	· 석고	412.2	32.3	24.7	72.2	3.85	37.1	30.0	108.5
석탄회	· 석고 · 패각	278.6	31.9	22.4	64.1	3.40	36.9	31.0	94.5

표2-8. 수확기 생육조사

시 기		이식 10 주째					
		구중 (Kg)	구고 (----- cm-----)	구폭	둘레	엽 수(개)	
처 리						내 엽	외 엽
무처리		2.64	24.6	14.2	71.8	21	3
패 각		2.73	28.6	25.2	74.8	24	3
석탄회		4.34	36.0	37.2	79.8	28	3
석탄회	· 석고	4.62	37.0	39.6	80.6	29	4
석탄회	· 석고 · 패각	4.82	40.3	25.4	87.2	31	2

표2-9. 시기별 토양분석(일자 : 1995. 9.29)

구 분 처 리	pH		O. M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. -Cation (me/100mg)			Mn	Zn	B
	H ₂ O	N-KCl			K	Ca	Mg			
무처리	5.0	4.2	0.71	114.5	0.18	2.3	0.80	16.2	1.52	0.43
패 각	5.6	4.9	1.03	132.8	0.21	3.2	0.90	10.1	1.44	1.06
석탄회	6.3	5.3	1.75	153.9	0.36	4.8	1.03	8.0	2.10	3.90
석탄회 · 석고	6.1	5.4	1.29	163.0	0.74	19.2	1.70	9.2	2.16	2.40
석탄회 · 석고 · 패각	5.9	5.3	1.49	157.6	0.92	25.2	2.82	10.2	1.44	3.40

표2-10. 시기별 토양분석(일자 : 1995. 10. 26)

구 분 처 리	pH		O. M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. -Cation (me/100mg)			Mn	Zn	B
	H ₂ O	N-KCl			K	Ca	Mg			
무처리	5.1	4.3	0.71	87.9	0.14	2.4	0.4	19.2	0.96	0.60
패 각	6.0	5.3	0.71	98.9	0.15	2.9	0.5	17.8	0.96	1.06
석탄회	7.0	6.6	1.70	137.4	0.78	3.7	0.5	15.2	1.12	4.80
석탄회 · 석고	5.8	5.3	0.84	124.6	0.24	9.3	0.5	18.8	1.52	1.58
석탄회 · 석고 · 패각	5.9	5.4	1.23	139.2	0.64	10.8	0.7	11.4	1.12	4.30

표2-11. 시기별 토양분석(일자 : 1995.11.17)

구 분 처 리	pH		O. M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. -Cation (me/100mg)			Mn	Zn	B
	H ₂ O	N-KCl			K	Ca	Mg			
무처리	5.1	4.2	0.68	135.6	0.17	2.7	0.6	5.84	1.84	0.14
패 각	6.0	5.3	0.69	164.9	0.17	3.1	0.4	5.52	0.96	0.14
석탄회	6.8	6.3	1.67	311.0	0.62	2.8	0.5	7.00	1.44	1.10
석탄회 · 석고	5.8	5.3	0.77	247.8	0.82	4.2	0.1	7.60	1.28	1.04
석탄회 · 석고 · 패각	5.9	5.3	1.20	282.1	0.86	4.5	1.0	5.84	1.36	1.10

표2-12. 수량조사

(kg/10a)

시 기 처 리	반 복			평 균 (kg)	지 수 (%)
	1	2	3		
무처리	738.0	750.0	885.0	782.0	100
패 각	894.0	783.0	783.0	819.0	103.4
석탄회	1,284.0	1,302.0	1,317.0	1,302.0	164.4
석탄회 · 석고	1,281.0	1,440.0	1,296.0	1,386.0	175.0
석탄회 · 석고 · 패각	1,335.0	1,389.0	1,584.0	1,446.0	182.6

(반복당 5주 평균치)



패각과 무처리의 봉소결핍증



봉소결핍에 의한 생육상태의 차이

제 4절 결과요약

1. 시설 봄배추

위와 같이 밀양군 하남읍 맥내리 하우스에 시설 배추의 재배를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (가) 개량제 무처리의 pH 5.1에 비하여 패각, 석탄회 시용으로 pH 6.7과 6.6로 작물생육에 적당한 토양으로 중화되었으며 석탄회·석고시용에서 석고의 pH가 낮기 때문에 pH 상승폭이 높지 못하였다.
- (나) N-KCl pH 에서도 개량제 무처리에 비하여 패각, 석탄회, 석고시용으로 치환산성이 많이 완화되었다.
- (다) 석탄회, 석고시용으로 유효인산의 함량이 현저하게 증가되었으나 패각시용에 의한 유효인산 함량은 무처리에 비하여 낮은 수치를 나타내었다. 이러한 이유는 패각에 의한 pH가 높아 유효인산의 함량이 낮아진 것으로 생각됨. 따라서 패각에 의한 과잉인산의 함량을 감소시킬수 있다.
- (라) 칼리와 마그네슘 함량은 개량제 처리로 증가되었으며 특히 치환성 석회함량은 현저히 증가되었다.
- (마) 우리나라 토양에 부족하기 쉬운 수용성 붕소함량도 현저하게 증가되었다.
- (바) 개량제 처리로 미생물의 분포양상이 차이가 많으며 특히 세균에 비하여 방선균과 사상균이 개량제 처리로 현저히 증가되었고 석탄회처리로서 방선균이 석탄회·패각·석고처리에서는 사상균수가 현저히 높았다.
- (사) 처리에 따른 배추의 수확기 무기성분은 질소가 무처리 2.81%에

비하여 석탄회 처리로 3.32%로 증가되었으며, 개량제 처리로 질소함량이 높았다.

(아) 인산과 염기 함량도 높은 수치를 보였으며 특히 붕소함량이 석탄회 처리로 가장 높았다.

(자) 배추의 수량은 생육초기에는 패각이 불량하였으나 중기, 후기로 갈수록 생육이 좋은 편이었고 무처리구에 비하여 석탄회·석고·패각처리가 23.4%, 석탄회·석고가 20.8%, 석탄회 19.0%, 패각이 11.8% 증수 되었다.

(차) 특이한 것은 개량제를 처리 하지 않은 처리구 수확기 배추 내부에 석회 결핍증이 현저하게 나타났다. (사진참조)

2. 가을 노지 배추

가을 노지배추의 시험포는 사질계 토양으로 토양으로 배수가 용이하며 보수력과 보비력이 적어 일반적으로 배추가 정상적으로 생육할 수 있는 토양이다. 이러한 토양에 개량제를 처리하지 않은구가 pH 5.15정도 강산성 토양이었으나, 패각처리와 석탄회 처리로서 2차 토양 처리에서 pH 6.07과 7.0으로 작물 생육이 정상적이 될 수 있는 pH로 조절되었으며 석탄회와 석고를 시용한구는 석고의 pH관계로 패각과 석탄회에 비하여 약간 낮은 수치를 나타내었다.

pH이외에 개량제 시용으로 유효인산, 칼리, 치환성 석회, 고토의 함량이 높아졌으며 특이한 것은 미량성분으로 배추생육에 영향을 많이 미치는 붕소의 함량이 석탄회 시용으로 현저히 증가 되었다. 본 시험지는 수용성 붕소함량이 0.14ppm으로 붕소가 절대 부족한 토양으로 사진에서 보는 바와 같이 붕소 결핍증이 현저하게 나타나며 석탄회 시용구는 아주 정상적인 고

품질의 배추가 생산되었다. 이러한 현상이 나타날 우리나라 하천변의 원예 작물 재배지가 대단히 넓은 면적이 분포되어 있다.

수확기에는 사진에서 보는 바와 같이 개량제 무처리에서는 붕소 결핍증과 동시에 상품으로서 가치가 없는 것으로 나타났다.

본 시험지는 사질계 토양으로 패각 사용구에서 붕소 결핍이 일어났다. 석탄회와 석탄회+석고 등을 사용한 구에는 정상적인 상품가치로서 인정될 수 있는 배추의 생육이나 수량면에서도 무처리에 비하여 석탄회 50%+석고30%+패각20% 사용구에서 82.6%가 증수 되었으며, 석탄회만 사용하여도 64.4%, 석탄회·석고 사용에서도 75.0% 수량증수가 되었다.

제 3장 마늘에 관한 연구

제 1절 서설

마늘은 우리나라에서 오래 재배된 원예작물로서 고대 건국신화에서 비롯하여 삼국사기에도 기록되어 있는 작물이다. 원산지는 중앙아시아설과 지중해 연안설이 있거나 현재에는 세계 각국에서 재배되고 있으며 그중 인도, 스페인, 이집트, 한국, 아르헨티나 등 국가에서 많이 재배되고 있다.

마늘은 구(球)를 목표로 하는 인견 채소이지만 풋마늘로 잎을 이용하기도 하며 용도상 양념외에 약제로 이용되기도 한다.

우리나라에서 생산량은 보통 300평당 500~800kg정도이며 재배시 석회시용과 유황시용에 의하여 성분량의 차이가 있으며 유황을 함유한 아닐린 함량과 기타 함유황 아미노산의 함량에도 영향을 미친다. 본인들이 시험하는 석탄회의 석회와 붕소, 석고의 유황함량등이 마늘의 생육과 수량, 품질에 많은 영향을 미칠 것으로 보고 있다.

제 2절 연구 방법

표3-1. 공시토양 분석 성적

구분	pH		Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl		K	Ca	Mg	
토 양	5.5	4.7	46.2	0.28	4.01	1.33	0.58

- 시험장소 : 사천군 정동면 동계리
- 품종 : 남도 마늘
- 재배 방법 : 농가 관행
- 처 리
 1. 무처리
 2. 패각 (400kg/10a)
 3. 석탄회 (4,000kg/10a)
 4. 석탄회 70%(2,800kg/10a) + 석고 30%(1,200kg/10a)
- 시험설계 : 난괴법 3반복
- 시험구 면적 : $16.5\text{m}^2 \times 15 \text{구} = 247.5 \text{m}^2$
- 개량제 처리 : 1995년 3월 24일
- 마늘 수확일 : 1995년 6월 10일

마늘은 94년 가을 농민이 파종하여 재배되고 있는 포장을 선정하였으므로 개량제 처리는 마늘 생육기간에 처리된 것으로 패각과 석탄회 8,000kg 사용으로는 알카리에 의한 피해가 예상되어 석탄회와 석고는 50%, 패각은 100% 사용하였다.

제 3절 연구 결과

표3-2. 처리에 의한 시기별 토양 분석치

성분 시기	pH			Av. P ₂ O ₅ (ppm)			수용성 B (ppm)		
	5.15	5.25	6.10	5.15	5.25	6.10	5.15	5.25	6.10
무처리	5.3	5.4	5.4	462.0	454.0	461.0	0.58	0.61	0.62
패각	6.0	6.1	6.0	588.0	553.0	585.0	0.72	0.68	0.30
석탄회	6.1	6.0	6.2	647.0	661.0	621.0	2.50	2.40	2.60
석탄회 · 석고	6.2	6.2	6.1	608.0	572.0	637.0	2.60	2.30	2.30

성분 시기	Ex-Cation(me/100g)					
	k			Ca		
처리명	5.15	5.25	6.10	5. 15	5.25	6.10
무처리	0.20	0.21	0.29	3.02	3.25	3.02
패각	0.26	0.26	0.31	6.68	5.72	5.64
석탄회	0.29	0.369	0.39	6.10	5.77	5.30
석탄회 · 석고	0.22	0.31	0.35	7.35	7.49	8.40

마늘의 생육 중기에 개량제 시용으로 개량제로 인한 토양의 성분변화는

pH, 치환성 석회, 가용성 붕소 함량은 현저한 차이가 있거나 유효인산의 함량도 증가된 경향이다.

표3-3. 시기별 생육조사

시기 \ 처리명	초 장 (cm)			엽 수 (개)		
	4.21	5.25	6.10	4.21	5.25	6.10
무처리	42.6	63.5	86.7	6.4	7.0	8.8
패각	41.1	66.7	87.6	6.1	7.2	9.3
석탄회	42.1	65.5	87.1	6.2	7.3	9.0
석탄회 · 석고	40.9	64.0	88.7	6.1	7.1	9.0

(3반복 평균치)

마늘의 초장과 엽수는 처리에 따라 현저한 차이가 없으며, 이는 개량제를 생육중기에 시용한 관계로 생각된다.

표3-4. 처리에 따른 수량

(kg/10a)

시 기 \ 처 리	1차 (5.5)	2차 (5.15)	3차 (수확기)(6.8)
무 처리	2,100 (100)	3,780 (100)	4,204 (100)
패 각	2,584 (123)	4,600 (121)	4,692 (110)
석 탄 회	2,540 (121)	4,600 (121)	4,844 (114)
석탄회(70) + 석고(30)	2,960 (141)	5,200 (138)	5,412 (127)

3반복 평균치(지수)

지상의 생육으로 초장과 엽수의 차이는 현저하지 아니 하였으나, 마늘의 구는 개량제 처리로 현저한 수량 차이를 보였다.

제 4절 결과요약

마늘은 사천군 정동면 일반농가 포장의 해빙기에 개량제를 처리한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

(가) 배추시험과 같이 개량제 시용으로 pH가 상승하였다.

(나) 치환성 석회함량도 현저히 증가되어 마늘의 생육에 좋은 영향을 주었다.

(다) 마늘의 생육기간중 석탄회, 석탄회+석고시용으로 토양중 가용성 붕소함량이 현저히 증가되었다.

(라) 식물체중 유황함량도 무처리에 비하여 개량제 처리구가 높았으며, 특히 석탄회·석고 시용구에서 높은 함량을 나타내었다.

제 4장 단감에 관한 연구

제 1절 서설

단감은 동양이 원산지로서 온대지방에 재배하는 과수이며 우리나라에 재배되기 시작한 것은 일본인에 의하여 1927년 경남 진영지방에서 시작되었다. 단감은 기상조건중에서 기온에 영향을 많이 받는 과수로서 년중 평균 기온이 13℃ 이상이어야 하며 생육기간인 4월과 10월 사이에 기온이 단감 생육에 중요하며 년중 강우량은 1,200mm~2,100mm사이가 적당하며 이러한 기상조건에 의하여 우리나라는 주로 경남과 전남에서 재배되고 있다. 양도에서 재배되고 있으나 재배면적과 재배방식은 경남이 대단히 앞서있는 실정이다. 본인이 1990~1991년사이 경남의 주요 단감재배단지인 김해, 창녕, 진주와 전남의 성주, 해남지방에 과수의 영양상태를 조사한바 지역간에 토양조건의 차이도 있겠지만 시비방법등 비배관리가 체계적이 아니며 따라서 지역간 과원간 영양 상태가 불균일 하였다.

단감은 영양상태중 옆의 C:N율과 7~8월에 기상조건에 따라 생육중 낙과에 영향을 많이 미친다. 또한 근년에 많이 만연되고 있는 원성낙엽병은 단감재배의 성패를 가름하는 병이다.

따라 본 석탄회를 중심으로 사용하는 개량제는 질소과다 시비에 의한 낙과와 붕소함량에 의한 착과에 영향이 있을 것으로 보아 연구를 실시하였다.

제 2절 연구 방법

표4-1. 공시토양 분석 성적

구분	성분		pH	O.M (%)	Av.P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)		수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl				Ca	Mg	
표 토	5.2	4.8		2.28	154.1	6.2	2.0	0.20
심 토	5.4	4.2		1.50	74.3	6.4	2.2	0.10

- 품종 : 부유(약 5년생)
- 시험장소 : 사천군 정동면 예수리
- 재배 관리 : 농가 관행
- 처 리
 1. 무처리
 2. 패각 (400kg/10a)
 3. 석탄회 (4,000kg/10a)
 4. 석탄회 70%(2,800kg/10a) + 석고 30%(1,200kg/10a)
- 시험설계 : 난괴법 3반복
- 주수 : 구당 3주 총 : 12주
- 시험구 면적 : 16.5m² × 15 구 = 247.5 m²
- 낙과수 조사일 : 1차 7월 4일, 2차 9월 23일
- 착과수 조사일 : 10월 25일

제 3절 시험결과

1. 시기별 토양 분석성적

표4-2. 시기별 토양 분석성적 1차 (8월 12일)

처리 \ 성분	pH	O.M (%)	Av.P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. Ca (me/100g)	수용성 B (ppm)
무처리	5.4	2.22	78.1	4.7	0.20
패각	6.6	2.21	104.1	7.1	0.26
석탄회	5.6	2.74	124.1	7.2	1.94
석탄회 · 석고	5.7	3.36	145.7	9.6	1.30

표4-3. 시기별 토양 분석성적 2차 (10월 17일)

처리 \ 성분	pH	O.M (%)	Av.P ₂ O ₅ (ppm)	Ex. Ca (me/100g)	수용성 B (ppm)
무처리	5.5	2.53	80.1	4.91	0.30
패각	6.8	2.81	229.1	10.2	0.60
석탄회	6.5	3.26	162.4	6.90	3.00
석탄회 · 석고	5.9	3.21	97.4	8.10	2.72

표4-4. 생육과실의 생육과 수량

구분 처리	1주당 총과수	1주당 총과수	1주당 총과수	낙과율 (%)	착과율 (%)	1주당수량 (Kg)
무처리	55.3	32.6	22.7	58.9	41.31	3.25(100)
패 각	59.0	30.6	28.4	51.1	48.9	4.07(125)
석탄회	56.5	19.5	37.0	34.5	55.5	5.30(163.9)
석탄회·석고	57.2	21.0	36.2	36.7	53.3	5.19(159.6)

(지수) 3반복 평균치

제 4절 결과 요약

단감은 일반과수 중 내산성과수로 알려져 있으나 실제로는 pH가 낮고 배수가 불량하여 이환원성 망간이 많이 생성될 때는 망간의 과량흡수관계로 녹반병의 발생이 많아진다. 때문에 적당량의 석회류를 사용하여 pH를 6.0내외로 유지하는 것이 좋다. 본 개량제 시용으로 1차 조사에서는 패각시용이 6.6, 석탄회 5.6 석탄회·석고 5.7로서 무처리의 5.4에 비하여 과수의 생육 pH로서 양호한 조건으로 상승하였다고 보며 2차 분석에서는 석탄회 시용으로 6.5로 상승하여 석탄회의 염기에 의한 pH상승은 느린 경향이다.

pH와 더불어 치환성 석회함량이 증가되었으며 또한 감나무의 낙과에 영향을 미치는 수용성 붕소함량은 석탄회를 시용하므로써 붕소결핍을 일으킬 수 있는 0.2ppm에서 1.94ppm으로 증가된 것은 감의 착과율을 좋게하는 결과이다.

과실의 생육과 착과율은 표 3과 같으며 석탄회 시용으로 착과율이 높고, 낙과율이 낮으며 따라서 수량도 석탄회 시용으로 63.9% 석탄회·석고 시용으로 59.6% 증수 되었다.

수량조사에서 수확기때 원성낙엽병으로 전과실을 조사할수 없었기 때문에 기초조사된 착과수와 낙과수를 계산하여 건전과일 10개 무게를 달아 평균 수치로서 착과수에 계산하였다.

제 5장 밤에 대한 연구

제1절 서설

밤은 아시아, 유럽, 북아메리카, 북아프리카 등지에 자연 분포되어 이중 과실로 이용되고 있는 주요밤은 한국 밤, 일본 밤, 유럽 밤, 미국 밤 등이며 우리나라에서도 산지에 자연적으로 재배하여 오다가 1970년 이후 정부의 적극적인 장려로 재배면적이 급격히 증가됨에 따라 생산량도 증가되어 밤의 이용도 다양하게 되었다.

밤나무는 연평균 기온이 10-14℃로 4-10월간 평균기온이 16-20℃인 지역이 적당하며 토양은 심근성 과수로서 토심이 깊고 토양수분 및 유기물이 풍부하며 배수가 양호한 토양이 좋다.

우리나라에서는 남부지방에 밤재배를 많이하여 왔으며 특히나 지리산 산록의 화강편마암지대 적갈색의 토양에 토심이 깊은곳에 재래종의 밤이 많이 재배되어 왔으며, 1970년 이후 도입종의 밤도 많이 재배되었다.

밤은 수분과 동시에 착과되어 결실되어지나 토양조건이 낙과와 밤의 결실에 영향을 많이 미친다. 특히나 산성이 강한 화강편마암 풍적토에서는 pH가 낮고 유효성분이 부족하며 특히나 붕소의 함량이 낮은 것이 일반적이다. 이러한 지대에 본 개량제 시용은 밤의 생육과 동시에 밤의 결실에 좋은 영향을 줄 것으로 보아 시험하였다.

제 2절 연구방법

1. 제 1 시험지 (하동군 적량면)

표5-1. 공시토양 분석 성적

구분	성분	pH		Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
		H ₂ O	N-KCl		K	Ca	Mg	
토 양		4.5	4.0	45.7	0.78	2.59	0.99	1.16

○ 수령 : 약 10년생

○ 지형 : 산지

○ 시험장소 : 경남 하동군 적량면 동사 부락

○ 재배 관리 : 농가 관행

○ 처 리

1. 무처리

2. 패각 (400kg/10a)

3. 석탄회 (8,000kg/10a)

4. 석탄회 70% (5,600kg/10a) + 석고 30% (2,400kg/10a)

5. 석탄회 70% (5,600kg/10a) + 석고 30% (2,400kg/10a) + 패각 (80kg/10a)

○ 개량제 처리일자 : 95년 3월 13일

○ 시험설계 : 난괴법 3반복

○ 주수 : 구당 3주 총 : 15주

○ 수확일 : 95년 10월 7일

○ 수량조사방법 : 밤수량은 처리나무 전체 수확을 하는 것은 매우 어려우므로 밤의 초기수확전 각주에 밤송이 수를 조사한 다음 수확증기에 처리주당 20송이를 채취하여 송이당 평균무게로 조사한 송이수에 곱하여 조사하였다.

2. 제 2 시험지(하동군 양보면)

표5-2. 공시토양 분석 성적

구분	성분	pH		Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
		H ₂ O	N-KCl		K	Ca	Mg	
토 양		5.0	4.1	15.3	0.44	1.00	0.25	1.01

- 수령 : 약 25년생
- 지형 : 산지
- 시험장소 : 경남 하동군 양보면 감당리
- 재배 관리 : 농가 관행
- 처 리
 1. 무처리
 2. 패각 (400kg/10a)
 3. 석탄회 (8,000kg/10a)
 4. 석탄회 70% (5,600kg/10a) + 석고 30% (2,400kg/10a)
- 개량제 처리일자 : 95년 4월 22일
- 시험설계 : 난괴법 3반복
- 주수 : 구당 3주
- 수확일 : 95년 10월 7일

제 3 절 연구 결과

1. 제 1시험지(적량면)

표5-3. 1차 토양 분석 성적(95년 5월 22일)

구분 \ 성분	pH		Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl		K	Ca	Mg	
무처리	4.5	4.0	45.2	0.78	2.59	0.99	1.16
패 각	6.7	6.2	74.7	0.98	11.4	1.66	1.06
석탄회	6.9	6.4	84.3	1.08	8.81	2.99	3.02
석탄회 · 석고	6.4	6.3	85.6	1.40	18.7	2.49	3.02
석탄회 · 석고 · 패각	6.6	6.4	87.8	1.08	26.5	2.99	3.10

표5-4 2차 토양 분석 성적(95년 9월 21일)

구분 \ 성분	pH		Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl		K	Ca	Mg	
무처리	4.5	4.0	44.1	0.64	3.01	1.00	1.16
패 각	6.5	6.0	74.7	0.88	11.0	1.70	1.09
석탄회	7.0	6.5	84.3	1.00	8.40	3.01	3.20
석탄회 · 석고	7.1	6.5	85.6	1.40	18.0	2.51	3.10
석탄회 · 석고 · 패각	7.1	6.5	87.8	1.05	25.0	2.81	3.20

표5-5. 3차 토양 분석 성적 (95년 10월 7일)

구분 \ 성분	pH		Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl		K	Ca	Mg	
무처리	4.4	4.1	48.5	0.72	3.00	0.98	1.17
패 각	6.6	5.9	73.2	0.90	12.00	1.71	1.02
석탄회	7.4	6.6	84.3	1.00	8.84	2.90	3.10
석탄회 · 석고	7.2	6.4	86.7	1.50	18.84	2.48	3.00
석탄회 · 석고 · 패각	7.2	6.5	88.8	1.10	26.40	2.78	3.00

표5-6. 수량조사

성분 \ 처리	100립중 (kg)	1주당 수량 (kg)
무처리	4.26	24.88 (100)
패각	4.40	26.98 (108.4)
석탄회	4.61	33.52 (134.7)
석탄회 · 석고	4.93	31.13 (125.1)
석탄회 · 석고 · 패각	4.78	29.42 (118.2)

(지수) 3반복 평균치

2. 제 2시험지(양보면)

표5-7. 1차 토양 분석 성적(6월 10일)

구분	성분		pH	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl				K	Ca	Mg	
무처리	5.0	4.1	2.3	15.2	0.45	1.41	0.28	1.41	
패 각	6.1	4.4	3.2	28.2	0.33	9.01	0.16	1.21	
석탄회	6.2	5.2	3.6	25.4	0.65	7.46	1.24	3.20	
석탄회·석고	6.0	5.0	3.3	29.3	0.83	17.59	0.25	3.10	

표5-8. 2차 토양 분석 성적(9월 10일)

구분	성분		pH	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl				K	Ca	Mg	
무처리	5.1	4.1	2.0	16.8	0.43	1.12	0.3	1.60	
패 각	6.1	4.5	3.5	25.1	0.63	9.80	1.26	1.26	
석탄회	6.2	5.4	3.8	29.5	1.12	8.80	2.43	3.70	
석탄회·석고	6.0	4.9	3.3	29.6	1.44	15.02	2.25	3.20	

표5-9. 3차 토양 분석 성적(10월 7일)

구분	성분		pH	O.M (%)	Av. P ₂ O ₅ (ppm)	Ex-Cation(me/100g)			수용성 B (ppm)
	H ₂ O	N-KCl				K	Ca	Mg	
무처리	5.0	4.0	2.4	15.0	0.54	1.11	0.26	1.12	
패 각	6.2	4.5	3.2	25.7	0.78	8.98	1.34	0.99	
석탄회	6.1	5.4	3.7	27.8	1.32	8.30	2.11	3.60	
석탄회·석고	6.0	4.7	3.4	28.1	3.4	14.62	2.31	3.00	

표5-10. 수량 성적

구 분 처 리	100립중 (kg)	1주당 수량 (kg)
무처리	3.20	17.65(100)
패각	3.22	19.56(118.2)
석탄회	3.40	23.70(134.3)
석탄회 · 석고	3.24	18.49(104.6)

(지수) 3반복 평균치

제 4절 밤 시험 결과 요약

1. 제 1시험지(적량면)

하동군 적량면의 밤 재배지는 그 모양이 화강암 내지 화강편마암에 유래된 산성토양으로 pH가 강산성인 4.5내외로 나타났으며, 이러한 산성토양에 패각처리로서 3차에 걸친 pH로 교정되었으며, 석탄회처리구에서도 7.09내외로 pH교정은 현저하였다.

본 밤재배지대의 공시토양 분석결과 치환성 염기와 붕소함량은 일반 산지 토양에 비하여 다소 높은 경향이었으나 패각, 석탄회등 개량제를 처리하므로써 치환성 석회의 함량은 10me/100g 이상으로 증가되었다. 그리고 밤의 결실에 가장 영향을 미치는 붕소의 함량도 석탄회 처리로서 1ppm이상으로 증가 되어, 개량제 처리가 적절하였다고 할 수 있겠고, 수확량에서도 석탄회처리로 34.7%의 증수를 나타내었다.

2. 제 2시험지(양보면)

양보면 밤시험지는 적량면 시험지보다 pH는 약간 높은 편이나 역시 화강편마암 잔적토로서 강산성 반응을 나타내고 있다. 시험포의 pH가 5.0정도

에서 폐각과 석탄회 시용으로 pH 6.0이상으로 상승하였으며 석탄회·석고에서도 같은 경향을 나타내었다.

pH상승과 동시에 염기의 함량도 증가되었다. 일반적으로 산지 적색토양의 유효인산 함량은 낮은 편이나 양보면의 밤재배지도 낮은편이며 pH증가에 따라 가용성 인산의 함량도 증가되었다. 양보면의 시험지는 일반 산지토양에 비하여 N-KCl pH가 낮은편이며 이러한 경향은 시간의 경과에 따라 pH가 낮아지면서 치환성 pH도 완화될 것이며 그로인한 석회요구도도 증가될 가능성이 크다.

양보면 역시 석탄회 시용으로 가용성 붕소는 증가되었으나 적량면에 비하면 기존토양의 붕소치가 높은 경우이다. 수량성적은 석탄회에 의한 수량이 가장 높아 개량제 무처리에 비하여 34.3%증수 되었고 폐각은 18.2%증수 되었다.

양 지역 공히 석탄회의 효과가 뚜렷한 경향이다.

* 참고

- 몇개 작물에 식물체 분석성적이 포함되지 않은 것은 현재 분석중이며 내년 결과 보고서에는 필히 첨가 될 것입니다. 식물체 분석은 반복실험을 거듭하므로 시간이 요하기때문이다.
- 현재는 산업폐기물로 규정되어 있어 산업폐기물이라고 하면 중금속 관계를 생각하기 마련인 것입니다. 석탄재는 사용량이 많기 때문에 중금속 문제를 생각할 수 있으나 본인이 벼에 대한 3년 년용 시험을 하여도 중금속 함량이 증가되는 경향은 나타나지 않았으나 발작물과 산지 과수전에도 계속 년용 시용에서는 고려 될 사항이므로 본 연구에서도 중금속은 본인과 타 연구기관에 의뢰하여 명확히 밝히고저 합니다.