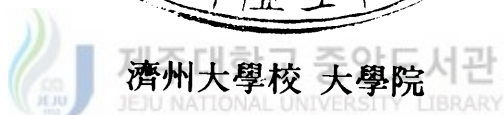
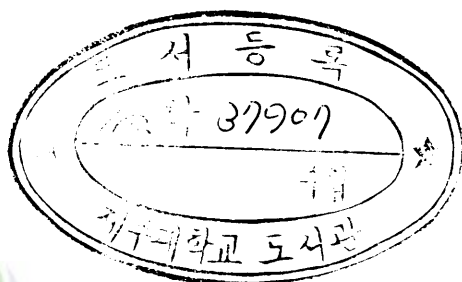


17
52145
D 734E

碩士學位論文

太陽熱 土壤消毒에 의한 양배추 安定栽培
技術開發



濟州大學校 大學院
JEJU NATIONAL UNIVERSITY LIBRARY

園藝學科

文 英 仁

1998年 12月

太陽熱 土壤消毒에 의한 양배추 安定栽培 技術開發

指導教授 張 田 益

文 英 仁

이 論文을 農學 碩士學位 論文으로 제출함.



1998 年 12 月 日

文英仁의 農學 碩士學位 論文을 認准함.

심사위원장 _____
위 원 _____
위 원 _____

제주대학교 대학원

1998 年 12월

Development of Safety Cropping System for
Cabbage(*Brassica oleracea* L.var.*capitata*)by Soil
Solar Heating on the Production Region of Cheju Area

Moon, Yung - In

(Supervised by professor Chang,Jeun-Ik)

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER
OF AGRICULTURE

Department of Horticulture
Graduate School
Cheju National University

1998. 12

目 次

Summary	1
I. 序 論	3
II. 研 究 史	5
III. 材 料 및 方 法	8
試驗 1. 太陽熱 土壤消毒에 의한 양배추 시들음병균(萎黃病菌) 滅菌效果 ..8	
試驗 2. 양배추 栽培試驗	11
IV. 結 果 및 考 察	13
試驗 1. 太陽熱 土壤消毒에 의한 양배추 시들음병균(萎黃病菌) 滅菌效果	13
試驗 2. 양배추 栽培試驗	26
V. 摘 要	31
VI. Appendix	33
VII. 參 考 文 獻	35

Summary

This study was carried out to investigate the control effect of different treatment on the *Fusarium oxysporum* wilt of Cabbage(*Brassia oleracea* L. var. capitata) at Suwon-Ri, Hallim-Eup, Pukcheju-Gun, Cheju-Do, from July 19. 1997 to February 17. 1998.

The result obtained was as follows ;

1. In the average temperature at the 10 cm depth of soil underground from Aug. 5. 1997 to Sep. 5. 1997, the temperature in the P.E film mulching and tunnel treatments was higher 5.5%, 12.5°C than 32.9°C in the control plots, respectively, and the date numbers above 40°C at the 10 cm depth of soil underground were 24 days in the treatments of P.E film mulching and tunnel.
2. *Fusarium oxysporum* was not detected in the treatment of P.E film mulching only, and tunnel plots after P.E film mulching were not isolated in both treatment of soil disinfectant Dazmet and P.E film mulching.
3. In the investigation of thermal death point of *Fusarium oxysporum* caused cabbage yellow, the density of it was not changed in the room temperature, but it was not isolated after 25 days in 35°C treatment, and after 5 days in 40°C, however, any of it was not detected above 45°C.

4. The plant height and head weight in cabbage varieties and various treatments were better in P.E film mulching plus tunnel, and soil disinfectant spraying plus P.E film mulching.
5. In treatment of P.E film mulching after spraying Dazomet, *Fusarium oxysporum* spore was lowest and followed P.E film mulching plus tunnel P.E film mulching after applying of green sorghum.
6. The height and head weight of cabbage in the P.E film treatment was effected on 120% of yield in composition of control plot. but head cracking was double of yield of cabbage in comparison control plot, the conclusion of the experiment showed that the harvest time must be carried out in the optimum season after head formation against of head cracking.

I. 序 論

양배추가 우리나라에 도입된 것은 그 역사가 오래되지 않아 유럽, 미국 등지와 교역이 이루어진 이후에 도입된 것으로 배추와 같은 것이 서양에서 들어왔다는 데서 양배추라 불려진 것으로 알려지고 있다.

제주도에서는 1997년 1,372ha를 재배하여 64,896M/T(농림통계연보) 생산하였고, 생산액은 76억원으로 제주도 농산물 총생산액 7,502억원 중 1%로 생산액 순위는 11위(제주도농업기술원,1998)를 차지하고 있으며 특히 북제주군은 전국 최고의 주산지인 형성하고 있다.

양배추는 서늘한 기후를 좋아하는 호냉성 채소지만 배추보다 약간 낮거나 높은 온도에서도 잘 견딘다. 따라서 여름 재배와 겨울철 노지 월동재배도 가능하며(농촌진흥청, 1996), 제주도에서는 겨울철 신선채소로서 앞으로도 재배가 계속 이루어질 것으로 전망하고 있다.

제주도에서는 겨울철의 온난한 기후를 이용한 신선채소의 생산을 목적으로 여름철에 육묘하여 정식하는 작형이 일반화 되어 있고 애월읍, 한림읍, 한경면을 중심으로 한 주산지에서 15~20년 이상 연작하다 보니 연작 장애에 의한 시들음병(萎黃病)이 증가 하여 많은 피해가 발생되고 있다.

시들음병(萎黃病)은 농약에 의한 토양소독은 어느 정도 가능하나 처리비용이 많이 들고 인체의 건강에도 해로우므로 농가에서 이용하기에는 곤란한 방법이다.

태양열을 이용한 토양소독은 휴한기(休閑期)에 40~45℃ 에서 일정기간(14~20일) 경과시켜 살균과 잡초방제의 한 방법으로, 식물에 기생하는 병원균이나 토양에 서식하는 해충은 물론 많은 미생물 중에서도 내열성이 비교적 낮은 것은 이 온도에서 사멸하는 것이 많았다.

그러나 토양소독 방법중 토양훈증제 처리는 비 선택적으로 토양미생물을 사멸

시킬 수 있으나 대면적에 사용은 어렵다. 그래서 태양열을 이용한 토양 소독 방법은 온도와 생물학적 효과의 결합에 의하여 유해한 병해충을 선택적으로 사멸시킬 수 있으므로 남아있는 토양 미생물의 길항(拮抗), 용균(溶菌)등 소위 토양의 잠재적인 방어 반응이 작용하므로 소독후 2차 오염의 위험성이 아주 적어 진다고 하였다.(宮本等, 1995)

태양열을 이용한 토양소독은 주로 일본에서 많은 연구가 이루어졌고 노지 보다는 비닐하우스에서의 연작장해로 인한 병해충 발생억제에 대한 연구가 이루어졌으며, 宮本等(1995)은 태양 에너지를 이용한 소독으로서 방법은 작업이 간단할 뿐만아니라 복잡한 기구들이 필요치 않고 위험성이 적으며 비용도 저렴하다고 하였다. 유기물 시용과 토양 소독이 동시에 가능하여 미숙 유기물, 작물의 잔재물(殘在物)에 의한 생육장해, 병해충 방제도 가능 하다고 하였으며, 그리고 식물에 무해한 내열성(耐熱性)의 미생물을 남기게 되고 회복이 빠르므로 소독후의 재오염이 경미하다고 하였고, 2차적인 효과로서 살초효과(殺草菌果)가 있으므로 제초노력이 절감되며, 생육이 촉진되는 효과도 있다고 보고 하였다.

그러나 여름철의 기상조건에 따라 적용지역이 제한되며, 소독효과에 차이가 생기기 쉬운점, 따라서 실시지역의 기상조건에 따라서 처리시기,기간,햇빛 등을 고려해야 하고 또 병해충의 종류에 따라서도 그 서식(棲息)범위, 내열성(耐熱性)에 차이가 있어 소독효과를 보다 안정시키기 위해서는 윤작, 저항성 품종의 선발 등 경종적 수단에 의한 회피대책을 병용하는 것이 필요하다고 하였다.

그래서 비용을 절감하면서 토양소독 효과가 있고 환경보존이 가능한 태양열을 이용하여 양배추 시들음병(萎黃病)발생억제에 대한 기초자료를 얻고져 본 시험을 수행 하였다.

II. 研究史

태양열 토양소독은 주로 시설재배에서 연작장해 발생 억제를 목적으로 하여 비닐하우스를 밀폐시키고 지면을 P.E 필름 등으로 멀칭하는 방법으로 지온상승에 의한 토양내 병원균을 사멸하기 위해 수행되어 왔다(宮本,1995).

小玉·福井(1979년)은 딸기 위황병균의 방제를 위한 처리방법과 기간 그리고 딸기 황병균의 생존 형태별 처리온도와 기간에 대하여 연구하였는데 딸기 위황병균이 사멸에 필요한 온도와 기간은 배양균은 45℃ 에서 24 시간 , 이병주는 3일간 토양은 6일간 항온처리 하였을때 검출되지 않았으나, 40℃에서 처리된 토양에서는 20일 후에도 병원균의 생존이 확인되었다.

또한 딸기 위황병균수는 하우스 밀폐 처리시 매우 적어져 희석평판법(稀釋平板法)의 검출한계 이하로 되지며 딸기 정식후에도 이 병원균은 증가 되지 않으나 9개월 후에는 *Fusarium oxysporum*의 증가 경향을 보였다고 하였다.

駒田(1980)등은 여름철 노지 토양소독을 하기 위해 유기물과 석회질소를 사용하여 충분히 관수를 한 후에 멀칭하는 방법을 실시하였고, 양배추 근부병의 경우 이병주율이 13 ~ 45%로 낮아져 방제효과가 확인되었다고 보고 하였으며, 토양 병해충 방제 대책으로 태양열을 이용한 경우 병원균의 밀도가 저하될뿐만 아니라 발병 억제나 지연등으로 피해의 경감 효과를 어느정도 높일 수가 있다고 보고 한 바 있다.

福井等(1981년)은 딸기 위황병에 대해 노지 피복처리시 발병율이 감소되었고 하우스 밀폐 처리에서는 안정적인 방제효과가 있어 *Fusarium oxysporum*의 분포량은 지하 0~5cm에서 현저히 낮았고, 10~15cm에서는 다소 증가하는 경향을 보였다고 보고 한 바 있다.

小玉等(1982년)은 *Fusarium oxysporum*균의 정량(定量)은 7월 23일부터 8월 18일 까지 P.E 필름 멀칭후 0 ~ 5cm 10 ~ 15cm 20 ~ 25cm 깊이에서 토양 시료를 채취하여 선택분리배지를 이용해 배양하고 희석평판법(稀釋平板

法)에 의해 정량(定量)하였는데, 0 ~ 5cm 에서는 검출되지 않았고 10 ~ 15cm 에서는 약 60%, 20 ~ 25cm 에서는 약 20% 감소 하였다고 하였다.

清水等(1986)은 시금치 위조병균, 오이 만할병균, 그리고 무 위황병균 등을 검정 하기 위해서 토양깊이 10cm와 20cm에서 10일마다 토양 시료를 채취하고 각 병원균수의 추이(推移)를 조사한 결과 이중피복(140cm 이랑을 P.E필름으로 멀칭한후 길이 230cm 할죽이용 터널 설치)의 경우 토양 깊이 10cm에서 처리 10일 이후에는 검출되지 않았고, 토양 깊이 20cm에서는 처리 후에 검출되었지만 처리 전에 비해 1/10~1/20로 감소 되었다고 하였다.

清水等(1987)은 배추, 양배추의 근부병에 대해 태양열 토양소독 효과를 측정함에 있어 P.E 필름멀칭한 이랑폭이 50cm일때 이병주율이 78.5%였고 100cm일때 30.0% 120cm일때 34.1%로 이랑의 넓이가 넓은 것이 태양열 소독 효과가 좋았다고 하였다.

또한 배추, 양배추의 근부병에 대해 멀칭재배의 효과를 검토한 결과 태양열 토양소독을 하기 위한 P.E 필름멀칭을 제거하지 않은 멀칭재배구와 태양열 토양소독후 P.E 필름을 제거한 대조구를 비교해 보았는데 멀칭재배구가 대조구에 비해 방제 효과가 높고, 멀칭에 의한 생육장애는 나타나지 않았으며 대조구에 비해 생육도 빠르고 수량도 증가하여 양배추인 경우 시험구 크기 6m²에서 대조구의 수량이 47.0kg인데 비해 멀칭재배구는 122% 증가한 57.6kg 이었다고 하였다.

小玉(1989)는 하우스 밀폐, 지표면 P.E 필름멀칭등에 의해 고온 관수 조건하에서는 토양의 높은 지온과 산소의 결핍(환원화)에 의해 토양 미생물의 활동에는 매우 큰 영향을 미친다고 하였다. 특히 사상균은 처리기간 동안은 저밀도 추이(推移)를 보였으나 구성균(構成菌)종은 내열성(耐熱性), 호열성(好熱性)이 많았다. 그러나 처리 종료후에는 균류(菌類)의 밀도는 증가하는 경향을 보였고 하우스 개방 20일 이후에는 처리전과 같은 정도가 검출되어 부활(復活)이 확인 되었다고 보고 한 바 있다.

平野等(1996)은 태양열 토양소독 처리기간 중 하우스내 최고 온도가 58.4℃ 인 때 토양 깊이 5cm에서는 46.3℃, 깊이 30cm는 39.9℃까지 상승하였고 40℃ 이상 지속된 시간은 깊이 5cm에서 305시간, 깊이 15cm에서 329시간 깊이 30cm에서는 39℃이상 지속시간이 200시간이되어 토양중의 역병균을 사멸하는데는 높은 온도가 기여하였다고 하였다.

平野等(1996)은 토양 중의 유주자나 난포자에 대해 열처리 효과를 검토한 결과 유주자는 35℃에서 5시간이상 난포자는 40℃에서 15시간 이상에서 사멸하는 것을 밝혀낸 바 있다.

北田(1997)은 태양열을 이용한 토양 소독이 완료된 토양을 처리 일수별로 채취하고 희석평판법(稀釋平板法)에 의해 토양중의 *Fusarium oxysporum*속균과 그외 타 사상균 포자수를 조사하였는데 *Fusarium oxysporum*속균에는 20일간 처리로 포자 밀도가 현저히 감소하였고, 그 외 사상균에서는 40일 이상 처리하였을때 그 밀도가 감소하였으며, 비교적 온도상승이 적은 우기(雨期)인 경우에도 40일 이상 처리하면 장시간의 고온(高溫)이 기대되어 병원균 밀도 가 감소 될것으로 사료된다고 하였다. 태양열 토양소독에 의해 잡초의 발생도 억제 되었는데 20일(6.21 ~ 7.11)간 처리시 잡초의 밀도가 1/6정도로 억제되었고, 40일 이상(6.1 ~ 7.11)처리하면 거의 발생되지 않아 잡초 발생 억제도 가능하다고 보고 한 바 있다.

Ⅲ. 材料 및 方法

試驗 1. 太陽熱 土壤消毒에 의한 양배추 시들음병균(萎黃病菌) 滅菌效果

1. 公시 품종

제주도에서 여름재배시 가장 많이 이용되고 있는 사계확(Shikidori), 만추(Bonchu riso), YR호월(YR-kogetsu)과 우진(Woozin), 우치(Woochi), 내한대어소(Naehandeeso)등 6개 품종을 공시 하였다.



2. 수행방법

(1) 시험장소 : 제주도 북제주군 한림읍 수원리 264 - 14번지

(2) 처리내용

- ① P.E 필름 멀칭
- ② 퇴비 시용(72kg/24m²) 후 P.E 필름 멀칭
- ③ Dazomet(360g/24m²) 처리 후 P.E 필름 멀칭
- ④ 청예수수 시용(96kg/24m²)후 P.E 필름 멀칭
- ⑤ 목초액(500배액 15L/24m²) 처리 후 P.E 필름 멀칭
- ⑥ P.E 필름 멀칭후 터널(폭 1.2m, 높이1.3m)
- ⑦ Bacills subtilis(24g/24m²) 처리 후 P.E 필름 멀칭
- ⑧ 대조구

(3) 시험구 배치 : 난괴법 3반복

(4) 처리방법

처리구별 면적은 24m²(1.5 × 16m)로서 포장경운후 시험구 구획을 나누어 퇴비시용등 처리별 투입물을 소정량씩 처리한 다음 트랙터 로터베이터를 이용하여 약 10cm 깊이로 경운작업을 한 다음 두께0.03mm 폭 150cm의 P.E 필름으로 멀칭 또는 멀칭후에 터널을 설치하였다.

(5) 조사내용

(가) 지온조사

P.E 필름멀칭 또는 멀칭후에 터널을 설치한 기간은 '97. 7. 19일부터 '97. 9. 5일 까지이며 이기간중의 지온 조사는 대조구, P.E 필름 멀칭구, P.E 필름 멀칭후 터널구에서 토양깊이 5cm, 10cm, 20cm에 알콜 온도계를 설치하고 '97. 8. 5 ~ 9. 5.까지 매일 16:00시 를 전후하여 조사 하였다.

(나) 양배추 시들음병(萎黃病)균의 밀도조사

○ 균의 분리 및 병원성 검정

양배추 이병식물체를 채취하여 물로 씻은 후 표피를 벗겨내고 유관속 부위를 *Fusarium oxysporum* 선택배지인 Komada배지에 치상하여 균분리를 하였다.

분리된 균주를 PS(감자+설탕) 액체배지에 접종하여 진탕배양기에서 5일간 배양하여 포자 현탁액을 만들었다(駒田,1975). 육묘상토에 양배추(사계확)을 파종하여 관주(灌注) 접종하여 재배하면서 20일 후 발병 여부를 조사 하였다.

○ 밀도조사

양배추 시들음병(萎黃病)균의 밀도조사를 위하여 각 시험구별 양배추 근권(토양깊이 0~10cm)에서 처리전, 처리후, 수확후 3회에 걸쳐 토양시료 300g정도를 채취하였다. 채취한 시료는 .2mm채로 쳐서 골고루 섞은 후 시료 30g을

270ml의 증류수(500ml 플라스크)에 희석후 30분간 진탕하였다.

배지(培地)는 Fusarium 선택 배지인 Komada 배지를 조제하여 멸균 후 샐레에 분주(分注)하였고, 희석된 토양용액 10ml를 90ml의 증류수에 희석하고 이것을 10ml 채취하여 다시 90ml의 증류수에 희석하여 1,000배액을 만들었고 이것을 잘 흔들어서 1ml 채취하여 선택배지에 분주(分注)하여 도말(塗抹)봉으로 골고루 바른 다음 28℃ 배양기에서 4~5일간 배양후 샐레 표면은 흰 균사가 보이고 샐레 뒷면은 다갈색이 나타나는 균을 *Fusarium oxysporum* f. sp. *conglutians*로 판정하여 그 수를 조사 하였다.

(다) 양배추 시들음병(萎黃病)균의 사멸온도 구명

양배추 시들음병(萎黃病)균을 Petri-dish(PSA배지)에서 4일간 배양하여 직경 0.5mm Cork-bore로 절편 3개씩을 토양 배지에 접종 하였다. 토양 배지 조성은 상토(피트모스) 400g 밀기울 100g 물 100ml 비율로 혼합하여 조성하는 방법으로 하였으며 이것을 듀란병(500ml)에 250g을 담고 균접종 후 28℃ 배양기에서 10일간 배양하였다. 또한 살균된 상토(바로커) 370g과 배양균 70g을 혼합하여 플라스틱 용기(직경 11cm×깊이 15cm)에 담고 실온, 35℃, 40℃, 45℃, 50℃, 55℃의 온도별로 처리하여 5일, 10일, 15일, 20일, 25일, 30일 후에 꺼내어 균분리 정도를 조사하였다. 균분리에 사용한 배지는 *Fusarium oxysporum*균의 선택 배지인 Komada 배지를 사용 하였으며 시료는 토양 희석평판법(稀釋平板法)으로 원액을 사용 하여 배지에 분주 하여 조사 하였다.

(라) 양배추 시들음병(萎黃病) 이병율 조사

시들음병(萎黃病) 이병율은 9월 중순부터 10월 중순까지 농촌진흥청의 농작물 병해충 예찰요강중 배추 병해충 조사요령에 준하여 각 시험구별 품종별 12포기에서 이병된 포기를 조사 하여 이병주율(이병포기/12포기 × 100)을 산출 하였다. 그리고, 줄기를 절단 하였을때 도관 부분이 황색이나 암갈색으로 변색되거나 잎의 기형, 이병잎의 탈락등 특징이 확실한 식물체를 이병주로 판정하여 조사 하였다

試驗 2. 양배추 栽培試驗

1. 공시 품종

시험 1 과 같음

2. 수행방법

(1) 시험장소 : 시험 1 과 같음

(2) 처리내용 : 시험 1 과 같음

(3) 시험구 배치 : 분할구배치법 3반복

(4). 수행방법

(가) 육 묘

공시품종인 사계확, 만추, 우치, 우진, 내한대어소, YR호월등 6개 품종을 '97. 8. 5. 128구 육묘상자에 상토(상표명 : 바로커)를 채운후 파종하고 질석으로 복토한후 30일간 육묘하였다.

(나) 정식

'97. 9. 5. 각 처리구별 6개 품종을 3반복 정식 하였다. 정식은 줄사이 60cm 포기사이 40cm로 하여 매 시험구 마다 품종당 12포기를 정식 하였다.

(다) 시비량

태양열 토양소독 처리전 밑거름을 경종기준에 준하여 N 11.2, P₂O₅ 9.0, K₂O 12.0 kg/10a을 전면적에 골고루 뿌린후 경운하였고 퇴비시용 시험구외에는 퇴비를 사용하지 않았다.

웃거름은 N 12 kg/10a을 2회에 나누어 주었고 K₂O₅ 6kg/10a을 1회 주었다.

(5) 조사내용

(가) 시험포장 토양 화학성 조사

처리전 시험포장의 토양 시료를 채취하여 pH 유기물 인산 치환성 염기등의

화학성을 조사 하였다.

(나) 양배추 생육 조사

양배추 생육조사는 처리구별 품종별 각 5주씩을 선정하여 9월 하순부터 10일
간격으로 조사하였다. 기준과 항목은 농촌진흥청의 생육조사요령에 준하여 수
행하였다.



IV. 結果 및 考察

試驗1. 太陽熱 土壤消毒에 의한 양배추 시들음병균(萎黃病菌) 滅菌效果

태양열을 이용한 토양소독 기간중 지온은 표 1과 같이 최고평균지온이 깊이 5cm에서 대조구는 34.1℃ 였고; P.E 필름멀칭구는 42.2℃였으며, P.E 필름멀칭 후 터널구는 48.2℃였다. 또 깊이 10cm에서 대조구는 32.9℃였고 P.E 필름멀칭구는 38.4℃였으며 P.E 필름멀칭후 터널구는 45.4℃ 였다. 조사깊이가 가장 깊은 20cm에서 대조구는 29.1℃ 였고 P.E 필름멀칭구는 35.2℃였으며 P.E 필름멀칭후 터널구는 42.7℃였다.

또한 양배추 뿌리분포가 많은 토양깊이 10cm 에서 최고지온이 40℃를 상회하는 조사일수는 대조구가 9일이었고 P.E 필름멀칭구는 15일 이었으며 P.E 필름멀칭후 터널구는 24일 이었다.

Table 1. Soil temperature according to the soil of treatment plots

Depth of soil	Average of max. temperature(℃)			Max. temperature(℃)			Remark(Number of days above 40℃ in 10cm depth)
	Cont.	P.E film mulching	P.E film mulching and tunnel	Con.	P.E film mulching	P.E film mulching and tunnel	
5cm	34.1	42.2	48.2	41.0	50.0	57.0	· Control : 9days · P.E film mulching : 15day · P.E film mulching and tunnel : 24day
10cm	32.9	38.4	45.4	39.0	45.0	55.0	
20cm	29.1	35.2	42.7	33.0	40.0	51.0	

Duration of survey : from Aug. 5 '97 to Setp. 5 '97.

Time of survey : 16:00, every afternoon.

지온조사 기간중 기상은 표 2와 같으며 일조시간은 8월상순 40.4시간으로 평년 83.3시간의 48% 수준이었으며 8월중순은 22.2시간으로 평년 70.7시간의 31% 수준 이었다. 8월하순은 103.3시간으로 평년 69.8시간의 148%수준이었고 9월 상순은 73.3 시간으로 평년60.1시간의 122% 수준이었다.이것은 표 3과 같이 조사기간중 일별 기상이 특이하게 8월상순과 중순에 비가오거나 흐린날이 많았었기 때문이었다.

Table 2. Comparasion of weather condition between common years and investigation period

Items		Aug.			Sept.
		Early	Middle	Late	Early
Maximum temperature (°C)	Common year	30.6	29.9	29.0	27.6
	'97year	30.4	27.4	29.8	27.1
Sunny hours/10days	Common year	83.3	70.7	69.8	60.1
	'97 year	40.4	22.2	103.3	73.3

Data of common year are average during 30 years from 1961 to 1990 (by Cheju meteorological observatory)

Table 3. Investigation of the weather during soil treatment period.

Items	Date(Aug)						
	5	6	7	8	9	10	
Air temperature(°C:max)	27.5	26.7	29.4	28.9	26.6	25.6	
Sunny hours/day	3.1	1.4	11.4	2.2	0.0	0.0	
Rainfall(mm)	20.2	59.1	0.0	6.7	18.6	7.3	

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
25.1	24.1	23.3	24.7	24.0	24.1	24.7	27.2	28.9	29.8
3.2	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	1.7	10.0
0.2	2.0	22.1	0.4	0.4	-	0.0	0.0	0.4	0.3

21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
29.0	29.0	25.9	26.1	26.1	25.7	25.5	26.4	27.6	28.1	28.7
8.6	9.2	7.5	8.9	10.7	7.5	10.3	10.7	5.9	11.2	11.1
0.1	5.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sept.1	2	3	4	5
25.4	25.4	24.5	24.7	24.3
6.2	6.8	6.3	6.5	5.9
12.3	13.0	0.7	0.5	11.3

by Cheju meteorological observatory.

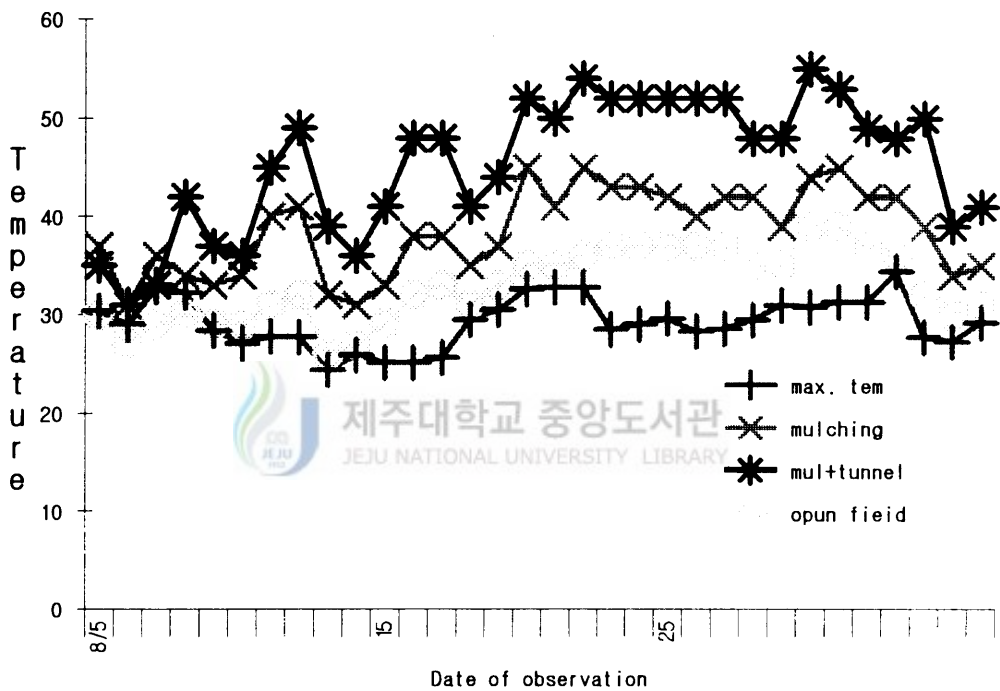


Fig. 1. Changes in maximum atmosphere and soil(10cm depth) temperature according to the treatments.

이병주(株)에서 다수의 *Fusarium oxysporum*이 분리되었는데, Komada선택배지에서 배양한 결과 표면은 흰균사가 생기며, 배지 뒷면에 담홍색 또는 다갈색의 색소를 형성하는 것이 특징이었다(駒田, 1975). 본 균을 P S액체배지에 배양하여 양배추 유묘에 접종한 결과, 양배추가 시들고 뿌리가 갈변되는 증상이 나타나서 양배추 이병식물체에서 분리한 *Fusarium oxysporum*균이 양배추에 병을 일으키는 균으로 확인되었다.

태양열 토양소독 효과를 확인하기 위하여 처리전('97. 7.19.) 처리후('97. 9. 5.) 수확후('98. 1. 17)에 토양 시료를 채취하여 균의 밀도를 조사한 결과는 표 4와 같으며, 처리후 균이 분리되지 않은 곳은 Dazomet 처리후 P.E 필름멀칭구와 P.E 필름멀칭 후 터널구이며 균의 밀도가 현저하게 낮은 곳은 P.E 필름멀칭구와 목초액처리후 P.E 필름멀칭구로 이는 清水(1986)의 보고와 비슷한 경향을 보였다. 수확후 오히려 균의 밀도가 증가한 곳은 Dazomet처리후 P.E 필름멀칭구와 목초액처리후 P.E 필름멀칭구 그리고 P.E 필름멀칭 후 터널구와 대조구의 순으로 나타났는데 이것은 小玉等(1979)이 보고가 뒷받침 해주고 있다.

Table 4. The density of *Fusarium oxysporum* in the field of experimental plots ($\times 10^3$ /g soil)

Treatments ²	Density of <i>Fusarium oxysporum</i>		
	Before treatment	After treatment	After harvest
PE	870	30	200
MP	800	830	100
DP	370	0	1,100
SP	170	260	100
WP	450	100	2,250
TP	230	0	2,050
BP	820	600	0
CT	330	630	1,500

²PE : P.E film mulching; MP : manure and P.E film mulching; DP : Dazomet and P.E film mulching; SP : Sorghum and P.E film mulching; WP : Wood acetic acid and P.E film mulching; TP : P.E film mulching and tunnel; BP : *Bacillus subtilis* and P.E film mulching.; CT : Control.

또한 토양 깊이 10cm의 최고지온과 처리전, 처리후의 *Fusarium oxysporum* 밀도의 변화를 분석한 결과 표 5와 같이 최고지온이 가장 높았던 P.E 필름 멀칭 후 터널구에서 처리전 밀도가 $230(\times 10^3 /g \text{ soil})$ 이었으나 처리후에는 균이 분리 되지 않았고 P.E 필름 멀칭처리구에서는 처리전 균의 밀도가 $830(\times 10^3 /g \text{ soil})$ 이었으나 처리후에는 $30(\times 10^3 /g \text{ soil})$ 으로 낮아 졌고, 온도가 가장 낮은 대조구에서는 처리전 균의 밀도가 $330(\times 10^3 /g \text{ soil})$ 이 었으나 처리후에는 오히려 증가하여 $630(\times 10^3 /g \text{ soil})$ 이 되었다. 대조구인 경우 이 시기에 지온이 균의 증식에 알맞은 조건을 조성하여 준 것으로 사료 되며 이들의 결과는 小玉等(1976)과 清水(1989)의 보고 내용과 일치 하는 경향이였다.

Table 5. Effect of soil sterilization of solar heat on the density of *Fusarium oxysporum* spore

Items		Control	P.E film mulching	P.E film mulching and tunnel
Soil temperature 10cm depth		32.9℃	38.4℃	45.4℃
Density of <i>Fusarium oxysporum</i> spore ($\times 10^3 /g \text{ soil}$)	Before treat.	330	870	230
	After treat.	630	30	0

양배추 시들음병균(萎黃病菌)의 사멸온도를 조사하기 위하여 병원균을 배양하여 처리별로 조사한 결과는 표 6과 같다. 실온에서는 5일후 와 30일 후에 분리정도에 큰 차이가 없었으나 35℃ 처리구에서는 처리전에 150($\times 10^3$ /g soil)이었으나, 처리 5일후 19($\times 10^3$ /g soil)로 균의 감소가 나타났으며, 시일이 경과되면서 점차로 밀도가 감소 하였다. 40℃에서는 처리 10일후 부터 45℃ 이상에서는 처리 5일후에도 균이 분리 되지 않은 것으로 보아 온도의 영향이 크게 작용함을 나타 내었다.

따라서 양배추 시들음병균(萎黃病菌)은 35℃ 온도에서 시간이 지속될수록 균 밀도가 감소 하는 것으로 나타나 平野 等(1996)의 보고와 일치하였으며, 이것은 일정한 온도 에서 조사된 결과 이므로 포장에서 병원균이 토양 깊이별 존재 형태는 깊이 25cm 까지도 분리 된다(福井 等, 1981 清水 等, 1986)고 하였으므로 재배 포장에서는 다소 차이가 있을것으로 사료된다.



Table 6. Changes in the density of *Fusarium oxysporum* according to date numbers for treatments temperature

Temperatures	Days	Density of <i>Fusarium oxysporum</i> ($\times 10^3$ /g soil)						
		Before treatments	After 5days	After 10days	After 15days	After 20days	After 25days	After 30days
Room temperature		150	154	86	115	116	168	110
35℃		150	19	11	12	7	0	0
40℃		150	0.6	0	0	0	0	0
45℃		150	0	0	0	0	0	0
50℃		150	0	0	0	0	0	0
55℃		150	0	0	0	0	0	0

양배추 시들음병(萎黃病)병징과 진단은 정식후 포기 한쪽편 잎이 하엽부터 황변하며 1매의 잎에서는 주맥(主脈)을 중심으로 한쪽부터 황변하는 것이 많고 발병부 쪽의 소엽맥(小葉脈)은 황색으로 누렇게 변하며, 발병잎은 발병 후 엽신(葉身)의 생육이 정지되어 기형이 되고 더욱진전 되면 포기 전체의 잎이 황변 하면서 서서히 탈락하여 고사하것으로 하였다.

Table 7. Infection ratio by soil solar setrilization (%)

Variety	Treat ²									
	PE	MP	DP	SP	WP	TP	BP	CT	Ave.	
Shikidori	47.2	16.6	5.5	8.3	41.6	25.0	50.0	72.2	33.3	
Woochi	22.2	13.9	2.7	16.6	16.6	2.7	36.1	66.7	22.1	
BanchuR.	41.6	36.8	8.3	25.0	50.0	36.1	47.2	52.8	37.2	
Woozin	0	2.7	0	0	13.9	2.6	0	30.6	6.2	
Naehan.	0	8.3	0	2.7	2.7	0	13.9	19.4	5.8	
YR-Kog.	0	8.3	0	0	8.3	2.7	0	5.6	3.1	
Aver.	37.9	14.4	2.7	8.7	22.1	11.5	24.5	41.2		
Treat(A)										*** ³
Variety(B)										***
(A)×(B)										ns

²See Table 4 for the explanation of treatments.

³F-value.

Data were average of 12plants invesgated

표 7의 양배추 시들음병(萎黃病)이병율의 조사 기간은 9월중순부터 10월 중순이었으나 시들음병의 발현(發現)은 9월하순 부터 10월상순 까지 급증 하나 그이후는 더 이상 이병율의 증가 되지 아니 하여 9월상순에 정식한 양배추의 경우 *Fusarium oxysporum*의 식물체내 잠복기간은 15 ~ 20일 정도로 추정되었고, 품종별 이병율의 유의차는 고도로 유의하여 YR호월이 3.1%였으나 만주는 37.2%였고, 우진, 내한대어소, YR호월은 이병율이 6.2% 미만으로 시들음병(萎黃病)에 강한 것으로 조사되었다 (그림 2).

처리별 이병율의 유의차도 고도로 유의하여 Dazomet 처리후 P.E 필름멀구 2.7%, 청예수수 시용후 P.E 필름멀칭구 8.7%였으나 대조구는 41.2%였다. 처리구별 이병율은 Dazomet 처리후 P.E 필름멀칭구 < 청예수수 시용후 P.E 필름멀칭구 < P.E 필름멀칭후 터널구 < 퇴비시용후 P.E 필름멀칭구 < 목초액 처리후 P.E 필름멀칭구 < *Bacillus subtilis* 처리후 P.E 필름멀칭구 < P.E 필름멀칭구 < 대조구의 순으로 높았다(그림 3). 그리고 처리와 품종간 상호관계는 무의하였다.

태양열 토양소독 처리전 토양내에 유기물을 넣고 멀칭 또는 멀칭과 터널을 설치하면 지온이 높아져 토양내 병원균의 밀도가 낮아져서 양배추 정식후 시들음병(萎黃病)이병율이 낮아지는 것으로 이는 小玉等(1976), 駒田(1980), 清水等(1986,1987), 平野(1996) 등의 보고와 같은 경향을 보였다.

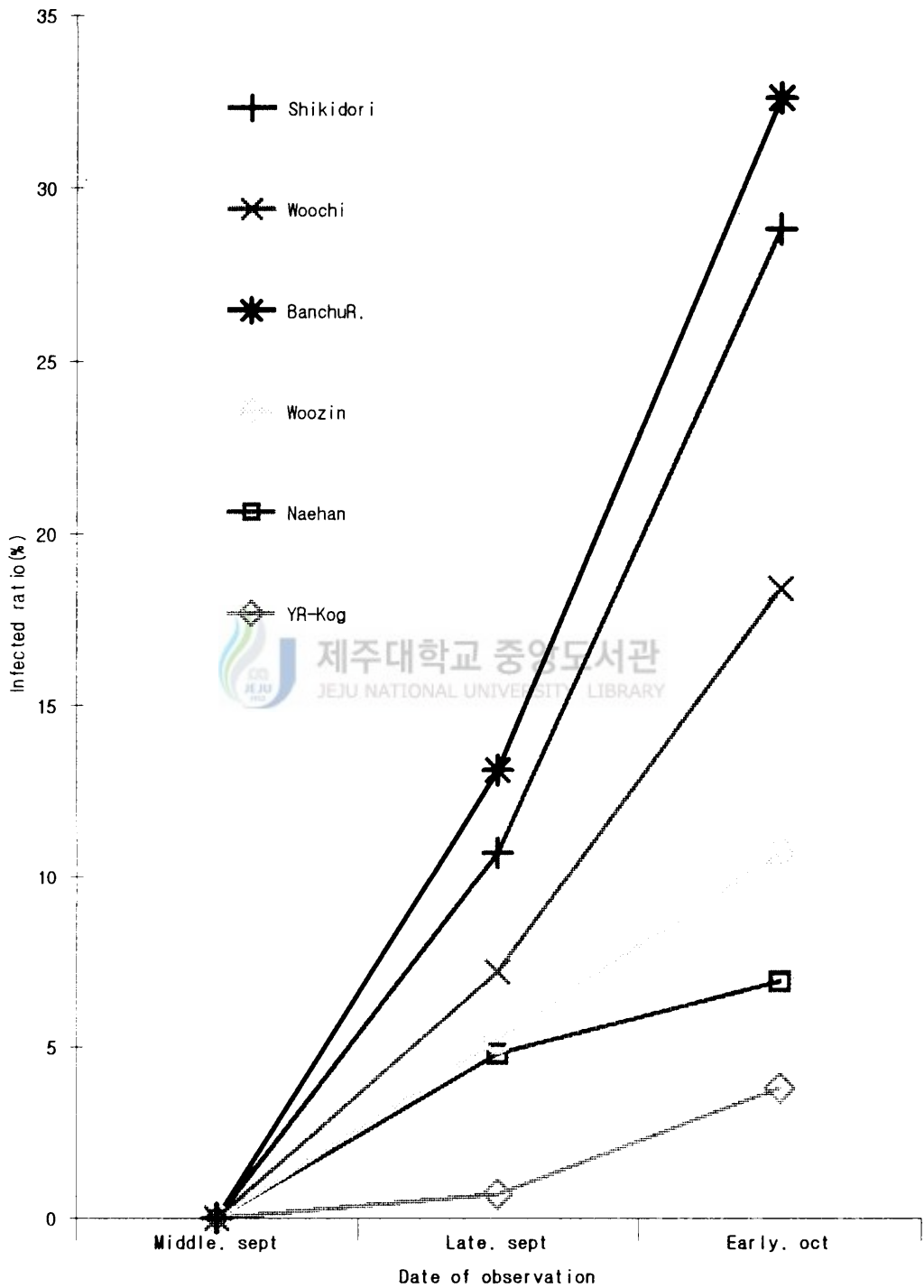


Fig. 2. Comparison of the infection ratio of *Fusarium oxysporum* according to the cultivated on the varieties be tested.

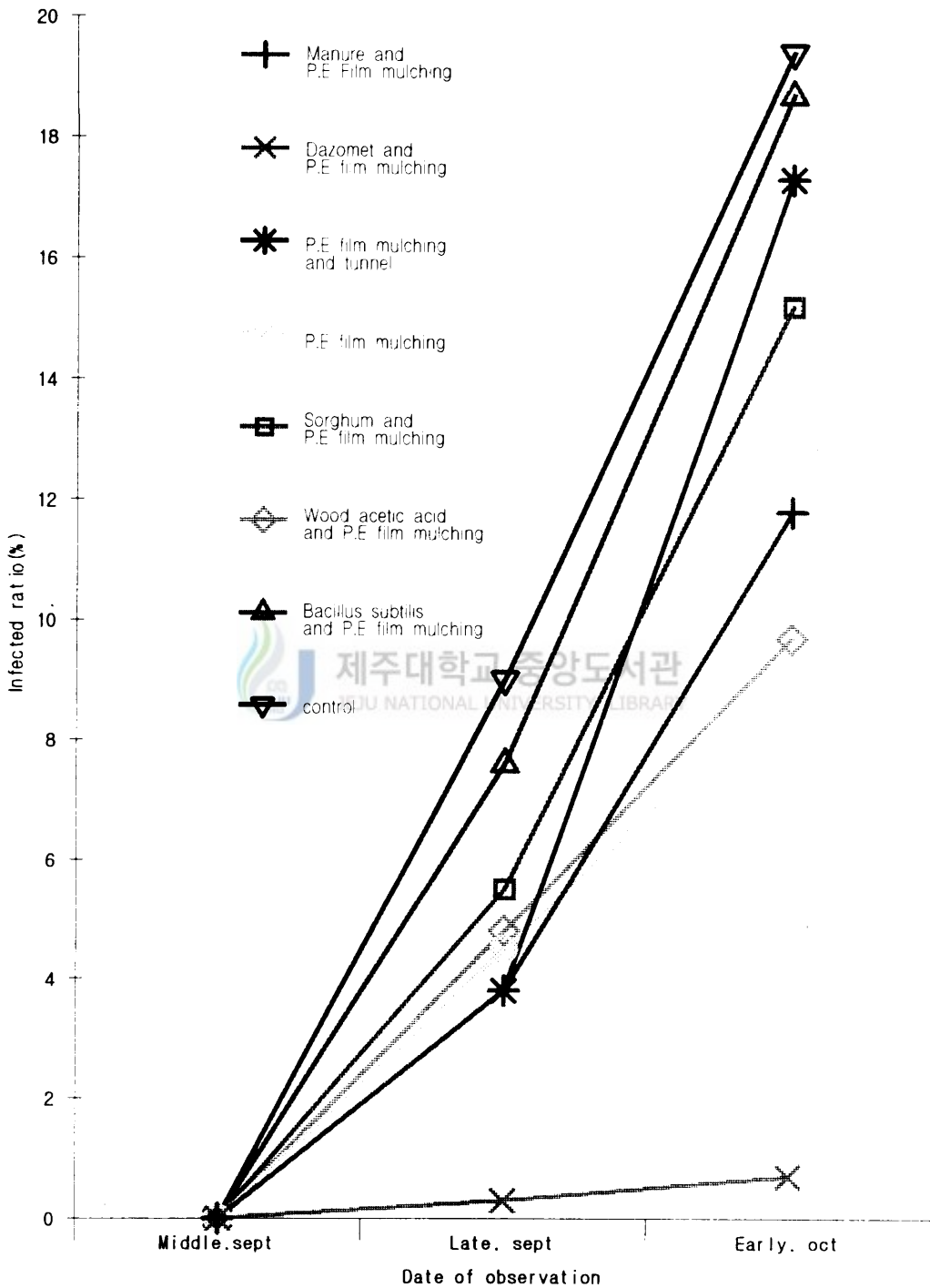


Fig. 3. The ratio of infected plants of *Fusarium oxysporum* as affected by treatment.

양배추 시들음병균(萎黄病菌) 감염후 이것이 원인이 되어 고사(枯死)되는 비율은 표 8과 같이 대조구는 77.5% 였으나 P.E 필름멀칭후 터널구는 19.2%로 낮았고, 품종별 고사(枯死)율은 YR호월은 80.0%로 높았으나 우진은 37.5%로 낮았고, 전체평균 고사(枯死)율은 51.9%였으나 고사(枯死)되지 않은 이병주도 생육이 부진하여 상품(商品)이 되지 못하였다.

Table 8. The mortality ratio of cabbage yellow in the fields of treatment plots (%)

Treatments ^z	Variety					YR-Kog.	Ave
	Shikidori	Woochi	Banchr.	Woozin	Naehan-deoeso		
PE	35.3	50.0	26.7	0.0	25.0	50.0	32.0
MP	33.3	60.0	69.2	25.0	100.0	61.8	61.8
DP	100.0	100.0	33.3	0.0	0.0	0.0	57.1
SP	100.0	100.0	55.6	0.0	33.3	0.0	60.1
WP	86.7	83.3	55.6	100.0	100.0	100.0	77.1
TP	0.0	0.0	23.1	100.0	0.0	100.0	19.2
BP	77.8	38.5	100.0	0.0	100.0	0.0	55.9
CT	76.9	79.2	68.4	72.7	100.0	100.0	77.5
Ave	52.1	70.4	44.3	37.5	64.7	80.0	51.9

^zSee Table 4 for the explanation of treatments.

試驗 2. 양배추 栽培試驗

토양의 화학성을 조사 하기 위하여 처리전에 시험포장내 5개소 에서 토양깊이 0 ~ 10cm까지의 시료를 채취하여 검정 하였고, 적정치와 비교한 결과 표 9와 같다.

토양 pH는 5.1로서 적정치 6 ~ 6.5 보다 매우 낮았고 유효 인산은 적정치 350 ~ 450(mg/kg)보다 다소 높은 583(mg/kg) 이었으며 칼슘은 적정치 6 ~ 7(me/kg) 보다 매우 낮은 2.8(me/kg) 이었다.

Table 9. Soil physio-chemical properties of this experimete field

Soil texture	pH(1:5)	O.M(%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex-Cations(me/kg)		
				K	Ca	Mg
Befor treat.	5.1	2.5	583	0.7	2.8	2.4
Average area	5.27	7.49	564	1.24	3.68	1.44
Standard	6~6.5	2~3	350~450	0.7~0.9	6~7	2~2.5

양배추 재배시험중 초장(草長)은 표 10에서와 같이 처리별 품종별로 조사 하였으며 유의차 검정결과 모두 고도로유의하였으며, 처리와 품종간 상호관계도 유의하여 품종별 초장은 만추가 33.3cm로 가장 작았고, 가장 큰 내한대어소는 38.3cm였다. 처리별 초장은 대조구가 30.2cm로 가장 작았고 Dazomet처리 후 P.E 필름멀칭구는 40.2cm로 가장 컸다.

Table 10. Comparison of cabbage height with varied treatment and various by soil solar sterilization. (cm)

Variety.	Treat ^z									
	PE	MP	DP	SP	WP	TP	BP	CT	Ave.	
Shikidori	35.8	39.8	41.0	38.0	34.5	33.8	41.6	23.5	36.0	
Woochi	36.2	38.8	41.4	35.8	34.8	34.1	39.3	33.5	36.7	
BanchuR.	32.2	38.0	38.7	32.8	33.6	32.6	37.6	25.2	33.3	
Woozin	35.2	35.4	37.7	34.8	33.3	33.2	37.4	32.2	34.9	
Naehan.	37.0	38.9	42.2	38.8	36.4	38.5	41.3	33.3	38.3	
YR-Kog.	34.6	38.3	40.6	35.9	35.4	34.7	39.9	33.6	36.6	
Ave.	35.1	38.2	40.2	36.0	34.4	39.5	34.6	30.2		
Treat(A)										*** ^y
Variety(B)										***
(A)×(B)										*

^zSee Table 4 for the explanation of treatments.

^yF-value.

양배추의 구중은 표 11과 같이 처리별 품종별유의차는 고도로유의하였고, 처리와 품종간 상호관계는 무의 하였다. 품종별 구중의 크기는 사계확이 2.1kg/포기로 작았고 가장 큰 품종은 우진으로 2.6kg/포기 였다. 처리별 구중의 크기는 대조구 2.0kg/포기 였으나 Bacills subtilis처리후 P.E 필름멀칭구와 Dazomet 처리후 P.E 필름멀칭구가 2.7kg/포기 으로 같았다.

Table 11. Comparison of cabbage head weight with varied treatment and various by soil sola sterilization (kg)

Variety	Treat ^z .									
	PE	MP	DP	SP	WP	TP	BP	CT	Ave.	
Shikidori.	1.9	2.2	2.3	2.1	1.9	1.6	2.6	2.2	2.1	
Woochi	2.6	2.5	3.2	2.3	2.3	2.1	2.7	1.9	2.4	
BanchuR.	1.7	2.5	2.8	2.3	1.7	2.2	2.7	1.8	2.2	
Woozin	2.7	2.5	2.7	2.6	2.4	2.5	2.8	2.3	2.6	
Naehan.	2.3	2.4	2.5 ^b	2.2	2.0	2.3	2.7	2.1	2.3	
YR-Kog.	2.7	2.9	2.8	2.7	2.5	2.4	2.7	1.7	2.5	
Ave.	2.3	2.5	2.7	2.4	2.2	2.1	2.7	2.0		
Treat(A)										*** ^y
Variety(B)										***
(A)×(B)										ns

^zSee Table 4 for the explanation of treatments.

^yF-value.

태양열 토양소독을 위해 P.E 필름멀칭을 실시 하였는데 이것을 제거하지 않고 양배추 묘를 정식하여 P.E 필름멀칭이 생육에 미치는 영향을 조사한 결과 초장은 표 12와 같이 P.E 필름멀칭처리 평균이 36cm로 대조구 30cm보다 120% 더크고 구중(球重)은 표 13과 같이 P.E 필름멀칭처리 평균이 포기당 2.4kg 으 로 대조구 포기당 2.02kg 보다 118%가 더 자라서 清水等(1987)의 양배추에 대 한 멀칭재배 효과와 일치 하였다.

열구율은 표 14에서와 같이 P.E 필름멀칭처리 평균이 39.1%로 대조구 19.4% 보다 배정도 높아 적기에 수확하여야 할 것으로 사료되었다.

Table 12. The effect of P.E film mulching on the height of cabbage various be tested.

Variety	Shikidori	Woochi	BanchuR.	Woozin	Naehan-deoeso	(cm)	
						YR-Kog.	Average
P.E film mulching	37.6	32.2	35.0	35.3	39.0	37.1	36.0
Control	23.4	33.6	25.2	32.2	33.0	32.6	30.0

Table 13. The effect of P.E film mulching on the weight of cabbage. various be tested

Vareity	Shikidori	Woochi	BanchuR.	Woozin	Naehan-deoeso	(kg)	
						YR-kog.	Average
P.E film mulching	2.18	2.22	2.32	2.69	2.38	2.71	2.40
Control	2.20	1.94	1.82	2.30	2.10	1.74	2.02

Table14. The ratio of head cracking of cabbage treated by P.E film mulching.

(%)

Variety	Shikidori	Woochi	BanchuR.	Woozin	Naehan-deoeso	YR-Kog.	Average
P.E film mulching	11.9	27.4	16.7	84.5	40.5	53.6	39.1
Control	0.0	0.0	8.3	50.0	25.0	33.3	19.4

V. 摘 要

태양열 토양소독에 의한 양배추 시들음병(萎黃病)의 발생을 억제 하기 위해서 연작지인 제주도 북제주군 한림읍 수원리에서 1997년 7월 19일부터 익년 2월 17일 까지 조사한 결과는 다음과 같다.

1. '97년 8월 5일부터 9월 5일까지 토양깊이 10cm의 최고지온의 평균은 대조구 32.9℃보다 PE 필름멀칭처리구가 5.5℃ 높았고, P.E 필름멀칭 후 터널구는 12.5℃가 높게 나타났다. 그리고 PE 필름멀칭 후 터널구의 깊이 10cm에서 40℃ 이상 경과된 날은 24일이었다.
2. 양배추 시들음병(萎黃病)을 일으키는 *Fusarium oxysporum*균의 밀도를 시기 별로 조사한 결과 지온이 높았던 P.E 필름멀칭 후 터널구에서 토양소독제인 Dazomet시용 후 P.E필름 멀칭구와 마찬가지로 처리후 병원균이 분리되지 않았다.
3. 양배추 시들음병(萎黃病)균은 실온에서는 기간이 경과하여도 분리정도에 큰 차이가 없었으나 35℃처리에서는 25일 이후 분리되지 않았고 40℃처리에서는 5일 후 약간 분리되었으나 그 후는 분리되지 않았다. 그리고 45℃이상의 고온에서는 전혀 분리되지 않았다.
4. 처리별 품종별 초장과 구중 모두 P.E 필름멀칭후 터널구와 Dazomet 시용 후 P.E 필름멀칭 처리구에서 생육이 좋았다.

5. 양배추 시들음병(萎黃病) 이병율은 Dazomet 사용후 P.E 필름멀칭리구에서 가장 낮았고 그 다음이 청예수수 사용후 P.E 필름멀칭처리구와 P.E 필름멀칭후 터널구가 낮았다.

6. P.E멀칭이 양배추 재배효과는 초장 과 구중은 대조구에 비해 120%정도 커 증수효과가 있으나 열구율은 P.E 필름멀칭구가 대조구에 비해 배정도 높아 결구후 적기에 수확 하여야 할것으로 판단된다.

VI. Appendix

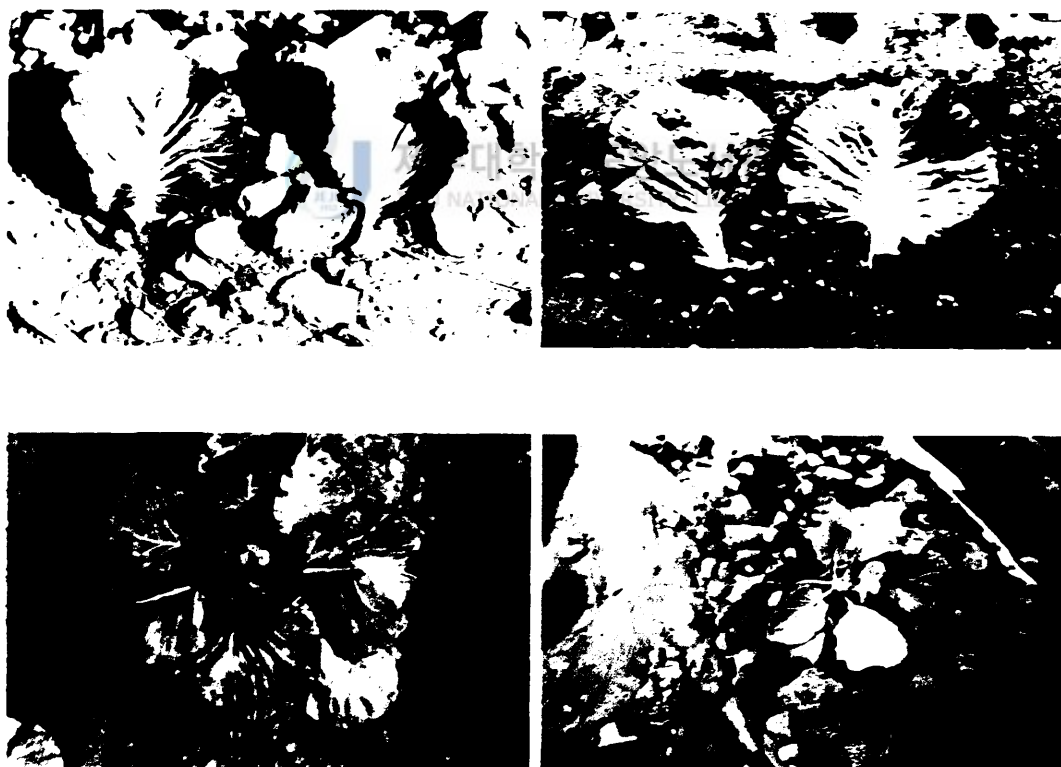


Fig. 1. The symptoms of cabbage leaves infected by *Fusarium oxysporum*.

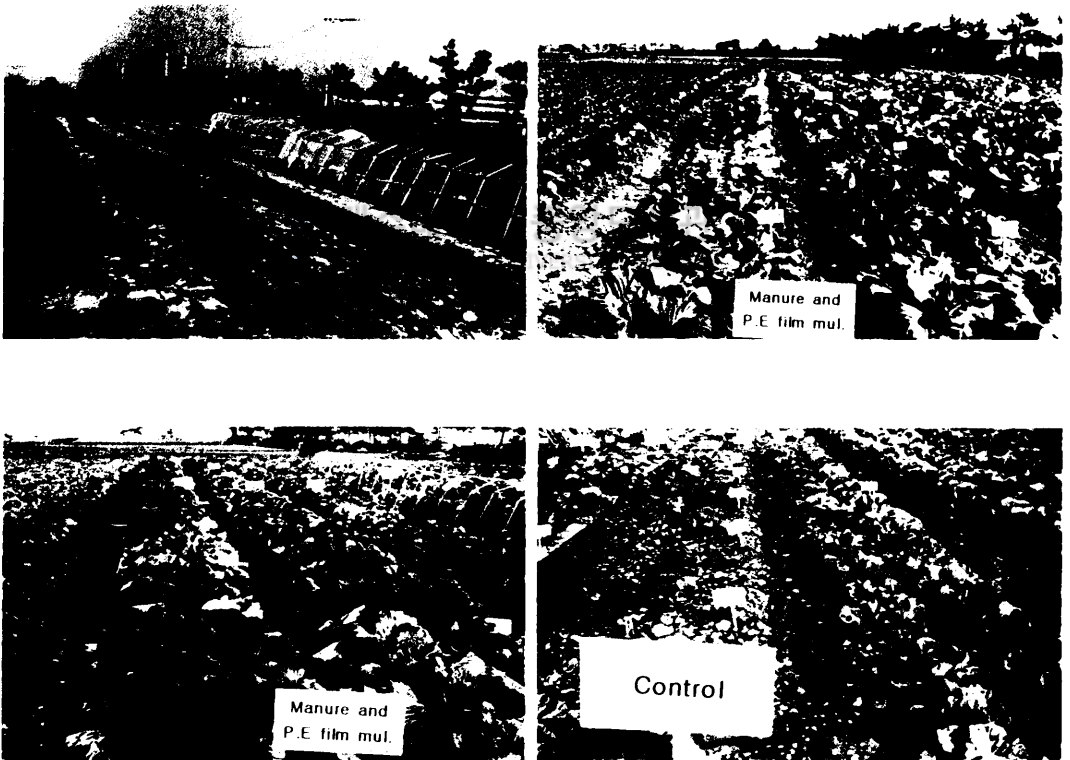


Fig. 2. The spectacle of experimented field.

VII. 參考文獻

- Elad, Y. Katan, J. and Chet, I. 1980. Physical, Biological, and Chemical Control Intergrated for Soilborne Diseases in Potatoes. *Phytopathology* 70:418~422.
- Grinstein, A. Elad, Y. Katan, J. and Chet, I. 1979. Control of *Sclerotium rolfsii* by Means of Herbicide and *Trichoderma Harzianum*. *Plant Disease Reporter* 63:823~826.
- Grinstein, A. Katan, J. and Abdul Razik, A. Zeydan, O. and Elad Y. 1979. Control of *Sclerotium rolfsii* and Weeds in Peanuts by Solar Heating of the Soil. *Plant Disease Reporter* 63:1056~1059.
- 小玉孝司・福井俊男. 1979. 太陽熱とハウス密閉処理による土壤消毒法について I. 土壤傳染性病原菌の死滅條件の設定ハウス密閉処理による土壤温度の變化. 奈良縣農業試験研究報告 10:71~82.
- 小玉孝司・福井俊男・中西喜徳. 1979. 太陽熱とハウス密閉処理による土壤消毒法について II. イチゴ萎黄病ほか土壤傳染性に對する土壤消毒效果と效果判定基準の設定. 奈良縣農業試験研究報告 10:83~92.
- 小玉孝司・福井俊男. 松本恭昌. 1980. 太陽熱とハウス密閉処理による土壤消毒法について III. ハウス密閉処理が土壤微生物數よびイチゴ萎黄病菌の行動に及ぼす影響. 奈良縣農業試験研究報告 11:41~52.
- 小玉孝司・福井俊男. 1982. イチゴ萎黄病に對する露地型太陽熱土壤消毒法の適用. 日本植物病理學會報 48(5):699~701.
- 小玉孝司・福井俊男. 1982. ハウス密閉処理による太陽熱土壤消毒法について V. 萎黄病防除に對する適用 日本植物病理學會報 38(5):570~577.
- 福井俊男・小玉孝司・中西喜徳. 1981. 太陽熱とハウス密閉處理土壤消毒法について

IV 露地型被覆処理による土壤伝染性病害虫に対する適用拡大. 奈良縣農業試験研究報告 12:109~119.

平野哲司・中込暉雄・瀧本雅章・大澤梅雄・金原義浩. 1996. 太陽熱消毒による濕地性カラ-疫病の防除. 愛知農總試研報 28:241~246.

猪坂律次. 1985. 太陽熱利用による露地の土壤病害虫対策. 今月の農業 29(4):108~109.

Katan, J. Fisher, G. and Grinstein, A. 1983. Short- and Long-Term Effects of Soil Solarization and Crop Sequence on Fusarium Wilt and Yield of Cotton in Israel. *Phytopathology* 73:1215~1219.

駒田日. 1975. *Fusarium oxysporum*の選擇分離培地とその利用. 植物防疫 29(4):125~130.

駒田旦・加藤喜重郎・吉野正義・戸崎正弘・米山伸吾・木暮幸幹夫・後藤昭. 1980. 太陽熱利用等による土壤病害虫防除対策,特に關東東山東海地域連絡試験を中心として. 太陽熱利用による土壤消毒に関する實證的研究. pp:135~146.

北田幹夫. 1997. 太陽熱土壤消毒による夏播きホンソウの安定栽培技術. 農業および園藝 72(2):295~298.

Moorman, G. W. 1982. The Influence of Black Plastic Mulching on Infection Rates of *Verticillium* Wilt and Yield of Eggplant. *Phytopathology* 72:1412~1414

宮本重信・小玉孝司. 1995. 太陽熱お利用した土壤消毒の開発普及. 農業技術 50(3):8~11.

野々山芳夫. 1996. 微生物活用技術の展開方向. 日本土壤肥料學雜誌 67(6):726~730.

나우현. 1990. 菜蔬의 病蟲害防除. 삼안출판사 pp:105~108.

Pullman, G. S. Devay, J. E. and Garber, R. H. 1981. Soil Solarization and Thermal Death : A Logarithmic Relationship Between Time and

Temperature for Four Soilborne Plant Pathogens. *Phytopathology* 71: 959~961.

Springer, J. K. and Johnston, S. A. 1982. Black Polyethylene Mulch and *Phytophthora* Blight of Pepper. *Plant Disease Reporter* 66:281~290.

清水寛二. 1987. 太陽熱消毒と薬劑施用およびマルチ繼續栽培の組み合わせによる露地野菜の土壤病害防除. *今月の農業*. pp:38~44.

清水寛二・川田和. 1986. 太陽熱利用による水田轉換畑露地野菜の土壤病害防除に関する研究(第1報). *滋賀縣農業試験場研究報告* 27:47~56.

清水寛二・鈴木郎治・高土祥助・川田和. 1987. 太陽熱利用による水田轉換畑露地野菜の土壤病害防除に関する研究(第2報). *滋賀縣農業試験場研究報告* 28:7~21.

清水寛二・鈴木郎治・高土祥助・川田和. 1987. 太陽熱利用による水田轉換畑露地野菜の土壤病害防除に関する研究(第3報). *滋賀縣農業試験場研究報告* 28:23~30.

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 아낌없는 지도와 격려를 하여주신 장전익 교수님께 진심으로 감사드리며 심사를 해주신 박용봉 교수님, 소인섭 교수님과 평소 가르침을 주시고 이끌어 주신 백자훈 교수님, 한해룡 교수님, 문두길 교수님께 감사드립니다.

본 연구중 견 분리와 동정을 위해 애써주신 농업과학기술원 양성석 박사님, 포장에서 조사를 같이 해준 고보성 지도사, 통계처리와 편집을 도와준 강석범, 송혜숙 학우와 김태구 박사님, 또한 오래전에 저를 가르쳐 주신 조부길 선생님, 고등욱 선생님 그외 주위에서 도와주신 많은 동료, 형제자매, 친족분들께 감사드립니다.

그리고 항상 마음의 의지가 되어주시는 아버님, 어머님, 사랑하는 아내 박미희, 아들 현식, 응식에게 이 작은 결실을 전하고자 합니다.