

太陽熱利用による水田転換畑露地野菜の土壌病害防除に関する研究

誌名	滋賀県農業試験場研究報告
ISSN	0388855X
巻/号	27
掲載ページ	p. 47-56
発行年月	1986年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



太陽熱利用による水田転換畑露地野菜 の土壤病害防除に関する研究(第1報)

二重トンネル被覆によるフザリ ウム病及び根こぶ病の防除効果

清水寛二・川田 和

Study of Solar Heating with Plastic-Film
Mulching in the Out-Door Field for
Control of Soilborne Disease of Vegetables
(1) Effect of Control on Fusarium Wilt and
Clubroot by Double Tunnel Mulched with
Plastic-Film

Kanji SHIMIZU and Hitoshi KAWATA

露地の太陽熱利用による土壤消毒では土壤の深層部の消毒が不可能であり、深い部分に分布する病原菌による病害には効果が期待できない。そこで、フザリウム病や根こぶ病に対する防除効果を高めるため、うね立て後に透明ビニルやポリエチレンフィルムで、一重に被覆した上に幌骨をはり、同フィルムでトンネル状に二重に被覆し、真夏の約一か月間土壤消毒した。

その結果、試験を行った4か年とも二重被覆は、一重被覆に比べ高地温が得られた。そして、深さ20cm下の最高地温は42~52℃であり、消毒有効地温(40℃以上)の継続時間も33~823.7時間得られた。高温年の場合でも一重被覆は深さ10cmまでの消毒が限度であったが、二重被覆では深さ20cmまでの消毒が可能であった。また、消毒に要する期間も二重被覆の方が短く、10cm下では10日、20cm下では20~30日となった。

ほ場におけるホウレンソウ萎ちょう病、キュウリつる割病、ダイコン萎黄病、カブ根こぶ病、ハクサイ根こぶ病、キャベツ根こぶ病に対する二重被覆の発病軽減効果は一重被覆や慣行の薬剤防除区に比べて高く、増収効果あるいは品質向上効果も認められ、低温年でも薬剤防除区と同等の収量を得た。しかし、二重被覆は一重被覆に比べ労力と費用を多く必要とし、大面積ほ場への適用は困難と考えられるが、小面積のは場や仮植床などの土壤消毒法として実用可能と考えられる。

I 緒 言

滋賀県下の露地野菜の産地では長年にわたる連作により、各種の土壤病害が多発し、そのため菌密度が高まり、薬剤による防除が困難となつてきている。このことは、産地維持上の大問題となつている。

従来より土壤病害の防除には、抵抗性品種の導入や田畑輪換、作期の移動などによる耕種的防除法あるいは

臭化メチル、クロルピクリン、D-Dなどの土壤くん蒸剤やPCNB剤などの薬剤による土壤消毒が行われてきた。しかし、施設に比べ露地畑の土壤消毒では作付面積が大きいためことや作物の経済性の低いことから、これらの実施が困難であった。

そこで、奈良農試で開発されたハウス密閉処理による太陽熱利用による消毒法を露地にも適用し、水田転換畑露地野菜の土壤病害防除技術を確立するため、昭

* 本報告は昭和57年度及び59年度の日本植物病理学会で発表した。

和56年から和歌山、滋賀、兵庫の3県の農業試験場が中核研究として共同研究を実施してきた。

著者らはアブラナ科野菜の根こぶ病や各種作物のフザリウム病などの土壤病害を対象として研究をすすめてきたが、これらの病原菌は土壌の深層部にも分布するため消毒が不完全であり、年次によって効果が不安定であった。そこで太陽熱利用による露地の消毒効果をより高めるために以下の試験を行った。

その結果、フザリウム病やアブラナ科野菜の根こぶ病に対する防除効果は一重被覆や慣行の薬剤防除に比べ高く、増収効果も認められ、実用可能と考えられたのでその概要を報告する。

本研究を実施するに当たり、当场病理昆虫係高士祥助主査、鈴木良治技師、作物栄養係大橋恭一主査、岡本将宏技師には多大の御援助をいただいた。また、八日市市小脇町宿、植木佐一郎氏には4年間にわたって試験ほ場を提供していただいた。農林水産省中国農業試験場病害第二研究室及び同省野菜試験場病害第二研究室の担当技官からは有益なる御助言を賜った。ここにあわせて記し、感謝の意を表する。

II 実験材料及び方法

1. 試験場所及び対象病害

- 1) フザリウム病：ホウレンソウ萎ちょう病、キュウリつる割病、ダイコン萎黄病は昭和56～59年に浦生郡安土町大中の滋賀県農業試験場内（細粒グライ土SCL）で実施した。
- 2) 根こぶ病：カブ根こぶ病は56～59年に八日市市小脇町宿の現地農家は場、（表層腐植質黒ボク土CL）57年には犬上郡甲良町北落（礫質褐色低地土L）、高島郡新旭町北畑（細粒灰色低地土灰褐色系CL）の現地農家は場で実施した。ハクサイ、キャベツの根こぶ病は59年に八日市市小脇町宿の現地農家は場で実施した。

2. 被覆方法

- 1) 一重被覆 昭和56～59年同場内および八日市市の試験ほ場において、耕耘、うね立て後に巾140cm、高さ20～25cmの畝を立て（写真1）、厚さ0.05mmの透明ビニルまたはポリエチレンフィルムで一重に被覆した。その後、約半日、灌水し、自然落水した。
- 2) 二重被覆 二重被覆区は一重被覆後にさらに長さ230cmの梶骨をはり、同フィルムでトンネル状に被覆した。被覆期間は表1に示した。

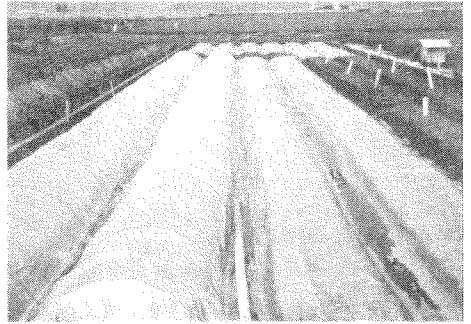


写真1 二重トンネル被覆によるフザリウム病の防除試験（場内57年）

57年の高島郡新旭町北畑の水田転換畑では7月19日～9月1日まで被覆し、犬上郡甲良町北落の既成畑では7月13日～9月3日まで被覆した。八日市市の根こぶ病ほ場では効果を比較するために、石灰窒素100kg/10a、乾燥牛糞3t/10aを施用する区をも設けた。同場内のフザリウム病ほ場では石灰窒素100kg/10aを施用する区を設けた。

3. 供試品種

ホウレンソウ：平安日吉丸法蓮草、キュウリ：地這キュウリ、ダイコン：青首宮重大長大根、カブ：早生大カブ（大カブ）、耐病ひかりかぶ（小カブ）、日野菜、ハクサイ：無双、キャベツ：さざなみ

4. 供試菌の接種方法

フザリウム病は各土壌フスマ培養菌を0.9～1ℓ/m²接種後、くわで深さ20cmまでよく混和し、10⁶/g・乾土の菌密度とした。

根こぶ病は前年に多発ほ場（10⁶～10⁷/g・乾土の菌密度）

5. 消毒後の播種及び定植の方法と施肥方法

消毒後は被覆資材を除去し、畝の表面を浅くくわで打ち、元肥としてB入り8.6.8を80kg/10a混和し、キャベツは定植し、その他は直播した。播種及び定植後は数日間灌水した。なお、石灰窒素の100kg/10a、乾燥牛糞の3t/10a施用区では、元肥無施用とした。追肥は播種30日後と45日後に燐硝安加里を各40kg/10a施用した。栽植密度は1畝2条の40cm間隔とした。

6. 地温、日射量等の測定方法

同場内及び八日市市における太陽熱処理期間中の地温は銅、コンスタンタン電熱対を深さ5.10.20cm下に埋め、自記記録計（横河ER-187）で測定し

た。日射量 (57~59年) は自記日照計 (ネオ日射計 MS-42型英弘精機製) で場内で測定した。56年はペラニ日射計を使用した。最高気温や日照時間は場内の気象観測資料を使用した。

7. 調査方法

試験ほ場では太陽熱処理開始後10日毎に処理終了時まで深さ10cmと20cmから層別に土壌を採集した。これを直径10.5cmのポリ鉢4個につめ、各供試作物を1鉢当りフザリウム病は数粒、根こぶ病は10粒播種し、約1か月間ガラス室内で栽培したのち、発病率を調査した。なお、フザリウム病の場合は駒田培地を用いて平板希釈法により、各病原菌数の推移を処理開始後10日毎に処理終了時まで調べた。ほ場では両病害とも間引時と収穫時に発病株率や発病度を調査した。また収穫時に上物株率、6㎡当りの上物収量を調べた。

8. 試験の規模、区制

1区6㎡ 2連制

III 試験結果

1. 気象要因と地温上昇の関係

八日市市と滋賀県農業試験場内の4か年の気象の平均値を表1に示した。昭和58年と59年は気温も高く、日射量、日照時間も多く高温年であった。しかし、57年は気温が低く、降水量も多く、日射量、日照時間が少なく低温年であった。56年はその中間型の気象に経過した。

表1 年次別の処理期間と一般気象との関係

年次	場所	被覆期間	被覆日数	一般気象の平均値			
				最高気温 ℃	日射量 cal	日照時間 h	降雨量 (計)mm
56*	場内	7/31~ 8/26	27日	29.4	268.6	6.1	87.6
	八日市	7/29~ 8/26	29	29.6	267.8	6.2	89.7
57**	場内	7/16~ 8/26	42	28.6	336.2	4.2	536.5
	八日市	7/9~ 8/31	54	28.6	344.1	4.4	588.6
58**	場内	7/11~ 8/24	45	30.4	568.7	5.1	263.1
	八日市	7/7~ 8/28	53	30.2	574.8	5.2	263.9
59*	場内	7/5~ 8/21	48	30.3	412.1	6.2	146.1
	八日市	7/6~ 8/26	52	30.8	406.2	6.1	149.8

* 56, 59年は厚さ0.05mmの透明ビニルで一重、二重とも被覆

** 57, 58年は厚さ0.075mmの透明ビニルで一重に、その上を0.05mmのポリエチレンフィルムで二重に被覆

処理期間中の地温は4か年を通じ、7月6半旬~8月3半旬の間が最も高く経過した。二重被覆区の処理期間中の最高地温は表2に示したように、深さ10cm下では48.5~58.8℃、20cm下では42~52℃であり、一重被覆の41~52.5℃、36~45.5℃に比べ数度以上も高かった。

処理期間中の消毒有効地温(40℃以上)の継続時間数は二重被覆の場合、表3に示したように、深さ10cm下では200.5~842.4時間、20cm下では33~823.7時間得られ、一重被覆の6~333.4時間、0~215.7時間に比べ著しく多く、高温年では深さ20cm部分まで消毒有効温度に達した。しかし、57年は低温年の上に7~8月の長雨により、同場内および八日市市の両ほ場とも畝間に滞水したため、深さ20cmでは地温の上昇が悪く、消毒有効地温の継続時間数は33~106.5時間と少なく、消毒効果は十分でなかった。しかし、10cm下では約200時間得られ十分であった。

これに対し、一重被覆では高温年の58, 59年は深さ10cmの消毒有効地温の継続時間数は220.3~333.4時間得られたが、20cm下では29.5~215.7時間しか得られず不十分であった。57年の低温年では10cm下でも6~25.5時間しか得られず消毒は不十分であった。

一方、現地試験の最高地温は表4に示したように、新旭町が深さ10cm下では二重が49.7℃(一重は45℃)20cm下では43℃(33℃)であり、甲良町が10cm下で53℃(49.5℃)、15cm下で47℃(41℃)であり、二重被覆の方が3.5~10℃高かった。(表1. 2. 3. 4)

表2 処理期間中の深さ別最高地温 ℃

試験場所	深さ	56年		57年		58年		59年	
		二重	一重	二重	一重	二重	一重	二重	一重
安土町大中(場内)	10 cm	56.5	50.0	48.5	41.0	55.0	46.8	55.0	52.5
	20	50.0	41.0	44.0	37.0	48.6	42.0	51.0	45.5
八日市市小脇町宿	10	56.5	50.0	50.0	42.0	58.8	47.5	58.0	51.0
	20	50.0	41.0	42.0	36.0	51.5	41.3	52.0	45.0

表3 処理期間中の深さ別消毒有効地温(40℃以上)の継続時間 h

試験場所	深さ	56年		57年		58年		59年	
		二重	一重	二重	一重	二重	一重	二重	一重
安土町大中(場内)	10	-	97.4	200.5	6.0	463.1	220.3	423.8	333.4
	20	-	8.5	106.5	0	360.0	46.8	612.8	215.7
八日市市小脇町宿	10	-	71.5	208.5	25.5	590.7	235.1	842.4	331.5
	20	-	0	33	0	590.7	29.5	823.7	135.8

表4 処理期間中の最高地温(℃)

試験場所	10cm		20cm	
	二重	一重	二重	一重
新旭町北畑 a	49.7	45.0	43.0	33.0
甲良町北落 b	53.0	49.5	(47.0)	(41.0)

被覆期間 a: 57年7月19日~9月1日、
b: 7月13日~9月3日

()は15cmの最高地温

2. 深さ別病原菌数の推移と発病の推移

1) フザリウム病

ホウレンソウ萎ちょう病、キュウリつる割病、ダイコン萎黄病接種は場で、深さ10、20cm下の層から処理後10日毎に採土し、各病原菌数の推移を調査した。その結果、二重被覆の場合、図1~3に示したように、深さ10cm下では処理10日後に検出されなくなった。20cm下では処理後も検出されたが、処理前の菌量に比べ1/10~1/20に減少した。

また、病土を10日毎に採土し、直径10.5cmのポリ鉢4個につめ、1鉢当たり数粒ずつホウレンソウ、キュウリ、ダイコンを播種し約1か月後に発病を調べた。その結果、二重被覆の場合、図4~6に示したように深さ10cm下では処理10日後に、20cm下では20~30日後に発病がみられなくなった。

これに対し、一重被覆は10cm下では処理30日後に発病がみられなくなったが、20cmでは処理終了後も発病がみられた。(図1~3、図4~6)

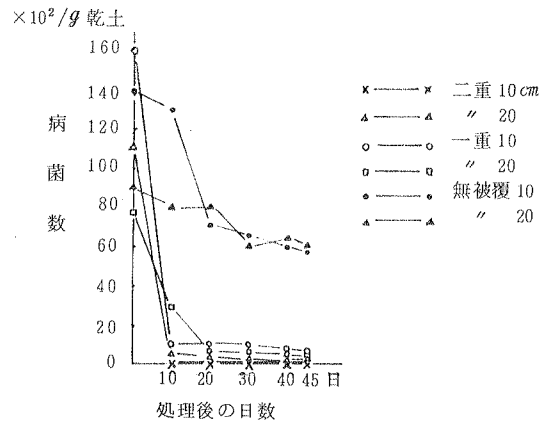


図1 ホウレンソウ萎ちょう病菌の密度の推移(58年)

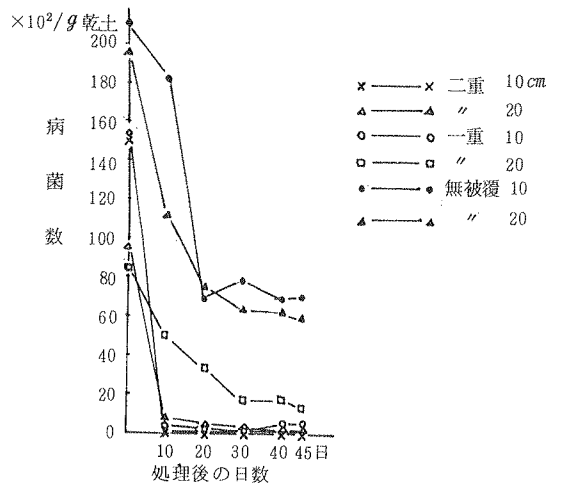


図2 キュウリつる割病菌の密度の推移(58年)

×10⁹乾土

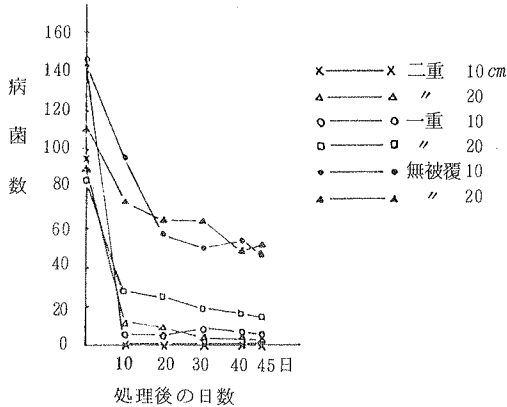


図3 ダイコン萎黄病菌の密度の推移(58年)

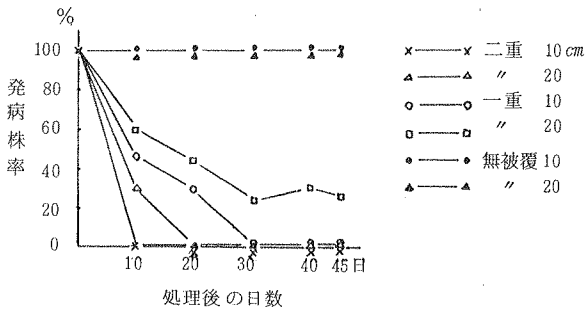


図4 ホウレンソウ萎ちょう病の発病の推移(58年)

2) 根こぶ病

アブラナ科野菜の根こぶ病の場合も同様に各現地は場から、処理後10日毎に採土し、これをポリ鉢4個につめ、1鉢当り10粒早生大カブを播種し、1か月後に発病を調べた。その結果、58、59年の高温年の二重被覆では図7に示したように、深さ10cm下では処理20~30日後に、20cm下では40日後にそれぞれ発病がみられなくなった。

しかし、低温年の57年では二重被覆でも図8に示したように、10cm下、20cm下ともに処理後も発病がみられたが、発病度は処理前に比べ大巾に減少した。

これに対し、一重被覆では58、59年の高温年の場合図7に示したように10cm下では処理40日後に発病がみられなくなった。しかし、深さ20cm下では処理終了後も発病がみられたが、発病度は処理前の約1/2に減少した。なお、低温年の57年は一重の場合、図8に示したように10cm下、20cm下とも処理終了後も発病したが、10cm下では発病度は処理前の1/3とな

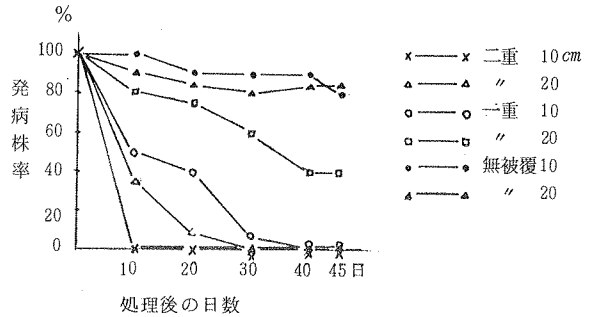


図5 キュウリつる割病の発病の推移(58年)

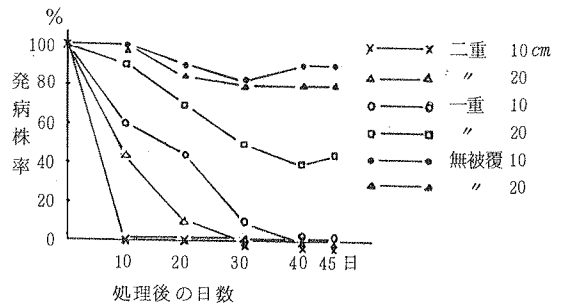


図6 ダイコン萎黄病の発病の推移(58年)

ったが、20cm下では処理前と変わらず効果がみられなかった。(図7、8)

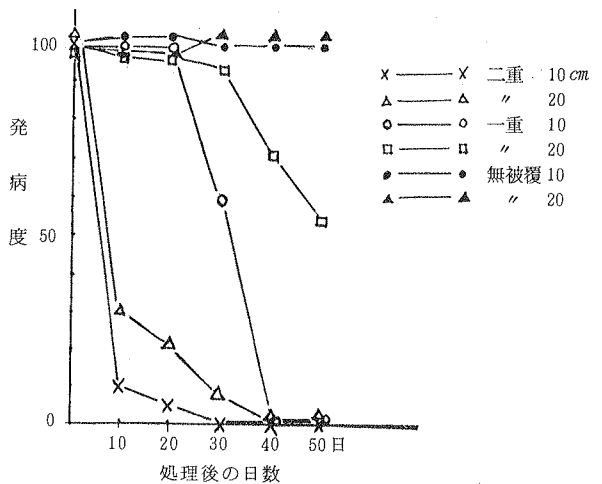


図7 高温年におけるカブ根こぶ病の発病度の推移(58年)

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{発病程度別株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$$

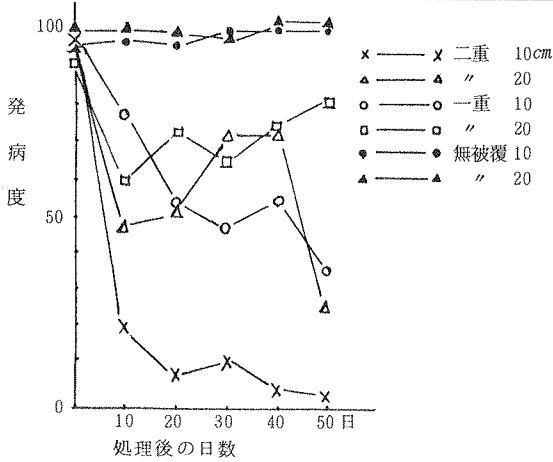


図8 冷夏年におけるカブ根こぶ病の発病度の推移 (57年)

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{発病程度別株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$$

3. フザリウム病に対する防除効果

1) ホウレンソウ萎ちょう病

57、58、59、の3か年を通じて、二重被覆の発病株率および根の道管褐変率は表5に示したように、一重被覆に比べて少なく、6㎡当りの収量は多く、高い防除効果が認められた。57年は表8に示したように石灰窒素100kg/10aの併用効果を検討したが、無施用に比べ発病はやや減少したが、収量には差がみられず効果は判然としなかった。(表5)

2) キュウリつる割病

57、58、59年の3か年を通じて、二重被覆の発病

株率および茎の道管褐変率は表6に示したように、一重被覆に比べて著しく少なく、1/3~1/6となった。6㎡当りの収量も一重被覆の約2倍となり、高い防除効果が認められた。57年は石灰窒素100kg/10aの併用効果を検討したが、表8に示したように、発病、収量とも無施用と変わらず、本病の場合も石灰窒素の消毒助長効果は明らかでなかった。(表6)

3) ダイコン萎黄病

56、57、58、59年の4か年を通じ、二重被覆の発病株率および根の道管褐変率は表7に示したように、一重被覆に比べて少なく、6㎡当りの収量は約2倍と多く、高い防除効果が認められた。57年には石灰窒素100kg/10aの併用効果を検討したが、表8に示したように、発病、収量とも無施用と変わらず、消毒助長効果は明らかでなかった。

以上の結果、キュウリつる割病あるいは、ダイコン萎黄病などのフザリウム病では、病原菌は深層部まで分布するので一重被覆では防除が困難であるが、二重被覆では深さ20cmまで消毒されるのでこれらの病原菌に対しても高い防除効果が認められた。

しかし、ホウレンソウ萎ちょう病では、収穫までの期間が約30日間と短いため、たとえ生育中~後期に感染発病しても減収することは少ないので、一重被覆でも十分実用効果が認められた。なお、試験を行ったフザリウム病に対する石灰窒素100kg/10aの消毒助長効果はいずれも明らかでなかった。(表7、8)

表5 ホウレンソウ萎ちょう病に対する二重被覆の防除効果

区別	発病株率(%)				道管褐変率(%)				6㎡当り上物収量(kg)			
	56年	57年	58年	59年	56年	57年	58年	59年	56年	57年	58年	59年
二重被覆	—	2.2	0.0	0	—	17.1	29.0	0	—	18.0	11.2	13.0
一重 "	5.8	4.8	8.5	5.2	24.3	43.3	86.6	14.1	15.9	12.7	6.1	10.9
慣行(薬剤) a	—	—	—	6.8	—	—	—	51.8	—	—	—	9.1
無処理	100	19.1	83.9	87.0	100	86.9	100	100	3.3	7.1	1.3	0.7

a バスアミド微粒剤30kg/10aをうね立て直後に土壌混和

表6 キュウリつる割病に対する二重被覆の防除効果

区別	発病株率(%)				道管褐変率(%)				6㎡当り上物収量(kg)			
	56年	57年	58年	59年	56年	57年	58年	59年	56年	57年	58年	59年
二重被覆	—	4.0	0	0	—	43.0	13.7	32.0	—	14.8	13.8	14.7
一重 "	12.8	13.6	7.4	16.7	76.9	75.0	70.6	81.1	0.8	6.1	9.0	7.2
慣行(薬剤) a	—	—	13.5	19.6	—	—	96.7	100	—	—	8.0	2.0
無処理	66.7	56.7	22.9	87.1	100	100	100	100	0	1.4	5.5	0.9

a 58年はガスタード微粒剤20kg/10a、59年はバスアミド微粒剤30kg/10a

表7 ダイコン萎黄病に対する二重被覆の防除効果

区 別	発病株率(%)				道管褐変率(%)				6 m ² 当り上物収量(kg)			
	56年	57年	58年	59年	56年	57年	58年	59年	56年	57年	58年	59年
二重被覆	16.7	6.9	1.1	1.7	26.7	13.8	69.0	10.9	25.6	53.3	26.8	52.0
一重 "	33.2	52.7	15.4	19.2	72.0	64.8	74.5	50.0	8.2	15.4	13.3	28.6
慣行(薬剤) a	—	—	42.8	50.0	—	—	73.9	87.9	—	—	1.9	8.5
無処理	97.5	81.2	100	100	84.0	88.2	100	100	3.1	5.0	0	0

a 58年はガスタード微粒剤 20kg/10a 59年はドロクロール 30ℓ/10a

表8 フザリウム病に対する石灰窒素の施用による消毒助長効果

病 名	区 別	発病株率(%)		道管褐変率(%)		6 m ² 当り上物収量(kg)	
		石灰窒素 ^a	無施用	石灰窒素 ^a	無施用	石灰窒素 ^a	無施用
ホウレンソウ萎ちょう病	二重	0.8	2.2	7.6	17.1	17.3	18.0
	一重	6.8	4.8	33.1	43.3	15.6	12.7
	無処理	20.5	19.1	79.9	86.9	12.9	7.4
キュウリつる割病	二重	3.2	4.0	40.7	43.0	13.1	14.8
	一重	20.0	13.6	89.4	75.0	4.5	6.1
	無処理	71.6	56.7	100	100	1.5	1.4
ダイコン萎黄病	二重	8.0	6.9	15.2	13.8	52.8	53.3
	一重	53.3	52.7	64.4	64.8	17.8	15.4
	無処理	77.8	81.2	84.0	88.2	6.7	5.0

a 石灰窒素 100kg/10a を 57年 7月16日にうね立て直後に施用

4. 根こぶ病に対する防除効果

1) カブ根こぶ病

早生大カブ根こぶ病については八日市市小脇で昭和56～59年の4年間、新旭町北畑では57年に現地試験した結果を表9、10に示した。いずれも二重被覆の発病度は一重被覆に比べ著しく少なく、上物株率あるいは上物収量は多くなった。

低温年で降水量の多かった57年度は八日市市小脇町のほ場では排水不良であったため一重被覆は収穫皆無であり、二重被覆の場合でも薬剤区と収量は変わらないものの発病度は多かった。(表9、10)

しかし、同じ年でも排水が良好であった新旭町北畑のほ場では、八日市市のような畝間の帯水はみられず、地温の上昇もよかったため、表10に示したように高い防除効果が認められた。

一方、日野菜根こぶ病については昭和57年に甲良町北落の既成畑で、小カブ根こぶ病については昭和59年に八日市市小脇町でそれぞれ試験した結果を表10、11に示した。いずれも二重被覆は一重被覆及び

薬剤施用に比べ高い防除効果が認められた。昭和58年に早生大カブ根こぶ病で消毒時の石灰窒素100kg/10a および乾燥牛糞3t/10aの併用効果を検討した結果、表12に示したように施用による消毒助長効果が認められた。(表11、12)

2) ハクサイ根こぶ病、キャベツ根こぶ病

昭和59年に八日市市小脇で試験した結果、ハクサイ及びキャベツ根こぶ病ともに二重被覆は表13に示したように一重被覆や薬剤区に比べ高い防除効果が認められた。(表13)

以上の結果、アブラナ科野菜の根こぶ病に対する二重被覆の防除効果は、一重被覆や薬剤区に比べ高かった。本病の場合、高温年では一重被覆でも実用的に十分な効果が認められたが、低温年でもうね間に帯水した八日市市の試験の場合、一重被覆では収穫皆無であった。こうした低温年であっても二重被覆は薬剤区と同等の収量が得られ、安定した防除効果が認められた。また、処理時の石灰窒素100kg/10a 施用による消毒助長効果が認められた。

表9 カブ根こぶ病に対する二重被覆の防除効果

区 別	発 病 株 率 (%)				発 病 度 b				6 m ² 当り 上 物 収 量 (kg)			
	56年	57年	58年	59年	56年	57年	58年	59年	56年	57年	58年	59年
二重被覆	21.1	100	19.4	4.4	14.1	70.2	6.5	1.9	40.6	19.9	31.5	63.8
一重 "	94.4	100	59.2	62.2	76.0	98.1	23.8	36.5	4.8	0	17.1	45.8
慣行(薬剤) ^a	80.0	90.6	100	75.8	50.0	55.3	88.1	49.2	17.2	20.8	2.3	20.7
無 処 理	100	100	100	100	100	100	100	98.8	0	0	0	1.3

a 56, 57年、PCNB粉 20kg/10a 58年はダコソイル粉剤 30kg/10a 59年はPCNB粉剤 30kg/10a を播種直前にうね全面施用し、土壌混和

b 発病度：
$$\frac{\sum (\text{発病程度別株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$$

指数 0：無発病 1：支根にのみ根こぶを形成 2：支根と主根の一部に根こぶを形成、3：支根と主根に根こぶを形成

表10 カブ根こぶ病に対する二重被覆の防除効果

場 所	区 別	発 病 株 率 (%)	発 病 度 b	6 m ² 当り 上 物 収 量 (kg)
新旭町北畑	二重被覆	7.1	2.4	66.4
	一重 "	26.6	10.4	58.0
	慣行(薬剤) ^a	31.7	17.2	43.5
	無 処 理	73.4	54.2	11.8
甲良町北落	二重被覆	0	0	24.6
	一重 "	9.5	7.9	24.7
	無 被 覆	100	100	0

a PCNB粉剤 20kg/10a 播種直前にうね全面施用 土壌混和

b 発病度：
$$\frac{\sum (\text{発病程度別株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$$

表11 小カブ根こぶ病に対する二重被覆の防除効果

	発 病 株 率 (%)	発 病 度	6 m ² 当りの 上 物 収 量 (kg)
二重被覆	1.9	0.6	17.0
一重 "	48.0	20.5	14.3
慣行(薬剤)	79.6	52.7	5.2
無 処 理	100	100	0

a 薬剤はPCNB粉剤 30kg/10a 播種直前にうね全面施用、土壌混和 耐病ひかりかぶ 59年8月27日播種

表12 カブ根こぶ病に対する石灰窒素、乾燥牛糞の施用による消毒助長効果

区 別	石 灰 窒 素 ^a	乾 燥 手 糞 ^b	発 病 株 率 (%)	発 病 度	6 m ² 当り 上 物 収 量 (kg)
二重被覆	○	○	3.9	1.3	28.4
	○	—	19.4	6.5	31.5
	—	—	21.8	8.7	25.7
一重 "	○	○	61.2	24.8	26.5
	○	—	59.2	23.8	17.1
	—	—	84.9	55.7	8.7
ダコソイル粉30kg	○	○	100	88.1	2.3
無 処 理	○	—	100	98.3	1.5
"	—	—	100	100	0

a 石灰窒素 100kg/10a b 乾燥牛糞 3 t/10a うね立て時に施用し土壌混和

58年8月29日早生大カブを播種

表13 ハクサイ、キャベツの根こぶ病に対する二重被覆の防除効果

	ハクサイ			キャベツ		
	発病株率%	発病度 ^b	6m ² 当り上物収量(kg)	発病株率%	発病度 ^b	6m ² 当り上物収量(kg)
二重被覆	7.8	3.7	71.8	9.7	5.1	70.3
一重 "	72.4	34.0	71.0	34.1	15.2	57.6
慣行(薬剤) ^a	98.6	52.3	55.3	100	42.9	30.4
無処理	100	91.7	11.8	100	97.0	6.2

a 薬剤はPCNB粉剤 30 kg/10a うね全面に施用、土壌混和
59年8月27日ハクサイは無双を播種、キャベツはさざなみを移植

b 発病度：
$$\frac{\sum (\text{発病程度別株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$$

IV 考 察

小玉ら³⁾(1982)によつて、イチゴ萎黄病に対するハウス密閉処理による太陽熱土壌消毒法が確立されて以来、多くの施設野菜で各種の土壤病害虫に対する防除試験が行われた。そして、その有効性が実証され、施設の土壌消毒法として現在では広く一般に適用されている。

一方、露地での太陽熱消毒に関してはKatanら²⁾(1976)によつて、イスラエルでVerticillium病をはじめとする各種の土壤病害の防除に有効であることが報告されている。その後、福井ら⁸⁾(1981)は多くの露地野菜の土壤病害虫を対象に1977~1979の3か年、太陽熱利用による防除試験を行い、大豆白絹病、ナス半身萎ちょう病、ホウレンソウ株腐病や土壌線虫に対し有効であることを報告している。しかし、イチゴ萎黄病菌は土壤中深く分布するので、ハウス密閉処理ほど効果は安定しない。そのためにイチゴの栽培後期に本病が再多発した例もあつたと述べている。また、家村ら¹⁾はレタスピッグベイン病に対し露地マルチの防除効果を認めた。その後、京都府ではスグキ根こぶ病、阿部ら¹⁰⁾(1978)はキャベツ根こぶ病で、米山ら¹⁰⁾(1979)はハクサイ黄化病で本方法を適用し発病軽減効果を認めた。しかし、加藤ら¹⁰⁾(1978)はダイコン萎黄病の場合、発病抑制効果は認められたものの、収穫時の発病は軽減できず防除効果はみられなかつたと報告した。

堀内ら⁹⁾(1982)もカブ根こぶ病で著者らと共同試験を行い発病軽減効果はみられるが、薬剤区に比べ防除効果は不十分であることを報告している。このように露地の太陽熱消毒の試験結果は病害虫の種類により、

また試験年次により効果に変動がみられ、不安定である。すなわち、露地の太陽熱消毒の場合、高温年であっても消毒の及ぶ範囲が深さ10cmまでで、20cmの深さになると消毒温度に達しないため、深い土層の消毒が不十分であり、フザリウム病などでは生育後半の発病を防止できない。

そこで著者ら^{5,6,7)}(1982)は露地太陽熱消毒の地温上昇をはかる一手段として、二重被覆方式による土壌消毒法を考案し、これによる防除試験をホウレンソウ萎ちょう病、キュウリつる割病、ダイコン萎黄病などのフザリウム病あるいはカブ、ハクサイ、キャベツなどの根こぶ病の高汚染場で実施し、その有効性を報告した。

本実験の結果、二重被覆では、深さ10~20cmの地温上昇はハウス密閉処理と変わらず、高温年では深さ20cmまでの土層の消毒が可能であつた。すなわち、土壤病害の消毒に有効とされる地温は40℃以上とされているが、カブ根こぶ病や各種フザリウム病菌の汚染土壌の消毒には、40℃以上の地温が最少限でも200時間以上必要である。二重被覆では深さ20cm下でも高温年の場合、消毒有効地温の継続時間数は58年は360~590.7時間、59年は612.8~823.7時間得られ、両年とも200時間をはるかに越えた。

一般に土壌病原菌の死滅温度は50℃~10分間とされているが、二重被覆の処理期間中の深さ20cmの最高地温は56年が50℃、58年が51.5℃、59年が52℃であり、この温度だけでも十分消毒が可能であつた。これらの結果、二重被覆は高温年では深さ20cm下でも消毒有効温度が十分確保できたため、深層部の消毒も可能であつた。しかし、昭和57年のような低温年で降水量も多く畝間に滞水したような場合、深さ10cmまでは消毒有

効温度を満し、消毒可能であったが、深さ20cm下では33~106.5時間しか得られず、最高地温も42~44℃と低く、この部分の消毒は不十分であった。しかし、ほ場での二重被覆の防除効果は57年の低温年においても、フザリウム病や根こぶ病に対し、慣行の薬剤施用区と同等に効果が高く、十分実用性があると考えられた。58、59年のような高温年では、これらの病害に対する二重被覆の効果は薬剤区より著しく優れ、安定した防除効果が認められた。また、処理時の石灰窒素100 kg/10aの併用効果はフザリウム病では認められなかったが、カブ根こぶ病では助長効果が認められた。

こうした、石灰窒素の施用による消毒助長効果は堀内ら(1982)はカブ根こぶ病で認めているが、小玉ら(1982)はイチゴ萎黄病では安定した効果のないことを報告している。著者らは別途試験を行い石灰窒素の助長効果のみられないフザリウム病に対しては処理時のダゾメット微粒剤20 kg/10aの消毒助長効果を認めているので、低温年に安定した効果を得るためには、更にこれらの併用効果について検討する必要がある。

以上、二重被覆法はフザリウム病と根こぶ病に対し有望な結果を得たが、本法は一重被覆に比べ、資材費と労力を多く要するので、大面積のほ場への適用は

困難と考えられる。しかし、比較的小規模のほ場あるいは苗床や仮植床などの消毒には十分実用性があると考えられる。

今後その他の病害虫について適用の可否を検討する必要がある。また、本実験はすべて真夏の7~8月に実施したが、それ以外の時期についても更に検討する必要がある。

引用文献

- 1) 家村浩海、中野昭信：関西病虫研報 22、59、1980。
- 2) KATAN, J., GREENBERGER, A., ALON, H. and GRINSTEIN, A.: *Phytopathology* 66、683-688、1976。
- 3) 小玉孝司、福井俊男：日植病報48、570-577、1982。
- 4) 、： " 48、699-701、1982。
- 5) 清水寛二、高士祥助、川田和： " 48、347-348、1982。
- 6) 、鈴木良治、川田和：関西病虫研報 29、50、1983。
- 7) 、：日植病報 49、1984。
- 8) 福井俊男、小玉孝司、中西喜徳：奈良農試研報12、109-119、1981。
- 9) 堀内誠三、堀真雄、高士祥助、清水寛二：中国農試研報 E 20:25-48、1982。
- 10) 農水省農研センター編：太陽熱利用による土壤消毒に関する実証的研究 121~134

Summary

During midsummer, Solar heating of out-door field soil with plastic-film double tunnel mulching produced significant raise of soil temperature. Maximum temperature in the mulched soil were 48.5~58.8 and 44.0~52 C at the depth of 10 and 20 cm, respectively. Population density of *Fusarium oxysporum* and Club root in the soil at 10-20 cm deep decreased within 30-40 days after treatment. Solar heating were experimented with *Fusarium* wilt of spinach, cucumber and Japanese radish or club-root of Japanese turnip, chinese cabbage and cabbage. Those disease incidence in the mulched field was Significantly reduced, in heavy infested soil and in more insolated summer.

Field experiments which were carried out in naturally infested those disease field for 4 years demonstrated that solar heating treatment should be applicable to control *Fusarium* wilt and clubroot.

It brought an increase in yield and good in quality of the plant.

Effect of combined treatment of plastic-film double tunnel mulching with application of calcium cyanamide on club-root disease incidence was high to that of mulching only.

But the effect of *Fusarium* wilt was not significant.