

## 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(3)

誌名	滋賀県農業試験場研究報告
ISSN	0388855X
著者	清水, 寛二 鈴木, 良治 高土, 祥助 川田, 和
巻/号	28号
掲載ページ	p. 23-30
発行年月	1987年3月

# 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 (第3報)

野菜の苗立枯病に対する太陽熱消毒の防除効果

清水寛二・鈴木良治・高土祥助・川田 和

Study of Solar Heating with Plastic-Film  
Mulching in the Out-Door Field for Control  
of Soilborne Disease of Vegetables

(3) Effect of Control on Damping-off of Vegetables  
Seedlings caused by Rhizoctonia solani IIIA and  
Pythium butleri

Kanji SHIMIZU, Yoshiharu SUZUKI, Syōsuke TAKASHI  
and Hitoshi KAWATA

## I 緒 言

苗立枯病は各種野菜の生育初期に起る土壌病害であり、Rhizoctonia solani 菌とPythium属菌が、その代表的な病原菌である。これらの病原菌自体は土中深くまで分布している。しかし、両菌とも地表下0～5 cmの土層の浅い部分での活動が活発であるので、地表から5～10cmまでの部分の土壌を消毒すれば、作物に大きな被害を与える生育初期の発病が実的に回避し得ると考えられる。そこで、これらの菌によるホウレンソウ、キュウリ、ダイコンの苗立枯病に対する露地太陽熱消毒の防除効果を昭和56年から4年間検討した。その結果、本消毒法はRhizoctonia solani IIIA型菌およびPythium butleri菌による野菜の苗立枯病に対し、高い防除効果が認められ、消毒期間も5～10日程度と短期間でよいことが実証されたので報告する。本研究を実施するに当り、当场作物栄養係大橋恭一主査、野菜係岡本将宏技師には多大の御援助をいただいた。また農林水産省中国農業試験場病害第二研究

室およ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。また供試菌のPythium butleriは大阪府立大学一谷多喜郎博士から分譲された。ここにあわせて記し、感謝の意を表する。

## II 実験材料および方法

### 1. 病原菌の恒温および変温加温処理の方法

両菌の死滅に要する温度と期間を恒温条件下と変温条件下とで調べた。Rhizoctonia solani IIIA型菌(農試保存菌)とPythium butleri菌(大阪府大からの分譲菌)とを土壌フスマ培地(土壌4:フスマ1w/w)で約1か月間培養した病原菌体(土壌水分30%)をビニル小袋に密封し、各々の加温処理を行った。処理方法は恒温処理は電気式恒温箱(38, 40, 43, 45, 47, 50°C)を用い、変温処理はNK式人工気象器LH-200-RD型(40, 43, 45, 47°C)が、1日当たり各3.5時間、それに43°C以上の区は40°Cが各4.5時間加算され、40°C以上の積算時間が1日当たり8時間、また、各区の最低温度は

30°Cになるよう設定した)を用いた。両菌の土壌フスマ培養菌を各温度で加温処理した後、経時的に取り出し、菌体をPSA培地上に移植培養した。7日後に菌糸の伸長がみられない場合は死滅と判定した。

## 2. 太陽熱消毒の方法

### 1) 昭和56年の試験

安土町大(農試ほ場、細粒グライ土浅津統、埴壤土)の転換畑で7月29日に幅140cm、高さ20cmの畝を立て、約1か月間土壌フスマ培養したRhizoctonia solani III A菌を500g/m<sup>2</sup>、深さ10cmまでの土壌に接種し、くわでよく混和した。畝肩まで一時灌水した後、畝全面を厚さ0.05mmの透明ビニルで8月27日まで被覆した。8月27日にビニルを除去し、ほう素入り化成肥料(8.6.8)を80kg/10a施用し畝の深さ5cm程度をくわで耕耘した後、青首宮重大長大根、平安日吉丸法蓮草を播種し、9月7日～30日まで3～5日毎に発病苗率を調査した。試験の規模は1区6m<sup>2</sup>、2連制とした。

### 2) 昭和58年、59年、60年の試験

58、59年は八日市市小脇町宿の農家の転換畑(表層腐植質黒ボク土大川口統埴壤土)で試験した。幅140cm、高さ20cmの畝を立てRhizoctonia solani III A型およびPythium butleriの各土壌フスマ培養菌(約1か月培養)を各500g/m<sup>2</sup>、深さ10cmまでの土壌に接種した後、58年は7月7日～17日(10日間)、7月7日～27日(20日間)、59年は7月6日～11日(5日間)、7月6日～16日(10日間)、7月6日～26日(20日間)厚さ0.05mmの透明ビニルで被覆した。60年は木之本町千田の湖北分場の転換畑(細粒グライ土強粘土型)で試験した。7月16日に幅140cm、高さ20cmの畝を立て、両菌を58、59年と同じ方法で接種したのち、7月17日～22日(5日間)、7月17日～27日(10日間)、7月17日～8月6日(20日間)厚さ0.05mmの透明ポリエチレンフィルムで被覆した。3か年とも被覆直後に半日そのまま畝肩近くまで灌水した後、自然落水した。いずれの試験も被覆資材を除去した後、磷酸安加里を80kg/10a基肥として施用し、青首宮重大長大根、地這キュウリ、平安日吉丸法蓮草を58年は7月27日に、59年は7月26日に、60年は8月6日にそれぞれ播種した。播種10日後に発病苗率を調査した。59年と60年の試験では被覆3日後、5日後、10日後、15日後、20日後に深さ5cmと10cmの土層部分から各2ℓ採土し、直径10.5cmのポリ鉢4個につき、Rhizoctonia solani III A菌接種区は地這キュウ

リを各5粒、Pythium butleri接種区は平安日吉丸法蓮草を各10粒播種し、播種10日後の発病苗率を室内で調査した。3か年とも試験の規模は1区6m<sup>2</sup>、2連制とした。

## 3. 地温、日射量等の測定方法

4か年における太陽熱消毒期間中の地温は銅・コンスタンタン熱電対を深さ5、10、20cm下に埋め、自記記録計(ネオ日射計MS-42型英弘精機製)で場内で測定した。56年と60年はベラニ日射計を使用した。最高気温、日照時間、降水量は場内の気象観測資料を使用した。

## III 実験結果

### 1. 苗立枯病菌の死滅温度と死滅に要する期間

恒温下の加温処理の場合、表1に示したようにRhizoctonia solani III A菌は50°Cでは5時間以内に、47°Cでは12時間以内に、45°Cでは24時間以内に、43°Cでは48時間以内に、40°Cでは72時間以内にそれぞれ死滅したが、38°Cでは10日間の処理でも死滅しなかった。一方、Pythium butleri菌は表2に示したように50°Cと47°Cでは5時間以内に、45°Cでは12時間以内に、43°Cでは24時間以内に、40°Cでは72時間以内にそれぞれ死滅し、Rhizoctonia solani III A型菌に比べ死滅に要する期間は短いことが明らかとなった。しかし、38°Cでは前菌同様10日間の処理でも死滅しなかった。以上から両菌の有効死滅温度は40°C以上であり、温度が高くなる程早く死滅することが明らかとなった。一方、変温下の加温処理の場合表3に示したように、Rhizoctonia solani III A型菌は30°C→47°Cでは3日間、30°C→45°Cでは5日間、30°C→43°Cでは10日間、30°C→40°Cでは15日間で死滅した。

なお、Pythium butleri菌は30°C→47°C、30°C→45°Cでは24時間以内に、30°C→43°Cでは5日間、30°C→40°Cでは10日間の各処理で死滅し、Rhizoctonia solani III A型菌に比べ死滅温度も低く、死滅に要する期間も短かった。しかし、露地の太陽熱消毒の処理地温に近い変温下の加温処理では、恒温下の継続加温処理に比べ、両菌とも死滅に要する期間が著しく長くなり、死滅しにくいことが明らかとなった。とくにRhizoctonia solani III A型菌は、40°Cの地温で継続加温すれば72時間以内で死滅するが、変温下の場合は、40°Cでは1日3.5時間の加温を15日間(40°C→52.5時間継

続しないと完全には死滅せず、*Pythium butleri* 菌の40℃-10日間(40℃-35時間)に比べ耐熱性は高かった。

表1. 恒温処理による*Rhizoctonia solani* ⅢA菌の死滅に要する温度と期間との関係

処理温度	時 間		日 数						
	~5	~12	1	2	3	4	5	10	
50℃	-								
47	+	-	-						
45	+	+	-	-					
43	+	+	+	-	-				
40	+	+	+	+	-	-			
38	+	+	+	+	+	+	+	+	+

注) + : 生存(菌糸の伸長あり)  
 - : 死滅(菌糸の伸長なし)

表2. 恒温処理による*Pythium butleri*菌の死滅に要する温度と期間との関係

処理温度	時 間		日 数						
	~5	~12	1	2	3	4	5	10	
50℃	-								
47	-	-	-						
45	+	-	-						
43	+	+	-	-					
40	+	+	+	+	-	-			
38	+	+	+	+	+	+	+	+	+

注) + : 生存(菌糸の伸長あり)  
 - : 死滅(菌糸の伸長なし)

表3. 変温処理による*Rhizoctonia solani* ⅢA菌と*Pythium butleri* 菌の死滅に要する温度と期間との関係

処理温度 ℃	死滅に要する期間 (日数)				
	~1	~3	~5	~10	~15
30 → 47	P	R			
30 → 45	P		R		
30 → 43			P	R	
30 → 40				P	R

注) R : *Rhizoctonia solani* ⅢAの死滅  
 P : *Pythium butleri*

## 2. 気象要因と地温上昇との関係

太陽熱処理期間中の4か年の気象の平均値とマルチ下の深さ別最高地温や深さ別消毒有効地温(40℃以上の地温)の積算時間数を表4に示した。56年は27日間被覆したが、最高地温は深さ5cm下が54.9℃、10cm下が50℃、20cm下が41℃であった。消毒有効地温の積算時間は5cm下が144時間、10cm下が93.5時間得られ、深さ10cmの土層までは*Rhizoctonia solani* ⅢA型菌の土壤消毒が可能となる時間数を十分充した。また、深さ10cm下では、処理開始4日目の8月3日に最高地温が50℃に到達したため、この時点で深さ10cm下までの土層の消毒が可能であった。しかし、深さ20cm下では40℃以上の積算時間は8.5時間しかなく、消毒可能となる時間数は不足した。58, 59, 60年は*Rhizoctonia solani* ⅢA菌と*Pythium butleri* 菌による苗立枯病に対して、被覆日数を変えて処理したが、3か年の処理期間中の半旬別の深さ10cm下の最高地温は図1に示したように、年次間で大きな差があり、58年と59年は40℃の地温に到達しない半旬が多かった。しかし、60年は被覆を開始した最初の1半旬を除けばすべての半旬が40℃以上の地温に達した。3か年とも深さ5cm下では地温の上昇がよく、最高地温が50℃を越えたのは58年が処理開始1日目、59年が5日目、60年が8日目であり、この時点で5cm下の土層の消毒が可能であった。10cm下の最高地温は45.5~47℃であり、5cm下に比べ約5℃低かった。しかし、20cm下の最高地温は3か年とも37~39℃でいずれも有効死滅温度(40℃)に到達しなかった。消毒有効地温(40℃)の積算時間数は図2に示したように処理開始10日後には深さ5cm下では30.6~46.5時間、深さ10cm下では18.6~23.4時間得られ、*Rhizoctonia solani* ⅢA菌や*Pythium butleri* 菌の土壤消毒が可能となる時間数をほぼ充した。この処理によって深さ10cm下の地温が40℃以上に到達するには、日最高気温や日射量、日照時間などの各気象要因との関係が深く、日最高気温が30℃、日射量が400cal、日照時間が5時間程度必要である。以上の結果、苗立枯病菌の死滅にとって日最高地温の影響が大きく、50℃を越えるとその時点で消毒が可能であったが、40℃以上の地温の積算時間数が20時間を越えるとはば消毒が可能となり、そのための処理日数は10日間であった。

表4. 太陽熱処理期間中の一般気象とマルチ下の深さ別地温との関係

年次	被覆期間	被覆日数 (日)	最 高 気 温 (°C)	日 射 量 (cal)	日 照 時 間 (hr)	降 雨 量 (計mm)	最 高 地 温 (°C)			消 毒 有 効 地 温 の 継 続 時 間 数 (hr)		
							5cm	10cm	20cm	5cm	10cm	20cm
56	7/31~8/26	27	29.4	268.6	6.1	87.6	54.9	50.0	41.0	144.0	97.4	8.5
	7/7 ~7/12	5	28.0	446.0	4.9	0.8	53	45	37	16.5	12.3	0
58	7/7 ~7/17	10	30.0	402.6	4.5	58.5	53	46	39	30.6	18.6	0
	7/7 ~7/27	20	32.5	353.4	3.6	178.2	53	46	39	72.0	57.5	0
	7/6 ~7/11	5	31.0	372.4	3.5	26.1	50	45	36	14.4	7.4	0
59	7/6 ~7/16	10	31.0	330.5	2.8	67.6	53	47	38	33.4	23.4	0
	7/6 ~7/26	20	31.6	322.4	3.3	124.7	53	47	41	65.4	56.0	3.7
	7/7 ~7/22	5	30.7	212.0	5.5	43.7	43.5	41	34.5	12.7	3.0	0
60	7/7 ~7/27	10	32.1	273.4	8.5	43.7	51.5	45.5	37	46.5	23.2	0
	7/7 ~8/ 6	20	32.8	308.3	9.8	44.4	55.5	50.0	43.5	151.7	99.1	40.6

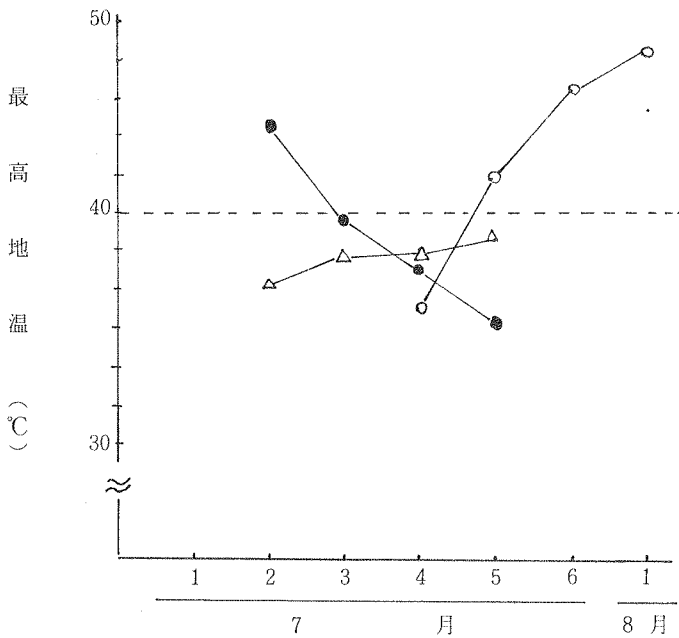


図1 太陽熱処理中の深さ10cm下の半月別最高地温の推移

●—● : 58年, △—△ : 59年, ○—○ : 60年

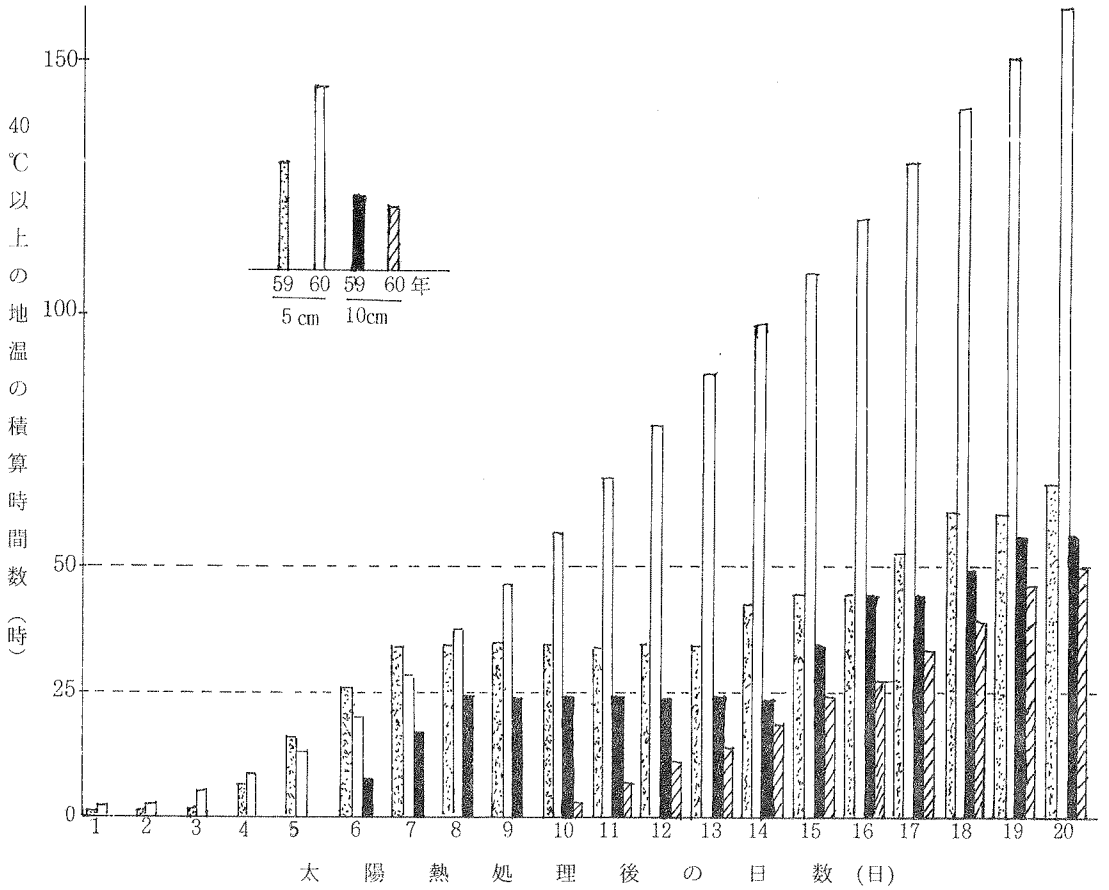


図2 年次別の苗立枯病菌の有効死滅温度(40°C以上)の積算時間の比較

### 3. 処理後の土層別消毒効果の推移

59年、60年に太陽熱消毒開始3日後、5日後、10日後、15日後、20日後の5回、深さ5cm下と10cm下の土層部分を採土し、消毒効果を発病苗率の推移で調査した。*Rhizoctonia solani* III A菌の発病苗率の推移を図3に、*Pythium butleri*菌による発病苗率の推移を図4に示した。両菌による苗立枯病の発病は深さ5cm下の場合、処理5日後にはみられないか、発病しても20%以下の発病苗率であり、両年とも処理10日後には発病がみられなくなった。また、深さ10cm下の場合は、処理5日後には59年が20~30%、60年が80%の発病苗率であったが、両年とも処理10日後には発病がみられなくなった。以上のことから、両菌の消毒に要する期間は

深さ5cm下の土層では5日間、深さ10cm下の土層では10日間必要であることが明らかとなった。

### 4. ほ場における防除効果

56年の*Rhizoctonia solani* III A菌による苗立枯病に対する太陽熱消毒の効果は表5に示したように、真夏時に27日間処理したため、高い防除効果が認められた。

58, 59, 60年の3か年は*Rhizoctonia solani* III A菌と*Pythium butleri*菌による苗立枯病に対して、被覆期間と防除効果との関係を調べた。その結果、表6に示したように、太陽熱消毒区の発病苗率は処理5日後では無処理区の $1/2 \sim 1/3$ に低下した。処理10日後では無処理区の $1/5$ 以下の発病苗率となり、両病原菌に

よる苗木枯病に対し、真夏時の10日間の処理ではほぼ実用的な防除効果が認められた。

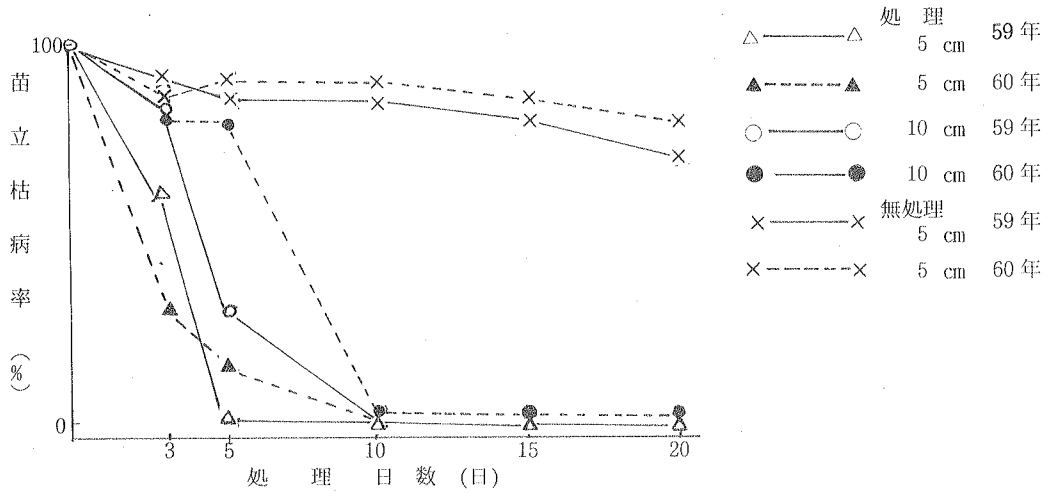


図3 苗木枯病(*Rhizoctonia solani*)に対する太陽熱消毒の効果

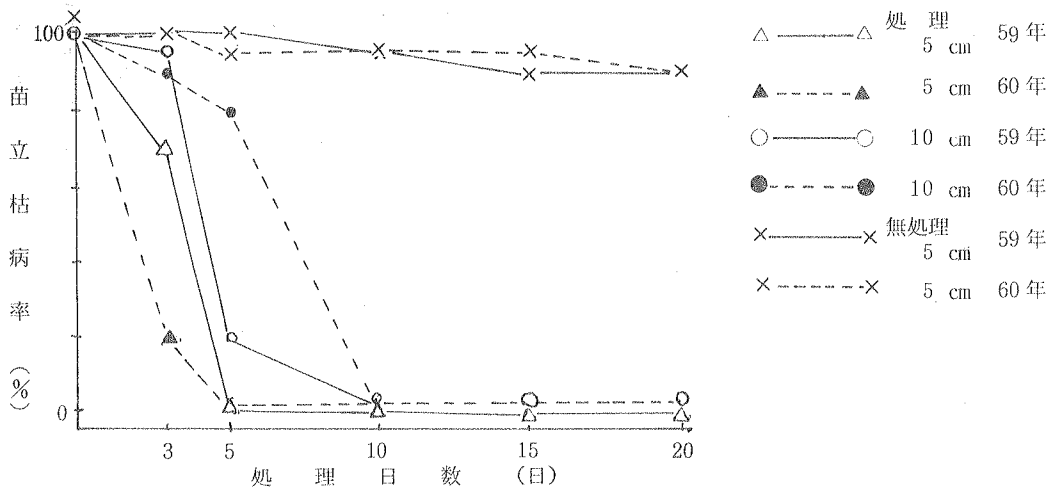


図4 苗木枯病(*Pythium butleri*)に対する太陽熱消毒の効果

表5. 苗木枯病に対する露地太陽熱消毒の防除効果(昭56)

作物名	太陽熱消毒	調査本数	発病率 (%)						
			9月7日	9日	11日	17日	22日	30日	合計
ダイコン	○	220	0	0	0	0	0	0	0
	—	212	29.2	29.7	31.1	31.1	31.1	31.1	31.1
ホウレンソウ	○	252	5.2	7.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5
	—	243	39.1	53.9	62.6	64.6	64.6	64.6	64.6

注) ○は太陽熱消毒区, —は無処理区

表6 太陽熱処理期間と苗立枯病の防除効果との関係

対象病害	被覆日数	発病率 (%)		
		58年	59年	60年
ハウレンソウ苗立枯病 <i>Pythium butleri</i>	0	100	48.6	87.4
	5	—	15.9	41.2
	10	20.0	2.5	2.3
	20	0	4.3	0
ダイコン苗立枯病 <i>Rhizoctonia solani</i> III A	0	100	41.2	83.6
	5	—	19.5	25.1
	10	0	3.0	0
	20	0	6.6	0
キュウリ苗立枯病 <i>Rhizoctonia solani</i> III A	0	62.1	68.6	77.5
	5	—	4.9	24.3
	10	0	6.4	0
	20	0	8.4	0

## VI 考 察

露地野菜の土壤病害に対する太陽熱利用による土壤消毒はKatan<sup>2)</sup>ら(1976)によってはじめて行われ、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を認めた。我が国では家村<sup>1)</sup>ら(1980)がレタスビッグベイン病で、真夏の露地湛水マルチの1か月間処理の防除効果が高いことを認め、処理期間を2週間位いに短縮できる可能性を示唆した。その後、福井<sup>4)</sup>ら(1981)は多くの露地野菜の土壤病害虫を対象に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、ハウレンソウ株腐病やキクネグサレセンチュウ、サツマイモネコブセンチュウなどに有効であることを認めた。鈴木ら(1982)はハウレンソウ株腐病に対する太陽熱消毒の効果は、被覆3日間と14日間とで大差がみられず、真夏の好天候であれば3日間の被覆でも十分な効果が期待できるとした。また、3日間被覆の場合、40℃以上の殺菌有効地温の積算時間数は深さ10cm下で43.5時間得られたと報告した。筆者<sup>3)</sup>らは56年に*Rhizoctonia solani* III A菌や*Pythium aphanidermatum*菌によるダイコン、キュウリの苗立枯病に対し、27日間太陽熱消毒を行ったところ、両病害に対して高い防除効果を確認した。そこで土壤病害の中でも比較的土層の浅い部分での活動が活発である*Rhizoctonia solani*菌や*Pythium*属菌には太陽熱消毒の処理期間が短縮できる可能性が考えられ

たので、58年から60年までの試験では処理期間を変えて防除効果との関係のみた。その結果、*Rhizoctonia solani* III A菌と*Pythium butleri*菌による苗立枯病に対しては、10日間の被覆で安定した効果が認められ、5日間の被覆でもやや低い防除効果が認められた。これらの菌の苗立枯病に対し、真夏の太陽熱利用による土壤消毒は有効な防除手段の1つであると考えられた。

*Rhizoctonia solani* III A菌や*Pythium butleri*菌が死滅するための地温は40℃以上であり、40℃では両菌とも72時間以内に死滅し、地温が高くなればなるほど死滅に要する期間は短縮され、45℃では24時間以内、50℃では10分間で死滅した。

太陽熱処理10日間では深さ5cm下の最高地温が50℃を越え、深さ10cm下では45℃になるので両菌の死滅には最高地温の影響が大きいと考えられる。また、消毒有効地温(40℃以上)の積算時間数は処理10日間では深さ5cm下で30時間を越え、深さ10cm下でも約20時間得られ、両菌の土壤消毒が可能となる時間数をほぼ充した。

以上の結果から、太陽熱利用による苗立枯病に対する土壤消毒法は真夏の高温時ならば10日間のビニルもしくはポリエチレンフィルムの被覆で実用性が高いので、今後普及拡大すると考えられる。しかし、消毒土層は深さ10cmまでしかおおよぼず、消毒後に深く耕耘したり、畝を立て直したりすると消毒の効果がなくなるので耕耘は5cmまでの浅い部分にとどめる必要がある。



## V 摘 要

露地野菜の苗立枯病に対し、夏期にビニルまたはポリエチレンフィルムで被覆し、太陽熱利用による消毒効果を検討し次の結果を得た。

- 1) この処理で、日最高気温が30°C近くになるとマルチ下の最高地温は深さ5cm下で50°Cを越え、深さ10cm下で45°C程度になった。10日間の処理でも40°C以上の地温の積算時間は、深さ5cm下で30時間を越え、深さ10cm下では約20時間が得られ、地下10cmまでの範囲の土層の土壤消毒は可能であった。
- 2) この処理により Rhizoctonia solani III A と Pythium butleri の両苗立枯病菌は深さ5cm下では処理5日後に、深さ10cm下では処理10日後に死滅した。

3) 両菌によるホウレンソウ、ダイコン、キュウリの苗立枯病に対する本処理の防除効果は高く、10日間の被覆で十分防除が可能であった。

## 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) 清水寛二・高土祥助・川田和：日植病報52、545 (1986)。
- 4) 福井俊男・小玉孝司・中西喜徳：奈良農試研報12 109-119。 1981。

## Summary

During midsummer, solar heating of out-door field soil with polyethylene or vinyl films mulching raised significant soil temperature. Maximum temperature in the mulched soil were 51.5~53.0°C and 45.5~47.0°C at the depth of 5 and 10 cm, respectively. After solar heating, disease incidence of damping-off of vegetables seedlings caused by Rhizoctonia solani III A and Pythium butleri in the mulched field was significantly reduced. The effect of solar heating against damping-off of vegetables was perfect. Those disease were rapidly reduced when the total hours over 40°C were 20 hours, and such condition was given at 10 cm in depth when the soil was mulched for 10 days.