

山口型高設栽培システム「らくラック」における太陽熱消毒によるイチゴ萎黄病の防除

誌名	近畿中国四国農業研究
ISSN	13476238
著者名	鍛治原,寛 野村,愛 井上,興 岡田,知子 唐津,達彦 林,克江 小山,覚史
発行元	近畿中国四国農業研究協議会
巻/号	18号
掲載ページ	p. 19-25
発行年月	2011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



山口型高設栽培システム「らくラック」における 太陽熱消毒によるイチゴ萎黄病の防除

鍛治原 寛・野村 愛*・井上 興・岡田 知子・唐津 達彦・林 克江**・小山 覚史**

山口県農林総合技術センター 753-0214 山口市大内御堀1419

*独立行政法人国立高等専門学校機構徳山工業高等専門学校 745-8585 周南市学園台

**山口県下関農林事務所 754-0421 下関市豊田町殿敷1892

Soil Solarization in House for Control of Fusarium Wilt of Strawberry Cultivated in the High-bench Cultivation System “RAKURAKKU” Developed in Yamaguchi Prefecture

Hiroshi KAJIHARA, Megumi NOMURA*, Takashi INOUE, Tomoko OKADA, Tatsuhiro KARATSU,
Katsue HAYASHI** and Satoshi KOYAMA**

Yamaguchi Prefectural Technology Center for Agriculture and Forestry, Yamaguchi, Yamaguchi 753-0214

*Tokuyama College of Technology, Shunan, Yamaguchi 745-8585

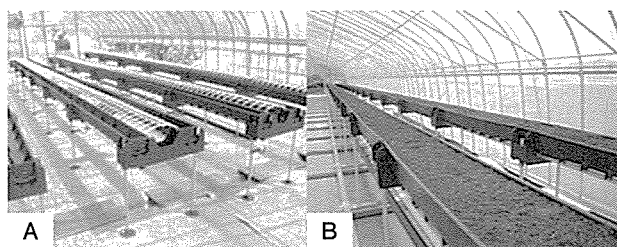
**Shimonoseki Agriculture and Forestry Office, Shimonoseki, Yamaguchi 754-0421

山口県におけるイチゴの栽培面積は111ha (2007年)であり、主としてパイプハウス施設で栽培されている。近年、労力の軽減などから高設栽培が求められ、本県では1999年に再生プラスチックを利用した高設栽培システム「らくラック」を開発し、県内のイチゴ栽培において広く利用されてきた(第1図⁷⁾)。しかしながら、連作による土壌病害が深刻化している。岡田ら¹⁰⁾は、その土壌病害が萎黄病、疫病、炭疽病であることを明らかにし、その中でも萎黄病の被害が最も大きいと報告している。

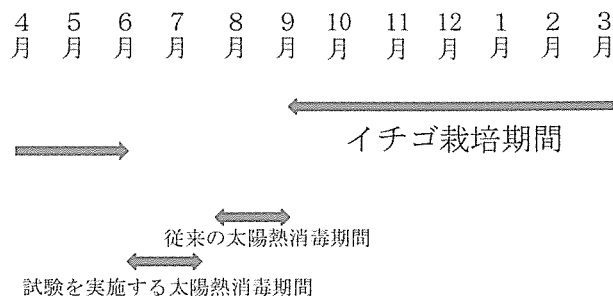
萎黄病は、糸状菌であるフザリウム (*Fusarium oxysporum*) による土壌病害であり、主に根から進入するため、汚染土壌に定植すると感染する。発病した場合には、葉の奇形、生育不良、根の腐敗、枯死を引き起こす。発病に最適な地温は25~30℃であり、低温期の土壌消毒は効果が低いと考えられている。また、親株に感染すると子苗にも伝染するなど、一度発生すると根絶が困難とされている⁵⁾。

土壌病害の防除方法としては、土壌消毒剤などの殺菌剤を用いた化学的防除、拮抗菌の活性や生長を促進し病原菌を抑制させる生物的防除、温湯や太陽熱を利用した熱処理による物理的防除などがある。その中でも太陽熱

消毒は、処理に特別な機具等が不要なことから昔から広く実施されているが、気象条件によって効果が左右されるため、防除効果が不安定などの問題も多い。また、太陽熱消毒はハウス内を高温にして実施しなければならないが、「らくラック」の栽培槽の原料が再生プラスチックであることから高温による変形が危惧されるため、効果の高い盛夏時の太陽熱消毒は、現場ではほとんど実施



第1図 山口型高設栽培システム「らくラック」
A:内なり式, B:外なり式



第2図 イチゴ栽培期間と太陽熱消毒期間

平成22年11月15日受領, 平成23年2月15日受理
本報告の一部は、2009年度日本植物病理学会本大会において発表した。

されていない。

そこで、盛夏期より気温の低い6～7月において太陽熱消毒が可能か否かを検討すると共に、太陽熱消毒を実施する上での条件について詳細に検討した(第2図)。

1 材料および方法

1) 太陽熱消毒での萎黄病菌死滅条件の検討

(1) 萎黄病菌の死滅条件

「らくラック」における太陽熱消毒での萎黄病菌の死滅条件を検討するため、山口県農林総合技術センター(以下センターと略す)ガラスハウス(15m×7m)内の「らくラック(内なり式)」の栽培槽(縦600cm×横15cm×深土10cm)の土壤中に、萎黄病菌(菌糸および分生胞子が着生)を培養(PDA培地で4日間静置)したシャーレを栽培槽中央部の地表面から約10cmの深さに一列に埋設した。その後、地表面を農業用ポリエチレンフィルム(0.1mm)で被覆し、太陽熱消毒を実施した。土壤水分は、飽和容水量とした。

試験は2回実施し、試験1は梅雨入り後の2008年6月4～16日(梅雨入り5月28日頃)、試験2は梅雨明け後の7月14～22日(梅雨明け7月6日頃)に実施した。消毒期間中は萎黄病菌の死滅を確認するため、試験1では処理1, 3, 4, 6, 8, 9日目に、試験2では処理1, 2, 3, 4日目に埋設したシャーレを6枚ずつ回収し、シャーレ中の寒天片を約1cm四方切り抜き、新しいPDA培地に置床した。置床後28℃1週間静置し、置床したシャーレ内の菌の伸長の有無を確認し、伸長しなかった時点で、その菌が死滅したと判断した。

併せて、処理中はハウス内の気温(約90cm高)と地温(10cm深)を、温度記録計(おんどとり、株式会社ティアンドデイ製、以下同じ)を用いて測定した。試験1はハウスを密閉した状態で、試験2はサイドビニールを開けた状態で実施した。

(2) 発病株内の萎黄病菌の死滅条件

発病株内の萎黄病菌を太陽熱消毒により死滅させることができるかを検討するため、センター内のガラスハウスにおいて「らくラック(内なり式)」で加温促成栽培中のイチゴに、2008年2月に萎黄病菌を人工接種し、発病させた株を栽培槽に残した状態で、6月4日～7月7日に太陽熱消毒を実施した。処理は栽培槽表面を農ポリ(0.1mm)で被覆し、ハウスは密閉した状態で実施した。土壤水分は、飽和容水量とした。消毒13日後と32日後に発病株のクラウン根を採取し、クラウン根から約1×1×0.5cmの罹病部を切り抜き、表面滅菌を実施し、PDA培地を用いて、萎黄病菌の分離を行った。表面殺

菌は、切り抜いた罹病部を70%エチルアルコール30秒、1%アンチホルミン溶液2分間浸漬して行った。なお、太陽熱消毒処理中は、ハウス内の気温(約90cm高)と地温(10cm深)を測定した。

2) 栽培に用いる被覆マルチの太陽熱消毒利用の可否栽培に用いられる白黒マルチが、太陽熱消毒に用いることができるかを検討した。試験は、センター内ビニールハウスの「らくラック(内なり式)」を用いて行った。被覆資材は、使用済み白黒マルチ(前作で利用、厚さ0.05mm、約30cm間隔で径80mmの穴が空いている)、未使用の農業用ポリエチレンフィルム(0.1mm)を供試し、それぞれ単用または白黒マルチとポリエチレンフィルムとの二重被覆により太陽熱消毒を実施した。処理は2008年7月8～14日に実施し、ハウスは密閉した状態で実施した。土壤水分は、飽和容水量とした。処理中はハウス内の気温(約90cm高)と地温(10cm深)を測定した。

3) 被覆フィルムの厚さの検討

被覆フィルムの厚さが太陽熱消毒時の地温に与える影響を検討した。試験は、山口市嘉川の現地ビニールハウス(6m×63m)内の「らくラック(外なり式、栽培槽30cm×深土10cm)」を用い、被覆フィルムは未使用のポリエチレンフィルムの0.1mmと0.075mmを供試し、太陽熱消毒を実施した。処理は2009年6月14～16日に、ハウスは密閉した状態で実施した。土壤水分は、飽和容水量とした。処理中はハウス内の気温(約90cm高)と地温(10cm深)を測定した。

4) 太陽熱消毒の確実な効果が得られる温度条件の検討

太陽熱消毒において確実に消毒効果が得られる温度条件を検討した。まず地温とハウス内気温との関係について解析をするため、山口市嘉川の現地ビニールハウスにおいて、2009年6月24日から7月5日まで太陽熱消毒を実施し、実施中のハウス内の気温(約90cm高)とらくラック(外なり式)の地温(10cm深)を計測し、日別最高地温と日別最高気温との関係を調査した。太陽熱消毒は、農ポリ(0.1mm)を用い、ハウスは密閉した状態で実施した。土壤水分は、飽和容水量とした。次に、「らくラック」の日別最高地温およびハウス内の日別最高気温と50℃以上の地温持続時間の関係について検討するため、2008年は山口市センター内ガラスハウスの「らくラック(内なり式)」、2009年は山口市嘉川の栽培ハウス内の「らくラック(外なり式)」において、6～8月の太陽熱消毒実施中の最高地温(10cm深)および最高気温(約90cm高)と50℃以上の地温持続時間を測定し、相関関係を調査した。太陽熱消毒は、農ポリ

(0.1mm) を用い、ハウスは密閉した状態で実施した。土壌水分は、飽和容水量とした。

5) アメダスデータを利用した太陽熱消毒効果の高い地温発現日の推定

太陽熱消毒の効果が高いと判断される地温50℃以上になる日と、気象庁が提供するアメダスデータ（気温、日照時間）の関係について調査し、「らくラック」における太陽熱消毒効果の高い地温が発現する日が推定可能かを検討した。ハウス内の気温（約90cm高）と「らくラック」の地温（10cm深）の実測は、センター内ガラスハウスで測定した。太陽熱消毒は、農ポリ（0.1mm）を用い、ハウスは密閉した状態で実施した。土壌水分は、飽和容水量とした。アメダスデータは、測定地点から一番近いアメダスポイントの山口の観測値（気温、日照時間）を用い、上述の実測値と比較した。測定は2008年6月4日から7月6日にかけて行った。

2008年に見出した推定方法の適合性を確認するため、2009年6月23日から7月23日に山口市嘉川および岩国市玖珂のビニールハウスにおいてハウス内気温、栽培槽内の地温を計測した。アメダスデータは、山口市ハウスでは山口アメダスポイント、岩国市ハウスでは玖珂アメダスポイントの測定値を用い、アメダスデータの日別最高気温が27℃以上、日照時間が5.7時間以上を記録した日の実測最高地温を調査した。

6) 現地イチゴ栽培ハウスでの実証

山口市嘉川のビニールハウス（らくラック外なり式）においては、2009年6月22日～7月5日に、下関市菊川のビニールハウス（らくラック内なり式）においては同年6月12～25日に、太陽熱消毒を実施した。前作のクラウンはすべて除去し、サイドビニールは、山口市ハウスは閉めきった状態、下関市ハウスは約30cm開放した状態で行った。

処理期間中は、ハウス内気温（約90cm高）と栽培槽の地温（10cm深）を測定した。土壌消毒の効果を確認するために、消毒前後に土壌を採取し、ローズベンガル培地を用いた希釈平板法により全糸状菌数を計測した。消毒後は、同年9月に山口市ハウスでは「さちのか」を、下関市ハウスでは「とよのか」を定植し、2010年5月まで栽培を行った。栽培期間中は、随時観察し、葉の奇形や萎凋症状の発生の有無を調査した。

2 結 果

1) 太陽熱消毒での萎黄病菌死滅条件の検討

(1) 萎黄病菌の死滅条件

試験1における菌の検出率は、処理1日後で100%、

4日後で83.3%、6日後で66.7%、8日後で33.3%、9日後で0%であった。検出されなくなった9日目までの地温40℃以上積算時間は50時間であった。50℃以上の積算時間は13時間であった（第1表）。

試験2では、処理3日後の検出率は100%であったが、4日後では0%であった。4日目までの地温40℃以上の積算時間は47時間であった。50℃以上の積算時間は9時間であった（第2表）。

(2) 発病株内の萎黄病菌の死滅条件

発病株のクラウン根を処理13日後と32日後に回収し、菌の分離を行った結果、萎黄病菌の検出率は、13日後で33%、32日後で0%であった。32日後の50℃以上の積算時間は45時間であった（第3表）。

2) 栽培に用いる被覆マルチの太陽熱消毒利用の可否
太陽熱消毒期間中の被覆フィルム別平均地温は、ポリエチレンフィルム被覆が38.6℃、白黒マルチ被覆が33.7℃、ポリエチレンフィルムと白黒マルチの二重被覆が36.7℃、無被覆が33.5℃であった。50℃以上の積算時間は、ポリエチレンフィルム被覆で25時間、白黒マルチ被覆で0時間、ポリエチレンフィルムと白黒マルチの

第1表 太陽熱消毒での滅菌効果と温度別積算時間（試験1）

処理期間（日）	1	3	4	6	8	9
分離シャーレ数／供試シャーレ数	6/6	6/6	5/6	4/6	2/6	0/6
萎黄病菌検出率（%）	100	100	83.3	66.7	33.3	0
40℃以上積算時間（h）	1	12	20	30	39	50
50℃以上積算時間（h）	0	0	2	5	7	13

2008年6月4～12日に太陽熱消毒を実施

萎黄病菌検出率 = (分離シャーレ数 / 供試シャーレ数) × 100
PDA培地で培養した萎黄病菌（菌糸、分生胞子）を培養シャーレごと埋設した。太陽熱処理後、随時回収し、シャーレ中の寒天片を新しいPDA培地に置床し、その菌が全く伸長しなくなった時点で、その菌が死滅したと判断した

第2表 太陽熱消毒での滅菌効果と温度別積算時間（試験2）

処理期間（日）	1	2	3	4
分離シャーレ数／供試シャーレ数	6/6	6/6	6/6	0/6
萎黄病菌検出率（%）	100	100	100	0
40℃以上積算時間（h）	18	28	36	47
50℃以上積算時間（h）	0	4	4	9

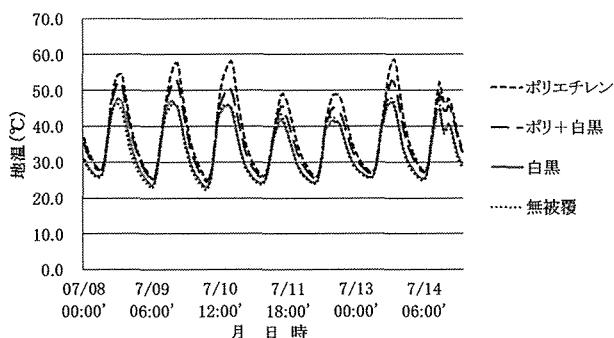
2008年7月14～22日に太陽熱消毒を実施

萎黄病菌検出率 = (分離シャーレ数 / 供試シャーレ数) × 100
PDA培地で培養した萎黄病菌（菌糸、分生胞子）を培養シャーレごと埋設した。太陽熱処理後、随時回収し、シャーレ中の寒天片を新しいPDA培地に置床し、その菌が全く伸長しなくなった時点で、その菌が死滅したと判断した

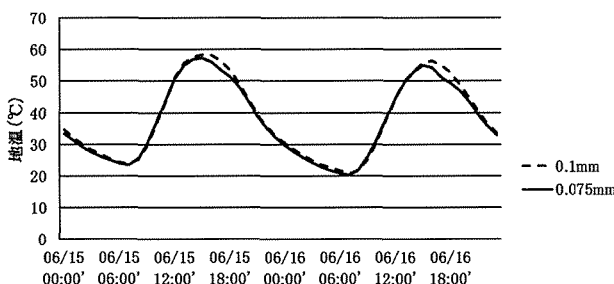
第3表 太陽熱消毒でのクラウン内萎黄病菌の減菌効果

処理期間 (日)	13	32
分離株数/供試株数	2/6	0/6
萎黄病菌検出率 (%)	33.3	0
50℃ 以上積算時間 (h)	22	45

2008年に萎黄病菌を接種し、栽培後の罹病した株を供試
 2008年 6月4日～7月7日に太陽熱消毒を実施
 萎黄病菌検出率 = (分離株数/供試株数) × 100
 太陽熱消毒後回収したクラウン根の罹病部を表面殺菌後、
 PDA培地に置床



第3図 被覆資材別地温の推移



第4図 被覆フィルムの厚さ別地温 (高設ベンチ) の推移

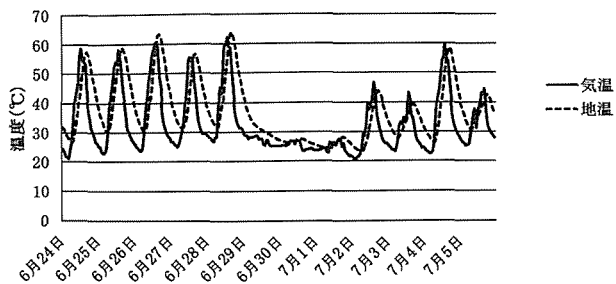
二重被覆で15時間、無被覆では0時間であった (第3図)。

3) 被覆フィルムの厚さの検討

被覆フィルムの厚さの違いが地温に及ぼす影響を調査した結果、処理期間中の平均地温は厚さ0.1mmで38.3℃、0.075mmで37.5℃であった。50℃以上の積算時間は、厚さ0.1mmで12時間 (50℃以上平均地温55.3℃)、0.075mmで11時間 (50℃以上平均地温54.0℃) であった (第4図)。

4) 太陽熱消毒の確実な効果が得られる温度条件の検討

2009年 6月24日から7月5日までのハウス内の気温と地温を計測した結果、最高気温、最高地温が50℃を越えた日は、最低地温は最低気温に比べて高く、また温度の動きに時間差があるものの、気温と地温は、ほぼ同じ動きを示し (第5図)、最高気温と最高地温は、ほと

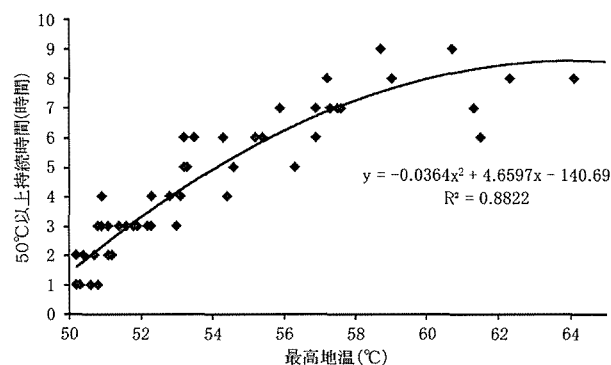


第5図 ハウス内の温度と地温 (高設ベンチ) の推移

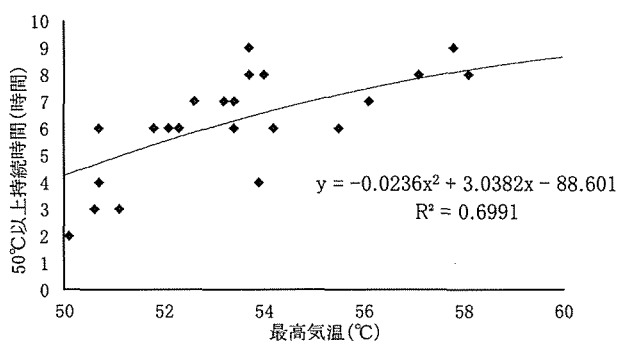
第4表 最高地温と最高気温との関係

調査地点	調査月日	最高地温	最高気温	比	A/B
		(℃) A	(℃) B		
山口市嘉川	6月24日	57.4	58.6	0.98	
	6月25日	58.8	58.0	1.01	
	6月26日	63.4	60.2	1.05	
	6月27日	56.5	55.3	1.02	
	6月28日	63.8	62.2	1.03	
	7月4日	58.4	59.8	0.98	
	平均			1.01	

ハウスサイドビニールは閉め切り らくラック外なり方式
 2009年 6月24日～7月5日に太陽熱消毒を実施



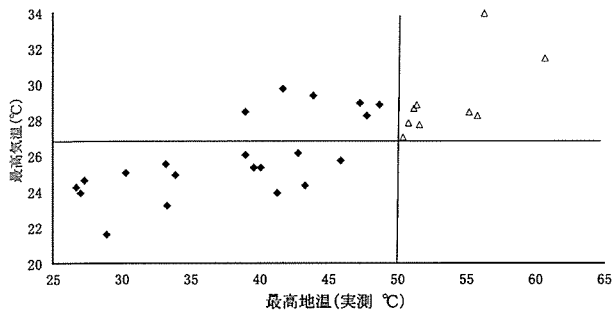
第6図 最高地温と50℃以上持続時間との関係



第7図 最高気温と50℃以上持続時間との関係

んど同じ温度を示した (第4表)。

また、最高地温と50℃以上の地温持続時間の関係についての相関係数は $R^2 = 0.882$ 、最高気温と50℃以上の



第8図 最高地温(実測値)と最高気温(アメダスデータ)の関係(2008年6月4日~7月6日)
日照時間(アメダスデータ)で◆は5.7時間未満、△は5.7時間以上を示す

第5表 アメダスデータ(27°C5.7時間以上)と実測値との関係

調査地点	月 日	アメダス		実測 最高地温 (°C)
		最高気温 (°C)	日照時間 (h)	
山口市嘉川	6月24日	31.1	9.5	57.4
	6月25日	30.2	10.2	58.8
	6月26日	31.3	12.7	63.4
	6月28日	30.8	6.4	63.8
	7月4日	28.8	7.8	58.4
	7月14日	32.2	8.3	53.9
	7月23日	31.4	9.1	50.9
岩国市玖珂	6月25日	30.0	9.2	51.9
	6月26日	30.3	10.2	57.3
	6月28日	30.6	9.5	59.0
	7月4日	28.6	7.5	49.2
	7月6日	29.8	5.8	50.9
	7月14日	31.4	6.7	56.9
	7月18日	32.4	8.1	52.8
	7月23日	31.6	9.6	53.5

山口市嘉川は山口アメダスポイント、岩国市玖珂は玖珂アメダスポイントのデータを利用
アメダスデータで、最高気温27°C日照時間5.7時間以上の日をすべて抽出

地温持続時間の関係についての相関係数は $R^2=0.6691$ であり、それぞれ高い有意な相関が認められた(第6, 7図)。

5) アメダスデータを利用した太陽熱消毒効果の高い地温発現日の推定

「らくラック」における太陽熱消毒の実施可能時期を推定する方法として、太陽熱消毒に必要と判断される地温50°C以上になる条件と気象庁が提供するアメダスデータ(気温,日照時間)との関係について調査した結果、実測地温が50°C以上の日は、アメダスデータの日別最高気温が27°C以上かつ日照時間が5.7時間以上であった(第8図)。

第6表 現地ほ場における太陽熱消毒中の最高地温と全糸状菌数

試験場所	月 日	最高地温	50°C以上 持続時間	全糸状菌数 (cfu/g)
山口市嘉川	6月24日	55.5	6	5.9×10^3
	6月25日	57.1	8	N.T
	6月26日	61.0	9	N.T
	6月27日	54.2	6	N.T
	6月28日	61.4	9	$<10^2$
下関市菊川	6月14日	61.3	7	4.0×10^2
	6月15日	58.4	7	N.T
	6月16日	56.3	5	N.T
	6月17日	51.1	1	N.T
	6月24日	50.8	1	$<10^2$

最高地温が50°C以上の日を抽出

第7表 現地実証試験(2009年度試験)

試験場所	供試株数	発病株数	発病株率 (%)
山口市嘉川	372	0	0
下関市菊川	1280	10	0.8
(参考) 2008年度 無処理一部クロピク錠剤使用	約6000	約700	約11.7

調査日;2009/5/11
消毒前に残渣クラウンを除去

2009年に山口市と岩国市のイチゴ栽培ハウスにおいて、近隣アメダス地点のデータで日別最高気温が27°C以上かつ日照時間が5.7時間以上を記録した日を抽出して、その日の実測最高地温を調査した結果、1日だけが50°Cを下回った以外(49.2°C)、最高地温は50°C以上であった(第5表)。

6) 現地イチゴ栽培ハウスでの実証

2009年の梅雨入りは6月3日頃で、梅雨明けは8月4日頃であった。山口市ハウスでの12日間の消毒期間中に地温50°C以上が得られた日は5日間、地温50°C以上の積算時間は38時間であった。下関ハウスでの13日間の消毒期間中に地温50°C以上が得られた日は5日間、地温50°C以上の積算時間は21時間であった。いずれの消毒時期においても、消毒後の土壌からは、糸状菌は検出されなかった(第6表)。翌年の5月まで栽培を行い、萎黄病の発病を調査した結果、山口市ハウスでは萎黄病の発病は認められなかった。下関市ハウスでの発病率は0.8%であった(第7表)。

3 考 察

通常のイチゴハウス栽培において、ハウス内での栽培期間は9月から翌年5月頃までで、夏期は他の作物を植

えない限りは、ハウスは空いている状態である（第2図）。小玉らは²⁾、その作型を利用して、太陽熱による土壤消毒法を開発し、地床栽培におけるイチゴ萎黄病の防除技術を確立した。近年、イチゴ栽培は、管理・収穫作業の改善を目的として地床栽培から高設栽培に移行してきており、山口県においてもオリジナル高設栽培システムの「らくラック」が1999年に開発され、普及してきた（第1図）⁷⁾。しかしながら、当システムの栽培槽は熱に弱く、8月に太陽熱消毒を実施した場合には、栽培槽の変形等が危惧されたため、太陽熱消毒についてはほとんど実施されていない。そこで、盛夏期より気温の低い6～7月における太陽熱消毒の実施可否について検討した。

まず、「らくラック」栽培において、6～7月の太陽熱消毒実施の可能性について検討するため、同期間に萎黄病菌を死滅させるための地温が確保できるかを確認した。その結果、試験1の6月上旬の消毒では開始9日目（50℃以上の積算時間13時間）、試験2の7月下旬の消毒では開始4日目（50℃以上の積算時間9時間）で萎黄病菌の滅菌は完了し、6～7月においても太陽熱消毒に必要な地温が得られることが明らかとなった。また、地温が50℃以上を記録した日のあとでは、萎黄病菌の検出率が低下していったことから、50℃以上が菌の死滅に大きく影響することが示唆された。小玉ら³⁾は、イチゴ萎黄病菌の死滅に要する温度と期間は、50℃恒温下の根幹部（菌糸、分生孢子）で12時間と報告しており、今回の試験とほぼ一致している。以上の結果から、「らくラック」での太陽熱消毒の完了の目安を地温50℃以上の積算時間13時間以上とした。また、前作クラウン根に感染した萎黄病菌の滅菌を目的に太陽熱消毒を実施した結果、処理13日間で50℃以上積算時間22時間では検出率が0%にはならず、処理32日間で50℃以上積算時間45時間で滅菌が確認された。供試株数が少なく、正確な死滅時間が検討できなかったが、前作の罹病したクラウン根が残っている場合には、消毒効果が劣ることが示唆された。ホウレンソウ萎凋病に感染した罹病根は、くん蒸剤による土壤消毒の効果を低下させることが報告されており¹⁾、イチゴについても同様であると考えられる。したがって、消毒を短期間に完了させ、効果をさらに高く安定させるためには前作クラウンなどの残渣は、処理前に除去することが必須と考えられる。

太陽熱消毒の効果安定を目的に、被覆フィルムの検討を行った。その結果、未使用で厚さ0.1mmのポリエチレンフィルムを使用することで、最も高い地温が得ることができた。「らくラック」でのイチゴ栽培では、地温の維持および雑草の抑制を目的として、栽培槽の地表面に

マルチとして白黒マルチを被覆するが、生産者からは、使用後の白黒マルチを太陽熱消毒の被覆資材として利用したいという要望が多い。そこで、白黒マルチが太陽熱消毒の際に被覆フィルムとして利用できるか否かについて検討した結果、使用済みの白黒マルチは、単独被覆およびポリエチレンフィルムとの二重被覆ともに、ポリエチレンフィルム単独被覆と比較して地温上昇効果が低かった。篠崎ら⁸⁾は、露地の太陽熱消毒において普通農産物を二重被覆することで、一重被覆と比較して平均地温で0.8℃、最高地温で1.5℃も高くなり、消毒効果が向上したと報告している。今回の試験では、現場からの要望もあり、白黒マルチは使用済みで植え付け用の穴が空いているものを利用したことも地温上昇の阻害要因になったと考えられた。今後、地温上昇効果を目的に、穴が空いてない透明フィルムを利用した二重被覆についても検討する必要があると考える。

1) (1)の試験によって、「らくラック」における太陽熱消毒での萎黄病菌の死滅条件が明らかとなった。しかしながら、盛夏期ほど気温が高くなく、梅雨時期でもある6～7月に太陽熱消毒を実施する上で、消毒に必要な地温が確保できたかどうかを現場で適正に予想し、判断することは、非常に困難と思われる。しかし、太陽熱消毒の消毒効果を判定する上で、消毒中の地温を推定することが重要な手法となる。ハウスの地床栽培では、小玉ら⁴⁾が、野外の地表下10cmの地温とハウス内地下20cmの地温とに高い相関が認められることを見出し、野外の地温を計測して相関式に当てはめることで、ハウス内の地温を推定した。また、トマト根腐萎凋病を対象にした太陽熱消毒効果の判断法として、鶏卵の卵白変成を指標とした方法も開発された⁶⁾。いずれも地床栽培を対象にした方法であり、高設栽培による地温予測手法の報告は見当たらない。従来、気温とハウス内室温には高い相関関係にあると報告されており⁹⁾、気温や室温を利用した高設栽培向けの地温予測法を検討した。その結果、密閉状態のハウス内の気温と地温には高い相関が認められ、特に50℃以上を記録した日の最高地温とハウス内の最高気温とは、記録した時間は異なるもののほぼ同じ温度を示した。また、最高地温と50℃以上の持続時間との間にも高い相関が認められ、相関式に最高地温を当てはめることで50℃以上の推定持続時間が算出される。以上のことから、ハウス内の最高気温を計測することで、「らくラック」栽培槽の土壌を対象に太陽熱消毒に必要な地温が得られたかどうかをある程度は推定できるのではないかと考えられた。

今まで太陽熱消毒を実施したことがない地域において6～7月に消毒を実施しようとした場合、当該地域が消

毒実施可能な地域であるか否かを事前に把握できれば、生産者にとっては営農計画が立てやすくなる。そこで、アメダスデータを利用した太陽熱消毒効果の高い地温発現日の推定法について検討した結果、日別最高気温が27℃以上かつ日照時間5.7時間以上が得られれば、太陽熱消毒は実施可能と判断できることが明らかとなった。このため、ハウス近隣のアメダスポイントの過去数年のデータ（気温と日照時間）を利用することで、当該地域が6～7月に太陽熱消毒が実施可能な地域であるか判断できると考えられる。また、太陽熱消毒効果がやや低いとの判定であっても、高設栽培で利用可能なクロルピクリン錠剤やダズメット剤と地温（できるだけ高い）の確保により、消毒効果の向上が期待できると推測される。

これまでに述べてきた「太陽熱消毒時の地温予測法」や「アメダスデータを利用した太陽熱消毒実施可能な時期の推定法」は、密閉条件のハウスの場合のみ利用が可能である。しかし、現地実証試験においては、サイドビニールを閉めきった状態はもとより、30cm程度開けた条件でも6～7月の太陽熱消毒で十分な防除効果を得ることができた。今後、サイドビニールを開けた状態でも効果が安定する方法を検討する必要がある。

以上のように、6～7月においても「らくラック」の太陽熱消毒が可能であり、高い防除効果を得られることが明らかとなった。しかしながら、土壤病害の根絶には土壤消毒だけでなく、無病苗の準備も不可欠である。そのためには、育苗床、ポットの消毒、無病育苗培土の準備など、総合的な対策を講じることが重要であると考えられる。

4 摘 要

山口型高設栽培システム「らくラック」を利用したイチゴ栽培において、盛夏期ほど気温が高くない6～7月に太陽熱消毒が可能か否かを検討すると共に、太陽熱消毒を実施する上での条件等を検討した。

1. 「らくラック」での太陽熱消毒の完了の目安は、地温50℃以上の積算時間が13時間以上であった。前作の株に感染した萎黄病菌の滅菌には、50℃以上の積算時間が22時間以上45時間未満必要であったことから、

太陽熱消毒の効果を安定させるには、消毒前にクラウン根を除去する必要がある。

2. 未使用で厚さ0.1mmのポリエチレンフィルムを被覆フィルムとして使用することで、高い地温が得られた。

3. ハウス内の最高気温を計測することで、「らくラック」栽培槽の土壌を対象に太陽熱消毒に必要な地温が得られたかどうかをある程度は推定できるのではないかと考えられた。

4. アメダスデータを利用した太陽熱消毒実施可能な時期の推定法について検討した結果、ハウス近隣のアメダスポイントの過去のデータ（気温と日照時間）から、日別最高気温が27℃以上かつ日照時間が5.7時間以上であれば、太陽熱消毒が実施可能と考えられた。

引 用 文 献

- 1) 鍛冶原寛：野菜園芸技術，31，4，10-12，2004.
- 2) 小玉孝司・福井俊男：日植病報，48，570-577，1982.
- 3) 小玉孝司・福井俊男：奈良県農試研報，10，71-82，1979.
- 4) 小玉孝司・福井俊男・中西喜徳：奈良県農試研報，10，83-92，1979.
- 5) 駒田 亘：野菜の土壤病害，33-34，タキイ種苗(株)広報出版部，京都，1998.
- 6) 香口哲行：近畿中国四国農林水産新技術実用化型No. 4，85-86，2002.
- 7) 施山紀男：作ってみたいイチゴ売れ筋品種，再生プラスチック利用の「らくラック」，129-133，社団法人全国農業改良普及協会，東京，2001.
- 8) 篠崎 毅・松崎幸弘・安永忠道：愛媛県農試研報，37，27-34，2003.
- 9) 関東東海農業試験研究推進会議・静岡県農業試験場：平成10年度関東東海農業研究成果情報 生産環境部会，418-419，1998.
- 10) 岡田知子・畑中 猛・岩本哲弥：平成19年度山口県農林総合技術センター試験研究成果発表会要旨，37-38，2008.