

ハウレンソウの土壤病害とその発生に関する 土壤肥料的考察

Ⅳ. 寒冷地における短期太陽熱土壤消毒法に ついて*1

赤司 和隆*2 前田 要*3

夏どり、初秋どりハウレンソウに多発生する土壤病害の発生軽減を図るため、寒地の雨よけハウスにおける短期間（約2週間）の太陽熱土壤消毒法について検討した。モデル実験並びに現地試験（札幌市 有明地区）の結果、ハウレンソウの主要病原糸状菌の死滅に有効な地温とその積算時間は40℃以上50時間前後と推定された。また、この地温（地中深10cm）を確保するためには、処理期間内に25℃（外気温）を超え、かつ晴れの日が7日前後必要であった。昇温効果の高かったマルチ+トンネルによる三重被覆処理（ハウスの被覆ビニールを加算）では土壤病害の発生は著しく低下した。すなわち、マルチ処理の発病株率は無処理区の約1/2であったのに対し、マルチ+トンネル処理では約1/4にまで低下した。さらに、地温上昇および営農の面からみて、高温期にあたる7月中旬から8月中旬の間に約2週間のマルチ+トンネルによる短期処理を行うのが有利であると判断された。

Ⅰ 緒 言

ハウレンソウの生育日数は、品種、作型にもよるが、ほぼ35日前後と極めて短い。そのため、年間の作付回数は多く、2～4回にも及ぶ。加えて、連作ないし交互連作がその基本作付体系であることから、岐阜県¹⁾をはじめ全国のハウレンソウ産地で連作に伴う土壤病害の多発生が最近問題視されるようになった。

北海道でも例外ではなく、とりわけ高温期に栽培される夏どり、初秋どりハウレンソウにおいてその被害は甚大である¹⁾。現在、道内で発生を確認されたハウレンソウの主な土壤病害は、*Pythium* spp.による立枯病²⁾、*Aphanomyces*

*cochlioides*による根腐病¹⁾ および *Fusarium oxysporum* f. sp. *spinaciae*による萎ちょう病³⁾の3種類にも及ぶ。

このような土壤病害に対する防除の一環として、近年西南暖地で普及をみている太陽熱土壤消毒^{4,5,8 12,15,17)}の導入が考えられる。現に、道内ではキュウリのつる割病⁶⁾やトマトの半身萎ちょう病¹⁶⁾に対する処理効果の確認並びに処理法の確立がなされており、同処理法は道央、道南の現地ハウスを対象に浸透しつつある。したがって、雨よけハウス栽培ハウレンソウ（以後、雨よけハウレンソウ）の土壤病害に対する処理効果も期待できるものと予想される。

ところが、地温上昇の点からみてやや不利な気象条件下にある北海道では、太陽熱土壤消毒を実施する場合、地温を上昇させるための方策が必要となる。また、太陽熱処理は地温の上昇し易い夏期に限られるため、処理期間が長いと、夏どりハウレンソウの栽培期間と重なるので、営農上、処理期間は短くならざるを得ない。

1988年5月31日受理

*1 本報告の一部は1986年度および1987年度日本土壤肥料学会北海道支部会で発表した。

*2 北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張部長沼町

*3 北海道立中央農業試験場 稲作部, 069-03 岩見沢市上幌向町

そこで、本報告では雨よけハウレンソウの土壤病害に対する、短期処理を前提とした寒地向けの太陽熱土壤消毒法について検討した。

II 試験方法

1. 太陽熱処理

1986年から1987年にかけて、札幌市有明地区の農家ハウス4棟に対して夏～初秋どり栽培の土壤病害防除を目的とした太陽熱処理を行った(表

1)。すなわち、処理期間を従来の方法^{4,5,6,9,16)}の半分に相当する約2週間、その後の栽培期間を約5週間、計約7週間とし、各栽培型に対する処理開始時期を次のように設定した。①6月下旬(8月中旬どり)、②7月中旬(8月下旬～9月上旬どり)、③7月下旬(9月中旬どり)。

処理の作業行程は次の通りであった。①土壤改良資材の施用：処理期間が従来の方法に比べて短いことから、有機物、石灰窒素は標準の半量とし、

表1 処理区と太陽熱処理期間

処 理 区 ^{a)}			太 陽 熱 処 理 期 間				
被覆方法	被覆資材	畦立法	土 壤 改 良 資材の有無	1986年 7/22～8/4 (村重) ^{b)}	1987年 6/29～7/14 (松本)	1987年 7/13～7/30 (村重)	1987年 7/20～8/5 (勝崎)
マルチ +	古ビニール	小畦	有 無			○	○
	塩ビ(透明)	小畦	有 無			○	○
トンネル	塩ビ(不透明)	小畦	有 無	○ ○	○	○	○
	古ビニール	小畦	有 無			○	○
マルチ	塩ビ(透明)	小畦	有 無			○	○ ○
	塩ビ(透明)	平畦	有 無				○
	塩ビ(透明)	平畦	有 無				○
	塩ビ(不透明)	小畦	有 無			○ ○	○
無 処 理			有 無	○	○	○	○

a) 各処理区(1連制)は同一ハウス内に設定。供試面積は1処理区当り16.2～18.9㎡。

b) ()内は現地農家名。

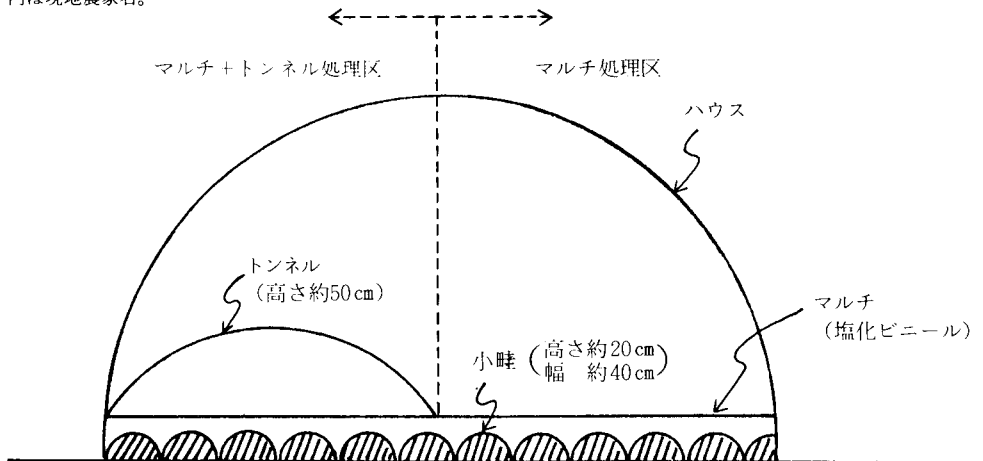


図1 太陽熱処理ハウスの横断面図(模式図)

また有機物は完熟のものを使用した。すなわち、牛フン堆肥又はパーク堆肥を1 ton/10 a、石灰窒素を50kg/10 aを施用した。②耕起および資材の土壌混和：ロータリーで地中深約15cmまで耕起した。③畦立て：高さ約20cm、畦巾40cmの小畦をバレイショの培土機で造成した。④かん水処理：かん水チューブによる頭上かん水を1～2時間行い、その後作土層（0～20cm）に水が十分に浸透していることを確認した。⑤フィルムによる被覆：塩化ビニールを素材としたフィルムを用いてマルチおよびマルチ+トンネルを行った（図1）。その後ハウス内を密閉した。約2週間、地温上昇により病原糸状菌の死滅を図った後、被覆フィルムを除去した。⑥処理後の肥培管理：太陽熱処理後2～3日以内に浅めに耕起を行い、ハウレンソウを播種した。栽培は農家慣行によった。

試験に関する調査項目および方法は次の通りであった。処理期間中の気象条件および地温：試験地最寄りの農水省北海道農業試験場の気象データを参考にした。自記地温計を用い、地中深10cmの位置の地温を測定した（図2）。処理に伴う土壌微生物相の変化：Fusarium属菌（駒田培地）、一般糸状菌（ローズベンガル培地）および細菌・放線菌（エッグアルブミン培地）の菌数を希釈平板法で調査した。処理後1作目の土壌病害発生状況：子葉期と収穫期の2回調査し、収穫期には収量調査も併せ行った〔収穫期：村重（1986）9月10日、松本8月18日、村重（1987）9月2日、勝崎

9月7日〕。また、根部からの糸状菌の検出、分離を既報¹⁾と同様の方法で行った。

2. 病原糸状菌の死滅温度

ハウレンソウの主要病原糸状菌の死滅に必要な地温を推定するため、病原糸状菌の死滅温度と被加温時間をモデル実験により検討した。表2に示した各供試菌株と殺菌水の懸たく液4mlの入った試験管（3連制）を、37、40、45、50℃に調節してある恒温器内に入れ、2週間加温した。この間、経時的に菌の生死を調査した。なお、加温方法として太陽熱処理時の地温変化を想定し、変温処理を行った。すなわち、1日のうち8時間を所定の高温下で、残りの16時間を25℃で加温した。

次に、加温処理後の各懸たく液をピペットでペトリ皿内の寒天培地上に1滴（約0.1ml）ずつ4ヶ所に接種し、25℃10日間培養した。A. *cochlioides* はコーンミール煎汁寒天培地（Difco社製）に、その他の糸状菌はジャガイモ煎汁ブドウ糖寒天培地にそれぞれ接種した。培養後、菌糸の生育が認められない場合には死滅したものと判断した。

III 試験結果

1. 病原糸状菌の死滅温度と被加温時間

モデル実験の結果、ハウレンソウの主要病原糸状菌の死滅温度は概ね40℃以上であることが認められた（表3）。すなわち、*F. oxysporum* f. sp. *spinaciae*を除く4菌は40℃40時間以内（積算時

表2 死滅温度判定に用いた病原菌の前培養条件と器官形成状態

菌 株	前培養に用いた培地	培養日数	含菌寒天数 ^{a)}	実験系における器官の種類
<i>Pythium</i> sp. (Py-1) ²⁾	Schmittener's 培 地	7	5	遊走子のう、菌糸
<i>P. ultimum</i> (Py-11) ²⁾	Schmittener's 培 地	7	5	遊走子のう、菌糸、卵胞子
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-4 (R-1) ²⁾	PDA ^{b)} (Difco社)	7	1	菌糸
<i>Aphanomyces cochlioides</i> (A-K-1) ¹⁾	CMA ^{c)} (Difco社)	40	3	菌糸、卵胞子
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>spinaciae</i> (F-98) ³⁾	PDA ^{d)}	70	1	菌糸、分生胞子、厚膜胞子

a) 100mlの懸たく液（殺菌水使用）を作るのに用いた含菌寒天（径9cmのペトリ皿）の枚数。*Pythium*属菌は菌糸を培地表面からかきとって使用、他は含菌寒天。

b) ジャガイモ煎汁ブドウ糖寒天培地。

c) コーンミール煎汁寒天培地。

d) 培養日数が長いことから、ペトリ皿中のPDA量は多めにした。

間)で、一方 *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* は45℃ 40~48時間でそれぞれ死滅した。

これらのことから、太陽熱処理時の病原糸状菌の死滅に有効な地温(以後、有効地温)とその積算時間は40℃以上50時間前後と推定された。

現地試験ハウスの処理期間中の有効地温積算時

間をみると(表4)、地温上昇を図るうえでやや不利な初夏(6月29日~7月14日)に処理を行なった松本試験地の有効地温積算時間は19時間と少なかったが、盛夏に行った他3試験地ではいずれも50時間前後であった。このように各試験地とも有効地温が得られたため、土壌中の糸状菌(病原糸

表3 ホウレンソウの病原糸状菌の死滅に必要な温度と被加温時間(変温処理)^{a)}

供 試 菌 株	加温温度 (℃)	被 加 温 時 間 (日)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	14	
<i>Pythium</i> sp. (Py-1)	37	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	40	○	○	○	●						
	45	●									
	50	●									
<i>P. ultimum</i> (Py-11)	37	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	40	○	○	○	●						
	45	●									
	50	●									
<i>Rhizoctonia solani</i> AG-4 (R-1)	37	○	○	○	○	○	○	○	○	●	
	40	○	○	○	○	●					
	45	●									
	50	●									
<i>Aphanomyces cochlioides</i> (A-K-1)	37	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	40	○	●								
	45	●									
	50	●									
<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>spinaciae</i> (F-98)	37	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	40	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	45	○	○	○	○	○	●				
	50	○	●								

a) 1日のうち8時間を所定の温度, 16時間を25℃でそれぞれ加温。

●: 死滅, ○: 生存

表4 太陽熱処理期間中の有効地温^{a)} 積算時間と処理後の糸状菌数

試験 ^{b)} ハウス	処 理 期 間 (月/日)	処 理 期 間 中			処理後の土壌中糸状菌数 ^{c)} (10 ³ /g乾土)	
		最高外気温 25℃以上の 日 数	有 効 地 温 積 算 時 間 (地中深10cm)	最高地温(℃) (地中深10cm)	糸 状 菌	<i>Fusarium</i>
村 重 (A)	7/22~8/4	8	67	48	4 (247) ^{d)}	0 (2)
松 本	6/29~7/14	3	19	45	3 (91)	0 (8)
村 重 (B)	7/13~7/30	7	45	46	0 (88)	0 (2)
勝 崎	7/20~8/5	5	43	47	0 (37)	0 (3)

a) 40℃以上。

b) 村重(A)のみマルチ+トンネル(1986), 他はすべてマルチ(1987)。

c) 上層0~10cm。

d) ()内は無処理区の菌数。

状菌を含む) および *Fusarium* 属菌の菌数は著しく減少しており, 病原糸状菌の死滅に対する処理の効果が認められた(表4)。とりわけ, 地温の上昇し易い地表面に近い土層でこの効果は顕著であった(図版1, 巻末)。

2. 各種処理法と土壌病害発生

マルチあるいはマルチ+トンネルによる太陽熱処理は土壌中の病原糸状菌の減少をもたらし, いずれの試験地においても処理系列では土壌病害の発生は低下した(表5)。すなわち, 有効地温積算時間が50時間前後得られた村重(A, B)および勝崎試験地はもとより, 同積算時間の少ない松本試験地でも処理により土壌病害の発生低下が認められた。4試験地の平均値をみると, マル

チ系列の発病株率は無処理区の約1/2であったのに対し, マルチ+トンネル系列では約1/4にまで低下した(表6, 図版2)。マルチ+トンネル処理区では, 高い昇温効果(表7)に基づく病原糸状菌数の著しい減少(表8)により, 病害の発生が抑えられた。

太陽熱処理は *Pythium* 属菌による立枯病や *Aphanomyces* 属菌による根腐病に対して有効であることが根部からの糸状菌分離状況からうかがわれた(表9)。すなわち, 処理区の正常株では *Fusarium* 属菌以外の糸状菌はほとんど認められなかった。また, 次のような生育, 土壌微生物相に対する効果も処理区では認められた。①発芽数が多く(表5), 発芽ぞろいも良い。②生育が促進

表5 太陽熱処理後1作目の土壌病害発生状況^{a)}

試験ハウス	太陽熱処理 ^{b)} (被覆方法)	子 葉 期		収 穫 時		
		発芽数	立枯れ株率 ^{c)} (%)	株 数	萎ちょう黄化株率 ^{d)} (%)	10株重(g, 正常株)
村 重 (A)	無 処 理	153	8.3	62	30.3	167
	マルチ+トンネル	258	0.5	82	3.2	221
松 本	無 処 理	150	10.5	90	21.0	280
	マ ル チ マルチ+トンネル	247 245	3.3 2.7	107 132	9.0 6.1	393 430
村 重 (B)	無 処 理	169	9.3	51	12.7	203
	マ ル チ マルチ+トンネル	237 237	3.1 0.7	74 79	3.4 1.6	276 439
勝 崎	無 処 理	124	6.3	35	41.4	131
	マ ル チ マルチ+トンネル	171 218	1.9 0.5	75 85	10.0 6.5	381 413

- a) 畦6~7m当り(3畦)の調査結果, 各処理区はいずれも不透明ビニール使用, 土壌改良資材施用, 小畦造成。
 b) 処理期間は表4に示した通り。
 c) 立枯病および根腐病が発生した。
 d) 根腐病および萎ちょう病が発生した。

表6 土壌病害の発生および生育に及ぼす各種処理方法の影響(まとめ)

処 理 方 法	子 葉 期		収 穫 時		備 考	
	発芽数	立枯れ株率(%)	萎ちょう黄化株率(%)	10株重(g, 正常株)		
被覆方法	無 処 理	149	8.7	24.7	195	4試験地の平均値
	マ ル チ	201	3.6	10.9	291	
	マルチ+トンネル	239	1.2	4.9	341	
被覆資材	古ビニール	211	2.6	9.0	343	勝崎, 村重(1987)の平均値(マルチおよびマルチ+トンネル系列)
	塩 じ(透)	214	2.9	4.5	342	
	塩 じ(不透)	216	1.6	5.4	377	
畦 立 法	小 畦	175	3.3	16.5	288	勝崎の実数(マルチ)
	平 畦	147	7.3	17.9	200	
土 壌 改 良 資 材 の 施 用	有	206	3.2	9.5	282	勝崎, 村重(1987)の平均値(マルチ系列)
	無	204	3.7	13.2	224	

表7 被覆方法と最高地温 (勝崎ハウス, 1987)

被覆方法	被覆資材	最高地温 (°C, 地中深10cm)				
		7/31	8/1	8/2	8/3	8/4
マルチ	塩ビ(不透明)	32	38	39	31	32
マルチ+トンネル	〃	35	41	42	35	35

表8 太陽熱処理後の土壌微生物相 (勝崎ハウス, 1987)

太陽熱処理		各種処理		土層別菌数 (/乾土g)					
被覆方法	資材	畦立法	土壌改良 資材の投入	糸状菌($\times 10^3$)		Fusarium($\times 10^3$)		A+B ^{a)} ($\times 10^6$)	
				0~10cm	10~20cm	0~10cm	10~20cm	0~10cm	10~20cm
マルチ + トンネル	古ビニール	小畦	有	1	0	0	0	7	8
	塩ビ(透)	小畦	有	0	5	0	0	5	12
	塩ビ(不透)	小畦	有	1	5	0	0	5	23
マルチ	古ビニール	小畦	有	6	30	0	1	13	33
	塩ビ(不透)	小畦	有	2	11	0	0	15	58
	塩ビ(透)	平畦	有	9	21	3	3	48	121
	塩ビ(透)	小畦	有	0	17	0	0	17	69
	塩ビ(透)	小畦	無	6	14	0	1	17	52
無	処理	小畦	無	37	104	3	5	45	91

a) A+B: 放線菌+細菌

表9 太陽熱処理後1作目の根部からの糸状菌分離状況 (村重ハウス, 1986)

太陽熱処理	供試株 ^{a)}	糸状菌分離率 (%)			
		Pythium	Rhizoctonia	Aphanomyces	Fusarium
マルチ+トンネル	正常株	2.5	0	0	25.0
無処理 (同一ハウス)	正常株	20.0	0	0	45.0
	罹病株	25.0	0	7.5	62.5
無処理 (隣接ハウス)	正常株	17.5	0	10.5	40.0
	罹病株	12.5	0	5.0	67.5

a) 各20株, 根部40切片供試, 正常株: 一見正常と認められる株。

され(表5の10株重), 収穫期が早まる。③土壌中の病原糸状菌はほとんど死滅するのに対し, 細菌・放線菌は減少する程度で死滅しない(表8)。換言すれば, 太陽熱土壌消毒は薬剤とは異なり, 選択的である。④雑草の発生が少なくなる(観察による)。

次に, 被覆資材別の土壌病害発生状況を見ると(表6), 透明, 不透明ビニールの違いに基づく処理間差は判然としなかったが, 古ビニール被覆系列では土壌病害の発生はやや多い傾向にあった。これは古ビニール被覆系列では新しいビニール資材で被覆した処理系列に比べ, 光線透過率の低下により地温が1~2℃低く推移したことに起因す

るものと推察された(表10)。

また, 平畦区の地温は小畦区に比べ2℃ほど低く推移したため(表10), 土壌中の糸状菌生存数は平畦区で多かった(表8)。このことを反映して平畦区では子葉期の土壌病害がやや多く発生した(表6)。

土壌病害発生に及ぼす土壌改良資材施用の影響は判然としなかったが, 施用系列では無施用系列に比べ生育は優る傾向にあった(表6)。すなわち, 施用系列の収穫時の10株重は282gであったのに対し, 無施用系列では低下し, 224gであった。以上のことから, 地温上昇ひいては土壌病害の発生軽減および生育に対して最も効果の高い寒

表10 被覆資材および畦立方法と最高地温（勝崎ハウス，1987）

畦	被 覆 資 材	厚さ (mm)	最 高 地 温 ^{a)} (°C, 地中深10cm)				
			7/25	7/26	7/27	7/28	7/29
小畦	古 ビ ニ ール	0.1	40	42	42	44	41
〃	塩化ビニール(不透明)	0.05	42	44	43	46	42
〃	〃 (透 明)	0.05	41	45	43	47	43
平畦	塩化ビニール(透 明)	0.05	39	43	41	45	42

a) マルチ処理区で地温測定，小畦の高さ約20cm。

地向け処理法は，土壌改良資材の施用－小畦造成－かん水処理－マルチ＋トンネルによる三重被覆処理（ハウスの被覆ビニールを加算）であることが示唆された。

Ⅳ 考 察

土壌病害に対する太陽熱土壌消毒は安全であり，かつ効果も期待できるため，西南暖地ではハウスはもとより，露地野菜の土壌病害にまでその処理対象は及んでいる¹⁷⁾。

このようなすう勢に至った背景には，志賀・宮川¹⁵⁾，Katan^ら⁷⁾ および小玉^ら^{8,9)} の先駆的な研究やその後の適用病害拡大に向けての研究^{5,10)} が大きく寄与していることを見逃せない。

一方，寒冷地であるがゆえに太陽熱土壌消毒は

不利と思われていた北海道でも五十嵐による研究⁶⁾ をはじめとして，適用病害が次第に広がりつつある¹⁶⁾。さらに今回の試験でもホウレンソウの土壌病害に対する太陽熱土壌消毒の防除効果が実証された。

モデル実験および現地試験を通じ，ホウレンソウの病原糸状菌の死滅に必要な地温，すなわち有効地温とその積算時間は40℃以上50時間前後（地中深10cm）と推定された。

ホウレンソウの病原糸状菌のうち，最も熱耐性の強い *F. oxysporum* f. sp. *spinaciae* の死滅に必要な温度とその積算時間は45℃40～48時間であることがモデル実験で認められたことや，同菌は42℃48～72時間で死滅する事例¹⁷⁾ などを勘案すると，この推定は概ね妥当であると思われる。また，こ

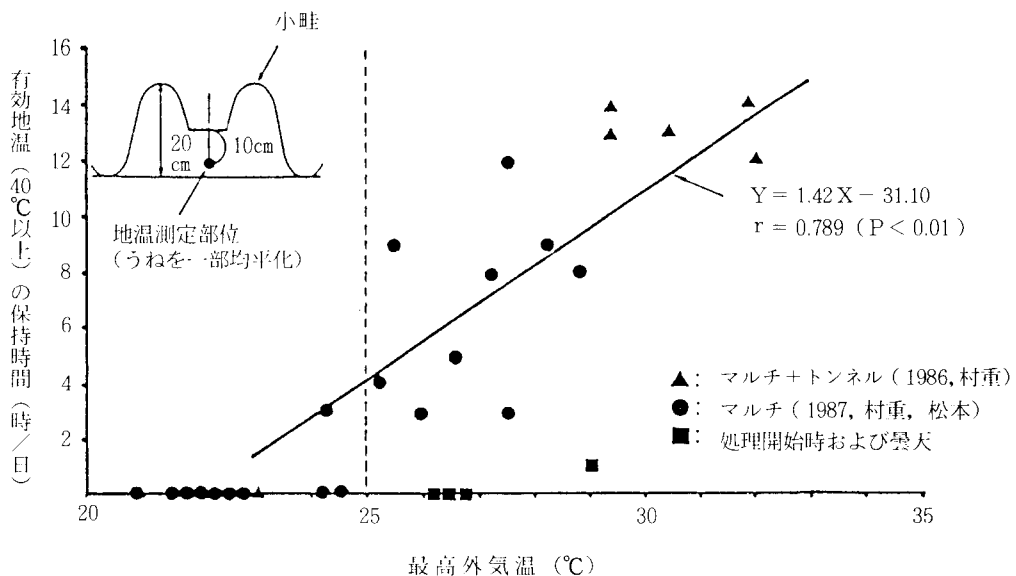


図2 最高外気温と有効地温保持時間の関係

の有効地温と気象条件との関係を明らかにすることにより、太陽熱処理の効果の予測や処理時期・日数に関する情報が得られる。地温上昇に関与する気象要因として気温と日射量が考えられるが、現地で入手可能な情報は気温である。図2は最高外気温と有効地温保持時間(1日当り)の関係を示したものであり、この結果から、50時間前後の有効地温積算時間を確保するためには、処理期間内に25℃を超え、かつ晴れの日が7日前後必要であることが読みとれる。

北海道では極端な低温年を除くと、最高気温が常時25℃を超えるのは7月下旬から8月上旬にかけての時期であることから、同時期に太陽熱処理期間を組み入れることは昇温効果の面から望ましいと思われる。試みに、処理日数を2週間に設定し、7月下旬から8月上旬の高温期に太陽熱処理期間の一部あるいは全てを組み入れるとするならば、安定した防除効果の得られる処理適期は7月中旬から8月中旬にかけてのほぼ40日間となる。

次に、約2週間の短期処理の妥当性を営農および効果の面から考えてみる。現地ハウスにおいて、ハウスの空く前作収穫から次作播種までの間は通例約1週間である。そこで、この間に約2週間の太陽熱処理を行うならば、次作播種は1週間ほど遅れ、そのため収穫も遅れるが、処理後の栽培では旺盛な生育に基づく早期収穫が可能となるので、処理に伴う営農上の負担は小さいと考えられる。したがって営農上望ましい処理日数は約2週間と判断される。

一方、約2週間の短期処理は従来の方法の処理期間の1/2であるため、効果の点で劣ることも予想される。しかし、今回の試験において、とりわけマルチ+トンネルによる三重被覆処理で十分な防除効果が得られたことを考えると、短期処理でも処理適期に昇温効果の高い三重被覆を行えば、十分な防除効果をあげ得るものと結論される。なお、ハウレンソウの土壤病害に対して短期処理でも効果の認められた理由として、次のことが考えられる。①根の罹病部位が概ね地際下10cm以内—この土層では下層に比べて地温が上昇し易いため、病原糸状菌は容易に死滅する(図版1,表8)。②生育日数が35日前後と他の野菜に比べて短い—太陽熱処理に伴う生育促進により、病徴発現前に収穫可能(逃げ切り)。

以上のことから、雨よけハウレンソウの土壤病害に対する寒地向け太陽熱土壤消毒法を、表11のようにとりまとめ出来る。

なお、昇温効果の安定性を重視したため、処理時期を7月中旬から8月中旬のほぼ40日間に限定したが、次の理由から、8月中旬どりを目標にした6月下旬からの処理も可能と思われる。①6月下旬から7月中旬に処理を行った松本試験地で効果が認められた(表5)。②本道は梅雨の影響が少ないので、6月から処理に適した気象条件が得られることもある⁸⁾。

一般に土壤病害は難防除であることを考えると、ハウレンソウの土壤病害の防除に際し、太陽熱土壤消毒に加え、他の対策も導入することが望

表11 雨よけハウレンソウの土壤病害に対する短期太陽熱土壤消毒法

対象作型	処理時期	処理日数	方 法	効果の期待出来る必須気象条件
8月下旬 ＼ 9月下旬 ＼ どり	7月中旬 ＼ 8月中旬 どり	約2週間	① 土壤改良資材の施用 ^{a)} 、泥和 ② 畦立て ^{b)} ③ かん水処理 ^{c)} ④ 被覆 ^{d)} マルチ+トンネル(多発圃) マルチ(少発圃)	処理期間内に25℃を超え、かつ晴れの日が7日前後

a) 処理期間が従来の方法に比べ短いため、有機物(中～完熟の堆肥) 1 ton/10 a、石灰窒素50kg/10 aを目安とする。

b) 地温を高めるうえで、畦を立てるのが望ましい(高さ20cm程度)。

c) 多水分条件下で、病原糸状菌は死滅し易いので、必ず実施する。

頭上かん水を2時間程度行う。間欠かん水をすると水が浸透し易い。

作土層に水が浸透していることを確認する。畦間かん水が可能ならば、フィルム被覆後に行う。

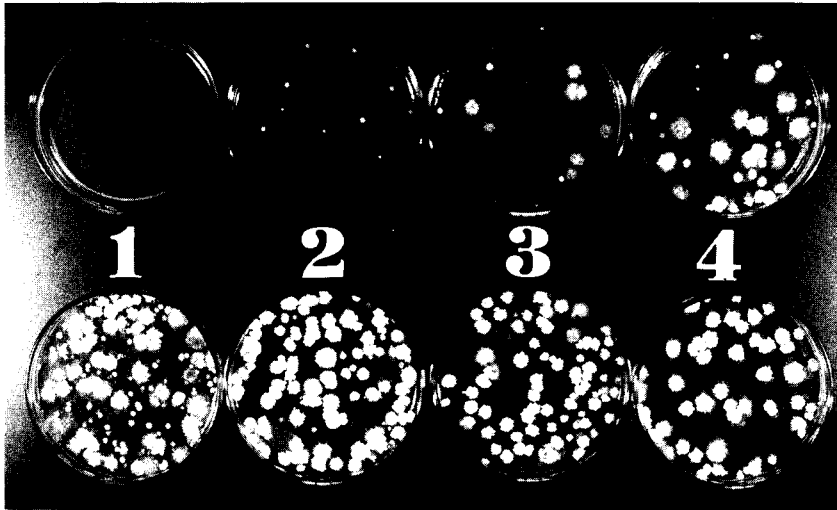
d) 新しい被覆資材を用いると昇温効果は高い。太陽熱処理後の耕起は浅めにし、下層からの病原糸状菌による再汚染を防ぐ。

まれる。すなわち、耐病性品種、輪作および紫外線カットフィルム¹³⁾などの各種対策を適切に組み合わせた総合的な防除法を講ずるべきであろう。

謝 辞 本試験を遂行するにあたり、札幌市有明地区の農家の方々、石狩中部普及所の方々並びに日高西部普及所の近藤邦彦氏には多大な御援助を頂いた。また、北海道立中央農業試験場発生予防科五十嵐文雄科長、同土壤肥料科長鎌田賢一博士並びに同土壤肥料科田丸浩幸研究員には御援助と有益な示唆を頂いた。さらに、北海道立中央農業試験場高尾欽弥農芸化学部長並びに同病虫部長斎藤 泉博士には懇切丁寧な御校閲を賜った。以上の各位に厚く謝意を表する。

引用文献

- 1) 赤司和隆, 阿部秀夫. “ハウレンソウの土壤病害とその発生に関する土壤肥料的考察 1. 札幌市における土壤病害の発生実態と俗称「鎌いらす」症の原因について”. 北海道立農試集報. **53**, 9-19 (1985).
- 2) 赤司和隆, 前田 要, 阿部秀夫. “ハウレンソウの土壤病害とその発生に関する土壤肥料的考察 2. 札幌市近郊畑における立枯病について”. 北海道立農試集報. **54**, 1-8 (1986).
- 3) 赤司和隆, 前田 要, 関口久雄. “ハウレンソウの土壤病害とその発生に関する土壤肥料的考察 3. 萎ちょう病の病原菌と発生圃場の土壤養分実態”. 北海道立農試集報. **55**, 53-62 (1986).
- 4) 安堂和夫, 清水清成, 芳岡昭夫. “簡易太陽熱利用による土壤消毒について”. 関西病虫研報. **20**, 93 (1978).
- 5) 家村浩海, 中野昭信. “レタスビッグベインの発生と土壤 pH の関係および土壤の消毒法について”. 関西病虫研報. **20**, 96 (1978).
- 6) 五十嵐文雄. “ハウス土壤の熱処理による防除”. 北海道畑作物の土壤病害. 北海道畑作物の土壤病害刊行会編. (1983) p. 272-276.
- 7) Katan, J, Greenberger, A, Alon, H and Grinstein, A. “Solar Heating by Polyethylene Mulching for the Control of Diseases Caused by Soil-Borne Pathogens”. *Phytopathology*. **66**, 683-688 (1976).
- 8) 小玉孝司, 宮本重信, 宮川逸平, 志賀陽一. “夏季の温室密閉による土壤消毒法”. 農及園. **51**, 889-894 (1976).
- 9) 小玉孝司, 福井俊男. “イチゴ萎黄病に関する研究 第9報 ハウス密閉処理による土壤消毒の効果と土壤微生物の消長”. 関西病虫研報. **19**, 111 (1977).
- 10) 小玉孝司, 福井俊男. “太陽熱利用による土壤消毒の適用拡大について”. 日植病報. **44**, 371 (1978).
- 11) 小玉孝司. “太陽熱利用によるハウス土壤消毒〔1〕”. 農及園. **54**, 193-196 (1979).
- 12) 小玉孝司. “太陽熱利用によるハウス土壤消毒〔2〕”. 農及園. **54**, 277-281 (1979).
- 13) 児玉不二雄, 近藤則夫, 佐々木高行, 須田耕士. “紫外線カットフィルムによるハウレンソウ萎ちょう病の発病抑制効果”. 日植病報. **53**, 80 (1987).
- 14) 内記 隆, 加納正和. “ハウス栽培ハウレンソウの土壤病害の発生とその病原菌”. 日植病報. **44**, 543-553 (1978).
- 15) 志賀陽一, 宮川逸平. “温室の夏期の保温性にもとづく土壤消毒法について”. 日植病報. **36**, 194 (1970).
- 16) 田中民夫. “トマトの半身萎ちょう病対策”. 土と微生物. **31**, 73 (1988).
- 17) 和歌山県農業試験場, 滋賀県農業試験場, 兵庫県農業総合センター. “太陽熱利用による水田転換畑露地野菜の土壤病害防除技術確立”. 総合助成試験中核研究成果. (1985) p. 21.



図版1 太陽熱処理後の土層別糸状菌数 (村重 1986, ローゼベンガル培地)
 上段: 処理区 (マルチ+トンネル), 下段: 無処理区
 土層番号 1: 0~5cm, 2: 5~10cm, 3: 10~15cm, 4: 15~20cm



図版2 太陽熱処理後1作目の土壌病害発生状況 (村重, 1986)
 中央から右: 処理区 (マルチ+トンネル), 左: 無処理区

Studies on Root Diseases of Spinach and Soil Scientific Research on the Occurrence

IV . Short-term solar heating in cold regions for the control of soil-borne diseases

Kazutaka AKASHI*, Kaname MAEDA**

Summary

Short-term solar heating in cold regions was investigated in four vinyl greenhouses around Sapporo city in Hokkaido prefecture during the period 1986–1987 in order to control soil-borne diseases of spinach showing severe outbreaks in the summer and early autumn crops.

The results obtained were as follows:

1. The soil temperature and its integrated time effective for the death of soil-borne pathogens of spinach were estimated to be more than 40°C and ca. 50h by both *in vitro* and field tests.
2. About seven fine days with temperature of more than 25°C were needed during the period of solar heating to obtain the soil temperature (more than 40°C for ca. 50h at a soil depth of 10 cm) effective for killing the pathogens.
3. The outbreaks of soil-borne diseases were reduced more effectively by mulching plus tunnel treatment, which had a higher ability to raise the soil temperature than mulching alone. The severity of soil-borne diseases following mulching plus tunnel treatment was one-fourth that of the control, while, the severity, following mulching was half that of control.
4. In a region as cold as Hokkaido prefecture, from aspects of the effect of soil-borne disease reduction and agricultural management, it was evident that short-term solar heating by mulching plus tunnel treatment is advantageous, being carried out for about two weeks during the high-temperature period from the middle of July to the middle of August.

* Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13, Japan.

** Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Rice Crop Division, Iwamizawa, Hokkaido 069-03, Japan.

