

ホウレンソウの移植栽培法に関する研究(第3報)

ホウレンソウ萎ちょう病の耕種的防除法について

荒井 滋・岡山 健夫・小島 博文

Studies on the Transplanting Cultivation of Spinach on Soil Blocks. III.

The cultural control of *Fusarium* wilt of spinach.

Shigeru ARAI, Ken-o OKAYAMA and Hirofumi KOBATAKE

緒 言

奈良県の中山間地域は夏ホウレンソウの簡易雨よけハウス栽培が盛んで、当地域の農家営農に大きく寄与している。しかしながら、近年、施設では過度の連作で生産障害により生産の不安定、品質の低下が著しくなっている^{4,5,7,8,13)}。これらの問題点をふまえて、筆者らは1979年からすでに報告したように、夏ホウレンソウの安定多収生産技術の一環としてソイルブロック育苗によるホウレンソウの移植栽培について検討してきた^{1,2,3,16)}。その中で、本移植栽培は生育初期の立枯れの主因である *Rhizoctonia solani* による株腐病^{7,14)} に対して発病回避効果が高いことが明らかとなり、すでに報告した⁸⁾。

本研究は夏ホウレンソウの生育全期間を通じ発生して問題となっている *Fusarium oxysporum* f. sp. *spinaciae* による萎ちょう病^{7,12)} の防除対策として本移植栽培をもとにした耕種的な防除法を検討したものである。なお、一部は58年度園芸学会春期大会において発表した。

材料および方法

1. 供試病原菌および病土の作成

供試病原菌は現地の連作圃場でホウレンソウの萎ちょう株の根部から常法により分離したホウレンソウ萎ちょう病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *spinaciae*) を用いた。

ホウレンソウ萎ちょう病の病土として、圃場試験には前作で本病が多発した圃場を用い、ポット試験には本病原菌をPDA培地で培養して得た胞子の懸濁液を

殺菌土壌に灌注接種し、所定の菌密度に調整したものをを用いた。

2. 病原菌の検出と感染および発病調査

本病原菌の土壌からの検出は *Fusarium oxysporum* 選択分離培地¹¹⁾ を用い希釈平板法により行った。

本病の感染調査は根部の導管褐変の有無を調べ、発病調査は萎ちょうの有無を調べてそれぞれ感染株率、発病株率を算出した。

3. 供試病原菌の発病温度試験

殺菌したバーミキュライトの入ったポットに種子消毒したホウレンソウを播種して子葉が展開後、PDA培地で培養した本病原菌の菌そうを直径6mmのコルクボーラーで打ち抜いて接種し、15°C、20°C、25°C、28°C、30°Cの各温度で発病状況を調べた。

4. 供試病原菌の死滅温度試験

15×160mmの試験管に汚染土壌(菌数 $7 \times 10^3/g$ 乾土、水分含量5%)を10g入れ、40°C、45°C、50°Cに設定された各恒温水槽で所定時間処理し、その後急冷し室温に戻した。処理後 *Fusarium oxysporum* 選択分離培地¹¹⁾ で培養して本病原菌の生死を判別した。

5. 栽培方法によるホウレンソウ萎ちょう病の発生比較試験

直播栽培は条間20cmのすじまきとし、発芽後間引いて株間が5cmになるようにした。移植栽培はオガクズ牛フンを素材としたソイルブロック(3.5×3.5×4.0cm)1個あたり1株とし、条間20cm、株間10cmとした。播種には12時間浸種後、24時間催芽処理した種子を用いた。施肥はI B-S1号を用い、整畦時にアール当たりN:P₂O₅:K₂Oを各1kg施用した。発病調査は汚染圃場にホウレンソウを1981年5月29日から10月6日まで10日ごとに播種または定植して、それぞれの発病

状況を比較した。

6. 耐病性品種の検索

耐病性品種の検索は10～12連作の農試内の汚染圃場で、下記の品種を供試して、6月15日および7月14日まきの直播栽培で行った。

6月15日まき供試品種：キング・オブ・デンマーク、マーキュリー、ユーホー（以上タキイ）、晩抽パイオニア、NKD、タイタン（以上サカタ）、クレーパーキング、力士（以上渡辺農事）、シンフォニー（みかど）、深緑、深緑丸（以上協和）、スタミナ（高山）。

7月14日まき品種：キング・オブ・デンマーク（タキイ）、晩抽パイオニア（サカタ）、ビブラン、ファンファーレ（以上みかど）、サマーキング、スパルタ（以上丸種）、サンシャイン（武蔵野）、ハーモニー（藤井農産）、晩抽春一番（樫原農園）。

7. 太陽熱を利用したハウス密閉処理によるハウレンソウ萎ちょう病の防除試験

間口8m、奥行20mの鉄骨ハウスを供試し、施肥、耕耘の後小畝を作り、処理後の栽培条件を考慮して処理時の湛水をひかえて、透明ビニールで地表全面を覆いハウスを密閉した。密閉処理期間は1981年7月7日から7月20日までの14日間とした。

処理後地表下5～10cmの土壌水分含量は、測定場所により多少異なったが、5～10%の範囲内にあった。無処理ハウスは処理ハウスに隣接した間口7m、奥行20mの鉄骨ハウスを供試した。処理ハウスの地温は地表下5、10、15cmを12点式自記記録計（千野EH-200-12）を用いて測定した。

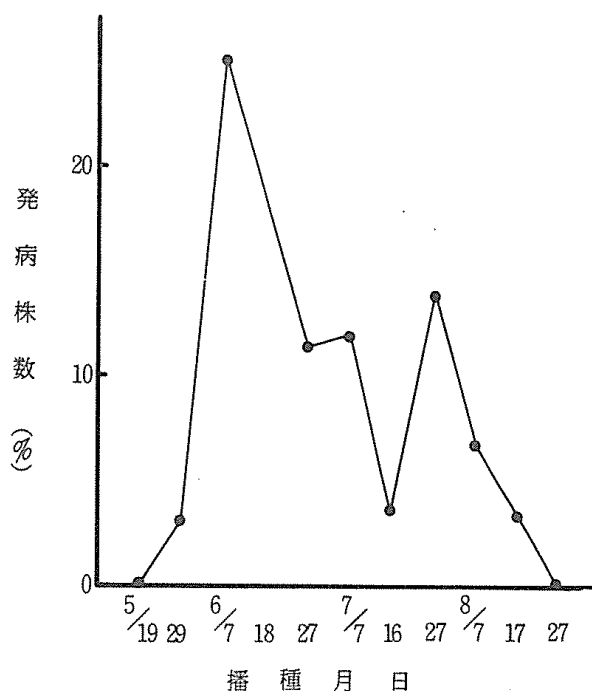
感染および発病調査は7月27日、8月6日、16日、25日、9月5日にハウレンソウを播種してそれぞれ40日目に調査した。

結 果

1. 温度および菌密度とハウレンソウ萎ちょう病の発病

1981年5月19日から10月6日まで、10日おきに本病汚染圃場にハウレンソウを播種し、それぞれ40日目に発病状況を調査した。

発病は5月29日播種から8月17日播種まで認められ、それ以後の播種では認められなかった。発病は初発の日から急激に増加し、6月7日播種で発病株率が25.2%と高く、それ以後の播種では漸減した（第1図）。この傾向はハウス内地温（第2図）の推移と類似しており、

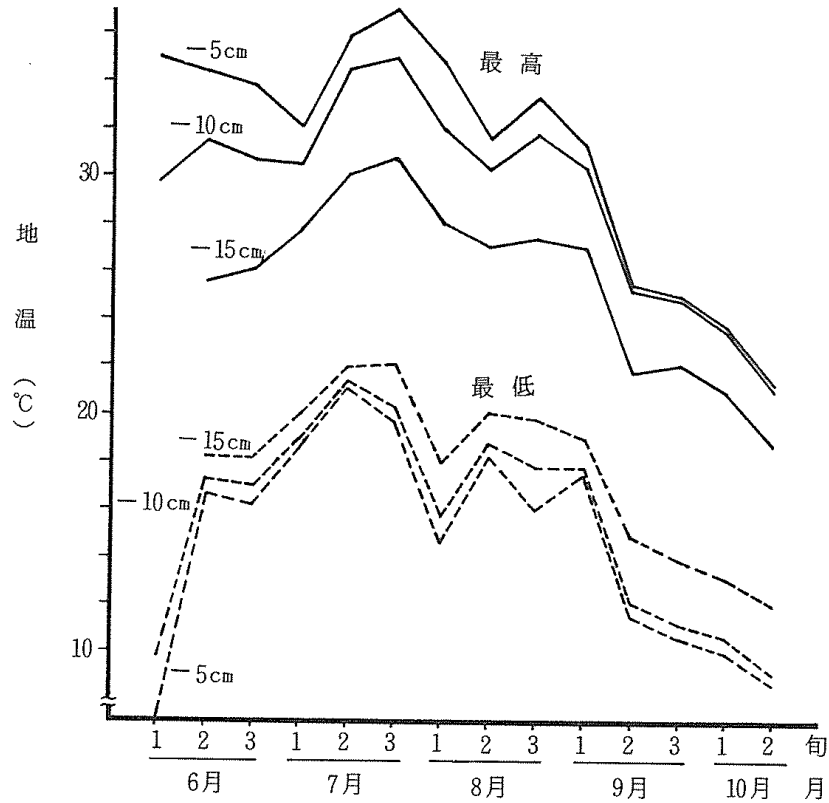


第1図 播種期別ハウレンソウ萎ちょう病の発病状況
（品種：6.28～8.7 サンシャイン、8.17～丸粒東海、直播栽培）

とくに、深層部の旬別平均最高地温との相関が高かった（第1表）。そこで、地表下10cmの生育時期別の平均最高地温と発病との関係を6月8日から8月16日まで10日ごとに播種して検討したところ、各播種期とも播種後10～19日の最高地温と発病との相関がみられた（第2表）。

また、バーミキュライトを用いたポット試験において、28℃以上で接種後10～13日目から発病がみられ、15日目に発病株率が約50%、20日には28℃で70%、30℃では100%と高率に発病したが、25℃以下ではほとんど発病がみられず、15℃では全くみられなかった（第3図）。

菌密度（ 7×10^2 、 7×10^3 、 7×10^4 /g 乾土）と発病および生育との関係をポットで移植栽培して調べた。病土の菌密度は試験開始時と多少変化が認められ、とくに高菌密度区で減少する傾向にあったが、菌密度勾配は試験開始時の水準にほぼ保たれた（第4図）。定植後20日までの調査によると、発病は菌密度 7×10^3 /g 乾土以上の区で認められたが、根部の導管が褐変している感染株はすべての菌密度区で全株に認められた（第5図）。また、高菌密度区ほどハウレンソウの生育は劣り、地下部重量も少なかった（第4図、第5図）。



第2図 深さ別ハウス内地温の推移 (1981年)

第1表 土壌の深さ別 旬別地温と発病株率との相関

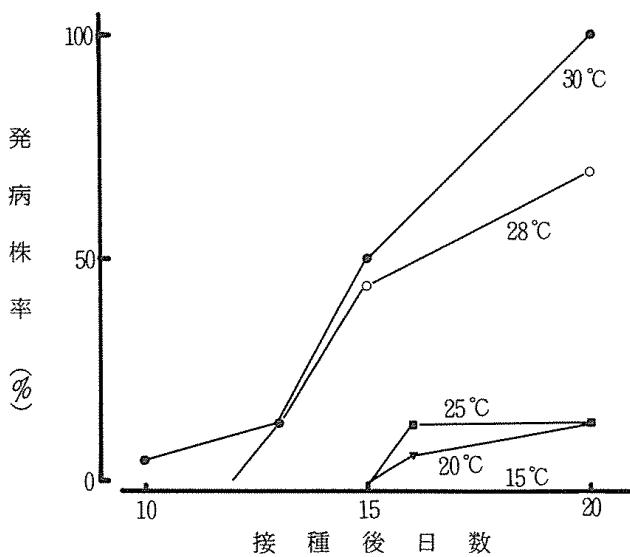
土壌の深さ	旬別地温*				
	Max	Min	Max-平均	Min-平均	平均
5 cm	0.464	0.662	0.646	0.661	0.694
10 cm	0.602	0.650	0.744	0.662	0.720
15 cm	0.692	0.653	0.762	0.693	0.734

数字は相関係数 ※1981年6月1日から10月10日

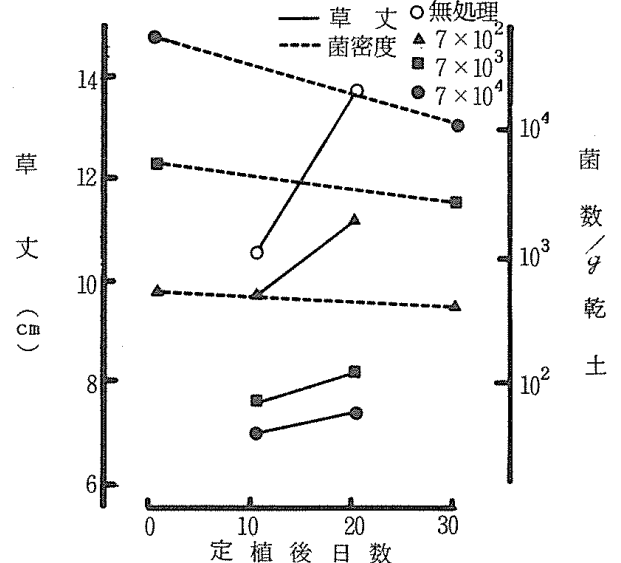
第2表 地表下10cmの生育時期別平均最高地温と発病株率との相関

時期別平均最高地温	発病調査時期 (播種後)		
	20日	30日	40日
播種10日前～播種前日	0.178	-0.021	-0.152
播種日～播種後9日	0.729	0.692	0.583
播種後10～19日	0.736	0.894	0.904
播種後20～29日		0.677	0.798
播種後30～39日			0.700

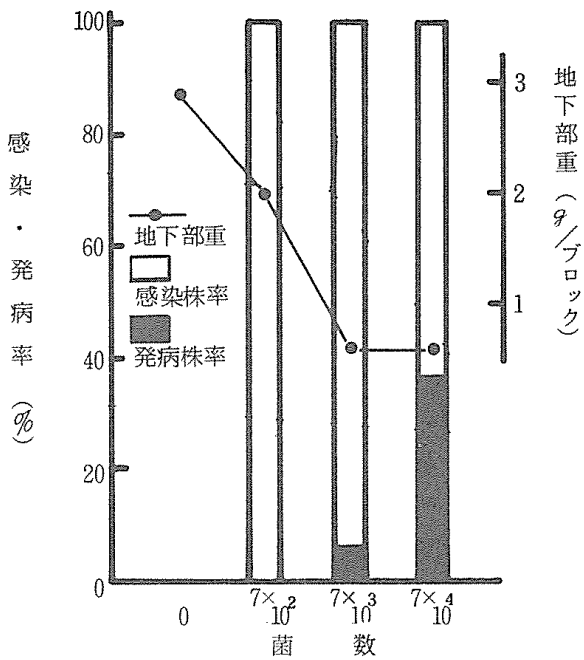
数字は相関係数



第3図 ホウレンソウ萎ちょう病の発病と温度との関係
品種：キング・オブ・デンマーク



第4図 *F. oxysporum* 菌密度が生育に及ぼす影響
品種：キング・オブ・デンマーク、移植栽培



第5図 *F. oxysporum* 菌密度と感染・発病および根量との関係
品種：キング・オブ・デンマーク、移植栽培

直播栽培では6月8日播種より8月16日播種まで発病が認められ、とくに6月初旬から7月中旬播種が多くなり、発病が認められてから急激に発病株は増加した。その後は漸減し、9月5日以降の播種では発病株、感染株ともにみられなかった(第6図)。

移植栽培でも同様な発病推移となったが、感染株、発病株とも直播栽培に比べ非常に少なく、発生の最も多かった6月28日定植でも発病は直播栽培の約40%であった。

発病が最も多くなる時期での初発生までに要する日数は、移植栽培で定植後20-38日であり、直播栽培の14-18日に比べて長く、発病しにくいことが判明した(第7図)。しかし、発病が低率である移植栽培でも、収穫を遅らせて在圃日数を長くすることにより発病株は増加し、とくに汚染程度の高い圃場では在圃日数が30日で発病株率10%に対して、32日では50%、35日では65%と急激に増加した(第8図)。

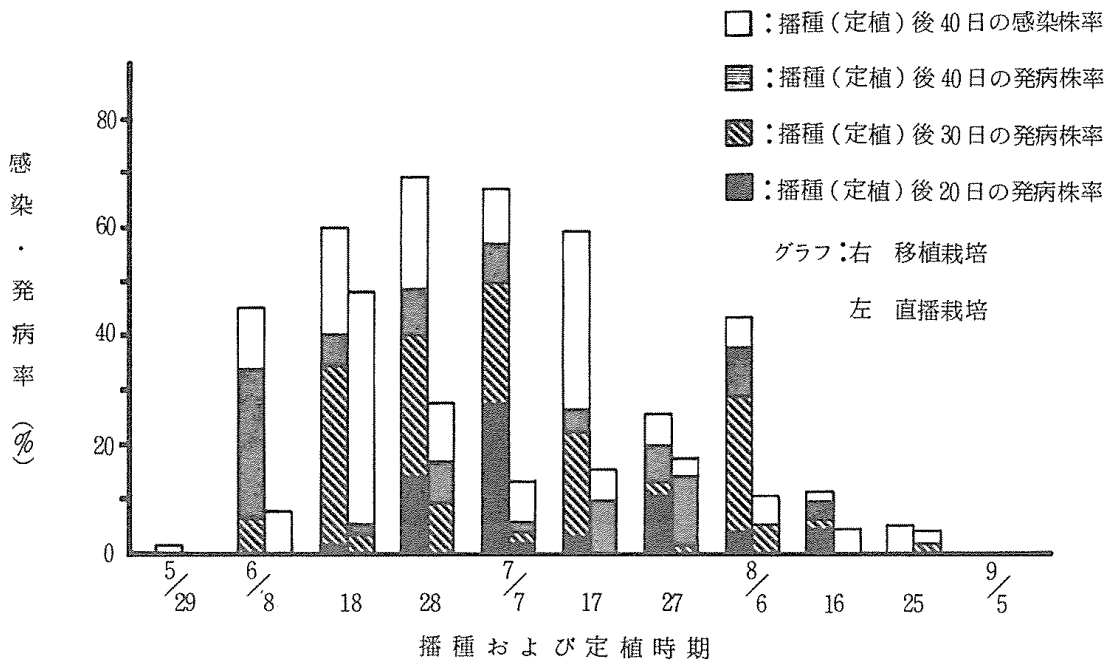
3. 耐病性品種の検索

耐病性品種の検索は1981年6月15日播種(12品種)および7月14日播種(9品種)の直播栽培で行った。試験期間中圃場の *Fusarium oxysporum* 菌数は $6 \sim 8 \times 10^3$ /g 乾土で推移した。

6月15日播種での発病は深緑、クレーパーキング、シンフォニー、力士、深緑丸、タイタン、ユーホー、スタミナ、マーキュリー、晩抽パイオニア、NKD、

2. 栽培方法によるホウレンソウ萎ちょう病の発生状況

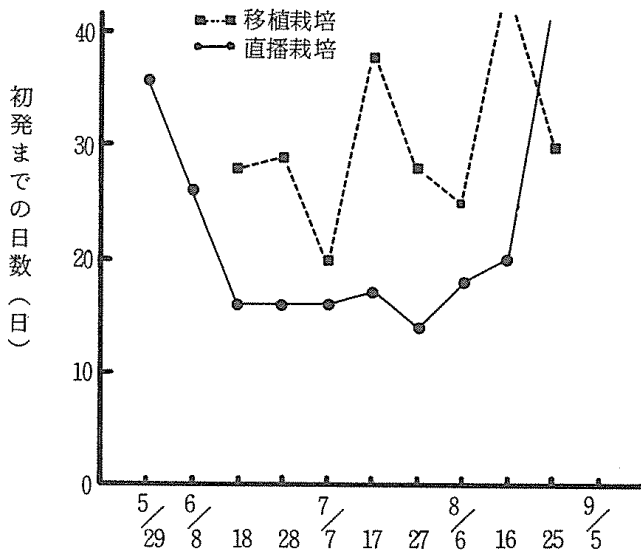
1981年5月29日から9月5日まで10日ごとに播種および定植して、本病の発病状況を調査した。試験期間中の圃場の *Fusarium oxysporum* 菌数は $3 \sim 10 \times 10^3$ /g 乾土で経過した。



第6図 移植栽培と直播栽培との時期別感染および発病の差異
品種：5.29～8.6サンシャイン、8.16～9.5丸粒東海

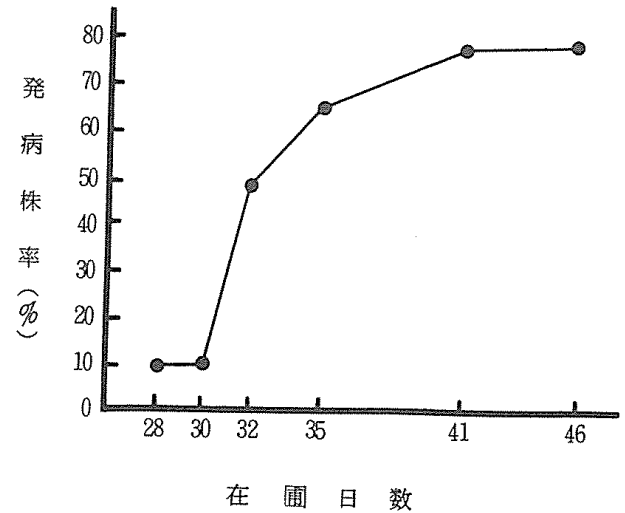
キング・オブ・デンマークの順に多くなり、播種後29日目の発病株率はキング・オブ・デンマークの100%に対して

深緑の20%、クレーバーキングの29%、シンフォニーの42%と品種間に有意差が認められた(第9図)。



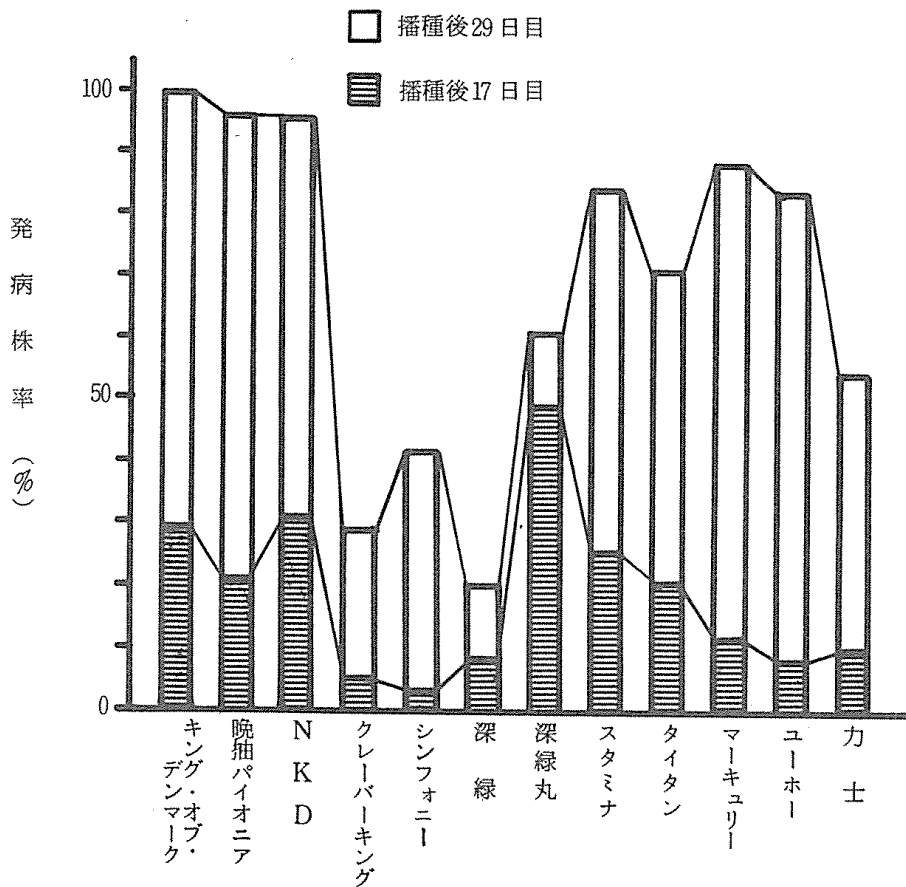
播種および定植時期

第7図 移植栽培および直播栽培での発病に要する日数 品種：キング・オブ・デンマーク



在圃日数

第8図 移植栽培での在圃日数とハウレンソウ萎ちょう病発生との関係 品種：キング・オブ・デンマーク

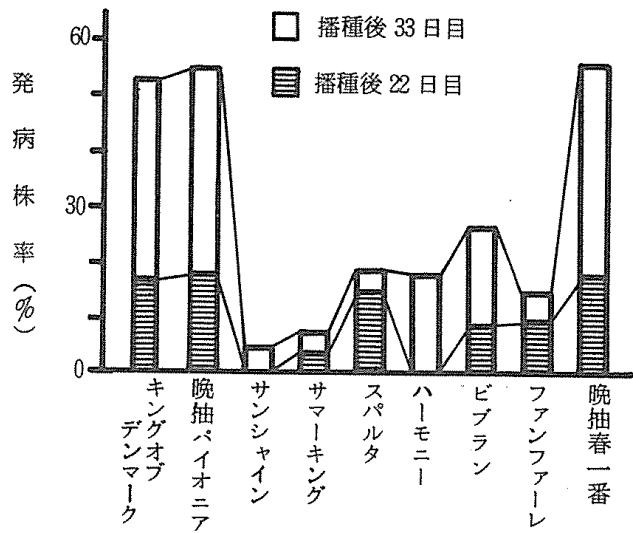


第9図 ハウレンソウ萎ちょう病の品種間差異 (6月15日播種、直播栽培)

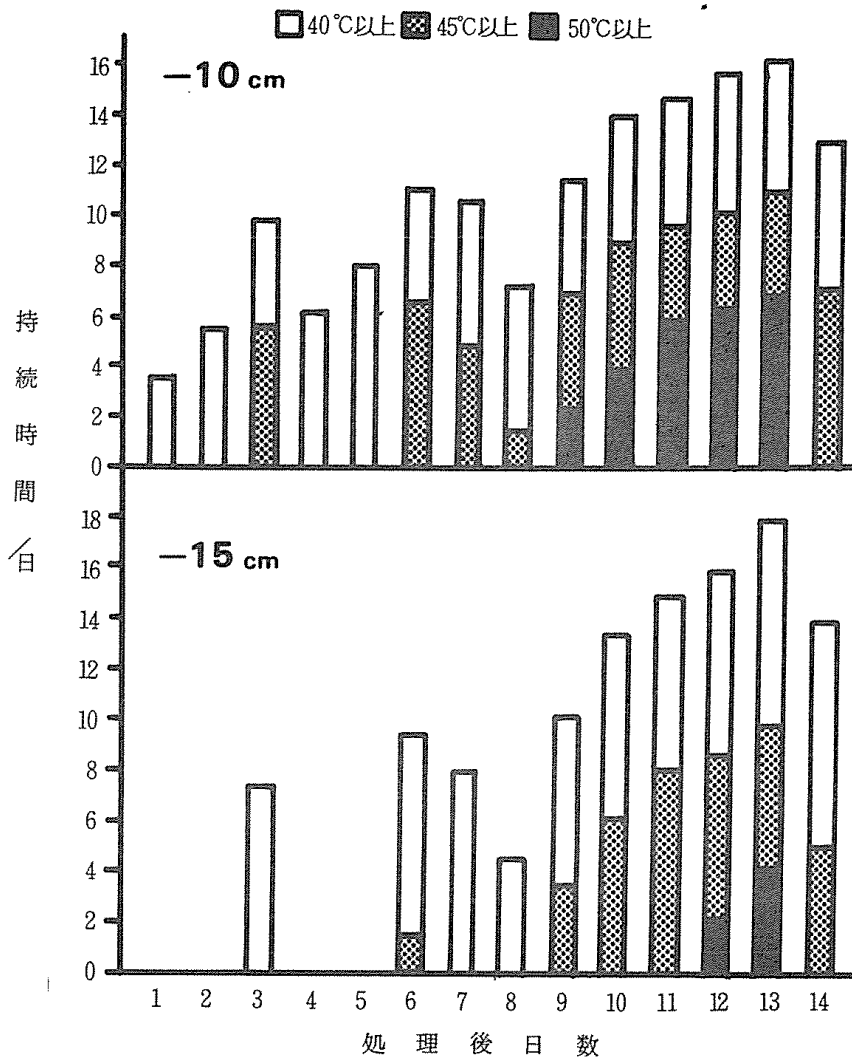
7月14日播種での発病はサンシャイン、サマーキング、ファンファーレ、ハーモニー、スパルタ、ピフラン、キング・オブ・デンマーク、晩抽パイオニア、晩抽春一番の順に多くなり、播種後33日目の発病株率はキング・オブ・デンマークの61%に対して、サンシャインの5%が最も低く、ついでサマーキングの8%、ファンファーレの15%、ハーモニーの18%、スパルタの19%と低かった(第10図)。

4. 太陽熱を利用したハウス密閉処理によるホウレンソウ萎ちょう病の防除

1981年7月7日から7月20日までの14日間ハウス密閉処理を行ったところ、地表下10cmの地温は処理日より40℃以上が得られ、3日目には45℃以上、9日目には50℃以上に達した。地表下15cmでは3日目で40℃以



第10図 ホウレンソウ萎ちょう病の品種間差異 (7月14日播種、直播栽培)



第11図 ハウス密閉処理による地温の持続時間(密閉処理:1981.7.7~7.20)

上、6日目で45℃以上、12日目で50℃以上の地温が得られた。また、地表下10cmでは45℃以上が処理後6日目から14日目まで、1日当たり1.6時間から11時間、平均で7.4時間持続した。50℃以上は処理後9日目から13日目まで、1日当たり2.4時間から7時間、平均で5時間持続した。地表下15cmでは、45℃以上が処理後9日目から14日目まで、1日当たり3.6時間から10時間、平均で6.9時間持続した。50℃以上は処理後12日目から13日目まで、1日当たり2.2時間から4.2時間、平均で3.2時間持続した(第11図)。

また、汚染土壌を実験的に熱処理して *F. oxysporum* 菌の死滅に要する温度条件を検討した。熱処理は実際の圃場条件に合わせて低土壌水分条件(5%)で行った。その結果、本病原菌は40℃10日間の処理でも生存していたが、45℃では6日間、50℃では3日間の処理で検出されなくなった(第3表)。また、1日当たり6時間の被熱条件で検討したところ、本病原菌は45℃で9日間の処理で生存していたが、50℃では4日間の処理で検出されなかった(第4表)。

そこで、ハウス密閉処理した土壌の層位別本病原菌密度を調べたところ、無処理区では菌数が高温期にな

るほど、また栽培を重ねるほど増加し、深層の10、15cmで菌数は多い傾向となった。一方、14日間ハウス密閉処理した区では処理直後の本病原菌は地表下10cmまでは検出されず、地表下15cmでわずかに認められた。その後、時間の経過とともに本病原菌は徐々に増加したが、菌密度は地表下5、10cmでは菌数 $1 \times 10^3/g$ 乾土以下で無処理の1/5程度と少なかった(第12図)。また、感染および発病推移は *F. oxysporum* 菌密度推移と相関が高く、無処理区での感染および発病は気温の上昇とともに増加し、7月7日播種では40日目の感染株率が67.8%、発病株率が57.1%で最高となった。その後の播種では漸減し、7月27日播種で感染株率が26.8%、発病株率が20.0%、8月6日播種でそれぞれ43.9%、38.2%、8月16日播種で11.7%、10.0%、9月5日播種では5.4%、0%となった。一方、密閉処理区では7月27日播種でのみ感染株率が2.5%とわずかにみられただけで、発病はまったくみられなかった(第5表)。また、ハウス密閉処理区では無処理区に比べて生育が良好で、草たけは7月24日播種で無処理区の約120%、9月5日播種で約140%であった(第13図)。

第3表 ホウレンソウ萎ちょう病菌の死滅に要する被熱温度と期間

処理温度	処 理 期 間											
	6時間	12時間	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
40℃	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
45℃	○	○	○	○	○	○	●					
50℃	○	○	○	○	●							

土壌水分5% ○:生存 ●:死滅(検出されず)

第4表 ホウレンソウ萎ちょう病菌の死滅に要する1日当たり6時間の被熱温度と期間

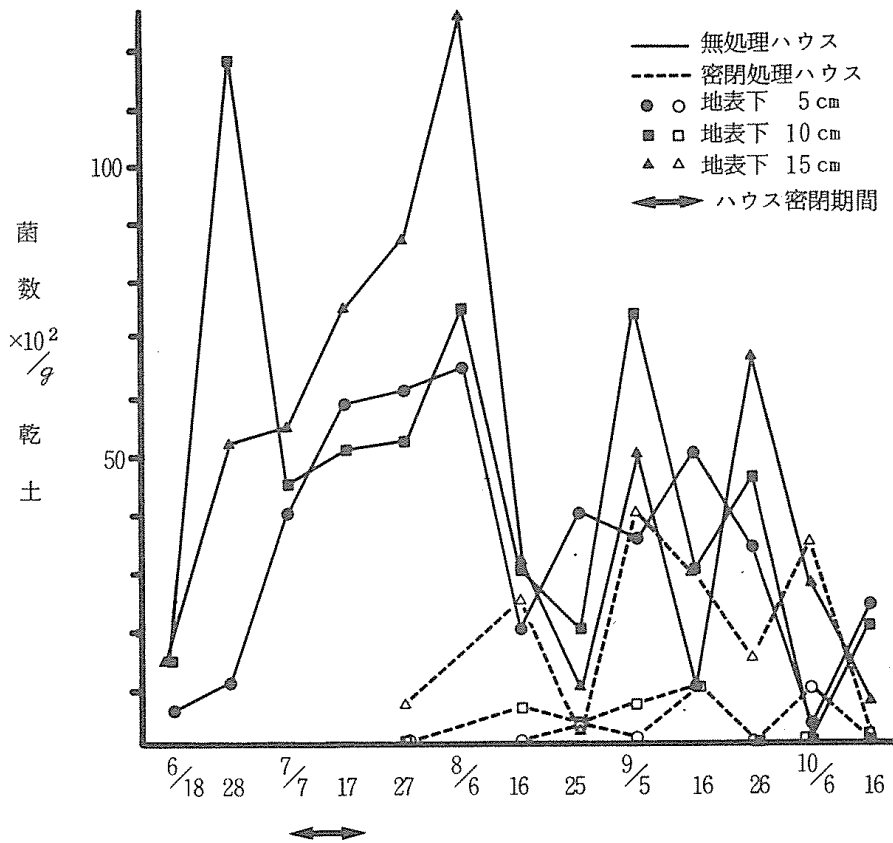
処理温度	処 理 期 間 (6時間/1日)								
	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日
45℃	○	○	○	○	○	○	○	○	○
50℃	○	○	○	●					

土壌水分5% ○:生存 ●:死滅(検出されず)

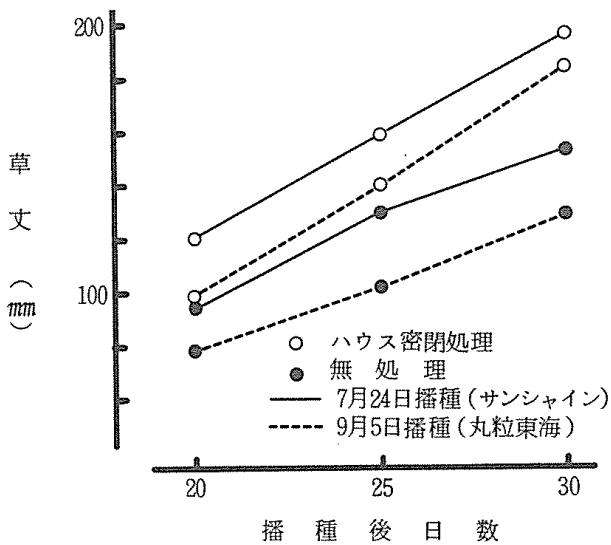
第5表 ハウス密閉処理がホウレンソウ萎ちょう病の感染および発病に及ぼす影響

処 理	播 種 時 期 別 感 染 株 率 (発 病 株 率) %										
	5.29	6.8	6.18	6.28	7.7	7.17	7.27	8.6	8.16	8.25	9.5
ハウス密閉処理	—	—	—	—	—	—	2.5	0	0	0	0
	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)	(0)	(0)	((0))	(0)	(0)
無 処 理	1.0	45.3	60.2	69.8	67.8	60.0	26.8	43.9	11.7	5.4	0
	(1.0)	(34.0)	(40.8)	(48.8)	(57.1)	(26.9)	(20.0)	(38.2)	(10.0)	(0)	(0)

ハウス密閉処理 7月7日~7月20日 直播栽培播種後40日目調査



第12図 ハウス密閉処理した土壌の層位別 *Fusarium oxysporum* 菌密度推移



第13図 ハウス密閉処理がホウレンソウの生育に及ぼす影響（直播栽培）

考 察

ホウレンソウ萎ちょう病の発生は気温の上昇とともにみられ、とくに地温が高くなる7、8月に多くなっ

た。このように本病の発生が夏期に多くなるのは、この時期が本病原菌の発育適温であると同時に、先に報告したように、この時期の高温は本来低温性植物であるホウレンソウの生育には不良環境であり、内記ら¹³⁾も指摘しているように病害に対する抵抗性の低下が病害を助長していることにもよると考えられる。

ところで、本病原菌は28～30℃の発病適温条件下において、 $7 \times 10^3/g$ 乾土以上の菌数で発病がみられ、発病株率が50%以上になるのに接種後15日を要した。

また、発病は播種後10～20日の最高地温と相関が高かった。以上の発病条件をふまえて、本病の耕種的防除法を検討した。

移植栽培では直播栽培に比べ本病原菌の感染が遅延し、初発までの日数が20日以上と長くなり、発病が非常に少なくなった。このことは先に報告³⁾したように、移植栽培では岐根となり、根量が多いことから、一部の根が損傷しても直根で根量の少ない直播栽培に比べ、被害として現われにくいものと考えられる。また、発病率の低い移植栽培でも在圃日数が30日以上では高率に発病を認めたが、移植栽培の場合、収穫が定植後25

日程度で行われる^{1,2)}ので被害をかなり軽減することができ、本病の防除手段として実用性があるものと考えられる。

ハウレンソウ萎ちょう病の耐病性は、従来から夏播き用品種として一般によく用いられてきたキング・オブ・デンマーク、晩抽パイオニア、NKD、晩抽春一番などがとくに弱く、深緑、クレーバーキング、サマーキング、サンシャインなどが強いことが判明した。これら耐病性を保持している品種は、内記¹⁵⁾も報告しているように、葉の欠刻が深く、東洋種の素質を多くもっており、丸葉の西洋種としての素質が少ないようである。今後夏播き品種の育成にあたっては、このことを考慮して行う必要がある。しかしながら、営利栽培に用いる場合、耐病性だけでは不十分で、収量、品質、抽台の早晩性などの要因も検討しておく必要がある。

つぎに、本病に対する土壌消毒として、小玉ら^{9,10)}によりイチゴ萎黄病など多くの土壌病害対策技術として確立されている太陽熱を利用したハウス密閉処理を試みた。ハウス密閉処理で得られた最低1日当たり6時間の被熱条件では本病原菌が死滅に要する温度条件として50°Cで4日、45°Cでは9日以上必要であった。このように比較的高い温度条件が必要となったのは、ハウレンソウの場合は、小玉らがイチゴで行ったように湛水による嫌気的条件下で処理できなかったことによるものと考えられる。この死滅に要する温度は、発病が多くなる6月上旬から8月下旬には14日間のハウス密閉処理で十分確保できるものと考えられる。

14日間ハウス密閉処理した場合、本病原菌は地表下10cmまでは検出されなかったが、その後ハウレンソウの作付けにともないわずかに復元が認められた。しかし、萎ちょう病の発病は認められず、根部導管が褐変していた感染株が低率で認められたにすぎなかった。また、ハウレンソウの生育も無処理ハウスに比べ良好であった。これは菌数の低下にともない感染率が低下し、根の損傷が少なく根量が十分確保できたためと考えられる。しかし、感染株がまったく認められない9月5日播きにおいても同様の結果を得たのは、感染にともなう根量の減少によるためだけでなく、北川ら⁹⁾が述べているようにハウス密閉処理後における硝酸化成菌の復元による硝酸態窒素の増加が、硝酸態窒素を好むハウレンソウの生育に良い影響を与えたためと推察される。このように太陽熱利用によるハウス密閉処理はハウレンソウ萎ちょう病に対して有効であり、ハウ

レンソウの生育にも好結果をもたらした。しかし、収益性の高い時期での14日間の休作によるハウス密閉処理は実用上問題があり、処理期間の短縮方法を検討する必要がある。

以上の結果から、本移植栽培法はハウレンソウ萎ちょう病の発病を回避する有効な手段であり、先に報告したように、本法は除草、間引、収穫調整などの労力節減や計画的栽培による収益の安定がはかれることなどからも夏ハウレンソウの栽培方法として実用性が高く、しかも、耐病性品種をうまく活用することでより効果的になるものと考えられる。また、太陽熱を利用したハウス密閉処理は収益性の高い時期であり、処理期間に制約があるので、土壌消毒効果が不十分となるが、圃場の病原菌密度を低下させるのに有効であり、本移植栽培の効果を安定させる手段として実用性が高いものと考えられる。

このように、連作障害の大きな要因である土壌病害は、単一の小手先技術だけでは防除が困難な場合が多く、栽培方法の見直し、ハウス密閉処理による土壌消毒のような生態系を維持しながらの手法と耐病性品種の採用など、耕種的な総合技術が防除対策として必要であると考えられる。

摘 要

Fusarium oxysporum f. sp. *spinaciae* によるハウレンソウ萎ちょう病の耕種的防除法について検討した。

1. ハウレンソウ萎ちょう病は6月上旬から9月下旬に発生がみられ、とくに7、8月に多くなった。また、ポット試験でも28°C以上の高温で発病が多くなった。
2. 発病に要する菌数は $7 \times 10^3/g$ 乾土以上であったが、感染はそれ以下の菌数でも認められた。
3. 移植栽培では直播栽培に比べて発病が少なく、発病適温条件下でも発病には接種後20-30日を要した。
4. 本病耐病性品種で経営的に有望なものとしてサンシャイン、クレーバーキング、サマーキング、深緑が検索された。
5. 本病原菌は45°C 6日、50°C 3日の熱処理で死滅した。また、1日当たり6時間の被熱条件の場合は45°C 9日の処理で死滅しなかったが、50°C 4日の処理では死滅した。
6. 14日間ハウス密閉処理した場合、ハウス内の土壌温度は地表下10cmで処理後9日目から13日目まで50

℃以上が1日当たり平均5時間持続した。15cmでは処理後12日目から13日目まで50℃以上が1日当たり平均3.2時間持続した。

7. このハウス密閉処理により、本病原菌は激減し、ハウレンソウの作付でわずかながら復元した。ハウレンソウを栽培した場合、わずかに感染株がみられたのみで栽培中は発病にはいたらなかった。また、ハウレンソウは肥効がよく、生育が良好となった。

8. 以上の結果から、ハウレンソウ萎ちょう病の防除対策として、太陽熱を利用したハウス密閉処理で圃場の病原菌密度の低下を計り、耐病性品種を用いて本移植栽培を行うことが有効な手段と考えられる。

引用文献

1. 荒井 滋 1980. 新しい試験研究、農業技術体系、野菜編7. 農山漁村文化協会、1-11.
2. ——— 1981. ソイルブロック育苗による夏ハウレンソウの移植栽培. 野菜園芸技術8(2): 24-27.
3. ———・岡山健夫 1982. ハウレンソウの移植栽培法に関する研究(第1報). 栽植密度および定植時期が生育、収量におよぼす影響について. 奈良農試研報13: 31-37.
4. 一谷多喜郎・福西 務 1979. ハウレンソウの立枯病をおこす *Pythium ultimum* Trow. 関西病虫研報21: 44.
5. 加納正和・内記 隆 1979. ハウレンソウ萎ちょう病の発生生態に関する研究—とくに高冷地における発生生態について. 関西病虫研報21: 45.
6. 北川芳雄・水田昌宏・若山 譲 1980. イチゴの促成型栽培における土地生産力の保全に関する研究(第1報). ハウス密閉による高温処理と土壤理化性の変化. 奈良農試研報11: 21-30.
7. 小島博文・荒井 滋・岡山健夫 1979. 奈良県における夏ハウレンソウの生産障害について. 関西病虫研報21: 46.
8. ———・———・——— 1980. *Rhizoctonia solani* による夏ハウレンソウの生産障害対策について. 関西病虫研報22: 64.
9. 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. 土壤伝染性病原菌の死滅条件の設定とハウス密閉処理による土壤温度の変化. 奈良農試研報10: 71-82.
10. ———・———・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. イチゴ萎黄病のほか土壤伝染性病害に対する土壤消毒効果と効果判定基準の設定. 奈良農試研報10: 82-92.
11. 駒田 且 1972. 合成処方による *Fusarium oxysporum* の選択分離培地. 日植病報(講要)38: 191.
12. NAIKI, T. and M. KANO 1977. On *Fusarium* wilt of spinach and its causal fungus. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 43: 297-300.
13. 内記 隆・加納正和 1978. 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.
14. NAIKI, T. and M. KANO 1978. Growing of *Rhizoctonia solani* Kühn causing root diseases of spinach in plastic house cropping. Ann. Phytopath. soc. Japan. 44: 554-560.
15. 内記 隆・森田恭充 1983. ハウレンソウ萎ちょう病に対する品種抵抗性の比較. 関西病虫研報25: 10-13.
16. 岡山健夫・荒井 滋 1983. ハウレンソウの移植栽培法に関する研究(第2報). 土壤水分が生育、収量におよぼす影響について. 奈良農試研報 14: 29-39.

Summary

This study was made of cultural control of Fusarium wilt of spinach caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *spinaciae*.

1. The occurrence of Fusarium wilt of spinach was observed during early July and late September, especially at higher soil temperature than 28°C.
2. The disease occurred when the population density of *F. oxysporum* rose above $7 \times 10^7/g$ dry soil, but infected spinach appeared even below the Fusarium density.
3. The occurrence of the disease on the transplanting cultivation took 20–30 days after inoculation of the pathogen, and was more frequent than that on the direct sowing cultivation.
4. Four varieties of spinach, *Sunshine*, *Cleverking*, *Summerking* and *Fukamidori* were concluded to be resistant and high—yielding.
5. The lethal exposure limit to the pathogen were the period of 6 days at 45°C or 3 days at 50°C.
6. The soil temperature in a vinyl house was higher than 50°C for 3.2 hrs a day at 15cm in depth while the high temperature was kept for 5 hrs a day at 10cm in depth when 14—day solar heating pasteurization had been given.
7. The population density of the pathogen decreased rapidly after the heating treatment, and by planting spinaches only a few of the pathogens were recovered. However, the occurrence of the disease was not observed and the growth of spinaches became better.
8. The results suggest that the transplanting cultivation by which resistant varieties were used after the solar heating pasteurization might be effective in controlling Fusarium wilt of spinach.