

カンラン萎黄病の防除に関する試験

飯 嶋 勉

Studies on the Control of Cabbage Yellows

Tsutomu IJIMA

I 緒 言

カンラン萎黄病は *Fusarium oxysporum f. conglutinans* による病害であり、1899年に SMITH によってアメリカのハドソン河沿岸地方で発見された病害である。発見後わずか10年間のうちにオハイオ州、イリノイ州の北部、ウィスコンシン州の南部、アイオワ州の南東部など北東部諸州のカンラン栽培地帯に急激にまん延し、甚大な被害が生じたと報告されている。現在はアメリカ全土のほかに、キューバ、トリニダード、ブラジル、オーストラリア、フィリピン、マレーシア、ウクライナ、ローデシアなどの諸国に発生しているようである。

日本では昭和27年に逸見・石上によって愛知県尾張地方で初発生が確認されたが、しばらくの間はほかの地区に広がらずにいた。ところが昭和38年に同県の知多半島に発生して以来各地に発生するようになり、昭和41年には同県豊橋地区と東京都練馬地方に、昭和42年には群馬県嬬恋地方や埼玉県に、翌43年には兵庫県神戸・明石地区や神奈川県三浦地区、長野県上田地方に発生し、本州中央部のカンラン主要産地のほとんどに発生するようになった。

東京都には約 1000ha のカンラン栽培地があるが、そのうち 400ha 以上が練馬区を中心とした地方にあり、練馬カンランの集団产地を形成している。練馬地方では冬まき6月どりと夏まき11月どりの栽培を行なっており、中央卸売市場の月別取扱高をみても、11月については過去数年間、50~60%の市場占有率を占めている。この地方で昭和41年9月に本病の初発生が確認され、昭和42年には急激に発生面積が拡大し、大被害が生じた。そこで本病の防除法を確立するために、昭和42年から試験を行なった。本試験は防除法の解明を急いだため基礎部門の研究が不足しているが、昭和45年に抵抗性品種による防除に成功し、一応の解決をみたので、現在までに得られた成績を取りまとめた次第である。

本報告を公にするにあたり種々御指導を賜った東京教育大学名誉教授平塚直秀氏、東京教育大学細田友雄氏、農林省農事試験場竹内昭士郎氏、全国購買農業協同組合連合会白浜賢一氏、当場栽培部長本橋精一氏、東京都病害虫専門技術員阿部善三郎氏、始終本試験の実施を鞭撻された当場長山崎正枝氏、前場長鈴木誠次郎氏、経営部長田村光一郎氏、当研究室主任研究員永沢実氏、実用試験および普及指導に尽力された中央農業改良普及所の林学而氏と島秀夫氏はじめ普及員の各位、種子を提供された種苗会社の方々、特にタキイ種苗辻本建男氏、坂田種苗宮石一雄氏、小川種苗小川喜与司氏、現地試験の実施にあたり熱心に協力された杉並区細淵正雄氏、篠良茂氏、終始助力を願った平野寿一氏、井上竹治氏、研究生として試験に協力された栗原一雄氏、細田恵三氏、小林孝則氏、三上元一氏に深甚の謝意を表する。

II 試験方法

1 試験方法

特記しない限り下記の方法に従った。病原菌を接種した試験においては、昭和41年9月に杉並区上高井戸または練馬区高松町の発病株から組織分離した病原菌を供試し、3カ月以上土壤ふすま培養したものを接種源とした。鉢試験は 18cm 鉢、5000 分の 1 a ポット、または 2000 分の 1 a ポットを使用し、土壤ふすま培養菌をそれぞれ 10g または 20g ずつ表層の土壤と混合接種し、1鉢に 10 株の苗を植え、ガラス室またはビニルハウス内で管理した。カンランの供試品種はできるだけ早生秋室とし、殺菌土壤で育苗した本葉 1 枚から 5~6 枚までの苗を定植した。圃場試験は場内火山灰軽埴土および杉並区の激発烟で行ない、7月上旬播種、8月中下旬定植、11月収穫の現地の作型に合せ、農家の慣行に従って栽培した。なお昭和42~43年の場内試験は、土壤ふすま培養菌を 1m²あたり 80~100 g の割合で接種して行なった。土壤検診はポット検診を主体とし、馬れいしょ煎汁稀釀培地を用

いた希釈平板法による菌数測定を併行させた。

2 調査方法

発病調査は初発を認めた日から5~7日おきに行ない、鉢試験ではヨージを、圃場試験では竹を立て、発病株の推移を調査した。また最終発病調査時には、苗を地ぎわの部分から切断し、発病を程度別にわけて調査し、下式によって発病指数を算出した。

発病程度甚：発病枯死

- ✓ 中：株全体に顕著な病徵を認める
- ✓ 軽：一部の葉に病徵を認めるか、病徵は認められないが茎の導管部が褐変
- ✓ 無：病徵を認めず、導管部の褐変も認められない

$$\text{発病指数} = \frac{(\text{甚の株数} \times 3) + (\text{中} \times 2) + (\text{軽} \times 1)}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$$

ただし本文中の表には、鉢試験では最終発病調査時の発病株率と発病指数を、圃場試験では発病株率推移の一部と最終調査時の発病株率と発病指数のみを記した。

収量は上物と下物、未結球にわけて株数と結球重量を調査したが、表には出荷可能な上物結球の株率とその重量を示した。

なお土壤消毒剤の試験では、処理時の土壤水分を赤外線土壤水分測定器で測定し、処理後10日間の10cm地温を午前9時に観測した。

III 都下における発生状況

都下において本病の初発を確認したのは、昭和41年9月であった。昭和41年の発生地域は練馬区高松町、春日町地区、同区西大泉地区、杉並区上高井戸地区であり、推定発生面積は20~30haであった。翌昭和42年は急激に発生地域が拡大し、大被害が生じたので9月中旬から10月上旬の間練馬区と杉並区を中心に巡回し、発生状況を程度別に調査した。調査の結果は第1表のとおりである。

昭和42年の発生地域は練馬区高松町から春日町、田柄町、平和台にかけての一帯、同区上石神井から東大泉、南大泉、西大泉にかけての一帯、同区中村南から中野区鷺の宮、杉並区井草にかけての一帯および杉並区上高井戸の一部であり、発生面積は約100haと推定された。これらのうち前年の発生地およびその周辺では特に被害が激しく、収穫皆無に近い被害を受けた畑が合計約25haもあった。これらの発生地域はいずれもカンランの専作地であり、数年から10数年にわたってカンランを連作している地区である。一方練馬区内でもニンジンを主

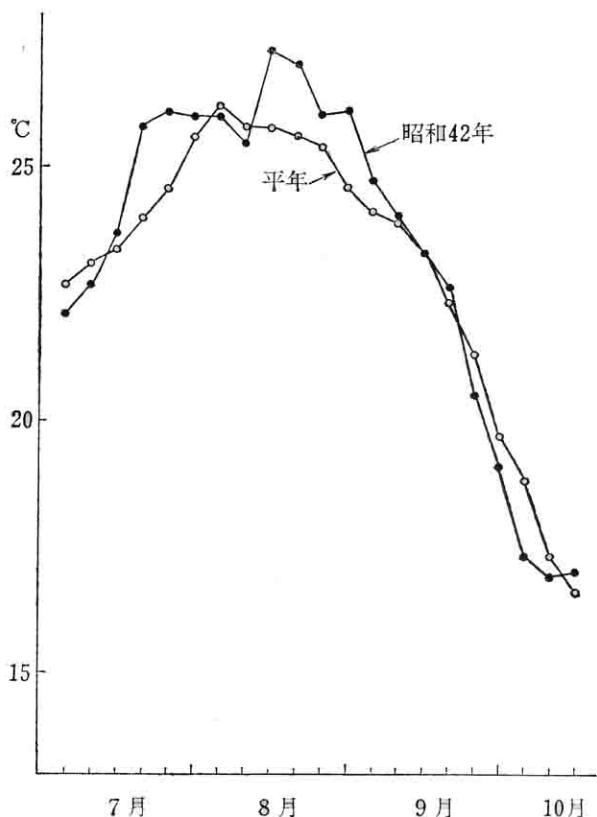
第1表 昭和42年の発生状況

調査地区	調査発生畑数	発生率%	発生程度別畑数					被害指數
			甚	多	中	少	無	
練馬区高松町1丁目	12	83	4	2	2	2	2	58
〃 〃 〃	5	100	2	3	0	0	0	85
〃 〃 〃	4	100	1	1	1	1	0	63
〃 春日町2丁目	7	100	0	0	1	6	0	29
〃 〃 5丁目	6	83	3	0	0	2	1	58
〃 〃 〃	4	50	0	0	0	2	2	13
〃 谷原町1丁目	3	33	0	0	0	1	2	8
〃 田柄町5丁目	6	50	1	0	2	0	3	33
〃 北町5丁目	5	40	0	0	0	2	3	10
〃 〃 7丁目	10	0	0	0	0	0	10	0
〃 平和台1丁目	4	0	0	0	0	0	4	0
〃 〃 3丁目	2	0	0	0	0	0	2	0
〃 〃 4丁目	10	20	0	1	0	1	8	10
〃 上石神井2丁目	10	40	0	0	1	3	6	13
〃 〃 〃	10	30	1	1	0	1	7	20
〃 東大泉町	10	0	0	0	0	0	10	0
〃 〃	20	25	1	1	1	2	15	14
〃 西大泉町	5	40	0	0	1	1	3	15
〃 南大泉町	13	62	1	2	2	3	5	33
〃 中村南3丁目	10	20	0	0	2	0	8	10
〃 豊玉南3丁目	10	0	0	0	0	0	10	0
〃 南田中町	10	0	0	0	0	0	10	0
中野区上鷺宮4丁目	10	0	0	0	0	0	10	0
〃 鷺宮6丁目	10	40	0	1	0	3	6	15
杉並区井草1丁目	10	30	0	0	0	3	7	8
〃 〃 2丁目	10	40	0	1	1	2	6	18
〃 〃 3丁目	10	20	0	0	1	1	8	8
〃 〃 4丁目	10	100	0	0	1	9	0	28
〃 上高井戸2丁目	20	95	10	4	1	4	1	73
〃 〃 〃	10	10	1	0	0	0	9	10
世田谷区鳥山町	10	0	0	0	0	0	10	0
〃 〃	10	0	0	0	0	0	10	0
合計・平均・割合	286	38	9%	6%	6%	17%	62%	20

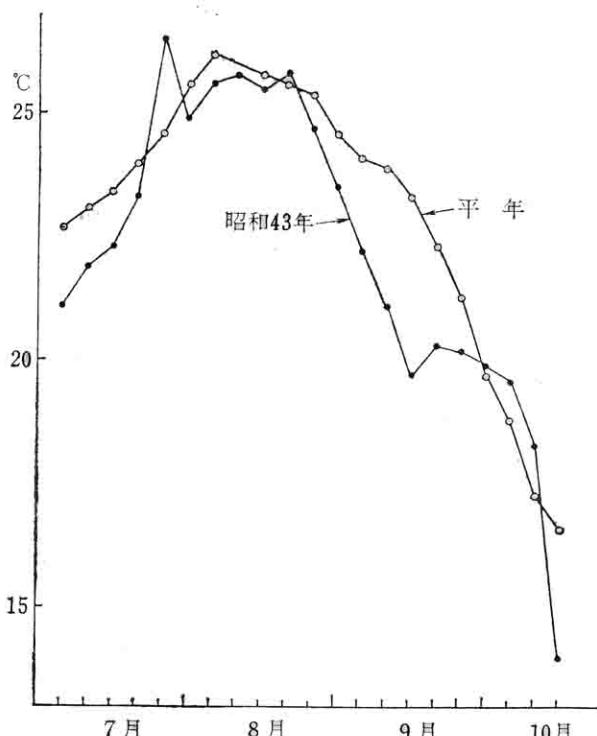
注1. 調査期間：昭和42年9月19日～10月3日

2. 発生程度 甚：畑の1/3以上が坪枯れ、多：畑の1/3～1/4が坪枯れ、中：小さな坪枯れが数カ所、少：発病株が点発、無：発病株がみられない

作にしている北大泉地区のカンラン畑では発生がみられず、またカリフラワーなど他作物とカンランを輪作している世田谷区鳥山地区では、杉並区上高井戸の激発畑に



第1図 昭和42年の地温の経過



第2図 昭和43年の地温の経過

隣接しているにもかかわらず発生は全く認められなかつた。三多摩地区では保谷市、武藏野市、調布市の数ヶ所の畠合計数10haに発生をみただけであつた。

昭和42年に本病が大発生した原因は、第1図の地温の経過で明らかなとおり7月中旬の播種期以後育苗中および定植初期が異常な高温であったこと、定植予定の8月中旬～下旬に降雨がほとんどなかったので苗の生育を抑えるために無理な断根などを行なつたこと、および本病の被害の激しさを知らなかつたために苗床で発病がみられたにもかかわらず、外観健全な苗を選んで本畠に定植してしまつたことなどによると考えた。

翌昭和43年は第2図で明らかなとおり、7月中旬から9月下旬まで低温が続き、本病は発生しにくい筈の年であり、また土壤消毒などの防除対策を行なつたが、本病の発生地帯はさらに拡大して約120haに発生がみられた。その後昭和44年には122ha、昭和45年には130haに発生し、第3図に示したように練馬カンランの産地のほとんど全域に本病が発生するようになった。しかしカンランの連作を行なつていない練馬区北大泉地区や世田谷



第3図 都下における発生地域（昭和42年：点の部分、昭和43年：斜線の部分）

区鳥山地区では未だに発生が認められず、三多摩地区でも練馬区に隣接する保谷市の連作畑以外では発生地域の拡大はみられていない。

IV 病原菌に関する試験

1 各地の発病株から分離された病原菌のカンランに対する病原性

昭和41年と42年に都下各地の発病株から病原菌を分離し、カンラン苗に接種して病原性を検討したところ、供試菌はすべてカンランに強い病原性を示した。昭和43年に群馬県吾妻郡嬬恋村から発病株を入手したので、都下の分離菌4菌株を加えて、カンラン品種に接種した結果は第2表のとおりである。

第2表 各地分離菌のカンランに対する病原性

供試菌採集地および分離年月	早生秋宝		耐病S T	
	発病株率%	発病指數	発病株率%	発病指數
練馬区高松町 タキイ中村南	41年9月 100	97 100	79 100	100 100
杉並区上高井戸	41年9月	100	99	100
調布市神代	42年11月	100	84	100
群馬県嬬恋村	43年9月	97	85	100
無接種		0	0	0

注1. 試験期間：昭和44年7月～8月

供試菌はいずれも早生秋宝と耐病S Tの2品種に強い病原性が認められ、群馬県分離菌を含めて菌株間に病原性の違いはほとんどないように思われた。

タキイ種苗、坂田種苗、山陽種苗などでは杉並区上高井戸分離菌によって抵抗性検定を行なっているが、本菌株によって選抜し、育成した抵抗性品種は、都下の各地はもちろん群馬県や愛知県などでも安定した抵抗性を發揮しており、全国各地に発生する病原菌に似て病原性の違いがあったとしても、抵抗性に影響するほどの差異はないと考える。

2 病原菌の寄生性

1) 各種作物に対する寄生性

本病激發畑においてカンラン以外の作物に転作する場合や輪作作物を選定するときには、病原菌の寄生性を知っておく必要がある。本病病原菌の寄生性については主にアメリカで試験が行なわれ、本菌はアブラナ科植物の多くの種に寄生性を有することが明らかになっている。すなわち古くはWALKER & WELLMAN(1928)が *Brassica*

oleracea の7種の作物に寄生性を認め、プロッコリー、コモチカンラン>カリフラワー>コラード、ケール>コール・ラビ>カンランの順に抵抗性が強いと報告している。これより先に GREGORY (1922) はカブに、GILMAN (1926) はハクサイに寄生性のあることを確認してい

第3表 供試作物および品種

作物名	品種名	育成元(人手先)	学名
カリフラワー	富士 スノーボールA 野崎早生 増田中生	武藏野種苗園 タキイ種苗 坂田種苗 増田採種場	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>botrys</i>
プロッコリー	極早生 中生 中晚生	タキイ種苗 タ タ	同上
不結球白菜	新山東菜 大阪しろな	(小野種苗店) (吉川種苗店)	<i>B. pekinensis</i>
半結球白菜	長崎白菜	(タ)	同上
結球白菜	春蒔野崎	協和種苗	同上
タイサイ	雪白体菜	(吉川種苗店)	<i>B. chinensis</i>
カブナ	ごせき晩生 小松菜 うぐいす菜 染谷金町小かぶ 唐津かぶ 新津田かぶ	後園種苗 (小野種苗店) 協和種苗 (吉川種苗店) 島根農試	<i>B. rapa</i>
キョウナ	白筋千筋京水菜	(吉川種苗店)	<i>B. japonica</i>
タカラ	三池縮緬大葉高菜 かつを菜	(タ) (タ)	<i>B. juncea</i>
大根	新三浦 M S秋詰	協和種苗 タ	<i>Raphanus sativus</i>
二十日大根	赤丸	(小野種苗店)	<i>R. sativus</i> var. <i>radicula</i>
フダンソウ	白茎	(タ)	<i>Beta vulgaris</i> var. <i>flavescens</i>
人參	M S四寸	協和種苗	<i>Daucus carota</i> var. <i>sativa</i>
トマト	はうすほまれ	坂田種苗	<i>Lycopersicon esculentum</i>

注1 アブラナ科作物の分類は篠原捨喜氏による

第4表 病原菌の寄生性(その1)

供試作物	調査株数	発病率%	発病指數	Fusarium spp. の再分離		再分離菌の病原性	
				茎	根	茎	根
大阪しろな	20	0	0	0/20	0/10		
長崎白菜	15	65	64	1/6	1/6	+	
雪白体菜	18	13	7	3/18	8/10	+	+
唐津かぶ	20	0	0	3/20	9/13	+	
新津田かぶ	20	25	18	4/17	5/17	+	
白筋千筋京水菜	18	0	0	4/18	3/8	—	
かつを菜	20	0	0	0/20	0/20		
三池縮緬大葉高菜	19	0	0	2/19	12/19	—	
早生秋宝(対照)	20	60	50	3/11	9/11	+	

注1 試験期間：昭和43年11月～44年6月

る。最近では ARMSTRONG ら (1966) が非常に大規模の試験を行ない、本菌はカンラン、カリフラワー、ブロッコリー、コモチカンラン、ハクサイ、ダイコン、スエーデンカブ、ストック、ニオイアラセイトウ、スィートアリッサムなど19種のアブラナ科植物とナデシコ科のアメ

リカセンノウ (*Lychnis chalcedonica*) に寄生性を有することを証明している。

日本にはアメリカでは栽培されていないと思われる多種類のアブラナ科の作物があり、また都下でも各種のアブラナ科作物が栽培されているので、これらについてポット試験によって病原菌の寄生性を検討した。供試作物および種子の入手先は第3表のとおりである。昭和43年に長崎県唐津市で入手した6種のアブラナ科作物について試験した結果は第4表、都下で栽培の多い7種のアブラナ科作物を中心に試験した結果は第5表のとおりであり、これを要約すると第6表のようになる。

11種23品種のアブラナ科作物について病原菌の寄生性を検討した結果、カリフラワー、ブロッコリー、不結球白菜、半結球白菜、タイサイ、カブナ、大根、二十日大根の8種の作物に寄生性を確認した。これらの作物中カリフラワー、不結球白菜、半結球白菜、カブナのなかにはカンランに近い発病状況を示した品種があり、本病発生地帯でこれらの作物を栽培する場合には注意が必要と思われた。アブラナ科作物でもキョウウナとタカナには寄生性が認められず、ブロッコリー、大根、二十日大根は

第5表 病原菌の寄生性(その2)

供試作物	供試品種	供試株数	発病率%	発病指數	Fusarium spp. の再分離		再分離菌の病原性	
					茎	根	茎	根
カリフラワー	富士	7	100	100	3/3	3/3	+	+
	スノーボールA	10	70	53	4/6	2/6	+	+
タ	野崎早生	27	0	0	1/6	5/6	—	+
	増田中生	18	89	76	2/6	3/6	+	+
ブロッコリー	極早生	17	6	6	1/6	3/5	+	+
	中生	24	0	0	0/6	3/6	—	
タ	中晩生	11	9	3	0/2	2/2	+	
	新山東菜	20	75	67	5/6	5/6	—	+
不結球白菜	春薄野崎	4	0	0	2/8	5/8	—	—
カブナ	染谷金町小かぶ	22	91	86	3/3	5/9	—	+
	ごせき晩生小松菜	20	95	90	1/6	2/6	—	+
タ	うぐいす菜	21	76	76	2/6	4/6	—	+
	新三浦	14	0	0	0/6	2/6	—	
大根	MS秋詰	13	15	13	5/6	4/6	+	+
	赤丸	24	29	22	4/6	5/6	+	+
フダンソウ	白薹	38	0	0	7/10	3/10	—	
人參	MS4寸	42	0	0	0/6	0/6		
トマト	はうすほまれ	10	0	0	0/6	0/6		
カンラン	早生秋宝	20	100	100	—	—		

注1 試験期間：昭和44年6月～12月

第6表 病原菌の寄生性(総括)

供試作物および品種		発病程度	寄生性
カリフラワー	富士	十	+
ク	スノーボールA	十	+
ク	野崎早生	一	+
ク	増田中生	十	+
プロッコリー	極早生	+	+
ク	中生	一	—
ク	中晚生	—	+
不結球白菜	新山東菜	十	+
ク	大阪しろな	—	—
半結球白菜	長崎白菜	十	+
結球白菜	春薄野崎	—	—
タイサイ	雪白体菜	+	+
カブナ	染谷金町小かぶ	十	+
ク	唐津かぶ	—	+
ク	新津田かぶ	十	+
ク	ごせき晩生小松菜	十	+
ク	うぐいす菜	十	+
キョウナ	白筋千筋京水菜	—	—
タカナ	三池縮緬大葉高菜	—	—
ク	かつを菜	—	—
大根	新三浦	—	—
ク	M.S秋皓	十	+
二十日大根	赤丸	十	+
フダンソウ	白茎	—	—
人參	M.S四寸	—	—
トマト	はうすほまれ	—	—

寄生性は認められたが発病しないか、発病しても被害はごく軽かった。しかしプロッコリーや大根は、その作物自体の被害は軽くても、畑における病原菌密度の低下には役立たないと思われるので、輪作作物としては不適当と考えた。結球白菜については、供試品種の春薄野崎には寄生性が認められなかったが、数品種について検討した上でないと寄生性の有無の結論はできない。アブラナ科以外のフダンソウ、人參、トマトには寄生性が認められなかった。

2) 病原菌のカリフラワー品種に対する病原性:

都下の発生地帯のなかでとくに被害が激しい畑では、一時カンランの栽培を中止し、他作物への転作が行なわれた。転換された作物としてはカリフラワーが比較的多いが、前試験の結果から推測されるように、カリフラワーも品種によってはかなりの被害が生じると予想され

第7表 カリフラワーにおける品種間差

供 試 品 種	定植14日後		定植34日後	
	発病株率 %	発病指數	発病株率 %	発病指數
白鳳45日(坂田)	0	37	50	—
富士(武藏野)	60	75	95	—
野崎極早生(野崎)	10	27	45	—
ひかり(合田)	0	12	25	—
パイオニア(藤田)	0	10	60	37
スノーケイン(タキイ)	0	—	15	—
スノーキング(ク)	10	39	55	—
魁1号(みかど)	5	60	90	—
スノーボールA(タキイ)	5	37	65	—
中早生(野崎)	5	22	40	—
雲仙二月穂(八江)	0	35	55	—
カンラン 三冠	100	—	—	—

注1 試験期間: 昭和44年10月~12月

第8表 ダイコン萎黄病菌のカンランに病する病原性

供 試 作 物	地温 25°C		地温 15°C	
	発病株率 %	発病指數	発病株率 %	発病指數
カンラン早生秋室	0	0	0	0
ク若竹	0	0	0	0
ダイコン新三浦	94	84	45	30

注1 試験期間: 昭和43年1月~3月

第9表 トマト萎ちう病菌などのカンランに対する病原性

供 試 菌	発 病 株 率 %		
	カンラン	トマト	キュウリ
トマト萎ちう病菌 race 1	0	100	—
ク race J2	0	40	—
トマト根腐萎ちう症病原菌	0	40	—
キュウリつる割病菌 F-2	0	—	95
ク F-3	0	—	65
カンラン萎黄病菌	100	0	0
無接種	0	0	0

注1 試験期間: 昭和46年5月~7月

た。そこでこれらの地帯で栽培の多い極早生種~中早生種について、ポット試験によって品種間差を検討した。結果は第7表のとおりである。

供試した11品種は対照のカンラン品種に比較すると一般に被害が軽かったが、いずれも発病が認められた。なかでも富士と魁1号の2品種はカンランに近い被害が生じ、発生畠での栽培は不適当と判断された。その他の品種は発生畠でも栽培は可能であり、ひかりやスノーケインならば花蕾の生産にはほとんど影響がないと思われた。

転換作物としてはアブラナ科以外の作物が望ましいことは既に述べたが、カリフラワーに転作したい場合には品種の選定に注意する必要がある。幸い都下の発生では野崎早生など感受性の低い品種の栽培が多いためほとんど被害を受けていないが、富士を栽培した数カ所ではカンラン程度の被害が生じている。なおブロッコリーも品種によって被害が発生した例があり、今後品種間差を検討する必要がある。

3 ダイコン萎黄病菌など数種 Fusarium 病病原菌のカンランに対する病原性

本病病原菌に近縁のダイコン萎黄病菌と都下で発生が多いトマト萎ちう病菌およびキュウリつる割病菌について、カンランに対する病原性を検討した。

昭和43年に茨城県農業試験場から分譲を受けたダイコン萎黄病菌について、地温25°Cおよび15°Cで行なった試験の結果は第8表のとおりである。

ダイコン萎黄病菌は対照のダイコン品種新三浦には強い病原性を示したが、カンランの2品種早生秋宝と若竹には病原性が認められなかった。片野(1958)はダイコン萎黄病菌をカンランの3品種に接種し、羽衣には病原性が認められなかったが、サクセッションおよびコペンハーゲンマーケットには低率の発病を認めダイコン萎黄病菌がカンランに病原性を有することを明らかにしている。杉本(1962)も同様の試験を行ない、ダイコン萎黄病菌のカンランに対する病原性はごく弱いことを報告している。また POUND ら(1953)はダイコン萎黄病菌のカンランに対する病原性を地温をかえて検討し、地温28°C以上では病原性が認められるが、24°C以下では発病しないことを明らかにしている。いずれにしてもダイコン萎黄病菌のカンランに対する病原性は弱く、この菌によってカンランが大きな被害を受けることはないと考える。

都下産のトマト萎ちう病菌とキュウリつる割病菌、昭和45年に高知県農林技術研究所から分譲を受けたトマト萎ちう病菌 race J2、トマト根腐萎ちう症の病原菌、および昭和32年に静岡県農業試験場から分譲を受けたキュウリつる割病菌 F-2について、カンランに対する

病原性を検討した試験の結果は第9表のとおりである。

供試した病原菌はそれぞれトマトまたはキュウリに病原性を示したが、カンランには病原性が認められなかった。これらの病原菌はカンランには病原性がないと考える。なおARMSTRONG ら(1966)は *Fusarium oxysporum* のほとんどの form についてカンランに対する病原性を検討した結果、*apii*, *asparagi*, *batatas* race 1, 2, *betae*, *callistephi*, *carthami*, *cepae*, *cubense* race 1, *cucumerinum*, *cyclaminis*, *dianthi*, *glycines*, *hebae*, *luffae*, *lupini* race 2, *lycopersici* race 1, 2, *medicaginis*, *melongenae*, *melonis*, *niveum*, *passiflorae*, *perniciosum* race 1, *pisi* race 1, 2, *phaseoli*, *rhois*, *sesami*, *spinaciae*, *tracheiphilum* race 1, 2, 3, *tuberrosi*, *vasinfectum* race 1, 3, 4 の各 form および race はカンランに病原性を示さないことを明らかにしている。

V 病原菌の伝染経路に関する調査

1 種子による伝染

本病が東京都に最初に侵入した経路は明らかでないが、種子伝染による可能性が強いと推察する。一般に土壤伝染性の *Fusarium* 病菌はごく低率にしか種子伝染しないと考えられているが、カンランの場合は苗床に1ha分12~16万粒程度の大量の種子が播種され、しかも都下発生地帯の苗床は管理の都合などで通常1カ所の畠に設けられ、何年にもわたって少なくとも年2回以上連用されていたことから考えると、種子によって侵入した疑いがきわめて強いと推察される。

2 苗による伝染

種子伝染によって持ち込まれた病原菌は苗床上でしだいに増殖し、さらに保菌苗の定植によって本畠にまん延したと考える。昭和42年に都下発生地帯の苗床と本畠の発生状況を調査した結果と、苗床より採集した土壤について土壤検診を行なった結果は第10表のとおりである。

現地の苗床で発病がみられた場合には例外なく本畠での多発が観察され、苗床の土壤検診の結果で病原菌が検出された場合には2例を除いては本畠での発病が認められた。東大泉と南大泉Aの場合は、苗床土壤中の病原菌密度が発病限界以下であったため本畠で発病しなかったものと思われる。一方苗床土壤からは病原菌が検出されなかった春日町Bの場合は、多発畠に隣接する一部の畠に発生をみたものであり、これは多発畠からの病土の混入によると思われた。以上の調査結果から本病病原菌は

第10表 現地の発生状況および苗床の土壤検診

調査地点	発生状況		土壤検診	
	苗床	本畑	ポット検土 1gあたり菌数 率 %	万
練馬区高松町A	不明	一部多	6	—
ククB	多	甚	56	1.1
ク春日町A	多	一部多	5	—
ククB	なし	少	0	—
ク東大泉	なし	なし	7	—
ク西大泉A	ごく少	多	3	1.6
ク南大泉A	なし	なし	7	—
ククB	なし	一部甚	27	1.1
ククC	多	多	85	1.8
杉並区上高井戸A	多	甚	36	1.2

注1 発生状況調査および土壤採集：昭和42年8月23日

2 土壤検診：8月～9月

苗床の土壤中でじょじょに増殖し、苗床を足場に本畑にまん延したと考えた。

一方苗の移動による他地区への伝染も観察された。昭和42年における武蔵野市の発生は、杉並区の発生農家から苗をもらい、定植してしまったためであり、杉並区のある例では前年の保菌苗の移動によって、その年は発生をみなかったが翌年自家産の苗を定植したにもかかわらず発生をみている。ただし都下では共同育苗や依託育苗は行なっていないので、苗の移動によって広範囲の地区に本病が発生するようになったとは考えられない。なお加藤（1969）はイチゴの依託育苗によって本病が他地区に侵入した形跡のあることを指摘しているが、都下の発生地帯はカンランの専作地であり、他作物苗の移動はほとんど行なわれていない。

3 被害茎葉による伝染

本病の発病株は、病徵の現れた葉からつぎつぎに落葉する。また都下の発生地帯では、収穫が終るまで発病株をそのまま放置してしまう場合が多い。これら発病株の茎葉が本畑におけるまん延の重要な原因となると思われたので、杉並区井草の発生畑から発病株を採集し、根、茎、葉にわけてそれぞれの細片を鉢土中深さ5cmに埋没し、カンラン苗を植えて発病を調査した。結果は第11表のとおりである。

被害株の各部分の埋没により、いずれの場合にも発病が認められた。本病が畑で坪枯れ状に発生することの多い原因は、その部分の土壤中に前年の被害茎葉が埋没しているためと思われる。また畑全面および周囲の畑への

第11表 被害茎葉の埋没によるカンラン苗の発病

区分	別	発病株率%	発病指数
根	生重	25.0 g	50
茎	ク	6.2 g	20
残存葉	ク	5.3 g	40
離脱葉	ク	4.1 g	60
離脱落葉	ク	12.4 g	100

注1 試験期間：昭和42年10月

まん延も、これらの被害茎葉が耕耘や風雨によって移動して起ると考える。なお発病株に残存している発病葉と離脱した葉を比較すると、離脱葉や離脱して腐敗した葉の方が発病しやすいように思われたが、このことは病原菌が離脱葉中でもさかんに増殖することを暗示し、発病株の早期除去の重要性を示すものと考た。

4 本畑における土壤伝染

1) 発生地帯の本畑の病原菌密度

発生地帯の本畑は既に病原菌の密度が高く、無病苗を定植しても本畑で感染を受け、発病してしまう。発生地帯の1枚の畑から発病株がみられる部分の土壤と、発病株が全くみられない部分の土壤を採集し、土壤検診を行なった結果は第12表のとおりである。

第12表 本畑における病原菌密度

区分	別	ポット検土 1gあたり菌数 率 %	土 1gあたり菌数 (万)	
			A培地	B培地
練馬区田柄町	発生	100	0.9	1.5
クク	無発生	80	0.4	0.6
ク中村南	発生	89	8.9	10.5
クク	無発生	50	2.4	4.7
ク平和台3	発生	89	1.4	1.4
クク	無発生	30	0.6	1.1
ク平和台4	発生	90	1.7	2.3
クク	無発生	10	2.9	3.5

注1 土壤採集：昭和42年9月27日

土壤検診：10月～11月

検診を行なった土壤からは、いずれも病原菌が検出された。発生部分と発生がみられない部分を比較すると、発生部分の方が病原菌密度の高い傾向はあるが、無発生部分においても発病を起すに十分と思われる病原菌密度に達していた。練馬区や杉並区の発生畑においては、既

に本畑全面に病原菌が分布しているのであるから、本畑の土壤消毒を行なう場合には、畑全面を消毒する必要があると思われた。なお第12表に示した菌数は *Fusarium* 総菌数であり、病原菌数ではないため最少菌数の推定はできなかった。

2) 病原菌の垂直分布

土壤消毒などによって本病を防除するためには、病原菌の垂直分布を明らかにする必要がある。そこで最初に現地発生畑から深さ別に土壤を採集し、ポット検診によって病原菌の垂直分布を検討した。土壤の採集は採土機によって9cmごとに心土層まで行なった。結果は第13表のとおりである。

二年前に初発生し、前年に激発した杉並区上高井戸の畑では、4カ所とも深さ27~36cmの層まで病原菌が分布し、うち1カ所では深さ54~63cmの層からも病原菌が検出された。病原菌の密度は0~27cmの層までが高く、それ以下では低いと思われ、また地表に近い0~9cmの層よりも9~18cmの層で病原菌密度が高いようであった。前年または本年に初発生が認められた練馬区高松町の畑では、0~18cmの層まで病原菌が検出されたが、それ以下の層からは検出されなかった。病原菌の垂直分布は作土の深さ、すなわち耕耘の深さによって異なり、また本試験はポット検診であるため正確な分布をつかんでいるとはいがたいが、発生歴の古い畑では地表から30cmくらいの間の病原菌密度が高く、30cm以下の層にも病原菌は分布し、一方発生歴の新しい畑では地表から20cmくらいの浅い層に病原菌は分布し、20cm以下には少ないとと思われた。また休耕中の畑では地表近くの病原菌密度は低く、カンラン栽培中の畑では地表近くに密度が高いと思われた。

以上の調査結果から病原菌は30cm以下の深層にも分布していることが判明したが、深層に分布する病原菌が発病を起しうるか否かは明らかでない。そこで直径11cm、長さ50cmの硬質ビニル管に赤土をつめ、深さ10cm、20cm、30cm、40cmの部分に土壤培養の病原菌を10gずつ接種し、定植適期の苗を植えて発病を調査してみた。試験は9月から11月と、5月から7月の2回行なったが、秋季の試験では深さ30cmまでの間に接種した区で発病し、深さ40cmに接種した区では発病せず、春季の試験では深さ40cm接種区でも発病がみられた。春季試験で発病までに要した日数は、10cm区15日、20cm区24日、30cm区34日、40cm区42日であった。供試したビニル管は直径が11cmしかないので根群の分布が自然状態と異なり、また接種菌が接種部位より上方へ生育したこととも考えられるが、深さ30cm、40cmに分布する病原菌が発病を起しうることは明らかである。なお加藤ら(1970)は病土の上に殺菌土を90cmの厚さにのせて、52日後に発病したと報告している。

VII 発病要因に関する試験

1 地温と発病との関係

地温と発病との関係についてはアメリカでは GILMAN (1916), TISDALE (1919, 1923), TIMS (1926)などの詳細な報告があり、本病は地温17~35°Cで発生し、発病最適地温は26~27°Cであるとされている。しかし日本の病原菌については試験が行なわれていないので、ウィスコンシン式土壌恒温槽によって地温をかえ、地温と発病との関係を検討した。結果の例は第14表のとおりである。

地温16~30°Cで試験した結果では、16°Cでは発病せ

第13表 病原菌の垂直分布(ポット検診発病株率%)

採 土 地 点	0~9cm	9~18cm	18~27cm	27~36cm	36~45cm	45~54cm	54~63cm	63~72cm	備 考
杉並区上高井戸	A	80	100	50	20	0	0	—	前年激発、春作休耕
	B	80	100	20	10	0	0	—	ク ク
	C	60	90	60	10	20	10	—	ク ク
	D	100	90	60	20	—	—	—	ク ク
練馬区高松町	A	100	100	0	0	0	—	—	前年少発、春作多発
	B	80	20	0	—	—	—	—	ク ク
	C	30	20	0	0	0	0	0	前年発生なし、春作多発

注1 試験期間：昭和43年7月~8月

2 採 土：春作カンランの収穫末期に、心土層まで採上

第14表 地温と発病との関係

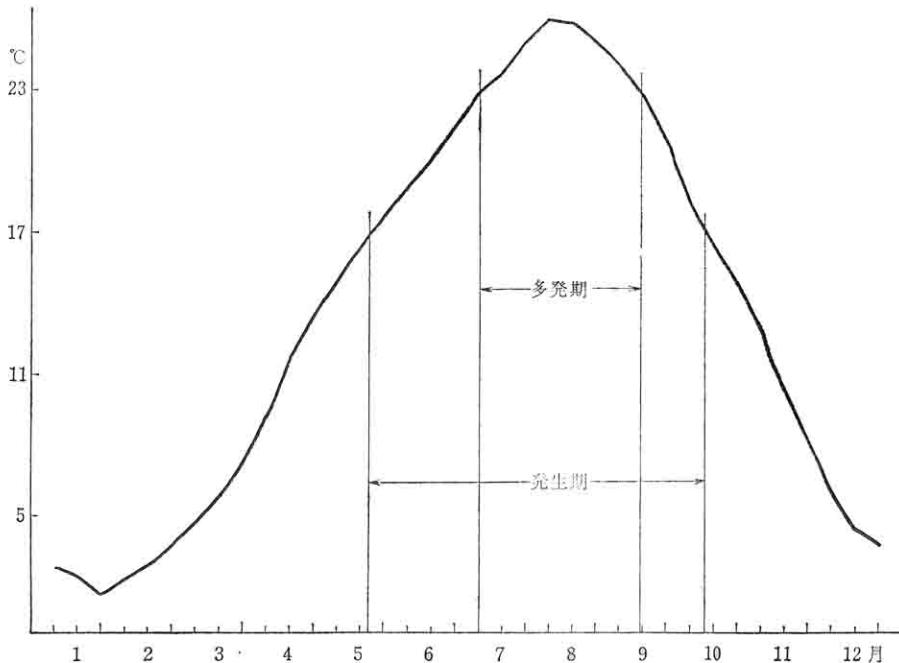
地温	16°C	20°C	23°C	26°C	30°C
発病株率%	0	50	77	98	100
発病指数	0	33	67	93	98

注1 試験期間：昭和43年11月～12月

2 供試品種：早生秋宝

ず、20°C以上で発病がみられ、26～30°Cで被害が激しかった。発病限界地温については試験が行なえなかったが、日本の病原菌もアメリカにおけると同様地温17～35°Cの範囲で発病をおこすものと推測する。なお別の試験で発病までに要した日数は、20°Cで26日、25°Cで17日、28°Cで12日、30°Cで7日であり、地温が高い程短期間で発病がみられた。

以上の結果から本病の発生は地温と特に関係の深いこ



第4図 地温のグラフからの発生期の予測

とが判明したので、地温のグラフから発生期を予測してみた。第4図は立川市における5cm地温の旬別平年値のグラフ上で17°Cと23°Cをチェックし、17°C以上の期間を発生の恐れのある時期、23°C以上の期間を被害が特に激しい時期と仮定したものである。本図によると都下で発病がみられるのは5月下旬から10月上旬までの期間であり、激しい被害が生じるのは7月上旬から9月中旬下旬までの期間となるが、これは現地の発生状況と極めてよく一致している。一方このグラフを全国的な作型の面に適用すると、特に被害が激しいのは初夏まき秋どりおよび夏まき冬どりであり、春まき夏どりでは後期に、夏まき2、3月どりでは初期に被害を受けることが予想される。また産地別に検討を加えると、東京都のような11月から12月出荷の産地で被害が激しく、群馬県や長野

県のような8月から10月出荷の産地も、高原のため地温が比較的低いとはいえば被害を受けやすいと予測する（第5～6図参照）。

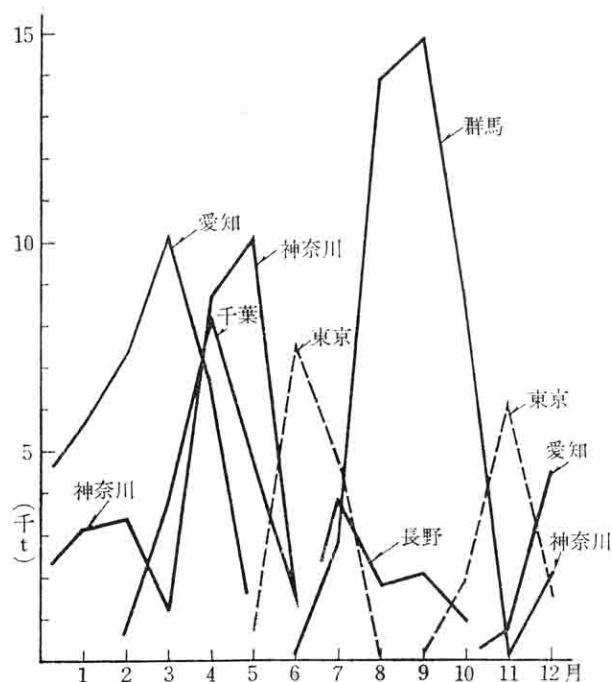
2 土壤水分と発病との関係

直径10cmのプラスチック鉢または1/2000ポットに場内火山灰軽埴土をつめ、多湿区、中間区、乾燥区を設け、土壤水分と発病との関係を検討した。結果は第15表のとおりである。

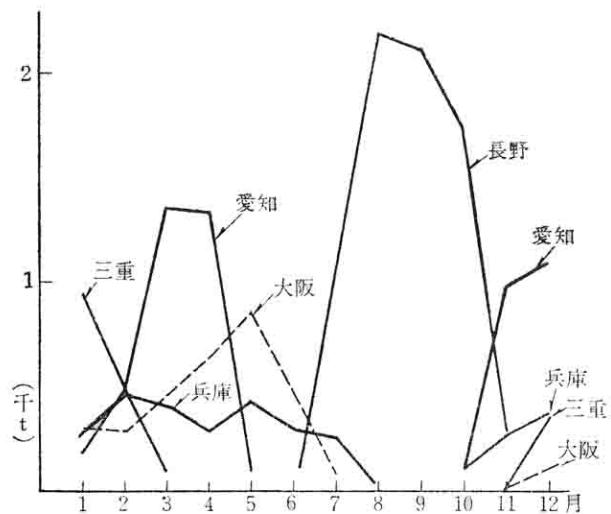
土壤水分の多い区でやや発病が多く、被害が激しい傾向はみられたが、乾燥区でも高率の発病が認められ、土壤水分は発病にそれ程影響しないと思われた。

3 土壌の種類と発病

都下における本病発生地帯の土壤は火山灰軽埴土であり、また発生地帯を巡回してみると天地返しなどで赤土



第5図 東京中央卸売市場月別取扱高(昭和43年)



第6図 大阪市場月別取扱高(昭和43年)

が露出した畑や赤土を客土した畑で被害が激しい傾向が観察された。そこで土壤の種類によって発病に差があるか否かを明らかにするために、洪積畑の作土と下層土、沖積畑の作土、水田の作土、川砂を1/5000ポットにつめ、土壤培養の病原菌を1ポット10gずつ土壤と混合接種し、カンラン苗を植えて発病を調査した。供試土壤の組成は第16表、試験の結果は第17表のとおりである。

供試土壤はいずれも高率の発病が認められ、水田作土>洪積畑下層土>洪積畑作土、沖積畑作土>川砂の順に

第15表 土壤水分と発病との関係

その1 (直径10cmのビニル鉢)

区 別	発病株率%	発病指数
過湿区 (土壤水分62.8%)	81	61
多湿区 (〃 45.3%)	75	57
乾燥区 (〃 38.6%)	71	57

注1 試験期間: 昭和42年8月~9月

2 規 模: 10連制, 1区1鉢(4株)

3 供試品種: 早生秋宝

4 接種定植: 8月22日

5 調 査: 9月2日

その2 (1/2000ポット)

区 別	発病株率%	発病指数
多湿区 (土壤水分40.8%)	96	84
中間区 (〃 38.4%)	90	65
乾燥区 (〃 36.9%)	79	49

注1 試験期間: 昭和43年8月~9月

2 規 模: 4連制, 1区1ポット(12株)

3 供試品種: 早生秋宝

4 接種定植: 8月27日

5 調 査: 9月14日

第16表 供試土壤の組成 (%)

	粗砂	細砂	砂合計	微砂	粘土	土性
洪積畑作土	13.8	43.7	57.5	40.1	2.4	L
洪積畑下層土	41.1	43.4	84.5	12.8	2.7	F S L
沖積畑作土	8.4	48.9	57.4	34.2	8.4	L
水田作土	12.8	54.0	66.8	10.7	22.5	S C L

第17表 土壤の種類と発病との関係 (1/5000ポット)

区 別	その1		その2	
	発病株率%	発病指数	発病株率%	発病指数
洪積畑作土	93	75	77	49
〃 下層土	93	81	90	68
沖積畑作土	83	68	73	48
水田作土	93	81	100	74
川砂	70	58	71	44

注1 試験期間: 昭和42年6月~11月

2 規 模: 3連制, 1区1ポット(10株)

3 栽培概要: 供試品種 定植 調査
試験その1 長交四季穫 6月6日 6月27日
〃 その2 早生秋宝 10月17日 11月14日

発病株率が高く、被害程度が激しかった。水田作土と洪積畑下層土（赤土）で発病が多いのは、病原菌に結抗する微生物が少ないとと思われる。

4 土壤のpHおよび比電導度と発病との関係

練馬区の4カ所の発生畑において、発病株がみられる部分と発病株が認められない部分から土壤を採集し、土壤のpHと比電導度を調査した。

第18表 土壤のpH、比電導度と発病との関係

区 別	pH		比電導度	ポット検診 発病株率%
	H ₂ O	KCl		
発 生 土 壤	田柄町	5.52	4.88	0.280 100
	中村南	4.92	4.40	0.600 89
	平和台 3	6.10	5.50	0.355 89
	平和台 4	5.23	4.63	0.260 90
	平均	5.44	4.75	0.374 —
無 発 生 土 壤	田柄町	5.64	4.91	0.170 80
	中村南	4.92	4.45	0.370 50
	平和台 3	6.48	5.72	0.210 30
	平和台 4	5.56	4.98	0.330 10
	平均	5.65	5.01	0.270 —

注1 試験期間：昭和42年9月～11月

2 土壤採集：9月27日

3 ポット検診：10月6日～11月14日

結果は第18表のとおりであり、発生部分の土壤の方がpHが低く、比電導度の高い傾向が認められたが、土壤のpHや比電導度が直接発病に及ぼす影響については明らかでない。

5 施肥量と発病との関係

1/2000ポットに場内火山灰軽埴土を12.5kgずつめ、硫安6.5g・過石10.8g・塩加3.0gを全層に混合した区を標準施用区とし、三要素の施用量をそれぞれ変えた区を設け、土壤培養の病原菌を接種したのち苗を植えて発病を調査した。結果は第19表のとおりである。

三要素の施用量を変えても、発病に大きな差はみられなかった。WALKERらは水耕試験の結果から、リン酸およびカリが欠乏すると発病が増加すると報告している。筆者の試験ではリン酸についてはWALKERらの所説に近い傾向がうかがえたが、カリについては一定の傾向はみられなかった。都下の発生地のような病原菌密度の高い畑においては、施肥量の発病に及ぼす影響は小さいと考える。

第19表 施肥量と発病との関係(1/2000ポット)

区 別	発病株率%	発病指数
三要素標準施用	89	82
ク 半量 ク	95	93
ク 倍量 ク	95	82
ク 3倍量 ク	92	80
窒素倍量施用	100	98
磷酸 ク ク	78	70
加里 ク ク	92	84
窒素無施用	89	87
磷酸 ク	93	84
加里 ク	95	82
無 施 用	86	79

注1 試験期間：昭和42年6月～8月

2 規 模：3連制、1区1ポット(10株)

3 供試品種：早生秋室

4 接種定植：6月22日

5 調 査：8月4日

える。

6 石灰施用と発病との関係

鉢試験で石灰の種類と施用量をかえ、発病におよぼす影響を検討した。結果は第20表のとおりである。

試験その1は石灰施用後直ちに苗を定植し、21日後に病原菌を接種した試験であり、試験その2は石灰と病原菌を同時に処理し、17日目に苗を定植した試験である。

第20表 石灰施用の発病におよぼす影響(1/2000ポット)
その1

区 別	発病株率%	発病指数
消石灰 10a 400kg	67	39
炭酸石灰 ク 800kg	83	57
ク ク 400kg	80	63
ク ク 200kg	97	77
ク ク 100kg	63	44
珪酸苦土石灰 ク 400kg	83	58
無 处 理	80	57

注1 試験期間：昭和42年8月～9月

2 規 模：3連制、1区1ポット(10株)

3 供試品種：早生秋室

4 石灰処理および定植：8月2日

5 病原菌接種：8月23日

6 調 査：9月13日

その2

区別		発病株率%	発病指数
消石灰	10a 800kg	67	47
〃	〃 400kg	77	54
〃	〃 200kg	90	60
〃	〃 100kg	80	48
炭酸石灰	〃 400kg	97	62
珪酸苦土石灰	〃 400kg	90	62
無処理		53	29

注1 試験期間：昭和42年10月～11月

- 2 規模：3連制，1区1ポット(10株)
 3 供試品種：早生秋宝
 4 石灰処理および病原菌接種：10月11日
 5 定植：10月28日
 6 調査：11月21日

消石灰を多量に施用した場合には、やや発病が軽減するようと思われたが、試験区間にふれが大きく、明らかな結果は得られなかった。なお都下の発生地帯は土壤中の塩類濃度が極めて高いため、石灰の多量施用は行なえない。

7 苗令と発病との関係

苗令と発病との関係を知ることは、各種の鉢試験を行なう場合や抵抗性検定を行なう場合に必要なことである。殺菌土壤をつめたポットで育苗期間の異なる苗を育て、病原菌を接種して発病を調査した結果は第21表のとおりである。

老熟苗は若令苗に比較するとやや発病が軽い傾向はみられたが、苗令が発病に大きく影響することはないと思われた。過去数年間の経験によれば、鉢試験や抵抗性検定に用いる苗の大きさは、本葉1枚から5～6枚までのものが適当であると考えている。なお老熟苗を定植することによって被害を軽減しようという試みを現地発生畑で行なってみたが、適令の苗とほとんど同程度に発病してしまい効果はなかった。またジフィーポット育苗の苗をポットごと発生畑に植えた場合も、普通育苗の苗と発病に差がなかった。

VII 防除に関する試験

1 晩植えによる被害回避

本病は地温17°C以上の時期に発生し、地温が高い程被害が激しい。一方都下発生地の主要な作型は7月上旬播種、8月中下旬定植、11月どりであり、地温が最も

第21表 苗令と発病との関係(1/2000ポット)

その1

区別	発病株率%	発病指数
本葉1～2枚、13日苗	100	97
〃 3～4枚、29日苗	88	84
〃 6～7枚、61日苗	83	77

注1 試験期間：昭和43年7月～10月

- 2 規模：2連制、1区1ポット(12株)
 3 供試品種：早生秋宝
 4 接種定植：9月18日
 5 調査：10月28日

その2

区別	発病株率%	発病指数
本葉4～5枚、45日苗	45	35
〃 11～13枚、56日苗	41	14
〃 13～15枚、104日苗	41	14

注1 試験期間：昭和42年6月～10月

- 2 規模：2連制、1区1ポット(8株)
 3 供試品種：早生秋宝
 4 接種定植：9月12日
 5 調査：10月31日

高い時期に定植するため特に激しい被害を受けるのであり、地温が低下してから定植すれば被害をある程度回避できる筈である。そこで晩植えによって被害を回避することが可能であるか否かを検討するために、場内の病原菌接種畑に定植期をかえて苗を植えつけ、発病と結球状況を調査した。試験の結果は第22表のとおりである。

定植日は8月29日、9月10日、17日、22日、30日とし

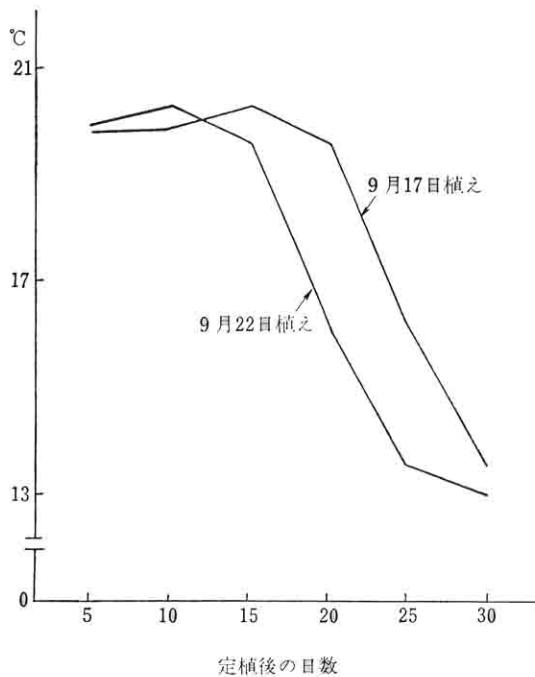
第22表 定植期をかえた場合の発病

区別	発病株率%			最終発病指數	結球率%
	10月2日	10月22日	1月14日		
8月29日植え	100	100	100	95	0
9月10日植え	20	75	75	65	0
9月17日植え	5	90	70	57	10
9月22日植え	0	50	25	19	15
9月30日植え	0	5	10	7	0

注1 試験期間：昭和43年8月～44年1月

- 2 規模：2連制、1区1ポット(10株)
 3 供試品種：早生秋宝

たが、発病は9月30日植え区でも認められ、9月17日以前に定植した各区では被害が激しかった。一方9月17日以降に定植した各区では低温のため生育が不良であり、満足に結球しなかった。したがって都下の夏まき栽培では、晚植えによって被害を回避することは不可能と判断した。なお9月17日植え区と9月22日植え区の間では発病に大きな差がみられた。両区の定植後30日間の5cm地温を国示すると第7図とおりであり、9月17日植え区では20°C前後の高温が約20日間続いたのに対し、9月22日植え区では16日後以降発病限界以下の低温に経過している。



第7図 9月17日植え区と9月22日植え区の定植後30日間の地温

2 マルチの利用による被害回避

最近は各種の農業用マルチ資材が開発され、作物の栽培に広く利用されているが、マルチの種類によっては地温を低下させるものがある。そこで場内発生畑に数種のマルチを行ない、苗を植えて発病と地温との関係を調査した。供試したマルチ材はビニルシート製造に用いる白色の紙、厚さ0.015mmのマルチ用透明ポリエチレン、厚さ0.1mmの菊のシェード用の銀色ポリエチレンおよび黒色ポリエチレン・スポンジ・黒色ポリエチレン三層の保温材シートであった。昭和43年に行なった予備試験

第23表 マルチの利用による被害回避

昭和43年度予備試験

区 別	発病株率%			最終 発病 指数	上物收量	
	9月 24日	10月 9日	12月 10日		株率 %	重量 kg
紙マルチ	25	40	35	28	60	17.1
透明ポリマルチ	65	65	60	57	30	7.5
保温材マルチ	70	85	70	62	10	2.0
裸 地	70	70	80	58	15	3.7

注1 試験期間：昭和43年8月～12月

2 場 所：場内病原菌接種畑

3 規 模：1区 6m²(20株)，反覆なし

4 栽培概要：供試品種 早生秋宝，定植8月30日，収穫 12月10日

予備試験における各マルチ区の地温の経過

半旬別	裸 地	紙	透明ポリ	保温材
9月第1半旬	21.8	-0.3	+2.2	+1.5
	23.1	-0.6	+4.4	+2.7
第2半旬	20.9	-0.1	+3.0	+2.1
	19.1	-0.2	+5.2	+2.8
第3半旬	20.0	-0.5	+2.6	+1.9
	21.9	-0.6	+4.7	+2.1
第4半旬	20.6	-0.5	+2.0	+1.2
	22.7	0.0	+5.5	+2.5
第5半旬	21.3	-0.4	+2.8	+1.6
	21.7	+0.1	+4.1	+2.4
第6半旬	20.5	-0.4	+1.7	+0.8
	21.6	+0.1	+4.0	+2.0
10月第1半旬	20.4	-0.3	+2.7	+1.6
	21.8	-0.2	+4.6	+2.7

注1 裸地区的上段は午前9時、下段は午後2時の10cm地温(°C)。その他は裸地との比較。

の結果は第23表のとおりであり、紙マルチ区で発病が少なく、紙マルチの利用による防除は可能のように思われた。そこで昭和44年には試験面積をややひろげて試験を行なった。結果は第24表のとおりであり、紙マルチ区も裸地区と同様に激しく発病してしまい、効果は全く認められなかった。紙マルチ区の地温は裸地区より0.5°C前後低く経過したが、この程度の地温の低下は発病に影響しないものと思われた。いずれにしてもマルチの利用による被害回避は、可能性がないと判断された。

第24表 マルチの利用による被害回避

昭和44年度

区 別	発 病 株 率 % 推 移				
	9月 9日	9月 13日	9月 17日	9月 22日	9月 27日
紙マルチ	6	40	76	92	97
シルバーポリ	15	58	83	94	99
裸 地	8	61	84	92	99

注1 試験期間：昭和44年8月～10月

2 場 所：場内発生畑

3 規 模：2連制，1区14.4m² (32株)4 栽培概要：供試品種 早生秋宝，定植 8月
25日

昭和44年度の試験における各マルチ区の地温の経過

半 旬 別	裸 地	紙	シルバーポリ
8月第6半旬	23.5	-0.9	+1.7
9月第1半旬	24.1	-1.0	+1.7
	27.4	-2.5	+1.0
第2半旬	21.9	-0.5	+2.2
	24.9	-1.9	+1.7
第3半旬	20.1	-0.4	+1.9
	24.2	-2.0	+1.5
第4半旬	20.9	-0.1	+1.6
	24.5	-2.0	+0.3
第5半旬	19.0	-0.3	+1.4
第6半旬	16.7	0.0	+1.5

注1 第23表の注と同じ

3 土壌消毒による防除

1) 土壌殺菌剤による防除

本病の最終的防除法は抵抗性品種の栽培であると予想したが、当面の被害を最少限に防止するには土壌消毒による防除が最も現実的であると考えた。そこで市販の薬剤および開発中の薬剤をできるだけ集めて、ポット、場内病原菌接種畑、現地発生畑などで防除効果を検討した。現在までに土壌くん蒸剤10種、土壌混和剤19種、土壌灌注剤12種、合計41種の薬剤について効果を検討したが、クロルピクリンやアイオビクリンなど数種の土壌くん蒸剤が有効であったほかは、実用的防除効果を認められた薬剤はなかった。

(1) クロルピクリンの効果

本病の防除にはクロルピクリンによる土壌消毒が有効であろうと推測されたが、試験例はほとんどなかった。そこで効果の有無を明らかにし、処理方法を確立するために試験を行なった。結果は第25表のとおりである。

第25表 クロルピクリンの効果

その1 場内病原菌接種畑

区 別	発 病 株 率 %			最終 発病 指數	收 量	
	10月 2日	10月 22日	12月 16日		個数	重量 kg
3mℓ 被 覆	0	6	6	2	6	6.6
〃 無被覆	11	44	28	18	4	4.6
2mℓ 被 覆	6	6	6	2	5	5.8
〃 無被覆	44	50	39	30	3	2.9
無 处 理	100	100	100	87	0	0.0

注1 試験期間：昭和43年8月～12月

2 規 模：3連制，1区2m² (6株)

3 供試薬剤：ドジョウビクリン

4 薬剤処理：8月14日

5 栽培概要：供試品種 早生秋宝，播種 7月17日，定植 8月28日，収穫 12月16日

その2 杉並区上高井戸

区 別	発 病 株 率 %	発 病 指 數	上物収量	
			株 率 %	重 量 kg
春処理 被 覆	5	3	86	99
〃 無被覆	52	38	53	53
無 处 理	85	75	10	6
夏処理 被 覆	0	0	95	128
〃 無被覆	13	6	78	94
無 处 理	97	92	1	1

注1 試験期間：昭和43年3月～11月

2 規 模：1区70m²，反覆なし

3 供試薬剤：ドジョウビクリン

4 薬剤処理：春処理 3月15日

夏処理 7月15日

5 栽培概要：供試品種 早生秋宝，播種 7月12日，定植 8月16日，収穫 11月15日

試験その1は場内火山灰軽埴土畠において病原菌を接種して実施したが、クロルピクリンを30cm平方に2～3mlずつ全面に注入し、注入後ポリエチレンで被覆(7日間)した場合に効果が高く、被覆を行わない場合には効果が劣った。試験その2は杉並区上高井戸細瀬正雄氏方で行なった現地実証試験であり、試験畠は前年の秋作で収穫皆無に近い被害を受けた激発畠であった。本試験ではクロルピクリンの薬量を30cm平方3mlとし、処理時期をかえ、それぞれに被覆区と無被覆区を設けて効果を検討した。効果を処理時期別にみると、夏処理で効果が高く、春処理ではやや効果が劣った。薬剤注入後10日間の5cm地温は春処理3.3～11.6°C(平均7.5°C)、夏処理21.4～26.7°C(平均24.9°C)であり、春処理でやや効果が劣った原因は低温によるガスの拡散不良と思われた。薬剤注入後のポリエチレン被覆の有無と効果は被覆区で効果が高く、無被覆区では効果が劣る傾向であったが、夏処理の無被覆区では実用に供せる程度に有効であった。しかし、都下の発生畠の大部分は住宅近接地であるため無被覆では公害の発生する恐れがあり、やはり注入後のポリエチレン被覆は欠かせない。また10aに換算した売上げ金を試算してみると、夏処理の無被覆区111,000円、被覆区151,600円となり、注入後の被覆は被覆に要する費用以上の增收が期待されるので十分採算がとれると考える。

以上の結果から、クロルピクリンは効果がきわめて高く、激発畠における防除も可能であることが判明した。本剤の処理方法は定植の1カ月くらい前に、30cm平方あたり3mlの割合で全面に注入し、注入後5～10日間ポリエチレンで被覆するのが良いと考えた。なお、この方法は杉並区上高井戸地区に普及し、相当の効果をあげた。

(2) 固型クロルピクリンの効果

固型クロルピクリンはクロルピクリンを65%含有する固型の薬剤であり、クロルピクリンの使用法を改善するために開発されたものである。1個約6gに整形された本剤について、場内の激発畠で行なった試験の結果は第26表のとおりである。

本剤はクロルピクリン液剤と同等程度に有効のようであったが、液剤以上に刺激臭などが強く感じられ、処理が非常に困難であり、このままでは実用性は乏しいと思われた。

(3) アイオピクンの効果

アイオピクンはクロルピクリン73.5%以上とヨウ化メチル23%以上を含有する液剤である。クロルピクリン

第26表 固型クロルピクリンの効果

区分別	発病株率%			最終発病指	上物結球株率%
	7月 23日	8月 4日	8月 20日		
1個/(30cm) ² 被覆	0	13	30	19	65
〃 無被覆	0	23	63	40	35
液剤3ml被覆	0	8	18	10	73
無処理	55	100	100	97	0

注1 試験期間：昭和45年3月～8月

2 規 模：2連制、1区7.5m²(20株)

3 薬剤処理：5月29日

4 栽培概要：供試品種 中早生1号、播種 3月9日、定植 6月18日

第27表 アイオピクリンの効果

その1 場内病原菌接種畠

区分別	発病株率%			最終発病指	収量
	10月 2日	10月 22日	12月 16日		
2ml/(30cm) ² 被覆	0	6	0	0	5 5.7
〃 無被覆	6	17	11	4	4 4.9
2ml/(45cm) ² 被覆	6	17	17	11	5 5.8
〃 無被覆	22	33	22	13	4 5.1
クロピク3ml被覆	0	6	6	2	6 6.6
無処理	100	100	100	87	0 0.0

注1 試験方法は第25表その1の試験と同じ

その2 場内激発畠

区分別	発病株率%			最終発病指	収量
	9月 9日	10月 6日	11月 20日		
2ml/(40cm) ²	2	11	11	8	81 36
2ml/(50cm) ²	6	15	13	8	81 33
クロピク対照	0	4	4	1	84 34
無処理	43	98	98	93	2 1

注1 試験期間：昭和44年7月～11月

2 規 模：2連制、1区9m²(24株)

3 薬剤処理：7月22日

4 栽培概要：供試品種 早生秋宝、播種 7月11日定植 8月22～23日、収穫 11月20日

その3 杉並区井草

区分別	発病株率%	発病指數	上物収量	
			株率%	重量kg
2 ml/(45cm) ²	5	2	92	56
クロピク対照	4	2	84	53
無処理	99	98	0	0

- 注1 試験期間：昭和44年7月～11月
 2 規模：1区54m²，反覆なし
 3 薬剤処理：7月26日
 4 栽培概要：供試品種 早生秋宝，播種
 7月17日，定植 8月26日
 収穫 11月11日

単剤より土壤中におけるガスの拡散が良いといわれているので、クロルピクリンの基準(30cm 平方)以上に注入間隔を拡げることが可能か否か検討した。結果は第27表のとおりである。

アイオピクリン30cm 平方2 ml 处理は対照のクロルピクリン30cm 平方3 ml 处理以上に効果が高く、注入間隔を40～50cm に拡げても効果はそれ程低下しなかった。3回の試験を通じてアイオピクリンの処理薬量は45cm 平方2 ml程度が適当と思われた。45cm 平方2 ml 处理の10a 所要薬量は10l であり、クロルピクリンの所要薬量33l に比較して極めて少なく、薬剤費および処理労力が大幅に節減され、クロルピクリンに代わって使用される薬剤と判定された。なお本剤もクロルピクリンを73.5%以上含有するため刺戟臭が強く、消毒にあたっては注意が必要であり、注入後のポリエチレン被覆も欠かせない。

(4) ガスパの効果

ガスパは1.1.2.2-ジクロルジニトロメタン3%，トリクロルニトロエチレン11%，テトラクロルニトロエタン3%を含有する液剤である。クロルピクリンに比較して刺戟臭などが少なく、住宅近接地でも比較的安全に使える薬剤である。練馬区の発生畑は周囲を住宅に囲まれた畑が多いためクロルピクリンは普及にくく、クロルピクリンに代わる薬剤の選定が望まれた。そこでガスパの効果について試験を行なった。結果は第28表のとおりである。

試験その1は場内試験の結果であるが、25cm 平方に5 ml ずつ全面に注入し、注入後ポリエチレンで被覆し

第28表 ガスパの効果
 その1 場内病原菌接種畑

区分別	発病株率%			最終発病指數	収量	
	10月2日	10月22日	12月16日		個数	重量kg
5 ml被覆	0	11	6	2	5	5.2
ク無被覆	51	67	44	41	2	2.0
3 ml被覆	67	67	61	48	2	1.8
ク無被覆	83	83	83	70	1	0.9
クロピク3ml	0	6	6	2	6	6.6
無処理	100	100	100	87	0	0.0

- 注1 試験方法は第25表その1の試験と同じ
 2 薬量は25cm 平方あたり

その2 杉並区上高井戸

区分別	発病株率%	発病指數	上物収量	
			株率%	重量kg
5 ml被覆	38	26	68	63
ク無被覆	67	49	36	30
クロピク被覆	5	3	86	99
無処理	85	75	10	6

- 注1 薬剤処理は3月15日、その他は第25表その2の試験と同じ

た場合にのみクロルピクリン30cm 平方3 ml 被覆とほぼ同等の効果が認められ、5 ml無被覆、3 ml被覆、同無被覆では効果が劣った。試験その2は杉並区上高井戸の激発畑で行なった試験の結果であり、25cm 平方5 ml 被覆でも対照のクロルピクリンと比較すると効果が劣った。以上の結果からガスパは病原菌密度の低い畑ではある程度使用可能であるが、激発畑での土壤消毒には不適当と判断した。

(5) 殺菌剤と殺線虫剤の混合油剤の効果

ガスパやクロルピクリンはセンチュウに対する効果が劣るために、最近これらの薬剤に殺線虫剤を混合した薬剤が開発され、一部の薬剤は市販されている。これらの薬剤はクロルピクリン単剤に比較すると刺激臭や催涙性などが少なく、クロルピクリンの使いにくい地帯でも使用しうる可能性があると考え、効果を検討した。

ネマブロンなどについて行なった試験の結果は第29表のとおりである。供試薬剤のネマブロンは臭化メチル10%とEDB30%の混合剤、ソイルメートはクロルピクリ

第29表 ネマブロン、ソイルメート、TS-50Bの効果

区別	発病株率%			最終 発病 指數	収量
	10月 2日	10月 22日	12月 16日		
ネマブロン 被覆	28	34	28	13	3 2.7
ク 無被覆	56	56	55	37	2 1.8
ソイルメート 被覆	0	6	6	2	5 4.9
ク 無被覆	33	67	44	32	1 0.7
TS-50B 被覆	17	33	33	17	4 4.7
ク 無被覆	56	72	56	35	2 1.6
クロピク 3mℓ 被覆	0	6	6	2	6 6.6
無処理	100	100	100	87	0 0.0

注1 試験方法は第25表その1の試験と同じ

2 供試薬量は30cm平方 4mℓ

第30表 ガスパ・EDB油剤の効果

区別	発病株率%			最終 発病 指數	上物 結球 株率 %
	11月 23日	8月 4日	8月 20日		
4mℓ/(25cm) ² 被覆	0	8	48	27	45
ク 無被覆	5	50	85	63	13
4mℓ/(30cm) ² 被覆	0	50	85	58	13
クロピク 3mℓ 被覆	0	8	18	10	73
無処理	20	100	100	97	0

注1 試験方法は第26表の試験と同じ

30%とEDB 30%の混合剤、TS-50Bはクロルピクリン20%とEDB 30%の混合剤であり、場内の病原菌接種畑においていずれも30cm平方に4mℓの割合で全面に注入し、被覆区と無被覆区を設けて効果を検討した。供試薬剤中クロルピクリン被覆区と同等の効果が認められたのは、ソイルメートの被覆区だけであり、他の薬剤は被覆を行なっても効果が劣った。ソイルメートはクロルピクリンを30%しか含有していないため刺激臭などが少ないものと期待されたが、処理にあたって感知された刺激臭などの強さは80%製品と大差なく、また被覆を行なわないと効果が劣るので、クロルピクリンに代わって使用しうる薬剤とは思われなかった。

ガスパにEDB 15%を混合したガスパ・EDB油剤について行なった試験の結果は第30表のとおりである。本剤は25cm平方ごとに4mℓずつ注入し、被覆した場合にはある程度有効であったが、無被覆の場合や注入間隔を30cmに広げたときには効果が劣った。ガスパ・ED

B油剤もクロルピクリンに代わりうる薬剤とは思われなかつた。

(6) MN-3の効果

MN-3は有機硫黄窒素化合物を50%含有する水溶剤であり、刺激臭などがほとんどなく、ハウス内や住宅近接畑などの土壤消毒に期待されている薬剤である。本剤の効果について場内激発畑で行なった試験の結果は第31表のとおりである。

第31表 MN-3の効果

その1 8月どり

区別	発病株率%			最終 発病 指數	上物 結球 株率 %
	7月 23日	8月 4日	8月 20日		
30ℓ/10a 被覆	0	13	68	43	30
20ℓ/10a 被覆	0	40	75	50	25
クロピク 3mℓ 被覆	0	8	18	10	73
無処理	55	100	100	97	0

注1 試験方法は第26表の試験と同じ

その2 11月どり

区別	発病株率%			最終 発病 指數	上物 結球 株率 %
	9月 14日	10月 5日	11月 6日		
30ℓ/10a 被覆	0	0	4	3	83
60ℓ/10a 無被覆	0	22	22	9	65
クロピク 3mℓ 被覆	0	0	0	0	83
無処理	54	97	97	82	7

注1 試験期間：昭和45年7月～11月

2 規 模：2連制、1区 6m² (14株)

3 薬剤処理：8月12日

4 栽培概要：供試品種 三冠、播種 7月22日
定植 8月29日

8月どりのカンランについて行なった試験その1では10a 20ℓ処理区、30ℓ処理区とも、定植後30～40日の間は有効であったが、その後発病株が増加し、最終的には実用的効果は認められなかった。しかし11月どりのカンランについて行なった試験その2では、10a 30ℓ処理被覆区で収穫まで発病株は極めて少なく、クロルピクリン同等程度の高い効果が認められた。試験その1とその2で結果が逆転した理由は、効果の持続期間の短いことによると思われる。11月どりの試験では初期の発病を抑え

てしまえば、以後は地温が発病限界温度以下になるため病原菌が復活しても発病はおこらない。以上の試験結果からMN-3は高温期間の長い作型では効果はないが、11月どりなど生育後期が発病限界以下の低温になる作型では使用可能と思われた。ただし本剤は薬液を適量の水でうすめ、畑全面に灌注したのち耕耘機で土壤に混合し、さらにポリエチレンで被覆し、ガス抜きを行なうなど処理方法が繁雑であり、大面积での実用性は疑問である。なお処理後被覆を行なわないと、薬量を10a 60ℓに増しても効果が劣り、また多量処理を行なうと土壤に混合するときに喉に軽い刺激を感じた。

(7) ピオメートの効果

ピオメートはメチルジチオカルバミン酸亜鉛を20%含有する粉剤であり、処理の簡略化をねらって開発された土壤くん蒸剤の一種である。本剤の効果について場内の病原菌接種畠で行なった試験の1例は第32表のとおりである。

第32表 ピオメートの効果

区 別		発病株率%			最終 発病 指標	上物収量 kg
		9月 9日	9月 17日	10月 6日		
25kg/10a	被 覆	11	44	46	37	55 19.8
20kg/10a	被 覆	11	67	71	60	33 14.6
30kg/10a	無被覆	24	69	77	69	27 10.0
クロピク3mℓ	被 覆	0	2	4	1	84 34.1
無 处 理		43	94	98	98	2 1.0

注1 試験期間：昭和44年7月～11月

2 規 模：2連制、1区 9m² (24株)

3 薬剤処理：7月22日

4 栽培概要：供試品種 早生秋宝、播種 7月
11日、定植 8月22日、収穫 7月20日

本剤は多量に処理し被覆を行なえばある程度有効であったが、対照のクロルピクリンと比較すると大幅に効果が劣り、また刺激臭の強い粉剤であるため処理が困難であり、本病の防除には実用性が乏しいと判断された。

(8) 土壤混和剤および土壤灌注剤の効果

粉剤や水和剤をそのまま土壤に混合する薬剤と、乳剤や水和剤を水でうすめ、土壤に灌注する薬剤について効果を検討した。

キャプタン4%を含有するオーソサイド粉剤について場内多発畠で行なった試験の結果は第33表のとおりであ

第33表 オーソサイド粉剤の効果

区 別		発病株率%			最 終 発 病 指 数
		7月 18日	7月 25日	8月 2日	
30kg/10a	全 面	0	27	96	75
ク 畦		3	40	89	72
10g/株	植 穴	0	13	96	78
ガスパ 5mℓ	無被覆	0	6	66	42
無 处 理		16	68	100	89

注1 試験期間：昭和44年5月～8月

2 規 模：3連制、1区 6m² (18株)

3 薬剤処理：6月25日、対照のガスパは6月12日

4 栽培概要：供試品種 早生秋宝、播種 5月2日
定植 6月27日

り、本剤の各処理区はガスパの無被覆区より効果が劣り、実用的効果はまったく期待できなかった。

現在までに試験を行なった薬剤は下記のとおりであり、すべて実用性なしと判定された。

〈土壤混和〉 オーソサイド水和剤(キャプタン50%)、オーソサイド80水和剤(同80%)、デセロン(キャプタン8%、ジクロン5%、PCNB10%)、CF-A(キャプタン15%、ジクロン5%、PCNB10%)、CF-B(キャプタン3%、PCNB10%)、CF-681-b(キャプタン10%、PCNB15%)、ダイホルタン粉剤(ダイホルタン3.5%)、同微粒剤(ダイホルタン3.5%)、コブトール粉剤(PCNB20%)、ベンレート(ペノミル50%)、タチガレン粉剤(F-319 4%)、SF-6807(F-319 1%)、PCNB 4%)、スクレックス粒剤(ジクロゾリン3%)、PS-60(スルホ系有機化合物2%)、YF-1粒剤(有機合成物7%)、テラゾール粉剤(テラゾール4%)、R-23-1(ジメチロール尿素)、R-23-4(メチロールメラミン)

〈土壤灌注〉 オーソサイド水和剤、オーソサイド80水和剤、ベンレート、タチガレン液剤(F-319 30%)、SF-6806(F-319 6%)、PCNB 24%)、トップシン(チオファネート50%)、NF-40(有機合成化合物)、クロロソイル(DAP 20%)、PCNB 20%)、テラクロールスーパーX(テラゾール6%、PCNB 23%)、カルバミゾール(ジメチルジチオカルバミン酸アンモニウム30%)、HF-20(有機合成物50%)、シミルトン(エチルフェネチル水銀3.3%)

これらの薬剤の大部分は、殺菌力がないか弱いために

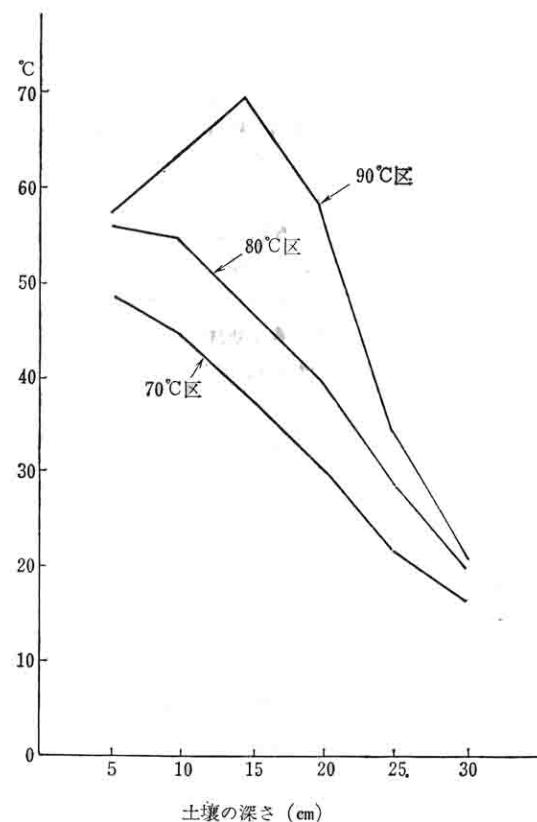
効果が認められなかつたものである。しかしキャプタン剤など一部の薬剤は、ポット試験などで病原菌と薬剤が確実に接触するように処理してやれば効果が認められたが、畑で処理した場合にはオーソサイド粉剤の試験例のように効果が全く認められなかつた。これは薬剤処理層の深さに原因があると思われた。すなわちキャプタン剤などを土壤処理した場合に、薬剤が到達する深さはせいぜい10数cmであるが、一方発生畑における病原菌は地下30cmくらいまでの間に普通に分布しており、またカンランの根は定植20日後で既に深さ20cm以下まで伸長してしまう。したがつて薬剤処理層以下に分布している病原菌によって苗は感染を受けてしまい、効果が發揮されないのであると考えた。しかしこれらの薬剤を深さ30cmくらいの深層まで均一に到達させることは現実的に不可能であるから、土壤混和剤や灌注剤によって本病を防除することは可能性がないと判断した。

2) 蒸気消毒による防除

都下発生地帯の畑では住宅が隣接して建つことが多いため、クロルビクリンなど刺激臭や催涙性のある薬剤による土壤消毒は行ないにくい。一方最近は一部の野菜や花卉の栽培に、蒸気消毒が普及しつつある。たまたまマイカー土壤消毒機 S-106型の性能テストを依頼されたので、蒸気消毒による本病防除の可能性を検討した。使用した蒸気消毒機はボイラーの大きさが外径40cm、高さ150cm、発生蒸気量80kg/時、使用圧力1kg/cm²、燃料は灯油で燃焼油量3.8~4.8ℓ/時のものであり、発生した蒸気を90×110cmの灌注枠に導き、灌注枠下面の45本の噴射ノズルから深さ20cmの部分に蒸気が噴射する多孔噴孔噴射式の消毒機である。本消毒機によって、あらかじめ病原菌を所定位置に埋没しておいた火山灰軽埴土畑を消毒し、一定時間後に病原菌を取り出し、効果を判定した。蒸気噴射時間は消毒機付属の温度計が70°C、80°C、90°Cを示すまでとし、その後40~60分間シルバーポリエチレンで消毒土壤を覆った。

被覆除去後電気温度計によって温度を測定した結果は第8図のとおりであり、実測温度は付属温度計の示度より20°C以上も低く、90°C区でも深さ5~20cmの範囲で60~70°Cであった。また深さ25cm以下の土壤は40°Cにも達していなかった。

とり出した病原菌を殺菌土壤に混合し、カンラン苗を植えて発病を調査した結果は第34表のとおりである。地表に置いた病原菌が完全に死滅していた以外は、10~20cmに埋没した病原菌は生き残っていた。また同じ深さに埋没した病原菌も埋没位置によって生存あるいは死滅



第8図 各蒸気消毒区の深さ別実測温度

第34表 マイカー土壤消毒機 S-106型による蒸気消毒の効果

区 别	病原菌の埋没個所数	病原菌の生存個所数	発病株率%
80°C 地表	4	0	0
80°C 10cm	4	1	20
80°C 20cm	4	1	15
90°C 15cm	4	2	30
70°C 15cm	4	2	43
無処理	4	4	80

注1 試験期間：昭和43年5月～6月

2 病原菌の埋没：土壤培養の病原菌を10gずつサランで包み、所定の深さに埋没

したことから、土壤中の熱の伝導が不均一であることが推定された。なお付属温度計が90°Cに達するまでに要した噴射時間は、20~25分であった。マイカー土壤消毒機 S-106型は、効果と能率の点から苗床消毒にも実用性がないと思われた。

土壤 1m^3 を消毒するに要する蒸気量を 63kg (土の仮比重1.5, 比熱0.2, 水分10%, $15^\circ\rightarrow95^\circ\text{C}$) と仮定し、深さ30cmまでの土壤を消毒するとすると、相対蒸発量 $500\text{kg}/\text{時}$ の高圧機種でも1日10時間に消毒可能な面積は 270m^2 となり、 10a を消毒するには約 $15,000\text{円}$ の燃料費を要する。 $1500\text{kg}/\text{時}$ の大型消毒機を用いたとしても1日にわずか 8a しか消毒できない。したがって現在の蒸気消毒機によって本畠あるいは苗床の土壤消毒を行なうのは、実用性がまったくないと考えた。

付) 最近マイクロ波による各種物体の殺菌が試み始められたので、土壤殺菌に利用しうるものか否かを検討した。使用した装置は出力 2KW , 発振周波数 $2,450\text{MHz}$ の日本電子 KK 製 JMH-2型マイクロ波発振機であり、処理は日本電子三鷹工場で行なった。供試菌は土壤培養の本菌のほかに *Sclerotinia sclerotiorum* と *Corticium rolfsii* の菌核、トマト種子に培養した *Thielaviopsis basicola* を加え、土壤水分37.5%, 重量 1.3kg の床土中に埋没し、処理を行なった。処理した供試菌は素寒天培地上に植えつけ、苗そう発生の有無によって効果を判定した。結果は第35表のとおりである。

第35表 マイクロ波処理による土壤中の病原菌の生死

供試菌および埋没位置	4分	1分50秒	1分20秒	無処理
本病原菌 地中	-	+	+	+
〃 地表	+	+	+	+
<i>Sclerotinia sp.</i> 地中	-	-	+	+
<i>Corticium sp.</i> 〃	-	-	+	+
<i>Thielaviopsis sp.</i> 〃	-	-	-	+
土壤の温度 $^\circ\text{C}$	93.0	79.0	64.5	25.0

注1 試験期間：昭和46年6月

2 処理時の出力： 1KW

3 -：死滅, +：生存

マイクロ波処理によって土壤温度は極めて短時間のうちに上昇し、*Thielaviopsis sp.* は1分20秒以上の処理で、*Sclerotinia sp.* と *Corticium sp.* の菌核は1分50秒以上の処理で死滅したが、本菌は4分間処理でも土壤中に埋没しないと死滅しなかった。マイクロ波処理による病原菌の死滅は単なる土壤温度の上昇によるものであり、また地表に分布する病原菌は死滅しにくいと思われた。なおマイクロ波による土壤殺菌は、鉢上などの消毒には利用できるとしても、畑状態の土壤消毒には実用不可能である。

4 抵抗性品種による防除

カンランのように1農家あたりの栽培面積が大きく、単位面積あたりの収益が低い作物では、防除に特別の費用や労力を要する対策は不適当であり、抵抗性品種による防除が理想的である。そこで本試験は、最終的目標を抵抗性品種による防除に置いて進めてきた。

1) 国内市販品種の抵抗性

既存の市販品種に抵抗性品種があるか否かを明らかにするために、幼苗検定と圃場検定を行なった。幼苗検定は土壤培養の病原菌を接種したポットまたは苗床に本葉1~2枚から5~6枚の苗を植付け、圃場検定は都下の11月どりの基準に合わせて場内発生畠に苗を定植して実施し、4年間延べ23回以上にわたって86品種について抵抗性を検討した。昭和44年にビニルハウス内の病土混入苗床で行なった幼苗検定の結果は第36表のとおりである。

供試した国内市販品種はすべて高率に発病し、抵抗性が高いと思われる品種はなかった。しかし本試験のように地温が低い時期に検定を行なうと、夏寿や金光晚秋など

第36表 国内市販品種の抵抗性検定例

供試品種	発病株率 %	発病指數	供試品種	発病株率 %	発病指數
かんあおい	97	73	長交早生	97	90
冬駿河	80	66	陽春	93	85
英雄	60	33	早生理想	100	70
初夏蒔1号	67	34	初秋穫	61	24
〃 2号	43	25	金剛	96	60
夏蒔二月穫	95	60	中早生1号	100	69
冬のみどり	90	69	マサゴ三季	100	93
緑宝	97	72	金光晚秋	44	22
あわじ	90	70	宇治交配1号	87	51
冬どり	100	75	トップ3号	100	86
山陽の誉	90	62	ニュートップ	100	80
冬青1号	97	93	まつり	95	84
富	87	51	金冬夏蒔	90	63
四季理想	90	55	四季穫1号	90	87
長交1号	95	84	たから	100	96
			夏寿	31	19

注1 試験期間：昭和44年3月~6月

2 規模：2連制、1区15株

3 播種：3月19日

4 定植：4月30日

5 調査：6月27日

第37表 市販品種の抵抗性検定の結果

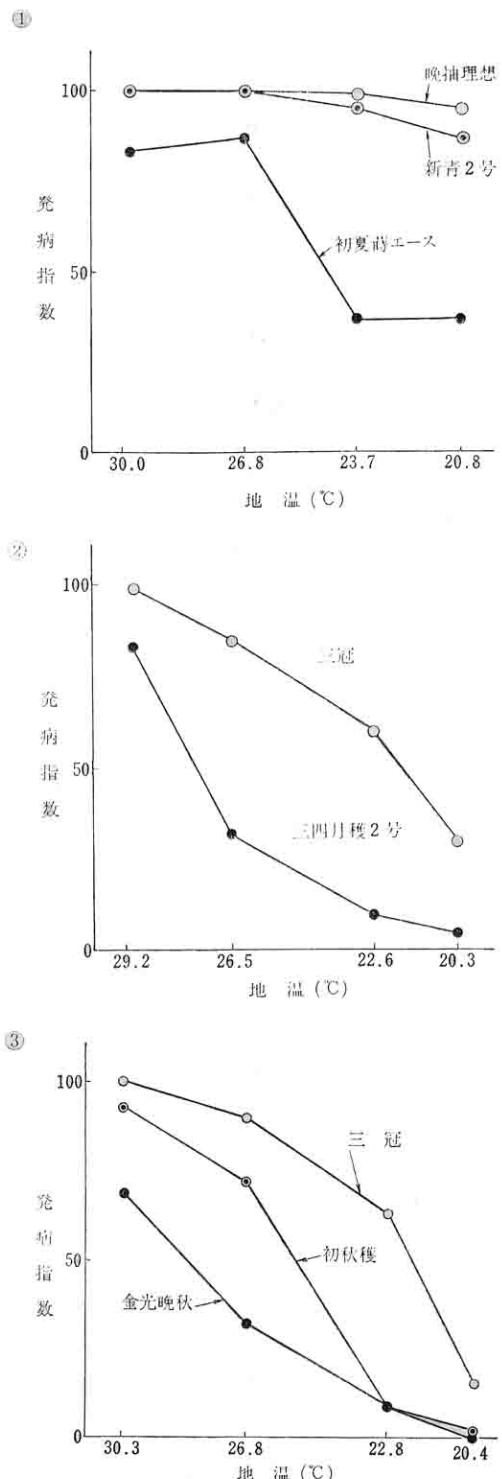
高度抵抗性	該当品種なし
中度抵抗性	将軍(協和), 初夏薄エース(合田), 育成16号(坂田), 初秋穫(トキタ), 金光晚秋, 三四月穫2号(松永), F ₁ ハイマート(藤田)
感 受 性	冬駿河, かんあおい(石井), 四季みどり(石塚), 輝, 冬どり, 夏薄四月穫(協和), 緑宝, 冬のみどり, 耐熱早生(合田), あわじ, 冬どり, はやどり, 初霜, 桜, 兵交3号(小林), まつかぜ, 若竹, 若松, 金盃(坂田), 早生秋宝, あきばれ, 三冠, 新青2号, 冬青1号, 山陽の蒼, やよい(山陽)勝どき, 富(高山), 長交四季穫, 早生理想夏薄理想, 耐寒理想, 晩抽理想, 夏薄二月穫, 初秋, 陽春(タキイ), マサゴA号, 同B号, 同三季, 金剛(農林), F ₁ ハイクロップ(藤田), 秋早生, 中生理想, 黒葉中生(増田), ニュートップ, まつり(九種), たから, 金冬夏薄(ヤマト), U Sヒット(横浜)冬穫B号, エロー(渡辺)など73品種

注1 地温22~26°C以下の低温条件である程度の抵抗性を示す品種を、中度抵抗性とした。

注2 英雄(協和)仲秋(松永)など6品種は中度抵抗性と思われるが、温度試験が済んでいないため、判定できなかった。

と若干の品種は発病率がやや低く、発病程度が軽かった。そこでこれらの品種についてはウィスコンシン式土壤恒温槽を用いて、地温を変えて試験を行なった。第9図は試験の1部を図示したものであるが、初夏薄エース、三四月穫2号、金光晚秋、初秋穫は晩抽理想、新青2号、三冠と異なる発病状況を示し、低温条件では発病程度が軽かった。これらの品種は地温が低い場合にはある程度被害を回避することが可能なので、ほかの感受性の高い品種と区別するために中度抵抗性品種と呼ぶことにした。また高温条件でも発病せず安定した抵抗性を示す品種を、高度抵抗性品種としたい。現在までに検定を行なった86市販品種を分類すると第37表のとおりである。

国内の市販品種の中から発病程度の軽い品種を選び、被害を回避しようという試験は、古く愛知県園芸試験場で行なわれ、最近では愛知県農業総合試験場や群馬県農業試験場、長野県園芸試験場などで行なわれている。昭和45年の群馬県農業試験場の現地試験によれば、F₁ハイ



第9図 地温を変えた場合の品種の発病(発病指数)

マート、夏越、初秋穫、三四月穫2号、交配3号、金光晚秋、初夏薄エースなどはかなり高い抵抗性を示し、これらのうち若干の品種は実用可能であるという。筆者が中度抵抗性と分類した品種は、高原カンランの栽培地や2~3月どりなど地温が低い時期の作型ではかなりの効果をあげうる品種と考える。しかし都下の11月どりなど高温時の栽培では、第38表の試験結果に示すようにすべて高率に発病してしまい、実用的効果はまったく期待できない。

第38表 中度抵抗性品種の都下における実用性

供試品種	発病株率%	発病指數
初夏薄エース	98	90
初秋穫	88	58
金光晚秋	98	80
三四月穫2号	100	87
三冠	98	87

- 注1 試験期間：昭和45年7月~10月
 2 規 模：4連制、1区10株
 3 播 種：7月22日
 4 定 植：8月27日
 5 調 査：10月26日

なお、WALKERら(1930)は本病の抵抗性をA、B 2つのtypeに分け、type B抵抗性の品種は地温24°C以上では発病してしまうが、type A抵抗性の品種は地温が高くても発病しないと報告し、さらに両typeの間には抵抗性の遺伝様式や病原菌の侵入の仕方、栄養条件の影響の受け方にも相違があることを明らかにしている。筆者の中度抵抗性はWALKERらのtype B抵抗性に相当すると考えるが、遺伝的解析や解剖的観察などを行なっていないため明らかでない。

2) アメリカで育成された抵抗性品種の都下の病原菌に対する抵抗性

本病抵抗性品種の育成は1910年代からWisconsin大学のJONES門下によって精力的に行なわれ、1915年にはWisconsin Hollanderが、1920年には、Wisconsin All Seasons, Wisconsin Brunswickが育成された。しかしこれらの品種はtype B抵抗性の品種であり、地温が高い年には高率に発病してしまった。その後1928年にになって、地温が高いときにも安定した抵抗性を示すいわゆるtype A抵抗性の品種、Marion Market, Globe,

All Head Selectが育成され、以後YR Jersey Wakefield, Wisconsin Ballhead, Rasine Market, Resistant Detroitなど続々と新しい抵抗性品種が育成され、さらに最近では本病の抵抗性品種に根こぶ病やウィルス病の抵抗性を導入した複合抵抗性品種の育成にまで発展している。

そこでこれらのアメリカで育成された品種が、都下で発生している病原菌に対しても抵抗性を示すか否かを明らかにするために、幼苗検定を行なった。結果は第39表のとおりである。

第39表 アメリカで育成された抵抗性品種の抵抗性検定

供試品種	発病株率%	発病指數	備考
Badger Ballhead	0	0	trace 30株中1株
Badger Market	0	0	〃 35株中1株
Glory 61	0	0	〃 33株中4株
Jersey Queen	0	0	
Resistant Detroit	0	0	
Resistant Golden Acre	0	0	trace 32株中1株
苔竹	86	81	

- 注1 試験期間：昭和43年5月~7月
 2 規 模：3連制、1区10~12株
 3 接 種：5月29日
 4 調 査：7月20日
 5 trace：地上部に病徵は現れないが、地際部の茎の導管がかすかに褐変したもの

第40表 アメリカで育成された抵抗性品種の黒腐病、ベト病に対する感受性

供試品種	黒腐病		ベト病	
	発病株率%	発病指數	発病株率%	発病指數
Badger Ballhead	74	40	79	28
Badger Market	41	24	79	30
Globe	54	33	100	43
Glory 61	48	32	100	70
Jersey Queen	59	37	100	77
Resistant Detroit	24	10	97	56
Resistant Golden Acre	33	18	100	77
早生秋宝	14	5	36	12

- 注1 試験期間：昭和43年8月~12月
 2 調 査：12月4日

対照の若竹が高率に発病したのに対し、供試した6品種は病徵が全く現れず、高い抵抗性を示した。これらアメリカの抵抗性品種は日本で発生している病原菌に対しても抵抗性であり、育種素材として利用しうるものと思われた。

抵抗性素材をアメリカの抵抗性品種に求めた場合、抵抗性親の品種が本病以外の病害に感受性が高いと、本病抵抗性とともに他病害に対する感受性因子を導入してしまう危険性がある。そこでこれらの抵抗性品種の本病以外の病害に対する感受性を検討した。結果は第40表のとおりである。本試験で発生が多かった病害は黒腐病とベト病だけであったが、供試品種は対照の早生秋宝と比較すると両病害の発生が極めて多く、それぞれの病害にとくに感受性が高いと思われる品種もあった。抵抗性品種の育成にあたってはモザイク病、黒腐病、軟腐病、根こぶ病、ベト病、根朽病など本病以外の病害に対する感受性についても十分考慮する必要がある。

3) 國内で育成中の抵抗性品種の抵抗性検定

日本における本病抵抗性品種の育成は昭和28~31年に愛知県園芸試験場で行なわれたが、実用に至らぬまま中断してしまっていた。その後昭和42年に本病が東京都と愛知県に大発生したのを契機として、坂田種苗、タキイ種苗、日本農林社、山陽種苗、協和種苗などの種苗メーカーと愛知県農業総合試験場、長野県園芸試験場などによって再開され、筆者は抵抗性検定の面で種苗メーカーの育種に協力してきた。昭和43年に坂田種苗で交配した系統について、幼苗検定によって抵抗性を検定した結果は第41表のとおりである。

第41表 育成中の品種の抵抗性

供試品種	発病株率%	発病指数
S-8×S-C	80	74
S-9×	75	50
S-10×	100	93
S-14×	90	80
S-15×	100	93
S-1×R-C	0	0
S-3×	0	0
S-4×	0	0
S-5×	0	0
S-6×	0	0
S-7×	0	0
× ×	0	0
S-8×	0	0

供試品種	発病株率%	発病指数
S-9×	0	0
S-11×	0	0
S-12×	0	0
S-13×	5	2
S-4×S-d	90	80
S-5×	100	82
S-6×	100	99
S-7×	100	100
S-1×S-a	95	85
S-2×S-3	100	76
S-1×R-A	0	0
S-4×	0	0
S-5×	0	0
S-6×	5	2
S-7×	0	0
S-4×r-B	95	93
S-6×	100	97
S-7×	100	94
S-5×S-b	100	100
S-7×	100	99
S-8×	100	99
S-9×	95	94
S-10×	100	99
S-3×S-c	80	61
S-4×	73	68
S-5×	100	90
S-6×	80	65
S-7×	55	42
S-8×S-d	100	97
S-9×	100	95
S-14×	100	70
S-6×R-D	0	0
S-9×	0	0
S-6×S-e	90	84
S-8×	100	100
S-9×	80	62
S-9×S-f	90	78
S-6×S-g	80	70
S-7×	100	77
S-8×	80	50
S-9×	90	77
S-6×S-h	95	89
S-7×	90	89
S-6×S-i	90	80
S-7×	100	82

S—9× ク 80 69

注1 試験期間：昭和43年8月

- 2 規 模：2連制、1区1鉢(10株)
 3 定 植：8月10日
 4 調 査：8月28日

供試67系統中R—A, R—C, R—Dを片親とした系統は高い抵抗性を示し、その他の組合せのものは感受性であった。R—A, R—C, R—Dはアメリカで育成されたtype A抵抗性品種である。r—Bは抵抗性として輸入したものであるが選抜段階で抵抗性因子をおとってしまったものと思われ、r—Bを片親とした組合せはすべて感受性であった。S—b~iは抵抗性と感違いして輸入した品種とその後代である。なお供試系統は杉並区の激発畑で圃場検定を行なったが、幼苗検定の結果と全く同様の結果であった。

本病の抵抗性はtype A抵抗性品種においては単因子優性遺伝することが明らかにされているので、本病抵抗性品種の育成は比較的容易であると予想される。

4) 日本で育成された抵抗性品種の実用性

日本における本病抵抗性品種の育成は前記のとおり坂田種苗やタキイ種苗などで行なわれてきたが、昭和44年には早くも有望と思われる品種が育成された。そこでタキイ種苗で育成した試交A号、B号、C号、D号、F号と坂田種苗のYR—1号、2号、3号、5号を場内の激発畑で栽培し、抵抗性と品種の特性、都下の夏まき用品種としての適性を検討した。

第42表 昭和44年に育成された品種の抵抗性
(発病株率%)

供試品種	9月 9日	9月 13日	9月 17日	9月 22日	9月 27日	10月 2日	10月 6日
試交A号	0	0	0	0	0	0	0
タ Bク	0	0	0	0	0	0	0
タ Cク	0	0	0	0	0	0	0
タ Dク	0	0	0	0	0	0	0
タ Fク	0	0	0	0	0	0	0
YR—1号	0	0	0	0	0	0	0
タ 2 ク	0	0	0	0	0	0	0
タ 3 ク	0	0	0	0	0	0	0
タ 5 ク	0	0	0	0	0	0	0
早生秋宝	18	71	92	98	100	100	100

注1 試験期間：昭和44年7月～11月

発病株の推移を約5日ごとに調査した結果は第42表のとおりであり、対照の早生秋宝は定植後10日目ころから発病はじめ、定植後1カ月以後にはほとんど全株が発病枯死したのに対し、試交A～F号およびYR—1～5号は収穫時まで発病が全く認められず、高い抵抗性を示した。

各供試品種の収穫適期と思われる日に、1区10株計20株について生育と結球の状態を調査した結果は第43表のとおりである。一般にタキイ種苗で育成した品種は外葉の割に球が大きく、坂田種苗の品種は外葉の生育が旺盛であった。球の大きさと重さはほぼ在来の市販品種並であり、芯の高さも試交C号で球高に対してやや高かった

第43表 品種の特性

供試品種	草冠幅 cm	外葉重 g	球重 g	球重/ 外葉重	球幅 cm	球高 cm	球高/ 球幅	芯の高さ cm	芯の高さ/ 球高	収穫期
試交 A号	69	572	1,720	3.01	21.4	12.5	0.58	7.4	0.59	11月上～中旬
試交 B号	62	449	1,510	3.36	20.5	12.5	0.61	7.1	0.57	11月上旬
試交 C号	58	444	1,281	2.89	19.1	11.6	0.61	7.6	0.66	11月上～中旬
試交 D号	55	427	1,216	2.85	18.9	10.2	0.54	5.8	0.57	11月上～中旬
試交 F号	62	466	1,265	2.71	20.1	12.9	0.64	7.1	0.55	11月上～中旬
YR—1号	69	658	1,738	2.64	19.6	14.1	0.72	7.2	0.51	11月上～中旬
YR—2号	66	677	1,409	2.08	17.9	13.5	0.75	8.1	0.60	11月中～下旬
YR—3号	69	636	1,517	2.39	20.1	12.9	0.64	7.4	0.57	11月上～中旬
YR—5号	68	680	1,403	2.06	19.4	12.6	0.65	7.0	0.56	11月下旬
早生秋宝	62	546	1,337	2.45	20.0	11.1	0.56	6.2	0.56	11月中旬
LSD 19:1	3	65	158	—	0.8	0.5	—	0.6	—	
99:1	4	86	209	—	1.8	0.7	—	0.8	—	

注1 対照の早生秋宝は無病畑で栽培したものを調査

ほかは特に苦にはならなかった。球の形は試交A号、B号、C号、F号は早生秋宝のような扁円、試交D号は腰の低い扁平、YR-1~5号は中早生のような腰高であり、それぞれ市場の好みに合っていると思われた。食味や肉質はおおむね良好であった。収穫期は試交B号は早生秋宝よりかなり早く、試交A号、C号、D号、F号、YR-1号、3号は早生秋宝並かやや早く、YR-2号と5号は早生秋宝よりおそかった。なお試交B号は烈球が早く、試交C号とYR-2号も烈球がやや多く、これ

第44表 昭和44年に育成された品種のべと病、
黒腐病に対する感受性

供試品種	べと病 発病葉率 %	黒腐病	
		発病株率 %	発病葉率 %
試交A号	49	55	35
〃 B号	61	50	27
〃 C号	34	30	20
〃 D号	19	21	12
〃 F号	57	17	11
YR-1号	16	33	4
〃 2号	1	—	12
〃 3号	15	25	13
〃 5号	12	—	13
早生秋宝	13	25	31

注1 調査：昭和44年11月13日

らの品種は収穫期の幅が短かいと思われた。

べと病と黒腐病の発生を調査した結果は第44表のとおりであり、試交A号、B号、F号は在来品種よりもべと病の発生が多かった。また現地試験畠の結果では、黒腐病やウィルス病に対しても感受性の高い品種があるようであった。これは抵抗性の片親から、本病以外の病害に対する感受性を随伴的にとり込んでしまったためと思われた。

以上の試験結果を総合して、都下の11月どり用の品種としては、試交A~C号とYR-2~3号が極めて有望と判定した。なお昭和45年に試交B号は長岡交配YR-33号と、試交D号は同34号と改名された。

昭和45年に新たに育成された試交50~55号（タキイ）とYR-6号（坂田）について、場内激発畠で行なった試験の結果は第45表のとおりである。本試験は採種の関係で播種・定植が遅れ、また生育期がごく低温に経過したため生育が全般に不良であったが、供試品種はいずれも本病に高度抵抗性であり、都下の11月どり用品種としては試交50号が試交33号（44年のB号）以上に有望と判定された。なお昭和45年には試交33号、34号とYR-2号、3号が試験的に発売され、都下の発生地数10ヵ所合計約10haで試作されたが、いずれも高い抵抗性を發揮し、市場性も存來の品種に劣らず、好成績をあげた。昭和46年にはこれらの抵抗性品種が本格的に栽培される予定になっており、都下の発生地帯でも再び安定した栽培が営めるようになると予想された。

第45表 昭和45年に育成された品種の抵抗性および品種特性

供試品種	発病株率 %	草冠幅 cm	外葉重 g	球重 g	球重／ 外葉重	球幅 cm	球高 cm	球高／ 球幅	芯の高さ cm
試交 50号	0	59	529	1,202	2.27	20.0	12.3	0.62	6.0
〃 51号	0	62	843	1,262	1.50	22.6	14.5	0.64	6.3
〃 53号	0	58	602	1,456	2.42	21.2	11.7	0.55	6.0
〃 54号	0	54	615	1,352	2.20	19.8	11.2	0.57	6.2
〃 55号	0	56	644	1,149	1.78	19.7	11.2	0.57	6.0
YR-2号	0	69	965	1,307	1.35	17.5	14.8	0.85	6.2
〃 3号	0	66	777	1,395	1.80	18.4	14.3	0.78	6.2
〃 6号	0	60	835	1,349	1.62	18.4	13.0	0.71	6.2
試交 33号	0	58	664	1,476	2.22	20.1	13.6	0.68	6.1
34号	0	58	684	1,161	1.70	20.1	10.7	0.53	5.3
三 冠	98	60	726	1,130	1.57	19.1	11.8	0.62	6.3
LSD	19:1	—	3	117	171	—	0.9	0.9	—
〃	99:1	—	4	155	227	—	1.2	1.2	n.s. n.s.

注1 試験期間：昭和45年7月～12月

2 対照の三冠は無病畠で栽培

いずれにしても市場性の高い抵抗性品種が育成された意義は大きく、防除が極めて困難であった本病も最も理想的な方法によって防除可能になったと考える。本病抵抗性品種の育成はタキイ種苗と坂田種苗で引続き行なわれているほか、日本農林社、山陽種苗、協和種苗、渡辺採種場などの種苗メーカーと、愛知県農業総合試験場、長野県園芸試験場などでも精力的に行なわれており、今後さらに優良な品種、各産地の作型に適した抵抗性品種が続々と育成されるものと予想する。なお抵抗性品種の栽培にあたっては病原菌の系統の有無、地理的分布、年次的変動、変異などを考慮しなければならないが、本病に限ってはその心配はなさそうである。すなわち都下で分離された1菌株を対象に育成されたタキイ種苗や坂田種苗の品種が、都下はもちろん愛知県や群馬県などでも安定した抵抗性を発揮しており、また WALKER(1965)によればアメリカでは40年以上も前に育成された抵抗性品種が、現在もなお抵抗性品種として通用しているという。

Ⅷ 摘 要

1 東京都においては昭和41年9月に本病の初発生を確認した。昭和41年の発生面積は20~30haであったが、昭和42年には一挙に100haに発生し、以後年々発生面積が拡大した。都下の発生地域は練馬区と杉並区およびその周辺であり、いつもカンランを連作している地区である。

2 都下各地の発病株と群馬県嬬恋村の発病株から分離した病原菌は、いずれもカンランに対する病原性が極めて強く、菌株間に病原性の差異はないように思われた。

3 病原菌はカリフラワー、ブロッコリー、不結球白菜、半結球白菜、タイサイ、カブナ、大根、二十日大根などのアブラナ科作物に寄生性を有し、フダンウ、人参、トマトには寄生性がなかった。アブラナ科作物中でも、キュウナとタカナには寄生性が認められなかった。

4 カリフラワーの品種中には、感受性の特に高い品種があった。

5 トマト萎ちゅう病菌などとキュウリつる割病菌は、カンランに病原性がなく、ダイコン萎黄病菌も地温15~25°Cの範囲内ではカンランに病原性が認められなかつた。

6 本病が東京都に侵入した経路は明らかにできなかつたが、種子伝染によった可能性が高いと思われた。種子伝染によって侵入した病原菌は、何年もかかった苗床の土壤中で増殖し、苗とともに本畠に広がつたと推測された。本畠におけるまん延は、被害茎葉の移動によって起

る場合が多いと思われた。

7 発生地帯の本畠は既に病原菌の密度が高く、無病苗を定植しても、本畠で感染を受けて発病してしまう。土壤中の病原菌は地下30cmくらいまでの間に分布していることが多く、深い所では54~63cmの層からも病原菌が検出された。地下30~40cmに分布する病原菌も発病を起し得ることを明らかにした。

8 本病は地温17°C以上で発生すると思われ、地温26~30°Cのとき最も良く発病した。本病の発生は特に地温と関係が深いので、地温の平年値から発生時期、発生する作型、被害を受けやすい産地を予測することができた。

9 本病は赤土の畠で発生しやすく、磷酸の施用量が少ないと発生が多かった。また本病の発生土壤はpHが低く比電導度が高い傾向が認められた。

10 土壌水分や石灰の施用、苗令は発病にあまり関与しないと思われた。

11 定植期を遅らせて被害を回避しようと試みたが、9月下旬に定植しても発病してしまい、一方9月中旬以降に定植した場合にはほとんど結球せず、都下の夏まき栽培では晩植えによる被害回避は不可能であった。

12 マルチの利用による被害回避は可能性がなかった。

13 41種の土壤殺菌剤について効果を検討したが、クロルピクリンとアイオピクリンだけが効果が高く、ガスパとMN-3は条件付きで使用可能と判定された。他の薬剤は実用性が乏しいか、効果が全くなかった。

14 蒸気による土壤消毒は実用性がなかった。

15 本病に対する品種抵抗性を高度抵抗性、中度抵抗性、感受性に分類することを提案した。

16 在来の市販品種中には高度抵抗性の品種はなく、大部分の品種は感受性であり、ごく僅かの品種が中度抵抗性であった。中度抵抗性の品種は低温条件では抵抗性を示すが、都下の11月どり栽培のような高温期の作型では感受性品種と同程度に発病する。

17 アメリカで育成された抵抗性品種は、都下の病原菌に対しても高度抵抗性であった。

18 国内向け抵抗性品種の育成に抵抗性検定の場面で協力した結果、昭和44年には実用性があると思われる抵抗性品種が育成された。

19 国内で育成された抵抗性品種について抵抗性と品種の特性などを検討したところ、都下の11月どり用品種としては長岡交配試交YR-33号、同50号、YR-3号などが極めて有望であった。これらの品種は抵抗性はもちろん市場性も高く、昭和45年に都下各地合計10haに試

作した結果も好成績であった。

20 國内用の抵抗性品種が育成されたことによって、本病は理想的な方法で防除可能となった。抵抗性品種の育成は引き続行なわれているので、今後各地の作型に適した優良品種が続々と市販され、全国各地の発生地帯でも再び安定した栽培が営めるようになると予想された。

引用文献

- 1 Anderson, M.E. (1933). *Jour. Agr. Res.* 47 : 639—661.
- 2 Armstrong, G.M. and Armstrong, J.K. (1966). *Phytopathology* 56 : 525—530.
- 3 Blank, L.M. (1937). *Jour. Agr. Res.* 55 : 497—510.
- 4 原田敏男・尾澤賢・高見沢和人 (1969). 関東東山病虫研報 16 : 35.
- 5 逸見武雄 (1940). 植物病学の諸問題. 養賢堂, 東京. 106—109.
- 6 逸見武雄・石上孔一 (1953). 農業及園芸 28 : 1276—1278.
- 7 飯嶋勉 (1967). 目植病報 33 : 346—347. (講要)
- 8 飯嶋勉・栗原一雄 (1968). 関東東山病虫研報 15 : 44.
- 9 飯嶋勉・栗原一雄 (1968). 目植病報 34 : 169. (講要)
- 10 飯嶋勉・細田恵三 (1968). 同上 34 : 373. (講要)
- 11 飯嶋勉 (1968). 植物防疫 22 : 432—436.
- 12 飯嶋勉・細田恵三 (1969). 関東東山病虫研報 16 : 37~38.
- 13 飯嶋勉・小林孝則 (1970). 同上 17 : 38.
- 14 飯嶋勉・小林孝則 (1970). 同上 17 : 39.
- 15 飯嶋勉 (1970). 農業および園芸 45 : 1097—1102.
- 16 井上義孝・竹内昭太郎・駒田旦 (1960). 目植病報 25 : 22. (講要)
- 17 梶浦寅・熊澤三郎・宮澤文吾・塚本洋太郎 (1956). 園芸新品種大鑑. 養賢堂, 東京. 232.
- 18 片野恒雄 (1958). 植物防疫 12 : 409—414.
- 19 片野恒雄 (1958). 関西病虫研報 1 : 29—31.
- 20 加藤喜重郎 (1969). 植物防疫 23 : 271—274.
- 21 加藤喜重郎・広田耕作 (1971). 関西病虫研報 13 : 58.
- 22 栗原一雄・飯嶋勉 (1968). 関東東山病虫研報 15 : 45.
- 23 Larson, R.H., Walker, J.C. and Pound, G.S. (1956). *Phytopathology* 46 : 623—624.
- 24 賀田裕行・剣持澄夫・宮崎好吉 (1969). 関東東山病虫研報 16 : 36.
- 25 賀田裕行・剣持澄夫・宮崎好吉 (1970). 同上 17 : 40—41.
- 26 尾澤賢・鈴木喜造・桑原武司・清水節夫 (1970). 同上 17 : 42.
- 27 Pound, G.S. and Walker, J.C. (1951). *Phytopathology* 41 : 1083—1090.
- 28 Pound, G.S. and Fowler, D.L. (1953). *Ibid.* 43 : 277—281.
- 29 杉本亮 (1962). 目植病報 27 : 271—272. (講要)
- 30 Tims, E.C. (1926). *Jour. Agr. Res.* 32 : 183—199.
- 31 Tims, E.C. (1926). *Ibid.* 33 : 971—992.
- 32 Walker, J.C. and Wellman, F.L. (1928). *Ibid.* 37 : 233—241.
- 33 Walker, J.C. (1930). *Ibid.* 40 : 721—745.
- 34 Walker, J.C. and Smith, R. (1930). *Ibid.* 41 : 1—15.
- 35 Walker, J.C. (1933). *Ibid.* 46 : 639—648.
- 36 Walker, J.C. and Blank, L.M. (1934). *Ibid.* 49 : 983—989.
- 37 Walker, J.C. and Hooker, W.J. (1945). *Am. Jour. Botany.* 32 : 314—320.
- 38 Walker, J. C. (1952). Diseases of vegetable crops. Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York. 154—160.
- 39 Walker, J.C., Larson, R.H. and Pound, G.S. (1953). *Phytopathology* 43 : 649—650.
- 40 Walker, J.C., Larson, R.H. and Pound, G.S. (1957). *Ibid.* 47 : 269—271.
- 41 Walker, J. C. (1965). Ecology of soil-borne plant pathogens (Edited by Baker, K. F. and Snyder, W.C.). University of California Press, Berkeley, Los Angeles. 314—320.

Summary

1 Cabbage yellows, caused by *Fusarium oxysporum f. conglutinans*, was found in Tokyo in September in 1966. The disease occurrence of that year was only 20—30 ha in the area, but it increased rapidly to 100 ha in 1967. The disease has been spreading year after year. The disease occurrence in Tokyo was limited only at Nerima-ku and Suginami-ku area, where successive cropping of cabbage has been practiced every year.

2 Many isolates from Tokyo and an isolate from Gumma showed very strong pathogenicity to cabbage. It seemed that no clear-cut differences existed in the pathogenicity among them.

3 In the inoculation tests this organism was pathogenic to a wide range of the Cruciferae such as cauliflower and broccoli, *Brassica oleracea* var. *botrys*, chinese cabbage, *B. pekinensis*, Taisai, *B. chinensis*, Kabuna, *B. rapa*, and radish, *Raphanus sativus* and *R. sativus* var. *radicula*. Kyona, *B. japonica*, and Taisai, *B. juncea*, were resistant in the Cruciferae.

4 As a result of testing 11 cauliflower varieties, Fuji and Sakigake-1 were found to be as susceptible as cabbage to the disease.

5 Four different isolates of vascular fusaria tested were nonpathogenic to cabbage. These fusaria were *Fusarium oxysporum* f. *lycopersici* race 1, race J-2, a new pathogen of root rot and *F. oxysporum* f. *raphani*, caused no symptom on cabbage within the range of soil temperatures 15°—25°C.

6 Though I could not prove the seed transmission of the disease, the pathogen might have been carried through seed into Tokyo area. The inoculum density of this fungus has gradually increased in seedbeds, and it was spread into noninfested fields together with infected seedlings. The dissemination in the field seemed to occur through transport of plant debris.

7 In many diseased fields the pathogen was distributed in the top 30 cm of soil, and in a heavily infested field it was detected at the depth of 56—63 cm. The pathogen present at the depth of 0—40 cm of soil was able to cause the disease.

8 The disease occurred at soil temperatures above 17°C, and the most favorable soil temperatures for the disease development ranged from 26° to 30°C. As the occurrence of the disease was closely related to soil temperatures, I could foresee the period, cropping types and growing areas for the disease occurrence.

9 It was found that the disease was most serious at yellow-brown volcanic ash soil, and the disease development was enhanced by low potassium in soil. The diseased soil was observed to be low in pH and high in E.C.

10 Soil moisture, calcium amendments, and the ages of seedlings were not important factors for the disease development.

11 To escape the disease through late planting were unsuccessful in Tokyo.

12 Some kinds of mulchings were of little value in reducing the disease.

13 As results of soil treatment tests with 41 fungicides, Chloropicrin and Iopicrin were effective, Gaspa and MN-3 partially effective, and others ineffective, in the fields. Chloropicrin was successfully used in Suginami-ku.

14 The steam sterilization of soil was not a practical method to control the disease.

15 Japanese cabbage varieties were classified for the points of resistance into three groups, highly resistant, moderately resistant and susceptible.

16 There were no highly resistant varieties among the common Japanese ones when 86 varieties were tested. Most of them were susceptible and several varieties were moderately resistant. Moderately resistant ones showed the resistance in low soil temperatures, but they were severely affected in high soil temperatures. They could not be used in Tokyo where cabbage was planted in midsummer.

17 The resistant varieties developed in the U.S.A. were highly resistant to the pathogen occurred in Tokyo.

18 Resistant varieties from crosses between Japanese varieties and the U.S.A. have been developing by some seed companies since 1967. I have been helping them to select resistant varieties and so far, about 20 varieties were selected.

19 In growing these new varieties, YR-33 and 50, developed at Takii Seed Co. in 1969 and 1970, and YR-3, developed at Sakata Seed Co. in 1969, were found to be highly resistant to the disease, and they were adapted to November harvesting varieties in Tokyo.

20 Results of these experiments suggest that the disease may be successfully controlled in the most ideal way by using the resistant varieties developed in Japan. As resistant varieties have been vigorously developing now by many seed companies, I expect that various resistant varieties adapting in many regions will be developed and a stable cabbage growing will be revived at the diseased areas in Japan.