

トマト半身萎ちよう病抵抗性育種に関する試験 —‘NFVR’固定系および‘VR’固定系の育成経過—

小菅悦男・飯嶋 勉・井田昭典

Studies on the Breeding of Tomato Resistant to Verticillium Wilt
—On the Breeding of New Tomato Lines, ‘NFVR’ and ‘VR’—

Etsuo KOSUGE, Tsutomu IIJIMA and Shosuke IDA

Summary

In 1971 Verticillium wilt caused by *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold was found in tomato-growing areas at Mitaka and its vicinities in Tokyo. As we thought that it would become an important problem for tomato cultivation in Japan, breeding for the wilt resistance has been started since 1972.

1 A practical seedling inoculation technique which the roots of tomato seedlings were dipped into fungus inoculum was proposed for evaluating the wilt resistance of tomatoes.

2 No resistant cultivars were found among the Japanese 78 commercial ones. U.S. 8 cultivars tested were highly resistant to the pathogen isolated in Tokyo areas, and they were expected to be the useful resistant sources for our breeding purpose.

3 We proved that the wilt resistance of these 8 cultivars was governed by a single dominant gene.

4 In 1976, a bred tomato ‘NFVR’ line was obtained from progenies of a cross between cultivars ‘Tropi-Red’ and ‘NFR 2’. The ‘NFVR’ has resistance to Verticillium wilt, Fusarium wilt (Race J 1 of *Fusarium oxysporum* Schlechtendahl f. *Lycopersici* (Saccardo) Snyder et Hansen) and root-knot nematode (*Meloidogyne incognita* var. *acrita* Chitwood).

5 In the same year, bred tomato ‘VR’ lines were developed from progenies of back crosses between resistant sources and commercial ones. The ‘VR’ have good agronomic characters with Verticillium wilt resistance.

6 The ‘NFVR’ and the ‘VR’ lines are still segregated in characters except the disease resistance. They may have a wide possibility to produce various tomato cultivars, if they would be crossed with another commercial cultivars or bred lines.

目 次

I 緒 言	2 抵抗性素材の探索
II 実験方法	(1) 市販經濟品種の抵抗性
1 抵抗性検定法	(2) 米国で育成された抵抗性品種の東京都の病原菌に対する抵抗性
2 抵抗性素材の探索	3 抵抗性素材品種の特性検定
3 育種素材	4 一代雜種の選抜による‘NFVR’固定系の育成
4 育種方法および系統図	(1) F_1 の特性検定
(1) 一代雜種の選抜による‘NFVR’固定種の育成	(2) F_2 の特性検定
(2) 戻し交配による‘VR’固定種の育成	(3) F_3 の特性検定
III 実験結果	(4) F_4 の特性検定
1 抵抗性検定法に関する試験	(5) F_5 の特性検定

本試験のうち1973～1975年の3年間は農林省の総合助成を受け、「トマト半身萎ちよう病防除のための抵抗性品種導入に関する試験」として行なった。

(6) 育成固定系の数種トマト系半身萎ちよう病菌に対する抵抗性

5 戻し交配による 'VR' 固定種の育成

(1) F_1 の特性検定

(2) F_1B_1 の特性検定

(3) F_1B_2 の特性検定

(4) $F_1B_2F_2$ の特性検定

(5) $F_1B_2F_3$ の特性検定

IV 論 議

1 抵抗性検定法

2 抵抗性育種素材

3 本病抵抗性素材品種における抵抗性の遺伝

4 選抜方法および育種経過

5 本病抵抗性固定系育成の意義とその利用

V 摘 要

引用文献

I 緒 言

東京都のトマト栽培は歴史が古く、近年は都市化の波を激しく受け、畠はますます狭小かつ固定化し、連作の傾向を強いられている。このため各種病害虫の発生は多く、とりわけ土壌病害虫の被害は激しい。当場ではこれら病害虫対策の一環として1957年にサツマイモネコブセンチュウに対する抵抗性育種²¹⁾を開始し、1964年には萎ちよう病にも抵抗性の複合抵抗性固定種 'NFR 1~3' を育成し、さらに1970年以後は 'NFR-2' を交配親とした一代交配種 'あずまトマト' を実用に供してきた。

ところが1970年頃からは三鷹市周辺の露地トマト栽培地で、従来の萎ちよう病とは異なる立枯れ性病害が発生し始めた。この病害は *Verticillium albo-atrum* Reinke et Berthold の 1 系統 (MS type, トマト系) による本邦未知の病害だったので、和名をトマト半身萎ちよう病と呼ぶことにした¹⁴⁾。本病の防除対策としてはクロルピクリン剤による土壌消毒以外に有効な方法はなく、また市販の経済品種中には本病に抵抗性のものは見出せなかった。一方トマト抵抗性育種の先進国である米国では、すでに 'VR Moscow' など多数の本病抵抗性品種が育成されている。幸い農林省園芸試験場興津支場（現農林省野菜試験場）および長野県農業試験場桔梗ヶ原分場（現長野県農業総合試験場中信地方試験場）の好意によりこれら品種またはその後代の種子が入手できたので、東京都に発生する本病病原菌に対する抵抗性を検討したところそのうち数品種は抵抗性育種素材として利用可能と思われた。そこで1972年に本病抵抗性育種に着手した。本育種は当場育成の 'NFR' 系統に本病抵抗性を保持さ

ることと、「ファースト」など実用栽培品種に抵抗性を導入することを初期の目標として進め、1976年に至りそれぞれ抵抗性固定系統が得られた。まだ抵抗性固定種を発表する段階ではないが、これまでの経過をとりまとめて報告することにした。なお本試験のうちサツマイモネコブセンチュウに関する部分は、当場病理昆虫研究室の堀江典昭氏に御協力願った。

本試験を行なうにあたり抵抗性素材種子の御提供と適切な御助言を賜った農林省野菜試験場栗山尚志氏、山川邦夫氏、国安克人氏、長野県農業総合試験場芹沢暢明氏、藤森基弘氏、終始御指導いただいた当場の本橋精一場長、ならびに多々御援助下さった河野信氏始め当場そ菜研究室の各位、病理昆虫研究室永沢実氏、平野寿一氏に厚くお礼申し上げる。

II 実験方法

1 抵抗性検定法

抵抗性育種を開始するに先立ち、実用的な幼苗検定法を確立するために若干の基礎試験を行なった。試験はガラス室またはビニルハウスにおいて、蒸気消毒土をつめた18cm鉢または木箱(90×100×10cm)栽培で行なった。供試菌は1971年7月に三鷹市新川の発病株から分離した TV-103 菌を用い、トマト品種は特記しない限り '米寿' を供試した。発病調査は接種約1カ月後に茎を切断して行ない、発病程度を甚（枯死または頂葉まで発病）、中（中位葉まで病徵顯著）、軽（下葉の1部発病または茎の導管部変色）、無（健全）の4段階にわけて調査し、常法により発病指數を算出した。同時に草丈を調べ、無接種の草丈を100としたときの指數で表わした。

実際の育種場面ではこの試験によって確立した幼苗検定法を用い、抵抗性を検定した。この場合の検定菌としては TV-103 菌のほかに、1971年三鷹市新川の発病株から分離した TV-102 菌および1972年調布市染地の発病株から分離した TV-403 菌のいずれか1菌株を用いた。

2 抵抗性素材の探索

国内の市販経済品種、農林省園芸試験場興津支場および長野県農業試験場桔梗ヶ原分場から入手した米国の品種を供試し、鉢または木箱栽培により、東京都の病原菌に対する抵抗性を検討した。本育種ではこの結果選定した品種を抵抗性素材として用いた。

3 育種素材

本病抵抗性の素材としては再度1972年8月に興津支場から分譲を受けた 'Tropic, Tropi-Red' の2品種と桔梗ヶ原分場から分譲された 'VFN 8, VF 145-22-8' (本報中では VF 8 と略称) VF 145-22-78-79 (VF 79),

VF 36, CPC no 2, Loran Blood' の 6 品種の計 8 品種を用いた。これに対し交配用の実用栽培品種としては当場で採種を行なってきた 'ファースト', 'ジュンピング', '世界一', '極光', 'ヨーズ', 栗原, NFR 1, 同 2, 同 3' を用いたが、そのうち '世界一' は桔梗ヶ原分場から分譲を受けたものである。

4 育種方法および系統図

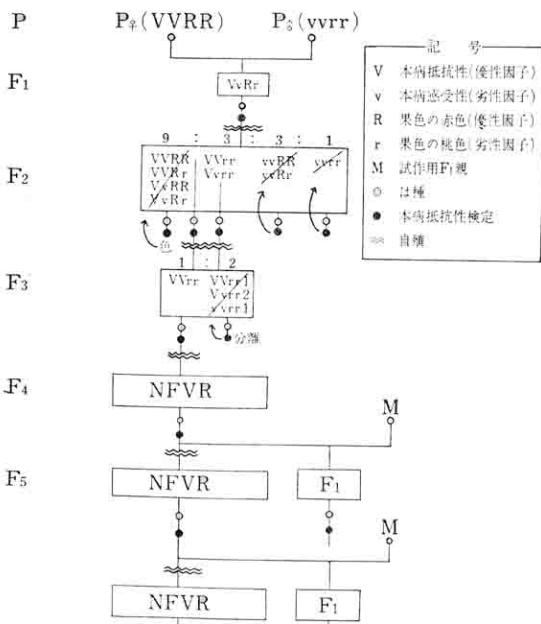
わが国の実用栽培品種に半身萎ちう病抵抗性を導入しようとする場合、従来からの重要病害であるサツマイモネコブセンチュウおよび萎ちう病に抵抗性をもたせなければならない。これら病害の複合抵抗性品種を育成するには当場育成のサツマイモネコブセンチュウ・萎ちう病抵抗性固定種 'NFR' に本病抵抗性を導入し、複合抵抗性の固定種 'NFVR' を育成する方法と実用栽培品種に本病抵抗性のみを導入し、優良形質を備えた 'VR' 固定種を育成し、これを片親として一方の親に 'NFR' など本病以外の病害に抵抗性をもつ品種を使用し、一代雜種として複合抵抗性をもたせるという方法が考えられるので、本育種ではこの両者を同時に進めることとした。

(1) 一代雜種の選抜による 'NFVR' 固定種の育成
本病抵抗性素材品種（抵抗性は単因子優性遺伝）と 'NFR' 3 系統の交配により一代雜種を作り、以後は自殖採種によって後代を育成し本病に抵抗性で桃色果の

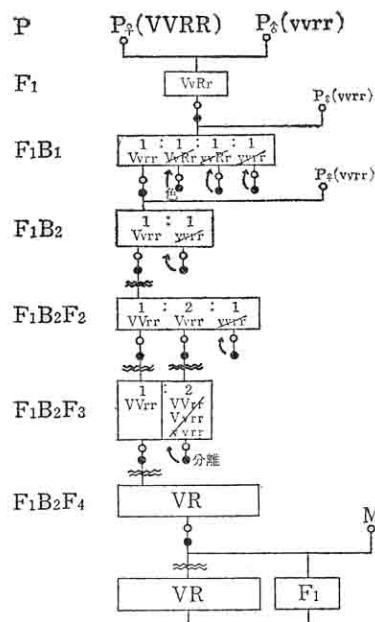
固定種を得るため、この 2 形質の分離によって選抜を行なった（第 1 図）。本病に抵抗性で果色が赤色の固定種である本病抵抗性素材品種を母親とし、本病に感受性で果色が桃色の固定種 'NFR' を父親として交配すると F_1 では両形質とも優性と劣性の遺伝子の組合せがヘテロの状態となり、表現形質は優性のものが現われる。 F_1 の自殖採種によって得た F_2 は遺伝子の組合せが 16 の場合に分かれ、それを表現形質でみると、(抵・赤) : (抵・桃) : (感・赤) : (感・桃) = 9 : 3 : 3 : 1 に分離する。 F_2 において本病抵抗性で果色が桃色の系統のうち本病抵抗性の遺伝子の組成がホモであったものは F_3 で全株が抵抗性を示し、ヘテロであったものは一部に感受性のものが現われる。したがって F_3 で全株が抵抗性となった系統を選抜すれば本病抵抗性に固定した系統が得られる。なお果色については桃色の因子は劣性であるから F_2 において桃色を示すものはすべてホモの状態である。

(2) 戻し交配による 'VR' 固定種の育成

実用栽培品種に本病抵抗性を導入するために、本病抵抗性素材品種と 'ファースト' など本病に感受性の実用栽培品種とを交配し、できるだけ早期に形質を実用栽培品種の形質に近づけるため、その後代に同じ実用栽培品種を統けて 2 度戻し交配させた。その後は自殖採種によって本病に抵抗性で桃色果の固定種を選抜した（第 2 図）。 F_1 の育成までは第 1 図の場合と同様であるが、 F_1 に同じ



第1図 一代交配による 'NFVR' 固定種の育成系統図



第2図 戻し交配による 'VR' 固定種の育成系統図

感受性品種を交配した F_1B_1 では本病抵抗性と果色の組合せは4通りで、それぞれ同数ずつが発現する。このうち本病抵抗性で桃色果の系統を選抜すると、遺伝子の組成は本病抵抗性因子はヘテロであり、果色は桃色因子がホモの状態となる。これにさらに同じ感受性品種を交配した F_1B_2 では、優性の本病抵抗性因子と劣性の感受性因子とがヘテロの状態のものと、感受性の劣性因子がホモの状態である系統とが同数に分離する。2度戻し交配を行なった F_1B_2 を自殖採種して得られた $F_1B_2F_2$ 以後の分離は第1図の場合の F_2 以後と同様であり、 $F_1B_2F_3$ において本病抵抗性に固定した系統が得られることになる。

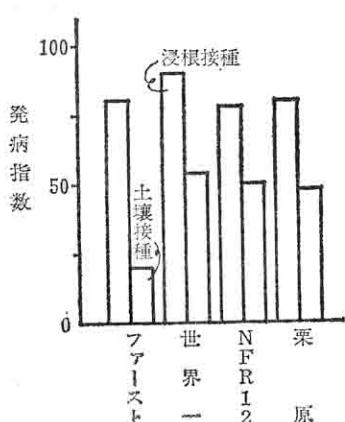
(1)の方法による F_2 および(2)の方法による $F_1B_2F_3$ において本病抵抗性で果色が桃色に固定した系統が得られるが、より優良な形質を備えた系統を育成するためには引き続め選抜を行なわねばならない。**'N F V R'** 固定系については本病抵抗性のほかにサツマイモネコブセンチュウおよび菱ちょう病抵抗性の検定、**'V R'** 固定系については本病抵抗性の検定を行なうとともに生育や収量などの特性を調べ、 F_4 以後は一代雜種の親としての能力もみるため F_1 の交配および採種を行ない、その特性を調査した。

III 実験結果

1 抵抗性検定法に関する試験

本病の抵抗性検定法に関する報告は少なく、直ちに利用できる方法は見当らなかった。そこで下記事項を検討し、抵抗性の幼苗検定法を確立した¹²⁾。

浸根接種法と土壤接種法：接種法としては浸根接種、土壤接種およよ注射などによる地上部接種が考えられる。

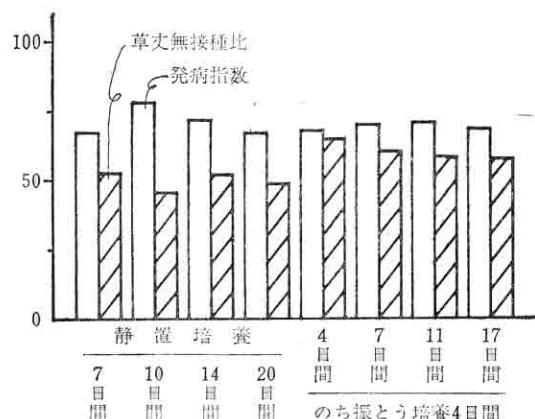


第3図 浸根接種と土壤接種の発病比較

しかし注射法はトマトの幼苗時に、しかも大量の苗に接

種するのは困難と思われたので、本報では浸根接種法と土壤接種法について検討した。浸根接種の場合は、PSA 5日間培養の病原菌1シャーレに水60mlを加えて分生胞子・菌糸懸濁液を作り、同液10mlに2葉期のトマト苗10株を浸根し、殺菌土に定植した。土壤接種の場合は、土壤ふすま培地（容積比9:1）で約4カ月培養した病原菌を1m² 500gの割合で土壤と混合接種し、1~2葉期苗を定植した。結果は第3図のとおりであり、浸根接種の場合は22日後、土壤接種の場合は31日後の調査であったが、供試4品種とも土壤接種では発病が軽微であった。この試験の土壤接種量は *Fusarium* 病の場合に比較すると5倍以上の高濃度接種であるが、それでもかわらず発病が不十分であつことから、土壤接種法は本病の幼苗検定法として不適当と判断された。

浸根接種の場合の接種源：浸根接種に用いる接種源としては、静置培養による破碎菌そう（大部分が菌糸、ほかに菌核と分生胞子）と振とう培養による分生胞子を考えられる。そこで下記により接種源を作成し、1葉期苗10株に20mlずつ浸根接種し、32日後に発病を調査した。破碎菌そう液は3%蔗糖加用馬糞いしょ煎汁で25°C 7~20日間培養した菌そうを十分水洗し、ホモジナイザーで3分間破碎し、培地量の2.5倍に水で希釈した。分生胞子液は同培地で25°C 4~17日間静置培養したのち4



第4図 破碎菌そう接種と分生胞子接種の接種源と発病程度

日間振とう（25°C, 120回/分）し、得られた分生胞子を培地量の2倍の水に懸濁した。結果は第4図のとおりであり、破碎菌そう接種と分生胞子接種で発病程度には差がなかったが、分生胞子接種の場合には発病判定のひとつの基準となる草丈の抑制がやや弱かった。なお破碎菌そうを得るためにの培養期間は25°C 10日間程度が適当であ

り、また4~17日間前培養したのち4日間振とうした場合の分生胞子形成量は前培養期間が短かい程多かった。ただしこの前培養は胞子形成に及ぼす液の影響を調べるために行なったものであり、実際に分生胞子を形成さ

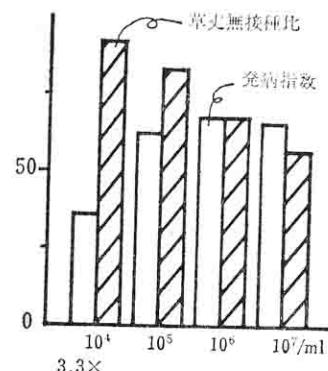
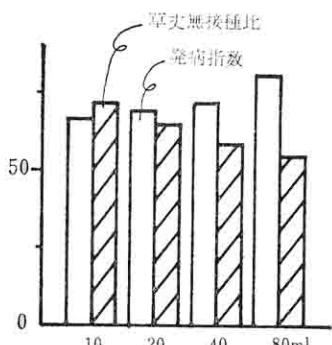
せる場合には不要である。

破碎菌そう液の調製法：前記培地で25°C 14日間静置培養した菌そうをホモジナイザーで3分間破碎し、1日後および2日後に培地量の1.25~5倍の水で希釈し、1葉

第1表 破碎菌そうの調製法と発病程度

区 別	調 査 株 数	発 病 率 %	発 病 程 度				発 病 指 数	草 丈 cm	丈 比
			甚	中	輕	無			
破碎1日後1.25倍希釈	10	100	15	15	0	0	83	14.9	61
ク 2.5倍ク	10	100	8	20	2	0	73	17.0	70
ク 5倍ク	10	100	17	12	1	0	85	12.9	53
無接種	10	0	0	0	0	30	0	24.4	100
破碎2日後1.25倍希釈	10	93	15	11	2	2	77	16.5	68
ク 2.5倍ク	10	100	17	11	2	0	83	15.8	65
ク 5倍ク	10	87	16	10	0	4	76	15.2	62

期苗10株に20mlずつ浸根接種した。31日後に調査した結果は第1表のとおりである。この試験は冬季に行なったため結果に乱れを生じたが、破碎2日後に水に懸濁して接種した場合には無発病株が若干現われ、菌そう破碎後直ちに接種した方が良いと思われた。また水に懸濁する希釈程度は、培地量の2.5倍程度が適当と思われた。

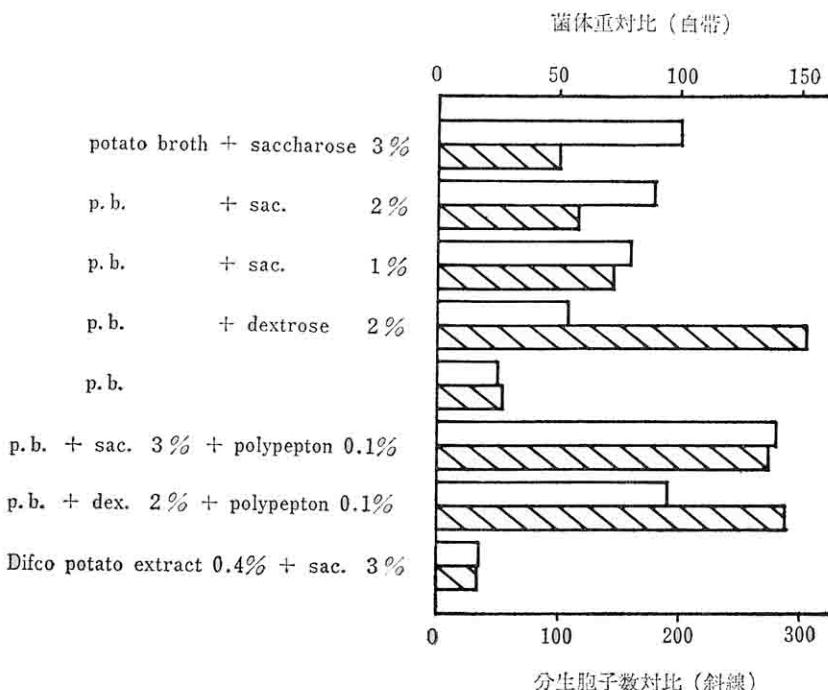


を10⁴~10⁷/mlに希釈し、1~2葉期苗10株に20mlずつ浸根接種した。31日後に調査した結果は第6図のとおりであり、草丈は濃度に比例して低くなつたが、発病は10⁶/mlでピークに達した。したがつて分生胞子を接種源とする場合の胞子濃度は10⁶/ml程度が良いと判断された。

接種源作成用の培地：当場では馬れいしょ煎汁で接種源を培養していたが、糖として庶糖を用いた場合とぶどう糖を加用した場合では菌そうの生育あるいは分生胞子の形成に差が見られた。第7図は静置培養の場合の菌体重を比較した結果であるが、ぶどう糖加用では庶糖加用に比較して菌体重が少なかった。この試験結果を確かめるために扁平培養により菌そうの生育を比較したのが第2表であり、ぶどう糖加用の場合には明らかに生育が劣り、しかも菌そうが異常発育を示した。

前試験の破碎2日後2.5倍希釈液を接種源とし、1葉期苗10株あたり10~80mlの範囲で浸根接種し、検定に適当な接種量を定めようとした。接種31日後に調査した結果は第5図のとおりであり、接種量の多い程発病は激しく、草丈は低くなつた。しかし10株あたり10ml接種でも十分の発病であり、検定場面での能率などを考慮すると、10株あたり20ml程度が適当と判断された。

分生胞子接種の場合の胞子濃度：庶糖3%加用馬れいしょ煎汁で25°C 10日間振とう培養し、得られた分生胞子



第7図 馬れいしょ煎汁に加用する糖の種類と菌体重または分生胞子数

第2表 糖の種類と菌そうの生育

区 別		菌そ うの状 態			
		直 径 mm	形 状	色	調
potato broth + saccharose 3%		74	円	黒	
p. b. + sac. 2%		73	円	黒	
p. b. + sac. 1%		71	円	黒~灰	
p. b. + dextrose 2%		43	不整形	黒	
p. b.		62	円	灰~白	
p. b. + sac. 3% + polypepton 0.1%		73	円	黒	
p. b. + dex. 2% + polypepton 0.1%		50	不整形	黒	
Difco PDA		25	不整形	黒	
栄研 PDA		48	不整形	黒	

注) 寒天はすべて1.5%, 調査は植付け18日後。

一方振とう培養による分生胞子の形成を比較した結果は第7図のとおりであり、ぶどう糖加用で胞子形成が良好であり、庶糖加用では形成が極めて不良であった。

接種源を得るための最適培地についてはなお検討をするが、馬れいしょ煎汁を用いる場合、静置培養(破碎菌そう接種)のときには庶糖、振とう培養(分生胞子接種)ではぶどう糖を加用するのが良い。

以上の結果を総合し、次の幼苗検定法を確立した。接

種方法は浸根接種とし、接種源は破碎菌そう液または分生胞子液を用いる。破碎菌そう液接種の場合には、検定菌を庶糖3%加用馬れいしょ煎汁で25°Cで10日間静置培養し、得られた菌そうを水で洗ったのち、ホモジナイザーで3分間破碎し、元の培地量の2.5倍に希釀したものを探種源とし、幼苗10株に20mlずつ浸根接種する。当場では500ml容三角フラスコに培地を200ml入れて培養するので、フラスコ1本で500mlの接種源、すなわち

250 株分の接種が行なえることになる。分生胞子接種の場合には、ぶどう糖 2 % 加用馬糞いしょ煎汁で振とう培養し、得られた分生胞子を $10^6/ml$ に水で希釈し、前法と同様に接種する。ただし分生胞子接種の場合には発病による草丈抑制が弱いので、発病しにくい時期に検定を行なうときには破碎菌そり接種の方が安全である。なお接種は播種14日後頃の第1本葉展開期に行なう。また接種後の温度条件は発病適温の25°C付近が望ましいが、20~30°Cの範囲内に室温を管理すれば検定に支障は生じない。

第3表 市販経済品種の抵抗性

供 試 品 種	発病株率%	発 病 指 数	備	考
あかつき	80	50	協和種苗	
ありあけ	75	54	石塚種苗	
鳳	90	62	武蔵野種苗園	F, N
強健福寿	100	64	坂田種苗	F
強力あさひ	90	69	東京シード	F, N
強力たかね	80	64	東京シード	F, N
強力みやこ	80	52	東京シード	F, N
強力みゆき	65	40	東京シード	F, N, CL
強力むさし	100	75	東京シード	F, N
サンエース	100	74	日本農林社	
新豊紀	95	65	ヤマト種苗農具	
スーパー宝冠	70	45	武蔵野	F, N, CL
スーパー豊紀	85	58	ヤマト	
千寿早生	95	62	酒井種苗	
耐病新宝冠2号	65	50	武蔵野	F
大福	85	62	坂田	F
東光	90	70	むさし育種農場	
豊輪	80	65	坂田	F
ハウス太陽	75	55	日本農林	
ハウス豊鉢	90	65	日本農林	
ひかり	95	65	日本園芸生産	
福寿2号	50	36	タキイ種苗	
米寿	75	49	タキイ	
宝冠1号	90	69	武蔵野	
宝冠2号	95	65	武蔵野	
豊禄	85	52	坂田	F
星交段とび	75	49	みかど育種農場	
ほまれ	90	54	坂田	
陽玉	85	58	日本農林	
揚子段飛	80	53	武蔵野	
台木用くろがね	0	0	坂田	

注) 1972年6~7月および6~8月の試験の平均。

第4表 市販経済品種の抵抗性

供 試 品 種	発病株率%	発 病 指 数	備	考
あけぼの	15	7	石塚種苗	
あずま	65	49	東京農試	F, N
強力大型東光	35	29	むさし育種	F, N
強力さかえ	40	27	東京シード	F
強力ふじ	70	47	東京シード	
強力57号	30	22	東京シード	
強力66号	40	25	東京シード	
紅れい	20	12	日本農林	F, N
サンファースト	20	10	協和種苗	
サンプライト	30	13	協和	
東陽	30	19	日本農林	
早生8号	40	28	中島種苗	
早生25号	25	17	中島	
早生28号	30	17	中島	
強力みやこ	25	20		
スーパー宝冠	55	30		
千寿早生	15	10		
耐病新宝冠2号	20	12		
豊錦	55	34		
ひかり	30	15		
福寿2号	55	42		
米寿	43	27		
宝冠2号	35	20		

注) 1972年10~12月および同年10月~1973年1月の試験の平均。

が、第4表は冬季の試験であったため全般に発病は低率であった。延べ4回の試験で合計44品種について抵抗性を検討したが、供試品種はいずれも発病が見られ、抵抗性を有すると思われる品種はなかった。供試品種中には普通品種 (*Lycopersicon esculentum* のほかに 'Homestead' (抵抗性は *L. pimpinellifolium* から導入) などに由来する萎ちよう病抵抗性品種, 'Anahu' (*L. peruvianum*) に由来する萎ちよう病およびサツマイモネコブセンチュウ抵抗性品種, 'Improved Bay State' (*L. pimpinellifolium*) に由来する葉かび病抵抗性品種が含まれているが、いずれも同程度の被害が見られた。本試験は多数の市販品種中の限られた品種について行なった結果であるが、国内品種の育成経過から考えても、市販の経済品種中に本病抵抗性品種はないと思われた。

第5表は1976年に行なった試験の結果である。備考欄を比較して明らかなように、数年の間にT MVを含めて各種の抵抗性品種が育成・市販された。しかし供試34品種

中に本病抵抗性のものは見当らなかった。

(2) 米国で育成された抵抗性品種の東京都の病原菌に対する抵抗性

本病抵抗性品種の育成は主として米国で行なわれ、数多くの抵抗性素材あるいは実用品種が発表されている。そこで抵抗性育種を開始するに先立ちこれら品種の種子を長野県農業試験場桔梗ケ原分場および農林省園芸試験場興津支場から入手し、東京都で発生している病原菌に対する抵抗性を検討した。

第6表は桔梗ケ原分場から分譲された8品種について幼苗検定を行なった結果であり、「Loran Blood, CPC no2, VF 8, VF 36, VF 79, VFN 8」の6品種が抵抗性であった。なお1965年に島根大学農学部島田氏から分譲を受けた *L. hirsutum* var. *glabratum* を参考までに供試したが、自殖を行なったためか本病には感受性であった。

第7表の試験では 'VR Moscow' と 'Tropic' (興

第5表 市販経済品種の抵抗性

供 試 品 種	発病株率%	発 病 指 数	備	考
愛知ファースト	70	43	アサヒ	C L
あけぼの2号	90	57	植松種苗	
アポロN F R	100	90	トキタ種苗	F, N
栄寿	80	50	タキイ種苗	F, C L, I B
F T v N R-3	70	53	長野生改協	F, N, T V
大型瑞光	80	53	坂田種苗	F, T V
強力五光	80	50	むさし育種	F, N, C L
強力T V R	90	47	むさし育種	F, N, C L, T V
強力東光	100	60	むさし育種	F, N
強力米寿	90	57	タキイ	F, C L, T V
高知ファースト	90	60	高知園農協連	
たのも	90	63	長野生改協	F, C L, T V
七福	100	63	坂田	F, C L
新春	100	67	みかど育種	
新宝冠N F C R	90	73	武蔵野種苗園	F, N, C L
瑞光	80	50	坂田	F, N, T V
耐病F R一号	90	60	タキイ	F
耐病はごろも	80	53	岩倉種苗店	F, C L
耐病宝冠段飛	90	60	武蔵野種苗園	F, N, C L
高千穂	100	73	武蔵野	F, C L
段飛びF C C R	100	73	みかど	F, C L
つかま	70	40	長野生改協	F, T V
T V R-2	90	57	坂田	F, T V
東海2号	90	63	トキタ	F
東光K	100	70	むさし育種	
ハウス二号	90	57	みかど	
ハウスほまれ	100	63	坂田	
はごろも	90	57	岩倉種苗店	
はごろもF系	90	60	岩倉	
ひびき	100	63	坂田	F
宝冠N F R	90	70	武蔵野	F, N
豊紀	90	60	日本農林社	F, N, C L
ほまれF R	90	60	坂田	F, N
雷電	80	47	長野生改協	F, N, C L, T V
台木用K N V F-R	0	0	坂田	
あづま（対照）	80	53		
米寿（対照）	80	53		

注) 1976年10~11月。

津支場) が抵抗性であり、'Florida MH-1' (桔梗ヶ原分場) は感受性であった。ただしこの 'VR Moscow' については種子に問題があるとの連絡を受けたので、育

種素材としては使用しなかった。

第8表の試験では 'Tropic' と 'Tropi-Red' (興津支場) および 'VFN 8' と 'VF 36' (桔梗ヶ原分場) が抵

第6表 抵抗性素材の探索

供 試 品 種	発病株率%	発 病 指 数
Loran Blood	0	0
CPC _{no2}	0	0
ES24	90	60
VF 8	0	0
VF36	0	0
VF79	0	0
VFN 8	0	0
VFN14	90	60
NFR 1	60	47
NFR 2	100	93
NFR 3	100	77
Anahu	80	70
<i>L. hir.</i> var. <i>gla.</i> * [*]	80	63
米 寿	100	77

注) 1972年4～5月, * : *Lycopersicon hirsutum* var. *glabratum*

抗性であった。なおこの試験で 'Tropi-Red' と 'VF 36' の各1株に子葉部付近までの茎の導管部に褐変を認めたが、感受性品種の発病とは明らかに異なるので、以後基部導管の変色は発病と認めないことにした。

第9表 台木用品種などの抵抗性検定

供 試 品 種	調査株数	発病株率%	発 病 指 数	再分離率%	草 丈cm	直 径mm
2F87*	15	0	0	0	19.2	3.0
Tropic	15	0	0	0	16.4	3.3
KNVF	17	0	0	15	16.7	2.5
Rootstock	17	0	0	4	14.3	2.2
台木用耐病新交1号	20	0	0	3	14.2	2.4
タ 8303391	15	0	0	4	15.6	3.6
タ 93VFNB	13	0	0	0	19.6	3.1
タ くろがね	14	0	0	0	19.9	3.2
タ BWN-21	15	100	50	97	10.8	2.6
あずま(対照)	15	100	66	100	8.5	2.7
耐病新宝冠2号(対照)	15	100	65	100	8.7	3.1

注) 1976年2～3月, 直径: 第2～3本葉の節間, 2区の平均。* : Tropi-Red×NFR 2 の F₃世代。

第7表 抵抗性素材の探索

供 試 品 種	発病株率%	発 病 指 数
VR Moscow	0	0
Tropic	0	0
台木用くろがね	0	0
米 寿	60	47
Florida MH-1	55	34
台木用くろがね	5	2
あずま	60	49

注) 上段の試験は1972年6～8月。

下段は1972年10月～1973年1月。

第8表 抵抗性品種の探索

供 試 品 種	発病株率%	発 病 指 数
Tropic	0	0
Tropi-Red	10	3
VFN 8	0	0
VF 36	10	3
ファースト	100	85

注) 1973年7～8月。

以上の結果から 'Loran Blood, CPC_{no2}, Tropic, Tropi-Red, VF 8, VF 36, VF 79, VFN 8' の8品種が抵抗性素材として利用できると判断した¹²⁾。

(台木用品種の抵抗性)

本病多発地の三鷹市周辺には、抵抗性品種が実用に供されるまでの応急の対策として、前記‘Tropic’を台木とする接木栽培を普及した²⁰。市販の台木品種では‘台木用くろがね’が第3、7表の結果で明らかなように本病抵抗性であり、一部地域では実用されている。ところで1973年に静岡県でトマト褐色根腐病の発生が報告²¹されて以来、‘KNVF’などの台木用品種が市販されるようになった。そこでこれら品種が実際に本病抵抗性であるか否かを検討した。結果は第9表のとおりであり、*L. hirsutum* var. *glabratum* と *L. esculentum* の F₁と思われる‘KNVF’(坂田種苗の同名品種は第5表)、root-stock, 台木用耐病新交1号は本病にも抵抗性であり、台木として実用可能と思われた。ただし接木部位の第2～3本葉節間部から低率ながら病原菌が分離されることがあり、これら品種を台木とした場合に本病の被害をまったく受けないかどうかは検討が必要である。‘8303391’と‘93VFNB’も抵抗性と判定されたが、両品種の來歴

第10表 半身萎ちう病抵抗性素材の特性

品種系統名	本病		ネコブ		萎ちう病		果色		果実		着花房型		草葉				
	抵抗性	抵抗性	センチ	ユウ	ウ病	未熟	成熟	果	形	大きさ	果	花落	量	(第1段)	草型	丈	形
Tropic	R	S	(R)		黄橙	赤	扁球	大	大～中	多	シングル	芯止まり	低	広	多		
Tropic-Red	R	S	(R)		ク	ク	扁球	大	中～小	多	ク	芯止まり	低	広	多		
VFN 8	R	R	R		ク	ク	扁球	大～中	小	中	ク	芯止まり	高	広	多～中		
VF 8	R	S	R		ク	ク	腰高	小	小	多	ク	芯止まり	中	中	少		
VF 79	R	S	R		ク	ク	腰高	小	小	多	ク	芯止まり	中	細	少		
VF 36	R	S	(R)		ク	ク	扁球	中	小	多	ク	伸長	高	中	中		
CPC no.2	R	S	(R)		ク	ク	扁球	大	大～中	中	ク	芯止まり	高	中	中～少		
Loran Blood	R	S	S		ク	ク	扁球	中	大～中	中	ク	伸長	高	中	多～中		

注) 1972年9月は種、20株供試、R：抵抗性 S：感受性 (R)：10%以下の発病。

4 一代雜種の選抜による‘N F V R’固定系の育成

当場育成のサツマイモネコブセンチュウ、萎ちう病に抵抗性の固定種‘N F R’に本病抵抗性を導入するため、‘N F R’3系統に本病抵抗性の素材である8品種を交配し、一代雜種を作りその後は自殖採種によって後代を育成し、選抜を行なってこれらの病害に複合抵抗性をもち桃色果の固定系‘N F V R’を育成しようとした。

(1) F₁の特性検定

1972年9月に前記抵抗性素材8品種と交配親‘N F R 1, 同2, 同3’の3系統をは種し、‘N F R’を父親、抵抗性素材品種を母親とする17組合わせの交配を行ない、1973年2月に17系統のF₁を採種した。

同年3月、これら17系統のF₁をは種し本病抵抗性を検

は明らかにされていない。

3 抵抗性素材品種の特性検定

1972年9月、抵抗性素材となる8品種をは種し本病、サツマイモネコブセンチュウおよび萎ちう病に対する抵抗性を検定した結果、本病に対してはすべての品種が抵抗性であり、サツマイモネコブセンチュウには‘VFN 8’のみ抵抗性であった。萎ちう病には‘VFN 8, VF 8, VF 79’が抵抗性、‘Loran Blood’は感受性その他の品種は若干の発病がみられた。各品種とも20株を供試して生育に関する特性を調査したところ、果色はいずれも橙色ないし赤色であり、果実の大きさは‘Tropic Tropi-Red, CPC no.2’が比較的大きく、‘VFN 8, VF 8, VF 79, VF 36’はやや小さかった。果形は‘VF 8, VF 79’が腰高であるほかは球高、球径のバランスがとれた扁球に近かった。茎葉の生育は‘Tropic Tropi-Red’が非常にすぐれ、ついで‘VFN 8, Loran Blood’であり、‘VF 8, VF 79’はやや劣るようであった(第10表)。

第11表 F_1 の特性

系 統 名	本病 抵抗性	ネコブセ ンチュウ 抵抗性	果 色	果 実			シングル 草 型	葉 形	吸肥力
				未熟果	成熟果	形			
VF 8 × NFR 1	R	—	黄 橙 黄 赤 扁 球 中 中~小	56%	伸	長 広~中	中~小		
VF 79 × ク	R	—	黄 橙 黄 赤 やや腰高 中~小 中~小	70	伸	長 広~中	中~小		
Tropi-Red × NFR 2	R	R	黄 橙 赤 扁 球 大~小 中	67	伸	長 広	大~中		
VFN 8 × ク	R	R	黄 橙 赤 扁 球 一 中	100	伸	長 広	大~中		
VF 8 × ク	R	—	黄 橙 赤 腰 高 中 小	100	芯止まり	中	大~中		
VF 79 × ク	R	—	黄 橙 赤 やや腰高 大~小 中~小	70	伸	長 広~中	大~小		
VF 36 × ク	R	R	橙 赤 桃 扁 球 一 中	90	伸	長 広~中	大~中		
Loran Blood × ク	R	—	橙 赤 扁 球 一 中	90	伸	長 広~中	大~中		
VF 8 × NFR 3	R	R	黄 橙 赤 扁 球 大~中 中~小	80	伸	長 広~中	中~小		
VF 79 × ク	R	R	黄 橙 赤 やや腰高 大~小 中~小	90	伸	長 広	中		

注) 1973年3月は種、10株供試。

第12表 F_2 の半身萎ちう病抵抗性の検定

系 統 名	個 体 数			P値※
	合計	抵抗性	感受性	
VF 8 × NFR 1	40	31	9	0.70~0.75
VF 79 × ク	80	37	43	<0.01
Tropi-Red × NFR 2	130	108	22	0.02~0.05
VFN 8 × ク	40	33	7	0.25~0.30
VF 8 × ク	40	32	8	0.45~0.50
VF 79 × ク	80	61	19	0.75~0.80
VF 36 × ク	40	30	10	0.95<
Loran Blood × ク	130	102	28	0.35~0.40
VF 8 × NFR 3	40	30	10	0.95<
VF 79 × ク	80	59	21	0.75~0.80
観察数合計	700	523	177	0.85~0.90
理 論 比	4	3	1	

注) 1973年9月および1974年2月検定の合計

※: ノーマルデビエートの表による。

(2) F_2 の特性検定

1973年9月、10系統の F_2 をは種し同月本病菌を接種して抵抗性を検定し、11月 ファイロンハウス内に定植した。しかし1974年1月、暖房機の故障により全株が枯死してしまったために、再度発現する形質が有望と思われた‘Tropi-Red × NFR 2’と‘Loran Blood × NFR 2’の2系統をは種し、2月に本病の抵抗性を検定した。二度にわたって行なった本病抵抗性の検定結果を合計したものを第12表に示したが、抵抗性と感受性の分離比は10系統中8系統は3:1に近く、また供試株数を全部合計しても3:1に近かった。本病に抵抗性を示した‘Tropi-Red × NFR 2’の36株と‘Loran Blood × NFR 2’の37株を定植して果色その他の特性を調査した結果、果色については赤色果と桃色果の株数が前者は24:12、後者は

29:8であった。2系統の各株とも茎葉の生育が旺盛で吸肥力も強かったが、草型はやや不揃いであった。1974年7月桃色果の20株について F_3 を自殖採種した。

第13表 F_3 の半身萎ちう病抵抗性の検定

系 統 名	個 体 数		
	合 計	抵 抗 性	感 受 性
(Tropi-Red × NFR 2) - 1	40	27	13
- 2	40	32	8
- 3	40	29	11
- 4	40	31	9
- 5	40	40	0
- 6	40	25	15
- 7	40	40	0
- 8	40	40	0
- 9	40	40	0
- 10	40	40	0
- 11	40	30	10
- 12	40	40	0
(Loran Blood × NFR 2) - 1	40	25	15
- 2	40	28	12
- 3	40	32	8
- 4	40	40	0
- 5	40	30	10
- 6	40	40	0
- 7	40	40	0

注) 1974年10月検定。

(3) F_3 の特性検定

1974年8月 ‘Tropi-Red × NFR 2’の12系統、‘Loran Blood × NFR 2’の7系統をは種し、9月本病菌を接種し抵抗性を検定したところ、19系統のうち9系統が全株

抵抗性を示した（第13表）。この9系統について各40株を供試し同年10月に定植して果色その他の特性を調査した結果、果色については1系統を除いてすべてが桃色果であり、果色は桃色に固定したものと思われた。また同じ系統を用いて萎ちよう病race J1に対する抵抗性を検

定したところ、「Tropi-Red×NFR 2」の5系統はホモ抵抗性、他の1系統がホモ感受性、「Loran Blood×NFR 2」の3系統は未固定のようであった（第14表）。1975年5月全株抵抗性を示した9系統360株についてF₄を自殖採種した。

第14表 F₃ の 特 性

系 統 名	萎ちよう病抵抗性		桃色果率	第1段花房			草丈 早 晚		
	供試株数	発病株数		シングル率	花 数	1果重			
(Tropi-Red × NFR 2) - 5	30	0	100%	77%	6.8個	61 g	106cm	早	
	- 7	30	100	94	6.5	79	123	中	
	- 8	30	100	95	5.6	86	114	早	
	- 9	30	100	92	6.3	82	107	早	
	- 10	30	100	94	6.1	78	108	やや早	
	- 12	30	100	90	6.7	88	131	やや早	
	(Loran Blood × NFR 2) - 5	30	2	97	100	6.3	105	111	やや晚
- 7	30	3	100	100	5.6	133	126	やや早	
	- 8	30	5	97	5.6	193	121	やや早	
あけぼの2号(対照)	50	41	—	—	—	—	—	—	—

注) 1974年8月は種、1974年11月萎ちよう病(race J1)抵抗性検定、1974年12月11日草丈調査、1果重以外は1株あたりの平均値、早晚は着色開始日による。

第15表 F₄ の 特 性

系 統 名	本 病 発病株率	ネコブセンチュウ 抵抗性	総収量	上 物			果 形	草丈	第1果 着色日
				%	kg	%	個	g	cm
(Tropi-Red×NFR 2) -9-4	0	S	2.39	78	11.3	167	やや腰高	97	10. 6
-23	0	S	2.47	82	12.1	167	やや先尖り	98	10. 2
-24	0	S	2.33	82	10.1	191	腰 高	103	10. 7
-40	0	S	1.76	83	8.5	171	やや腰高	88	10. 4
-10-6	0	R	2.00	73	9.4	154	扁 球	102	10. 3
-8	0	R	2.55	79	12.3	164	扁 球	98	10. 3
-23	0	S	2.28	75	11.9	145	扁球やや乱	105	10. 1
-24	0	R	1.10	65	4.8	151	扁球やや乱	110	10. 3
-12-8	0	R	1.65	67	7.0	159	扁 球	134	10. 5
-12	0	R	2.20	74	9.9	166	扁球やや乱	129	10. 4
-14	0	R	2.60	75	12.3	160	扁球やや乱	123	10. 3
-19	0	R	1.86	67	7.9	159	扁球やや乱	127	10. 3
-21	0	R	2.34	71	10.8	154	扁 球	111	10. 3
-23	0	R	2.28	71	10.0	162	扁球やや乱	130	10. 3
-24	0	R	2.20	71	9.8	160	扁球やや乱	129	9.29
-25	0	R	1.52	67	6.3	161	扁 球	125	10. 7
-38	0	R	1.99	74	8.8	166	扁球やや乱	124	10. 6

注) 1975年6月は種。30株供試。7月半身萎ちよう病抵抗性検定。サツマイモネコブセンチュウ抵抗性検定は1株から2本の側枝をとり接種土壌に挿木し、ゴール着生度を調査、1系統40本の平均値。

(4) F_4 の特性検定

F_3 で本病に抵抗性で桃色果に固定し、萎ちよう病にも抵抗性を示した系統の中から17系統の F_4 を選び1975年6月には種をした。各系統とも30株を供試して7月に本病抵抗性の検定をしたところ、いずれも本病にホモ抵抗性であった。サツマイモネコブセンチュウに対しては供試17系統中12系統が抵抗性であり、またこれらと同世代の4系統について萎ちよう病 race J1に対する抵抗性を調べたところ、いずれも抵抗性を示した。これら F_4 の系統はいずれも素材とした‘NFR’の形状によく似ており、生育が非常に旺盛で草丈も大きく、収量や果実の品質もすぐれているものが多くみられ、またサツマイモネコブセンチュウおよび萎ちよう病に対する抵抗性は分離集団として後代に引き継がれているものと思われた(第15表)。ここにおいて当初目的とした半身萎ちよう病・サツマイモネコブセンチュウ・萎ちよう病に抵抗性をもつ桃色果の固定系‘NFR’が得られたものと思われた。1976年1月、17系統340株の F_5 および17系統68株の

F_4 と感受性品種との一代雑種を採種した。

(5) F_5 の特性検定

F_4 で3病害に抵抗性をもち品質もすぐれたものの中から選抜した30系統の F_5 および F_4 と感受性品種との交配による F_1 の20系統について本病抵抗性の検定を行なったところ、 F_5 についてはほぼ全株が抵抗性であり、本病に対する抵抗性が確認され、 F_4 と感受性品種との F_1 もすべて抵抗性であった(第16表)。これらの系統の病害抵抗性以外の特性についてはさらに固定度を高めるために選抜を行ない、より能力が高く品質のよい複合抵抗性固定種‘NFR’を育成し、後日発表する予定である。

(6) 育成固定系統の数種トマト系半身萎ちよう病菌に対する抵抗性

本育種は T V-102, 103, 403 の特定菌株を検定菌として進めてきたので、その結果育成した抵抗性固定種が国内各地に分布する病原菌に対しても抵抗性を発揮するという保証はない。そこで ‘Tropi-Red×NFR 2’ について F_4 世代と F_5 世代で感受性品種との一代雑種を試験的に作り、第17表に示した各地のトマト系半身萎ちよう病菌に対する抵抗性を検討した。

F_4 世代の一代雑種についての結果は第19表、 F_5 世代の一代雑種については第18表のとおりであり、供試一代雑種は供試菌のすべてに抵抗性であった。したがって本育種によって育成した抵抗性固定系統は国内に分布する半身萎ちよう病菌に安定した抵抗性を発揮すると考えられ、また抵抗性検定に当っては病原性の強い菌株を用いさえすれば検定菌株数を増やす必要はないと考えられた。なお第18表の対照品種‘あづま’の欄で明らかなように、徳島県のナス半身萎ちよう病菌とビーマン半身萎ちよう病菌(*V. dahliae*と同定されている)、フキ半身萎ちよう病菌の3菌株はトマト系統の病原菌ではなく、トマトには病原性がなかった。

5 戻し交配による‘VR’固定系の育成

‘ファースト’など本病に感受性で優良形質を備えた実用栽培品種に本病抵抗性を導入するため、本病抵抗性素材8品種との交配により一代雑種を作り、その後代に引き継ぎ同じ実用栽培品種を2度戻し交配させて本病に抵抗性で実用栽培品種の形質を備えた‘VR’固定系を育成しようとした。

(1) F_1 の特性検定

1972年9月に前記抵抗性素材8品種と‘ファースト’などの実用栽培品種をは種し、実用栽培品種を父親、抵抗性素材品種を母親とする40組合わせの交配を行ない、1973年2月に40系統の F_1 を採種した。

同年3月、40系統の F_1 をは種し本病抵抗性を検定した

第16表 本病抵抗性固定系(F_4)と感受性品種との一代雑種の本病抵抗性検定

系 統	名	供試 株数	発病 株数	判定
(Tropi-Red×NFR 2) ×ヨーズ	•10・6・2	10	0	R
	•8・1	10	0	R
	•24・2	10	0	R
	•12・8・3	10	0	R
	•14・3	10	0	R
	•19・3	10	0	R
	•21・6	10	0	R
	•23・4	10	0	R
	•25・4	10	0	R
	•38・5	10	0	R
(Tropi-Red×NFR 2) ×ファースト	•10・6・4	10	0	R
	•8・3	10	0	R
	•24・4	10	0	R
	•12・8・5	10	0	R
	•14・2	10	0	R
	•19・1	10	0	R
	•21・4	10	0	R
	•23・2	10	0	R
	•25・3	10	0	R
	•38・2	10	0	R
対 照 品 種 《若 潮 ジュンピンク》	50	50	S	
	30	30	S	

注) 1976年2月26日接種、3月22日検定。

第17表 供試菌の来歴

供 試 菌	来 歴
T V-102	検定菌
T V-403	検定菌
T V-412	1972年 調布市のトマトから分離
くろがね分離菌	1976年 三鷹市の台木トマトくろがねから分離
トマト日野	1976年 日野市のハウス栽培トマトから分離
トマト砂川	1976年 立川市砂川町のハウス栽培トマトから分離
トマト愛知	1976年 愛知県農業総合試験場園芸研究所から入手
ナス世田谷	1974年 世田谷区のナスから分離
ナス入間	1972年 埼玉県入間市のナスから分離
ナス愛知	1976年 愛知県農業総合試験場園芸研究所から入手
オクラ府中	1972年 府中市のオクラから分離
ウド保谷	1975年 保谷市のウドから分離
ウド小平	1975年 小平市のウドから分離
ウド三鷹	1975年 三鷹市のウドから分離
ウド世田谷	1975年 世田谷区のウドから分離
フキ愛知	1976年 愛知県農業総合試験場園芸研究所から入手
ナス徳島	1972年 徳島県農業試験場から入手
ピーマン北海道	1976年 北海道農業試験場から入手

第18表 育成固定系統 (F₁世代の一代雑種) の各種半身萎ちう病菌に対する抵抗性

供 試 菌	2F ₈ ×10·8· 1×揚子		2F ₈ ×12·8· 18×揚子		あずま (対照)	
	健全 株数	発病 株数	健全 株数	発病 株数	健全 株数	発病 株数
	T V-102(検定菌)	10	0	10	0	0
T V-412(検定菌)	10	0	10	0	0	10
くろがね分離菌	10	0	10	0	0	10
トマト日野	10	0	10	0	0	10
トマト砂川	10	0	10	0	0	10
トマト愛知	6	0	10	0	0	10
ナス世田谷	5	0	10	0	0	10
ナス入間	5	0	10	0	0	10
ナス愛知	5	0	10	0	0	10
オクラ府中	5	0	10	0	0	10
ウド保谷	5	0	10	0	0	10
ウド小平	5	0	10	0	0	9
フキ愛知	5	0	10	0	10	0
ナス徳島	5	0	10	0	10	0
ピーマン北海道	5	0	10	0	10	0
無接種	5	0	10	0	10	0

注) 1976年10~11月。

結果、いずれの系統も抵抗性であった。サツマイモネコブセンチュウに対する抵抗性は 'VFN 8' を素材とした

系統のみ抵抗性を示した。これらのうち30系統を選抜し各10株ずつ定植して特性を調査した(第20表)。果色はいずれも未熟果のときは黄橙ないし橙色であり成熟果は 'Tropic × 世界一' がやや桃色に近い赤色であった以外は赤色であった。果形はやや腰高なものを含めるとほとんどが扁球に近く、果実の大きさは小と判定されたものは少なく、かなり大きめであった。草型はすべてが伸長型を示し、茎葉の生育も比較的旺盛で揃いもよかったです。各系統とも前代と同様の感受性品種を戻し交配し、30系統300株についてF₁B₁を採種した。

(2) F₁B₁の特性検定

1973年9月、30系統のF₁B₁を種し本病抵抗性的検定を行ない抵抗性を示した株について定植し、果色その他の特性を調べ後代の選拔育成をした。本病抵抗性的検定については1974年2月に同じ系統を用いて再調査した結果を含めて第21表に示した。供試30系統中15系統は確率0.5以上で本病抵抗性と感受性が1:1に分離しており、確率0.1以下で有意性が少ないとと思われるものは6系統に過ぎず、全供試株数を合計した確率は0.2~0.25であった。果色については30系統中19系統が確率0.5以上で桃色果と赤色果の株数が1:1に分離しており、0.1以下のものは2系統で、全供試株数を合計した確率では0.3~0.35とかなり高い値であった(表省略)。本病抵抗性、果色以外の特性については第22表に示したが、果重

第19表 育成固定系統 (F₄世代の一代雜種) の数種トマト系半身萎ちう病菌に対する抵抗性

供 試	F ₁	ト マ ト		ナ ス		オ ク ラ		ウ		ド	
		T V 102 発病 株率 %	発病 指數	入 間 発病 株率 %	世 田 谷 発病 株率 %	府 中 発病 株率 %	保 谷 発病 株率 %	三 鷹 発病 株率 %	世 田 谷 発病 株率 %	世 田 谷 発病 株率 %	世 田 谷 発病 株率 %
2 F 812①×ファースト		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ク ②×ク		0	0	—	—	0	0	0	0	—	—
ク ③×ク		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N F R 2 × 2 F 812①		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ク × ク ②		0	0	—	—	0	0	0	0	—	—
ク × ク ③		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
米寿(対照)		100	87	100	83	100	93	100	50	100	93
									73	100	97

注) 1975年10~12月。

第20表 F₁ の 特 性

系 統 名	本 病 抵抗性	ネコブセ ンチュウ 抵抗性	果 色		果 実			シング ル花房率	葉 形	吸肥力
			未熟果	成熟果	形	大きさ	花 落			
V F 8 × ファースト	R	S	黄 橙	赤	腰	高	中~小	中~小	80%	中 中
V F 79 × ク	R	—	ク	ク	ク	ク	ク	小	70	ク ク
Loran Blood × ク	R	S	ク	ク	扁	球	中	中~小	100	ク 大~中
Tropic × 世 界 一	R	—	—	赤 桃	ク	大~中	ク	80	広 大	
Tropi-Red × ク	R	S	—	赤	ク	大	ク	89	大~中 大~中	
V F N 8 × ク	R	R	黄 橙	ク	ク	大~中	ク	100	ク 大	
V F 8 × ク	R	—	ク	ク	やや腰高	ク	小	90	中~小 大~中	
V F 79 × ク	R	—	ク	ク	腰	高	中~小	ク	100	中 中~小
V F 36 × ク	R	S	ク	ク	やや腰高	大~中	中~小	100	広 大	
CPC _{no2} × ク	R	S	ク	ク	扁	球	ク	ク	89	広~中 大~中
Loran Blood × ク	R	S	ク	ク	ク	中	ク	80	ク ク	
Tropic × ジュンピング	R	—	ク	ク	ク	大~中	ク	90	ク ク	
Tropi-Red × ク	R	S	ク	ク	ク	ク	ク	90	ク ク	
V F N 8 × ク	R	R	ク	ク	ク	ク	小	100	ク ク	
V F 8 × ク	R	S	ク	ク	ク	大~小	ク	100	中 中~小	
V F 79 × ク	R	—	ク	ク	やや腰高	中~小	ク	90	小 ク	
V F 36 × ク	R	S	ク	ク	扁	球	大~中	中~小	100	中~小 大~中
CPC _{no2} × ク	R	S	ク	ク	ク	ク	ク	100	広~中 ク	
Loran Blood × ク	R	S	ク	ク	ク	大~小	ク	100	ク ク	
V F N 8 × ヨ ー ズ	R	R	橙	ク	ク	大~中	ク	100	広 大	
V F 8 × ク	R	—	ク	ク	ク	ク	ク	100	中 中~小	
V F 79 × ク	R	—	黄 橙	ク	やや腰高	ク	小	100	ク ク	
Tropic × 栗 原	R	S	橙	ク	ク	大	中	90	広 大	
Tropi-Red × ク	R	S	ク	ク	ク	ク	大~小	100	ク 大~中	
V F N 8 × ク	R	R	黄 橙	ク	扁	球	大~中	ク	100	ク ク

V F 8 ×	タ	R	S	タ	タ	やや腰高	タ	中~小	90	タ	中
V F 79 ×	タ	R	—	タ	タ	タ	タ	タ	90	タ	大
V F 36 ×	タ	R	S	タ	タ	扁球	タ	中	100	タ	タ
CPC no 2 ×	タ	R	S	タ	タ	タ	タ	大	大~中	100	広~中 大~中
Loran Blood × タ	R	S	タ	タ	タ	タ	大~中	中~小	90	中	大

注) 1973年3月は種。10株供試。

第21表 F_1B_1 の半身萎ちう病抵抗性の検定

系 統 名	合 計	個 体 数	
		抵抗性	感受性
V F 8 × ファースト	40	20	20
V F 79 × タ	39	17	22
Loran Blood × タ	80	50	30
Tropic × 世界一	80	42	38
Tropi-Red × タ	80	39	41
V F N 8 × タ	40	20	20
V F 8 × タ	40	20	20
V F 79 × タ	40	20	20
V F 36 × タ	40	27	13
CPC no 2 × タ	40	20	20
Loran Blood × タ	40	20	20
Tropic × ジュンピング	40	25	15
Tropi-Red × タ	80	43	37
V F N 8 × タ	80	33	47
V F 8 × タ	80	41	39
V F 79 × タ	80	32	48
V F 36 × タ	80	44	36
CPC no 2 × タ	80	45	35
Loran Blood × タ	80	31	49
V F N 8 × ヨ一ズ	78	42	36
V F 8 × タ	40	24	16
V F 79 × タ	120	66	54
Tropic × 栗原	40	19	21
Tropi-Red × タ	80	39	41
V F N 8 × タ	80	45	35
V F 8 × タ	80	40	40
V F 79 × タ	80	43	37
V F 36 × タ	80	39	41
CPC no 2 × タ	80	45	35
Loran Blood × タ	80	35	45
観察数 合計	1997	1026	971
理論比	2	1	1
P 値		0.20~0.25	

注) 1973年9月および1974年2月検定の合計。

第22表 F₁B₁ の特性

系 統	名	果		実		シングル		草丈	葉形	吸肥力	早 晩
		1果重	形	花落	花房率	%	cm				
V F 8	×ファースト	104	扁球・先とがり	小	55	156	広～中	大	晚		
V F 79	×	145	ク	ク	27	164	ク	大～中	ク		
Loran Blood	×	180	扁平	中	41	172	ク	ク	ク		
Tropic	×世界一	161	扁平・扁球	小～大	48	168	ク	ク	ク	やや晚	
Tropi-Red	×	173	乱型	ク	50	163	ク	ク	ク	ク	
V F N 8	×	142	扁球	小	40	170	中～細	中	ク		
V F 8	×	78	扁平・扁球	ク	67	137	中	大～中	やや早		
V F 79	×	86	扁球・腰高	ク	55	155	中～細	ク	ク		
V F 36	×	116	扁球・乱型	中～大	54	149	広～中	大	ク		
CPC no 2	×	114	扁平・扁球	小～中	53	156	中	中	ク		
Loran Blood	×	167	扁平	中～大	58	151	中～細	中～小	ク		
Tropic	×ジュンピング	84	扁球	小	100	139	広	大	早		
Tropi-Red	×	61	ク	ク	100	146	中	中～小	ク		
V F N 8	×	81	ク	ク	100	150	ク	中	ク		
V F 8	×	89	ク	ク	95	107	細	小	ク		
V F 79	×	66	扁球・腰高	ク	100	132	中	中～小	ク		
V F 36	×	85	扁平・扁球	小～中	95	148	広～中	大～中	ク		
CPC no 2	×	106	ク	ク	100	148	ク	ク	ク		
Loran Blood	×	94	扁球	小	100	157	中	中～小	ク		
V F N 8	×ヨーロッズ	141	扁平・扁球	小～中	100	170	広	大	やや早		
V F 8	×	106	扁球	小	100	151	ク	大～中	ク		
V F 79	×	124	ク	ク	100	153	広～中	中～小	ク		
Tropic	×栗原	120	ク	ク	88	149	ク	大	やや晚		
Tropi-Red	×	119	ク	小～中	100	161	ク	ク	ク		
V F N 8	×	163	ク	ク	100	164	中	大～中	中		
V F 8	×	176	扁球・腰高	ク	100	173	広～中	ク	ク		
V F 79	×	40	扁球	小	100	182	ク	大	ク		
V F 36	×	113	ク	ク	95	177	ク	大～中	ク		
CPC no 2	×	123	ク	ク	95	146	中～細	ク	ク		
Loran Blood	×	107	ク	小～中	100	158	中	ク	ク		

注) 1973年9月は種。10株供試。

では片親に‘ファースト，世界一’を用いた系統が比較的大きく，‘ジュンピング’の系統は小さかった。果形は‘ファースト，世界一’の後代がやや乱形ぎみであるほかはほぼ扁球ないしはやや扁平程度で揃いもよかったです。花房の形状は‘ファースト，世界一’の後代はダブル花房，その他はシングル花房の割合が高く，また早晩性では‘ジュンピング’の後代は非常に早生であり，いずれも親品種の特性が強く影響しているように思われた。茎葉の生育は草丈，葉形，吸肥力とも比較的よく，揃いもすぐれていった。すべての系統について同じ感受性親による2度目の戻し交配を行ない，1974年3月30日系統288株のF₁B₂を採種した。

(3) F₁B₂の特性調査

1974年8月，20系統のF₁B₂をは種し，各20株供試して本病抵抗性の検定をしたところ，抵抗性と感受性の分離比は1～2系統を除いて高い確率で1:1であった(第23表)。果色は‘VFN8×ヨーズ’で赤色の残るもののが10%ほどあったほかはすべて桃色果であり，果色は桃

色に固定したといつてさしつかえないものと思われた。1果重は‘ジュンピング’の系統がやや小さいほかは中～大果であり，果形は前代と同様‘ファースト，世界一’の後代に先とがりのものが多くみられ，‘ヨーズ，栗原’の後代は比較的球高，球径のバランスのとれた扁球のものが多かった。花房の形状は‘ファースト，世界一’の後代にダブル花房が多く，花数の増加となっているように思われた(第24表)。さらに同じ系統を供試して露地栽培において主として収量面の特性を調査したところ‘ファースト，世界一’の後代は総収量，1果重とも多いが奇形果等不良果もやや多く，‘ジュンピング’の後代は取穂期は早いが果重および総収量がやや少なく，‘ヨーズ，栗原’の後代は総収量，1果重が多く，不良果が少ないため上物率が高く全体的にすぐれた結果を示した(表省略)。1975年5月に20系統552株についてF₁B₂Fを自殖採種した。

(4) F₁B₂F₂の特性検定

1975年6月，92系統をは種し各20株を供試して本病抵

第23表 F₁B₂の半身萎ちう病抵抗性の検定

系 統 名		個 体 数			P 値
		合 計	抵抗性	感受性	
V F 8	× フ ァ ー ス ト	70	42	28	0.05～0.10
V F 8	× 世 界 一	タ	33	37	0.60～0.65
Tropic	× ジ ュ ン ピ ン グ	タ	37	33	タ
Tropi-Red	×	タ	37	33	タ
V F N 8	×	タ	38	32	0.45～0.50
V F 8	×	タ	33	37	0.60～0.65
V F 79	×	タ	34	36	0.80～0.85
V F 36	×	タ	45	25	0.01～0.02
CPC no 2	×	タ	35	35	0.95<
Loran Blood	×	タ	32	38	0.45～0.50
V F N 8	× ヨ ー ズ	タ	35	35	0.95<
V F 8	×	タ	34	36	0.80～0.85
V F 79	×	タ	42	28	0.05～0.10
Tropic	× 栗 原	タ	37	33	0.60～0.65
Tropi-Red	×	タ	38	32	0.45～0.50
V F N 8	×	タ	38	32	タ
V N 8	×	タ	34	36	0.80～0.85
V F 36	×	タ	34	36	タ
CPC no 2	×	タ	35	35	0.95<
Loran Blood	×	タ	37	33	0.60～0.65
観 察 数 合 計		1,400	730	670	0.65～0.70
理 論 比		2	1	1	

注) 1974年10月検定。

第24表 F_1B_2 の特性

系 統 名	1 果重	果 形	第 1 段 花 房			草丈	早 晚
			%	個	個		
V F 8 × ファースト	158	扁球・先とがり	38	10.0	12.2	97	やや晩
V F 8 × 世 界 一	150	ク	57	9.2	10.4	111	ク
Tropic × ジュンピンク	100	扁球・乱型	100	8.8	5.5	108	早
Tropi-Red × ク	137	扁球・先とがり	100	9.1	6.2	117	中
V F N 8 × ク	116	扁球・小球	100	8.0	5.6	110	やや早
V F 8 × ク	134	扁 球	100	8.3	4.7	119	中
V F 79 × ク	121	扁球・先とがり	97	8.4	5.9	113	ク
V F 36 × ク	135	ク	100	8.6	5.9	116	ク
CPC no 2 × ク	129	扁球・小球	95	7.9	4.7	110	ク
Loran Blood × ク	118	ク	100	8.0	5.1	115	早
V F N 8 × ヨ 一 ズ	211	扁 球	97	10.6	5.0	122	中
V F 8 × ク	176	ク	97	9.5	5.5	114	ク
V F 79 × ク	192	ク	90	9.0	7.0	111	晩
Tropic × 栗 原	121	扁球・小球	97	9.7	7.4	107	やや晩
Tropi-Red × ク	165	扁 球	100	9.2	5.7	108	晩
V F N 8 × ク	143	扁球・小球	94	9.5	6.8	111	ク
V F 8 × ク	173	扁 球	93	9.1	6.0	119	ク
V F 36 × ク	199	ク	86	9.2	7.3	112	ク
CPC no 2 × ク	187	ク	100	9.6	6.2	107	やや晩
Loran Blood × ク	165	ク	87	9.6	6.5	109	ク

注) 1974年8月は種。1果重以外は採種株1株あたりの平均値。草丈は12月11日調査。早晚は着色開始日による。

第25表 $F_1B_2F_2$ の特性

系 統 名	総収量	上 物			
		%	kg	個	g
(V F 8 × ファースト)-1	3.54	57	2.03	8.4	248
(V F 8 × 世 界 一)-1	2.12	80	1.68	9.3	180
ク -2	2.32	60	1.40	6.7	209
ク -3	2.33	78	1.82	10.1	181
(Tropic × ジュンピンク)-1	2.25	70	1.57	11.0	143
(Tropi-Red × ジュンピンク)-1	2.19	79	1.73	11.1	156
(V F 79 × ジュンピンク)-1	2.07	69	1.43	11.2	128
ク -2	2.32	74	1.71	11.6	148
(V F 79 × ヨ 一 ズ)-1	2.39	76	1.81	9.5	191
ク -2	2.46	72	1.76	10.1	173
ク -3	2.13	80	1.70	8.8	193
(V F 8 × 栗 原)-1	2.48	78	1.94	11.7	167
(V F 36 × 栗 原)-1	3.15	65	2.04	11.5	177

注) 1975年6月は種。30株供試。草丈は9月6日調査。

第26表 $F_1B_2F_3$ の半身萎ちよう病抵抗性の検定

系 統 名	個 体 数		
	合計	抵抗性	感受性
(VF 8 × ファースト)-1	20	20	0
-2	ク	20	0
-3	ク	20	0
-4	ク	19	1
-5	ク	16	4
-6	ク	20	0
-7	ク	15	5
(VF 8 × 世 界 一)-1	ク	15	5
-2	ク	20	0
-3	ク	20	0
-4	ク	17	3
-5	ク	15	5
-6	ク	16	4
-7	ク	11	9
-8	ク	18	2
-9	ク	10	10
-10	ク	20	0
-11	ク	13	7
-12	ク	20	0
-13	ク	14	6
-14	ク	0	20
-15	ク	14	6
(VF 79 × ヨ ー ズ)-1	ク	4	20
-2	ク	20	0
-3	ク	13	7
-4	ク	16	4
-5	ク	17	3
-6	ク	20	0
-7	ク	20	0
-8	ク	14	6
-9	ク	1	19
-10	ク	15	5
-11	ク	20	0
-12	ク	10	10
-13	ク	16	4
-14	ク	16	4
-15	ク	20	0

注) 1976年2月26日接種、3月22日検定。

抵抗性の検定をしたところ、41系統は0.5以上の確率で抵抗性と感受性が3:1に分離していたが、0.1以下のものも20系統であった(表省略)。これらの中から13系統を選抜し、本病抵抗性以外の特性を調査したところ、サツマイモネコブセンチュウに対しては供試した5系統すべてが抵抗性ではなかった。 $'VF 8 \times ファースト'$ の後代は総収量、1果重が非常に多く肉質もしまっていたが奇形果などの下物が多く、 $'VF 36 \times 栗原'$ は総収量が多いが1果重が少なかった。 $'ジュンピンク'$ との交配による後代は全般に収穫期は早いが1果重や収量が少なく実用性は少ないものと思われた(第25表)。1976年1月に、これらの5系統62株について $F_1B_2F_3$ を自殖採種した。

(5) $F_1B_2F_3$ の特性検定

1976年2月に $'VF 8 \times ファースト'$ 7系統、 $'VF 8 \times 世界一'$ 、 $'VF 79 \times ジュンピンク'$ 、 $'VF 79 \times ヨーズ'$ 各15系統合計52系統については種をし、本病抵抗性の検定をした。このうち $'VF 79 \times ジュンピンク'$ の系統は実用性がやや劣ると思われたので、供試株数を10株としたが、それ以外の系統はすべて20株とした。その結果20株を供試した37系統中14系統(第26表)、また10株を供試した15系統中4系統が全株抵抗性であった。ここにおいて2度の戻し交配を行なう方法によっても本病抵抗性に固定した系統が得られたので $'VR'$ 固定系と呼ぶことにした。これらの系統はすでに前代までに交配親として用いた実用栽培品種の形質に近かったが、さらに固定度を高めるために、本病抵抗性の検定と同時にそれ以外の形質について選抜を行ない、実用栽培においてより能力の高い $'VR'$ 固定種を育成していく計画である。

IV 論 議

1 抵抗性検定法

抵抗性育種を支障なく進めるためには、抵抗性株と感受性株を確実かつ効率的に判別できる検定法が確立していかなければならない。しかし本病の抵抗性検定法についてはVirgin and Maloit³⁶⁾の簡単な報告とSchaibleら²⁶⁾の実例があるだけで、直ちに利用できる検定は見当らなかった。そこでトマト萎ちよう病におけるWellman³⁷⁾および鈴木ら³⁸⁾の方法とカンラン萎黄病における野村ら²⁴⁾の検定法を参考にして若干の試験を行ない、次の幼苗検定法を確立した。

接種は浸根接種とし、接種源は破碎菌そう液または分生胞子液を用いる。破碎菌そう液の調製は、500ml容三角フラスコに蔗糖3%加用馬れいしょ煎汁を200ml入

れ、検定菌を25°Cで10日間程度静置培養し、得られた菌そろは水で十分洗い、水25mlを加えてホモジナイザーで3分間破碎し、更に水を加えて全量を500mlにする。分生胞子液の調製は、ぶどう糖2%加用馬れいしょ煎汁で25°C 5~10日間振とう(120回/分)培養し、得られた分生胞子を10⁶/mlに水で希釈する。接種源の調製は接種当日に行ない、接種14日前後の第1本葉展開期の苗10株に20mlずつ浸根接種し、余った菌液は土壤に灌注する。接種定植後の室温はできるだけ20~30°Cの範囲に管理する。以上の検定法を用いると、約1カ月後の本圃定植期までに検定は終了する。

米国における *Verticillium* 病の抵抗性検定法を調べてみると、大別して浸漬接種法と茎注射接種法が使われているようである。トマト^{26,36)}とelm²⁵⁾では浸漬接種が用いられ、ジャガイモ¹⁰⁾では種芋の浸漬接種、イチゴ^{4,38)}では浸根接種で一度検定を行ない、更に根を掘上げて根群に噴霧接種あるいは病土に植え直して再検定、mint⁸の場合には挿し穂繁殖のため穂の長時間(45分間)浸漬が使われている。ワタ^{5,9)}の抵抗性検定には有名な stem puncture method あるいは stem injection method と呼ばれる茎注射法が使われ、ヒマワリ²³⁾にもこの方法が応用されている。また red maple³⁵⁾ではナイフで茎に長さ1cmの傷を作り、傷口に接種源を落とすいう茎注射法の変法が用いられている。この茎注射法についてはトマトの場合稚苗時に接種するため利用できないと判断したが、本圃定植後に再検定が必要な場合あるいは複合抵抗性の検定時には利用可能と思われ、今後の検討が必要である。その他の方法としては土壤接種法が考えられるが、本病の場合は土壤接種では感染発病が極めておそらく、幼苗検定法としては不適当であった。

浸根接種の場合の接種源は、前述のとおり破碎菌そろ液でも分生胞子液でも良い。Virgin and Maloit³⁶⁾は液体培養によって得た菌そろに素寒天を加えて破碎し、接種源を糊状にしている。病原菌の根への固着を高めようとしたものと思われるが、素寒天加用の必要性は疑問である。Schaible ら²⁶⁾はPDA扁平培養菌を寒天ごと破碎し、接種源とした。本病の発病は *Fusarium* 病の場合と異なり、毒素によるよりも病原菌による直接の導管閉塞と考えられているので、ろ液の影響などは考慮しなくても良いのかも知れない。しかし実際に数千株を検定する場合、接種源をシャーレ培養によって準備するのが効率的とは思われない。鈴木ら³⁴⁾によればトマト萎ちょう病菌の場合、分生胞子を形成させるために菌そろ破碎後24時間程度放置すると良いという。しかし本菌の場合は分生胞子の形成がおそらく、また放置期間中に雑菌の侵害を

受け易いので、菌そろ破碎後直ちに接種した方が良い。

次に接種時の菌量の問題であるが、Virgin and Maloit³⁶⁾は高さ7.5cm苗に、Schaible ら²⁶⁾は子葉期の苗に接種しているが、我々は播種後14日程度の第1本葉展開期に接種することにした。オクラやウドなどの半身萎ちょう病の場合は稚苗接種では発病率が低下する傾向が見られるが、トマトの場合は1葉期接種で良好に発病する。またトマト萎ちょう病の場合に稚苗期接種を行なうと抵抗性の株まで発病することがあり、Wellman³⁷⁾は4葉期に、鈴木ら³⁴⁾は30~40日苗に接種を行なっている。しかし本病の場合には、1葉期接種で抵抗性株までが発病することはない。

接種後の栽培管理については、Virgin and Maloit³⁶⁾は室温を21°Cに保つのが良いとし、Schaible ら²⁶⁾は地温21~25°C、土壤水分はトマトの適温よりもやや多目が良いとし、更に接種後7日間に20°C以下の低温が1日8時間以上続くと発病しにくくなることを指摘している。また Jones ら¹⁶⁾は人工気象室(22°C, 8,608lux)における試験で、照明時間を1日4時間にすると発病が極めて激しくなり、感受性株の発病回避がなくなり、検定が確実に行なえることを報告している。しかし我々は検定中にも抵抗性株はできるだけ健苗に育つことを考え、接種後5日間の室温を20°C以上に保つよう留意したほかは特別の方法を用いず、まったく通常の育苗管理に従った。

ところで本病の典型的な病徵は葉のしおれ、黄化、下葉からの枯れ上りであるが、検定中に低温など不良環境に遭遇すると病徵が不鮮明になり、発病すなわち抵抗性か感受性かの区別が葉に現われる病徵だけでは識別にくくなる場合が生じる。このような場合にも発病株は健全株に比較して草丈が低くなることに注目し、検定法の開発に当っては発病による草丈抑制ができるだけ強調される方法を採用しようとした。今回開発した検定法を用いれば、条件の悪い時でも発病株の草丈は健全株の60%程度に抑制され、判定は極めて確実かつ容易になった。なお最終判定は接種1カ月後に行ない、発病株は子葉部の茎を切断して導管変色の有無を確かめる。

最後に検定に供する菌株数の問題があり、イチゴ^{4,38)}や red maple³⁵⁾では5~7菌株を混合して接種している。これら作物における抵抗性は多因子支配の量的抵抗性であるため混合接種するものと思われ、単因子支配のトマトの場合には病原性の強い菌株を用いれば1菌株で良いと判断された。

なお本病の病原菌は *Verticillium albo-atrum* あるいは *V. dahliae* とされているが、*V. dahliae* を種として認めるか否かについては分類学上の長い論争があり、著者

のひとり飯嶋は現在のところ *V. dahliae* を *V. albo-atrum* に含めるという考え方を採り、本病の病原菌を *V. albo-atrum* (MS, microsclerotial, type) として扱いたいと考えている。また *V. albo-atrum* には寄生性の異なる系統があり、国内でも北海道のピーマンとメロン、山形県、埼玉県、徳島県のナス、埼玉県のイチゴ、東京都のキク、長野県のハクサイ、愛知県のフキの病原菌などトマトに病原性のない菌株を普通系とし、東京都のトマト、オクラほか各種作物、愛知県のトマト、ナスなどトマトに強い病原性を示す菌株をトマト系として扱うのが実用的と考える。

2 抵抗性育種素材

1972年に市販の経済品種44種について抵抗性検定を行なった結果から国内には本病に抵抗性を有するものはない判断し、抵抗性の育種素材を米国で育成された品種に求めることにした。そこで文献上の調査を行なった。本病抵抗性品種に関する報告としては ‘Essar²⁹⁾’ と ‘Riverside^{20,28)}’ が最初であるが、この両品種は栽培種から選抜したものであり、いわゆる圃場抵抗性のものであった。本格的抵抗性育種が開始されたのは1932年以降であり、ユタ州立農科大学で行なわれた。すなわち、その後の抵抗性育種に広く利用された野生トマトの採集者のひとりであり、National Screening Committee for Disease Resistance in the Tomato (1938) の創設者のひとりとして有名な H. L. Blood は1932年にカリホルニア農業試験場の J. W. Lesley から ‘Peru Wild (USDAの O. F. Cook が南米で採集)’ という果実が小さく、本病に抵抗性の野生種に近い (semi wild) 系統を入手し、これを ‘Utah accession number 665’ と呼んだ。彼は本病抵抗性品種の育成を目的としてプロジェクト研究を組織し、‘number 665’ と ‘Century’ を交配し選抜を続けた結果、本病に抵抗性で大果かつ子室数の多い ‘number W6’ という 1 系統を選抜した。Blood の死後、門下の Schaible, Cannon and Waddoups²⁶⁾ は ‘W6’ の抵抗性遺伝子解析を行ない、これが単一の優性遺伝子によって支配されていることを明らかにし、Ve 遺伝子と名づけた。また ‘W6’ と ‘Moscow’ または ‘Stone’ の交配後代からは、1952年に至り ‘VR Moscow (Utah VR 11)⁴¹⁾’ と ‘Loran Blood (Utah VR4)⁴⁰⁾’ の 2 品種が育成されている。‘VR Moscow’ はその後本病抵抗性素材として広く利用され、カリホルニア大学においては 1950～1960年代に ‘VF’ あるいは ‘VFN’ number の数系統の複合抵抗性実用種(加工用)^{42,43,44)} が発表された。またフロリダ大学では Strobel らが ‘Tropi-Red (本病、萎ちう病、斑点病抵抗性)³²⁾, Tropi-Gro (前者と同

じ), Tropic(前者のほかに TMVにも耐病性)³¹⁾ の 3 経済品種を発表したが、本病抵抗性の素材はいずれも ‘VR Moscow’ である。そのほか民間育成の本病抵抗性品種は多数発表されているが、抵抗性はいずれの品種も ‘VR Moscow’ に由来しているように思われる。‘W6’ 以外の抵抗性素材としては ‘KNVF’ が考えられるが、これは *L. hirsutum* var. *glabratum* に由来するものであり、直ちに育種素材として利用するのは困難と思われる。なお Alexander and Hoover²⁷⁾ は *Lycopersicon* 属の P. I. collection について本病抵抗性を検討したが、新しい抵抗性因子は見出せなかったという。

ところで今回の育種では桔梗ケ原分場および興津支場から合計12品種・系統を入手したが、東京都で発生する病原菌に対しては 8 品種系統が抵抗性と判定され、抵抗性育種素材として利用できると思われた。一方 ‘E. S. 24’ と ‘VFN 14’ は感受性であったが、これらは保存中に抵抗性を失なったものか否か不明である。なお育種素材として用いた ‘Tropic, Tropi-Red’ は前記のとおりフロリダ農業試験場、 ‘VFN 8, VF 8 と同 79 (VF145 の後代), VF 36’ はカリホルニア大学、 ‘Loran Blood’ はユタ州立農科大学で育成されたものあり、 ‘CPC no 2’ の来歴は明らかにできなかった。

3 本病抵抗性素材品種における抵抗性の遺伝

本病抵抗性素材品種は ‘W6’ の後代であり、抵抗性は Ve とよばれる单因子優性の遺伝子によっており、抵抗性素材品種はこれをホモにもつ (VeVe), 感受性の実用栽培品種は全くもたない (veve) との判断から両品種の交配による後代の分離の系統図を作成し、実際の分離を対比することによって、この判断の正否を確認するとともに、これを理論値として後代選抜の基準とした。本育種における本病抵抗性と感受性の分離をみると F_1 はいずれの系統も全株が抵抗性であったことから、本病抵抗性は感受性に対して優性に現われ、また抵抗性素材の本病抵抗性はホモであったことが確認された。 F_2 における本病抵抗性は高い確率で抵抗性と感受性が 3 : 1 に分離していた。 F_2 で本病に抵抗性を示した系統の自殖採種によって得た F_3 について本病抵抗性を検定したところ、供試 19 系統中 9 系統が全株抵抗性となり、ホモ抵抗性となつたものと思われた。 F_3 でホモ抵抗性となった系統から選抜した F_4 および F_5 の各系統はいずれも本病に対して全株が抵抗性であり、固定したものと思われた。 F_4 の本病抵抗性固定系統に感受性品種を交配した一代雜種も本病に対して全株が抵抗性を示したことから、これらの育成系統は一代雜種の抵抗性親としても十分能力を有するものと思われた。

F_1 に実用栽培品種を戻し交配した F_1B_1 では供試30系統中半数の系統が0.5以上の確率で抵抗性と感受性が1:1に分離していた。 F_1B_1 で抵抗性を示した系統にさらに同じ実用栽培品種を戻し交配した F_1B_2 では供試20系統中1~2系統を除いて抵抗性と感受性が1:1に分離していた。 F_1B_2 で抵抗性を示した系統の自殖採種によって得た $F_1B_2F_2$ では供試92系統中41系統は抵抗性と感受性の分離が3:1であった。 $F_1B_2F_2$ で抵抗性を示した系統の自殖採種によって得た $F_1B_2F_3$ では52系統中18系統が全株抵抗性を示し、 F_3 の場合と同様本病に対しホモ抵抗性の系統が得られたものと思われた。

以上の結果から本育種を始めるにあたって行なった前記の判断は正しく、したがって供試した本病抵抗性素材品種における抵抗性は Ve とよばれる単因子優性の遺伝子によっており、素材品種はこれをホモに有していることが明らかとなつた。また本育種で育成した 'NFVR' および 'VR' 固定系も Ve 因子をホモに有しており、本病に対し抵抗性が固定しているものと思われた。

4 選抜方法および育成経過

本育種においては当初、本病に抵抗性で桃色果の固定種を得ることを目的に、この2形質の分離によって後代を選抜し育成した。つまり幼苗期に本病抵抗性の検定をし、抵抗性として残った株を引き続き生育させて果実の色を調べた。 F_2 および F_1B_1 以後は赤色果となった株を除き、桃色果の株についてのみ、さらに詳細に特性を調査した。

'NFVR' 固定種の育成においては本病以外にサツマイモネコブセンチュウおよび萎ちよう病に対する抵抗性の検定を行なつたが、これら病害の抵抗性については 'NFR' との交雑後代の中に分離集団として抵抗性を有するものがあると考え、適宜検定を行なうこととした。実際の育成経過として萎ちよう病抵抗性の検定は F_3 以後、サツマイモネコブセンチュウは F_4 以後に行なつた。この結果 F_1 において本病、サツマイモネコブセンチュウおよび萎ちよう病のすべてに抵抗性となった系統が得られたので、これら後代の中から特性のすぐれたものを選び、'NFVR' 固定系と呼ぶことにした。なお 'VR' 固定系の育成においては本病以外の病害抵抗性の検定は参考程度に調査した。

以上の病害抵抗性および果色の分離などによる選抜を経た各系統を、少くとも 10 株以上供試して、草丈、草型、吸肥力、茎葉の生育、葉色、花房の形状、着花および着果数、果形、花落の大小、収量、1 果重、早晚生等の特性を調査し、よりすぐれた数株を選抜し、その系統の後代育成に供試した。

このようにして後代の選抜育成を行なってきた結果、'NFVR' 固定種の育成経過においては F_2 のは種にあたり本病抵抗性素材品種および F_1 の特性を考慮して、'Tropi-Red \times NFR 2'、'Loran Blood \times NFR 2' の 2 系統を選抜した。すなわち 'Tropic' と 'Tropi-Red' は草型は芯止まりであったが、茎葉の生育が非常に旺盛で、着果量が多く果実も大であるなど育種素材として有望と思われた。この 2 品種は各特性がほぼ同等であったが、

'Tropic' が果形や果実の揃い、果色などでやや劣っていたので 'Tropi-Red' の後代を選抜し育成した。'VF 8、VF 79' とその後代は茎葉の生育が劣り、果実も小さく芯止まりであることなどから後代の育成にあたって、これらの不良形質を除くのが困難であろうと思われた。

'VFN 8、VF 36、CPC no 2' とその後代は生育、果実の大きさとともに 'VF 8、VF 79' にはまさるもの、実用栽培品種に比べると能力が劣っており、病害抵抗性の導入以外を目的とする育種素材としては問題があるようであった。'Loran Blood' は果実がやや小さいものの茎葉の生育は比較的旺盛で、わが国の生食用トマト栽培に適する特性を有しているものと思われた。なお F_3 で行なつた萎ちよう病抵抗性の検定の結果、'Loran Blood \times NFR 2' の系統にはホモ抵抗性と思われるものがなかったので一応保留することとし、以後は 'Tropi-Red \times NFR 2' の系統について後代を選抜し育成することとした。

'VR' 固定種の育成経過においては、なるべく早期に実用栽培品種の形質に近づけるため、一代雜種に実用栽培品種を続けて 2 度戻し交配したため育成後代の特性は本病抵抗性素材品種より実用栽培品種の影響が強く現われた。 F_1 では 'ファースト' および 'ヨーズ' との交雑後代が各 3 系統、'世界一'、'ジュンピンク' および

'栗原' との後代が各 8 系統の合計 30 系統を供試し、以後は前記したように本病抵抗性およびその他の特性調査により選抜を行なつた。その結果、 $F_1B_2F_3$ において 'VF 8 \times ファースト'、'VF 8 \times 世界一'、'VF 79 \times ジュンピンク' の各 4 系統、'VF 79 \times ヨーズ' の 5 系統の合計 17 系統が 'VR' 固定系となったものと思われた。このうち 'VF 79 \times ジュンピンク' は早生であるが果実が小さく、品質が劣るため保留することとし、他の系統について、さらに後代を選抜し育成していく計画である。

5 本抵抗性固定系育成の意義とその利用

1971年に開かれた Tomato Breeder's Roundtable Meeting では、本病抵抗性品種育成の必要性について甲論乙ばくの論議があったという。Jones and Crill¹⁵⁾はこ

の問題に結着をつけるために抵抗性の異なる4品種を供試し、それぞれ接種苗（接種4週間後の生存株、畑に定植後生育は回復し、試験終了時まで収穫できた）と健全苗を土壤消毒畑に植え、収量を比較した。その結果は‘Bonny Best’（感受性）が67～48%の減収、‘Walter’（耐病性）39～14%減収、‘Florida MH-1’（耐病性）14～0%減収、‘Tropic’（抵抗性）両区の収量変わらずであり、このデータによってトマトの育種計画に本病抵抗性を組み入れる必要があることが実証されたと報告している。本病は米国においても発生地域が比較的限定されており、その病徵も萎ちう病のような株全体の急激な枯死をきたさず、さらに発病により熟期が若干早まる例もあるため経済的損失はないのではないかなどが論議の発端になつたように思われる。我々は本病の減収率についてデータを持ち合せない。しかし東京都の本病常発地には‘Tropic’台接木栽培が普及している事実をみて、本病抵抗性品種育成の必要性は明らかであろう。

ところで我々は本病の初発を確認した当初から、本病は以後各地のトマト産地に慢延すると予想していた。事実本年までに奈良県、愛知県、山梨県、埼玉県、栃木県などで本病の被害が確認され、九州や東北地方の一部にも発生しているという情報もある。抵抗性育種あるいは病害虫防除試験は被害が激しくなったから行なうではなく、被害を予測して試験しておきたいものである。幸い本育種は本病が局地的問題であった時点から開始することができ、今回育成した‘NFVR’および‘VR’固定系は今後被害が増大するであろう全国各地で利用可能なものであるので、その意義は極めて大きいと考える。今回発表した‘NFVR’および‘VR’固定系はまだ育種素材の段階であり、病害抵抗性以外の形質についてさらに選抜中である。しかし、‘NFVR’は本病、サツマイモネコブセンチュウおよび萎ちう病に抵抗性を有し、しかもこれら病害抵抗性はいずれも優性に遺伝するので、一代支配種の片親としての利用もある程度可能である。また現在わが国で育成されている各種抵抗性素材品種との交配により、さらに多くの病害に複合抵抗性を備えた素材品種の育成も可能となろう。ただし‘NFVR’は萎ちう病菌race J 1に抵抗性であり、race J 2とrace J 3には抵抗性を持たず、また褐色根腐病にも感受性である。

‘VR’固定系は実用栽培品種と2度戻し交配を行なっているため、生育や収量および品質などの特性が感受性親として用いた実用栽培品種に似ており、品質面ではこれまで通りの利用ができるほか、‘NFR’あるいは‘NFVR’との交配により本病、サツマイモネコブセン

チュウおよび萎ちう病に抵抗性の一代交配種が得られ、とくに後者との交配では本病抵抗性がホモの品種が得られるのをはじめ、他の病害抵抗性品種との交配により、多くの病害に対する複合抵抗性品種の育成が可能であるなど一代交配種の親や育種素材として用いられることが望まれる。

なお Alexander¹⁾はオハイオ州でVe因子を持った抵抗性品種‘Red Top V9, VR Moscow, NR 13, Utah 13, Loran Blood’を侵す病原菌の race を発見している。幸い米国においてもその後これら抵抗性品種が発病したという報告は見当らず、また国内でも Ve 因子を侵す菌株は見つかっていない。しかし今回育成した抵抗性固定系統は Ve 因子に由来するものであるので、病原菌の変異系統に関する調査は今後も十分注意して続けていきたいと考えている。

V 摘 要

三鷹市など東京都のトマト栽培地では、最近トマト半身萎ちう病が発生し、被害が大きい。本病は以後各地に慢延すると予想されたので、1972年に本病抵抗性育種を開始し、次の結果を得た。

1. 本病の抵抗性検定法について種々検討を加え、浸根接種による実用的幼苗検定法を確立した。
2. 市販の経済品種中には本病に抵抗性を有する品種はなく、一方米国で育成された Ve 因子を持つ 8 品種は東京都に分布する病原菌に対しても抵抗性であり、育種素材として利用できた。
3. 抵抗性の育種素材として供試した 8 品種の本病抵抗性は単因子優性に遺伝することが再確認された。
4. ‘Tropi-Red×NFR 2’ の後代から 1976 年に本病、サツマイモネコブセンチュウおよび萎ちう病に複合抵抗性の‘NFVR’固定系が得られた。
5. 本病抵抗性素材品種に実用栽培品種を戻し交配することによって、1976 年に本病抵抗性で実用形質をもった‘VR’固定系が得られた。
6. ‘NFVR’および‘VR’固定系は病害抵抗性以外の特性について現在選抜中であるが、本病抵抗性実用品種の育成にあたっては素材として広く利用されることが期待される。

引 用 文 献

- 1) Alexander, L.J. (1962) : Susceptibility of certain Verticillium-resistant tomato varieties to an Ohio isolate of the pathogen. *Phytopathology* 52, 998-1000.

- 2) Alexander, L.J. & Hoover, M.M. (1955) : Disease resistance in wild species of tomato. Ohio Agr. Expt. Sta. Research Bull. 752, 1-76.
- 3) Berry, S.Z. & Thomas, C.A. (1961) : Influence of soil temperature, isolates, and method of inoculation on mint to *Verticillium* wilt. Phytopathology 51, 169-174.
- 4) Bringhurst, R.S., Wilhelm, S. & Veth, V. (1961) : Pathogen variability and breeding *Verticillium* wilt resistant strawberries. Ibid. 51, 786-794.
- 5) Bugbee, W.M. & Presley, J.T. (1967) : A rapid inoculation technique to evaluate the resistance of cotton to *Verticillium albo-atrum*. Ibid. 57, 1264-1265.
- 6) Crill, P. et al. (1971) : Florida MH-1, Florida's first machine harvest fresh market tomato. Florida Agr. expt. Sta. Circ. S-212, 12 pp.
- 7) Doolittle, S.P. (1953) : The use of wild *Lycopersicon* species for tomato disease control. Phytopathology 44, 409-414.
- 8) Edgington, L.V. & Walker, J.C. (1957) : Influence of soil and air temperature on *Verticillium* wilt of tomato. Ibid. 47, 594-598.
- 9) Erwin, D.C. et al. (1965) : An assay of the severity of *Verticillium* wilt on cotton plants inoculated by stem puncture. Ibid. 55, 663-665.
- 10) Frank, J.A., Webb, R.E. & Wilson, D.R. (1975) : The effect of inoculum levels on field evaluations of potatoes for *Verticillium* wilt resistance. Ibid. 65, 225-228.
- 11) 井田昭典・飯嶋勉・小菅悦男 (1976) : トマト半身萎ちよう病抵抗性品種の育成(第1報) 抵抗性素材とその特性について。園芸学会昭51春大会要旨, 214-215。
- 12) 飯嶋勉 (1973) : トマト半身萎ちよう病の抵抗性検定法。昭51日植病大会予稿集, 44.
- 13) —————— (1976) : トマト半身萎ちよう病の抵抗性検定法。昭51日植病大会予稿集, 44.
- 14) ——————・阿部善三郎 (1973) : トマト半身萎ちよう病の発生。日植病報39, 131. (講要)
- 15) Jones, J.P. & Crill, P. (1973) : The effect of *Verticillium* wilt on resistant, tolerant, and susceptible tomato varieties. Plant Dis. Repr. 57, 122-124.
- 16) ——————, —————— & Volin, R.B. (1975) : Effect of light duration on *Verticillium* wilt of tomato. Phytopathology 65, 647-648.
- 17) 小菅悦男・飯嶋 勉・井田昭典 (1976) : トマト半身萎ちよう病抵抗性品種の育成(第2報) 複合抵抗性新素材「N F V R」について。園芸学会昭51春大会要旨 216-217.
- 18) 国安克人 (1974) : トマトにおける病害抵抗性品種とその利用。植物防護 28, 399-403.
- 19) 栗山尚志 (1972) : トマト耐病性育種の現状と今後の方向 [10]。農および園 47, 713-716.
- 20) Lesley, J.W. & Shepovalov, M. (1937) : The Riverside tomato. A new variety resistant to two wilt diseases. Seed World, March, 26.
- 21) 前田速雄 (1964) : トマトにおけるサツマイモネコブセンチュウ抵抗性品種の育成に関する研究。東京農試研報 3, 1-7.
- 22) 森田 傑ら (1973) : 半促成トマトのしおれ症状に関する研究(2) *Pyrenopeziza* sp. による褐色根腐病(新称)。日植病報 39, 201. (講要)。
- 23) Moser, P.E. & Sackston, W.E. (1973) : Effect of concentration of inoculum and method of inoculation on development of *Verticillium* wilt of sunflowers. Phytopathology 63, 1521-1523.
- 24) 野村良郎・加藤喜重郎・竹内昭士郎 (1976) : キャベツ萎黄病抵抗性の早期検定法に関する研究。農事試研報 24, 141-182.
- 25) Rauscher, K.J., Lester, D.T. & Smalley, E.B. (1974) : Response of elm species and clones to inoculation with *Verticillium albo-atrum*. Phytopathology 64, 702-705.
- 26) Schaible, L., Cannon, O.S. & Waddeups, V. (1951) : Inheritance of resistance to *Verticillium* wilt in a tomato cross. Ibid. 41, 986-990.
- 27) 芹沢暢明ら (1966) : トマト萎ちよう病抵抗性品種の育種に関する研究(第1報) トマト萎ちよう病抵抗性品種の育種に関する試験。長野農試研報 29, 102-111.
- 28) Shapovalov, M. & Lesley, J.W. (1940) : Wilt resistance of the Riverside variety of tomato to both *Fusarium* and *Verticillium* wilts. Phytopathology 30, 760-768.
- 29) —————— & Rudolph, B.A. (1939) : Essar—a new *Verticillium* wilt-resistant canning tomato. Seed World, Des. 29.
- 30) Sidhu, G. & Webster, J.M. (1974) : Genetics of resistance in the tomato to root-knot nematode-

- wilt-fungus complex. J. Hered. 65, 153-156.
- 31) Strobel, J.W. & Walter, J.M. (1969) : Tropic, a new multiple disease-resistant indeterminate tomato for pink harvest. Florida Agr. Expt. Sta. Cir. S-198, 9 pp.
- 32) —————, ————— & Hayslip, N.C. (1967) : Tropi-Red, a determinate tomato with excellent color and multiple disease resistances. *Ibid.* S-182, 16 pp.
- 33) 鈴木一平(1955) : 米国の業績を中心としたトマト耐病性育種の動向と方向。京大園研集録 7: 182-195.
- 34) —————・菅原祐幸・戸高重信(1962) : 萎凋病耐病性トマト育成系統ならびにその育種体系。園試報B1, 57-73.
- 35) Townsend, A.M. & Hock, W.K. (1973) : Tolerance of half-sib families of red maple to *Verticillium* wilt. *Phytopathology* 63, 673-676.
- 36) Virgin, W.J. & Maloit, J.C. (1947) : The use of the seedling inoculation technique for testing tomatoes for resistance to *Verticillium* wilt. *Ibid.* 37, 22-23. (Abstr.).
- 37) Wellman, F.L. (1936) : A technique for studying host resistance and pathogenisity in tomato *Fusarium* wilt. *Phytopathology* 29, 945-956.
- 38) Wilhelm, S. (1955) : *Verticillium* wilt of the strawberry with special reference to resistance. *Ibid.* 45, 387-391.
- 39) 蔡本修・田坂耕一郎・阿部善三郎(1974) : トマト半身萎ちう病に対する接木栽培の効果。関東病虫研報 21, 39.
- 40) Compiled by the Committee on Vegetable Breeding and Varieties (1954) : New vegetable varieties List I, Loran Blood (Utah VR 4). Proc. Amer. Hort. Sci. 63, 519.
- 41) ————— (1954) : New vegetable varieties List I, VR Moscow (Utah VR 11). *Ibid.* 63, 519.
- 42) Compiled by the Garden Seed Research Committee, American Seed Trade Association (1961) : New vegetable varieties List VII, VF 36. *Ibid.* 77, 652.
- 43) ————— (1964) : New vegetable varieties List IX, VF 14. *Ibid.* 84, 671.
- 44) ————— (1964) : New vegetable varieties List IX, VF 145. *Ibid.* 84, 671.