

トマト台木品種の青枯病抵抗性検定法*

伊達 寛敬

Method for Evaluating the Resistant Rootstocks of Tomato to Bacterial Wilt

Hiroataka Date

緒 言

トマトをはじめナス科野菜の青枯病は、*Ralstonia solanacearum* によって引き起こされる土壌伝染性病害であり、我が国では被害が大きいこと（飯田，1974）はよく知られている。トマト青枯病の主な防除対策として、薬剤や太陽熱利用による土壌消毒（小玉ら，1979；村越・高橋，1984；太田・森田，1981；鈴木，1980）、輪作などの耕種的防除（向，1951）、抵抗性品種・台木の利用（太田ら，1981；竹内，1991；安永ら，1986；米山，1985）があり，その中でも抵抗性品種・台木の利用が最も有効な防除対策（安永ら，1986；門馬ら，1993）と考えられている。トマト青枯病の抵抗性品種・台木として，我が国では‘BF 興津101号’（栗山，1970）‘LS89’（山川，1985）‘ツエーゼ’（菅原ら，1989）が育成され，‘BF 興津101号’や‘LS89’を基に民間の種苗会社でも多くの台木用品種が育成された。また，生食用品種では‘瑞栄’や‘ますらお’なども育成された。

岡山県のトマト産地においても1980年代に雨除け栽培が普及し，連作圃場が多くなって，種々の土壌伝染性病害が発生した。特に青枯病が多発し，多発圃場では発病株率が20%以上とされ，当時の対策として薬剤による土壌消毒や‘BF 興津101号’を利用した接ぎ木栽培などが指導されていた（八木，1985）。しかし，‘BF 興津101号’や‘LS89’に接ぎ木しても多発した圃場があったので，岡山県内のトマト産地から青枯病菌を採集し，それらを用いて市販の台木・品種の抵抗性を検定して抵抗性の台

木・品種を導入しようとした。

一方，トマト品種の青枯病抵抗性の検定方法について，外国では幼植物を用いた検定方法やその条件（Winstead and Kelman，1952；Krausz and Thurston，1975；Mew and Ho，1977）について報告されている。しかし，我が国では旧農林水産省野菜・茶試験場で汚染圃場（鈴木ら，1964）や幼植物（小谷，1970；山川，1978；松永ら，1999）における検定について試験されているが，幼植物を用いた検定では，接種源の菌濃度，苗齡，接種後の温度などの接種条件はほとんど検討されていなかった（門馬ら，1993）。また，汚染圃場を用いた台木・品種の抵抗性についても不明な点が多く，それらについて検討したので，その結果の概要を報告する。

本試験に当たり，供試菌株を分譲いただいた元農林水産省中国農業試験場尾崎克己博士に厚く御礼申し上げます。

試験方法

1. 幼植物における青枯病抵抗性検定とその条件

(1) 供試菌株の来歴

1989，1990年に岡山県内のトマト産地から採集した青枯病罹病株から常法に従って病原菌（*Ralstonia solanacearum*）を分離し，西山の凍結法（西山，1977）で保存した。また，旧農林水産省中国農業試験場の保存菌や岡山県のナスから分離した *Ralstonia solanacearum* も供試した。来歴は表1のとおりであり，岡山県内のトマトからの採集菌株については，8月に採集圃場の青枯

*本報告の一部は日本植物病理学会大会（1992）で発表した。

病発生程度や栽培品種（台木及び穂木）を調査した。

(2) 接種源の調製

凍結した保存菌株を融解後、1白金耳として原・小野氏法の青枯病菌選択培地（以下、選択培地と略す）（原・小野、1983）に塗抹して30℃、48時間培養した。増殖した流動性の単コロニーを釣菌し、ジャガイモ半合成培地（以下、PSAと略す）（脇本、1965）の斜面培地で30℃、48時間培養後、その1白金耳を脱塩水10mlに懸濁し、17℃の恒温室に保存しておいた。水保存の菌液濃度は約 10^7 個/mlである。

接種時には、水保存菌液1白金耳を選択培地に塗抹して30℃、48時間培養後、増殖した流動性の単コロニーを釣菌し、断根かん注接種法ではPPG液体培地（西山、

1978）で30℃、48時間培養したものを供試した。この培養液の濃度は約 10^9 個/mlである。また、茎部注射接種法では流動性の単コロニーを釣菌後、PSA斜面培地で30℃48時間培養した菌体を殺菌水に懸濁して所定濃度に調整して供試した。

(3) 供試品種

青枯病に抵抗性を有する市販の台木用8品種及び生食用2品種、対照の罹病性1品種を供試した（表2）。

(4) 青枯病抵抗性の検定

1) 供試菌：尾崎・木村の断根かん注接種法（1989）に準拠して接種し、台木用品種、‘L S89, BF 興津101号, PFNT 1号及びBFNT-R’の発病程度が異なった3菌株、すなわち、4品種ともほとんど発病しなかつ

表1 供試菌株の来歴

県内産地	菌株番号 ^{a)}	採集年	台木品種 ^{b)}	品種（穂木）	採集圃場の発病程度 ^{c)}
阿新	ト-6	1989		パレス	中
	ト-9	1989		パレス	少
	ト-11	1989		パレス	少
	ト-12	1989		パレス	少
	(ア-1)	1990	BF 興津101号	桃太郎エース	少
	ア-2	1990		桃太郎エース	中
湯野	ト-14	1989		桃太郎	少
	ト-15	1989		桃太郎	多
	ト-16	1989		桃太郎	多
	ユ-1	1990		不明	多
美星	(ト-18)	1989	瑞栄	パレス	少
	(ト-19)	1989	BF 興津101号	桃太郎	甚
	(ビ-1)	1990	瑞栄	桃太郎	少
	ビ-2	1990		桃太郎	少
	(ビ-3)	1990	BF 興津101号	桃太郎	少
	(ビ-5)	1990	瑞栄	桃太郎	中
賀陽	(ビ-6)	1990	BF 興津101号	桃太郎	甚
	カ-1	1990		桃太郎	少
	カ-2	1990		桃太郎	少
	カ-3	1990		桃太郎	中
	(カ-4)	1990	BFNT-R	桃太郎	微
	(カ-5)	1990	BF 興津101号	桃太郎	少
採集地	菌株番号	採集年	菌群	Biovar	
滋賀県	8434	1984	I	IV	
奈良県	8107	1981	I	IV	
茨城県	8215	1982	II	IV	
群馬県	8216	1982	II	IV	
兵庫県	8207	1982	I	IV	
静岡県	8304	1983	I	IV	
広島県	7322	1973	II	I	
静岡県	821301	1982	II	III	
岡山県 ^{d)}	OE29-2	1983	IV	IV	

a) () は接ぎ木した穂木からの分離菌株を示す

b) 無記載は無接ぎ木（自根）

c) 発病程度基準 甚：発病株率61%以上，多：同31～60%，中：同11～30%，少：同1～10%，微：1%未満

d) ナスからの分離菌

たト-9菌、ほとんど発病したト-19菌、両菌株の中間の発病程度となったト-15菌を供試した(表1)。

2) 供試台木：表2に示す‘LS89, BF興津101号, PFNT1号, PFNT2号, PFN1号, PFN2号及びBFNT-R’の7品種を供試した。

3) 接種

断根かん注接種：播種2週間後の本葉1葉期の苗を、パーライトをつめたシードリングケース(5×15×10cm)に2本当て移植した。ケースは20個を1つの容器(30×50×10cm)に入れて、最低温度を20℃に設定した温室で管理し、供試台木を5及び10葉期まで育苗した。施肥については、供試植物の生育に伴い、水耕栽培用の大塚ハウス1号と2号を液肥として適宜施用した。接種時には立毛のまま株元から1~2cmの2か所にケースの底まで幅4cmのステンレス板をさし込んで断根し、直ちに所定濃度の菌液を断根部分へ株当たり50mlかん注した。発病は接種約20日後に病徴と地際付近の維管束褐変の有無で調査し、枯死株数も計数した。なお、尾崎・木村の断根かん注接種法(1989)と同様に維管束に鉛筆の芯大未満の褐変があっても、病徴の認められない株は無発病とし、無病徴でも鉛筆の芯大以上の褐変がある場合には発病とした。

茎部注射接種：播種2週間後の本葉1葉期の苗を、クレハ園芸培土をつめたビニルポット(直径9cm)に1本当て移植し、その後は最低温度を20℃に設定した温室で管理した。供試植物を所定葉期まで育苗し、葉柄基部(本葉約10葉期では5又は6葉位、約5葉期では2又は3葉位)に所定濃度の菌液0.03ml(1滴分)を滴下した後殺菌した爪楊枝でその菌液とともに約5mm刺して接種した。接種後は1品種8株を1つの水稲用育苗箱(30×60×3cm)にビニルフィルムを敷いて管理し、底面吸水させた。発病は接種15~20日後に次の基準で発病程

度別に調査して下式により発病度を算出した。

- 0：無発病
- 1：接種葉柄の葉だけ発病
- 2：接種葉柄と2,3の葉柄の葉に発病
- 3：頂葉と付近の葉柄の葉を除き発病
- 4：株が全体的に萎ちよう
- 5：枯死

$$\text{発病度} = \left\{ (\sum \text{発病程度別株数} \times \text{指数}) \div 5 \times \text{調査株数} \right\} \times 100$$

4) 検定条件の検討

供試植物の葉齢：各品種本葉約10葉期と約5葉期の植物を用いた。断根かん注接種では1991年9月1半旬に1区10株を供試し、接種から調査終了までの温室は最低気温27℃、最高気温37℃であった。茎部注射接種は1991年11月3半旬に1区5株を供試し、接種から調査終了までの温室は最低気温23℃、最高気温37℃であった。両接種とも菌濃度は約 10^8 個/mlに調製した。

接種後の温度：温度を25, 30, 35℃にそれぞれ調節した人工気象室内で接種した植物を管理した。葉齢は約10葉期とし、断根かん注接種は1区10株、茎部注射接種は1区8株を供試した。また、両接種とも菌濃度は約 10^8 個/mlに調製した。

接種菌濃度：菌濃度を約 10^8 , 10^7 , 10^6 , 10^5 個/mlに調整し、葉齢は約10葉期とした。断根かん注接種は1区10株、茎部注射接種は1区8株を供試した。本試験は3回行い、接種時期は1991年9月1半旬、10月3半旬、1992年4月6半旬で、接種から調査終了までの温室内の最低気温と最高気温は、それぞれ27℃と37℃、22℃と37℃及び18℃と37℃であった。

(5) 岡山県及び全国から採集された菌株に対する台木用及び生食用品種の抵抗性

断根かん注接種により、表1に示す菌株を供試し、接

表2 供試した青枯病抵抗性の台木用品種及び生食用品種

品種名	育成者	用途
LS89	農林水産省野菜・茶業試験場	台木用
BF興津101号	農林水産省野菜・茶業試験場	台木用
PFNT1号	むさし種苗	台木用
PFNT2号	むさし種苗	台木用
PFN1号	むさし種苗	台木用
PFN2号	むさし種苗	台木用
BFNT-R	サカタ種苗	台木用
ヘルシー	タキイ種苗	台木用
瑞栄	サカタ種苗	生食用
桃太郎エース	タキイ種苗	生食用
ボンデローザ(対照：罹病性品種)		

種菌濃度を約 10^8 個/ml, 供試植物の葉齢を約10葉期とした。試験はトマト及びナスから採集された11菌株を供試した1989年とトマトから採集された29菌株を供試した1991年の2回行った。

2. 圃場における青枯病抵抗性検定

(1) 供試汚染圃場の作成

1989年6月農試場内に‘ヒラナス’(*Solanum integrifolium*)を定植し、ナスから分離した青枯病菌OE29-2を接種して全株発病させて、発病株ごと耕耘して、汚染圃場とした。

(2) 汚染圃場における抵抗性台木・品種の発病

1) 台木及び生食用品種の抵抗性

‘LS89’など8品種(図7)を1990年7月9日に播種し、8月16日に汚染圃場に畦間100cm, 株間50cmで定植した。その後、発病の有無を肉眼で適宜調査し、10月2日には地際付近の茎を切断して維管束の褐変を調査した。各品種16株を供試し、ランダムに圃場に定植した。

2) 接ぎ木の有無と台木用品種の発病

‘LS89’など7品種(図8)を供試し、穂木には‘ボンデローザ’を用いた。1991年6月5日に、穂木を割接ぎした約10葉期の苗と無接ぎ木の台木植物を汚染圃場に畦間100cm, 株間50cmで定植した。その後、地上部から伝染ないように管理し、発病の有無を肉眼で適宜調査し、8月8日には地際付近の茎を切断し、穂木及び台木の維管束の褐変を調査した。各品種の接ぎ木及び無接ぎ木とも7あるいは8株を供試し、ランダムに圃場に定植した。

結果

1. 幼植物における青枯病抵抗性検定

(1) 検定条件

検定条件については、台木用品種の発病程度が異なった3菌株を用いて、断根かん注接種と茎部注射接種の2方法で、供試植物の葉齢、接種後の温度及び接種菌濃度を検討した。

1) 供試植物の葉齢

断根かん注接種：ト-9菌, ト-15菌では、10葉期区は5葉期区に比べて品種間の発病株数に差がみられた。また、5葉期区では多くの品種が罹病性品種と同様に高率に発病した。ト-19菌では、ほとんどの品種は10葉期区と5葉期区とも多数発病し、葉齢の違いで発病株数に差がみられなかった(図1)。

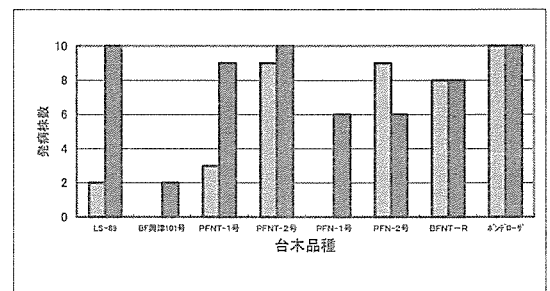
茎部注射接種：ト-9菌, ト-15菌では、10葉期区で

いずれの品種も無発病あるいは発病度が極めて低かったが、5葉期区ではいずれの品種も発病し、発病度が高い品種もあった。ト-19菌では、10葉期区でいずれの品種も発病し、‘BF 興津101号’ではかなり発病程度が高く、さらに5葉期区ではいずれの品種も発病度が極めて高く、罹病性品種と同程度であった(図2)。

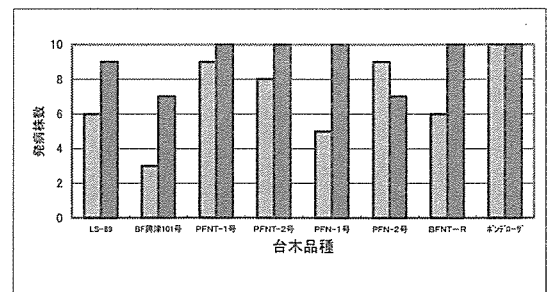
以上、両接種とも各品種の発病程度は5葉期に比べて10葉期の方が低く、断根かん注接種では品種間差がみられた。また、各台木用品種に強い病原性を示す菌株に対しては、いずれも5葉期と10葉期の発病程度差は小さかった。

2) 接種後の温度

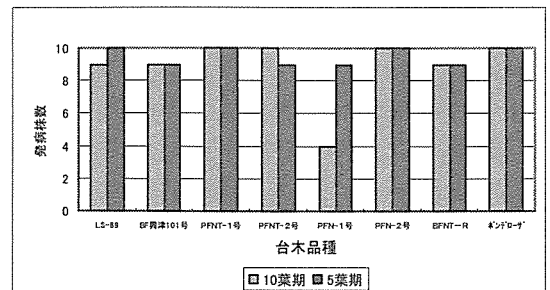
断根かん注接種：ト-9菌では35℃区で‘PFN 2号’の発病株がやや多かったが、他の品種はいずれの温度でもほとんど発病しなかった。ト-15菌では、30, 35℃の各区で多くの品種に発病株がやや多く、25℃区でも‘PFNT 2号’の発病株がやや多かった。ト-19菌では、25℃区では品種間で発病株数に差がみられたが、30, 35℃の各区ではほとんどの品種で発病株数が9, 10株と



ト-9 菌



ト-15 菌



ト-19 菌

図1 断根かん注接種における台木品種の葉齢と発病^{a)}
a) 発病株数は供試10株中の値

多く、差がみられなかった。‘BF 興津101号’では他の品種に比べて発病株数が少なかったが、高温ほど発病株数が多かった。(図3)。

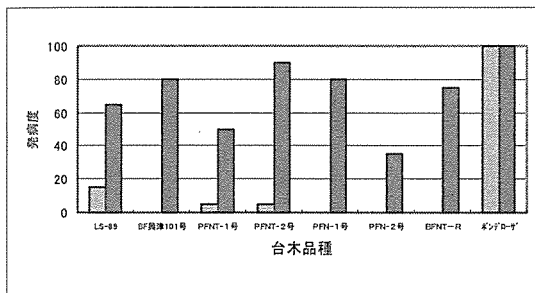
茎部注射接種：ト-9菌では、いずれの品種も接種後の温度が25、30、35℃と高くなるにしたがっての発病度が高くなり、35℃区では‘LS89、PFNT 2号及びPFN 2号’で発病度が100で罹病性の‘ポンデローザ’と同様であった。また、30℃区でもそれらの品種は発病度が高かった。ト-15菌では、35℃区でいずれの品種も発病し、発病度の高い品種もあったが、25、30℃の各区では発病度が低く、無発病の品種もあった。ト-19菌では、30、35℃の各区で多くの品種が罹病性の‘ポンデローザ’と同程度に発病度が高かったが、25℃区では発病度が低い品種からかなり高い品種まで分かれた(図4)。

以上、両接種とも多くの台木用品種は接種後の温度が25、30、35℃と高いほど発病程度が高かった。また、温度の違いによる品種間の発病程度の差は菌株によって異なり、多くの台木用品種が高率に発病する菌株では接種

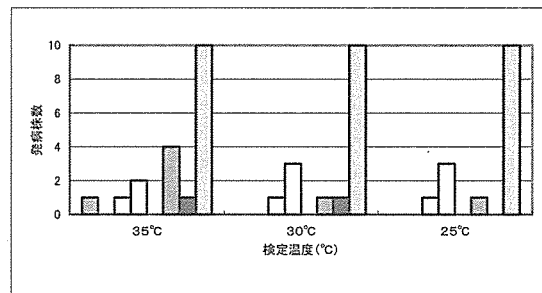
後の温度が35℃に比べて25、30℃が、いずれの品種も発病が少ない菌株では25℃に比べて30、35℃が、品種間差が大きくなった。

3) 接種菌濃度

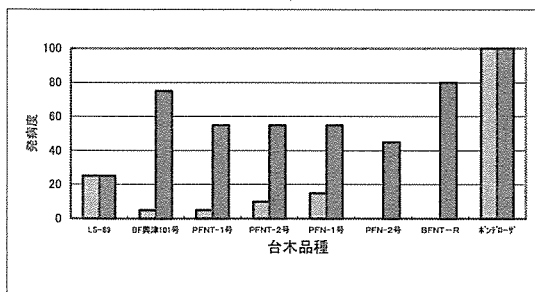
断根かん注接種：ト-9菌では、いずれの品種も9月1半旬接種で接種菌濃度が高いと発病株数が多かったが、その他の接種時期では 10^8 個/ml区でも発病株数が9月1半旬接種に比べて少なかった。また、10月3半旬接種では罹病性品種でも接種菌濃度が 10^6 個/ml以下の区で発病株数が少なかった。ト-15菌では、ほとんどの品種は9月1半旬接種で接種菌濃度が高いと発病株数が多かった。その他の接種時期では 10^8 個/ml区でかなり発病する品種はあったが、 10^7 個/ml以下の区ではいずれの品種もほぼ無発病であった。ト-19菌では、9月1半旬接種で接種菌濃度が 10^6 個/ml以上の区で多くの品種がほとんど発病した。しかし、その他の接種時期でほとんどの品種が発病し、品種間差がみられたのは、接種菌濃度が 10^8 個/ml区であった(図5)。



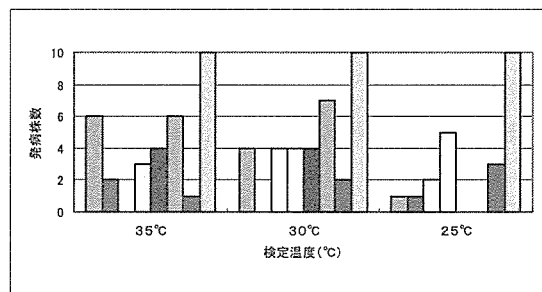
ト-9菌



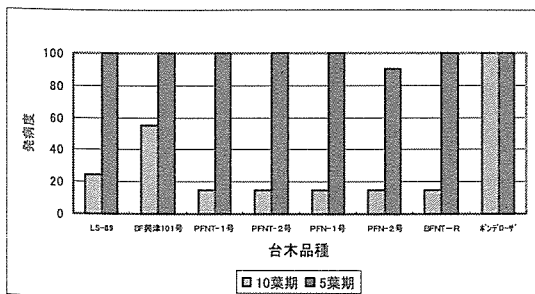
ト-9菌



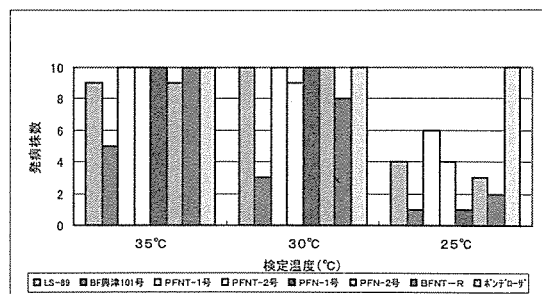
ト-15菌



ト-15菌



ト-19菌



ト-19菌

図2 茎部注射接種における台木品種の葉齢と発病

図3 断根かん注接種における接種後の温度と台木品種の発病^{a)}

a) 発病株数は供試10株中の値

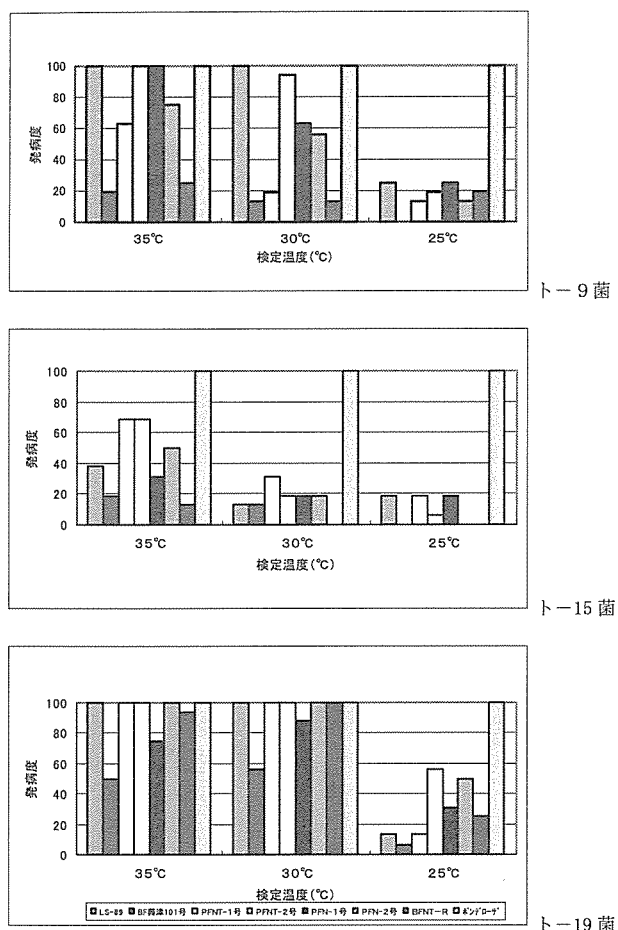


図4 茎部注射接種における接種後の温度と台木品種の発病

茎部注射接種：ト-9菌では、多くの品種は9月1半旬接種で接種菌濃度が高いほど発病度が高かったが、その他の接種時期では 10^8 個/ml区でも発病度が低いか極めて低かった。ト-15菌では、ほとんどの品種は9月1半旬接種で接種菌濃度が高いほど発病度が高かったが、4月6半旬接種では‘PFN 1号’を除いてその傾向はみられなかった。また、10月3半旬接種ではいずれの接種菌濃度区でもほとんどの品種で発病度は極めて低かった。ト-19菌では、接種菌濃度が 10^8 個/ml区でいずれの接種時期でもほとんどの品種が発病し、9月1半旬接種では罹病性の‘ポンデローザ’と大差ない高い発病度の品種もあった。その他の接種時期では、接種菌濃度が 10^7 個/ml区でも多くの品種が発病し、発病度がかなり高い品種もみられた(図6)。

以上、断根かん注接種では、いずれの時期でも接種菌濃度が高いほど発病株率が高い傾向で、4月及び10月接種では、菌株の違いに関わらず台木用品種が発病し品種間差がみられる接種菌濃度は約 10^8 個/mlであった。し

かし、茎部注射接種ではいずれの菌株でも9月接種で接種菌濃度が高いほど発病株率が高かったが、4月接種及び10月接種ではト-19菌区を除きその傾向は判然としなかった。また、いずれの菌株でも台木用品種の発病を確保できる接種菌濃度は、9月接種では約 10^8 個/mlであったが、その他の接種時期では発病が不十分であった。

(2) 岡山県及び全国から採集された菌株に対する台木用品種の抵抗性

1989年の試験では、多くの台木用品種は生食用品種に比べて発病株率や枯死株率は低かった。特に、‘BF 興津101号’は多くの菌株において発病株率や枯死株率が低く、次いで‘LS89’が低かった。また、‘ヘルシー’は生食用品種の‘瑞栄’と発病株率や枯死株率に大差なく、台木用品種では最も発病程度が高かった(表3)。

1991年の試験では、台木用品種の発病は菌株により異なったが、29菌株の枯死株数の平均でみると、‘BF 興津101号’が1.4株と最も少なく、次いで‘LS89’の3.6株、‘BFNT-R’の4.4、‘PFNT 2号’の4.6であり、‘PFNT 2号’の6.5株が最も多かった。

以上、岡山県内や全国から採集した菌株に対する台木用及び生食用品種の発病程度は、台木用品種の‘BF 興津101号’が最も低く、次いで‘LS89, BFNT-R, PFN 1号’の順に低かったが、生食用品種は台木用品種に比べて高かった。

一方、菌株による台木用品種の発病程度を枯死株数でみると、阿新、賀陽、湯野の各産地では発病程度が高い菌株は少なかったが、美星では多かった。特に、美星のト-19菌ではいずれの品種も全株が枯死した。また、接ぎ木した罹病株の穂木から分離した菌株では、接種した台木用品種の発病程度が高い菌株が多かった。全国から採集された菌株では、発病株数及び枯死株数が少ない菌株が多く、全般に発病程度が低かった(表4)。

2. 汚染圃場における青枯病抵抗性検定

(1) 台木用品種及び生食用品種の発病

定植2週間後の8月6半旬に罹病性の‘ポンデローザ’や‘桃太郎エース’が多発し、9月中旬にはいずれも全株が発病した。‘ヘルシー’は9月1半旬に発病株率が60%を越え、その後の発病株の増加は緩慢であったが、最終調査の10月1半旬には全株発病した。‘瑞栄’は発病株率が9月1半旬で24%、9月2半旬で35%と徐々に上昇し、10月1半旬には全株発病した。‘LS89, BF 興津101号, PFNT 1号及びBFNT-R’はいずれも発病株率が9月4半旬から6半旬まで20%前後と低

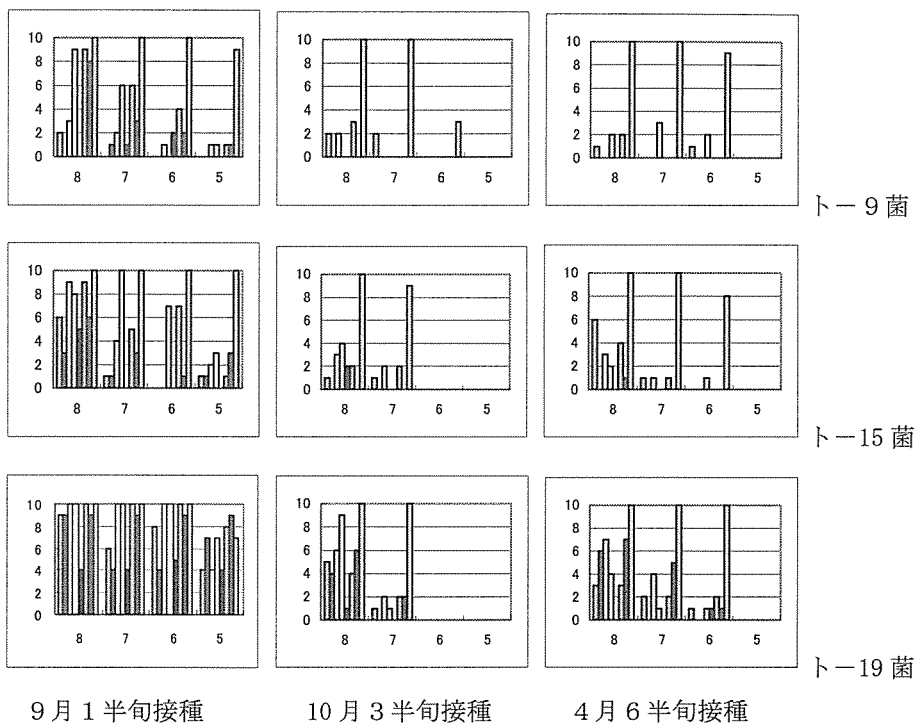


図5 断根かん注接種における接種菌濃度と台木品種の発病

注) 各グラフの縦軸：供試 10 株中の発病株数，横軸：接種菌濃度 (log 個 /ml)
 台木品種は左から LS89, BF 興津 101 号, PFNT1 号, PFNT2 号, PFN1 号, PFN2 号, BFNT-R, ポンデローザ

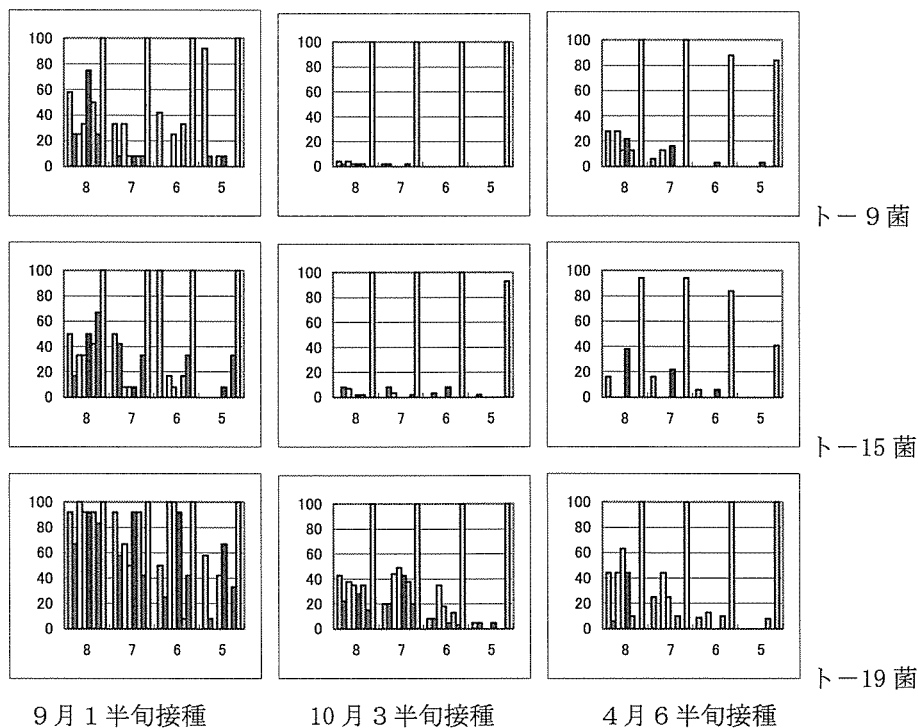


図6 基部注入接種における接種菌濃度と台木品種の発病

注) 各グラフの縦軸：発病度，横軸：接種菌濃度 (log 個 /ml)
 台木品種は左から LS89, BF 興津 101 号, PFNT1 号, PFNT2 号, PFN1 号, PFN2 号, BFNT-R, ポンデローザ

く、最終調査の10月1半旬には全株発病したが外部病徴は無く、地際の茎の維管束褐変がみられるだけであった(図7)。

以上のことから、OE29-2菌汚染圃場では台木用品種の‘LS89, BF興津101号, PFNT 1号及びBFNT-R’は発病程度が低く抵抗性が高いと判断されたが、‘瑞栄’、‘ヘルシー’は抵抗性がやや低く、‘桃太郎エース’は罹病性品種と同等に発病程度が高かった。

(2) 接ぎ木の有無と台木用品種の発病

定植2週間後の6月6半旬に罹病性の‘ボンデローザ’ (自根) は全株が発病した。無接ぎ木の台木用品種は8月2半旬の最終調査まで発病株率の低いものが多く、そのほとんどは外部病徴がみられなかった。その中で、発病株率は‘PFN 1号’が0%で最も低く、次いで‘BFNT-R’の13%、‘LS89やPFNT 1号’が25%、‘BF興津101号やPFN 2号’が38%であり、‘PFNT 2号’が57%で最も高かった。一方、接ぎ木した植物の発病は、‘PFN 1号’が発病株率28%で最も

低く、次いで‘BFNT-R’が43%、‘LS89’が50%、‘BF興津101号’が63%であり、‘PFNT 2号やPFN 2号’が100%で最も高かった。また、いずれの台木用品種も接ぎ木した植物の方が自根の植物より発病株率が高かったが、いずれの場合も品種間差は同様の傾向を示した(図8)。

以上のことから、接ぎ木の有無にかかわらず‘PFN 1号’が最も発病程度が低く、次いで‘BFNT-R’、‘LS89’の順であり、これらの台木用品種は抵抗性と判断されたが、接ぎ木した‘BF興津101号’ではかなり発病した。

考 察

ナス科作物などの青枯病に対する抵抗性は、これまで圃場検定で評価していたが、抵抗性品種の育成には多数の個体を効率良く検定する必要があった。多数の個体が検定可能な温室内検定について本格的に検討したのはWinstead and Kelman (1952)であった。その後、ト

表3 岡山県内産地から採集した青枯病菌に対する台木用及び生食用品種の発病 (1989)

産地	菌株番号	台木用品種 ^{a)}					品 種 ^{a)}		対照品種 ^{a)}
		LS	BF101	PFNT	BFNT	ヘルシー	瑞栄	桃太郎	ボンデローザ
阿新	ト-9	0 ^{b)}	0	20	30	70	100 (60)	100 (100)	100 (100)
	ト-11	40	0	50	10	20	50	90	80
	ト-12	0	0	0	20	40	90 (40)	100 (100)	100 (100)
湯野	ト-14	50	50	90	90	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)
	ト-15	20	40	60	80	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)
	ト-16	90 (40)	100 (20)	100 (30)	100 (10)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)
美星	(ト-18)	100 (90)	70	100 (80)	100 (20)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)
	(ト-19)	80 (50)	40	100 (80)	90 (10)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)
対照	8434	20	0	40	10	44	90	90	70 (40)
	8216	30	70	10	100	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)
	OE29-2	90 (20)	90	100 (30)	100 (30)	100 (100)	100 (100)	100 (100)	100 (100)
平均		47 (18)	42 (2)	61 (20)	66 (6)	79 (64)	94 (72)	98 (82)	95 (85)

a) 供試台木・品種

台木: LS; LS89, BF101; BF興津101号, PFNT; PFNT 1号, BFNT; BFNT-R, ヘルシー
品種: 瑞栄, 桃太郎; 桃太郎エース, ボンデローザ (対照品種)

b) 上段は発病株率 (%), 下段 () 内は枯死株率 (%)

表4 岡山県内産地及び全国の菌株と台木用品種の発病(1991)

菌株番号	LS ^{a)}	BF101	PT 1	PT 2	P 1	P 2	BR	ボンデ
ト-6	0 ^{b)}	0	0	5	0	1	7	10 (10)
ト-9	3	5	7	9 (1)	2	6	8	10 (10)
ト-12	7 (4)	7 (3)	9 (6)	10 (6)	9 (4)	9 (6)	6 (3)	10 (10)
(ア-1)	10 (10)	10 (3)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (9)	10 (10)
ア-2	6 (4)	10	9 (8)	10 (8)	8 (6)	10 (10)	10 (5)	10 (10)
阿新平均	5.2 (3.6)	6.4 (1.2)	7.0 (4.8)	8.8 (5)	5.8 (4)	7.2 (5.2)	8.2 (3.4)	10 (10)
ト-14	5	2	7	10 (8)	1	10 (8)	10 (5)	10 (10)
ト-15	10 (4)	10 (1)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)
ト-16	10 (4)	10 (4)	10 (6)	10 (10)	10 (4)	10 (6)	10 (9)	10 (10)
ユ-1	9 (1)	8 (3)	10 (8)	10 (10)	10 (6)	10 (10)	10	10 (10)
湯野平均	8.5 (2.3)	7.5 (2.0)	9.3 (6)	10 (9.5)	7.8 (5)	10 (8.5)	10 (6)	10 (10)
(ト-18)	10 (10)	10 (2)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (8)	10 (10)
(ト-19)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)
(ビ-1)	10 (10)	10 (5)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (8)	10 (10)
ビ-2	5	3	9	10	5	8	10	10 (10)
(ビ-3)	9 (4)	5	10 (10)	10 (8)	10 (10)	10 (9)	10 (1)	10 (10)
(ビ-5)	10 (10)	10 (8)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)
(ビ-6)	10 (10)	10	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (6)	10 (10)
美星平均	9.1 (7.7)	8.3 (3.6)	9.9 (8.6)	10 (8.3)	9.3 (8.6)	9.7 (8.4)	10 (6.1)	10 (10)
カー1	0	5	6	10 (5)	3 (1)	5	10 (2)	10 (10)
カー2	10	7 (1)	10 (5)	10 (10)	10 (5)	10 (10)	10 (2)	10 (10)
カー3	10 (10)	10	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)	10 (10)
(カー4)	10 (7)	9	10 (10)	10 (10)	10 (6)	10 (8)	10 (10)	10 (10)
(カー5)	4	7	3	7 (6)	9 (1)	8 (2)	4 (1)	10 (10)
賀陽平均	6.8 (3.4)	7.6 (0.2)	7.8 (5)	9.4 (8.2)	8.4 (4.6)	8.6 (7)	8.8 (5)	10 (10)
8434	7	3	10 (2)	6	7 (1)	10 (2)	5	10 (10)
8107	7 (3)	3	4 (3)	9 (5)	4 (2)	3 (2)	6 (1)	10 (10)
8215	4	3	5	2	3	3	8	10 (10)
8216	6 (3)	8	6 (3)	10 (5)	3 (2)	10 (8)	8 (1)	10 (10)
8207	1	0	2	2	1	5	1	10 (10)
8304	7	7	6 (2)	10 (10)	5	9 (4)	9 (3)	10 (10)
7322	4 (2)	4	9 (4)	10 (9)	7 (2)	9 (5)	10 (5)	10 (10)
821301	6 (1)	5 (1)	6 (2)	10 (5)	4 (1)	10 (7)	9 (2)	10 (10)
全体平均	7 (3.6)	6.8 (1.4)	8 (5.3)	9.1 (7.1)	7.1 (4.6)	8.6 (6.5)	8.8 (4.4)	10 (10)

a) 台木品種：LS；LS89，BF；BF興津101号，PT 1；PFNT 1号，PT 2；PFNT 2号
P 1；PFN 1号，P 2；PFN 2号，BR；BFNT-R，ボンデ；ボンデローザ

b) 上段：供試10株中の発病株数，下段（ ）：同枯死株数

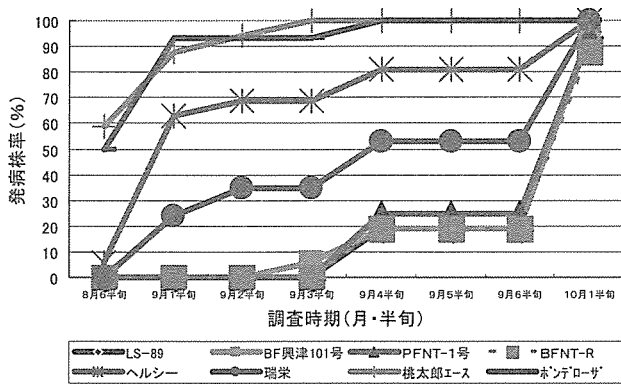


図7 汚染圃場における台木用及び生食用品種の発病推移 (1990)

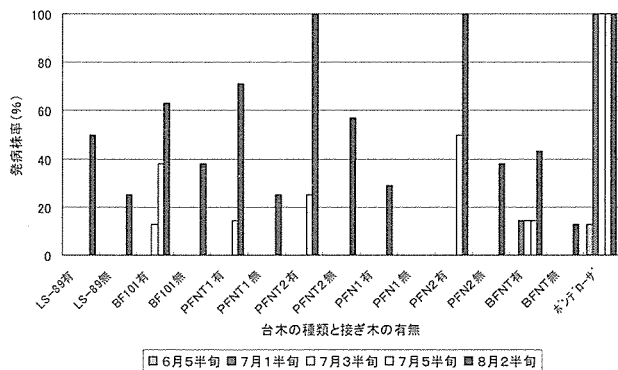


図8 汚染圃場における接ぎ木の有無と台木用品種の発病 (1991)

マトでは温室内での検定条件の検討が行われ (Winstead and Kelman, 1952 ; Krausz and Thurston, 1975 ; Mew and Ho, 1977), 接種方法としては根部に対する浸漬接種, 断根かん注接種, 茎葉部に対する茎部注射接種, クリップング接種 (青枯病菌を付着させた刃物で茎葉を刈り取る接種法) が主なものであった。しかし, 我が国では幼植物を用いた検定における接種条件はほとんど検討されていなかった (門馬ら, 1993) ことから, トマトの台木用品種を供試し, 断根かん注接種, 茎部注射接種の2方法を用いて植物の葉齢, 接種後の温度及び接種菌濃度を検討した。

供試植物の葉齢については, これまで我が国では本葉4~6葉期の苗を用いた試験が多く, いずれも抵抗性の検定ができる又は品種間で発病程度が異なるとしたが (小谷ら, 1970 ; 山川, 1978 ; 安永ら, 1986), 葉齢の違いが抵抗性に与える影響についての報告は比較的少ない (中保ら, 1996 ; 松永ら, 1999)。本試験の断根かん注接種では, 本葉10葉期で罹病性品種と台木用品種及び

台木用品種間で発病程度に差がみられたが, 5葉期ではいずれも発病程度が高く差はほとんどみられなかった。また, 茎部注射接種では台木用品種と罹病性品種との発病程度の差は, 本葉10葉期が5葉期に比べて顕著であった。これらの結果は, いずれの接種法でも抵抗性品種では播種4週間後 (草丈8cm) と6週間後 (同24cm), 7週間後 (同38cm) の間には発病程度に明らかな差があり, 葉齢が進むほど罹病性品種との差が顕著とした報告 (Winstead and Kelman, 1952) や断根かん注接種時の苗齢が大きいほど発病の頻度が減少するとした報告 (中保ら, 1996) とほぼ一致した。これらのことから, 本葉5葉期程度より葉齢の進んだ本葉10葉期以上の植物を用いる方が, いずれの接種とも台木用品種の抵抗性を検定するのに適していると考えられた。

接種後の温度については, 茎部注射接種後の土壌温度が26, 30, 32℃と高くなるにしたがって発病程度も高くなる抵抗性系統が多く (Mew and Ho, 1977), 断根かん注接種でも接種後温度が低い場合 (26.6℃) より高い場合 (32.2℃) で抵抗性系統間の発病程度が顕著に異なる報告もある (Krausz and Thurston, 1975)。本試験では, いずれの接種でも多くの台木用品種は接種後の温度が25, 30, 35℃と高くなるにしたがって発病程度も高まり, 同様の結果となった。また, 温度の違いによる品種間の発病程度の差は菌株によって異なり, 多くの品種が発病する菌株では接種後の温度が35℃に比べて25, 30℃が, いずれの品種も発病が少ない菌株では25℃に比べて30, 35℃が, それぞれ品種間差が大きくなった。これらのことから, いずれの接種法でも25~35℃の範囲内で台木用品種の抵抗性検定は可能であり, その範囲内では接種後温度が高いほど供試品種の発病程度が高くなるが, 品種間差をみる場合の最適温度は菌株により異なると考えられた。

接種菌濃度については, 接種菌液の希釈倍数が高まるほど抵抗性系統の発病程度が低下した報告 (Winstead and Kelman, 1952) や接種菌濃度が低いほど発病の頻度が減少するとした報告 (中保ら, 1996) があり, 本試験結果とほぼ一致した。また, Krausz and Thurston (1975) は約 10^7 個/ml, 松永ら (1999) の簡易幼苗検定法では約 10^8 個/ml, 根部浸漬接種ではあるが門馬ら (1993) は約 10^9 個/mlを接種菌濃度として用いている。本試験でも最低気温が20℃前後の条件では, 菌株の違いに関わらず台木用品種が発病する接種菌濃度は 10^8 個/mlであった。したがって, 台木用品種の抵抗性を断根かん注接種で検定するには, 接種後の最低気温が約20℃以上の温室内では接種菌濃度は約 10^8 個/mlと考えられた。

一方、茎部注射接種では、Mew and Ho (1977) は 10^7 個/ml、Krausz and Thurston (1975) は約 10^7 個/ml、安永ら (1986) は約 10^6 個/ml を試験の接種菌濃度として用いているが、本試験では台木用品種の発病確保ができたのは9月接種で約 10^8 個/ml であり、これまでの報告よりやや高かった。これは、これまでの報告で用いられた供試台木比べて本試験の供試台木が青枯病抵抗性が高かったことや葉齢が大きかったことが考えられた。したがって、台木用品種の抵抗性を茎部注射接種で検定するには、接種後の最低気温が 27°C の温室内では接種菌濃度は約 10^8 個/ml と考えられ、接種する場合に 10^8 個/ml では断根かん注接種より温室内の最低気温を高くする必要があると判断された。

これまでの試験結果から、トマトの台木用品種の青枯病抵抗性を検定する方法として、断根かん注接種及び茎部注射接種ではいずれも、葉齢は約10葉期、接種後温度は $25\sim 35^{\circ}\text{C}$ 、接種菌濃度は約 10^8 個/ml が適していると判断された。

これらの条件を他のナス科作物の検定法と比較すると、菌株選定で用いたナス属植物用の断根かん注接種法(尾崎・木村, 1989) では育苗日数が60日以上で本葉10葉期の苗、接種菌濃度は 10^8 個/ml が最適で、平均室温が 26.1°C と 30.1°C の変温条件ではいずれも検定可能であり、本試験の断根かん注接種法とほぼ同様であった。したがって、断根かん注接種法については、トマト台木用品種とナス属植物の青枯病抵抗性の検定条件はほぼ同様と考えられた。

次に、抵抗性の高いトマトの台木用品種を導入するため、岡山県及び全国から採集された菌株に対する台木用品種の抵抗性を検討しようとした。その際、両接種法を比較するといずれの方法も同様の検定条件となったが、検定に要する労力面や使用面積から、多数の菌株を用いる場合、断根かん注接種が茎部注射接種より優れると考えられた。したがって、断根かん注接種を用いて台木用品種の抵抗性を検定した結果、‘BF 興津101号’は抵抗性が最も高く、次いで‘LS89, BFNT-R, PFN 1号’の順に高いと判断された。同じ品種を用いた試験では‘LS89, PFNT 1号’の抵抗性が最も高く、その他の品種も同程度に抵抗性を示した(安永ら, 1986)とされ、本試験とほぼ同様の結果であった。

一方、台木用品種に対する供試菌株の病原性については、‘BF 興津101号, LS89’を特異的に侵す菌株は認められなかった報告(野菜試, 1976)や‘LS89’に対する病原力は菌株により著しく異なり、‘LS89’に接ぎ木したトマトから分離した菌株による接種では、罹病性品

種から分離した菌株に比べて‘LS89’の枯死株率が高い傾向であった報告(安永ら, 1986)がある。本試験でも‘BF 興津101号, LS89’及びその他の台木用品種について特異的に侵す菌株は認められなかったが、いずれの台木用品種も高率に枯死させる菌株があり、接ぎ木したトマトから分離した菌株による接種で枯死株率が高い傾向があり、これらの報告とほぼ一致した。しかし、本試験のト-19菌やビー-6菌は‘BF 興津101号’に接ぎ木しても激発した圃場から採集した菌株であるが、安永ら(1986)が指摘したように‘BF 興津101号’だけを特異的に侵すのではなく、多くの抵抗性台木を高率に枯死させる菌株であると考えられる。‘BF 興津101号’と‘LS89’は導入先が異なって抵抗性も異なることが推察されるが、トマトの青枯病抵抗性は複数の遺伝子に支配される(山川, 1978)と考えられており、各種抵抗性台木と菌株の特異的反応の有無については、さらに検討が必要である。

幼植物を用いた人工接種による抵抗性検定は、いかに自然感染による発病様相を再現するかが重要である(尾崎・木村, 1989)。本試験では、汚染圃場で台木用品種は生食用品種に比べ抵抗性が高いこと、台木用品種の中でも生食用品種と同程度に発病する品種があることが明らかとなり、これらの結果は幼植物を用いた断根かん注接種法の結果とほぼ一致した。また、汚染圃場作成に用いたOE29-2菌による接種試験結果も汚染圃場での結果とほぼ一致した。門馬ら(1993)は、汚染圃場の自然発病による検定で抵抗性と判断されたものが、必ずしも幼苗検定で高い抵抗性を示さなかったとしているが、本試験と共通の供試品種だけについてみると汚染圃場と幼苗の検定結果とはよく一致していた。

一方、本試験で強度の抵抗性と考えられる台木用品種の汚染圃場での発病程度は、断根かん注接種における結果とやや異なった。すなわち、前記のように幼植物検定で抵抗性が相対的に低い品種については両検定結果は一致したが、幼植物検定で抵抗性が最も高いと判断された‘BF 興津101号’が汚染圃場ではかなり発病し、‘LS89’より発病株率が高かった。これは、‘BF 興津101号’と‘LS89’の抵抗性比較について、幼植物検定と圃場試験で結果が異なることが指摘されており(山川, 1978)、本試験でも同様の結果となった。さらに、松田(1977)は幼植物検定法では抵抗性程度の差が大きく、明らかに質的な差がある個体選抜に有効と述べている。

これらのことから、現地圃場に抵抗性台木・品種を導入する場合、抵抗性程度が比較的低い生食用品種や台木用品種については、現地で採集した菌株による断根かん

注接種法により実用性を判断できると考えられた。しかし、高度の抵抗性台木品種の選定については、断根かん注接種法とともに、汚染圃場試験との併用や現地試験での抵抗性検定が必要と考えられた。また、断根かん注接種による幼植物検定や無接ぎ木状態の圃場検定では、高度抵抗性台木品種はほとんど外部病徴が認められないことが多いが(安永ら, 1986; 門馬ら, 1993), 本試験では地際付近の自根台木の茎における維管束褐変の有無と接ぎ木した植物の発病程度が同様の傾向を示すことから、ナスの抵抗性台木でも指摘されているように(岡山ら, 1991), 地際付近における茎の維管束の褐変の有無や程度を精査し、台木用品種の実用性を判定することが重要と考えられた。

摘 要

岡山県内の産地からトマト青枯病菌を採集し、市販のトマト抵抗性台木・品種について、幼植物を用いた抵抗性検定の方法及びその条件と汚染圃場での抵抗性を検討した。

1. 台木用品種の青枯病抵抗性を検定する方法として、断根かん注接種及び茎部注射接種では葉齢は約10葉期、接種後温度は25~35℃、接種菌濃度は約 10^8 個/mlが適していると判断された。
2. 断根かん注接種による岡山県及び全国から採集された菌株に対する台木用品種の発病程度は、菌株により異なったが、枯死株数でみると‘BF 興津101号’が最も少なく、次いで‘LS89’であり、‘PFNT 2号’が最も多かった。
3. 汚染圃場で台木品種は生食用品種に比べ抵抗性が高いこと、台木品種の中でも生食用品種と同程度に発病する品種があることが明らかとなり、これらの結果は幼植物を用いた断根かん注接種法の結果とほぼ一致した。

引用文献

- 原 秀紀・小野邦明 (1983) タバコ立枯病菌の発生病態に関する研究 第1報 病原細菌の検出・定量用培地. 岡山たばこ試報, 42: 127-138.
- 飯田 格 (1974) 土壤伝染性病害についての調査. 日植病土壤伝染病談話会資料, 7: 20-26.
- 小玉孝司・福井俊男・中西貴徳 (1979) 太陽熱とハウス密閉処理による土壤消毒法について II. イチゴ萎黄病ほか土壤伝染性病害に対する土壤消毒効果と効果判定基準の設定. 奈良農試研報, 10: 83-92.
- 小谷 晃 (1970) 研究情報. 8: 51-52.
- Krausz, J. P. and Thurston, H. D. (1975) Breakdown of resistance to *Pseudomonas solanacearum* in tomato. *Phytopathology*, 65: 1272-1274.
- 栗山尚志 (1970) トマト青枯病萎ちょう病複合耐病性台木系統の育成. 新しい技術 第8集 III園芸, 農林水産技術会議事務局, 51-52.
- 松田俊夫 (1977) タバコ立枯病抵抗性品種の育成に関する研究. 宇都宮たばこ試報, 15: 1-98.
- 松永 啓・一色正美・佐藤隆徳・吉田建実 (1999) トマトの青枯病抵抗性の簡易幼苗検定法の確立. 園学雑, 68 (別2), 263.
- Mew, T. W. and Ho, W. C. (1977) Effect of soil temperature on resistance of tomato cultivars to bacterial wilt. *Phytopathology*, 67: 909-911.
- 門馬信二・成河智明・坂田好輝・飛驒健一 (1993) トマト品種の青枯病抵抗性. 野菜・茶試研報A, 6: 1-12.
- 向 秀夫 (1951) トマト青枯病とその防除. 農業及び園芸, 26: 95-98.
- 村越重夫・高橋 基 (1984) トマト青枯病に対する数種防除法の検討. 神奈川園試研報, 31: 50-56.
- 西山幸司 (1977) 凍結法による植物病原細菌の保存. 植物防疫, 31: 465-467.
- 西山幸司 (1978) 植物病原細菌簡易同定法の試案. 植物防疫, 32: 283-288.
- 岡山健夫・萩原敏弘・中野智彦・谷川元一 (1991) 青枯病抵抗性台木 ‘カレヘン (*Solanum sanitolongsei*)’ に接いだナスの発病要因. 関西病虫研報, 33: 78.
- 太田光輝・森田 備 (1981) 抑制トマトの青枯病とその防除. 静岡農試研報, 26: 43-39.
- 菅原眞治・桜井 三・鈴木智博・伊藤克己・山下文秋・高瀬尚明 (1989) トマト青枯病・萎ちょう病 (J3) 抵抗性台木品種「ツエーゼ」の育成経過と特性. 愛知農総試研報, 21: 158-169.
- 鈴木孝仁 (1980) 施設野菜の土壤病害. 化学と生物, 18: 619-625.
- 鈴木一平・菅原祐幸・小谷 晃・戸高重信・島田英雄 (1964) ナスおよびトマト青枯病耐病性育種素材に関する研究. 園試報, A3: 7-106.
- 竹内妙子 (1991) トマト青枯病菌の生食用及び台木用トマトに対する病原性. 関東東山病害虫研報, 38: 75-77.
- 脇 本 哲 (1965) OP 1 phage (*Xanthomonas oryzae*

- .bacteriophage)の増殖に関する研究 第1報 種々の条件下の一段増殖実験. 九大農学芸誌, 15: 151-160.
- Winstead, N. N. and Kelman, A. (1952) Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology*, 42: 628-634.
- 八木三郎 (1985) 今期の管理作業 (病虫害防除) トマト青枯病. 蔬菜誌, 35(3): 40.
- 山川邦夫 (1978) トマト・ナス青枯病の品種抵抗性. 植物防疫, 32: 197-200.
- 山川邦夫 (1985) LS89. 蔬菜の新品種 9, 日本園芸生産研究所 編, 誠文堂新光社, 東京. pp. 76. 野菜試病害2研究室 (1976) 昭和51年病害に関する成績, 78-80.
- 安永忠道・青井俊雄・重松喜昭 (1986) トマト青枯病の接木による防除. 愛媛農試研報, 25: 35-41.
- 米山伸吾 (1985) トマト青枯病に対する品種・台木の抵抗性. 関東病虫研報, 32: 85.

Summary

To confirm bacterial wilt disease resistance of tomato varieties, assay for the young seedlings was examined by root-cutting method and stem-injection method using isolates of *Ralstonia solanacearum*. The suitable plant age and incubation temperature were 10-leaves seedling and 25~35°C in both inoculation methods. On the other hands, the bacterial concentration as inoculums was approximately 10^8 CFU/ml in both inoculation methods. Although disease resistance of tomato varieties screened with the root-cutting method was wide diversity, a rootstock variety 'BF Okitsu 101' showed highest resistance to isolates of *R. solanacearum*. This result suggests that this rootstock in tomato cultivations is useful to escape the damage of the disease. Furthermore, these resistant levels screened with the root-cutting method were related to those of the formula field test, indicating that this assay system is effective for evaluating the rootstocks of tomato cultivars.