施設栽培トマトにおけるウイルス病の発生要因 (II)

タバコモザイクウイルスの系統とタバコモザイクウイルス抵抗
性遺伝子との関係およびえそ症状発現におよぼす温度の影響¹⁾

広 岡 卓*・獅 山 慈 孝*

京都大学農学部植物病理学研究室*

施設栽培トマトの重要病害の一つであるウイルス病をとりあげ、1974年の圃場調査の結果²⁾をもとにして、えそ症状の起こる原因をトマト品種のタバコモザイクウイルス (TMV) 抵抗性遺伝子型と温度条件の立場から解析した。

TMV 抵抗性遺伝子の異なるトマト8品種に、TMV 普通系 (TMV-OM), TMV L 系 (TMV-L), キュウリモザイクウイルス (CMV) およびポテトウイルス X (PVX) をそれぞれ接種して葉の示す反応を調べ、つぎの結果をえた。TMV-OM と TMV-L の感染に対して、感受性品種 (+/+) である福寿2号とボンテローザは糸葉状の奇型を伴うモザイク症状を示し、Tm-1 遺伝子をヘテロにもつ FTVR-50 とそれをホモにもつ GCR-237 は無病徴感染型の反応を示し、Tm-2^a 遺伝子をヘテロにもつ大型瑞光はえそ症状を示し、Tm-1, Tm-2^{ab} および Tm-2^a 遺伝子をそれぞれヘテロにもつ玲光と Tm-2^a 遺伝子をホモにもつ GCR-267 は免疫型の反応を示した。Tm-2^{ab} 遺伝子をホモにもつ GCR-236 は、TMV-OM に対して免疫型の反応を、TMV-L に対して一部のものはえそ症状を示したが、ウイルスの増殖量は低いレベルに抑えられた。一方、CMV は TMV とは異なるモザイクを、PVX は ringspot を伴ったモザイクを供試8品種のすべてに生じた。静岡県で採集したモザイクおよびえそ症状株のうち4株から分離した TMV トマト系 (TMV-T) は、それぞれ大型瑞光にえそ症状を起こした。また、それらは TMV-L に対して無病徴感染型の反応を示す Tm-1 遺伝子をもつトマト (FTVR-50, GCR-237) に、糸葉状の奇形を伴うモザイクを生じた。

えそ症状発現に及ぼす温度の影響を調べたところ、大型瑞光と TMV-L との間で起こるえそ症状は、温度変化に関係なく 17, 22 および 27°C でえそ症状を示した。しかし、大型瑞光と TMV-OM との間で起こるえそ症状は、温度依存性であって 17°C では発現が阻害され、ウイルスは増殖しなかったが、22 および 27°C ではえそ症状が起こりウイルスも増殖した。以上のことから、施設栽培における TMV によるトマトウイルス病の防除には TMV の系統の分布を考慮した上で栽培品種を選ぶと同時に、栽培時の温度管理に十分注意する必要がある。

¹⁾ Takashi HIROOKA and Jiko SHISHIYAMA*: Affecting Factors on the Outbreak of Tomato Virus Diseases in Greenhouse (II). Relation between Strains of Tobacco Mosaic Virus and Resistant Genes for Tobacco Mosaic Virus of Tomato Plant, and Effect of Temperature on Appearance of Necrotic Symptom.

* Laboratory of Plant Pathology, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan.

本研究は昭和50年度文部省科学研究費特定(1)(011309号)によって行った。付記して謝意を表する。

* 京都大学農学部植物病理学研究室 業績 No. 323

1976年7月26日受付

緒 言

筆者らはさきに施設栽培トマトのモザイク、糸葉およびえそ症状株を採集し、その病原ウイルスと病徴ならびにトマトがもつタバコモザイクウイルス (TMV) 抵抗性遺伝子との関係について報告した²⁾。すなわち、トマトがもつと考えられる TMV 抵抗性遺伝子型によって病徴が異なり、TMV の系統と TMV 抵抗性遺伝子型との間に特異性があり、えそ症状は TMV トマト系 (TMV-T) と Tm-2^a 遺伝子をもつトマトとの組合せで発現するのではないかと推察した。

圃場調査で判明した上述の現象に再現性があるか否かは防除上大きな問題となる。したがって、本報ではトマトにモザイク症状およびえそ症状を発現すると思われる TMV の L 系 (TMV-L), TMV 普通系 (TMV-OM), キュウリモザイクウイルス (CMV) およびポテトウイルス X (PVX) を, TMV 抵抗性遺伝子型を異にするトマトにそれぞれ接種し, 圃場で観察した病徴が接種実験によっても発現するか否かを調べるとともに病徴発現と温度の関係についても検討した。

材料および方法

1. 供試ウイルス 接種源ウイルスとして, TMV-OM, TMV-L, CMV および PVX を用いた。TMV-L は 1964 年大島ら⁵⁾が北海道においてトマトから分離した TMV の一系統である。

2. 供試トマト品種 トマトの供試品種は 8 品種であり, 遺伝子型とともに Table 1 に示した。トマトの育成は, 種子を 25°C の湿室で催芽して, 発芽の整一なものを殺菌砂壌土を入れたポットに移植し, 20~28°C のガラス室で行った。

3. 接種方法 TMV-OM は研究室保存の純化ウイルスを 1/15 M リン酸緩衝液 (pH 7.0) で希釈して 1 mg/ml の濃度としたものを, TMV-L, CMV および PVX は分譲をうけた接種源をトマトに接種して増殖させ, 罹病葉 3~4 枚を上記リン酸緩衝液とともに乳鉢で磨砕したものを, 第 1 本葉展開期のトマトの第 1 本葉と子葉とにそれぞれカーボランダム法で接種した。接種したトマトは 20~28°C で育成した。

4. TMV-T の分離 圃場で採集した罹病トマト葉の汁液を *Nicotiana tabacum* (Bright Yellow) に接種し, 葉に生じた局部病斑を 1 個切り取り, さらにその汁液を Bright Yellow に接種する操作を 3~4 回繰返したのち, トマト (ポンテローザ) で増殖させて接種源とした。このようにしてえられた TMV の 4 分離株 (Table 2) に対する検定植物の諸反応は, 小室ら⁴⁾が報告した TMV トマト系のそれらに類似していたので, これら 4 分離株を TMV-T とした。なお, 接種源をインゲン葉 (大手芒) およびササゲ葉に接種して TMV-OM および CMV が混入していないことを確かめた。

結 果

1. TMV-OM, TMV-L, CMV および PVX に対する供試トマト 8 品種の反応

1974 年の圃場調査の結果²⁾, トマトの葉や果実にあそ症状が現れるのは, トマトのある特定の品種と TMV-T

との相互作用によると考えられたので, それを検討するため下記の実験を行った。すなわち, TMV 抵抗性遺伝子型の異なるトマト 8 品種に, TMV-OM, TMV-L, CMV および PVX を接種し, トマトの示す病徴の差異を調べた。その結果は Table 1 のようである。なお,

Table 1. Responses of different cultivars of tomato plants inoculated with TMV-OM, TMV-L, CMV and PVX.

Cultivar used	Inoculum			
	TMV-OM	TMV-L	CMV	PVX
Fukuju-2 (+/+) ^{d)}	MF ^{a)} 9/9 ^{b)} (+) ^{c)}	MF 9/9 (+)	MF 9/9	MR 9/9
Ponteros (+/+)	MF 9/9 (+)	MF 9/9 (+)	MF 9/9	MR 9/9
FTVR-50 (Tm-1/+)	SM H 7/9 2/9 (+)(+)	SM H 6/9 3/9 (+)(+)	MF 9/9	MR 9/9
Ogatazuiko (Tm-2 ^a /+)	N 9/9 (+)	N 9/9 (+)	MF 9/9	MR 9/9
Reiko (Tm-1/+ + Tm-2 ^{av} /Tm-2 ^a)	H 6/6 (-)	H 6/6 (-)	MF 6/6	MR 6/6
GCR-237 (Tm-1/Tm-1)	H 8/8 (+)	H 8/8 (+)	MF 8/8	MR 8/8
GCR-236 (Tm-2 ^{av} /Tm-2 ^{av})	H 8/8 (-)	H N 5/8 3/8 (±)(+)	F 8/8	MR 8/8
GCR-267 (Tm-2 ^a /Tm-2 ^a)	H 8/8 (-)	H 8/8 (-)	MF 8/8	MR 8/8

a) Symptom observed at 4 weeks after inoculation. MF: mosaic with fern leaf; SM: slight mosaic; N: necrosis; F: fern leaf; MR: mosaic with ringspot; H: no symptom.

b) Number of plants with symptom/number of plants used.

c) Local lesions on leaves of *Nicotiana glutinosa* at 4 weeks after inoculation. +: more than eleven local lesions; ±: less than ten local lesions; -: no local lesion.

d) Bracket shows genotype.

TMV-OM と TMV-L を接種したものは 4 週間後に上位葉の汁液を *Nicotiana glutinosa* 葉に接種して生じた局部病斑数を調べウイルス増殖の有無を判定した。

1) TMV-OM を接種した場合

えそ症状を生じたのは, TMV 抵抗性遺伝子 Tm-2^a をヘテロにもつ大型瑞光であった。接種約 2 週間後に頂葉の葉脈にそってえそ条斑を生じ, その周囲は黄化して彎

曲奇形葉となった。また、えそ斑点が上葉や接種葉に生じたものもあった。えそ斑を生じたものの生育は著しく阻害された。その他の品種は、TMV-OM に対して、福寿2号とボンテローザはモザイク型、FTVR-50とGCR-237は無病徴感染型、玲光、GCR-236およびGCR-267は免疫型の反応をそれぞれ示した。

2) TMV-L を接種した場合

えそ症状は、大型瑞光とGCR-236の一部とに生じた。大型瑞光では接種約1週間後に接種葉にえそ斑点を、その2~3日後には頂葉の葉脈にえそ条斑を生じた。その後はTMV-OMの場合と同じ症状となった。GCR-236のほとんどの株は無病徴であったが、少数の株は接種約20日後にえそ斑点を伴った奇形葉を生じ、その後は生育が阻害された。上位葉のウイルス量を *N. glutinosa* の局部病斑で検定すると、えそ株のウイルス量は無病徴株よりはるかに高かった。他の品種では、TMV-OMの場合と同じ反応を示した。以上の結果から、TMV-L に対して、福寿2号とボンテローザはモザイク型、大型瑞光はえそ型、FTVR-50とGCR-237は無病徴感染型、玲光とGCR-267は免疫型の反応を示すと考えられる。とくにGCR-236は無病徴でしかもウイルスの増殖をよく抑える品種であると考えられるが、その少数株にはえそ斑点が現れたので、さらに詳細な検討が必要である。

3) CMV を接種した場合

GCR-236を除き、他の7品種はすべて接種約2週間後に上葉が萎縮し、20日後には葉脈が白化した後、葉は全体に淡黄緑色となり1カ月後には糸葉となった。GCR-236は黄化と矮性の劣性遺伝子 *nv* をホモにもつ品種⁶⁾で、植物体は黄緑色であるため葉色の変化は認められなかったが、約1カ月後に糸葉となった。以上の結果から、トマトはCMVに対して、TMV抵抗性遺伝子型に関係なく、TMVの感染によって生ずるモザイクとは異なるモザイク症状を呈する糸葉になることが判明した。

4) PVX を接種した場合

供試8品種のすべてが、接種5日後に接種葉にえそ斑点を生じ、その後上葉にも同様のえそ斑点が現れて黄化したモザイク葉となった。したがって、トマトはPVXに対してTMV抵抗性遺伝子型に関係なくえそ斑点を伴うモザイク症状になるといえる。

2. 採集罹病トマトから分離した TMV-T による病徴

モザイク株とえそ株から分離したTMV-Tが異なるか否かを、またそのTMV-TはTMV-Lと異なるか否かを確かめるため以下の実験を行った。すなわち、採集株²⁾のうち、No. 17 (FTVR-50のモザイク株)、No. 19

(試交 476, Tm-1/+・Tm-2^a/+ の無病徴株)、No. 20 (試交 477, Tm-2^a/+ のえそ株)、No. 24 (接木栽培をした玲光のえそ株) からそれぞれ分離したTMV-Tを、供試8品種に接種し病徴を観察した。その結果はTable 2 のようである。モザイク株およびえそ株から分離した

Table 2. Responses of different cultivars of tomato plants inoculated with TMV-T isolated from samples in Shizuoka.

Cultivar used	Inoculum (TMV-T isolated)			
	No. 17	No. 19	No. 20	No. 24
Ponterososa	MF ^{a)} 3/3 ^{b)} (+) ^{c)}	MF 3/3 (+)	MF 3/3 (+)	MF 3/3 (+)
FTVR-50	MF 3/3 (+)	MF 3/3 (+)	MF 3/3 (+)	MF 3/3 (+)
Ogatazuiko	N 8/10 (+)	N 8/11 (+)	N 10/10 (+)	N 10/12 (+)
Reiko	N 1/7 (+)	H 6/7 (-)	N 10/10 (-)	H 4/11 (+)
Shiko-476 ^{d)}		N 8/10 (+)	N 11/11 (+)	
GCR-237	SMF 3/3 (+)	SMF 3/3 (+)	SMF 3/3 (+)	SMF 3/3 (+)
GCR-236	H 5/5 (-)	H 5/5 (-)	H 5/5 (-)	H 5/5 (-)
GCR-267	H 4/4 (-)	H 4/4 (-)	N 1/4 (+)	H 3/4 (-)

^{a)}-^{c)} refer to Table 1. SMF: slight mosaic with fern leaf.

^{d)} Genotype is Tm-1/+・Tm-2^a/+.

TMV-Tを接種したトマト7品種はともにほぼ同じ反応を示し、遺伝子型Tm-2^a/+のトマトにえそ症状を生じた。このことから、両症状株とも同じTMV-Tに感染しており、TMV-TとCMVの重複感染株(No. 20)²⁾のえそ症状は、TMV-Tによって起こり、TMV-Tは遺伝子型Tm-2^a/+のトマトにえそ症状を示すことが明らかとなった。

さらに、Table 2の結果とTable 1に示したTMV-Lに対する供試8品種の反応とを比較すると、遺伝子型Tm-1/+のトマトと遺伝子型Tm-1/Tm-1のトマトは、TMV-Lに対して無病徴感染型であったが、採集株から分離したTMV-Tに対しては、モザイク型の反応を示すことがわかった。TMV-Lと分離したTMV-Tは、

N. glutinosa とタバコ (Bright Yellow) に局部病斑を生じ、インゲン (大手芒) には局部病斑を生じないという同じ性質のため、検定植物によっては区別がつかないが、トマトの TMV 抵抗性品種を使うことによってさらに区別することができるから、TMV-L⁵⁾ をもふくめて従来 TMV トマト系⁴⁾とされていた一群の TMV には異なる系統がふくまれているのではないかと考えられる。WANG and KNIGHT⁷⁾ は TMV トマト系を広く集めて、それらの外被蛋白のアミノ酸組成を検べた結果、分離株により若干の相異があることを報告している。

試料 No. 20 は接木栽培した玲光のえそ株であったが、それから分離した TMV-T に対して玲光は無病徴であり、接種 1 カ月後の上位葉からウイルスを検出することはできなかった。したがって、試料 No. 20 のえそ症状は、玲光の TMV-T に対する反応型が接木栽培によって免疫型からえそ型に変化したためによると考えられる。

試交 476 の遺伝子型は Tm-1/+・Tm-2^a/+ であり、調査時には無病徴であったが、その試料からは TMV-T と CMV が検出された²⁾。このことは、試交 476 が TMV-T に対して無病徴感染型であるのか、あるいは調査時に潜伏期であったのか、そのいずれかである可能性が考えられる。Table 2 に示したように、試交 476 から分離した TMV-T (Table 2: No. 19) は接種試験の結果、試交 476 にえそ症状を生じたので、試料 No. 19 の株は、調査時に潜伏期にあったと考えられる。

3. えそ症状の発現と温度

ALEXANDER¹⁾ は、TMV の 4 系統 (Ohio strain I, II, III, V) に感染した遺伝子型 Tm-2^a/+ のトマトは、27~28°C でえそ症状を示すが、15~16°C では無病徴であると報告している。したがって、TMV-OM あるいは TMV-L と遺伝子型 Tm-2^a/+ のトマト、また TMV-L と遺伝子型 Tm-2^{no}/Tm-2^{no} のトマトの間にそれぞれみられるえそ症状の発現が温度に支配されるのではないかと考え、下記の実験を行った。すなわち、接種 2~3 日前から 17, 22 および 27°C で育成した大型瑞光に TMV-L および TMV-OM を、GCR-236 に TMV-L をそれぞれ接種した後、つづいて同じ温度に 20 日間保ち病徴の発現を観察した。その結果は Table 3 のようである。なお、22°C では自然日長のバイオトロン SA-100 (笹原製作所) を、17 と 27°C では 5,000 lux の連続照明下の恒温器を用いた。大型瑞光/TMV-L 間では、17, 22 および 27°C ですべてえそ症状を生じ、温度差による病徴の変化はみられなかった。大型瑞光/TMV-OM 間では、17°C ではえそ症状の発現が阻害され、*N. glutinosa* による局部病斑検定でウイルスは認められなかったので、低温では大型瑞光は、TMV-OM に対して免疫型になると考えられる。22°C における GCR-236/TMV-L 間では、16 株中 6 株がえそ症状を示した。本来この品種は無病徴であると考えられてきた。しかし本実験でえそ症状が現れた原因は明らかでなく、温度依存性の問題を含め今後検討すべき重要な問題である。

Table 3. Effect of temperature on the appearance of necrotic symptom.

Tomato/Virus combination	Trial	Symptom appeared at					
		17		22		27 (°C)	
		N	H ^{a)}	N	H	N	H
Ogatazuiko/TMV-L	1	2/5 ^{b)} (+) ^{c)}	3/5 (-)	10/10 (+)		10/10 (+)	
	2	5/8 (+)	3/8 (-)	6/8 (+)	2/8 (-)	6/8 (+)	2/8 (-)
Ogatazuiko/TMV-OM	1		5/5 (-)	9/9 (+)			
	2		12/12 (-)	11/12 (+)	1/12 (-)	12/12 (+)	
GCR-236/TMV-L	1		5/5 (-)	6/10 (+)	4/10 (±:3/4 -:1/4)		10/10 (±:3/10 -:7/10)
	2		6/6 (-)		6/6 (±:2/6 -:4/6)		6/6 (-)

a)-c) refer to Table 1.

考 察

1974年の圃場調査²⁾において、えそ症状を示したトマトは、遺伝子型が Tm-2^a/+ のものと遺伝子型が Tm-1/+・Tm-2^{nv}/Tm-2^a (玲光) を +/+ (BF 101) に接木栽培したものである。また、それらの罹病株からは TMV-T が検出され、CMV と重複感染している株もあった。今回の実験結果によれば、遺伝子型が Tm-2^a/+ のトマトは、TMV-L または TMV-OM に感染するとえそ症状を生じ、とくに TMV-OM の場合は 22°C 以上で発現する。しかし、他の遺伝子型の場合にはえそ症状は認められなかったもので、トマトがモザイクあるいはえそ症状になるのはトマトの品種とそれを侵すウイルスの種類または系統によって決まると考えられる。

小室³⁾は、1947~1961年に採集したトマトえそ条斑罹病 37 株の病原ウイルスの種類を調べ、検出されたウイルスをトマトのえそ条斑病の病原体としている。その中にはボンテローザに局部病斑を形成するものがあるので、ここでとりあげたえそ症状の病原体とは異なるものと考えられる。その後、同氏⁴⁾は、トマトのモザイク型、えそ型株から分離したウイルスの種類には差がなく TMV-T が多数を占めることを述べている。しかし、トマトの品種について記述がないため、本実験の結果と比較できない。

本実験の結果から TMV に対するトマトの反応型は、トマトのもつ TMV 抵抗性遺伝子の種類によってつぎのように分けることができる。

1) 病徴は軽いモザイクまたは無病徴であるが、ウイルスは増殖する (遺伝子型 Tm-1/+ および 遺伝子型 Tm-1/Tm-1 のトマトと TMV-L および TMV-OM の組合せ)。

2) 無病徴でしかもウイルスは *N. glutinosa* では検出されない (遺伝子型 Tm-2^a/Tm-2^a および 遺伝子型 Tm-1/+・Tm-2^{nv}/Tm-2^a のトマトと TMV-L および TMV-OM、遺伝子型 Tm-2^{nv}/Tm-2^{nv} のトマトと TMV-OM との組合せ)。

3) 無病徴であってウイルスの増殖を極めて低いレベルに抑える (遺伝子型 Tm-2^{nv}/Tm-2^{nv} のトマトと TMV-L の組合せ)。

4) 低温 (17°C) では 2) のタイプであるが、温度上昇 (22~27°C) とともにえそ症状を示し、ウイルスが増殖する (遺伝子型 Tm-2^a/+ のトマトと TMV-OM の組合せ)。

5) えそ症状を示しウイルスは増殖する (遺伝子型 Tm-2^a/+ のトマトと TMV-L の組合せ)。

一方、ALEXANDER¹⁾は、TMV を 5 系統 (Ohio strain I, II, III, IV, V) に分け、遺伝子型 Tm-2^a/+ のトマトは Ohio I, II, III, V に対して 15~16°C で無病徴であるが 27~28°C ではえそ症状を示し、Ohio IV に対しては 15~16°C および 27~28°C で、ともに無病徴であることを報告している。また遺伝子型 Tm-1/Tm-1 のトマトは、Ohio I, II に対して tolerant、Tm-2/Tm-2 および Tm-2^a/Tm-2^a のトマトはそれらに対して immune の反応を示すとしているから、供試した TMV-OM は Ohio I, II に類似すると考えられる。それに反し TMV-L と同様の反応を示すものは Ohio strain の中には認められなかった。

以上のようにトマトの TMV 抵抗性品種には遺伝子型において多種多様であり、それらが TMV に対して必ず抵抗性であるとはいえず、むしろ TMV の系統と遺伝子型の組合せによって感染型が決定されるようである。また、その感染型は栽培環境、とくに温度条件によって、抵抗性が感受性になることもある。それ故に TMV 抵抗性品種を栽培する場合には、分布密度の高い TMV の系統を知るとともに栽培法のほか環境条件にも十分注意を払うことが必要である。

本実験を行うにあたり、供試ウイルスである TMV-L、CMV および PVX を譲与された農林省植物ウイルス研究所大島信行博士ならびに小室康雄博士、さらにトマトの種子を分譲された静岡県農業試験場森喜作博士に対し深謝の意を表する。

文 献

- 1) ALEXANDER, L. J. 1971. Host-pathogen dynamics of tobacco mosaic virus on tomato. *Phytopathology* **61**: 611-617.
- 2) 広岡 卓・獅山慈孝. 1976. 施設栽培トマトにおけるウイルス病の発生要因 (I) ウイルスの種類と病徴およびタバコモザイクウイルス抵抗性遺伝子との関係. *生物環境調節* **14**: 9-14.
- 3) 小室康雄. 1963. わが国におけるトマト条斑病の病原ウイルス. *日植病報* **28**: 40-48.
- 4) 小室康雄・岩木満朗・中原 守. 1966. トマトのモザイク、えそ症状株から分離されるウイルス、とくに tobacco mosaic virus のトマト系について. *日植病報* **32**: 130-137.
- 5) 大島信行・後藤忠則・佐藤倫造. 1964. トマトから分離したタバコモザイクウイルスの一系統 (TMV-L) について. *北海道農試彙報* **83**: 87-99.
- 6) PELHAM, J. 1966. Resistance in tomato to tobacco mosaic virus. *Euphytica* **15**: 258-267.
- 7) WANG, A. L. and C. A. KNIGHT. 1967. Analysis of protein components of tomato strains of tobacco mosaic virus. *Virology* **31**: 101-106.

Summary

To confirm the previous results obtained from the field investigation on viral diseases of tomato plants in greenhouses, eight kinds of genetically different cultivars were mechanically inoculated with common strain of tobacco mosaic virus (TMV-OM), L strain of TMV (TMV-L), cucumber mosaic virus (CMV), and potato virus X (PVX). The causal factors of necrotic symptom on these inoculated plants were analyzed on the basis of the relationship between the strains of TMV and TMV-resistant genes of tomato plants. Moreover, our attention was focused on the temperature which affects the appearance of symptoms.

With the inoculation of TMV-OM and TMV-L, mosaic symptom accompanied with fern leaf was observed on Fukuju-2 and Ponterosa, susceptible plants. FTVR-50, heterozygous plant of Tm-1 gene, and GCR-237 (homozygous one) were tolerant to both TMV strains. Reiko, heterozygous plant of Tm-1, Tm-2^{nv} and Tm-2^a genes, and GCR-267, homozygous one of Tm-2^a, were immune to both TMV strains. On the other hand, both TMV strains caused typical necrotic symptom on Ogatazuiko, heterozygous plant of Tm-2^a gene. In the case of GCR-236, homozygous plant of Tm-2^{nv}, necrotic symptom was observed in 3 out of 8 plants by the

inoculation of TMV-L although this cultivar was immune to TMV-OM. CMV caused fern leaf or mosaic symptom accompanied with fern leaf, and PVX caused mosaic symptom with ringspot in eight cultivars used.

The tomato strain of TMV (TMV-T) isolated from diseased tomato plants with mosaic or necrotic symptom in Shizuoka Prefecture also caused necrotic symptom on Ogatazuiko. Since Reiko was immune to TMV-T isolated from diseased Reiko grafted on BF-101, the necrosis observed on Reiko in the greenhouses seems to be caused by physiological changes in grafting but not by the virus changed in pathogenicity.

Ogatazuiko inoculated with TMV-OM or TMV-L was incubated at 17, 22, and 27°C to confirm whether or not the appearance of symptom on tomato plant having Tm-2^a gene depends on temperature. The necrotic symptom appeared at a temperature higher than 22°C by the inoculation of TMV-OM, but the necrotic symptom appeared at a temperature higher than 17°C by the inoculation of TMV-L.

In control of viral necrotic disease of tomato plants in greenhouses, particular attention must be paid to the selection of immune or tolerant cultivars to the dominantly distributed TMV strain and regulation of temperature.

(Received July 26, 1976)