

愛媛県におけるトマト条斑病の発生について¹⁾

重松喜昭・橋泰宣

(愛媛県農業試験場)

緒 言

1971年から愛媛県の露地抑制栽培のトマトの茎葉, 特に新葉部や果実にエソを生ずるいわゆる条斑病が発生し, 年々増加の傾向にあり, 地域によっては大きな被害が見られ問題となっている。

本病は1890年代に北米で発生が認められ, その後 J ARRETT (1930) らによってウイルスに原因する事が明らかにされた。一方わが国においても小室 (1963) や小室ら (1966) の報告があり, それらによると TMV の一系統の単独感染による発生, および TMV と PVX, TMV と CMV の混合感染による発生を認めている。また後藤ら (1973) は北海道での TMV と PVX の混合感染による条斑病の発生について報告している。

著者らは1973年に上浮穴郡久万町畑の川, 直瀬の両地区および伊予郡中山町で発生したトマトの条斑症状株からその病原ウイルスを分離した結果, TMV のトマト系 (以下 TMV-T と略記) と PVX の環紋系 (以下 PVX-RS と略記) が検出されたので, これら両ウイルスを用いてトマトへの接種試験を行ない, 条斑病の再現を検討した結果両ウイルスの混合感染であることがわかった。また, これに付加えて TMV の弱毒ウイルス (TMV-L11A) が PVX-RS と TMV-T の混合感染に及ぼす病徴発現への影響についても試験を行ない興味ある結果が得られたのでここにその概要を報告する。

本研究にあたり電子顕微鏡観察ならびに抗 TMV-T・PVX 血清の分譲等について多大のご便宜を載いた四国農業試験場山本孝彜氏に厚く御礼申し上げる。また TMV-L11A を快よく分譲していただいた植物ウイルス研究所大島信行博士に対し深謝の意を表する。

材 料 お よ び 方 法

1 試験に使用した材料は久万町直瀬および中山町天翅で発生したもので, 条斑症状株の果実あるいは葉を用い, それらに約10倍量の0.01Mリン酸かん衝液 (PH 7.0) を加え磨砕搾汁後カーボランダム法により数種の検定植物に接種してウイルスの種類検定を行なった。検定植物にはトマト (東光K), *Datura stramonium*, タバコ (Bright Yellow および Xanthi-ne), センニチコウ, ゴマ (白), *Chenopodium amaranticolor* を用い, これらの接種葉および新葉 (無接種上葉) に現われた病徴により判定した。なお併せて Dipping 法による 2% PTA 染色法での電子顕微鏡によるウイルス粒子の観察や抗 TMV-T 血清および抗 PVX 血清を利用したスライド法による反応試験も併用した。

1) On the occurrence of tomato streak disease caused by multiple infection of tobacco mosaic virus and potato virus X in Ehime Prefecture. By Yoshiteru SHIGEMATSU and Yasunobu TACHIBANA. Proc. Assoc. Pl. Prot. Sikoku, No. 9: 71-78 (1974)

2 条斑症状の激しい株（分離番号中-12）から分離した P V X および T M V の系統を確認するためには、インゲン（Top Crop）、*Nicotiana glutinosa*、タバコ（Bright Yellow および Xanthi - nc）ゴマ（白）、トマト（東光 K）、*Datura stramonium*、センニチコウ、*Chenopodium amaranticolor* 等を検定物として用い判定した。

また、T M V ならびに P V X の耐熱性・耐希釈性については単離した T M V および P V X をそれぞれトマト（東光 K）に接種し、そのトマト葉を接種源として10倍量の水道水を加えた後磨砕してタバコ（Xanthi - nc）に接種して local lesion 形成によりその限界点を試験した。

3 混合接種による病徴再現試験はトマト（東光 K）をビニール・ハウス内で育て行なった。育苗および栽培は慣行に従った。供試ウイルスは条斑病株（中-12）から分離した T M V - T を予め接種し、その後同様にして得られた P V X - R S を接種し、T M V - T 単独接種および P V X 単独接種のものとをトマト葉上に表われる病徴から比較検討した。

4 T M V - T と P V X - R S との混合感染に対する T M V - L 11 A の影響についての試験はトマト（東光 K）を用い、予めトマト葉に T M V - L 11 A を接種しておき、その12日後に T M V - T または T M V - T と P V X - R S の混合汁液を接種して、トマト葉上に現われる病徴の差異により検討した。

結 果

1. 発病株の典型的な病徴

トマトにおける病徴は第1表からも明らかなように、葉・茎・葉柄・果実にそれぞれエソを生じ、とくに茎に帯状もしくは条状のエソ斑点を形成するのが特徴であった。（写真参照）

2. 現地圃場で確認された病徴の種類

現地圃場におけるトマトの病徴は大部分が典型的な症状であったが、中には葉にモザイク症状のもの、あるいは糸葉症状のものなどが見られた。これらを分類したのが第2表である。これによると（久-1）および（中-10~13）ではトマトの各部に典型的エソ条斑を生じていたが、（中-1~3）および（中-4~9）では葉にモザイクのみを呈していた。なお（中-14）では葉にモザイク症状を示すと同時に糸葉症状を生じていた。

第1表 発病株の典型的病徴

発病部位	病 徴
葉	顕著なモザイクと葉脈間の点状エソ
葉柄	条状もしくは小斑状エソ
茎	表面性の帯状あるいは条状エソ（時として通道部に達す）
果実	表面性の不整形淡褐色の火腫状ないし瘡痂状エソ斑点

第2表 現地圃場でみられた病徴

試料番号	採取地	部 位 別 病 徴			
		葉	葉柄	茎	果実
（久 - 1）	久万町直瀬	M, I N	N	B N	N S
（中 - 1 ~ 3）	中山町天廻 （富田氏）	M	(-)	(-)	(-)
（中 - 4 ~ 9）	（森田氏 A 圃）	M	(-)	(-)	(-)
（中 - 10 ~ 13）	（森田氏 A 圃）	M, I N	N	B N	N S
（中 - 14）	（森田氏 B 圃）	M, F L	(-)	(-)	(-)

注) M = モザイク, I N = 脈間エソ, B N = 帯状エソ

M S = エソ斑点, F L = 糸葉症状

(-) = 無病徴

3. 発病株から分離されたウイルスの種類

久万町直瀬および中山町天翅の富田氏・森田氏の圃場で採取された発病株15点を7種の判別植物に接種し、あらわれた病徴と電子顕微鏡観察の結果よりウイルスの種類を判別した。その結果は第3表に示した。

第3表からも明らかのように、発病株から分離検出されたウイルスの種類はTMVとPVXの2種類であってCMVは全く分離されなかった。トマトにモザイクのみしか示していなかった試料(中-1~3)からはTMVのみしか検出されず、トマト(東光K)に再接種してもエソ病徴は現われずモザイクのみの発現であった。それ以外の試料からはすべてTMVとPVXが検出され、それらの混合感染である事が判明した。すなわち条斑病の典型的病徴を示す試料(久-1や中-10~13)からはTMVとPVXが検出された。また(中-4~9)と(中-14)はトマトにモザイク症状のみ、あるいはモザイクと糸葉症状を示していたがこれからもTMVとPVXの両ウイルスが検出された。

なおこれらの試料から分離されたウイルスは検定植物の病徴から、TMVは一応トマト系統に属し、PVXは環紋系統と考えられた。

第3表 発病株から分離されるウイルスの種類

		(久-1)	(中-1~3)	(中-4~9)	(中-10~13)	(中-14)
トマト(東光K)	(接)	IN	(-)	IN	IN→落葉	(-)
	(上)	IN, M	M	IN, M	IN→枯死	M, FL
<i>Datura stramonium</i>	(接)		L	L	L	L
	(上)		(-)	VC, M	N, V	N, M
センニチコウ	(接)	L	(-)	L	L	L
	(上)	M	M	M	M	M
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	(接)	RS	L	L	L	L
	(上)	CS	CS	CS	CS	CS
ゴマ(白)	(接)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
	(上)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
タバコ(Xanthine)	(接)	RS	L	RS	RS	RS
	(上)	M	(-)	M	M	M
タバコ(Bright Yellow)	(接)	RS	L	RS	RS	RS
	(上)	M	(-)	M	M	M
電顕観察	粒子	300 m μ	300 m μ	300 m μ	300 m μ	300 m μ
		550 m μ		550 m μ	550 m μ	550 m μ
ウイルスの種類		TMV	TMV	TMV	TMV	TMV
		PVX		PVX	PVX	PVX

注) (-): 病徴なし L: local lesion VC: 葉脈透化
 RS: 輪点 CS: 退緑斑点 M: モザイク
 IN: 脈間エソ斑 FL: 糸葉症状 N: エソ

4. トマト条斑病株から分離されたTMVおよびPVXの系統確認

前項で述べたように分離されたウイルスの系統は、一応TMVはトマト系、PVXは環紋系と考えられたが、さらにこれを確認するため、供試した試料のうち典型的条斑症状を呈していた(中-12)から分離したTMVおよびPVX(TMVはセンニチコウに接種しその上葉から、PVXは*Datura stramonium*に接種した上葉から単離した。)を接種源として第4表に示す検定植物

に汁液接種した。それによるとTMVについてはインゲン (Top Crop) では局部・全身ともに感染せず, *Nicotiana glutinosa*, タバコ (Bright Yellow) の接種葉に褐色の local lesion を形成し, 全身感染しなかった。またスライド上において抗TMV-T血清との凝集反応が認められた。これから考えてこのTMVはトマト系に属するものと考えられた。

P V X に関してはセンニチコウ, 第4表 典型的条斑症状株から分離されたTMVとP V Xの系統

供試植物	TMV		P V X	
	(接)*	(上)*	(接)*	(上)*
トマト (東光K)	(-)	M	NS	VC → IN
<i>Nicotiana glutinosa</i>	L	(-)	RS	VC → VN
タバコ (Bright Yellow)	L	(-)	RS	VC → VN
タバコ (Xanthi-nc)	L	(-)	RS	VC → VN
センニチコウ		M	L	
<i>Datura stramonium</i>	L	(-)	NS → 落葉	VC → VN
<i>Chenopodium amaranticolor</i>	L	CS	RS	(-)
ゴマ (白)	(-)	(-)	(-)	(-)
インゲン (Top Crop)	(-)	(-)		

注) *印は調査部位を示し(接)は接種葉,(上)は上位葉を意味する。

的にも葉脈透化・葉脈エソ等の病徴を表わした。なお *Datura stramonium* にも全身感染し, 株によると葉脈間エソを起し枯死落葉するものもあった。抗P V X血清との反応も容易にスライド上で観察出来た。すなわち以上から考えてP V Xは環紋系統に属すると考えられた。以後の実験にはこの試料 (中-12) から分離されたTMV-TとP V X-R Sを供試した。

5. TMV-TおよびP V X-R Sの物理性試験

第5表に明らかなようにTMV-Tは耐熱性85~90℃, 耐希釈性100万倍, P V X-R Sのそれは, それぞれ65~70℃, 10万倍が限界であった。

第5表 分離されたTMV-TならびにP V X-R Sの物理性

1) 耐熱性										
供試ウイルス	温 度 段 階 ℃									
	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
TMV-T	∞*	-	-	43.0	29.0	-	11.0	-	1.8	0.5
P V X-R S	33.4	-	12.5	10.5	2.7	0.8	0	0	-	-

2) 耐希釈性							
供試ウイルス	希 釈 段 階 (倍)						
	10	10 ²	10 ³	5 × 10 ³	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
TMV-T	∞	∞	96.0	52.0	36.5	9.5	2.7
P V X-R S	45	42.7	38.8	17.5	10.3	2.5	0

注) 1), 2)の両試験とも検定植物にはタバコ (Xanthi-nc) を用いた。
 数字は各区ともXanthi-ncの6枚の葉に形成された local Lesonの合計。
 *印の∞は計数不能。-は検定しなかったことを示す。

6. TMV-TとP V X-R Sの混合接種試験

第6表に示すように, TMV-Tを単独接種したトマトは接種後11日目に上葉にモザイクを表わし, 接種葉は黄化したが, どの部位にもエソは生じなかった。P V X-R Sを単独接種したトマトは接種後7日目に接種葉が下方に巻き込み, 11日目に接種葉に脈間エソ斑を, また上葉に葉脈透化および軽度の脈間エソを生じた。TMV-TおよびP V X-R Sを同時混合接種したものでは7日目における病徴はP V X-R S単独接種の場合と同様であったが11日目には接種葉はエソを伴い黄化し, 中には落葉するものもあった。上葉では葉柄および茎にまでエソが進展した。

このことから P V X 単独接種における病徴と T M V と P V X の混合接種における病徴との差異は、後者が示した茎・葉柄のエソ発現の点で明らかであった。また混合接種の場合は全般にエソ症状が顕著であり激しかった。

第6表 混合接種による病徴再現

接種源	7日*	11日	21日	N. glutinosa に 戻し接種	凝集反応	
					抗 T M V - T 血清	抗 P V X 血清
T M V 単独	(接) (-) (上) (-)	Ye M	同左	NS (-)	(+)	(-)
P V X 単独	(接) L-R (上) (-)	NS VC, IN	同左	RS VC, VN	(-)	(+)
T M V P V X 混合	(接) L-R (上) IN	NS → 枯死 IN, SN, LN	同左	NS VC, VN	(+)	(+)

注) *印は接種後経過日数

Ye: 黄化 L-R: 葉捲き症状 SN: 茎エソ LN: 葉柄エソ
供試したトマト(東光K)は各区10株を使用した。

7. T M V - T と P V X - R S との混合感染に対する T M V - L 11 A の影響

T M V - L 11 A 使用による病徴発現を示したのが第7表である。これによると T M V - L 11 A を10月8日にトマト(東光K)に予め接種し、それに12日後に T M V - T を単独接種したものは、それから14日後の上葉には無病徴の株と、軽いモザイクを示す株とが得られた。同様に T M V - L 11 A を予め接種したものに対して T M V - T と P V X - R S とを混合接種したものでは接種後7日目に接種葉が下方に巻き込み、しかもエソ斑を形成し、上葉では葉脈透化および脈間エソを生じたが前項の T M V - T と P V X - R S 混合接種時に発生したような葉柄エソ・茎エソは発生せず、むしろ P V X 単独接種における病徴と類似した。

第7表 T M V の弱毒系(T M V - L 11 A) 使用による病徴発現の影響

接種源	接種月日 8/X 20/X	調査 部位	接種後経過日数		
			3日	7日	14日
T M V - L 11 A	●	(接)	(-)	(-)	(-)
T M V - T	●	(上)	(-)	(-)	(-) or m
T M V - L 11 A T M V - T + P V X - R S	●	(接) (上)	(-) (-)	L-R, NS IN, VC	同左

注) 供試したトマト(東光K)は各区10株を使用した。

L-R: 葉捲き症状 NS: エソ斑点 m: 軽微なモザイク IN: 脈間エソ VC: 葉脈透化

考 察

1971年以来愛媛県において発生したトマト条斑病について、主として病原ウイルスを検討した。条斑病は D I C K S O N (1925) 等によってウイルス病であることが確認され、モザイク病に罹ったトマトとジャガイモの混合汁液をタバコに接種し、そのタバコから得られた汁液を健全トマトに接種すると a t r e a k を生じたと報告している。また S M I T H (1937) によると、本病は Tomato double virus streak として記述されている。本病の病原ウイルスについては、小室(1963)、与良ら(1968)、後藤ら(1971)、(1973)の報告があり、T M V, C M V, P V X の単独および混合感染の場合が知られている。本実験の結果、分離されたウイルスは T M V と P V X であり、これら両ウイルスによる混合感染であった。検定に使用した15試料中3試料から単独に T M V が検出されたが、この資料はもともとモザイクのみを示していたにすぎず典型的な条斑症状を呈してはいなかった。また全試料中からは全く C M V は検出されなかった。なお分離された T M V の系統はタバコ(Bright Yellow)や *Nicotiana glutinosa* に local lesion

を形成し、インゲンでは局部・全身ともに感染しなかった。これらから考えて小室ら（1966）の報告したトマト系に相当し、大島ら（1964）のTMV-Lと同様なものと考えられる。またPVXは15試料中12試料から分離されたが、これらはすべて環紋系統であった。なおセンニチコウ、*Datura stramonium*、タバコ、トマト等の多くの検定植物に形成された病徴からみて大島（1969）の報告したPVX-Na5およびNa78に類似し、後藤ら（1973）のPVX-NNに近いものと考えられる。

次にTMVとPVXの混合感染の問題については本病が発生した両地区は、トマトの栽培がジャガイモ栽培と時期的に重複し、また場所的にも隣接するところから、PVXが耕作者の手・衣服あるいは農用機具を伝染経路としてトマトに接触感染したのではないかと考えられる。しかし栃木農試（1972）の報告にあるようにジャガイモ栽培が付近にない地帯のトマトからもPVXが分離されるという事と照らし合せて考えると不解な点も多く、PVXの伝染環については今後更に検討を要する。なお、検定された分離株のうち（中-4~9）および（中-14）からはTMVとPVXの両ウイルスが分離されたにもかかわらず、原材料のトマトでの病徴はエソを生ぜずモザイクのみしか現わさなかった点については感染時期・感染ウイルスの濃度・感染トマトの生育状況などについて多くの検討が必要であると考えられる。最近、大島（1968）や後藤ら（1971）は弱毒ウイルスを利用した、干渉効果によるトマトのウイルス病防除について詳細に試験しその利用効果を認めている。筆者らはこの弱毒ウイルス（TMV-L11A）を用いて、TMV-TとPVX-RSの混合接種に対しての影響を見た。この結果はTMVとPVXの混合感染において見られるような茎エソ・葉柄エソは見られず、むしろPVX単独接種の場合と同様な徴徴を示し、条斑症状はかなり軽減された。この結果は小室（1973）が述べたTMVの弱毒ウイルスがCMVやPVXと重複感染してエソ条斑を形成して被害を増すという事とは異なるように考えられるが、この点は今後さらに追求する必要があると思われる。

摘 要

最近愛媛県で発生しているトマト条斑症状株から病原ウイルスを分離し、その種類と系統の検討を行なった。

1 条斑症状株から分離されたウイルスは15試料中12試料がTMVとPVXの両ウイルスによる混合感染であった。CMVは検出されなかった。

2 トマトにおける最も典型的な条斑症状株（中-12）より分離された病原ウイルスは、TMV-トマト系およびPVX-環紋系であった。

3 分離したTMVとPVXを用い、両ウイルスの混合接種により病徴の再現を試みた結果、葉、葉柄、茎に激しい顕著なるエソ病徴を出現し病徴が再現された。TMV単独接種ではモザイクのみを現わし、PVX単独接種では葉に軽いエソを呈したが、いずれの単独接種の場合にも病徴は再現されなかった。

4 TMV-L11A（弱毒系）を接種したトマトに分離されたTMVとPVXの混合接種を行なったところ、あたかもPVX単独接種の場合と同様な病徴を示した。

引 用 文 献

- JARRETT, P. H. (1930) : Ann. appl. Biol. 17 : 248 - 259
小室康雄 (1963) : 日植病報, 28 : 40 - 48

- 小室康雄・岩木満朗・中原守（1966）：日植病報， 32：130 - 137
- 後藤忠則・根本正康（1973）：北海道農試報告， 105：1 ~ 8
- 与良清・蔡財旺（1968）：日植病報， 34：346 ~ 347
- 後藤忠則・根本正康（1971）：日植病報， 37：202
- SMITH, K. M. (1937) : A textbook of plant virus diseases. Churchill, London.
- 大島信行・後藤忠則・佐藤倫造（1964）：北海道農試彙報， 83：87 - 99
- 大島信行（1969）：北海道農試報告， 53：1 - 159
- 栃木農試（1972）：昭和46年度野菜病虫害発生予察実験事業成績書「トマト」 pp. 34（謄写）
- 大島信行（1968）：植物防疫 22， 6：245 - 248
- 後藤忠則・根本正康（1971）：北海道農試彙報， 99：67 - 76
- 小室康雄（1973）：野菜のウイルス。誠文堂新光社 P63 - 64
- DICKSON, B. T. (1925) : Rev. appl Mycol. 5 : 195

（1974年3月14日受領）



第1図 瘡癩症状を呈した果実の病徴



第2図 火腫状の不整形エソ斑を形成した果実



第3図 縮葉症状と脈間エソ斑を現わしている新葉



第4図 条状エソが見られる莖柄部の病徴



第5図 茎に帯状に形成されたエソ斑



第6図 果梗部のエソ症状