

報文

千葉県におけるトマト退緑萎縮病の発生と収量への影響

小塚玲子・竹内妙子*・牛尾進吾

キーワード：トマト、退緑萎縮病、TCDVd、ウィロイド、収量

I 緒言

トマト退緑萎縮病は、*Tomato chlorotic dwarf viroid* (以下 TCDVd) の感染により引き起こされるウィロイドの病害である。ウィロイドは、環状一本鎖 RNA から成るウイルスよりも微小な植物病原体であり、タンパク質をコードしないため、宿主細胞の酵素を利用して複製、増殖する。ウィロイドによる病害として、日本ではキクわい化病、ホップわい化病、カンキツエクソコーティス病などが知られている (高橋, 1985)。

TCDVd は、1999 年にカナダにおいて、葉の退緑及び株の矮化を示すトマトから初めて検出された。これらの症状は、ジャガイモ及びトマトに大きな被害をもたらすとし日本への侵入が警戒されている *Potato spindle tuber viroid* (以下 PSTVd) の病徴に酷似しており、TCDVd の塩基配列は PSTVd と 85~89% の相同性をもつ (Singh et al., 1999)。TCDVd は、その後、オランダにおいてアメリカから輸入されたトマトやペチュニアから、またインドではバーベナから検出されたが、ペチュニア及びバーベナでは無病徴であった (Verhoeven et al., 2004; Singh and Dilworth, 2006; Verhoeven et al., 2007)。

日本では 2006 年に広島県のトマト生産圃場で初めて確認され (Matsushita et al., 2008)、千葉県での発生は 2 例目となった。本県の発病圃場では、2007 年 9 月上旬に生育が抑制され、生長点が黄化する株が確認された。本症状は、その後隣接株に拡大した。これらの株では葉巻症状がほとんどなく、生長点が先細る等の黄化葉巻病とは異なる症状が認められ、PCR による黄化葉巻病及び黄化萎縮病の検定結果は陰性であった。そこで中央農業総合研究センターに同定依頼したところ、同年 10 月下旬にトマト退緑萎縮病であることが明らかになった。しかし、TCDVd についての報告は世界的に少なく、本病の病原性及び生態について不明な点が多かった。そこで、本病の基本的な特

性を明らかにし、防除対策を構築するため、感染、発病が収量に及ぼす影響、トマト品種に対する病原性、TCDVd の耐希釈性、次亜塩素酸ナトリウム溶液による器具消毒効果について調査した。

本研究を遂行するにあたり、様々なご助言と情報をいただいた独立行政法人中央農業総合研究センターの津田新哉博士、広島県立総合技術研究所農業技術センターの松浦昌平博士、清水佐知子氏、独立行政法人花き研究所の松下陽介氏に厚くお礼申し上げる。また、調査にご協力いただいた現地農林振興センター及び生産者の方々に感謝の意を表する。

II 材料及び方法

1. 発生状況の調査

千葉県内の大型施設栽培圃場において、トマト退緑萎縮病の発生状況を調査した。本圃場では、8 月中旬に定植し、翌年の 7 月中旬に栽培を終了する年一作のトマト栽培を行っていた。2007 年 10 月末~12 月末にかけて、圃場内を同一畦の 16 株を単位としてブロックに分け、週一回、発病株の発生推移を調査した。その他の期間の発生状況については、聞き取り調査した。本圃場では、発病を初めて確認した 9 月上旬から発病株の抜取りを徹底していた。また、病名が明らかになった 10 月下旬以降は、0.1% 次亜塩素酸ナトリウム溶液による管理用ハサミの消毒を畦ごとに行った。12 月中旬には、発病株の多い畦について、発病の認められない株も含めて畦全体の改植を行った。

2. トマト退緑萎縮病の感染、発病が収量に及ぼす影響

試験は千葉県農林総合研究センター病理昆虫研究室ガラスハウスで行い、「ハウス桃太郎」を供試した。2009 年 6 月 15 日に播種した 6 葉期苗を、7 月 13 日に畦間 140cm、株間 40cm に一条植えした。施肥は成分量で、窒素 4.4kg/10a、リン酸 8.9kg/10a、加里 4.4kg/10a とした。追肥は行わなかった。各生育ステージで感染する場合を想定して、育苗期 (4 葉期、7 月 7 日)、定植時 (6 葉期、7 月 13 日)、第 2 花房開花期 (8 月 4 日) に TCDVd を接種する区を設け、対照として接種をしない健全株区を設置した。接種は、10 倍量 (重量比) の 0.1M リン酸緩衝液 (pH7.0)

受理日 2010 年 8 月 30 日

*元千葉県農林総合研究センター

本報の一部は関東東山病害虫研究会 (2009 年 2 月、立川市) 及び日本植物病理学会 (2010 年 4 月、京都市) において発表した。

で磨砕した罹病葉汁を、上位2複葉に各複葉2小葉ずつ汁液接種した。各区9株、3反復として栽培し、9月4日から11月2日(第6果房収穫期)まで週2回収穫して、収穫果数、果重及び外観品質を調査した。

3. 各品種に対する病原性

「ハウス桃太郎」、「桃太郎はるか」、「麗容」、「至福」、「マナーメーカー」、「ポンデローザ」及び「フルティカ」の7品種を供試した。2008年7月30日に、1/5000aのワグネルポットに定植した4~5葉期のトマト苗の茎に、TCDVdを付着させた針を5回刺し、接種した。各品種5株を供試し、接種後は病理昆虫研究室ガラスハウス内に置き、経過観察した。また、接種10日後に Matsushita et al. (2008) の方法により感染の有無を確認した。すなわち、最上位の展開葉を注射針で刺してサンプリングした試料を、TCDVdを検出するプライマーセット 2A (5'-T GTTTCCACCGGTAGTAGC - 3') 及び 1S (5'-ACTCGT GGTTCCTGTGGTTC - 3') を用いて OneStep RT-PCR Kit (QIAGEN) により 50°C30分逆転写反応後、95°C15分 DNA ポリメラーゼ活性化反応を行い、その後 94°C30秒、56°C30秒、72°C1分の反応を 35 サイクル行い増幅した。反応産物を電気泳動後、エチジウムブロマイドで染色し、紫外線照射下で特異的バンドの有無を確認した。

4. TCDVdの耐希釈性

2008年6月3日に、TCDVd罹病葉を0.1Mリン酸緩衝液(pH7.0)を用いて10、10³、10⁵及び10⁶倍に希釈し、1/5000aのワグネルポットに定植した3~4葉期のトマト苗「カンパリ」に、2と同様に汁液接種した。各希釈液あたり5株を供試した。その後、病理昆虫研究室ガラスハウス内で栽培し、経時的に観察した。接種約1ヵ月後に前記方法によりRT-PCRを行い、感染の有無を確認した。

5. 次亜塩素酸ナトリウム溶液による器具の消毒効果

TCDVd罹病葉を0.1Mリン酸緩衝液(pH7.0)を用いて5倍希釈した磨砕液にカミソリ刃を浸し、1時間以上室温で風乾して汚染カミソリ刃を作成した。有効塩素濃度0.5%、0.25%、0.1%、0.05%及び0.01%に希釈した次亜塩素酸ナトリウム溶液に、汚染カミソリ刃を15秒間浸漬した後、純水に浸漬し次亜塩素酸ナトリウム溶液を除去した。このカミソリ刃を用い、4葉期のトマト「フルティカ」の茎に5回切りつけ、接種した。各有効塩素濃度あたり10株を供試し、接種後はガラスハウスで栽培した。接種約1ヵ月後に前記方法によりRT-PCRを行い、感染の有無を確認した。試験は2009年7月30日及び9月29日の2回行った。

III 結果

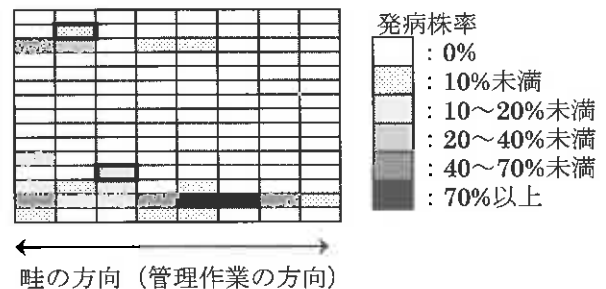
1. 発生状況

本病の特徴を把握するため、現地の発生状況を調査した。10月下旬における圃場の発病株率は0.2%であった。第1図に12月末時点における発病株の発生状況を示した。発病株率は圃場全体の0.7%に拡大し、発生は畦による偏りが見られた。また、12月上旬まで発生の認められなかった畦で新たに発病株が確認された。発病株は12月下旬になるとほとんど発生しなくなったが、春先に再び認められるようになり、最終的な栽培終了時の発病株率は1%未満、抜取り及び改植による累積被害株率は7%であった。

2. 感染、発病が収量に及ぼす影響

トマト退緑萎縮病に感染した場合の病徴及び収量への影響について調査した。TCDVdを接種した株では、接種2~3週間後より、健全株に比べ茎の伸長抑制が認められた。その後、健全株との生育差は大きくなり、感染株では生長点付近の節間が詰まって、そこから展開した葉が萎縮し、葉柄が下垂する症状が認められた。節間の詰まりは4~5節程度生育した時点で解消され、その後再び茎の伸長が見られたが、先端は徐々に先細り、上位葉は小型化して生育は抑制された(写真1)。これらの症状に加え、展開葉では病徴の進展に伴い、黄化、葉縁の退緑、紫色~褐色のえその出現などが認められた。病徴は、どの生育ステージで感染した場合にも基本的には同様であったが、早期に感染するほどその程度は激しかった。

収量への影響は、収穫果数、平均果重、総収量、障害果の発生状況により調査した。育苗期接種区、定植時接種区では、生長点付近の先細りにより生育不良となり、それぞれ第3果房、第4果房までしか着果しなかった(第2図)。



第1図 現地圃場におけるトマト退緑萎縮病の発生状況

注1) 2007年12月末までに発生した株の累計である。

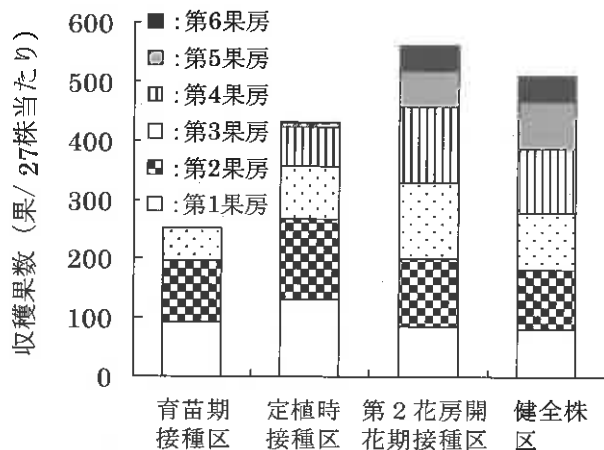
- 2) 圃場の一部を抜粋し、畦を16株を一単位としてブロックに分け、各ブロックにおける発病株の割合を示した。
- 3) 12月中旬以降に新たに発病株が発生した畦のブロックを、太枠で囲った。



写真1 夏期に感染したトマト退緑萎縮病発病株

注1) 品種「ハウス桃太郎」

2) 2009年8月4日汁液接種(第2花房開花期), 8月24日発病, 9月22日撮影



第2図 TCDVdの接種時期と各果房の収穫果数

注) TCDVd罹病葉汁を用いて、以下の時期に汁液接種した。健全株区は接種を行わなかった。

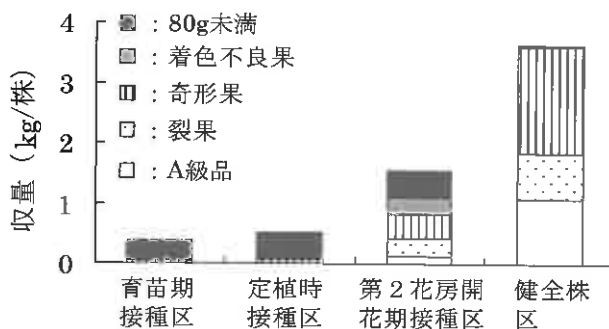
育苗期接種区：2009年7月7日

定植時接種区：同年7月13日

第2花房開花期接種区：同年8月4日

また、平均果重は収穫期間を通じて小さく、80g未満で推移した。一方、感染時期が両区より遅かった第2花房開花期接種区では、第6果房まで着果が認められた。しかし、当初、健全株区と同様に1果 200g弱あった平均果重は、9月14日の第2果房収穫期より減少し始め、9月24日の第3果房収穫期以降は80g未満となった。

収穫期間を通じての株当たり総収量は、健全株区で



第3図 TCDVdの接種時期と収量

注1) 9月4日から11月2日までの1株当たりの総収量で、27株の平均値である。

注2) 育苗期接種区は2009年7月7日に、定植時接種区は7月13日に、第2花房開花期接種区は8月4日に、それぞれ汁液接種した。

注3) A級品は、品質、形状、色沢が良好なものとした。

注4) 奇形果は形状の乱れた果実を包括した分類であり、空洞果、乱形果、変形果等を含む。



写真2 TCDVd接種株に発生したピーマン様奇形果

注1) 品種「ハウス桃太郎」

注2) 第2花房開花期接種株の第3果房果実

3,626gであった(第3図)。そのうちA級品(品質、形状、色沢が良好なもの)は1,082g(29.9%)であり、障害果では、裂果と奇形果、奇形果の中でも果実が角ばる空洞果の発生が多く認められた。育苗期接種区、定植時接種区の収量は、健全株区に比べ著しく低くなり、A級品の発生は皆無であった。第2花房開花期接種区では収穫時期が進むにつれ80g未満の果実の発生が多くなり、株当たり総収量

は 1,530g (健全株区の 42.2%) であった。収穫初期に A 級品が得られたが、果実表面の色付きが部分的に悪くなる着色不良果の発生や、縦に溝の入ったピーマン様の奇形果 (写真 2) の発生により品質が劣化し、A 級品は株当たり 123g (健全株区の 11.4%) になった。このピーマン様奇形果は、第 2 花房開花期接種区に限らず、TCDVd を接種した区で特異的に認められ、健全株区での発生はなかった。ピーマン様奇形果を水平に切断したところ、内部はゼリー部が未発達で空洞になっており、子室に比べ隔壁部分が肥大しないため縦に溝が入り、ピーマン様の形状を呈していた。

3. 各品種に対する病原性

現地圃場では、「フルティカ」、「カンパリ」などの中玉品種で本病の発生が認められた。本病が本県で一般的に栽培されている大玉品種でも感染、発病するかを明らかにするため、「フルティカ」を含む 7 品種のトマトに TCDVd を接種し、経過観察した。その結果、供試した 7 品種のトマト全てで、感染、発病を確認した (第 1 表)。病徴は供試した品種間で大きな違いはなく、伸長抑制、節間の詰まり、葉柄の下垂、葉の小型化、葉縁の黄化等の病徴を示し

第 1 表 TCDVd のトマト品種に対する病原性

供試品種	発病株数/供試株数 ^{注)}
ハウス桃太郎	5 / 5
桃太郎はるか	5 / 5
麗容	5 / 5
至福	5 / 5
マネーメーカー	4 / 5
ポンデローザ	5 / 5
フルティカ	5 / 5

注) トマト退緑萎縮病罹病株の茎に針を 5 回刺して汚染させた後、この針を供試品種の茎に 5 回刺して接種した。接種は 2008 年 7 月 30 日に行い、接種約 1 ヶ月後に発病調査を行った。

た。「ポンデローザ」では、これらの病徴に加えて上方への葉巻が認められ、また葉縁の黄化程度が他の品種より激しかった。

4. TCDVd の耐希釈性

本病は汁液伝染性の病害であり、現地圃場でも畦に沿って発病が確認された。そこで本ウイロイドの耐希釈性を明らかにするため、TCDVd 罹病葉汁を 10~10⁶ 倍に希釈して接種した後、RT-PCR により感染の有無を調査した。その結果、10⁶ 倍希釈液を接種した株では感染が認められなかったが、10⁵ 倍希釈液を接種した株では感染が認められた (第 2 表)。

5. 次亜塩素酸ナトリウム溶液による器具消毒効果

TCDVd の付着した汚染器具による感染拡大を防ぐため、効果のある次亜塩素酸ナトリウム溶液の有効塩素濃度を調査した。有効塩素濃度 0.25% 溶液に浸漬した場合には、2 回の試験のうち 1 回の試験で 10 株中 1 株の感染が認められ、防除効果は完全ではなかった。一方、0.5% 溶液に浸漬した場合には、2 回の試験を通じて感染は認められなかった (第 3 表)。

第 2 表 TCDVd の耐希釈性^{注 1)}

希釈倍数	感染株数/接種株数 ^{注 2)}
10 ¹	5 / 5
10 ³	5 / 5
10 ⁵	1 / 5
10 ⁶	0 / 5

注 1) 2008 年 6 月 3 日に TCDVd 罹病葉を 0.1M リン酸緩衝液 (pH7.0) を用いて各段階に希釈し、3~4 葉期のトマト「カンパリ」に汁液接種した。

2) 感染は、接種 1 ヶ月後に RT-PCR により確認した。

第 3 表 次亜塩素酸ナトリウム溶液の濃度と TCDVd 汚染カミソリ刃の消毒効果^{注 1)}

次亜塩素酸ナトリウム溶液の 処理濃度 (%)	感染株数/供試株数 ^{注 2)}	
	試験 1	試験 2
0.5	0 / 10	0 / 10
0.25	0 / 10	1 / 10
0.1	1 / 10	1 / 10
0.05	2 / 10	0 / 10
0.01	3 / 10	4 / 10
無処理	5 / 5	5 / 5

注 1) TCDVd 汚染カミソリ刃を各濃度の次亜塩素酸ナトリウム溶液に 15 秒間浸漬した後、ただちに純水で次亜塩素酸ナトリウム溶液を洗い流した。このカミソリ刃を 4 葉期の「フルティカ」の茎に 5 回切りつけ、接種した。

2) 感染は、接種 1 ヶ月後に RT-PCR により確認した。

IV 考 察

1. 病徴及び被害

トマト退緑萎縮病は、カナダ、オランダでの発生報告はあるが、被害実態の詳細については言及されておらず、トマト生産に与える影響は不明であった。また、現地圃場では発病株を直ちに抜き取り処分していたため、病徴や病気の進行について明確に把握することができなかった。そこで、生育時期別に TCDVd を接種し、病徴及び収量への影響を調査した。本試験では、TCDVd 接種後 2～3 週間の潜伏期間を経て、節間の詰まりや葉の萎縮、小型化、葉柄の下垂などの特徴的な病徴を示した。このような病徴は、他の草本植物のウイロイド病でも認められるが (Singh, 1983; 高橋, 1985)、本県で発生しているトマトのウイルス病やその他の病害による症状とは異なっており、病徴によりウイロイド病と見当をつけることは、ある程度可能であると考えられた。しかし、ウイロイドによる病害は、一般に高温条件下で激しい病徴を示し、低温条件下では潜伏期間が長く発病しないこともある (Singh, 1983; 高橋, 1985)。実際、筆者らが行った別の試験では、秋に TCDVd に感染したトマトは、夏期に比べ病徴が不明瞭であった。また、12 月に感染したと考えられる株では 3～4 ヶ月の潜伏期間の後、春先になって発病が認められた。秋から冬にかけて行った現地調査においても、病徴の判別には熟練を要した。高温期には本病を病徴からウイロイド病と推定することは可能であるが、低温期には困難であると考えられる。低温期の本病の生態については、十分な試験を行っておらず、無病徴株がどの程度伝染源としての危険性を有するかは、今後検討が必要である。

トマト退緑萎縮病に感染したトマトでは、果実の小型化により著しく収量が低下した。品質面では、収穫初期より着色不良果やピーマン様奇形果の発生が認められ、市場価値のある果実の収穫は、第 2 花房開花期接種区においてもわずかであった。本病の夏期における潜伏期間は短く、果実品質への影響も速やかに現れるため、本病に感染した場合には、その後の収穫はほとんど見込めないと考えられる。また、トマト 7 品種に対する病原性を調査したところ、いずれの品種でも発病が認められ、本病は感染により大きな被害をもたらす病害であることが明らかになった。

2. 防除対策

本病は一度感染すると化学農薬の散布等により病勢の進行を止めることができない。このため、発病株の抜き取り処分による伝染源の除去及び感染の拡大防止が防除対策となる。ウイロイドの伝染は、一般にナイフなどの汚染し

た器具により起こることが多いが (Singh, 1983; 高橋, 1985)、*Tomato apical stunt viroid* では、セイヨウオオマルハナバチによる伝搬が報告されている (Yehezkel et al., 2007)。現地圃場では、畦に沿った発病株の拡大とは別に、未発生の畦で新たに発病株がスポット的に発生することがあり、管理作業以外の要因が疑われた。受粉のためにクロマルハナバチを放飼していたことから、TCDVd がクロマルハナバチにより伝搬される可能性が考えられた。そこで、この可能性について、筆者ら及び広島県において試験したところ、TCDVd がクロマルハナバチにより伝搬されることが示唆された (Matsuura et al., 2010a)。現地圃場の発生状況からクロマルハナバチによる伝搬頻度は高くはないと考えられるが、感染が認められた場合は、可能であればハチによる受粉をやめ、ホルモン処理などに切り替えることにより、遠隔伝染を防ぐことができると考えられる。TCDVd は種子伝染するとの報告もあるが (Singh・Dilworth, 2009)、日本では現在のところ確認されていない (松下・津田, 2010)。また、土壌伝染の報告もない。一方、TCDVd はトマトのほか、多くのナス科植物やシュンギク、パーベナ、ヒメツルニチニチソウなどに感染する (Singh and Dilworth, 2006; Matsushita et al., 2009; Singh・Dilworth, 2009)。しかし、多くの植物では感染しても病徴を示さないことから、これら植物が TCDVd に感染し、知らぬ間に伝染源となる可能性がある。トマトを栽培する際には、トマトからトマトへの伝染に注意するだけでなく、他の植物を圃場に持ち込まないよう留意することも必要と考えられる。

現地圃場では、発病株の発生は畦により偏っており、感染拡大は主に管理作業に伴う汁液伝染によると考えられた。そこで、TCDVd 罹病葉汁を数段階に希釈して接種したところ、 10^5 倍希釈液でも感染力を有することが明らかになった。これは Matsushita et al. (2009) の報告と一致した。Matsushita et al. (2009) は TCDVd の耐熱性や耐乾燥性についても調査しており、罹病葉の磨砕液を 100°C で 40 分間煮沸処理した場合には失活したが、30 分間の処理では感染力を有したこと及び罹病葉汁を乾燥させた場合には室温で 50 日間感染力を有したことから、TCDVd は物理的に非常に安定であり、管理作業時にハサミや手指により容易に伝染する可能性を報告している。広島県が行った試験では、発病株の腋芽を指で摘芽した後、健全株の頂芽を指で強く 2 回圧迫しただけで感染が成立した (広島県立総合技術研究所農業技術センター, 2010)。このように、TCDVd は強い汁液伝染性を示すことが確認されており、管理作業による伝染の防止は防除のキーポイントになると考えられた。

そこで、管理作業に用いる器具の消毒方法を検討した。

次亜塩素酸ナトリウム溶液は、他のウイロイド病で器具消毒効果が確認されており（下村・草野，1997），比較的取り扱いやすい薬剤である。このため、防除手段に取り入れやすいと考え、利用方法を検討した。その結果、TCDVdは有効塩素濃度0.5%溶液に15秒間浸漬することにより、感染力がなくなることが明らかになった。Matsuura et al. (2010 b) は、TCDVdの器具消毒について複数の薬品を用いて効果を比較している。それによると、3%次亜塩素酸ナトリウム溶液、20%家庭用漂白剤（遊離塩素濃度約1%）では、TCDVdの感染を完全に防ぐことができ、2%水酸化ナトリウムと2%ホルマリンの混合液では感染率が4.2%、5%第三リン酸ナトリウムでは16.7%と、次亜塩素酸ナトリウム溶液の防除効果が高かった。また、次亜塩素酸ナトリウム溶液について、3%溶液の他、1～0.03%溶液まで各段階の溶液で防除効果を調べ、1%溶液では感染率6.3%、0.5%溶液では同3.1%で防除効果が高かったこと及び次亜塩素酸ナトリウム溶液の防除効果に刃物に付着した植物残さの存在が影響することを示唆している。今回筆者らが行った試験では、Matsuura et al. (2010b) が行った試験に比べ、全体的に感染率が低かったが、この可能性として、汚染カミソリ刃をトマトに切り付ける回数が少ないことや、用いた罹病葉中のTCDVd濃度が低かったこと、植物残さの付着が少なかったことが考えられる。

本病は容易に汁液伝染することから、発病株を放置したり器具消毒を怠ると、大きな被害をもたらす可能性がある。しかし、現地圃場で行われたように、早期に本病の発生に気がつき、発病株の除去や改植、ハサミの消毒等の防除対策を講じることにより、感染拡大を制御できる病害であると考えられる。

V 摘 要

- 2007年9月に千葉県においてトマト退緑萎縮病（病原ウイロイド：*Tomato chlorotic dwarf viroid*, TCDVd）が発生した。
- 現地圃場では、主に畦に沿って発病株の発生が拡大した。畦ごとの器具消毒、発病株除去、部分改植等の対策をとった結果、最終的な発病株率は1%未満、抜取り及び改植による累積被害株率は7%であった。
- TCDVdを夏期に接種したトマトは、接種2～3週間後より株の伸長抑制、節間短縮、葉の萎縮等の症状が現れ、生育が著しく抑制された。発病株の総収量は、果実の小型化、ピーマン様奇形果の発生により著しく低下した。

- TCDVdの付着した器具を0.5%次亜塩素酸ナトリウム溶液に15秒間浸漬することにより、感染力がなくなった。

VI 引用文献

- 広島県立総合技術研究所農業技術センター（2010）トマト退緑萎縮病（TCDVd）総合対策マニュアル。 <<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/www/contents/1209107280810/files/TCDVd-manual.pdf>>
- Matsushita, Y., A. Kanda, T. Usugi and S. Tsuda (2008) First report of a *Tomato chlorotic dwarf viroid* disease on tomato plants in Japan. *J. Gen. Plant Pathol.* 74 : 182-184.
- Matsushita, Y., T. Usugi and S. Tsuda (2009) Host range and properties of *Tomato chlorotic dwarf viroid*. *Eur. J. Plant Pathol.* 124:349-352.
- 松下陽介・津田新哉（2010）侵入に警戒を要するポスピウイロイド。植物防疫。64: 484-488.
- Matsuura, S., Y. Matsushita, R. Kozuka, S. Shimizu and S. Tsuda (2010a) Transmission of *Tomato chlorotic dwarf viroid* by bumblebees (*Bombus ignitus*) in tomato plants. *Eur. J. Plant Pathol.* 126:111-115.
- Matsuura, S., Y. Matsushita, T. Usugi and S. Tsuda (2010b) Disinfection of *Tomato chlorotic dwarf viroid* by chemical and biological agents. *Crop Prot.* 29:1157-1161.
- 下村克己・草野成夫（1997）スモモ斑入果病汚染器具の簡易消毒法。福岡農総試研報。16: 92-95.
- Singh, R. P. (1983) Viroids and their potential danger to potatoes in hot climates. *Can. Plant Dis. Surv.* 63: 13-18.
- Singh, R. P., X. Nie and M. Singh (1999) Tomato chlorotic dwarf viroid : an evolutionary link in the origin of pospiviroids. *J. Gen. Virol.* 80: 2823-2828.
- Singh, R. P. and A. D. Dilworth (2006) Detection of *Citrus exocortis viroid*, *Iresine viroid*, and *Tomato chlorotic dwarf viroid* in New Ornamental Host Plants in India. *Plant Dis.* 90: 1457.
- Singh, R. P. and A. D. Dilworth (2009) *Tomato chlorotic dwarf viroid* in the ornamental plant *Vinca minor* and its transmission through tomato seed. *Eur. J. Plant Pathol.* 123: 111-116.
- 高橋 壮（1985）ウイロイド感染症研究の現状。植物防疫。39: 343-350.

- Verhoeven, J. Th. J., C. C. C. Jansen, T. M. Willems, L. F. F. Kox, R. A. Owens and J. W. Roenhorst (2004) Natural infections of tomato by *Citrus exocortis viroid*, *Columnnea latent viroid*, *Potato spindle tuber viroid* and *Tomato chlorotic dwarf viroid*. *Eur. J. Plant Pathol.* 110: 823-831.
- Verhoeven, J. Th. J., C. C. C. Jansen, A. W. Werkman and J. W. Roenhorst (2007) First report of *Tomato chlorotic dwarf viroid* in *Petunia hybrida* from the United States of America. *Plant Dis.* 91: 324.
- Yehezkel, A., L. Oded and P. Malenia (2007) Spread of *Tomato apical stunt viroid* (TASVd) in greenhouse tomato crops is associated with seed transmission and bumble bee activity. *Plant Dis.* 91: 47-50.

Occurrence of a *Tomato Chlorotic Dwarf Viroid* Disease on Tomato Plants in Chiba and Its Effect on Tomato Yield

Reiko KOZUKA, Taeko TAKEUCHI* and Shingo USHIO

Key words : tomato, *tomato chlorotic dwarf viroid* disease, TCDVd, viroid, yield

Summary

1. In September 2007, a tomato disease caused by the *Tomato Chlorotic Dwarf Viroid* (TCDVd) occurred in Chiba Prefecture, Japan.
2. The disease spread mainly along the rows in the greenhouse. Disinfection of tools in every row, removal of diseased plants and replanting in some greatly damaged rows resulted in less than 1% disease incidence, and 7% of the accumulated loss of tomato plants due to removal of diseased plants and replanting.
3. Tomato plants inoculated with TCDVd in the summer initially exhibited reduced growth 2-3 weeks after inoculation, then showed shortened internodes and leaf distortion, and finally became severely stunted. Fruits of the infected plants were smaller and deformed, becoming bell pepper-shaped. As a result, diseased tomato plants caused significant losses in yield.
4. TCDVd-contaminated razors were inactivated by a 15-second dip in a 0.5% (w/v) sodium hypochlorite solution.

*Former Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center