

# トマト黄化葉巻病と媒介コナジラミをめぐる 最近の研究情勢

野菜茶業研究所 果菜研究部 **本 多 健 一 郎**

## はじめに

トマト黄化葉巻病は、1996年に日本で初めて発生が確認されてから西南日本を中心に分布を拡大し、2005年4月までにあわせて18県で発生が報告されている(表-1)。これらの報告の中には一時的な発生に終わった事例も見られるが、九州、四国、東海地方などの温暖地ではトマト生産地を中心に本病の発生が恒常化し、重要な生産阻害要因となりつつある。本病はコナジラミによって永続的に媒介されるウイルス病で、その発生防止を図るためには媒介コナジラミの生態の把握とウイルスの伝染環を明らかにすることが重要である。

トマト黄化葉巻病については既に加藤(1999)、大貫(2000)、上田(2004)らによって基本的な解説が書かれているので、本稿では最近の研究情勢と現時点での問題点を中心に紹介していきたい。虫媒性ウイルス病の全体像を把握するためには、病原ウイルス、媒介虫の双方について理解するとともに、抵抗性品種や新たな防除技術の開発状況についても言及する必要がある。このような広範囲の分野での研究情勢を漏らさず紹介することは筆者の手に余るので、重要と思われる点に絞って論じることをご容赦願いたい。

## I 病原ウイルスの種類と分布

世界的に見れば、トマトに黄化葉巻症状を引き起こす病原ウイルスは中近東、南アジア、アフリカを中心に10種類以上報告されており、いずれもジェミニウイルス科(Geminiviridae)ベゴモウイルス属(*Begomovirus*)に分類される。ベゴモウイルスは1種類もしくは2種類の環状1本鎖DNAをゲノムとして有し、粒子形態は約20×30nmの双球状である。

これらの病原ウイルスには、これまでTomato yellow leaf curl virus (TYLCV)あるいはTomato leaf curl virus (ToLCV)といった互いによく似た名称が共通に使われ

ていたため、ウイルス種間の違いや類縁関係がわかりにくかった。

近年各ウイルスゲノムの全塩基配列が明らかにされつつあり、ゲノムの塩基配列情報に基づいたベゴモウイルスの再分類が進められている。こうした検討の結果、トマトに黄化葉巻症状を引き起こすベゴモウイルスはアジア産とアフリカ産の2グループに大別され、イスラエルなど地中海沿岸で発生しているウイルスと中国やタイなどで発生しているウイルスは互いに類縁関係が離れていることがわかった。表-2には、第7次国際ウイルス分類委員会(ICTV)報告(VAN REGENMORTEL et al., 2000)以後、国際ジェミニウイルスワークショップで採用された分類体系(FAUQUET et al., 2003)に基づくトマト黄化葉巻症状の主な病原ウイルスのリストを示した。

日本で発生しているトマト黄化葉巻病の病原ウイルスのうち、静岡および愛知の分離株は、TYLCVイスラエル株マイルド型との相同性が全塩基配列レベルで98%と極めて高い(KATO et al., 1998)。一方、長崎の分離株はTYLCVイスラエル株マイルド型とは92%、TYLCVイスラエル株とは98%の相同性が認められ、長崎株はイスラエル株とほぼ同じウイルスと考えられる(大貫, 2000)。さらに2004年に高知で発生が確認された土佐分離株は、イスラエル株とほぼ同じ分離株であるが長崎株とはやや異なる遺伝子型である(上田, 2005)。これまで日本の周辺国では中近東などのアフリカ産ベゴモウイルスの発生は報告されておらず、東アジアで日本にだけ

表-1 トマト黄化葉巻病の発生県(2005年4月現在)

| 初発生   | 県名                   |
|-------|----------------------|
| 1996年 | 長崎, 静岡, 愛知(日本で最初の確認) |
| 1999年 | 佐賀, 福岡, 熊本, 三重       |
| 2000年 | 群馬*                  |
| 2001年 | 宮崎, 岐阜               |
| 2002年 | 鹿児島                  |
| 2003年 | 大分                   |
| 2004年 | 高知, 広島, 和歌山          |
| 2005年 | 愛媛, 香川, 埼玉           |

\*群馬県ではその後の継続的な発生は報告されておらず、感染苗の持ち込みなどによる一時的な発生と思われる。

Recent Advances on Researches of Tomato Yellow Leaf Curl and its Vector Whitefly. By Ken-ichiro HONDA

(キーワード: トマト黄化葉巻病, TYLCV, タバココナジラミ, シルバーリーフコナジラミ, バイオタイプ, 抵抗性品種)

表-2 トマトに黄化葉巻症状を引き起こす主な旧世界産ベゴモウイルス (FAUQUET et al., 2003 より抜粋)

| 種名  | 略号                            | 分離株が得られた国名   |
|---|-------------------------------|--|
| アジア産グループ (インド, 東アジア)  |                               |  |
| <i>Tobacco leaf curl Japan virus</i><br>(Tobacco leaf curl virus - Japan)                   | ; TbLCJV<br>; TbLCV - Jp)     | 日本   |
| <i>Tomato leaf curl Bangalore virus</i><br>(Tomato leaf curl virus - Bangalore I)           | ; ToLCBV<br>; ToLCV - BanI)   | インド  |
| <i>Tomato leaf curl Bangladesh virus</i>  | ; ToLCBDV                     | バングラデシュ  |
| <i>Tomato leaf curl Gujarat virus</i>   | ; ToLCGV                      | インド  |
| <i>Tomato leaf curl Karnakata virus</i><br>(Tomato leaf curl virus - Bangalore II)          | ; ToLCBV<br>; ToLCV - Ban II) | インド  |
| <i>Tomato leaf curl Laos virus</i>  | ; ToLCLV                      | ラオス  |
| <i>Tomato leaf curl Malaysia virus</i>  | ; ToLCMV                      | マレーシア  |
| <i>Tomato leaf curl New Delhi virus</i><br>(Tomato leaf curl virus - New Delhi)             | ; ToLCNDV<br>; ToLCV - NDe)   | インド  |
| <i>Tomato leaf curl Sri Lanka virus</i>   | ; ToLCSLV                     | スリランカ  |
| <i>Tomato leaf curl Taiwan virus</i><br>(Tomato leaf curl virus - Taiwan)                   | ; ToLCTWV<br>; ToLCV - Tw)    | 台湾   |
| <i>Tomato leaf curl Vietnam virus</i>   | ; ToLCVV                      | ベトナム   |
| <i>Tomato yellow leaf curl China virus</i><br>(Tomato yellow leaf curl virus - China)       | ; TYLCCNV<br>; TYLCV - Ch)    | 中国   |
| <i>Tomato yellow leaf curl Thailand virus</i><br>(Tomato yellow leaf curl virus - Thailand) | ; TYLCTHV<br>; TYLCV - Th)    | タイ   |
| アフリカ産グループ (地中海沿岸地方, オーストラリア*を含む)  |                               |  |
| <i>Tomato leaf curl virus</i><br>(Tomato leaf curl virus - Australia)                       | ; ToLCV<br>; ToLCV - Au)      | オーストラリア  |
| <i>Tomato yellow leaf curl Gezira virus</i>   | ; TYLCGV                      | スーダン   |
| <i>Tomato yellow leaf curl Malaga virus</i>   | ; TYLCMaIV                    | スペイン   |
| <i>Tomato yellow leaf curl Sardinia virus</i><br>(Tomato yellow leaf curl virus - Sardinia) | ; TYLCSV<br>; TYLCV - Sar)    | イタリア, スペイン   |
| <i>Tomato yellow leaf curl virus</i><br><br>(Tomato yellow leaf curl virus - Israel)        | ; TYLCV                       | イスラエル, サウジアラビア,<br>ア, スペイン, ポルトガル,<br>キューバ, ドミニカ, 日本 |
| <i>Tomato yellow leaf curl virus - Iran</i>   | ; TYLCV - IR                  | イラン  |
| <i>Tomato yellow leaf curl virus - Mild</i>   | ; TYLCV - Mld                 | イスラエル, 日本  |
| <i>Tomato yellow leaf curl virus - Sudan</i>  | ; TYLCV - SD                  | スーダン   |

\* ToLCV (オーストラリア) は, 最近の系統樹ではアフリカ産グループとして扱われている。

括弧内は, 第7次 ICTV 報告などで示されていた旧種名。

ウイルスの系統樹は, 以下の web サイトを参考にした。

FAUQUET, C. M. et al. Updated revised proposal for naming geminiviruses.

<http://www.danforthcenter.org/iltab/geminiviridae/naming/howtoname.html>

異なるタイプのベゴモウイルスが侵入・発生し, トマト黄化葉巻病を引き起こしていることになる。

日本で確認された4種類のTYLCV分離株およびそれと相同なウイルスの発生分布を, 図-1に示した。静岡株と愛知株の分布は東海地方に限定されるが, 長崎株は九州のほか, 四国, 中国, 紀伊半島にも離れて分布していることがわかり, 媒介虫の移動よりも感染苗などによる人為的な移動・分散が疑われている。

## II 媒介虫タバココナジラミのバイオタイプ

ベゴモウイルスはタバココナジラミ *Bemisia tabaci* によって永続的に媒介される。タバココナジラミは形態的に区別できる特徴が乏しいため, 過去に世界各地で様々な植物から採集された多くのコナジラミ種が, 単一の「タバココナジラミ」として整理・記載される結果となった。このため, タバココナジラミは世界中に分布し,

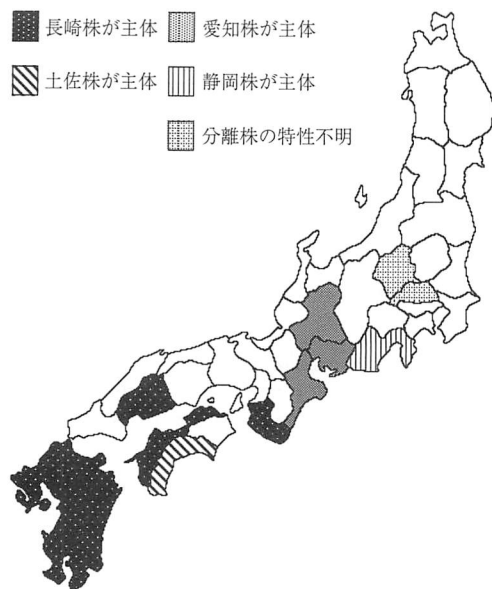


図-1 日本国内でトマト黄化葉巻病の発生が報告されている地域と主な TYLCV 分離株 (2005 年 4 月まで)

おびただしい数の作物を加害する「大害虫」として扱われている。しかし、タバココナジラミには寄主植物の異なる寄主レースや形態以外の生物学的特徴が異なる数多くのバイオタイプが知られており、なかでも北米産のバイオタイプ A と世界各地に分布を広げているバイオタイプ B の間には、生化学的な特徴、遺伝子解析による特徴、寄主植物に与える生理障害の有無、個体群間の交雑能力などで大きな差異が存在する。このため BELLOWS et al. (1994) は両者が種のレベルで異なっているとし、バイオタイプ B を別種シルバーリーフコナジラミ *Bemisia argentifolii* として記載した。

現時点では、タバココナジラミは潜在種 (cryptic species) であるシルバーリーフコナジラミを含めて、数多くのバイオタイプからなる種複合 (species complex) として扱われるべきであろう (PERRING, 2001)。

タバココナジラミでは、これまでに異なる 41 の個体群が報告され、そのうち 24 の個体群については特定のバイオタイプ名が与えられたが、残る 17 の個体群は命名されていない。大半の個体群に対して、ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (PAGE) による非特異的エステラーゼのバンドパターンが測定されており、現在まで 20 のバイオタイプがこのバンドパターンによって同定されている。

また、最近では RAPD-PCR によるバイオタイプの判別も盛んになってきた。さらにリボソーム DNA の ITS 領

域やミトコンドリア DNA の CO1 領域などの塩基配列そのものを比較して個体群間の近縁度を測定し、系統解析する研究も始まっている。

PERRING (2001) は近年の遺伝子解析の成果を踏まえて、これまでに報告されたバイオタイプのグループ化を試みている (表-3)。データが不十分、あるいは相互に矛盾しているため、今回のグループ化に含まれなかったバイオタイプも多く残されている。また同じグループ内にまとめられても地理的に大きく離れたバイオタイプも存在しており、今回のグループ化を機に今後タバココナジラミ種複合の系統分類の進展が期待される。

日本を含めた東アジアのバイオタイプについてはこれまで情報が乏しかったが、LEE and De BARRO (2000) は韓国のダイズ、ポインセチア、セイヨウバラで採集されたタバココナジラミ 3 個体群と国外の 7 個体群；オーストラリア産バイオタイプ B (ブッソウゲ)、米国産バイオタイプ A と B (ブッソウゲ)、イスラエル産バイオタイプ B (ブッソウゲ)、日本産バイオタイプ B (キャベツ)、日本産石垣島個体群 (ハッシュウマメ)、日本産四国個体群 (スイカズラ) を材料として、ミトコンドリア 16SrRNA の部分的塩基配列 (約 500 bp) の系統解析を行った。その結果、四つの異なる集団が識別され、韓国のポインセチアとセイヨウバラで採集された個体群は米国、オーストラリア、イスラエル、日本のバイオタイプ B と同じ集団に分類された。ダイズから採集された個体群は日本の四国個体群と同じ集団になった。米国のバイオタイプ A と日本の石垣島個体群は、それぞれ別の集団に分類された。さらに De BARRO et al. (2000) によれば、リボソーム DNA の ITS1 領域による系統解析で、韓国の非 B バイオタイプ個体群は海南島、北インド、トルコの個体群と同じ集団に分類されるという。

また ZHANG et al. (2005) は、これまで中国では未記録であったバイオタイプ Q の発生を報告した。彼らは中国各地から採集された異なる 27 のタバココナジラミ個体群の遺伝的多様性とバイオタイプ判別を増幅断片長多型 (AFLP) とミトコンドリア DNA の CO1 領域の塩基配列解析によって行った。分子系統樹の解析結果として、現在中国には四つの遺伝的に異なるグループが存在することがわかった。1 番目はバイオタイプ B で内陸部の新疆ウイグル自治区を含め、中国各地に広範囲に分布していた。2 番目はバイオタイプ Q で、分布地点は雲南省と北京市に限定された。3 番目と 4 番目はバイオタイプ B でも Q でもない在来個体群と思われるグループで、そのうちの 1 グループはインドのアジア在来個体群と塩

表-3 PERRING (2001) により提示されたタバコナジラミ種複合のグループ化

| グループ名 | 分布               | バイオタイプ名                      | グループ化の根拠と生物学的特徴   |
|-------|------------------|------------------------------|---|
| グループ1 | 新世界 (北米, 中米, 南米) | A, C, N, R                   | リボソーム DNA の ITS 領域およびミトコンドリア DNA の CO1 領域の相同性により, これら新世界のバイオタイプは同一集団に分類される。   |
| グループ2 | 世界各地             | B ( <i>B. argentifolii</i> ) | カボチャ葉の白化症状やトマト果実の着色異常はこのバイオタイプ B のみが引き起こす。他のバイオタイプとの間で様々なレベルの生殖不適合が認められるが, 世界各地に生息するバイオタイプ B 間では交配可能。エステラーゼバンドパターン, 遺伝子解析などの結果, 北米のバイオタイプ A と B の間には種レベルにふさわしい差異が存在すると判断され, 別種 <i>B. argentifolii</i> BELLOWS and PERRING として記載された。   |
| グループ3 | 西アフリカ・スペイン       | E, S                         | ベニン (西アフリカ) の <i>Asystasia gangetica</i> (ガングティカ; キツネノマゴ科) から採集されたバイオタイプ E は, アロザイム解析や遺伝子解析によりスペインのサツマイモ属 <i>Ipomea</i> から採集されたバイオタイプ S が近縁とされ, 他のバイオタイプとは異なる集団に分類される。  |
| グループ4 | インド              | H                            | ケララ州 (インド) でスイカから採集された個体群は, カボチャの白化症状を引き起こさないことが確認されている。遺伝子解析の結果, 他のどのバイオタイプとも異なる集団に分類される。  |
| グループ5 | アフリカ・スペイン        | L, Q, J, ? (エジプト)            | バイオタイプ L はスーダンでワタから採集され, カボチャの白化症状は引き起こさない。ミトコンドリア DNA の 16S および CO1 領域の解析によれば, バイオタイプ L はバイオタイプ A, B, E, H と区別される。リボソーム DNA の ITS 領域の解析では, エジプトの <i>Lantana camara</i> (シチヘンゲ; クマツヅラ科) から採集された個体群 (バイオタイプ名なし), スペインのトマトから採集されたバイオタイプ Q, ナイジェリアのササゲから採集されたバイオタイプ J と同一集団に分類される。 |
| グループ6 | トルコ, 中国, 韓国      | M, ? (海南島), ? (韓国)           | トルコでワタから採集されたバイオタイプ M は, バイオタイプ B, K, D とは交配せず, カボチャの白化症状を引き起こさない。リボソーム DNA の ITS 領域を使った系統解析で, 海南島の個体群 (バイオタイプ名なし) と韓国の個体群 (バイオタイプ名なし) と同じ集団に分類される。   |
| グループ7 | オーストラリア          | AN                           | クイーンズランド南部とダーウィンでワタから採集されたバイオタイプ AN はオーストラリア土着の個体群と考えられ, リボソーム DNA の ITS1 領域を使用した系統解析で, 世界の他のバイオタイプとは別集団に分類される。バイオタイプ AN とバイオタイプ B の交雑個体と見なされるエステラーゼバンドパターンをもつ個体が発見されているが, 交配実験によって妊性をもつ子孫は得られていない。   |

基配列の相同性が高かった。中国では 1990 年代に各種の野菜でコナジラミによる被害が増大し, この時期にバイオタイプ B が侵入したと考えられる。しかしバイオタイプ Q の確認は今回が初めてで, ごく最近侵入したと考えられる。興味深いエピソードとして, バイオタイプ Q の発生地の一つ雲南省昆明では 1999 年に世界園芸博覧会が開催され, バイオタイプ Q の分布地域 (スペイン, イタリア, イスラエルなど) からポインセチアなどの園芸植物が多数出品されたことが紹介されている。

中国で発生が確認されたタバコナジラミのバイオタイプ Q は, かつてイベリア半島の南部に局的に分布していたが, 最近分布を広げ, イタリアやイスラエルでも発生が報告されている (HOROWITZ et al., 2003; RAUCH

and NAUEN, 2003)。イスラエルでは, バイオタイプ Q の個体群で殺虫剤ピリプロキシフェンに対する抵抗性が高度に発達していることが明らかになり, 一方, 同時に採集されたバイオタイプ B はピリプロキシフェンに感受性であった。タバコナジラミの異なるバイオタイプ間では交雑が起きないか, まれであるため (MOYA et al., 2001; BEDFORD et al., 1994), ピリプロキシフェンによる淘汰圧の下で殺虫剤抵抗性に関して遺伝的に異なる系統の選抜が起きている可能性がある。

日本では, 1989 年頃侵入し各種野菜を加害するバイオタイプ B (シルバーリーフコナジラミ) のほか, 西日本でスイカズラ, サツマイモ等に生息するタバコナジラミ在来系統と沖縄県石垣島の在来系統の存在が報告さ

れているが(大泰司・岡田, 1996), 他のバイオタイプ  
の発生は知られていない。

### III タバココナジラミのバイオタイプと ウイルス媒介性

BEDFORD et al. (1994) は, 異なる地域(北米, 中米,  
カリブ海地域, アフリカ, 中東, アジア, ヨーロッパ)  
から集めたタバココナジラミ 18 個体群について, 世界  
各地で得られた病徴の異なる 15 種類のコナジラミ媒介  
性ジェミニウイルスの媒介性を調査したところ, どのコ  
ナジラミも媒介できなかった 3 種類のウイルスを除き,  
すべてのジェミニウイルスがバイオタイプ B と大半の  
非 B バイオタイプによって媒介された。いくつかの非  
B バイオタイプは一部のウイルスを媒介せず, 代わりに  
いくつか別のウイルスを他よりも効率的に媒介した。

JIANG et al. (2004) は, タバココナジラミのバイオタ  
イプ B, Q, S を使って 5 種類の雑草にスペイン・マル  
シア産 *Tomato yellow leaf curl Sardinia virus* (TYLCSV)  
の媒介実験を行った。バイオタイプ B と Q はいずれも  
保毒トマトからチョウセンアザガオとイヌホオズキにウ  
イルスを 58.3 ~ 83.3% の効率で媒介し, その逆の媒介  
効率も同程度 (66.7 ~ 100%) であった。両バイオタイ  
プの媒介効率に有意差はなかった。バイオタイプ S は  
ウイルスを獲得できるだけの十分な時間トマト上で生存  
できず, イヌホオズキからイヌホオズキへは効率が低い  
ながら媒介可能であった。

タバココナジラミのバイオタイプがベゴモウイルスの  
媒介性に及ぼす影響について, バイオタイプによって媒  
介されるベゴモウイルスの種類が異なる場合もあるが,  
むしろコナジラミとウイルスを獲得・接種する寄主植物  
との親和性のほうが重要と思われる (BROWN et al.,  
1995)。

### IV コナジラミによる TYLCV の経卵伝染

GHANIM et al. (1998) は TYLCV を保毒したタバココ  
ナジラミ成虫(バイオタイプ B; シルバーリーフコナジラ  
ミ)が次世代にウイルスを経卵伝染すると報告したが,  
日本産シルバーリーフコナジラミと TYLCV を組み合わ  
せた媒介実験では, 経卵伝染は確認できなかった(善ら,  
2001; 北村ら, 2003)。イスラエルで報告された経卵伝  
染の媒介効率は, 幼虫から成虫への死亡率を除外しても  
10%程度であり, 通常の罹病植物でコナジラミ成虫に獲  
得吸汁させた場合の媒介効率 (60 ~ 100%) に比べれば  
非常に低い。野外でのウイルス病の流行過程において

は, ウイルス源植物とそこで保毒する媒介虫の増殖が重  
要となるので, 媒介効率が低い経卵伝染の存在に神経質  
になる必要性は低いと思われる。ちなみに HUNTER and  
POLSTON (2001) によってシルバーリーフコナジラミの  
細胞培養系が確立されたが, 培養された胚組織細胞への  
TYLCV の感染・増殖は確認されなかった。このことは  
コナジラミにおける TYLCV の経卵伝染が虫体細胞への  
感染によるものではないことを示唆している。

### V TYLCV 抵抗性品種の開発状況

過去 20 年以上にわたって, TYLCV 抵抗性の品種を育  
成する努力が続けられてきた。トマトには TYLCV に対  
する抵抗性が見つからなかったため, 野生のトマト属で  
TYLCV に抵抗性を示すものが利用されてきた。TYLCV  
に耐性を示した最初の栽培品種 'TY20' は野生のトマト  
*Lycopersicon peruvianum* から抵抗性を導入したもので,  
病徴発現を遅らせ, ウイルス DNA の蓄積が少ない  
(PILOWSKY and COHEN, 1990)。最近では, さらに他の様々  
な野生トマト属から高レベルの抵抗性が導入されつつあ  
る。TYLCV に対する抵抗性は複数の量的遺伝子による  
ものや劣性遺伝子によるもののほか, 数は少ないながら  
も TYLCV 抵抗性を発現する優性あるいは不完全優性の  
主遺伝子が知られている。

最初の遺伝子は TYLCV に抵抗性を示す野生のトマト  
*L. chilense* を栽培種のトマト *L. esculentum* と交配し, 病  
徴の出ない系統を選抜した結果得られた。第 3 および第  
6 染色体上のマーカーが TYLCV 抵抗性のレベルに密接  
に関連しており, 不完全優性の TYLCV 耐性遺伝子 TY-  
1 が第 6 染色体上に位置し, さらに二つの調節遺伝子が  
第 3 および第 7 染色体に位置していることがわかった  
(ZAMIR et al., 1994)。2 番目の遺伝子は, インドで KALLOO  
and BANERJEE (1990) が *L. hirsutum* 由来の TYLCV 抵抗  
性を導入した 6 系統の TYLCV 抵抗性トマトに由来す  
る。そのうちの一つ, H24 が台湾において優れた  
TYLCV 抵抗性を発揮したので, この系統がもつ抵抗性  
遺伝子の染色体上における位置を決定したところ, 第  
11 染色体上に位置していた。遺伝特性は完全もしくは  
不完全優性と考えられた (HANSON et al., 2000)。この遺  
伝子は台湾にある AVRDC において TY-2 と名付けら  
れた。現在これらの抵抗性遺伝子を導入した TYLCV 抵  
抗性トマト系統が育成されつつある。

### VI 抵抗性品種を利用するうえでの問題点

ウイルス病に抵抗性(耐性)を示す表現型はウイルス

の有害な効果を低下させるものの、抵抗性品種がウイルスの供給源となる潜在的な危険性については未知数である。

LAPIDOT et al., (2001) は、TYLCV 抵抗性トマトがウイルスの流行において果たす潜在的な役割について検討した。

ウイルス抵抗性のレベルが感受性から高度に抵抗性のもので4段階に異なるトマトに TYLCV を接種し、コナジラミのウイルス獲得および媒介効率を比較した。ウイルス接種後 21 日目の植物を使ったコナジラミの媒介効率は、ウイルス源植物の抵抗性レベルと負の相関を示した。したがってウイルス源の抵抗性レベルが高いほどウイルス媒介率は低下する。加えて、ウイルス DNA の蓄積は抵抗性のウイルス源植物の方が感受性の植物よりも少なかった。接種 21 日後のウイルス源植物で吸汁したコナジラミ成虫の生存率はウイルス抵抗性にかかわらず同程度であった。接種 35 日後のウイルス源植物上ではコナジラミ成虫の生存率に有意差が生じた。ここでは抵抗性の高い植物ほど、コナジラミ生存率は上昇した。接種 35 日後には感受性品種では激しい病徴が発現し、これらのウイルス源植物からの媒介効率は最も低くなった。病徴の進展により寄主植物としての好適性が低下したと考えられる。抵抗性の程度が中程度のウイルス源植物からの媒介効率が最も高くなり、抵抗性のレベルが高いと媒介効率は徐々に低下した。コナジラミ体内のウイルス蓄積量はウイルス源植物のウイルス蓄積量と直接関係があった。結論として、ウイルス抵抗性レベルが高いほど、ウイルス源とはなりにくなる。それゆえ、高い抵抗性の植物からのウイルス獲得や媒介効率はより低下する。

いずれにせよ抵抗性品種がウイルス源になりうる点は否定できないので、トマトを周囲が栽培しない時期に抵抗性品種を栽培し、ウイルスを温存するようなことは避けるべきである。また中途半端に抵抗性をもつ品種は逆に感受性品種よりも好適なウイルス源となりうることに注意する必要がある。

## VII 今後の展望

化学合成殺虫剤のみに頼った TYLCV 媒介コナジラミの防除は、殺虫剤の使用回数制限や薬剤抵抗性発達等の危険性から、早晩行き詰まる可能性が高い。農業・生物系特定産業技術研究機構では、農林水産省からの受託プロジェクト研究「生物機能を活用した環境負荷低減技術の

開発」において、おとり作物と天敵寄生蜂を利用したシルバリーフコナジラミと黄化葉巻病防除技術の開発、紫外線カットフィルムを有効に活用した黄化葉巻病の防除技術の開発など、新しい防除技術の開発を目指して研究に取り組んでいるところである。

しかし新しい防除技術を開発しても、単一の防除技術に依存することは依然として好ましいことではなく、化学合成殺虫剤を含めた従来の防除技術も有効に組み合わせながら、環境への負荷が少ない持続的な病害虫防除システムの構築を目指す必要がある。

トマト黄化葉巻病をはじめとする虫媒性ウイルス病の防除においては、ウイルス媒介昆虫とウイルス源、栽培植物の間の伝染環をいかに断ち切るかがポイントであり、今後とも生産農家の協力も得ながら有効な防除技術の確立に努めていきたい。

## 引用文献

- 1) BEDFORD, I. D. et al. (1994): *Ann. Appl. Biol.* **125**: 311 ~ 325.
- 2) BELLOWES JR. T. S. et al. (1994): *Ann. Entomol. Soc. Am.* **87**: 195 ~ 206.
- 3) BROWN, J. K. et al. (1995): *Annu. Rev. Entomol.* **40**: 511 ~ 534.
- 4) DE BARRO, P. J. et al. (2000): *Mol. Phylog. Evol.* **16**: 29 ~ 36.
- 5) FAUQUET, C. M. et al. (2003): *Arch. Virol.* **148**: 405 ~ 421.
- 6) GHANIM, M. et al. (1998): *Virology* **240**: 295 ~ 303.
- 7) HANSON, P. M. et al. (2000) *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **125**: 15 ~ 20.
- 8) HOROWITZ, A. R. et al. (2003): *Phytoparasitica* **31**: 94 ~ 98.
- 9) HUNTER, W. B. and J. E. POLSTON (2001): *J. Invertebr. Pathol.* **77**: 33 ~ 36.
- 10) JIANG, Y. X. et al. (2004): *Spanish J. Agric. Res.* **2**: 115 ~ 119.
- 11) KALLOO, G. and M. K. BANERJEE (1990): *Plant Breeding* **105**: 156 ~ 159.
- 12) KATO, K. et al. (1998): *Ann. Phytopathol. Soc. Jpn.* **64**: 552 ~ 559.
- 13) 加藤公彦 (1999): *植物防疫* **53**: 308 ~ 311.
- 14) 北村登史雄ら (2003): 平成 14 年度野菜茶業研究成果情報: 87 ~ 88.
- 15) LAPIDOT, M. et al. (2001): *Phytopathology* **91**: 1209 ~ 1213.
- 16) LEE, M. L. and P. J. DE BARRO (2000): *Korean J. Entomol.* **30**: 125 ~ 130.
- 17) MOYA, A. et al. (2001): *Mol. Ecol.* **10**: 891 ~ 897.
- 18) 大泰司誠・岡田忠虎 (1996): タバココナジラミの防除に関する研究, 生理, 生態の解明, 農林水産技術会議事務局, 研究成果 **311**: 8 ~ 24.
- 19) 大貫正俊 (2000): *農業および園芸* **75**: 108 ~ 113.
- 20) PERRING, T. P. (2001): *Crop Protection* **20**: 725 ~ 737.
- 21) PILOWSKY, M. and S. COHEN (1990): *Plant Dis.* **74**: 248 ~ 250.
- 22) RAUCH, N. and R. NAUEN (2003): *Arch. Insect Biochem. Physiol.* **54**: 165 ~ 176.
- 23) 上田重文 (2004): *植物ウイルス病研究会レポート* **7**: 101 ~ 109.
- 24) 上田重文 (2005): *今月の農業* **49**(2): 20 ~ 23.
- 25) VAN REGENMORTEL, M. H. V. et al. (2000): *Virus taxonomy, Seventh report of the international committee on taxonomy of viruses*, Academic press, San Diego, 1162 pp.
- 26) ZAMIR, D. et al. (1994): *Theor. Appl. Genet.* **88**: 141 ~ 146.
- 27) 善正二郎ら (2001): *九病虫研究会報* **47**: 25 ~ 28.
- 28) ZHANG, L. P. et al. (2005): *J. Appl. Entomol.* **129**: 121 ~ 128.