

特集：植物ウイルス病最近の話題

日本に発生するベゴモウイルス

九州沖縄農業研究センター おお ぬき まさ とし
大 貫 正 俊

はじめに

ジェミニウイルス科のウイルスはゲノム構造、媒介虫、宿主植物の種類により、マステレウイルス属、クルトウイルス属、トボクウイルス属およびベゴモウイルス属の4属に分けられている。このうち、ベゴモウイルス属は二分節ゲノム (DNA-A, -B 成分) から成るものと DNA-A 成分様の単一ゲノムから成るものの2タイプが存在する。日本に発生するベゴモウイルスの多くは、単一ゲノムタイプである (池上, 2007)。

ベゴモウイルス属は上記4属の中で種数が最も多く、農業上重要なウイルスもこの属に多く含まれている。ベゴモウイルスに起因する病害はアフリカの cassava mosaic disease やパキスタンの cotton leaf curl disease の発生事例など、熱帯・亜熱帯地域では顕著な被害が報告されているが、我が国でも1996年のトマト黄化葉巻病 (病原ウイルスはベゴモウイルスの1種である *Tomato yellow leaf curl virus*, TYLCV) の発生を契機に、媒介虫であるタバココナジラミの全国的な発生と相まって、その重要性が広く認識されるに至った。

日本に発生するベゴモウイルスは、現在までのところ、TYLCVのほか、タバコ、トマト、サツマイモ、花き (花木)、雑草等に感染する複数のウイルス種が知られているが、それらの感染植物は巻葉、葉脈黄化、葉脈肥厚、黄斑モザイク等の特徴的な外観を呈する。ベゴモウイルスの検出には、現在PCR法が最も一般的に用いられており、特に BRIDDON and MARKHAM (1994) によるユニバーサルプライマー (以降、BM プライマーと略称する) は、これまで筆者が確認した国内外の多くのベゴモウイルスの検出に利用可能であった。図-1は、葉での特徴的な病徴からベゴモウイルスの感染が疑われた植物から、BM プライマーによって得られたPCR産物をゲル電気泳動したものである。これらPCR産物の塩基配列を決定し、既報のベゴモウイルスのゲノム構造との比較から図-1のPCR産物がいずれもベゴモウイルス由来であることを確認した。本稿では表-1に示したよう

に未同定種を含め、日本に発生するベゴモウイルスについて、これまでに得られた知見を紹介する。

I トマトに発生するベゴモウイルス

トマトに発生するベゴモウイルスは、被害の大きさから TYLCV が特筆すべきものである。TYLCV の発生と被害の拡大により施設栽培トマトにおける既存の防除体系の見直しが迫られ (内川・小川, 2005)、今日もなお徹底的な媒介虫制御を柱とした防除対策が続けられている。TYLCV に関しては上田 (植物防疫本号別稿) が詳しく解説しているので、そちらを参考にさせていただきたい。重要ウイルスである TYLCV のほか、日本にはトマトに感染する土着のベゴモウイルスが発生しているが、その被害は TYLCV に比べれば限定的である。これら土着のウイルスには、トマト黄化萎縮病やタバコ巻葉病の病原ウイルスとなっている複数種が存在している。最新

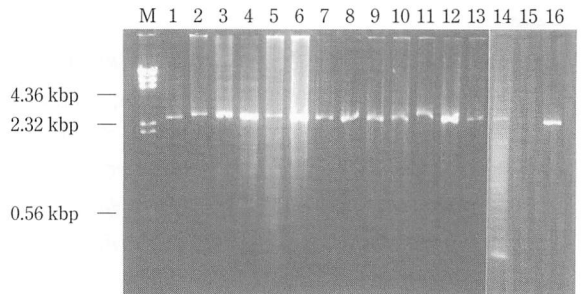


図-1 ベゴモウイルスの感染が疑われた植物から増幅されたPCR産物のアガロースゲル電気泳動
プライマーはすべてBMプライマーを用いた。レーンM: DNA分子量マーカー, λ /HindIII, レーン1: 斑入りアブチロン (熊本), レーン2: 葉脈黄化ヒヨドリバナ (熊本), レーン3: 葉脈黄化スイカズラ (熊本), レーン4: 巻葉タバコ (鹿児島), レーン5: 黄化萎縮トマト (大分), レーン6: 黄化萎縮トマト (高知), レーン7: 黄化萎縮トマト (香川A), レーン8: 黄化萎縮トマト (香川B), レーン9: 黄化葉巻トマト (長崎), レーン10: 黄化葉巻トマト (静岡), レーン11: 葉巻サツマイモ (宮崎), レーン12: 葉巻サツマイモ (熊本), レーン13: 葉巻サツマイモ (京都), レーン14: 葉脈黄化ツクシメナモミ (沖縄), レーン15: 巻葉エノキアオイ (沖縄), レーン16: 葉脈黄化カッコウアザミ (沖縄)。

Notes on *Begomovirus* Species Occurring in Japan. By
Masatoshi ONUKI

(キーワード: ベゴモウイルス, 日本)

表-1 日本に発生するベゴモウイルス (未同定種を含む)

ウイルス名	主な宿主植物
<i>Abutilon mosaic virus</i> (AbMV)	アブチロン
<i>Ageratum yellow vein virus</i> (AYVV)	カッコウアザミ, トマト
<i>Eupatorium yellow vein virus</i> (EpYVV)	ヒヨドリバナ, トマト
<i>Eupatorium yellow vein mosaic virus</i> (EpYVMV)	ヒヨドリバナ
<i>Honeysuckle yellow vein virus</i> (HYVV)	スイカズラ, トマト
<i>Honeysuckle yellow vein mosaic virus</i> (HYVMV)	スイカズラ, タバコ, トマト
<i>Sweet potato leaf curl virus</i> (SPLCV)	サツマイモ, アサガオ
<i>Tobacco leaf curl Japan virus</i> (TbLCJV)	スイカズラ, タバコ, トマト
<i>Tomato yellow leaf curl virus</i> (TYLCV)	トマト, トルコギキョウ
未同定種	
Malvastrum-infecting begomovirus	エノキアオイ (石垣, 波照間, 竹富島)
Siegesbeckia-infecting begomovirus	ツクシメナモミ (波照間島)
Alternanthera-infecting begomovirus	<i>Alternanthera</i> sp.

各ウイルスの宿主植物名は、主に FAUQUET et al. (2008) の付表に登録されているウイルス分離株の原宿主から引用するとともに、筆者の未発表データを基にした。

のジェミニウイルス分類基準 (FAUQUET et al., 2008) の付表には *Tobacco leaf curl Japan virus* (TbLCJV) および *Honeysuckle yellow vein virus* (HYVV) の一部の株が、自然感染トマトから分離されたことが明記されており、これら2種はトマトに感染する。TbLCJV および HYVV に加え、日本在来のベゴモウイルスにはスイカズラ、タバコへの感染が認められる *Honeysuckle yellow vein mosaic virus* (HYVMV) ならびにヒヨドリバナに感染する *Eupatorium yellow vein virus* (EpYVV), *Eupatorium yellow vein mosaic virus* (EpYVMV) の合計5種が存在する。HYVMV は、黄化萎縮症状のトマトから分離されたことが既に明らかにされており (北村ら, 2002), また、筆者の調査でも四国地域の黄化萎縮症状のトマトから HYVMV と EpYVV の2種ベゴモウイルスが独立に分離されている (未発表)。以上の結果から、HYVMV および EpYVV もトマトに自然感染すると推測される。なお、感染トマトから分離された EpYVV のゲノム塩基配列を DNA データベースに登録した (DDBJ/EMBL/GenBank アクセション番号, AB433979)。EpYVMV に関しては、トマトに感染するか否かは不明である。

2005年には沖縄県石垣市のハウストマトに *Ageratum yellow vein virus* に起因する新病害が発生したが、本ウイルスについては八重山諸島に発生するベゴモウイルスの章で改めて説明する。

II サツマイモに発生するベゴモウイルス

サツマイモに発生するベゴモウイルスは、サツマイモ葉巻ウイルス (*Sweet potato leaf curl virus*, SPLCV) とし

て知られているが、現在、日本植物病名目録からは除外されている。しかし、タバココナジラミによる媒介 (新海ら, 1978; OSAKI and INOUE, 1991), 特徴的な双球状粒子形態および他種ベゴモウイルスとの血清学的関係については既に明らかになっている (ONUKI et al., 2000)。また、ウイルスの塩基配列に関しても宮崎、熊本および京都の株について DNA-A 成分の全塩基配列が既に判明しており (アクセション番号, AB433786 ~ AB433788), 米国で報告のある SPLCV 分離株とはいずれの株も90%以上の相同性が認められることから、日本での本種の存在は確実である。

SPLCV はサツマイモ萌芽時に顕著な葉巻症状を伴うことで知られるが、本圃定植以降の実害はほとんどないとされる。ただし、米国ではサツマイモの減収にかかわる事例も報告されている (CLARK and VALVERDE, 2000)。現在、サツマイモ帯状粗皮病対策のためにウイルスフリー苗が普及し、以前に比べれば SPLCV の発生は少なくなっている。

III 花きおよび観賞用植物に発生するベゴモウイルス

ベゴモウイルスによる花き病害は、TYLCV によるトルコギキョウ葉巻病 (内川ら, 2002) が病名目録に記載されている。本病は九州では鹿児島、沖縄県を除く5県下で発生し、その他の地域でも山口、高知、愛知、静岡県での発生が確認されており、TYLCV の既発生県では注意が必要である。

観賞用植物であるアブチロンには斑入りのものがあ

り、以前からウイルス感染が疑われていた。このような株からは、ベゴモウイルスの増幅用プライマーにより、特異的な PCR 産物が得られることが既に指摘されている (ONUKI and HANADA, 1998; 河野ら, 2006 a)。河野ら (2006 b) は斑入りアブチロン由来の特異的な PCR 産物の解析結果と接ぎ木接種によるモザイク症状の再現から斑入りアブチロンの病原ウイルスを *Abutilon mosaic virus* (AbMV), 病名をアブチロンモザイク病と提案した。AbMV は海外ではタバココナジラミによりアブチロン以外の農作物にも感染することが確認されているが、その一方、AbMV-ハワイ株はタバココナジラミ媒介性を欠くといわれている (Wu et al., 1996)。斑入りアブチロンは現在もしばしば店頭販売されており、タバココナジラミも寄生しやすいので、虫媒性をもつ AbMV が感染している場合は注意が必要である。

斑入り植物と同様に、葉脈黄化した植物もしばしば店頭で販売されている。その好例は葉脈黄化スイカズラで、このような株もベゴモウイルスの感染が疑われる。WERE et al. (2005) は店頭にあった葉脈黄化スイカズラから、HYVV 分離株を得ている。

植物の斑入りなどは遺伝的特性の場合もあるが、上記のようにウイルス感染による場合も散見される。最近、園芸店には外国産の植物が多数並んでいるが、筆者は外観が斑入りアブチロンによく似たヒユ科の観賞用植物 (*Alternanthera* sp.) からも BM プライマーによって特異的な PCR 産物を得ており、これについても塩基配列の解析結果から新種と推定されるベゴモウイルスの存在を確認した (*Alternanthera*-infecting begomovirus と仮称)。本ウイルスについては虫媒伝染性や宿主範囲の調査など、外来生物としてのリスク評価が必要である。

IV 八重山諸島に発生するベゴモウイルス

八重山諸島は南西諸島の最南端に位置し、亜熱帯の気候条件下、本土とは異なる植生を有している。本稿では八重山諸島のうち、石垣、西表、与那国、波照間および竹富島において確認されたベゴモウイルスを紹介する。まず、2005年に石垣島のハウストマトに巻葉症状を伴う新病害が発生したが、病原は *Ageratum yellow vein virus* (AYVV) であり、タバココナジラミ (バイオタイプ B) による媒介も確認された (安藤ら, 2008)。AYVV はインドネシア、シンガポール、中国、台湾で発生し、AYVV および AYVV に近縁なベゴモウイルスはアジア地域では広範囲に発生していると考えられる。AYVV は石垣、西表、与那国島に自生するカッコウアザミ (*Ageratum conyzoides*) に発生しているが、カッコウ

アザミはサトウキビ圃場の主要雑草の一つであり、AYVV に感染して葉脈黄化症状を示すカッコウアザミをサトウキビ圃場内やその周辺でしばしば観察することができる。感染カッコウアザミから健全トマトへの AYVV の媒介も既に確認されている (安藤ら, 2008)。

石垣島でのハウストマトの栽培は盛夏期には一端終了し、AYVV 感染トマトもハウス内から一掃される。それにもかかわらず、秋以降の栽培において再び感染株が見られることは、伝染源がハウス周辺に存在することが推測される。AYVV の感染があったハウスの周辺には葉脈黄化したカッコウアザミが高頻度に観察されることから、これらのカッコウアザミが栽培トマトへの主要な伝染源となっている可能性が高い。なお、AYVV による雑草への自然感染はカッコウアザミのほか、石垣、西表島の数種雑草で確認されているが、それらから健全トマトへのウイルス媒介については未検討である。

アオイ科雑草であるエノキアオイ (*Malvastrum coromandelianum*) には巻葉、葉脈肥厚化等の症状を示すものがある。本症状はこれまでに石垣、波照間、竹富島において発生が確認され、現在もこれら3島では周期的に発生している (*Malvastrum*-infecting begomovirus と仮称)。巻葉症状の株からは、図-1に示したように BM プライマーによって特異的な PCR 産物が増幅される。Zhou et al. (2006) および Wu et al. (2007) は巻葉症状のエノキアオイからベゴモウイルスを分離し、これらは現在、それぞれ確定種 *Malvastrum leaf curl virus* (MaLCV) および *Malvastrum leaf curl Guandong virus* (MaLCuGdV) として記載されている (FAUQUET et al., 2008)。石垣、波照間、竹富島で観察されたエノキアオイの症状は、MaLCV や MaLCuGdV に感染したエノキアオイと酷似していること、また、MaLCuGdV が実験的にタバコおよびペチュニアにも感染することが明らかになっていることから (Wu et al., 2007)、八重山3島で見られたエノキアオイのベゴモウイルスとの異同を明らかにする必要がある。

波照間島に自生するキク科雑草のツクシメナモミ (*Siegesbeckia orientalis*) には鮮明な葉脈黄化やエネーションを示すものが見られ、BM プライマーによる特異的な PCR 産物の増幅も確認されている (図-1) (*Siegesbeckia*-infecting begomovirus と仮称)。このような株からは、ベゴモウイルスをヘルパーウイルスとするサテライト DNA 成分 (DNA β) 様の環状分子も同時に確認された。同様な葉脈黄化が中国広東省および広西チワン族自治区の *Siegesbeckia glabrescens* にも見られており、病原ウイルスは塩基配列の違いから、それぞれ

Siegesbeckia yellow vein virus および *Siegesbeckia yellow vein Guangxi virus* として登録されている (FAUQUET et al., 2008)。波照間島のツクシメナモミのベゴモウイルスが、これら中国南東部で発生しているベゴモウイルスと分子的にどのように関係するのか興味深い。以上、八重山諸島に発生するベゴモウイルスを紹介したが、AYVVを除きいずれも未同定種であることから、種名については今後検討したい。

AYVVは、本邦では新発生のベゴモウイルスであり、当然侵入ウイルスである。さらに、中国で発生しているベゴモウイルスとの関連が疑われる未同定のベゴモウイルス2種も八重山諸島で発生していることは、この地域が引き続き病害虫の侵入門戸として警戒すべき地域であることを示している。

おわりに

トマト黄化葉巻病が日本に初発生して以来、約12年が経過したが、現在も本病はトマトの最重要病害の一つである。TYLCVに匹敵する影響力の大きいベゴモウイルスはその後出現していないが、本稿で紹介したように、農作物への影響が未知である複数のベゴモウイルスの存在は確かであり、これらベゴモウイルスの特性解明が待たれる。

本稿では日本に発生するベゴモウイルスと題して紹介したが、これらについては確定種および未同定種を含め、分離株のDNA-A成分の全塩基配列を決定している。今後は、FAUQUET et al. (2008) の分類基準に従い未同定種の分類を進めることを予定している。

引用文献

- 1) 安藤緑樹ら (2008) : 日植病報 74 : 32.
- 2) BRIDDON, R. W. and P. G. MARKHAM (1994) : Mol. Biotechnol. 1 : 202 ~ 205.
- 3) CLARK, C. A. and R. A. VALVERDE (2000) : Proceedings of International Workshop on Sweetpotato Cultivar Decline Study, Kyushu National Agricultural Experiment Station, Miyazaki, p. 62 ~ 69.
- 4) FAUQUET, C. M. et al. (2008) : Arch. Virol. 153 : 783 ~ 821.
- 5) 池上正人 (2007) : 植物防疫 61 : 41 ~ 45.
- 6) 河野敏郎ら (2006 a) : 日植病報 72 : 41 ~ 42.
- 7) ————ら (2006 b) : 同上 72 : 279.
- 8) 北村健一ら (2002) : 同上 68 : 69.
- 9) ONUKI, M. et al. (2000) : J. Gen. Plant Pathol. 66 : 182 ~ 184.
- 10) ———— and K. HANADA (1998) : ibid. 64 : 116 ~ 120.
- 11) OSAKI, T. and T. INOUE (1991) : Bull. Univ. Osaka Pref., Ser. B 43 : 11 ~ 19.
- 12) 新海 昭ら (1978) : かんしょ葉巻症状に関する調査報告, 農林水産技術会議事務局, 38 pp.
- 13) 内川敬介ら (2002) : 日植病報 68 : 50.
- 14) ————・小川恭弘 (2005) : 長崎総農林試研報 (農業部門) 31 : 29 ~ 81.
- 15) WERE, H. K. et al. (2005) : J. Fac. Agr. Kyushu Univ. 50 : 73 ~ 81.
- 16) WU, J. et al. (2007) : Plant Pathol. 56 : 771 ~ 776.
- 17) WU, Z. C. et al. (1996) : Phytopathology 86 : 608 ~ 613.

新しく登録された農薬 (20.6.1 ~ 6.30)

掲載は、種類名、登録番号：商品名 (製造者又は輸入者) 登録年月日、有効成分：含有量、対象作物：対象病害虫：使用時期等。ただし、除草剤・植物成長調整剤については、適用作物、適用雑草等を記載。(登録番号：22170 ~ 22181) 下線付きは新規成分。

「殺虫剤」

●ベキロマイセス テヌイベス乳剤

22171：住友化学ゴッツA (住友化学) 08/06/11

22172：ゴッツA (出光興産) 08/06/11

ベキロマイセス テヌイベス T1 株の分生子：5 × 10⁸ 個/ml

野菜類 (施設栽培)：コナジラミ類：発生初期

●クロチアニジン粒剤

22174：クミアイワンリード箱粒剤 08 (クミアイ化学工業) 08/06/11

クロチアニジン：0.80%

稲 (箱育苗)：イネミズゾウムシ、イネドロオイムシ：は種時覆土前～移植当日

●シロマジン液剤

22178：トリガード液剤 (シンジェンタ ジャパン) 08/06/25

シロマジン：8.7%

トマト：ハモグリバエ類：収穫前日まで

かぼちゃ：ハモグリバエ類：収穫前日まで

とうがん：ハモグリバエ類：収穫前日まで

なす：マメハモグリバエ：収穫前日まで

セルリー：マメハモグリバエ：収穫7日前まで

しゅんぎく：ハモグリバエ類：収穫7日前まで

食用ぎく：ハモグリバエ類：収穫7日前まで

きく (葉)：ハモグリバエ類：収穫7日前まで

きく：マメハモグリバエ：発生初期

ガーベラ：マメハモグリバエ：発生初期

●オキメラノルア剤

22179：オキメラコン (信越化学工業) 08/06/25

オキメラノルア：96.5%

オキナワカンシャクシコメツキが加害する農作物等 (オキナワカンシャクシコメツキ発生地帯)：オキナワカンシャクシコメツキ：成虫発生初期から終期

(13 ページに続く)