

我が国のパッションフルーツに発生する *Passionfruit woodiness virus*

鹿児島大学農学部病害虫制御学講座 岩^{いわ}井^い 久^{ひさ}し
鹿児島県農業試験場大島支場 尾^お松^{まつ} 直^{なお} 志^し

はじめに

パッションフルーツ(クダモノトケイソウ)はブラジル南部原産のトケイソウ科の蔓(つる)性熱帯植物である。海外では、ブラジル、ケニア、オーストラリア、台湾などが主な産地国である。日本へは、1920年代に鹿児島県指宿市へ渡来し、当地での商業栽培は1940年代に始まった。現在では、青果用やジュースなどの原料として、主に鹿児島県奄美大島と沖縄県で栽培されている。近年、奄美大島の栽培パッションフルーツに、果実奇形症状を起こす *Passionfruit woodiness virus* (PWV) (McKNIGHT, 1953) が発生し、生産上大きな問題となっている。本稿では、PWV の諸性質と発生生態ならびに現在進められている対策について紹介する。

I 奄美大島でのパッションフルーツ栽培歴

奄美大島での栽培は1958年に始まり、本島での現在の栽培面積は34 ha (1999年資料)に達している。挿し木苗の植え付けから1年目で収穫でき、管理にもさほど労力を要しないことから、高齢農業者にも栽培可能な作物で、本島各市町村が重点品目に位置づけ作付けを推進している。また近年では県本土の大隈地方でもハウス栽培が試みられていることから、産地間の競合が問題になりつつある。栽培される品種については、当初は在来のムラサキトケイソウ (*Passiflora edulis*) の実生が用いられていたが、1982年以降は通称「大玉」あるいはその果実の色から「赤系」と呼ばれる、ムラサキトケイソウとキイロトケイソウ (*P. edulis* f. *flavicarpa*) の交配種(導入系統57023)の挿し木苗が、流通・栽培されるようになった。この「赤系」は、その由来が判然としていないが、実取り種子から植物を起こすと、ムラサキトケイソウとキイロトケイソウそれぞれの性質を様々に持ち合わせたものが生じることから交配種であることが判

る。また、台湾で広く栽培されている「Tainung No. 1」という交配種に形質が類似しており、1982年以前に台湾より渡来した可能性がある。このことについては、後述するように、感染しているウイルスの塩基配列の相同性(Iwai et al., 1997)から推論されている。近年はこの「赤系」に加えて、農林水産省九州農業試験場(現独立行政法人農業技術研究機構九州沖縄農業研究センター)で作出された交配種「紫系(導入系統54039)」の挿し木苗が栽培されるようになった。大島の生産・流通関係者間では、1昨年からは、両系統を区別し、ブランドとして確立するために、「赤系」と「紫系」のそれぞれに対し「ルビースター」ならびに「サマーキーン」、加えてキイロトケイソウには「ハッピーゴールド」という商標を用いている。

II 奄美大島本島でのPWVの初発生

1986年、大島本島南部、瀬戸内町嘉鉄の1栽培園(現在の「ルビースター」系統と考えられる)で、鹿児島県農業試験場大島支場(名瀬市浦上)により、葉のモザイクや萎縮症状ならびに果実の奇形や硬化症状の発生が認められた。1988年、筆者らは、この初発症植物を鹿児島大学農学部(鹿児島市郡元)の隔離温室に移植し同定試験を行った。電顕によるモザイク症状葉のDN観察で長さ約790 nmのウイルス粒子を認め、宿主範囲、理化学的性状ならびに血清学的所見から、本ウイルスが *Potyvirus* 属の *Passionfruit woodiness virus* であると同定し、PWV-AO (Amami Ohshima) 株と命名した。そして病名としてパッションフルーツウッドィネス病を提案した(Iwai et al., 1996)。病名は果実表面の木質化を意味する英名「woodiness disease」に由来する。この報告では、本ウイルスが実験的にモモアアブラムシで非永続伝染することを記載したが、その結論と、それ以降に大島支場により行われた疫学的調査の結果が一致しなかったことから、本病の発生生態に不明な点が残っている。

III PWV-AOの分子分類

現在、論文やネット上のデータベースで公表されてい

Passionfruit woodiness virus in Japan. By Hisashi Iwai and Naoshi OMATSU

(キーワード: *Passionfruit woodiness virus*, パッションフルーツ, 分子分類, 伝染様式, 奄美大島)

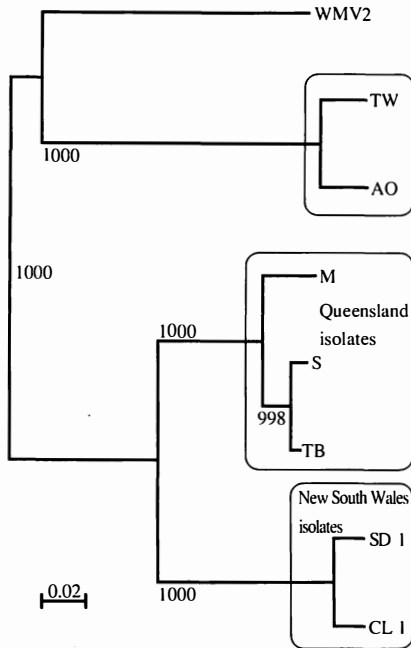


図-1 PWV 系統のコートタンパク質のアミノ酸配列に基づく分子系統樹

Clustal W と Njplot で作成。TW (Taiwan; データベースのアクセッション番号は AF 208662), AO (Amami Ohshima; D 85849), M (Mild), S (Severe), TB (Tip Blight), SD 1 (Sydney 1; U 67150), CL 1 (Culnes 1; U 67149), WMV 2 (Watermelon mosaic virus 2-Japan; D 85837)。

る諸外国の PWVs と PWV-AO のコートタンパク (CP) 領域のアミノ酸配列 (SHUKLA et al., 1988; YEH and CHU, 1996; IWAI et al., 1997; SOKIHANDAN et al., 1997) の相同性を比較し、Clustal W と Njplot で系統樹を作成した (図-1)。この図から判るように、PWV-AO ならびに PWV-台湾株は、オーストラリアの二つの集団 (クイーンズランド群ならびにニューサウスウェールズ群) とは独立していた。しかも、PWV-AO と台湾株は推定される CP のアミノ酸配列の相同性が 96% に達しており、ごく最近になって同一ウイルスから派生したと考えられる。これが、筆者らが、宿主たる交配種が台湾より導入されたのではないかと推定している根拠である。いずれにしても、従来、アフリカと南半球諸国 (ナイジェリア、ケニア、オーストラリア、パプアニューギニアなど) で猛威を振っていたウイルス病が、東アジア地域の、台湾と日本でほぼ同時に記載された。

IV PWV のまん延とその対策

1992 年以降、奄美大島本島内での PWV のまん延状

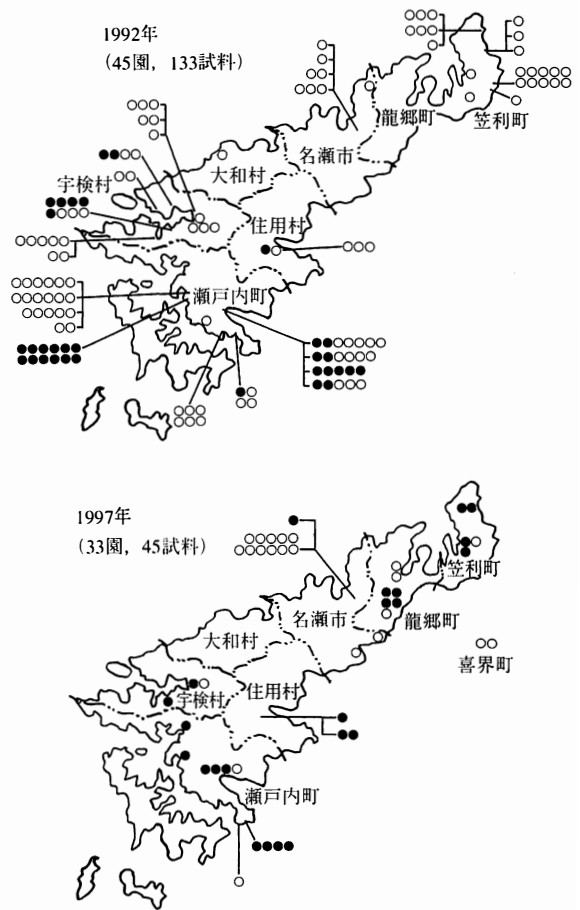


図-2 奄美大島本島における PWV の発生分布調査

PWV-AO 抗体を用いた DAS-ELISA によって調査した。枝線の一つ一つは 1 圃場を示す。例えば、1997 年の宇検村は 3 圃場から 1 試料ずつ、名瀬市は 4 圃場のうち 1 圃場から 11 試料、3 圃場から 1 試料ずつを採取検定した。

●; ELISA 陽性, ○; ELISA 陰性。

況を ELISA (酵素結合抗体法) で調査した結果、1992 年には、瀬戸内町、宇検村、住用村の島南半部の 3 町村に分布していたものが、苗の流通に伴って、1997 年には名瀬市、龍郷町、笠利町を含む全域で認めるに至った (図-2, 岩井ら, 1997)。

これに対して奄美大島で講じられてきた対策について述べる。現在、奄美群島には、亜熱帯果樹の推進をはかるために、県、群島各市町村および農協が参加するトロピカルフルーツ産地育成協議会が設けられている。同協議会は、1997 年に、奄美本島の東 30 km の洋上にある PWV 未発生地、喜界島に、ELISA で無毒を確認した株を親株とした健全苗の隔離ハウス (ガラス網室) を開設し、この隔離ハウスで増殖した挿し木苗を農家に配布

することにより、ウイルスまん延の防止に努めてきた。しかし、無毒苗の導入は個別農家単位で行ってきたため、近在に ELISA で陽性を示しながらウイルス症状が顕在化していない感染樹が存在する場合が多く、発症株を部分的に更新しても、1~2年で再感染するといった状況が続いている。定期的な ELISA 診断で保毒樹の存在が認められた場合、少なくとも、集落・字（あざ）単位での一斉苗更新が図られなければ、ウイルスの撲滅は不可能と考えられる。農業改良普及所や農協の指導員を通して、地域ぐるみでの苗更新の指導がなされているが、徹底されていないのが現状である。

その大きな理由として、パッションフルーツは、青果だけではなく、加工用としても用いられることから、発病果実でも十分販売できるところにある。さらに、苗の更新は通常 10~11 月に行われるが、この時期には、収穫時期が 11~12 月の作型があり、地域として、発病株と更新苗が混在することになり、このことが、更新苗の再感染を助長しているものと考えられる。

V 伝染様式の解明

前述のように、筆者らは、初発生の報告において、室内試験の結果、モモアカアブラムシによって伝染することを報じた (Iwai et al., 1996)。実際に、実験上、ウイルス感染植物を維持する際には、パッションフルーツ間の接種において、カーボランダムによる常法の汁液接種では伝染し難いため、モモアカアブラムシによる伝染や接ぎ木接種によって罹病植物を維持している。ただし、モモアカアブラムシによる伝染効率は極めて低く、伝染を成功させるには、罹病植物体上での吸汁保毒虫を、少なくとも 30 頭は健全植物に放飼する必要がある。また諸外国の報告において、PWV はモモアカアブラムシとワタアブラムシによる虫媒 (Noble and Noble, 1938; Magee, 1948),あるいは剪定作業によって伝染する (McKnight, 1953)とされていたことから、研究を始めた当初は、大島の圃場における本病のまん延は、これらの伝染様式によるであろうと考えられた。

ところが、一般農家の栽培園での調査では、意外にも、パッションフルーツの枝葉にアブラムシのコロニーを認めることは全くなかった。また、剪定作業による機械伝染の可能性を調べるために、罹病樹と健全樹を缺で交互に切ることによる接種試験を試みたが、伝染は認められなかった。そして、伝染様式の特定がなされないまま、暫定的な対処方法として、5年ほど前までは、役場や農協にポスターを掲示するなどして、罹病樹の抜根焼却と剪定器具の消毒を呼びかけていた。

こうした状況下において、大島支場は、4年前より、名瀬市芦花部の生産農家の圃場において、罹病個体の拡大パターンの推移と、アブラムシの発生調査・採集を行ってきた。調査圃場は本島北西沿岸の斜面に3段テラス状に築かれており、2年間の調査の結果、西風の吹き上げによると思われる、下段から上段へ、また同一圃場内では風上から風下へ扇状に、感染樹が順次増えていく様子が記録された。

圃場内での発生拡大調査の一例を図-3に示した(尾松ら, 2000)。この試験によって、遅くとも病徴発現の18~22日前までには、ELISAでウイルス保毒株を検出することが、可能であると考えられた。

また、黄色水盤と粘着トラップによって、少なくとも12種のアブラムシを捕獲・同定した。そして、月別捕獲数が最大である5月を境にウイルス病が急激に発生し始めることから、PWVのまん延とアブラムシの侵入には関連があるものと推定された。次に、トラップされたアブラムシの種類別に、PWVの伝染試験を行ったところ、モモアカアブラムシとワタアブラムシに加え、新たに、チシャミドリアブラムシが、極めて高率に伝染することが明らかになった(尾松ら, 現在投稿中)。今回のチシャミドリアブラムシの伝染効率は、先の室内実験のモモアカアブラムシに比べて、かなり高いものであった。

これらの結果から、アブラムシによる伝染は、有翅成虫の飛び込みによる日和見的な探り吸汁によって起こると考えられた。しかし、栽培圃場の周辺には、アブラム

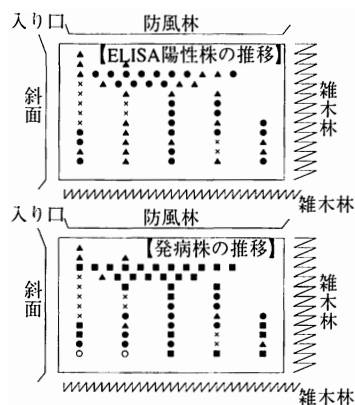


図-3 名瀬市芦花部の1圃場(面積約15a)でのPWVの発生拡大調査

1997年11月に無病苗を定植(東西方向に畝間2mで12条。北端から3,4条は株間3mの密植,5条以南は株間9mの通常植え)。ELISA陽性株と発病株の初確認日:1998年5月2日(×),6月4日(▲),6月26日(●),7月13日(■),調査期間中無病徴(○)。浜風は北西方向から。

シの発生源となり得る植物が多数存在するため、その徹底防除は困難である。結局、苗更新時の圃場に PWV 保毒株が混在しないようにすることが、防除の最重要課題と考えられる。また、アブラムシの飛来を回避するためには、寒冷紗 (1 mm メッシュ) 被覆の施設栽培も効果的であろう。

おわりに

国内における PWV の発生は、1980 年頃に、瀬戸内町に渡来した交配種に端を発しているとみてほぼ間違いない。しかし、1990 年以前は、主に加工用小玉のムラサキトケイソウが生産されていたことから、ウイルス病はさほど問題にならなかったものと考えられる。一般にムラサキトケイソウは種子繁殖で栽培され、PWV はパッションフルーツでは種子伝染しない。しかし、加工食品や飲料は輸入品と競合することから、1990 年頃から、より収益性の高い青果用大玉の交配種へと、盛んに植え替えが行われた。これにより、罹病株からの挿し木増殖苗の移動によって PWV の発生が急速に広がったものと推定される。

現在、青果用大玉系統として、「ルビースター」と「サマークイーン」のいずれも人気が伸びている。1986

年の初発個体は「ルビースター」系統であったと考えられるが、流通している本系統にはウイルス感染を受けていない株も多数存在する。このことから、渡来した交配種は複数株存在し、ウイルスを保毒していたのはその一部であったと推察される。

本稿で述べたように、PWV の大島本島全体への広域拡大には罹病苗の流通が関係し、栽培園内での発生拡大には、アブラムシ伝染が大きく関与していると考えられるが、感染源を絶つためには、栽培農家の理解と協力を得て、地域ぐるみでの無毒苗への一斉更新を図ることが不可欠である。

引用文献

- 1) IWAI, H. et al. (1996): Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. **62**: 459~465.
- 2) ——— et al. (1997): ibid. **63**: 475~478.
- 3) 岩井 久ら (1997): 日植病報 **63**: 484.
- 4) MAGEE, C. J. (1948): Agr. Gaz. New South Wales **59**: 199~202.
- 5) MCKNIGHT, T. (1953): Queensland J. Agr. Sci. **10**: 4~35.
- 6) NOBLE, R. J. and N. S. NOBLE (1938): Proc. Roy. Soc. New South Wales **72**: 293~317.
- 7) 尾松直志ら (2000): 九農研 **62**: 77.
- 8) SHUKLA, D. D. et al. (1988): Arch. Virol. **102**: 221~232.
- 9) SOKHANDAN, N. et al. (1997): Australasian Plant Pathology **26**: 155~164.
- 10) YEII, S. D. and F. H. CHU (1996): Bot. Bull. Acad. Sin. **37**: 181~190.

! 好評の本誌「植物防疫」の特別増刊号!

各 B5 判

No. 2 天敵微生物の研究手法

送料 140 円

岡田斉夫 編者代表

222 ページ

定価 3,058 円 (本体 2,913 円)

天敵微生物の研究手法 (研究施設、天敵微生物の探索・同定・増殖等) を詳しく解説。

No. 4 植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル

送料 124 円

日本植物病理学会殺菌剤耐性菌研究会 編

172 ページ

定価 2,800 円 (本体 2,667 円)

作物病害防除では耐性菌に関しては避けて通れない問題である。その耐性菌の確認する検定方法を詳しく解説。

No. 5 日本産植物細菌病の病名と病原細菌の学名

送料 132 円

西山幸司 著

227 ページ

定価 3,200 円 (本体 3,048 円)

我が国で発生する植物細菌病の病名・学名 (新・旧)・報告者・文献名などを網羅いたしました。

No. 6 植物防疫誌にみるカメムシ類

送料 148 円

278 ページ

定価 2,940 円 (本体 2,800 円)

昭和 22 年の創刊号から平成 9 年までの関係論文全 61 編を年代順に再収録いたしました。

No. 7 植物防疫誌にみるフェロモン研究

送料 180 円

381 ページ

定価 3,150 円 (本体 3,000 円)

1968 年に誌面に登場し、1999 年までのフェロモン研究に関する論文 80 編を年代順に再収録しました。

お申し込みは直接当協会へ、前金 (現金書留・郵便為替) で申し込むか、お近くの書店でお取り寄せ下さい。

社団法人 日本植物防疫協会 出版情報グループ 〒170-8484 東京都豊島区駒込 1-43-11

郵便振替口座 00110-7-177867 TEL (03) 3944-1561 (代) FAX (03) 3944-2103 メール: order@jppa.or.jp