

東南アジア地域におけるパパイヤウイルス病の発生状況とその対策

北海道農業試験場ウイルス病研究室 ^ま真 ^{おか}岡 ^{てつ}哲 ^お夫

はじめに

パパイヤ (*Carica papaya* L.) のウイルス病は、世界中の熱帯・亜熱帯に発生する重要病害で、現在でもこれを完全に根絶する方法は見いだされてはいない。本病は、主にパパイヤ輪点ウイルスパパイヤ系統 (*Papaya ringspot virus*, PRSV-P) によって起きることがわかっているが、我が国南西諸島では、パパイヤ奇形葉モザイクウイルス (*Papaya leaf-distortion mosaic virus*, PLDMV) という別種のウイルスも存在しており、両者によってウイルス病が発生している。このことは、ただでさえ解決が難しい同病の防除をさらに困難にする原因となっている。

アジア地域では1980年代よりパパイヤウイルス病の被害が特に目立つようになってきたが、病原ウイルスは特定されていなかった。著者は国際農林水産業研究センター (JIRCAS) 沖縄支所在任中の1992年から99年にかけて、東南アジア地域のパパイヤ生産地帯におけるウイルス病の発生状況調査を行ってウイルス病の有無を確認し、血清学的診断法等を用いて病原ウイルスを同定した。さらに、この調査を通して各国の研究者と共同研究や情報交換を行った。本稿では、この調査結果を概説するとともに本病に関する最新の研究状況も合わせて紹介したい。

I 病原ウイルスの特徴

アジア地域におけるパパイヤウイルス病の主要な病原としては、以下の2種のウイルスがあげられる。

1 パパイヤ輪点ウイルス (PRSV)

1946年にハワイで発見され、半世紀のうちに世界中にまん延した。*Potyvirus* 属に属し、長さ800~820 nmのひも状ウイルスで、アブラムシによって伝搬される。本種にはパパイヤに感染するパパイヤ系統 (PRSV-P) と、パパイヤに感染せず、主にウリ科植物に感染するスイカ系統 (PRSV-W) があり、両系統はパパイヤ

への感染性が異なる以外はその性状はほとんど変わらない (PURCIFULL et al., 1984)。PRSV-Pがパパイヤへ感染すると、葉に奇形とモザイクを生ずる。奇形が激しい場合は糸葉症状となる。黄斑モザイクやモザイクのみを生ずるものもある。果実には輪紋を生じ、凹凸状の奇形を伴うこともある。葉柄や茎には条斑が現れる。我が国では1991年にはじめて発生が確認されたが、分布は南西諸島のごく一部に限られている。

2 パパイヤ奇形葉モザイクウイルス (PLDMV)

1954年に沖縄県名護市で発生した。発病株の果実に輪紋症状が見られたことなどから、病原ウイルスは当初PRSVとされたが、その後PRSVと血清関係がないことが判明し、別種のウイルスとしてPLDMVと命名された (与那覇, 1997)。病徴はPRSV-Pのそれと類似しているため、圃場観察では病原を特定できない。本ウイルスは血清学的にはPRSV-Pと明確に区別できる。また、ウイルス外被タンパク質 (CP) のアミノ酸配列の比較からも、PRSV-Pと明らかに異なるウイルスであることが判明している。なお、PLDMVにもパパイヤには感染しないウリ科系統の存在が確認されている。PLDMVは我が国のみで発生が報告されていたが、後述するように近年東南アジア諸国においてもその発生が確認された。

この他、著者が調査を行わなかったインドネシアおよびインドで、パパイヤモザイクウイルス (PapMV) の発生が報告されているが、(MURAYAMA et al., 1998, TAYA and SINGH, 1995) 本稿では特に触れない。

なお、我が国ではPRSV-PおよびPLDMVによって起きるパパイヤのウイルス病を「パパイヤ奇形葉モザイク病」としている (日本植物病理学会, 2000)。一方、海外ではPRSV-PによるものはRingspotと呼ばれ、PLDMVについてはまだ記載がない。本稿では、これらを区別していちいち記載するとかえって混乱を招くので、病原にかかわらず「パパイヤウイルス病」と総称する。

II 発生状況

1992年から99年にかけて、図-1に示した5か国においてパパイヤウイルス病の調査を行った。以下に各国での

Geographic Distribution and Control of Papaya Viruses in Southeast Asia. By Tetsuo MAOKA

(キーワード: パパイヤ, ウイルス病, 東南アジア, パパイヤ輪点ウイルス, パパイヤ奇形葉モザイクウイルス)

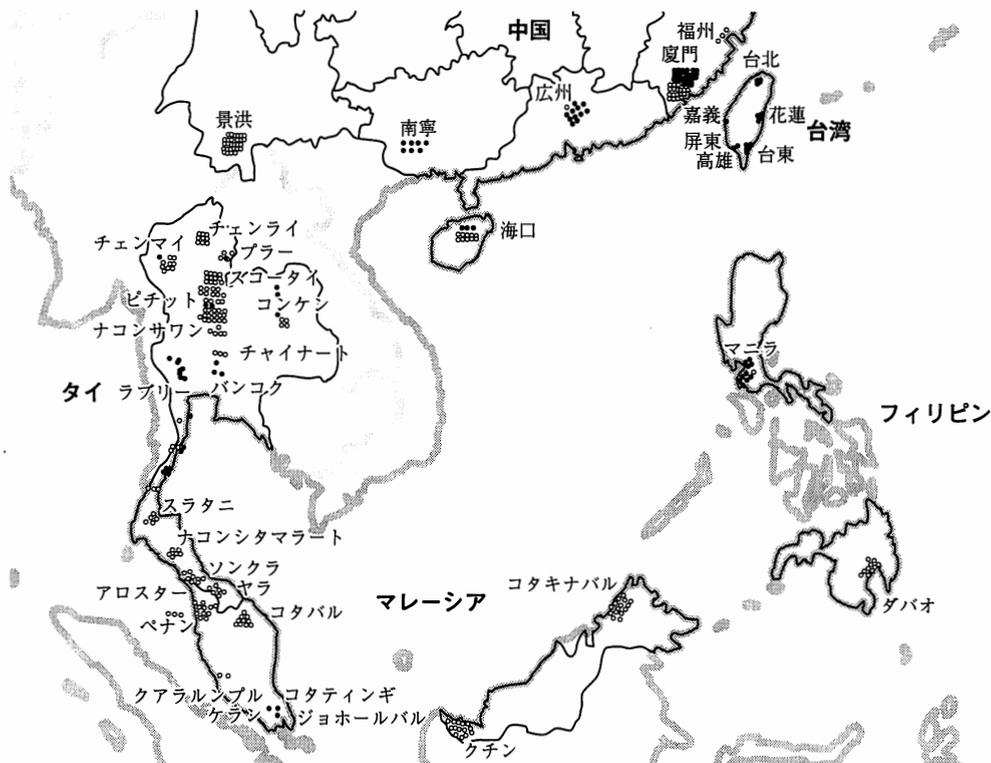


図-1 東南アジアにおけるパパイヤウイルス病の発生状況

●：ウイルス病発生地点，○：ウイルス病未発生地点。

パパイヤの栽培状況と調査結果を述べる。

1 タイ

タイではパパイヤを完熟させ果実として食用とするほか、未成熟果もサラダとして利用しておりその生産量が多い。主力品種は在来種の‘カクダム’で、果実は長形大型、果肉は紅色で果実・野菜双方の利用に適している。1992年から95年にかけて、タイ各地の134圃場、2,870個体のパパイヤについて調査を行った結果、およそ10%の株にウイルス病の発生が認められた。これらの株からはPRSV-Pが検出された。被害は主要生産地のタイ中部および東北部で著しく、中部のラブリーでは、本病により正常な果実が収穫できない圃場が多数観察された。また本病のため、タイのパパイヤ輸出量はわずか2年間で1/3程度に激減した。これに対し、大規模な栽培を行っていないタイ北部では発生が少なく、タイ南部のスラタニからマレーシア国境のヤラにかけては発生が認められなかった。

2 マレーシア

マレーシアでは、周辺諸国にパパイヤウイルス病の被害が出始めた1980年代には同病の発生はなかったが、マレーシア農業開発研究所(MARDI)が育成した品種

‘エクソティカ’がウイルス病に極めて弱いことから、その侵入が警戒されていた。しかし1991年に、シンガポールと国境を隔てた半島最南部のジョホールバルでウイルス病が発見され、PRSV-Pの初発生が確認された。著者はMARDIとの共同研究でその追加調査を行い、調査範囲をマレーシア全土に拡大し、1994年から95年にかけて57圃場、1,165個体を調べた。その結果、ウイルス病の発生は南部に限られ発生率も3%と他の国に比べると低かった。病株からはPRSV-Pのみが検出された。しかしながら、発生地域のジョホールバル州では、ジョホールバル、コタティンギおよびケラン地区でウイルス病の発生が認められ、ウイルス病汚染地帯が徐々に拡大していることが明らかになった。

3 フィリピン

1996年にフィリピンのルソン島およびミンダナオ島において、21圃場、441個体のパパイヤを調べたところ、6%の個体にウイルス病が認められた。病原はすべてPRSV-Pであった。ウイルスの発生地域を見ると、ルソン島のマニラ近郊においては調査株のほとんどがウイルス病の病徴を示し、同地域でのウイルス病の発生が高率であることが明らかになったが、ミンダナオ島では

ウイルスは未発生であった。フィリピンでは、ドールやデルモンテ等の企業によるプランテーション栽培が多く、ウイルス病の発生により主要な生産地はルソン島から未発生地のミンダナオ島に移っている。

4 中国

中国南部の亜熱帯地域においてもパパイヤは栽培され、その一部は化粧品等の成分として我が国にも輸入されている。また近年経済特別区となった海南省では、香港向けに大規模な栽培を行っている。1996年から99年にかけて広東省、福建省、広西壮族自治区、雲南省、海南省の107圃場、1,206個体について調べたところ、514個体でウイルス病の症状が観察された。血清試験およびRT-PCRにより病原をPRSV-Pと特定した。ウイルス病の発生は、雲南省を除く全ての省で認められた。特に被害は広東省と海南省で著しく、これらの地域では、ウイルス病により輪紋症状を呈する果実をつけたまま立ち枯れている株が多数観察され、収穫を放棄したり病株の切り倒しが行われるなど、本病の被害が重大な経済的打撃をもたらしていることが明らかになった(口絵写真)。

5 台湾

台湾ではパパイヤの人气が高く、またパパイヤ果実を使った飲料も好まれている。農家の栽培意欲も盛んで、多くの品種が育成されている。このうち‘台農5号’はウイルス病に抵抗性があるといわれているが、果実が丸く食味も良くないためあまり栽培されていない。主要品種の‘台農雑交2号’はウイルス病に弱い。1995年から96年にかけて、台湾各地の22圃場、42個体のパパイヤについて行った調査では、42個体すべてにウイルス病の症状が観察された。これらの株からはPRSV-Pが検出され、著者が行った調査ではPLDMVは検出されなかった。ウイルス病の発生は、台湾北部、南西部、南東部、東部の広範囲にわたりその被害も大きかった。

以上見てきたように、調査したすべての国でパパイヤウイルス病の発生が確認された。またその病原ウイルスはPRSV-Pであり、PLDMVは上記調査では確認できなかった。被害は、台湾、中国、タイの北回帰線に近い地域で著しく、一方赤道に近いマレーシアやフィリピンでは、ウイルス病未発生地もみられた。

III PLDMVの拡大

FFTC(食糧肥料技術センター、台湾)によるアジア太平洋諸国を対象にした「熱帯果樹の虫媒伝染性ウイルス/ウイルス様病害」に関する特別プロジェクトにおいて、これまでその発生が我が国のみに限られていた

PLDMVが、台湾とサイパンで発見された(KIRITANI and Su, 1999)。一方、台湾中興大学のYEHらの研究グループも、2000年11月にオーストラリアで開催された熱帯亜熱帯果樹に関する国際シンポジウムにおいて、台湾におけるPLDMVの初発生を詳細に報じた。YEHらの研究グループは、PRSV台湾株の遺伝子を導入して作製したPRSV抵抗性組み換えパパイヤを圃場で栽培したところ、これに感染するウイルス株があることを発見した。この株は著者が作製した沖縄産PLDMVと血清関係があり、CPのアミノ酸配列でも95%の相同性が認められた。以上からこの株はPLDMVと同定された。ただし、PLDMV日本株がウリ科植物に感染するのに対し、同台湾株はパパイヤ以外には感染しないなど、両者には若干の性状の相違があった。その後の調査により、台中、台東、台南でPLDMVの発生が確認された(Chen et al., 2000)。PLDMVは1954年に沖縄本島で最初に発見され、1960年には沖縄のほぼ全域にまん延し、1970年代には分布域を北に伸ばし奄美群島に達したが、その後20年で分布域が南西方面に拡大し海外へ広がったことになる。

IV 2種のウイルスに対する防除法

YEHらの報告は、我が国を含む東南アジア諸国では、今後パパイヤウイルス病の防除に関して2種のウイルスを同時に制御する方策を立てなければならないことを示唆している。台湾での例が示すように、PRSVにのみ抵抗性を持つパパイヤを栽培すると潜伏していたPLDMVのまん延を助長する結果を招くことになるからである。YEHらは現在、PRSV弱毒株HA5-1の感染性クローンを改変して、2種のウイルスに対する抵抗性(multivirus resistance: マルチウイルス抵抗性)を付加することを目指している。すなわちPRSV感染性クローンがコードするタンパク領域のうち、P1とHC-Proの間に、PLDMVのCPを挿入してリコンビナント弱毒ウイルスを作製した。挿入CPは、植物体内で、ウイルス由来のプロテアーゼによって切り出され、リコンビナントウイルス自体の増殖には悪影響を与えなかった。本株のPLDMVに対する干渉効果は現在調査中とのことである(YEH, 未発表)。

一方、米国コーネル大学、米国農務省ハワイ農業試験場およびJIRCASの共同研究グループは、多種、多分離株に対する抵抗性(multivirus/multistrain resistance: マルチウイルス・マルチストレイン抵抗性)組み換えパパイヤの作出を目指している。コーネル大学が作製したPRSV-Pのタイ、台湾、ハワイ株の一部CP

遺伝子を有するベクターに、日本産 PRSV-P の同遺伝子を組み込んで、マルチストレイン抵抗性の獲得を図り、また、同ベクターに PLDMV の CP 遺伝子を組み込むことにより、マルチウイルス抵抗性の獲得も目指した。これらのベクターはハワイ農業試験場で、パーティクルガンによりパパイヤ胚軸由来のカルスに導入され、現在組み換え体の選抜が行われている (眞岡ら, 1999)。また、JIRCAS 沖縄支所では、沖縄の栽培品種にマルチウイルス・マルチストレイン抵抗性を付与させるべく培養系の確立を試みている。

おわりに

東南アジアでのパパイヤウイルス病の分布を見ると、マレー半島や東マレイシア、ミンダナオ島などいまだ侵入を許していない地域があるので、これらの地域では植物防疫上の措置を講じてウイルスの侵入を防止することが望ましい。また、ウイルス病発生地においては、各国の経済・社会情勢に考慮しつつウイルスの拡大をくい止める必要がある。このためには、各国が連携して調査研

究を継続するとともに、十分な情報交換を行う場が必要となってくる。2001年に台湾で開催される第2回熱帯亜熱帯植物のバイオテクノロジーに関するシンポジウムにむけ、パパイヤウイルス病研究者の国際ネットワークを構築しようという動きが現在あり、この場を通じて同病の撲滅へ向けた国際研究協力がなされることを期待している。

引用文献

- 1) CHEN, L. et al. (2000): Symposium Booklet and Abstracts of International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits, Griffith University, Brisbane, pp. 51~52.
- 2) KIRITANI, K. and SU, H. (1999) JARQ 33: 23~30.
- 3) 眞岡哲夫ら (1999): 日植病報 65: 649.
- 4) MURAYAMA, D. et al. (1998): Plant Viruses in Asia, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, p. 290.
- 5) 日本植物病理学会編 (2000): 日本植物病名目録 (初版), 日本植物防疫協会, 東京, p. 375.
- 6) PURCIFULL, D. E. et al. (1984): CMI/AAB Descript. Plant Viruses No. 292.
- 7) TAYA, R. S. and SINGH, J. P. (1995): Agricultural Science Digest (Karnal) 15 (4): 191~192.
- 8) 与那覇哲義 (1987): 植物防疫 41: 578~582.

(15 ページから続き)

ピリミノバックメチル 0.30%
プロモブチド 9.0%
ペンシルフロンメチル 0.30%
ペントキサゾン 1.5%

トップガン AI キロ粒剤 36 (20495: クミアイ化学工業, 20496: デュボン) 12.4

移植水稻: 水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ (東北)・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離 (北海道): [北海道: 移植後 5~25 日 (ノビエの 3 葉期まで): 壤土~植土 (減水深 2 cm/日以下, 但し, 壤土は 1.5 cm/日以下)], [東北: 移植後 5~20 日 (ノビエの 3 葉期まで): 植壤土~植土 (減水深 1.5 cm/日以下): 湛水散布: 1 回

アジムスルフロン・フェントラザミド・ペンシルフロンメチル粒剤

アジムスルフロン 0.060%
フェントラザミド 3.0%
ペンシルフロンメチル 0.30%

イネブライト AI キロ粒剤 36 (20520: 日本バイエルアグロケム) 12.21

移植水稻: 水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ (東北)・ヘラオモダカ (北海道)・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離 (北海道): [北海道: 移植後 5~20 日 (ノビエの 2.5 葉期まで): 植壤土~植土 (減水深 2 cm/日以下)], [東北: 移植後 5~15 日 (ノビエの 2.5 葉期まで): 植壤土~植土 (減水深 1.5 cm/日以下)]: 湛水散布: 1 回

アジムスルフロン 0.15%
フェントラザミド 7.5%
ペンシルフロンメチル 0.75%

カルザ WA ジャンボ (20545: 日本バイエルアグロケム) 12.26

移植水稻: 水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ (東北)・ヘラオモダカ (北海道)・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離 (北海道): 移植後 5~15 日 (ノビエの 2 葉期まで): 砂壤土~植土 (減水深 1.5 cm/日以下): 水田に小包装 (パック) のまま投げ入れる: 1 回

イマズスルフロン・ダイムロン・フェントラザミド粒剤

イマズスルフロン 0.90%
ダイムロン 10.0%
フェントラザミド 3.0%

ドニチ 1 キロ粒剤 (20517: 日本バイエルアグロケム, 20518: 武田薬品工業, 20519: エス・ディー・エス バイオテック) 12.21

移植水稻: 水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ (北海道を除く)・ヘラオモダカ (北海道)・ヒルムシロ (北陸を除く)・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離 (北海道, 関東・東山・東海, 九州): [北海道: 移植後 5~20 日 (ノビエ 2.5 葉期まで): 植壤土~植土 (減水深 2 cm/日以下)], 移植後 5~15 日 (ノビエ 2.5 葉期まで): [東北: 植壤土~植土 (減水深 1.5 cm/日以下)], [北陸: 壤土~植土 (減水深 2 cm/日以下)], [関東・東山・東海の普通期栽培地帯: 砂壤土~植土 (減水深 2 cm/日以下)], [近畿・中国・四国の普通期栽培地帯: 壤土~植土 (減水深 1.5 cm/日以下)], [九州の普通期栽培地帯: 砂壤土~植土 (減水深 1.5 cm/日以下)], [九州の早期栽培地帯: 砂壤土~植土 (減水深 1 cm/日以下)]: 湛水散布: 1 回

イマズスルフロン・フェントラザミド粒剤

イマズスルフロン 3.0%
フェントラザミド 7.5%

リーディングジャンボ (20550: 日本バイエルアグロケム, 20551: 武田薬品工業) 12.26

(30 ページへ続く)