

III. 熱帯野菜・果樹のウイルス病

2. 沖縄のパパイヤおよび上海市のピーマン・トウガラシに発生するウイルス病

宇 杉 富 雄

熱帯農業研究センター沖縄支所

Virus Diseases of Vegetables and Fruit Trees in Tropical Countries

2. Virus diseases of papaya, bell pepper and chili in Okinawa and Shanghai

Tomio USUGI

Okinawa Branch, Tropical Agriculture Research Center

Maetzato-Kawarabaru, Ishigaki 907, Japan

In this study the viruses occurring on papaya, bell pepper and chili in Okinawa and Shanghai were examined. Papaya leaf-distortion mosaic virus (PLDMV), which has been reported in Okinawa, and papaya ringspot virus P strain (PRSV-P), which was discovered on Miyako Island in 1991, belong to the potyvirus group and induce the development of similar symptoms on papaya. Since the two diseases cannot be distinguished from their symptoms, a field survey system using a very sensitive ELISA (enzyme-linked immuno-sorbent assay) was developed to enable the detection of these viruses in crude extracts from infected papaya leaf at dilutions of 1000. Field survey using this system revealed the occurrence of PRSV-P on Ishigaki Island in addition to PLDMV although the frequency of occurrence of PRSV-P was low. The occurrence of virus diseases of bell pepper and chili in Shanghai was also investigated. Almost all the bell pepper plants were infected with viruses and showed more severe symptoms than those of chili. Electron microscopic observation, serological tests and sap-inoculation tests revealed a wide distribution of the pepper strain of tobacco mosaic virus and cucumber mosaic virus throughout Shanghai, suggesting the occurrence of a filamentous virus.

Key words: Virus disease, papaya, bell pepper, chili

キーワード: ウイルス病, パパイヤ, ピーマン, トウガラシ

I. パパイヤに発生するウイルス病

1) はじめに

パパイヤは熱帯アメリカ原産であるが、いまでは熱帯～亜熱帯における普遍的な果樹のひとつである。パパイヤは生育が極めて早く、しかも容易に結実するために、果樹園栽培のみならず、家庭果樹として広く栽培

されている。

亜熱帯地域である沖縄県においても古くから県内各地において栽培されてきた。しかし、パパイヤは長年にわたり果樹としての価値は認められず、単に豚の飼料として、あるいは青果を野菜として利用する程度にすぎなかった。このためその栽培は宅地利用の域をでず、なかば放任されてきた作物である。戦後米軍の進

駐によってパパイヤの果樹としての価値が認識されるようになり、諸外国からの品種導入や独自の品種改良が行われ、優良種が普及されるようになった。果樹として高い価値を有するにもかかわらず沖縄県におけるパパイヤの栽培面積、生産量は低迷している。パパイヤ生産不振の原因のひとつにウイルス病の発生が関与しており、パパイヤ栽培においてウイルス病の発生は重要な問題である。パパイヤの安定生産のためには、パパイヤウイルス病の生態解明と制御技術の開発が必要である。このため熱帯農業プロジェクト研究「熱帯果樹ウイルス性病害の生態解明と制御技術の開発」が平成2～6年度にわたり実施されている。ここに熱帯農業研究センター沖縄支所において実施したパパイヤウイルスに関する研究を含めて研究の現状を紹介する。

2) 世界中で発生するパパイヤのウイルス

世界中でパパイヤに発生するウイルスとしては papaya ringspot virus P strain (PRSV-P), papaya leaf-distortion mosaic virus (PLDMV), papaya mosaic virus (PMV), tomato spotted wilt virus, papaya apical necrosis virus, papaya leaf curl virus, papaya yellow crinkle virus および tobacco ringspot virus が知られている⁹⁾。後述のように PLDMV は日本においてのみその発生が知られている。

これらのウイルスの中でパパイヤ栽培にとって最も問題になるのが PRSV-P および PLDMV である (PLDMV については後述するのでここでは省略する)。PRSV-P は potyvirus グループに属する長さ780-800 nm のひも状ウイルスで少なくとも6種のアブラムシ類によって非永続的に伝搬される⁹⁾。本ウイルスは熱帯・亜熱帯のほとんどのパパイヤ栽培地域で発生している。筆者は最近、タイのパパイヤ栽培地域を視察する機会を得たが、タイにおいても激しいウイルス病の発生が認められた。マレーシアでは数年まえまでは本ウイルスの発生は報告されていなかったが、最近その発生が報告された。沖縄県においても最近、宮古島および石垣島でその発生が確認された⁹⁾。本ウイルスに感染したパパイヤは葉に斑紋や奇形を呈し、果実には輪紋や斑点を呈する。また、葉柄や茎には条斑が現れる。株全

体は萎縮し、着果数は減少し、果実は小型化する。冷涼期において激しい葉の奇形症状が現れ易い。このように本ウイルスによるパパイヤの症状は激しく被害は激甚であり、良質の果実を得ることは困難となる。

PMV は potexvirus グループに属するひも状ウイルスであり、媒介生物は不明である。フロリダ、ハワイ、ベネズエラ、インド、東アフリカに分布する。本ウイルスによる被害は比較的軽微である⁷⁾。

その他のウイルスはパパイヤに激しい症状を引き起こすものもあるが、分布がきわめて限られているのでここでは説明を省略する。

3) わが国で発生するパパイヤのウイルス

わが国のパパイヤに発生が確認されているウイルスは PLDMV および PRSV-P である。従来 PLDMV だけの発生が知られていたが¹⁰⁾、最近 PRSV-P の発生が確認された⁹⁾。

PLDMV は potyvirus グループに属するウイルスである。PRSV-P とは血清関係が認められず、また検定植物の反応に若干の差異が認められる。PLDMV には奇形葉モザイク系統のほか黄斑モザイク、モザイク系統の存在が知られているが、奇形葉モザイク系統の発生が最も多い。PLDMV のパパイヤにおける病徴は PRSV-P のそれとほとんど同じであり、識別することは困難である。PLDMV は南・北大東島を除く沖縄県各地 (奄美大島を含む) で発生が認められている¹⁰⁾。

PRSV-P は最近、宮古島のパパイヤより初めて分離された。現在、宮古島のほかに石垣島でその発生が確認されている。

4) PLDMV および PRSV-P の血清学的検定法の開発

従来、わが国のパパイヤに発生するウイルスは PLDMV だけ知られていたために、パパイヤのウイルス病診断は病徴観察だけでも概ねその目的は達成された。しかし、病徴に差がない PLDMV と PRSV-P の2種ウイルスの存在が明らかになったことから病徴観察にかわる診断法の開発が必要になった。そこで PLDMV および PRSV-P の抗血清を作製し、ELISA 法による各ウイルスの検定法を開発を行った。その結果、ELISA 法

表一 石垣島のパパイヤにおける PLDMV および PRSV-P の発生調査結果^{a)}

| 供試株数 | PLDMV | PRSV-P | 重複感染 | 他ウイルス ^{b)} | 非ウイルス |
|------|-------|--------|------|---------------------|-------|
| 100 | 88 | 7 | 1 | 3 | 1 |

a) ELISA 法による検定結果

b) ELISA 反応陰性であったが電子顕微鏡観察でひも状ウイルスが認められたもの

によりパパイヤ感染葉汁液の1,000倍希釈液においても両ウイルスは検出可能であった。PRSV-P 抗血清は PRSV-P とのみ反応し、PLDMV とは反応せず、また、PLDMV 抗血清は PLDMV とだけ反応し、PRSV-P とは反応しないことが確認され、ELISA 法による両ウイルスの検定法が確立された^{4,5)}。

5) パパイヤウイルスの発生分布調査

新たに開発した ELISA 法を用いて石垣島のパパイヤ 100株について各ウイルスの発生状況を調査したところ、88株から PLDMV が、7株から PRSV-P が検出され、重複感染株も 1株検出された。以上のことから石垣島のパパイヤには両ウイルスが発生しており、特に PLDMV の発生が多いことが明かになった。本法は一度に多量の試料の検定が可能であり、ウイルスの発生調査などには有効であることが示された(表-1)。

6) おわりに

わが国におけるパパイヤに発生するウイルスとして従来から PLDMV が知られていたが、最近 PRSV-P の発生が確認された。PLDMV と PRSV-P はパパイヤにおける病徴がほとんど同じであり、両ウイルスの識別は困難であった。新たに開発された ELISA 法により容易に両ウイルスの識別が可能となり、しかも多試料の検定も可能で両ウイルスの分布などの調査にはきわめて有効であることが示された。さらに石垣島におけるパパイヤには両ウイルス抗血清に対して ELISA 法では反応しない新しいウイルスも見出されている。今後、これらのウイルスの発生分布やパパイヤにおける被害について解析する必要がある。

II. 上海市のピーマンおよびトウガラシに発生するウイルス病

1) はじめに

中国における野菜類の安定生産のためには、各種病害の発生を防除することがきわめて重要である。熱帯農業研究センターでは上海市農科院との共同研究で熱帯農業プロジェクト研究「中国における果菜類等の耐病性優良系統の育成」を実施している。上海地域ではキュウリ、ピーマン、イチゴについてウイルス病の発生が大きな問題になっているが、それらのウイルス病について、いまだその種類や複合感染の問題は明確になっていない。そのため、まず発生しているウイルス病の種類を同定する必要がある、それによつてはじめて耐病性系統の育種に着手することができる。そこで

表-2 調査地名、地点数および野菜の種類

| 調査地名 | 地点数 | 野菜の種類 |
|--------|-----|------------|
| 青浦県白鶴郷 | 1カ所 | ピーマン |
| 川砂県花本郷 | 1 | ピーマン、トウガラシ |
| 上海市虹橋郷 | 1 | ピーマン、トウガラシ |
| 嘉定県黄渡郷 | 1 | ピーマン |
| 嘉定県長征郷 | 2 | ピーマン |
| 上海市農科院 | 1 | ピーマン、トウガラシ |

まずウイルス病の被害が最も激しい上海市周辺のピーマンおよびトウガラシについてウイルスの種類とその分布状況を調査した。

2) 中国で発生が確認されているウイルス

ピーマンおよびトウガラシのウイルスにつき中国でその発生が確認されているものは tobacco mosaic virus トウガラシ系統(TMV-P), cucumber mosaic virus (CMV), alfalfa mosaic virus, broad bean wilt virus, chili veinal mottle virus, potato virus X および potato virus Y である。さらに上海市周辺では TMV が多く検出されたことが報告されている⁷⁾。

3) 上海市周辺のピーマンおよびトウガラシにおけるウイルス病の発生状況

1992年9月1～7日にかけて上海市周辺7カ所のピーマンおよびトウガラシにおけるウイルス病の発生状況を調査した。調査時におけるピーマンおよびトウガラシはいずれも生育後期でほとんど収穫を終えたものであった。調査地点は表-2に示した。

上海市周辺の7調査地点の内6調査地点でのピーマンには激しいウイルス症状が認められた。残る1地点(長征郷)でのピーマンは比較的軽い症状であったが、植物は濃緑色で葉には斑紋が認められた。いずれの地点においてもピーマンの発病率はほとんど100%であった。トウガラシの症状はピーマンのそれよりも軽かった。川砂県花本郷および上海市農科院のトウガラシには顕著なウイルス症状は認められなかった。ピーマンの葉における症状には新葉がやや黄化、小型化し、モザイクを呈しているものや、濃緑色部が盛り上がった凹凸状になったもの、葉縁が上方に巻いたもの、葉が縮れたもの、葉にえそ斑が認められるものなど各種の症状が観察された。上海市農科院のピーマンの果実には黄色斑～条斑が認められ、また、凹凸で激しい奇形で小型果が認められた。発病株では極端な萎縮を示すものはほとんど認められなかった。

表-3 上海市各地で採取したピーマン、トウガラシの TMV および CMV 検定

| 調査地名 | 野菜の種類 | TMV 検定結果 | CMV 検定結果 |
|--------|-------|-------------------|-------------------|
| 青浦県白鶴郷 | ピーマン | 2/2 ^{a)} | 3/3 ^{b)} |
| 川砂県花本郷 | ピーマン | 3/4 | 0/6 |
| | トウガラシ | 2/2 | 4/4 |
| 上海市虹橋郷 | ピーマン | 0/2 | 0/3 |
| 嘉定県黄渡郷 | ピーマン | 1/2 | 4/4 |
| 嘉定県長征郷 | ピーマン | 2/2 | 4/4 |
| | ピーマン | 1/2 | 0/3 |
| 上海市農科院 | ピーマン | 5/5 | 0/5 |
| | トウガラシ | 0/2 | 1/2 |

a) TMV 粒子が観察された株数/供試株数(電子顕微鏡観察による検定)

b) 血清反応陽性株数/供試株数(簡易二重拡散法による検定)

4) 発病株の TMV および CMV 検定結果

ピーマンおよびトウガラシに発生が多い TMV および CMV の検定を行った。TMV 検定は電子顕微鏡観察により、CMV 検定は簡易二重拡散法 (SDD 法) による血清試験によった⁸⁾。各地点より採取した試料のウイルス検定をおこなった結果を表-3 に示した。

その結果、供試試料が少なかつたにもかかわらず多くの地域で TMV の発生が認められた。症状が軽かった長征郷のピーマンからは TMV が検出された。SDD 法により採取試料と TMV-トウガラシ系統 (P) および TMV-普通系統 (OM) 抗血清との血清試験を行ったところ、TMV-P 抗血清と明瞭な反応を示すものが多く、TMV-OM 抗血清との反応はかすかな反応にすぎなかつた。花本郷ピーマン、トウガラシには TMV のほかにひも状のウイルス様粒子が観察された。

SDD 法による検定により、CMV も多く発生していることが確認された。上海市農科院で採取したトウガラシの内、1 本は無症状であったが、CMV に感染していることが確認された(表-3)。鮮明な病徴を示すピーマンの新葉を50倍量の0.1M リン酸緩衝液(0.1% チオグリコール酸, pH7.3)で磨砕し、*Nicotiana glutinosa*, ササゲおよびピーマンに汁液接種したところ、*N. glutinosa* の上葉に退緑斑点、モザイク症状が認められたが、ササゲには感染が認められなかつた。ピーマンでは上葉に明瞭な葉脈透化が認められた。*N. glutinosa*, ササゲおよびピーマンの感染率はそれぞれ1/2, 0/2および10/10であった。ササゲに感染が認められなかつた

のはピーマンの感染阻害物質によるものと思われる。アブラムシ伝染性を確認するために1時間絶食したワタアブラムシをピーマンの病葉で1分間吸汁させた後、健全タバコ(ブライトイエロー)には1植物あたり4頭、*N. glutinosa* には10頭ずつ移し、1夜吸汁させた。その結果、タバコおよび *N. glutinosa* はいずれも感染が認められ、感染率はそれぞれ2/5および1/2であり、CMV であることが確認された。

5) おわりに

上海市各地のピーマンおよびトウガラシには TMV および CMV が広範囲に発生しており、とくにピーマンの症状は激しいことが明らかになった。ピーマンおよびトウガラシに発生する TMV には数系統が知られている⁹⁾。TMV-P 抗血清に対する反応性、ピーマンにおける病徴から上海市には TMV-P 系統が多く発生しているものと思われる^{6,9)}。TMV-P および CMV はピーマンおよびトウガラシに対し激しい症状を示すことが知られており、これらのウイルスの防除は当面の重要な課題である。上海市において TMV の防除を目的とした種子の消毒は行われていないので、種子の乾熱処理は TMV 防除に有効であろう。しかし、CMV はアブラムシ伝染性のため通常の方法では防除困難であり、抵抗性品種の育成が望まれる。

引用文献

- 1) 藤沢一郎 (1989). 東南アジアに発生する野菜のウイルス病 植物防疫 43: 484-487.
- 2) Gonsalves, D. (1984). Papaya ringspot virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses, No. 292.
- 3) Litz, R.E. (1984) Handbook of plant cell culture, vol. 2. (Sharp, W.R. et al. eds). Macmillan Publishing Co., New York, pp. 349-368.
- 4) 真岡哲夫・宇杉富雄 (1992). 南西諸島のパパイヤに発生するウイルスの品種反応と血清学的診断法 日植病報 58: 632.
- 5) 真岡哲夫・宇杉富雄 (1993) 南西諸島のパパイヤから分離されたパパイヤ輪点ウイルス P 系統 (PRSV-P) およびパパイヤ奇形葉モザイクウイルス (PLDMV). 日植病報 59: 335.
- 6) 長井雄治 (1981). タバコ・モザイク・ウイルス-トウガラシ系によるピーマンのモザイク病. 日植病報 47: 541-546.
- 7) Purcifull, D. E. and Hiebert, E. (1971).

- Papaya mosaic virus. CMI/AAB Descriptions of plant viruses. No. 56.
- 8) 匠原監一郎 (1980). 寒天ゲル内拡散法による植物ウイルスの診断.
- 9) 山本 馨 (1984). 野菜のウイルス病 (植物ウイルス研究所学友会編). 養賢堂, 東京, p. 43-64.
- 10) 与那覇哲義 (1987). パパイヤのウイルス病植物防疫 41: 578-582.