

# 第23回果樹ウイルス性病害の国際会議 (ICVF2015 Morioka) の開催報告

岩手大学農学部

吉川 信幸 (よしかわ のぶゆき) ・ 磯貝 雅道 (いそが い まさみち)

## はじめに

平成27年6月8日(月)～12日(金)に第23回果樹ウイルス性病害の国際会議(23<sup>rd</sup> International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops, ICVF2015)を、盛岡市アイーナを会場に開催したのでご報告する。ICVFは世界各国の果樹・小果樹のウイルス研究者が一堂に集い、落葉果樹(リンゴ、ナシ、オウトウ、モモ、アンズ、スモモ、オリーブ等)と小果樹(イチゴ、キイチゴ類、ブルーベリー等)のウイルス病・ファイトプラズマ病に関する研究を国際的に協調しながら推進することを目的に開催されている。これまで、第1回のスイス(開催年1954)から、オランダ(1955)、英国(1956)、デンマーク(1960)、イタリア(1962)、ユーゴスラビア(1965)、ドイツ(1967)、フランス(1970)、英国(1973)、ドイツ(1976)、ハンガリー(1979)、カナダ(1982)、フランス(1985)、ギリシャ(1988)、オーストリア(1991)、イタリア(1994)、米国(1997)、英国(2000)、スペイン(2003)、トルコ(2006)、ドイツ(2009)そしてイタリア(2012)と、3年ごとにヨーロッパを中心に開催されてきたが、今回、筆者らが果樹研究所リンゴ研究拠点の伊藤 伝氏、八重樫 元氏、弘前大学 佐野輝男教授、法政大学 大島研郎教授とともに実行委員会(委員長 吉川信幸)を組織し、日本(盛岡市)での開催を企画した。60年に及ぶICVFの歴史の中で、アジアでの開催は初めてである。

海外(21か国)から約60名の果樹・小果樹ウイルス

の研究者、国内の研究者と学生を含めて約100名の参加があった。参加国はオランダ、英国、チェコ、フランス、ルーマニア、スロヴェニア、オーストリア、スペイン、ギリシャ、ドイツ、ノルウェー、トルコ、チュニジア、アフガニスタン、ニュージーランド、チリ、メキシコ、カナダ、米国、インド、中国、日本であった。ヨーロッパから遠く離れた日本での開催のため、どの程度の参加者があるのか当初心配していた。前回(2012)のイタリア(ローマ)会議(ファイトプラズマのワークショップを同時開催)(約150名)と比較すると参加者数は少なかったが、中国からは10数名の参加者があり、これまでのICVFの会議は日本を含めてアジアからの参加者が0～数名であったことを考えると、日本で開催した目的の一つは達成されたことになる。

## I プログラム

会議の前夜(7日)の“ウエルカムドリンク”には、海外からの出席者30名ほどが参加し、3年ぶりの再会に時間を忘れて会話が盛り上がっていた。研究発表は8日(月)から始まり(図-1)、エクスカージョンの日を含めて5日間にわたって招待・特別講演6題、口頭発表40題、ポスター発表41題の講演・発表があった。招待・特別講演は次の通りである。

- 岩波 徹(農研機構・果樹研究所リンゴ研究拠点)：  
Occurrence and countermeasures of citrus greening in the sub-tropical islands of Japan.
- 難波一郎(神戸植物防疫所)：Plant quarantine system for virus diseases of fruit crops in Japan.
- 兼松聡子・八重樫 元(農研機構・果樹研究所リンゴ研究拠点)：Mycoviruses in *Rosellinia necatrix*：Features of potential virocontrol agents.
- 吉川信幸(岩手大学農学部)：Apple latent spherical

Report on the 23th International Conference on Virus and Other Graft Transmissible Diseases of Fruit Crops. By Nobuyuki YOSHIKAWA and Masamichi ISOGAI

(キーワード：果樹・小果樹ウイルス病、国際会議、ICVF)



図-1 招待講演 (果樹研究所 岩波 徹氏)

virus vectors : a tool for new plant breeding techniques.

- 前島健作 (東京大学農学部) : An overview of plum pox disease in Japan.
- 佐野輝男 (弘前大学農学生命科学部) : Viroids and viroid diseases in Asia.

口頭発表は次の7セッション: 1. 仁果類・核果類のウイルス (6題), 2. 次世代シーケンス解析 (リンゴ) (5題), 3. 次世代シーケンス解析 (核果類) (4題), 4. 次世代シーケンス解析 (小果樹) (5題), 5. プラムポックスウイルス (7題), 6. ファイトプラズマ (5題), 7. 小果樹のウイルス (6題), 7. イチジクウイルス (2題) で行われた。

## II 果樹ウイルスの研究動向

今回の研究発表で特徴的だったのは、次世代シーケンシング (NGS) を用いた果樹類からのウイルス・ウイルスの検出の報告が前回と比較して格段に増加したことである。NGSを用いた解析として最も多かったものは、①病原未同定の病気あるいはウイルス病様の症状を呈する植物からのウイルス検出である。これは、病原未同定の果樹病害試料やウイルス病様の症状を呈する葉から、2本鎖 RNA あるいは small RNA を抽出し、植物の配列も含めて RNA 配列を解析後、コンテグを作成し、その中に既存のウイルスおよび新たなウイルスのゲノム配列が存在することを調べるものである。これまで落葉果樹ではほとんど報告のなかった DNA ウイルスも含め、本会議では 29 種の新種ウイルス (表-1) が報告されたが、その大部分は NGS を用いた解析で発見されたものである。また、②植物検疫において NGS を用いて植物ウイルスを高感度に検出する内容の発表があった。コストの面で、現在はまだ実用化は難しいと述べら

れていたが、複数のサンプルを混合することでコストを抑えることも可能である。NGS を利用した基礎研究としては、③ウイルス感染時の遺伝子発現の変化を RNA-Seq により解析する報告があった。これは、トランスクリプトームレベルでウイルスと植物宿主の相互作用の動的性質を明らかにすることが目的である。また④ウイルス感染植物と健全植物から small RNA (miRNA, siRNA, natsiRNA, phasiRNA, rasiRNA, ts/tiRNA, and tRFs) のライブラリーを作成し、ウイルス感染による small RNA プロファイルの変化を解析した研究発表もあった。

NGS は、病原ウイルスの分離や接種が困難な木本性果樹類でのウイルスの検出や診断にとって革新的な技術で、各国の研究者が精力的に取り組んでおり、今後、ランニングコストが下がることで、一層、基礎研究から植物検疫といった応用まで幅広く利用されることが予想される。

## III 本会議で報告された新種ウイルス

NGS の利用により 29 種の新種ウイルスが報告された (表-1)。その中でベータフレキシウイルス科に所属するウイルスが 16 種類と約半分以上を占めていた。内訳は、エルダーベリーから 5 種、アウトウから 4 種、ブルーベリーから 2 種、そしてアーモンド、プラム、イチジク、ブラックラズベリー、スグリから各 1 種ずつである。次に多かったのはクロステロウイルス科の 4 種類 (キウイフルーツ、カキ、クランベリー、スグリから各 1 種類) であった。さらに、DNA ウイルス 4 種類が報告された。すなわち、リンゴとマルベリーからジェミニウイルスが各 1 種類、ブラックベリーとブルーベリーからカリモウイルスが各 1 種類の検出報告である。今回報告された 29 種の新種ウイルスで病気の病原ウイルスであることを証明した発表はなかった。NGS を利用して得られた大量の塩基配列データからウイルスを検出することが可能となったが、検出されたウイルスの病原性の解析は、従来通り技術的に困難な場合が多く、また長時間を必要することを改めて感じさせられた。また、果樹には複数のウイルスが重複感染している例が多く、病気の植物から検出される複数ウイルスの中から、病原ウイルスを同定する方法や技術の確立が今後重要となるであろう。

## IV 果樹からの DNA ウイルスの検出

ローリングサークル増幅法 (Rolling-circle amplification, RCA) を用いて、果樹類からの DNA ウイルスの検出についての報告がなされた。RCA はランダムヘキサマーをプライマーにして、バクテリオファージ由来の

表-1 ICVF2015 で報告された新種ウイルス一覧

| 宿主植物      | ウイルス科                   | ウイルス属                | 病徴あるいは病気との関連性                  | 暫定ウイルス種                                | 発生国      |
|-----------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|--|----------|
| リング       | <i>Genimivirus</i>      | 新属?                  | 潜在感染性                          | Apple geminivirus                      | 中国       |
|           | <i>Bromoviridae</i>     | <i>Iilarvirus</i>    | necrotic mosaic?               | Apple necrotic mosaic virus            | 日本       |
| オウトウ      | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Tepovirus</i>     | 不明                             | —                                      | チェコ共和国   |
|           | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Foveavirus</i>    | 潜在感染性                          | Cherry virus B                         | 日本       |
|           | <i>Betaflexiviridae</i> | unassigned           | 不明                             | —                                      | カナダ      |
|           | <i>Betaflexiviridae</i> | unassigned           | 不明                             | —                                      | カナダ      |
| キウイフルーツ   | unassigned              | <i>Emaravirus</i>    | 不明                             | —                                      | 中国       |
|           | <i>Closteroviridae</i>  | <i>Closterovirus</i> | 不明                             | —                                      | 中国       |
| アーモンド     | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Prunavirus</i>    | 不明                             | —                                      | アゼルバイジャン |
| プラム       | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Tepovirus</i>     | 不明                             | Prunus vitus T                         | アゼルバイジャン |
| モモ        | <i>Tymoviridae</i>      | <i>Marafivirus</i>   | 不明                             | —                                      | スペイン     |
| カキ        | <i>Closteroviridae</i>  | 不明                   | 不明                             | Persimmon virus B                      | 日本       |
| イチジク      | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Tepovirus</i>     | 不明                             | —                                      | ギリシャ     |
| マルベリー     | <i>Genimiviridae</i>    | 新属?                  | mulberry mosaic dwarf disease? | Mulberry mosaic dwarf-associated virus | 中国       |
| ブラックラズベリー | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Carlavirus</i>    | raspberry leaf curl disease?   | —                                      | 米国       |
| ブラックベリー   | <i>Caulimoviridae</i>   | <i>Badnavirus</i>    | 不明                             | Blackberry badnavirus A                | 米国       |
| ブルーベリー    | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Vitivirus</i>     | 不明                             | —                                      | 米国       |
|           | <i>Caulimoviridae</i>   | <i>Caulimovirus</i>  | blueberry fruit drop disease?  | Blueberry fruit drop associated virus  | 米国       |
| クランベリー    | <i>Closteroviridae</i>  | <i>Amperovirus</i>   | 不明                             | —                                      | 米国       |
| スグリ属植物    | <i>Closteroviridae</i>  | <i>Closterovirus</i> | 不明                             | —                                      | 米国       |
|           | unassigned              | <i>Idaeovirus</i>    | 不明                             | —                                      | 米国       |
|           | <i>Reoviridae</i>       | <i>Phytoreovirus</i> | 不明                             | —                                      | 米国       |
|           | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Trichovirus</i>   | 不明                             | —                                      | 米国       |
|           | <i>Secoviridae</i>      | <i>Waikavirus</i>    | 不明                             | —                                      | 米国       |
| エルダーベリー   | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Carlavirus</i>    | 不明                             | Elderberry virus A                     | 米国       |
|           | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Carlavirus</i>    | 不明                             | Elderberry virus B                     | 米国       |
|           | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Carlavirus</i>    | 不明                             | Elderberry virus C                     | 米国       |
|           | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Carlavirus</i>    | 不明                             | Elderberry virus D                     | 米国       |
|           | <i>Betaflexiviridae</i> | <i>Carlavirus</i>    | 不明                             | Elderberry virus E                     | 米国       |

φ29 DNA ポリメラーゼを用いて、環状 DNA を指数関数的に増幅させる方法で、kit として市販されている。植物の DNA ウイルスのゲノムは、1 本鎖および 2 本鎖に関係なく環状構造を持つ特徴があるため、RCA は強力な解析ツールとなる。一つは Blueberry fruit drop disease のブルーベリーから DNA を抽出し、その中に含ま

れる環状 DNA を RCA により指数対数的に増幅させ、新種カリモウイルスである Blueberry fruit drop associated virus の存在を突き止めたものである。二つ目は、*Badnavirus* 属に所属する *Rubus yellow net virus* のゲノムが、ラズベリーのゲノムに挿入されていることを証明する研究に用いられた。これは、ウイルス感染している個

体ではRCAによりウイルスゲノムが増幅されるのに対して、ウイルスDNAが宿主ゲノムに挿入されている場合は環状構造をとらないためRCAでは増幅しない。RCAによる増幅の有無は、ウイルスとして細胞質に存在するとウイルスが接木伝染するが、宿主ゲノムに挿入されていると接木伝染しないという性質と一致することも示されていた。三つ目は、新種のジェミニウイルスが単一ゲノムであることを、RCAにより増幅後にRFLP解析することで証明した報告である。四つ目は、新種のジェミニウイルスのゲノムをRCAで増幅し、ゲノム全塩基配列を決定したものである。今後も、植物DNAウイルスの様々な解析にRCAは威力を発揮することが考えられる。

## V リンゴモザイク病

世界的に発生しているリンゴの代表的なウイルス病にリンゴモザイク病があり、これまではリンゴモザイクウイルス (ApMV) が病原と考えられていた。今回筆者らのグループは、ApMVによるリンゴモザイク病とは別に、新規ウイルス [リンゴえそモザイクウイルス (ApNMV) と命名] が原因のリンゴ「モザイク病」(図-2) が存在していることを、果樹研究所リンゴ研究拠点と共同研究で明らかにし、報告した。中国でもリンゴモザイク病が多発し、これまでウイルス検定をかなり広範に行ってきたが、中国のリンゴモザイク病感染樹からはApMVが全く検出されていないことを本会議中に知った。中国から参加した研究者の間では、中国で発生しているリンゴモザイク病の病原ウイルスは未確認の謎だった訳である。今回の我々の発表を見た中国の研究者たちは、中国で発生しているリンゴモザイク病の病原はApNMVであろうと推定し、日本と中国で共同研究を開始することになった。中国のリンゴモザイク病の病原がApNMVであるかどうか近々明らかになるであろう。

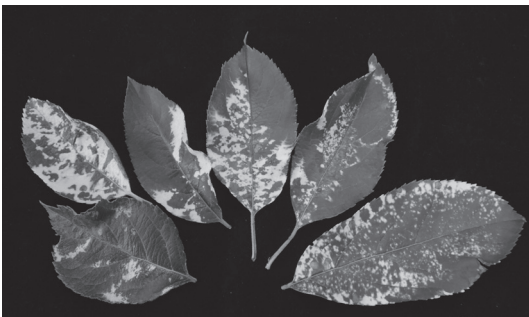


図-2 リンゴ「モザイク病」の病徴

## VI エクスカーション

会議の中日 (10日) に計画したエクスカーションは、午前中に果樹研究所リンゴ研究拠点を訪問し、伊藤 伝氏の解説を受けながらリンゴウイルス・ウイロイドの保存園ならびにリンゴ品種‘ふじ’の原木を見学した (図-3)。その後、岩手県の農業研究センターと生物工学研究センターに立ち寄り、午後は世界遺産・平泉 (毛越寺と中尊寺) で浄土思想に触れ、岩手の自然と文化を満喫した。前日の夜には、盛岡八幡宮神社でレセプションを開催した。会場は日本式の畳の部屋で、岩手県知事の達増夫妻の出席 (図-4) とユーモアのある歓迎挨拶やアトラクションの日本舞踊、和食と日本酒等が揃い、海外からの参加者からは、日本の伝統や文化に触れる機会として好評であった。

## おわりに

前回 (2012年) の開催地であるイタリア・ローマは、ご存知の通り世界的な観光地で、レセプションは有名な世界遺産「コロッセオ」を見下ろす寺院のテラスで催された。3年前に次回ICVFを盛岡で開催することが決まった後に、ある研究者が冗談半分に私をからかいながら「盛岡で開催できるのか」と話しかけてきたことを覚え



図-3 リンゴ‘ふじ’の原木の前で記念撮影



図-4 歓迎レセプション (盛岡八幡宮) で岩手県知事夫妻を囲む参加者

ている。「ローマと比べて盛岡は・・・」, そんな思いをしながら計画/開催した ICVF Morioka だったが, 結果的には非常に高い評価を得たようである。会議の運営はスケジュール通りスムーズに進行し, 盛岡のボランティア「盛岡おもてなし隊」の人たちの「おもてなし」の企画も評判であった。会議終了後に多くの参加者から, “well organized, successful meeting with great spirit of hospitality” や “congratulations on big success of ICVF in Morioka” 等の言葉をかけられ, 実行委員として肩の荷

が降りた気がした。最終日のビジネスミーティングで, 次回は2年後にギリシャのテッサロニキで開催することを決め, 第23回 ICVF Morioka の全日程を終了した。

今回の ICVF2015 Morioka の開催にあたり, 日本植物病理学会, 農水省技術会議/農食事業, 果樹研究所, 一般社団法人日本植物防疫協会, 岩手県, 青森県, 山形県, 盛岡市ならびに各社企業には多大なご支援・ご協力をいただいた。この場をかりて感謝の意を表したい。

## 第二刷 農薬と食の安全・信頼

梅津 憲治 著

—Q & A から農薬と食の安全性を  
科学的に考える—

A5判 本文282頁, 価格 2,800 円(税別)



本書は農薬が有する多面的な側面のうち、主に「人の健康とのかかわり」に焦点を当て、農薬や残留農薬の人の健康に対する影響について科学的に分かりやすく解説しています。著者が取り組んできた農薬に関する講演や講義で、実際に一般消費者や学生から寄せられた農薬の安全性に対する素朴な質問と著者の答え（Q & A）を各章のはじめに置き、それに関連する本文を読み進めていただけるように構成してあります。農薬はどのような安全性試験を経て農薬登録され、適正使用されているのかなどの基本的な内容から、残留農薬のヒトに対する健康影響やリスクコミュニケーションの取り組みまでを詳述。農薬の研究開発から試験研究機関、技術普及、流通・卸、農業生産法人など植物防疫の関係者にとって必携の一冊です。

一般社団法人 日本植物防疫協会 支援事業部 出版担当

〒114-0015 東京都北区中里2-28-10

TEL 03-5980-2183, FAX 03-5980-6753

e-mail : order@jppa.or.jp

振替 0 0 1 1 0 - 7 - 1 7 7 8 6 7 番