

わが国におけるジャガイモ Yウイルス（PVY）系統の発生病害と課題

（独）農研機構 北海道農業研究センター
生産環境研究領域 上席研究員

眞岡 哲夫

1. はじめに

ジャガイモYウイルス（*Potato virus Y*, PVY）は、世界中でジャガイモをはじめとするナス科植物に大きな被害を与えている重要ウイルスである。本稿では、PVYのわが国での系統推移を中心に、育種に関連する現状と今後の課題について述べる。

2. ジャガイモウイルスの種類と現状

PVYについて述べる前に、ジャガイモウイルス全般について、簡単に触れておくこととする。わが国のジャガイモには、これまで12種類のウイルス（アルファルファモザイクウイルス（AMV）、キュウリモザイクウイルス（CMV）、ジャガイモ黄斑モザイクウイルス（PAMV）、ジャガイモ葉巻ウイルス（PLRV）、ジャガイモモップトップウイルス（PMTV）、ジャガイモAウイルス（PVA）、ジャガイモMウイルス（PVM）、ジャガイモSウイルス（PVS）、ジャガイモXウイルス（PVX）、PVY、トマト輪点ウイルス（ToRSV）およびトマト黄化えそウイルス（TSWV））の発生病害記録がある。しかし、戦後まもなく植物防疫法に基づく種苗管理体制が確立され、半世紀以上にわたり無病種いもの供給が続けられた結果、無病種いもを用いた一般的な商業栽培においては、これらのウイルスのほ

とんどは撲滅された。現在発生しているウイルスの種類はわずかで、かつ特定のウイルスと品種の組み合わせで限定的な被害が生じる程度に抑えられている。このようにウイルスフリー種いものが広く普及している状況下にあっても、未だに圃場で発生が見られるウイルスとして、PVYとPLRVがあげられる。これらのウイルスは、保毒源が圃場の外にあり、媒介虫であるアブラムシ類がウイルスを保毒して圃場へ飛来することで最初の感染が成立し、そこから周囲の株へ二次的な感染が起こり、被害が増大していると考えられる。これらのウイルスに対しては、ウイルス自体を殺す薬剤がないため、殺虫剤を撒いて媒介虫であるアブラムシ類を防除することで、感染を防ぐ方法が取られている。一方、一部のウイルスに対しては、抵抗性を持つ品種が存在している。これまで育成された品種の中では、「とうや」、「さやか」、「アイユタカ」等がPVX抵抗性、「コナフブキ」、「サクラフブキ」がPVY抵抗性といわれている。PLRVに抵抗性の品種はない。現在育成中の品種に対しては、本特集でも取り上げられているように、PVXとPVYについてDNAマーカーによる選抜が行われ、系統適応性試験の一項目である病害虫抵抗性検定として、PVYに対する汁液接種試験が実施され、

抵抗性が評価されている。以上からみると、わが国のジャガイモウイルス12種類のうち、被害が依然として多く、育種上も重要なウイルスがPVYであるといえる。

3. PVYとはどのようなウイルスか

PVYはわが国ではジャガイモにモザイク病・塊茎えそ病を起こし、その他にも、タバコのモザイク病・黄斑えそ病、ピーマンモザイク病、トマトモザイク病の病原としても知られ、ナス科植物の重要ウイルスとなっている。

PVYは幅11nm長さ730nm (nm: ナノメートル、1nmは1/100万ミリメートル) のヒモ状をしたウイルスで(図1)、約9,700塩基の一本鎖RNAをゲノムに持つ。ウイルスゲノムには長大な1つのタンパク質がコードされており、自身のプロテアーゼ活性で10のタンパクに切断される。この中には、外被タンパクや複製、アブラムシ伝搬に関与するタンパクなど、ウイルスに必要な最小限のタンパクが含まれている。PVYは、アブラムシによって非永続的に伝搬される。非永続的伝搬とは、保毒植物を吸汁したアブラムシが、数時間口針内にPVYを保持し、その間だけ吸汁した植物



図1 PVY (普通系統) の電子顕微鏡像

長さ730nmの屈曲したヒモ状の粒子形態をとり、宿主の植物細胞中に類似構造物がないため、観察・判別は比較的容易である。

にウイルスを伝搬する様式であり、その後はウイルスを伝搬しなくなるため伝搬は「非永続」となる。

PVYは遺伝子の塩基配列の解析から、分類学上ポティウイルス (*Potyviridae*) 科 *Potyvirus* 属の代表種となっていて、科、属名も本ウイルス名 *Potato virus Y* にちなんでつけられている。PVYの特徴の一つとして、種内に系統が存在することがあげられる。PVYの系統は、病原型、遺伝子型、血清型が複雑に組み合わせされており、しばしば混乱をもたらす原因となる。

4. ジャガイモにおけるPVY系統の発生と消長

わが国におけるPVYの発生記録は古く、1931年に福士がジャガイモのれん葉症状(葉の縁が波打つ症状)を観察している。1949年に明日山・平井らはこの症状を示すジャガイモの病原を、ジャガイモ漣葉性モザイクウイルスとして報告している。このウイルスは今日PVY普通系統といわれ、PVY⁰と表記されている。以降約20年間わが国では普通系統以外の発生は見られなかったが、1971年に香川県のタバコに黄斑えそ症状を生じる系統がはじめて見いだされ、ジャガイモからも同系統が分離された。この系統が今日のえそ系統であるが、発生当時から最近まで、はじめに発生したタバコの分離株名(T)から、PVY-TあるいはT系統と呼ばれていた。最近では海外の例にならいPVY^Nと表記されることが多くなった。このように1970~80年代の20年間は、わが国のジャガイモには普通系統とえそ系統の2系統が発生していた。1990年代に入ると、1992年に長崎で塊茎えそ症状を

示すジャガイモがみつきり、わが国での塊茎えそ系統の発生がはじめて確認された。遺伝子解析の結果、わが国のえそ系統と塊茎えそ系統は、いずれも北米に発生している系統に一番近く、遺伝子解析では塊茎えそを起こす系統かどうかを判別することはできなかった。そこでこれらの遺伝子型を、北米（NA）のN（えそ）かNTN（塊茎えそ）の意で、NA-PVY^{NNTN}と表記している。1990年代以降は、わが国のジャガイモには、病原型では3系統、遺伝子型では2系統が存在することとなった。さらに2008年になって、世界的に広く発生している欧州型の塊茎えそ系統（Eu-PVY^{NTN}）がわが国にも発生していることが判明した。その後の調査でEu-PVY^{NTN}は、北海道から九州まで日本中に広く分布していることが明らかになった。

従って現在わが国のジャガイモに発生するPVYには、病原型としては普通系統、えそ系統、塊茎えそ系統があって、さらに遺伝子型では、PVY^O、NA-PVY^{NNTN}、Eu-PVY^{NTN}の3つの異なる型があり、病原型

と遺伝子型が1対1に対応していない複雑な状況となっている。遺伝子型では、ここ数年でPVY^Oが激減し、Eu-PVY^{NTN}が優占種となっていると思われる。

5. PVY系統の問題点

PVYの系統に関しては、次に上げるような問題がある。

（1）系統名とジャガイモの病徴の不一致

ジャガイモに対して、普通系統は激しいえそを生じるが、えそ系統の病徴は軽くほとんどえそを生じない（図2）。これは両系統名がタバコにえそを生じるか生じないかにより名付けられているためで、端的に言えば、これらはジャガイモの病徴とは関係のない系統名である。従って、名前にとらわれていると混乱することとなる。

（2）塊茎えそ系統の病原性

塊茎えそ系統については、NA-PVY^{NNTN}とEu-PVY^{NTN}の2つの遺伝子型が存在している。NA-PVY^{NNTN}については、西南暖地ではジャガイモ塊茎にえそ症状を生じることが確認されているが、北海道において



普通系統



えそ系統

図2 PVY普通系統、えそ系統によるジャガイモ茎葉の病徴（男爵薯）

左、普通系統による激しいえそ症状；右、えそ系統による軽微なえそ症状。系統名とジャガイモ上の病徴が一致しない。
原図提供：種苗管理センター北海道中央農場後志分場。

は同遺伝子型による塊茎えそ症状の発症がまだ確認できていない。Eu-PVY^{NTN}については、西南暖地、北海道双方で、同遺伝子型がわが国の品種に塊茎えそ症状を作るかどうかはまだ確認できていない。

近年西南暖地のジャガイモに発生する塊茎えそ症状の病徴パターンが従来のものと変わってきているという情報もあることから、特にEu-PVY^{NTN}が本当にわが国の品種に対して塊茎えそを生じうるかを確認することが重要である。

(3) 遺伝子型NA-PVY^{N,NTN}がえそ系統・塊茎えそ系統にまたがる問題

ある圃場のジャガイモから遺伝子診断等でNA-PVY^{N,NTN}が検出されても、ではその畑に塊茎えそが出るのか出ないのかは見極めることができず、被害予想や防除対策が立てられないため、農業現場が混乱する原因となる。同遺伝子型の塊茎えそ発症のキーとなる遺伝子領域の特定とその判定技術の確立が待たれる。

6. PVY 抵抗性育種と系統の問題

次に、ジャガイモの抵抗性育種に関して、系統がどのような問題を抱えているのかを見ていきたい。

(1) 抵抗性育種の標的はどの系統か

現在日本各地で行われているジャガイモ育種事業において、PVY抵抗性検定は、普通系統(PVY⁰)とえそ系統(NA-PVY^{N,NTN})に対してのみ行われているが、各地では既にEu-PVY^{NTN}が優占種となっている。ただし、圃場での発生が少ないからといって、普通系統に対する抵抗性評価を直ちに中止してしまうと、既存品種との間で、PVY抵抗性を比較する基準がなく

なってしまうため、今後、PVY抵抗性評価にどの系統を用いるべきか、系統の発生消長も参考にしつつ、柔軟に対応していく必要があると思われる。

(2) 抵抗性品種の系統に対する評価

上述したように、わが国にはPVY抵抗性品種「コナフブキ」、「サクラフブキ」がある。これらの品種は、普通系統、えそ系統については、抵抗性が確認されているが、塊茎えそ系統、特に近年発生したEu-PVY^{NTN}については、抵抗性を有するかどうかは未確認であり、早急に確認する必要がある。また、PVY抵抗性遺伝子は、「コナフブキ」に導入された*Ryhc*の他にも、*Ryadg*, *Rysto*等があることから、これらの抵抗性遺伝子を持つジャガイモに対して、わが国のPVY各系統がどのような反応を示すのかを確認しておく必要がある。その結果によっては、今後これらの遺伝子の導入、マーカー育種が期待されることとなる。

7. 今後の課題

現在わが国のジャガイモ育種は、生食用品種が北海道十勝地方、でん粉用品種が同オホーツク地方、西南暖地用品種が九州において主に行われ、そのPVY抵抗性評価は各育成地と北海道道央地方で行われている。PVYには複数の系統が混在して発生しているので、一口にPVY抵抗性といっても、系統×品種×栽培地の組み合わせで、抵抗性や被害程度に差が出るものと思われる。今後は、各育成地・栽培地におけるPVY系統の消長を定期的に調査し、抵抗性評価試験に使用している系統の妥当性について、全国レベルで確認・見直す場が必

要と思われる。特に、塊茎えそ症状に関しては、被害の実態を正確に把握した上で、将来的な育種方針を決めていくことが重要で、今後育種分野として合意形成されることを期待したい。

引用・参考文献

Chikh Ali M. et al. 2010. The First Report on the Occurrence of the European Recombinant PVY^{NTN} Strain in Japan. 日植病報 76:79-80.

いも類振興会. 2012. ジャガイモ事典.

Maoka T. et al. 2010. Application of cDNA Macroarray for Simultaneous Detection

of 12 Potato Viruses. Plant Disease 94 : 1248-1254.

農林水産省. 2010. 農林水産省統計情報

小川哲治ら. 2008. ジャガイモ塊茎えそ病の発生生態と防除. 植物防疫 62 : 481-484.
小川哲治ら. 2011. 鹿児島県奄美地方の塊茎えそ病を示すジャガイモから分離したジャガイモYウイルスのゲノム構造. 九病研会報 57 : 19-25.

Sato M. et al. 2006. Potato virus Y resistance gene, *Ryhc*, mapped to the distal end of potato chromosome 9. Euphytica 149 : 367-372.

□寄稿のお願い□

(財) いも類振興会では、サツマイモ、ジャガイモなどいも類の振興と消費拡大を図る一助として、「いも類振興情報」(季刊)を発行しています。いも類に関する総説、調査・研究解説、産地情報、海外情報、商品情報、料理・文化などの寄稿をお願いします。原稿の執筆要領は、下記のとおりです。

1. 原稿はパソコンのワープロ・ソフトを用いて作成し、E-mailの添付ファイルで送付下さい。なお、手書き原稿でもかまいません。
2. 編集の都合上、OSはWindows、使用ソフトは次のものを使用下さい。
本文はWord(一太郎、テキストも可)。図表などはWord、Excel、PowerPoint。
3. 掲載1回分の頁数(1頁で約1,200字)は、図表・写真を含めて概ね6頁以内となります。
4. 編集の都合上、原稿の一部を割愛、修正する場合がありますので、予めご了承下さい。掲載原稿には、規定の原稿料と掲載誌を若干部お送りします。
5. 原稿の送付先

〒107-0025 東京都港区赤坂6-10-41 ヴィップ赤坂303 財団法人 いも類振興会
E-mail: imoshin@fancy.ocn.ne.jp TEL: 03-3588-1040 FAX: 03-3588-1225