

ジャガイモ塊茎えそ病の発生生態と防除

長崎県総合農林試験場愛野馬鈴薯支場

中央農業総合研究センター

北海道農業研究センター

佐賀大学農学部

小
なか
仲
さ
佐
お
大がわ
川
がわ
川
やま
山
しま
島てつ
あき
晃
かず
一じ
お
生
みつる
充
さと
里

はじめに

ジャガイモは我が国の主要な農産物の一つであり、長崎県は北海道に次ぐ全国第2位の生産を誇る暖地ジャガイモの主要な栽培県である。ジャガイモの生育適温は10～23℃にあるため、我が国には気象条件に応じて様々な産地と作型がある。北海道では5～9月に適温となるため夏作栽培が行われるのに対し、長崎県では春と秋の年2回適温になるので二期作栽培が行われている。また、主力栽培品種も地域により異なり、長崎県では全国的に著名な‘男爵薯’はほとんど栽培されておらず、二期作栽培用に育成され、休眠期間が短い特性を有する‘ニシユタカ’が栽培品種の約7割を占めている。

ジャガイモ塊茎えそ病は、我が国では1992年ごろに長崎県で初めて発生が確認された新発生病害である（平石ら, 1998）。塊茎の病徴は収穫時には目立たず、感受性が低い品種もあるため、地域によっては本病の発生に気付かないことがある。現在、我が国において筆者らによって本病の発生が確認された地域は、長崎県以外に北海道、長野県、熊本県、鹿児島県および沖縄県（図-1）であるが、種いもの流通を考えると実際には多くの地域で発生していると考えられる。このため、今回の寄稿により本病への認識が高まることを期待する。本病は、ジャガイモYウイルス（*Potato virus Y*, PVY）の一系統である「PVY^{NTN}」により引き起こされる病害である（OHSHIMA et al., 2000）。本稿では本病の病徴と被害ならびにPVY^{NTN}の発生生態と防除について解説する。

I ジャガイモ塊茎えそ病の病徴と被害

1 塊茎および茎葉での病徴

PVY^{NTN}による病害は海外では、Potato Tuber

Necrotic Ringspot Disease (PTNRD) と呼ばれている。本病は、塊茎の表面および内部に黒～褐色のえそを生じる点に特徴があり、その生じ方でいくつかの症状に分けられる。黒色のえそが塊茎表面に生じることで表面に直径1 cm 内外の穴が生じる「陥没症状（口絵①）」および、えそが表皮直下に生じることで外観からは黒い目のように見える「黒目症状（口絵②）」がある。「陥没症状」は、直下1 cm 位の深さまで茶色の変色部が認められるが、放線菌によるそうか病と症状が似ていたため、発生当初はそうか病として扱われていた。その他に塊茎表皮がミミズ腫れ状に膨れ（口絵③-a）、その後黒く沈んだ状態となる「ミミズ腫れ症状（口絵③-b）」、外見健全の塊茎内部に1 cm 内外の大きさの褐変が生じる「内部褐変症状（口絵④）」もあるが、栽培現場では「陥没症状」と「黒目症状」が多く観察される（仲川ら, 1997）。海外で発生しているPTNRDは、「ミミズ腫れ症状」と似た症状と思われる。塊茎に様々な症状が現れる原因については、現時点ではわからないが、品種、要素欠乏および他のウイルスとの混合感染の可能性の問題を含めて

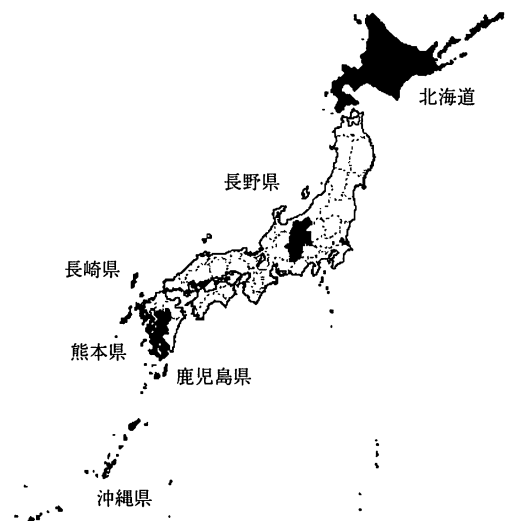


図-1 我が国におけるジャガイモ塊茎えそ病の発生地域

Ecology and Control of Potato Tuber Necrotic Ringspot Disease.
By Tetsuji OGAWA, Akio NAKAGAWA, Mitsuru SAYAMA and Kazusato OHSHIMA

(キーワード：ジャガイモ、塊茎えそ病、PVY^{NTN}、発生生態、防除)

今後解明する必要がある。地上部（茎葉）での症状は品種によって差異が認められ、ポット栽培条件下で病原ウイルスを接種すると、品種‘ニシユタカ’および‘男爵薯’では葉脈にえそ症状を起こすが、‘メークイン’ではれん葉症状を示す。これらの症状は栽培現場で見かけることは少ないが、干ばつ時や収穫間際など水分条件などのストレスがジャガイモにかかるときに発生する場合がある。

2 本病の被害

1996～2000年に長崎県での発生実態を把握するために、収穫作業中の圃場において発生状況、栽培品種、種いもの来歴等に関して病害虫防除所を中心とした調査が行われた。その結果、発生圃場率は作型で異なり、5～6月に収穫する春作では約30～50%、12月に収穫する秋作では約20～60%となり、秋作に多い傾向にあった（図-2）。この原因としては、ウイルスの媒介虫であるアブラムシ有翅虫の飛来が、春作では収穫期である4月下旬以降に増加し、ウイルスが伝搬される期間が短いのに対して、秋作では生育初期から後期まで飛来し、ウイルスが栽培全期間にわたり伝搬されるため、発病率が高まると考えられる（表-1）。また種いもの更新率と本病

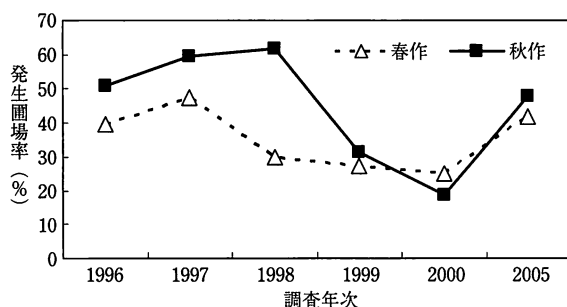


図-2 長崎県島原半島におけるジャガイモ塊茎えそ病の年次別発生圃場率の推移

表-1 作型別のジャガイモ茎葉および塊茎のPVY感染率（佐山ら，2005）

作型・作付年	茎葉の感染率 (%)			塊茎の感染率 (%)
	生育初期	生育中期	生育後期	
春作（2003年）	0.0	0.0	10.0	28.0
秋作（2003年）	5.0	33.3	66.7	94.7
春作（2004年）	0.0	0.0	8.6	34.7

PVY感染の有無はELISA検定により確認、種いものは品種‘ニシユタカ’の原原種を使用、試験区はアブラムシ防除薬剤を散布。生育初期：3月・9月、生育中期：4月・10月、生育後期：5月・11月。

発生との関係を見ると、発生が多い圃場では更新率が低い傾向にある。長崎県でのジャガイモ栽培では春作用の種いものを北海道などの県外産地から購入・栽培し、一部を次作（秋作）用の種としている。生産者の中には秋作で得た生産物の一部を翌作の種いものとして使用するため、種いもの更新が3作に1回となっている場合もある。本病の病原であるPVYは、保毒塊茎が伝染源となり、アブラムシ類の媒介によって伝搬されることから、作を重ねるごとにPVYの保毒率が高まり、被害も増加したと考えられる。種いもの更新の指導もあり、本病の発生は1998年以降、減少傾向にあったが、最近再び増加している（図-2）。

現地における本病の被害は、収穫直後よりも貯蔵中に増加することが特徴としてあげられる。このことは、発生が確認された1992年当時より生産者から指摘されていた。そこで、ガラス温室内で栽培した無病のジャガイモに病原ウイルスを接種し、栽培して得られた塊茎について収穫直後と2か月貯蔵後の発病状況を調査した。その結果、供試したほとんどの品種において、発病塊茎率が収穫時よりも貯蔵後に増加した（表-2）。

栽培現場では、収穫時の発病塊茎率は平均1%前後と少ないが、上記の結果からは収穫時に一見健全と思われる塊茎も貯蔵中に症状が進展し、被害が顕在化することが考えられる。このような特徴は海外でも報告されている。現場では出荷したジャガイモが本病による腐敗が原因で市場から返品されるほか、出荷までに長期間保存する種いものでも発生するため深刻な被害が発生し、重大な問題となっている。

II 病原ウイルスと発生生態

1 ジャガイモYウイルスの新系統「PVY^{NTN}」

PVYは、ポティウイルス科ポティウイルス属のタイブウイルスである。PVYはジャガイモをはじめタバコ、トマト等のナス科作物で被害を起こし、全世界で発生が

表-2 PVY^{NTN}を接種して得られた次代塊茎のえそ症状の推移（OHSHIMA et al., 2000）

品種名	発病塊茎率 (%)		
	収穫時	貯蔵後	合計
ニシユタカ	10.0	13.3	23.3
デジマ	0.0	15.8	15.8
シマバラ	5.0	4.0	9.0
男爵薯	0.9	2.8	3.7
メークイン	1.0	3.0	4.0

貯蔵条件：20℃，2か月。

確認されている。我が国のジャガイモではこれまで 12 種類の病原ウイルスが発生しており、それらの中でも発生の多いジャガイモ葉巻ウイルス (PLRV) やジャガイモ S ウイルス (PVS) などに比べ、PVY は発生量、被害量ともに一番多く、ジャガイモ栽培では最も重要な病原ウイルスである (眞岡, 2007)。

PVY はタバコとジャガイモに対する症状によりいくつかの系統に分けられる。PVY^{NTN} の発生以前の我が国では、普通系統 (PVY-O) とえそ系統 (PVY-T) の発生が報告されていた。一方海外では、PVY^O (O 系統)、PVY^N (N 系統) および PVY^C (C 系統) に分けられている (表-3)。我が国の PVY-O、PVY-T はタバコでの病徴からそれぞれ海外での PVY^O、PVY^N に該当する。PVY^O はタバコではモザイク症状を示すのに対し、PVY^N は葉脈えそ症状を示す。PVY^O および PVY^N のジャガイモ茎葉での症状は、品種と PVY 系統の組み合わせで異なるが、いずれも塊茎には病徴を示さない。一方、PVY^{NTN} は PVY^N と同様にタバコに葉脈えそ症状を起こすだけではなくジャガイモの塊茎にえそ症状を引き起こす。タバコに対する PVY^{NTN} と PVY^N の病徴は同一であるため、PVY^{NTN} を独立した系統としては見なさず、PVY^N のサブグループと分類している場合もある。

海外での PVY^{NTN} の発生は、1984 年にハンガリーで初めて報告され、その後ヨーロッパ各国で相次いで報告された。アメリカと日本では 1990 年代に確認された。これら分離株のゲノム構造解析の結果、最初に発生したヨーロッパの分離株は、PVY^O と PVY^N ゲノムの組換え体であったことから、塊茎えそ症状は組換えウイルスにより発生すると考えられた。しかし、その後北米で分離された PVY^{NTN} は組換え体ではない場合もあることから、現在では系統間のゲノムの組換えは必須ではないと考えられている。筆者らは我が国の複数の地域において採取した塊茎えそ病を示す塊茎から分離した PVY^{NTN} の全ゲノム構造を解析した (OGAWA et al., 2008)。その結果、

我が国の PVY^{NTN} 分離株は、いずれも組換え体として検出されず、海外の PVY^O と PVY^N を含めた分子系統解析からヨーロッパの PVY^{NTN} 分離株よりも北米の分離株と近縁であると思われた。また、我が国の分離株間の分子系統関係が近かったことから、我が国への侵入は比較的最近であり、遺伝集団として最低一つあるいは多くても二つと思われた。

2 ジャガイモ品種間差

本病の症状および被害の程度には、品種間差があることが海外で報告されている。このため我が国の主要栽培品種に対する塊茎えそ病の発病程度の差異を調査した。接種条件下で試験した結果、品種‘ニシユタカ’が最も発病塊茎率が高く、‘男爵薯’および‘メークイン’では発病は認められるものの‘ニシユタカ’と比較すると発病率は低かった (表-2)。また、‘ニシユタカ’に次いで長崎県で栽培が多い‘デジマ’では‘ニシユタカ’に比べて発病が少なく、このことは栽培現場での発病調査結果と一致していた。これらのことから本病の被害が長崎県で多いのは、PVY^{NTN} に感受性が高い‘ニシユタカ’の栽培が多いことも原因の一つであると思われる。

III 防除対策と各対策実施上の問題点

病害防除に有効な対策を確立するためには、対象とする病原体の伝染環を把握し、その遮断を図ることが重要である。PVY^{NTN} は、他の PVY と同様に保毒塊茎による種いも伝染のほか媒介昆虫であるアブラムシ類によって伝搬される。このため、防除には種いもの健全塊茎への更新、媒介昆虫の防除および圃場周辺的环境整備が重要である。以下にそれぞれの防除対策と実施上の問題点を述べる。

(1) 健全種いもへの更新

ウイルスに感染していない健全な種いもへの更新は、これまでも PVY の発生が問題となった北海道などの産地では防除対策の基本として実施されてきた。長崎県の

表-3 PVY 各系統のジャガイモとタバコに生じる病徴

		PVY ^O	PVY ^N		PVY ^C
			PVY ^N	PVY ^{NTN}	
ジャガイモ	茎葉	えそ, れん葉 モザイク症状	無病徴, 軽いえそ症状		stipple streak
	塊茎	無病徴	無病徴	えそ症状	えそ症状
タバコ	モザイク症状		葉脈えそ症状	モザイク症状	

ジャガイモの病徴は品種により異なる。また同じ品種でも感染当代・次代によって病徴は異なる。PVY^C は国内では未発生。

ような二期作栽培では年間2回栽培する中で、種いも更新は2作に1回の頻度で行う生産者が多い。しかし、一部の産地では更新にかかるコストの問題から更新頻度が3～4作に1回の場合もあり、このような産地では本病の発生程度が他産地と比較して高い状況にある。また、同一産地内においても種いも更新の実施は、生産者個々の考えで行うため産地ごとの斉一な更新が行われておらず、種いもの健全度の均質性を保てない状態にある。種いも更新の効果を十分に発揮させるためには、地区ぐるみの斉一更新を実施し、伝染環の遮断を図ることが重要である。

(2) アブラムシ対策

PVYは、モモアカアブラムシやワタアブラムシなどのアブラムシ類により非永続的に伝搬されるため、現場では媒介アブラムシ防除を目的に殺虫剤が散布される。しかし、殺虫剤散布は圃場内に生息するアブラムシ密度の低減には有効であるが、圃場外から飛来する保毒虫に対しては効果が低いと言われている。佐山ら(2005)はアブラムシの飛来抑制技術を検討する中で、殺虫剤単独ではPVYの伝搬抑止効果が低いことを明らかにしている。このことからPVY対策として殺虫剤散布の効果を上げるためには、前述および後述する種いも更新や圃場周辺環境の浄化を同時に徹底して実施する必要がある。

(3) 圃場周辺環境の浄化

PVY^{NTN}の宿主範囲は、ナス科に限られている。このためジャガイモ圃場周辺におけるPVY^{NTN}の第一次伝染源は限定されと考えられた。このことを明らかにするため、圃場内の取り残しや周辺に遺棄された塊茎より生じた「野良生え」およびジャガイモ以外の雑草について、PVYの感染状況を調査した。その結果、PVYは雑草からは検出されなかったが、野良生えからは高率に検出され、その程度は産地により異なるものの平均約40%に達した。このことからPVY^{NTN}のまん延にもこれらが第一次伝染源となっている可能性が高いことが示唆された。PVY対策のための圃場周辺環境の浄化には、野良生えの除去の徹底と屑いも捨て場の管理を図ることが重要である。

お わ り に

以上、ジャガイモ塊茎えそ病の発生生態と防除について概略を述べた。本病には品種間差があることから防除対策には本文中で記述した以外にも、耐病性品種の利用や弱毒ウイルスの利用も考えられる。‘ニシユタカ’は育成後既に30年以上経過するが、以降に育成された品種の中には、‘ニシユタカ’よりも感受性が低い品種もある。しかし、近年のジャガイモの販売価格低迷の結果、現地では栽培が容易で収量性に優れた‘ニシユタカ’の栽培面積が逆に増加している状況にある。また、長崎県では青果用ジャガイモ栽培圃場と混在して、種いもやタバコが栽培されている。タバコ栽培ではPVYによる黄斑えそ病の多発が重大な問題となっている。PVY^{NTN}もタバコに黄斑えそ病様の症状を引き起こすことから、塊茎えそ病の発生地では、タバコ栽培圃場の近接圃場のジャガイモから病原ウイルスがアブラムシ類によって伝搬されることが予想される。このため、タバコ生産者はジャガイモ生産者の圃場に対してもアブラムシ殺虫剤の散布を自発的に行う場合もある。

種いも生産者やタバコ生産者は、PVYなどのウイルス病に対する問題意識が高く、防除対策の実施率も青果ジャガイモ生産者と比較して非常に高い。このことからわかるように、塊茎えそ病まん延の遠因には、防除対策に関わる技術的な問題よりも青果ジャガイモ生産者と種いもおよびタバコ生産者との間におけるPVYに対する防除意識の大きな乖離の問題があり、このことがひいてはPVYの伝染環の遮断などの防除対策が十分に機能しえない原因となっている。最近、塊茎えそ病の発生が再び増加傾向にあることから、関係機関と連携して本病対策の再構築を図っているところである。

引 用 文 献

- 1) 平石千賀子ら(1998):九州病害虫研究会報 44:115(講要)。
- 2) 眞岡哲夫(2007):農業技術 62:297～302。
- 3) 仲川晃生ら(1997):九州病害虫研究会報 43:22～28。
- 4) OHSHIMA, K. et al. (2000): Plant Disease 84:1109～1115。
- 5) OGAWA, T. et al. (2008): Virus Research 131:199～212。
- 6) 佐山 充ら(2005):九州病害虫研究会報 51:6～10。