

ジャガイモ塊茎褐色輪紋病に対する抵抗性の品種間差異と粉状そうか病抵抗性との関係

(独)農研機構北海道農業研究センター ^{なか}中 ^{やま}山 ^{たか}尊 ^と登

はじめに

ジャガイモ生産における重要な阻害要因としてウイルス病があり、我が国ではこれまでに12種のウイルスの発生が報告されている(眞岡, 2007)。これらの多くのが昆虫媒介性であるのに対し、ジャガイモモップトップウイルス(*Potato mop-top virus*; PMTV)は変形菌類の一種であるジャガイモ粉状そうか病菌(*Spongospora subterranea* f.sp. *subterranea*; 以下粉状そうか病菌)によって媒介される土壤伝染性ウイルスである(JONES and HARRISON, 1969)。PMTVはジャガイモ塊茎褐色輪紋病(英語名:spraing)の病原ウイルスであり、発病塊茎では、塊茎表面および内部に褐色の輪紋症状を生じるため、生食・加工用品種においてはいもの商品価値が損なわれるために問題となる(口絵①)。地上部の病徴としては、黄化、えそ、退緑斑紋、わい化等の症状を生じるとの報告もある。本病は1966年にスコットランドで最初に報告されて以降、欧州諸国、南米、中国、イスラエル、さらに近年北米で発生報告がある(Xu et al., 2004)。我が国では1980年に広島県竹原市で秋作ジャガイモ(品種‘農林1号’)において初発生が報告された(井本ら, 1986)。それ以後20年以上にわたって発生報告がなかったが、2005年11月に北海道十勝地方で収穫された加工用ジャガイモ(品種‘さやか’)に褐色輪紋症状を呈するものが多数発見され、調査の結果、PMTVによるジャガイモ塊茎褐色輪紋病と同定され、国内2例目の発生報告となった(眞岡ら, 2006)。北海道での本病発生確認以降、筆者らのグループでは本病防除技術開発に取り組んできたが、その一環として北海道十勝地方の現地発病圃場において、日本国内で栽培される主要なジャガイモ品種の栽培試験を行い、本病に対する抵抗性評価を行った。本稿では同試験の結果に基づく国内の主要ジャガイモ品種22品種の本病抵抗性の品種間差異ならびに粉状そうか病抵抗性との関係について紹介する。

I 塊茎褐色輪紋病抵抗性の品種間差異

国内で栽培されるジャガイモ品種のうち、主要22品種、すなわち、生食用品種として‘男爵薯’、‘メイクイン’、‘とうや’、‘キタアカリ’、‘インカのめざめ’、‘十勝こがね’、‘スノーマーチ’、‘シンシア’、‘インカパープル’、‘キタムラサキ’、加工用品種として‘トヨシロ’、‘ワセシロ’、‘オホーツクチップ’、‘農林1号’、‘さやか’、‘ホッカイコガネ’、‘きたひめ’、澱粉原料用品種として‘コナフブキ’、‘ナツフブキ’、‘アーリースターチ’、‘エニワ’を北海道十勝地方の現地発病圃場での栽培試験に供試した。収穫した子いもは粉状そうか病の発病調査後、いも表面ならびに内部の褐色輪紋症状の有無により塊茎褐色輪紋病の発病調査を行った。表-1に示したように、塊茎褐色輪紋病の発病株率では、‘農林1号’が100%で、次い

表-1 ジャガイモ22品種におけるジャガイモ塊茎褐色輪紋病発病株率並びに病いも率の品種間差異

品種	発病株率(%) ^{a)}	病いも率(%) ^{a)}
農林1号	100.0 a	38.0 a
さやか	85.0 ab	29.8 a
スノーデン	75.0 abc	14.1 b
エニワ	81.7 ab	13.7 bc
キタアカリ	56.7 bcd	9.8 bcd
オホーツクチップ	43.3 cde	7.8 bcd
ホッカイコガネ	35.0 def	6.2 bcd
メイクイン	33.3 def	4.0 bcd
十勝こがね	28.3 def	3.1 bcd
ワセシロ	26.7 def	2.9 bcd
ナツフブキ	18.3 ef	1.9 bcd
アーリースターチ	11.7 ef	1.8 bcd
男爵薯	8.3 ef	0.8 cd
トヨシロ	3.3 f	0.6 cd
きたひめ	3.3 f	0.4 d
コナフブキ	0 f	0 d
インカパープル	0 f	0 d
キタムラサキ	0 f	0 d
シンシア	0 f	0 d
とうや	0 f	0 d
インカのめざめ	0 f	0 d
スノーマーチ	0 f	0 d

^{a)} 異なる英文字を付した数値間に有意差あり(Tukey法, $P < 0.05$)

Difference in Resistance to Spraing Caused by *Potato mop-top virus* among Major Potato Cultivars in Japan and its Relationship with Resistance to Powdery Scab. By Takato NAKAYAMA

(キーワード: ジャガイモ塊茎褐色輪紋病, ジャガイモモップトップウイルス, ジャガイモ粉状そうか病, 抵抗性)

で‘さやか’、‘スノーデン’、‘エニワ’が80%以上、‘キタアカリ’、‘オホーツクチップ’、‘ホッカイコガネ’、‘メークイン’では33.3～56.7%と高率であった。病いも率で見ると‘農林1号’が38.0%、次いで‘さやか’も29.8%と高く、この2品種は他品種と比較して本病に対する感受性が顕著に高いことが明らかになった。一方で‘男爵薯’の病いも率は0.8%、‘トヨシロ’では0.6%と極めて低く、‘コナフブキ’、‘とうや’等7品種では発病が全く認められないなど、本病に対する抵抗性には明確な品種間が認められた。また、最も病いも率が高かった‘農林1号’や‘さやか’では明瞭な褐色輪紋症状を呈しているものが多く、感受性の高い品種では病徴がより顕著に現れる傾向

表-2 ジャガイモ 22 品種におけるジャガイモ粉状そうか病の病いも率並びに発病度の品種間差異

品種	病いも率 (%) *1	発病度 *1, 2
男爵薯	79.7 a	50.2 a
キタアカリ	74.1 ab	38.7 ab
トヨシロ	63.5 abc	35.4 bc
コナフブキ	49.6 bcd	24.1 cd
ワセシロ	44.2 cde	19.4 de
とうや	41.1 cdef	18.4 def
十勝こがね	34.7 defgh	16.8 defg
農林1号	39.1 cdefg	15.3 defgh
きたひめ	27.5 defghi	11.9 defghi
メークイン	27.8 defghi	10.4 defghi
ホッカイコガネ	17.7 defghi	5.6 efghi
オホーツクチップ	16.4 fghi	5.1 fghi
アーリースターチ	14.7 fghi	4.7 fghi
シンシア	12.5 ghi	4.2 ghi
さやか	10.6 hi	3.5 ghi
エニワ	10.9 hi	3.0 ghi
ナツフブキ	8.7 hi	2.5 hi
スノーマーチ	7.2 hi	2.0 hi
キタムラサキ	6.8 i	1.9 hi
インカのみぞめ	6.7 i	1.1 hi
スノーデン	4.1 i	1.1 hi
インカパープル	2.3 i	0.8 i

*1 異なる英文字を付した数値間に有意差あり (Tukey 法, $P < 0.05$)

$$*2 \text{ 発病度} = \frac{0 \times N_0 + 1 \times N_1 + 2 \times N_2 + 3 \times N_3 + 4 \times N_4}{4 \times N} \times 100$$

ただし式中の N は全調査いも数, N_n は発病指数 n のいも数を表す。また、発病指数と発病程度の関係は以下の通りである。

- 0: 病斑なし
- 1: 小 (病斑面積が塊茎の表面積に対して 3% 未満または病斑数が 1 ~ 3 個)
- 2: 中 (病斑面積が塊茎の表面積に対して 3 ~ 13% 未満または病斑数が 4 ~ 10 個)
- 3: 多 (病斑面積が塊茎の表面積に対して 13 ~ 25% 未満または病斑数が 11 ~ 20 個)
- 4: 甚 (病斑面積が塊茎の表面積に対して 26% 以上 ~ 全面)

があった (口絵②)。子いもに全く発病が認められなかった‘コナフブキ’など7品種についても、半年間冷蔵保存した子いもの頂芽やストロン基部から RT-PCR-マイクロプレートハイブリダイゼーション (MPH) 法 (NAKAYAMA et al., 2010) によって PMTV が検出され、本ウイルスに全く感染しない免疫性の品種は見いだされなかった。ジャガイモ品種の PMTV 抵抗性については、欧米諸国において研究例があるが、今回我々の得た結果同様、現在までに PMTV に免疫性の品種・系統は見いだされていない (SANDGREN et al., 2002; TENORIO et al., 2006; KIRK, 2008; CARNEGIE et al., 2010)。

II 粉状そうか病発病程度のジャガイモ品種間差異

粉状そうか病抵抗性に関してはこれまでに成田・宇井 (1958)、池谷 (2002)、田中 (1982) 等の報告があり、明確な品種間差があることが知られている。今回供試した 22 品種のうち、‘男爵薯’が病いも率、発病度とも最も高く、次いで‘キタアカリ’、‘トヨシロ’、‘コナフブキ’の順に感受性が高い結果となり、既報とほぼ同様の傾向が認められた (表-2)。供試品種中では‘インカパープル’の発病度が 0.8 と最も低かったが、全く発病しない品種は認められなかった。

III 粉状そうか病抵抗性と塊茎褐色輪紋病抵抗性の関係

供試したジャガイモ 22 品種の粉状そうか病発病度と塊茎褐色輪紋病病いも率との間には有意な関係は認められなかった (図-1)。**‘男爵薯’**の粉状そうか病発病度並

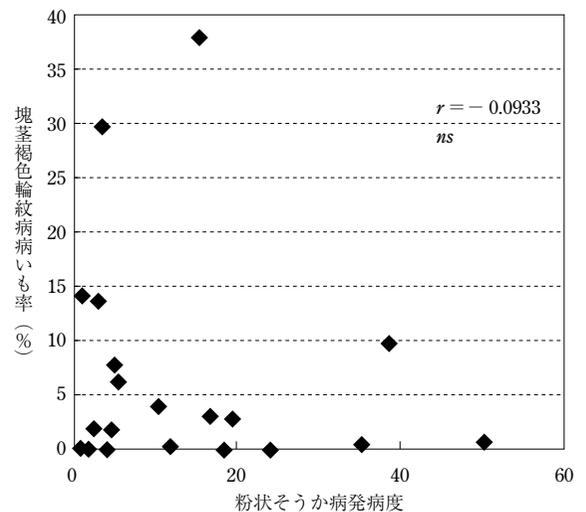


図-1 ジャガイモ 22 品種における粉状そうか病発病度と塊茎褐色輪紋病病いも率の関係

表-3 ジャガイモ 22 品種におけるジャガイモ粉状そうか病並びに塊茎褐色輪紋病に対する抵抗性の評価

抵抗性 ^{a)} (相対値範囲 ^{b)})	塊茎褐色輪紋病	粉状そうか病
弱 (81 以上)	農林 1 号 (100)	男爵薯 (100) ^{c)}
やや弱 (51 ~ 80)	さやか (78.4)	キタアカリ (77.0) トヨシロ (70.4)
中 (26 ~ 50)	スノーデン (37.2) エニワ (36.1) キタアカリ (25.9)	コナフブキ (48.0) ワセシロ (38.7) とうや (36.7) 十勝こがね (33.4) 農林 1 号 (30.4)
やや強 (5 ~ 25)	オホーツクチップ (20.4) ホッカイコガネ (16.3) メークイン (10.5) 十勝こがね (8.2) ワセシロ (7.5) ナツフブキ (5.1)	きたひめ (23.8) メークイン (20.8) ホッカイコガネ (11.1) オホーツクチップ (10.2) アーリースターチ (9.4) シンシア (8.3) さやか (6.9) エニワ (6.0) ナツフブキ (5.0)
強 (0 ~ 4)	アーリースターチ (4.8) 男爵薯 (2.0) トヨシロ (1.5) きたひめ (1.0) コナフブキ (0) インカパープル (0) キタムラサキ (0) シンシア (0) とうや (0) インカのめざめ (0) スノーマーチ (0)	スノーマーチ (4.0) キタムラサキ (3.8) インカのめざめ (2.3) スノーデン (2.1) インカパープル (1.7)

^{a)} 池谷 (3) による基準を参考にした。

^{b)} 各抵抗性区分に対応する粉状そうか病発病度あるいは塊茎褐色輪紋病発病度も率の相対値の範囲。

^{c)} 括弧内数値は、粉状そうか病では「男爵薯」の発病度を、塊茎褐色輪紋病では「農林 1 号」の病いも率を 100 とした場合の各品種の粉状そうか病発病度あるいは塊茎褐色輪紋病発病いも率の相対値。

びに「農林 1 号」の塊茎褐色輪紋病発病いも率をそれぞれ 100 とした場合に、各品種の粉状そうか病発病度または塊茎褐色輪紋病発病いも率の相対値によって、両病害に対する供試品種の抵抗性程度を分類すると、粉状そうか病抵抗性弱の「男爵薯」は塊茎褐色輪紋病抵抗性では強となり、また「さやか」は粉状そうか病抵抗性やや強であるが、塊茎褐色輪紋病に対してはやや弱に分類された (表-3)。このような両病害の抵抗性程度の不一致は既に TENORIO et al. (2006) により報告されている。彼らは米国のジャガイモ 21 品種のすべてが PMTV の感染に対して感受

性であり、また PMTV 感染率と粉状そうか病の発病程度の間に関連が認められなかったと述べている。このことから、粉状そうか病に対する抵抗性品種によって PMTV による被害を制御することはできないと考えられている (Kirk, 2008)。粉状そうか病と塊茎褐色輪紋病に対する抵抗性の間に関連が認められないことについて、PMTV は粉状そうか病菌の感染に伴って宿主に伝搬されるが (Jones and Harrison, 1969)、PMTV の感染成立以降の塊茎で病徴発現に至る宿主植物側の反応が品種により異なるためと推測される。

おわりに

本稿では、国内で栽培される主要なジャガイモ 22 品種について、単年度の現地発病圃場での栽培試験結果に基づくものではあるが、塊茎褐色輪紋病抵抗性に明確な品種間差が存在すること、また、本病抵抗性と粉状そうか病抵抗性の間には有意な関係がないことを明らかにした。

塊茎褐色輪紋病について、国内で最初に本病の発生が確認された‘農林 1 号’と、25 年ぶりに国内 2 例目の発生となった‘さやか’がそれぞれ本病抵抗性弱、やや弱と評価されたことには注目すべきであり、このことは今後ともこれらのような高感受性品種が PMTV 汚染圃場で栽培され、発病に好適な条件（冷涼、湿潤な気候等）が整った場合に、突発的に本病が激発する可能性があることを示唆している。したがって、本病による被害を未然に回避するためには、作付けするジャガイモ品種の本病抵抗性ととともに、PMTV 土壌汚染診断法（NAKAYAMA et al., 2010）を利用して圃場の PMTV 汚染状況を正確に把握することが重要である。既に PMTV に汚染されている圃場においては、フルアジナム水和剤の植付前全面散布後土壌混和处理（清水ら、2008）とともに、抵抗性品種の作付が有効な耕種の防除技術と考えられる（中山ら、

2011）。本研究では、‘農林 1 号’の子いもの約 4 割が発病する条件下でも全く病徴を示さないか、極めて病いも率が低い品種が複数見いだされている。先に述べたように、PMTV に対し免疫性を示す抵抗性遺伝資源は、国内外を含めこれまでに見いだされていないが、今後は抵抗性遺伝資源を国内外から広く探索していくと同時に、品質に優れ、かつ PMTV に感染しても病徴を示さない圃場抵抗性を示す品種の育成を現実的な育種目標として進めていく必要がある。

引用文献

- 1) CARNEGIE, S. F. et al. (2010): Plant Pathol. 59: 22 ~ 30.
- 2) 池谷美奈子 (2002): 北日本病虫研報 53: 95 ~ 98.
- 3) 井本征史ら (1986): 日植病報 52: 752 ~ 757.
- 4) JONES, R. A. C. and B. D. HARRISON (1969): Ann. Appl. Biol. 63: 1 ~ 17.
- 5) KIRK, H. G. (2008): Am. J. Potato Res. 85: 261 ~ 265.
- 6) 眞岡哲夫 (2007): 農業技術 62: 297 ~ 302.
- 7) ————ら (2006): 日植病報 73: 228 (講要).
- 8) NAKAYAMA, T. et al. (2010): Am. J. Potato Res. 87: 218 ~ 225.
- 9) 中山尊登ら (2011): 平成 22 年度 北海道農業研究成果情報 <http://cryo.naro.affrc.go.jp/seika/h22/HOKUNOUKEN/H22seika-310.pdf>
- 10) 成田武四・宇井格生 (1958): 北海道立農試集報 3: 25 ~ 45.
- 11) SANDGREN, M. et al. (2002): Am. J. Potato Res. 79: 205 ~ 210.
- 12) 清水基滋ら (2008): 北日本病虫研報 59: 38 ~ 41.
- 13) 田中 智 (1982): 植物防疫 36: 510 ~ 515.
- 14) TENORIO, J. et al. (2006): Am. J. Potato Res. 83: 423 ~ 431.
- 15) Xu, H. et al. (2004): Plant Dis. 88: 363 ~ 367.

登録が失効した農薬 (23.8.1 ~ 8.31)

掲載は、種類名、登録番号：商品名（製造者又は輸入者）登録失効年月日。

「殺虫剤」

- DDVP 乳剤
13412: サンケイ DDVP 乳剤 75 (サンケイ化学) 11/08/26
13418: 日産 DDVP 乳剤 75 (日産化学工業) 11/08/26
13424: 日農 DDVP 乳剤 75 (日本農薬) 11/08/26
- DDVP くん煙成型剤
17633: ホスピットジェット (日本曹達) 11/08/20

「殺虫殺菌剤」

- イミダクロプリド・スピノサド・カルプロパミド粒剤
20877: ウィンアドマイヤースピノ箱粒剤 (パイエルクロックサイエンス) 11/08/29

「殺菌剤」

- プロピコナゾール・メタラキシル水和剤
19317: チルミント水和剤 (シンジェンタジャパン) 11/08/27
- メタラキシル・TPN 水和剤
21529: プラスタ顆粒水和剤 (シンジェンタジャパン) 11/08/17

「除草剤」

- DCMU 水和剤
12583: クサウロン水和剤 80 (住友化学) 11/08/23
- ジメタメトリン・ピラゾレート・プレチラクロール・プロモブチド粒剤
17636: 三共スラッシュ粒剤 (三井化学アグロ) 11/8/31
- インダノファン・ベンスルフロンメチル水和剤
20220: 日農クサストップフロアブル (日本農薬) 11/08/24
20221: クサストップフロアブル (デュボン) 11/08/24
- カフェンストロール・ダイムロン・ベンスルフロンメチル・ベンゾビシロン粒剤
21531: 三共シロノック L ジャンボ (三井化学アグロ) 11/08/31
- フェントラザミド・プロモブチド・ベンスルフロンメチル水和剤
21534: 三共クサトリー DX フロアブル H (三井化学アグロ) 11/08/31
21536: 三共クサトリー DX フロアブル L (三井化学アグロ) 11/08/31