特集記事

北海道の栽培に適したジャガイモシストセンチュウ抵抗性，生食・調理加工用品種「キタアカリ」「とうや」「さやか」の育成

農研機構北海道農業研究センター バレイショ育種グループ（代表 森 元幸^{1,2)}）

¹⁾ 農研機構北海道農業研究センター，北海道河西郡芽室町，〒082-0081

²⁾ 現：カルビーポテト（株）馬鈴薯研究所，北海道河西郡芽室町，〒082-0006

Breeding of potato varieties with resistance to potato cyst nematode and suitable for cooking and processing, “Kita-akari” “Touya” and “Sayaka” in Hokkaido

Potato breeding group of NARO Hokkaido Agricultural Research Center (Representative; Motoyuki Mori^{1,2)})

¹⁾ NARO Hokkaido Agricultural Research Center, Memuro-cho, Kasai-gun, Hokkaido 082-0081, Japan

²⁾ Present address: Calbee Potato, Inc. Potato Research Center, Memuro-cho, Kasai-gun, Hokkaido 082-0006, Japan

キーワード

バレイショ，ジャガイモシストセンチュウ，キタアカリ，とうや，さやか，生食用，調理加工用

1. はじめに

バレイショに寄生するシストセンチュウは，ジャガイモシストセンチュウ（*Globodera rostochiensis*）とジャガイモシロシストセンチュウ（*G. pallida*）の2種類が知られており，ヨーロッパ，南米各国など50カ国以上で分布が認められている（Brodie 2001）．シストセンチュウは土壤中に生息し，バレイショの根に寄生して養分を吸収し，線虫密度が高くなると大幅な減収を引き起こす．シスト（卵のう）は自然条件の土壤中で10年以上も卵の活性を維持し，シストが付着した生産物や土と共に移動して伝染が拡大する．このため世界的にも植物検疫上で第一級の有害線虫とされ，汚染圃場での採種栽培が禁止されるなどバレイショ生産体系に大きな障害となっている．わが国では，1972年に北海道虻田郡真狩村で，初めてジャガイモシストセンチュウ（以下Gr）の発生が確認された（稲垣 1984）．その後，1977年には初発生地から東へ約300 km離れた斜里郡清里町でも分布が認められ，1992年には長崎県でも発生が確認された．さらに2003年には青森県，そして2007年には三重県でも発生を確認し全国的に広がった．近年は道内でも新規発生場所の確認が相次ぐなど，発生地域の拡大が問題となっており，全国の発生面積は1万 haを超え，さらに増加傾向にある．なお日本で発生しているGrのパソタイプ（レース）はRo1の

みであり，他のパソタイプは確認されていない（串田・百田 2005）．

Gr発生が確認された1970年代前半は，バレイショの一人当たり年間消費量が最低の約13 kgとなった時期と重なる．食料として生いもを家庭で調理する生食（青果）向け消費が減少したためである．ところが消費の現場では質的な変化が生じ，1970年に開催された大阪万博EXPO'70のレストランでフライドポテトが人気を博したように油で揚げる用途が生まれ，加工食品向けが加わりバレイショの消費量は増加へ転じた．1970年代にポテトチップ，そして1980年代に冷凍フライドポテトの増加に続き，レストランチェーンなど外食産業の発展，さらに1990年頃からは惣菜等の中食としてコロッケとサラダの消費が拡大した（森 2015）．2000年頃には一人当たり年間消費量が約18 kgまで盛り返したが，近年では16 kg程度の水準で推移している．一方，バレイショは栄養繁殖性でありイネやコムギなどの種子繁殖性に比べその増殖率は10倍程度と低く，水分が70%程度と高いため保存性が悪く，生理的な齢が変化する種いもは越年在庫できない．さらに耕作地10 a当たりの種いも重量は通常200 kgであり，種子繁殖性の10倍以上の必要量となり，特別な貯蔵庫での管理を要する等の理由から種苗コストが高い．このため新品種の普及には多額の経費と長い年数を要し，生食用の主要品種は現在でも100年以上前に外国から導入した「男爵薯」と「メークイン」である．「新じゃが」として春から出回る「ニシユタカ」，ポテトチップ原料となる「トヨシロ」，そしてでん粉原料用の「コナフブキ」など，1985年以前に育成された総ての国

産品種は Gr に対し抵抗性を持たない。このため、生産側から Gr 抵抗性品種が、実需側からは調理加工時に歩留りの高い品種が、強く望まれていた。

2. Gr 抵抗性品種の効果と育種戦略

Gr のシスト中には 200～500 個の卵があり、バレイショの根から分泌された物質に反応して孵化し、幼虫が根に侵入する。この卵は経年で約 70% が活性を維持し、孵化するまで 10 年以上も生存してバレイショの根を待ち続ける。根に侵入した幼虫は、ホルモン様物質を分泌して線虫頭部付近に巨大細胞を形成させ、ここから栄養を吸収して成長する。根の内部に寄生した幼虫が養分を吸収するとバレイショの生育は停滞し、高密度圃場では下葉から枯れ上がり収量は半減する。交尾後の雌成虫は球状の虫体の大部分を根表面に露出した状態となり、体内に卵を形成し体表は徐々にタンニン化して死に、直径約 0.6 mm のシストを形成する。北海道では 60 日程度で 1 世代を経過する（相場・稲垣 1992）。

汚染圃場に Gr 抵抗性品種を栽培した場合、卵が孵化して幼虫が根に侵入するまでは罹病性品種と同じである。その後根中に巨大細胞を形成できないため、幼虫は餓死する（村山 1981）。このように抵抗性品種を栽培するとシスト内の卵を孵化させ幼虫をすべて死滅させることから、農薬を用いた化学的防除を行わなくても土壤中の線虫密度を大幅に低下させられる（図 1、表 1）。さらに生産されたいも（塊茎）にシストが付着しないため、生産物の流通による発生面積の拡大を抑制できる（山田 1987）。

Gr の発生確認と同時に、当時の農林水産省北海道農業

図 1. シストセンチュウ抵抗性品種の効果と抵抗性のメカニズム。

注. 村山（1981）原図より改変。

表 1. Gr 発生圃場におけるバレイショ栽培前後の健全卵数の変化

品種名	乾土 1 g 当たり健全卵数		
	植付期	収穫期	増減比 (%)
Tunika	250	72	31
農林 1 号	278	552	199
紅丸	342	687	200

調査：道立中央農業試験場，1975～1977 年。
場所：北海道虻田郡真狩村。

試験場では北海道立農業試験場の協力のもと、総合防除の基幹となる抵抗性品種育成に着手し、次のように研究を展開した（西部・稲垣 1980）。

- ①既存の国内品種の中に抵抗性品種がないか探索
- ②外国の抵抗性品種を導入評価して直接利用
- ③抵抗性遺伝資源を探索導入し国内品種に抵抗性を付与した新品種を育成
- ④異種等の発生に備え来歴の異なる抵抗性遺伝資源を導入して母本を育成

①と②が比較的短期間で一応の目的を達成でき、③は目的達成までに長期間を要するが抵抗性以外の形質も改良した品種を育成できる利点があり、④は将来への備えである。

北海道産 Gr に対し抵抗性を保有するかどうか、遺伝資源について線虫抵抗性検定を行ったところ、実用性を有する国内品種、保存育成系統および外国品種の中から抵抗性を見出せず、近縁野生種や種間雑種系統の一部に抵抗性を認めたのみであった。つづいて、主にヨーロッパから「Tunika」、「Skutella」、「Prevalent」、「Ehud」、「Mara」および「Prominent」などの抵抗性品種を導入し、生育特性と生産力を評価すると共に Gr 発生地帯における適応性を検討した。これにより「Tunika」は、Gr 発生地帯の主要品種「紅丸」および「農林 1 号」に代わるでん粉原料用抵抗性品種として認められ、1978 年「ツニカ（ばれいしょ導入 3 号）」として命名登録され、北海道における奨励品種に採用された（西部・稲垣 1980）。しかし Gr 発生地帯でもあまり普及せず、1982 年の 69 ha を最高に栽培面積はその後減少した。

なお「Tunika」が保有する単一優性遺伝子 H_1 は、アンデス原産 4 倍体栽培バレイショ *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* に由来し、Gr のパソタイプ（レース）Ro1 に対して完全な抵抗性を示すことが知られている（Ross 1986）。

3. Gr 抵抗性検定法の改良と効率的な抵抗性母本の育成

当初、抵抗性個体の選抜は、交配種子を播種して養成した実生を、Gr の汚染土壌で直接栽培する「幼苗検定法」によった。この方法では、抵抗性個体の無線虫化のために、通常の育種過程より 1 年多く要する難点があっ

た。これを解決する方法として、「ペア塊茎法」を開発しその後は本法によった(図2)。実生個体をポットで養成し、同一株から収穫された2個の塊茎に同じ番号を付し2群に分け、一方を線虫抵抗性の検定に用い、他方を種いもとして保存する。検定の結果、抵抗性が認められた個体のみを以降の選抜に供する。この方法により、育種年限を1年延ばすことなく線虫抵抗性検定が可能となり、効率的な抵抗性の早期選抜ができるようになった(西部・稲垣 1980)。

「Tunika」や「Skutella」などの抵抗性品種と感受性品種の後代における抵抗性個体出現率は、交配組合せにより16.7%から60.8%まで変動したが平均は45.4%であった(稲垣 1980)。このことから抵抗性と感受性とはほぼ1対1に分離するものと考えられ、抵抗性遺伝子型は一重式($H_1h_1h_1h_1$)と示唆された。これは初期世代で半数以上を棄却することを意味し、選抜効率の向上が望まれた。「Tunika」などは抵抗性遺伝子を1つしか持たない一重式であるため、後代の抵抗性個体出現率は約50%と考えられ、初期世代で半数以上を棄却することになった。このため選抜効率を高めるためには、抵抗性遺伝子を複数有する母本系統の育成が不可欠であった。アメリカ合衆国コーネル大学から抵抗性遺伝子が2重式($H_1H_1h_1h_1$)と1重式($H_1h_1h_1h_1$)の組合せである交配種子「Hudson × Wauseon」(R392)を導入し、選抜系統の後代検定により抵抗性遺伝子を3重式($H_1H_1H_1h_1$)に持つ「R392-50」を選定した(表2)。「R392-50」を交配親とする組合せでは、後代の96.4%以上が抵抗性であると期待されるため、

図2. ペア塊茎法によるシストセンチュウ抵抗性の検定。

表2. Gr 抵抗性遺伝子 H_1 を三重式に持つ母本系統の選抜

交配組合せ ♀ × ♂	個体数		抵抗性頻度 (%)	抵抗性期待値 ¹⁾		推測遺伝子型
	抵抗性	罹病性		I	II	
トヨシロ × R392-6	55	95	36.7	50.0	46.4	$h_1h_1h_1h_1 \times H_1h_1h_1h_1$
トヨシロ × R392-36	92	107	46.2	50.0	46.4	$h_1h_1h_1h_1 \times H_1h_1h_1h_1$
トヨシロ × R392-3	180	53	77.3	83.3	78.6	$h_1h_1h_1h_1 \times H_1H_1h_1h_1$
トヨシロ × R392-12	177	23	88.5	83.3	78.6	$h_1h_1h_1h_1 \times H_1H_1h_1h_1$
トヨシロ × R392-27	170	28	85.9	83.3	78.6	$h_1h_1h_1h_1 \times H_1H_1h_1h_1$
トヨシロ × R392-25	189	11	94.5	100.0	96.4	$h_1h_1h_1h_1 \times H_1H_1H_1h_1$
トヨシロ × R392-50	191	9	95.5	100.0	96.4	$h_1h_1h_1h_1 \times H_1H_1H_1h_1$
R392-27 × R392-50	206	5	97.6	100.0	99.2	$H_1H_1h_1h_1 \times H_1H_1H_1h_1$

1): (I) Random chromosome assortment model, (II) Random chromatid assortment model.

Gr 抵抗性検定: 実生幼苗に卵・幼虫が200個体以上/ポットを土壌接種し、接種後7~8週目に、根に雌成虫の寄生が認められない個体を抵抗性と判定。

実生世代での抵抗性検定を行わず、生産力予備検定終了後に確認の検定を行うのみで選抜効率が飛躍的に向上した(森・梅村 1992)。

4. 「Tunika」を交配親とする Gr 抵抗性品種「キタアカリ」の育成

1972年以降の約20年間はGr抵抗性の導入を最優先としたため、それ以前の育成品種に比べ収量が劣るばかりでなく、いもの外観や調理品質、油加工適性およびでん粉品質など利用特性も犠牲にせざるを得なかった。この中でも、「Tunika」を母本とする交配からは比較的優良な後代が得られ、Grに抵抗性を有する多数の優良品種が育成された。「トヨアカリ」は国内で初めて育成した抵抗性品種で、「ツニカ」より高でん粉多収のでん粉原料用品種である。「キタアカリ」は赤目の外観で黄色粉質の肉質の生食用品種、「エゾアカリ」は黄白色粘質の肉質で煮崩れず煮物に向く生食用品種、「ムサマル」はフライ適性の優れた加工用品種である。さらにでん粉原料用の「サクラフブキ」は「トヨアカリ」を父とし、フライドポテト向け加工用の「こがね丸」は「ムサマル」を母とする育成品種である。

「キタアカリ」は、1975年に「男爵薯」を母、旧東ドイツのGr抵抗性品種「Tunika」を父として交配し、生食用として国内初めて育成されたGr抵抗性品種で、1987年に農林認定された(表3)。「キタアカリ」は、「ばれいしょ北海63号」として現地試験に5年間供試されており、通常は2~3年で可否が決するが倍の年限を要している。当初は早生のでん粉原料用として評価を進めたが、収量において既存品種に比べ優位性を見出すことができなかった。ところが後志地方の現地において食味が優れることを高く評価され、生食用として再評価することとなり試験が継続された。育成場が品種化を諦めようとしたとき、現地において当初目的とは異なる用途が見出され、農林認定まで至った強運の品種である(表3)。

表 3. 「キタアカリ」, 「とうや」および「さやか」の育成・登録に関する基本情報

項目	キタアカリ	とうや	さやか
農林認定	ばれいしょ農林 29 号 (1987 年 6 月)	ばれいしょ農林 31 号 (1992 年 7 月)	ばれいしょ農林 36 号 (1995 年 9 月)
品種登録	第 1812 号 (1988 年 12 月 13 日)	第 4232 号 (1995 年 1 月 26 日)	第 6027 号 (1998 年 1 月 22 日)
地方番号	ばれいしょ 北海 63 号	ばれいしょ 北海 70 号	ばれいしょ 北海 74 号
交配年	1975 年	1981 年	1983 年
組合せ ♀ × ♂	男爵薯 × Tunika	R392-50 × WB77025-2	Pentland Dell × R392-50
命名由来	北海道で栽培され、線虫被害から 守る希望を表す	主産地を期待している道南地方の 湖の名前「洞爺湖」に因む	えぐ味の元となるグリコアルカロイド含量が少なく、 爽やかな風味と白皮白肉で変色が少ないことを表現
育成者	西部幸男, 坂口進, 入倉幸雄, 梅村芳樹, 奥山善直, 佐藤正人, 森元幸, 内澤啓, 気賀沢和男, 稲垣春郎	梅村芳樹, 佐藤正人, 森元幸, 米田勉, 西部幸男, 入倉幸雄, 内澤啓, 三井康, 清水啓	梅村芳樹, 中尾敬, 小原明子, 吉田勉, 森元幸, 木村鉄也, 佐藤正人, 西部幸男, 米田勉, 入倉幸雄, 内澤啓, 石井現相, 三井康, 清水啓

交配場所: 農林水産省北海道農業試験場 (北海道恵庭市島松).

「キタアカリ」は、「男爵薯」とほぼ同様な生育特性を有する早生品種である (表 4). 地上部は、「男爵薯」に比べ全体的に緑色が淡い印象を受ける. 収量は「男爵薯」に比べ 10%程度多収で、でん粉価は同等である (育成地では 1%程度高い). いも数が多いため、「男爵薯」より小玉が多いとの印象を受ける. 「男爵薯」より施肥レベルを上げることにより大玉の比率は上がるが、褐色心腐などの内部異常発生リスクは増加するので注意が必要である. いもの休眠期間が「男爵薯」に比べ短いため、年により 11 月頃から萌芽をするので注意が必要である. いもの形状は「男爵薯」に比べ厚みが少なく扁球形で、皮色は白黄で目が赤い. 肉色は黄で肉質はやや粉、煮くずれは「男爵薯」より多いが火の通りは早く、調理後黒変は生じない. また「男爵薯」に比べビタミン C 含量が多い. 「男爵薯」に比べ貯蔵中の品質変化が大きく、低温で越冬すると粉質度が低下し、甘味は増加する. 通常の貯蔵で翌年の春以降まで貯蔵すると、「男爵薯」に比べいものに皺が寄り、萎びが多く、萌芽も早い. ただし、雪室貯蔵や CA 貯蔵をすれば長期貯蔵可能であり、でん粉が糖化した甘味を特徴として販売される場合もある.

5. 「R392-50」を交配親とする Gr 抵抗性品種「とうや」, 「さやか」の育成

Gr 抵抗性遺伝子を 3 重式に持つ「R392-50」を用いて効率的な育種を進め、「とうや」, 「さやか」, 「アーリースターチ」等多数の優良品種が育成された. 「とうや」と「さやか」は Gr 抵抗性品種育成の基幹母本として利用され、多数の調理加工用品種が育成されている. 「とうや」の後代からは、「アイユタカ」, 「らんらんチップ」, 「ゆきつばら」, 「きたかむい」等が育成され、「さやか」の後代からは、「きたひめ」, 「はるか」, 「ハロームーン」等が育成されている.

(1) 「とうや」

「とうや」は、1981 年に早生で良形の Gr 抵抗性母本系統「R392-50」を母、Y モザイク病抵抗性の種間雑種系統「WB77025-2」を父とする交配から育成され、1992 年に農林認定された (表 3). 「とうや」は、「ばれいしょ 北海 70 号」として現地試験に供試されており、有望系統の成績検討において「男爵薯」に比べ多収ではあるがでん粉価が 1%程度低いことが問題にされた. シニアの研究者では「バレイショの美味しさ=ホクホク感=高でん粉価」との意識が強く、さらには「塩煮にしても粉を吹かない」との指摘もあり、当時ですら「塩煮は過去の料理」との状況のなかで、否定的な見解が出された. バレイショ育種グループの責任者は故梅村芳樹室長であり、それぞれの品種特性に合わせた料理を提言し普及をはかる熱心さで有名な人物であった. 「北海道産の多くは本州に出荷され、誰も塩煮にして食べない. 煮物やシチューなどでは煮崩れの少ないバレイショが求められている。」と説得を行い、ようやく北海道の優良品種に認定された.

「とうや」は、「男爵薯」と同じ早生品種であり、「ワセシロ」と同様に早期出荷向けとして利用される (表 4). 「男爵薯」より茎長がやや長く、茎は太く数は少なく、草型はやや直立し、地上部全体として頑丈な草姿である. 収量は「男爵薯」や「ワセシロ」より多く、でん粉価は「男爵薯」より 0.5~1.0%程度低い. 株当たりいも数は少ないが大いもが多く、上いも平均一個重は「男爵薯」より大きく「ワセシロ」よりやや小さい. 早掘り時の大いも比率も「ワセシロ」並である. いもの粒ぞろいは良い. いもの休眠は「男爵薯」並でやや長い. いもの肥大開始は「男爵薯」より遅いが、その後の肥大は「ワセシロ」と同様に早い. 多肥や疎植では、いもの大粒化が著しく、裂開や褐色心腐 (中心部えそ型) が発生する. そこで、「男爵薯」と同レベルの施肥では多すぎる場合もあることから少肥とし、密植により単位面積当たり茎数を確保し、

表 4. 「キタアカリ」, 「とうや」 および 「さやか」 の主要特性概要

品種名	キタアカリ	とうや	さやか	男爵薯
萌芽期 (月/日)	5/31	5/30	5/31	5/30
茎葉枯凋期 (月/日)	9/3	8/29	9/13	9/1
早晩性	早生	早生	中生	早生
そう性 (草型)	中間	やや直立	やや開張	中間
茎の太さ	中	太	やや太	中
小葉の大きさ	やや大	大	中	大
花の色	赤紫系	白	白	赤紫系
花数	中	中	少	多
茎長 (cm)	58	53	59	48
茎数 (本/株)	4.6	4.1	2.0	4.6
いもの休眠期間	中	やや長	やや長	やや長
ストロン長	短	中	中	短
いもの形	扁球	球	卵	球
目の深さ	中	浅	浅	深
皮色	白黄 (目: 赤)	黄褐	白	白黄
肉色	黄	黄	白	白
上いも数 (個/株)	13.2	10.7	9.6	12.1
平均 1 個重 (g)	81	113	126	80
上いも重 (kg/10 a)	4,705	4,746	5,286	4,283
「男爵薯」比 (%)	110	111	123	100
でん粉価 (%)	14.5	13.6	14.2	14.8
Gr 抵抗性	強 (H ₁)	強 (H ₁)	強 (H ₁)	弱 (h)
疫病抵抗性	弱	弱	弱	弱
そうか病抵抗性	弱	弱	弱	弱
粉状そうか病抵抗性	弱	弱	弱	やや弱
青枯病抵抗性	弱	やや強	弱	弱
打撲耐性	やや弱	中	強	弱
剥皮後褐変	少	微	微	中
調理後黒変	無	無	微	少
水煮時の煮くずれ	中	少	少	中
水煮時の肉質	やや粉	やや粘	中	やや粉
チップ・フライの褐変	中	多	中	中

調査場所: 北海道農業研究センター (河西郡芽室町).

調査年次: 2011~2017 年の平均.

施肥量 (N, P₂O₅, K₂O, MgO: kg/10 a): 6.0, 17.0, 10.2, 5.1.

栽植密度: 畦間 75 cm, 株間 30 cm.

植付: 5 月上旬, 収穫: 9 月下旬.

上いも重: 20 g 以上のいも収量.

でん粉価: ライマン価と同義で (比重-1.05)×214.5+7.5 で算出.

特性調査: 北海道農業研究センターの常法による.

急激な肥大を抑制することにより裂開と内部異常を防ぐ必要がある。病害抵抗性は、青枯病はやや強であるが、粉状そうか病には弱く土壌水分が高くなりやすい水田転換畑などでの作付けには適さない。ウイルス病の自然感染率は低い。いもが球形で、大きいもの揃いが良く目が浅いので剥皮しやすく、また酵素による剥皮褐変も少ないので一次加工などの業務用にも適する。皮色は黄褐で表皮がやや粗く、肉色は黄である。肉質はやや粘質で、舌ざわりは滑らかである。煮くずれは「男爵薯」や「ワセシロ」より少なく、調理後黒変はみられない。食味の評価は好みによって異なり、粉質好みの方は低く、粘質を好む人は高く評価する傾向にある。えぐ味の元となるグ

リコアルカロイド含量は「男爵薯」より多く、特に曝光による増加が「マークイン」並に多い。このため、収穫以降の扱いや貯蔵さらに流通場面において、光に曝さない管理が特に品質維持の上で重要である。

(2) さやか

「さやか」は 1983 年にイギリスの大粒多収品種「Pentland Dell」を母、Gr 抵抗性母本系統「R392-50」を父とする交配から育成され、1995 年に農林認定された (表 3)。1990 年頃から業務向けポテトサラダの需要が増加し、加工実需に原料を供給する十勝地方の農業団体からこれまでとは異なる品質特性を有する品種育成の要望を受けた。従

来は「でん粉価が高いほど高品質である」が常識であったが、でん粉価はほどほどでも「白肉に加え、大粒で皮を剥きやすい」ことを第一義とする新品種が求められた。「さやか」は、「ばれいしょ北海 74 号」として現地試験に供試されており、試験研究・普及組織よりむしろ生産現場での評価が高かった。これは多収性で出荷規格の歩留りが高いことに加え、ポテトサラダを加工する実需での高評価を反映している。「さやか」は大粒で目が浅いため剥皮歩留りが高く、いもが打撲に強いことから不良部位を取り除くトリミングに必要な人件費と残渣の処理費用が少なくなると評価された。

「さやか」は、「男爵薯」より 2 週間程度遅い中生品種に属する（表 4）。茎長が中程度で分枝は少なくやや開張の草型で、地上部は頼りないとの印象を受ける。収量は「男爵薯」より多く、いも数は少なく平均一個重が大きい個重型品種である。でん粉価は、「男爵薯」と同等ないしわずかに低い。いもの形は卵形で、表皮は「男爵薯」より白い白色で滑らかである。粒ぞろいが良く、いもの目が浅く凸凹が少ないため外観は良い。肉色は「男爵薯」と同様に白い。中心空洞、褐色心腐、黒色心腐など内部異常はほとんど発生することが無く、二次生長の発生は「男爵薯」より少ない。いもの休眠期間は「男爵薯」並のやや長で、貯蔵性が良い。多肥による黄変期の遅れや茎の徒長は少なく、増収効果は高い。目が浅く大粒の「さやか」は、同じ重量割合までヤスリピーラーで剥皮したとき、「男爵薯」に比べ単位重量当たりのトリミング回数は 1/3 以下となり、人件費の節減効果は大きい。剥皮後褐変は「男爵薯」より少ない。肉質は中で煮くずれは「男爵薯」より少ない。水煮放冷後の調理後黒変は「男爵薯」より少なく、調理特性に優れている。食味は「男爵薯」より癖が無くあっさりしている。えぐ味の元となるグリコアルカロイド含量は「男爵薯」よりやや少なく、いもを光に曝した場合のグリコアルカロイドの生成量は「男爵薯」より明らかに少なく、緑化の進みも少ない。

6. 普及経過と現状

「キタアカリ」は、良食味や高ビタミン C が消費者にも徐々に知られるようになり、「黄金男爵」、「栗じゃが」などの商品名で売られていることもある。品種の登録時に、いもの皮色が目の部分だけ赤く肉は黄色であり、主要品種の「男爵薯」と比べ外観が異なることから青果市場や消費者に受容されるかとの議論があった。「男爵薯」以外の青果販売は単なるパレイショとして品種名を付さずに販売される傾向があるが、一目で分かる区別性から品種名を明記した販売が行われ、2000 年には Gr 抵抗性品種の中で栽培面積が千 ha を越えた初めての品種となった（2000 年：1,287 ha）。その後、増加を続け 2015 年全国における作付面積は 3,928 ha となり、北海道ばかりでなく全国で栽培されている。

「とうや」は、「黄爵」の商品名で売られていることもある。「とうや」が育成された頃、北見地方の端野地域では「ワセシロ」を 8 月上旬から早期出荷していた。JA が中心となって「ワセシロ」に代わる Gr 抵抗性品種を模索し、「とうや」を取り上げて施肥や栽植密度の試行錯誤を行い産地化に成功した。端野での取り組みを最初として、十勝地方の幕別地域などでの産地化も加わり、2005 年には栽培面積が千 ha を越えた（2005 年：1,203 ha）。北海道での早期出荷向け栽培ばかりでなく、本州の春作においても作付けが増加しており、2015 年全国における作付面積は 1,997 ha である。

「さやか」は、いもの凹凸が少ないため剥皮歩留が高く、主にサラダ原料として利用されている。品種の登録後、実需からの工場ライン規模による加工評価に対する強い要望に応え、マイクロチューバ（キリン社産）を用いた現地評価用種いもの生産を行い、同時に種苗管理センターにおいて原原種の緊急増殖を行った。一般栽培は幕別・芽室・士幌など十勝地域の大産地が中心となり急速に栽培面積を伸ばし、2005 年には千 ha を越えた（2005 年：1,097 ha）。その後、2 千 ha 近くまで増加したが漸減し、2015 年全国における作付面積は、北海道を中心に 1,481 ha である。

7. 今後の課題と展望

需要動向の変化に対応した Gr 抵抗性品種の育成は、「Tunika」や「R392-50」を直接の親とする段階から、育成品種や有望系統をさらに母本とした世代となっており、調理加工適性が向上した 2000 年以降の育成品種も普及段階に至っている（Mori 2008）。このように、1972 年に初めて国内で発生が確認され Gr への育種的な対応は、着実に進められている（Mori *et al.* 2015）。この間、海外から新たな特性を有する Gr 抵抗性品種の導入が進められるとともに Gr 抵抗性の検定法では「カップ検定法」が開発されて小スペースの省力化がなされ、さらに DNA マーカーも利用されるようになった（Asano *et al.* 2012）。

このような状況で、我が国で初めてのジャガイモシロシストセンチュウ（以下 Gp）の発生が、2015 年 8 月に北海道網走市で確認され新たな脅威が出現した。前出 2. の育種戦略で述べた「④異種等の発生に備え来歴の異なる抵抗性遺伝資源を導入して母本を育成」に従い、細々と近縁野生種・種間雑種の利用や遺伝資源の導入等を進めていたが（入倉ら 1987）、新規発生確認の衝撃は大きい。1972 年に発生確認された Gr に対する抵抗性には強力な主働遺伝子が存在し、これを利用して完全な Gr 抵抗性品種が育成されている（森 2009）。しかし 2015 年に発生確認された Gp に対する抵抗性は微働遺伝子によるもので、完全な抵抗性を示す遺伝子は世界的に知られていない。このため複数の抵抗性遺伝子を組み合わせ、異なる遺伝子の効果を積み重ねて抵抗性品種を育成する必要

がある。Gp 抵抗性品種の育成では、抵抗性の程度を 10 段階に評価しており、簡易な抵抗性検定法は確立されておらず、現有の遺伝資源では完全な抵抗性品種を育成できないなど、多くの困難さがある（浅野ら 2017）。Gr 発生が初めて確認された 1972 年当時に比べ、現在は遺伝情報を DNA レベルで解析でき、ゲノム情報を利用した育種が展開可能である。この進歩を利用して、困難さが克服されることを期待する。

謝 辞

1972 年の Gr 発生確認以降、農業改良普及センターや農業試験場、生産団体などの多くの技術者・研究者が、現地調査や防除研究さらに抵抗性品種育成に取り組んできた。初期の緊急対応を進めた担当者は現職を退きまた鬼籍に入るなど 45 年あまりの年月が流れたが、現場での対策と研究開発は絶え間なく継続されている。本受賞はこれまで様々な立場で活躍した数多くの関係者が成し遂げた業績に対するものであり、すべての関係者の偉大な功績に敬意を払い、皆様に心よりお礼を申し上げる。

バレイシヨ育種グループ

森 元幸，梅村芳樹，西部幸男，坂口 進，入倉幸雄，奥山善直，高田明子，木村鉄也，米田 勉，吉田 勉，中尾 敬，佐藤正人，内澤 啓，石井現相，気賀沢和男，稲垣春郎，三井 康，清水 啓

引用文献

- 相場 聡・稲垣春郎（1992）ジャガイモシストセンチュウ，線虫研究の歩み，日本線虫研究会：121-124.
- Asano, K., A. Kobayashi, S. Tsuda, M. Nishinaka and S. Tamiya (2012) *Breed. Sci.* 62: 142-150.
- 浅野賢治・串田篤彦・奈良部孝（2017）ジャガイモシロシストセンチュウ対策に係る海外先進地事例調査報告，農研機構研究報告北海道農業研究センター 206: 21-48.
- Brodie, B.B. (2001) Potato cyst nematodes. In: *Compendium of Potato Diseases*, second edition (edited by W.R. Stevenson, R. Loria, G.D. Franc and D.P. Weingartner). APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 48-50.
- 稲垣春郎（1980）ジャガイモシストセンチュウの防除に関する研究，研究成果，農林水産技術会議事務局 127: 106-110.
- 稲垣春郎（1984）北海道農試研報 139: 73-144.
- 入倉幸雄・森 元幸・西部幸男（1987）生物学的手法による病害虫新防除技術の開発に関する総合研究，研究成果，農林水産技術会議事務局 189：92-94.
- 串田篤彦・百田洋二（2005）日本線虫学会誌 35: 87-90.
- Mori, K., K. Asano, S. Tamiya, T. Nakao and M. Mori (2015) *Breed. Sci.* 65: 3-16.
- 森 元幸・梅村芳樹（1992）ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の育成，線虫研究の歩み，日本線虫研究会：272-276.
- Mori, M. (2008) *Gamma Field Symposia* (Institute of Radiation Breeding NIAS, Japan) 47: 49-57.
- 森 元幸（2009）北農 76: 7-13.
- 森 元幸（2015）農業 1594: 45-55.
- 村山大記（1981）馬鈴しょの大敵ジャガイモシストセンチュウの防ぎ方，北海道澱粉工業協会：24.
- 西部幸男・稲垣春郎（1980）ジャガイモシストセンチュウの防除に関する研究，研究成果，農林水産技術会議事務局 127: 102-114.
- Ross, H. (1986) *Potato Breeding—problems and perspectives*. Verlag Paul Parey, Berlin and Hamburg.
- 山田英一（1987）北海道立農試報告 61: 1-98.