

ばれいしょ品種に対する需要変化と課題、新品種の特性について

(独) 農研機構北海道農業研究センター
バレイショ栽培技術研究チーム長 森 元幸

1. はじめに

1970年の大阪万博 EXPO '70を機会に、日本は先進国であると宣言し、経済は目覚ましい発展を遂げ右肩上がりの成長であった。しかし、ばれいしょの一人当たり消費量は低下を続け、13kg/年を下回り1972年頃に最低となった。食糧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。消費の現場では、大阪万博のレストランでフライドポテトが人気を博したトピックが物語るように、油で揚げる加工食品向け用途が生まれ、消費量は増加へ転じた。最初にポテトチップ、そして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。一方、生産現場では、1972年に北海道でジャガイモシストセンチュウの発生が確認された。本線虫は汚染圃場での種いも生産が法律で禁止されるため、ばれいしょ生産の根幹を揺るがす事態となり、抵抗性品種の育成が急務となった。このように、ばれいしょを巡る情勢は、1970年代初頭に大きな転換点を迎えた。

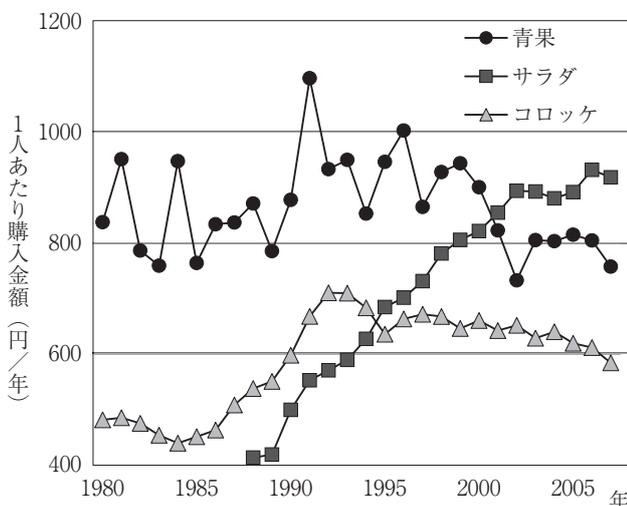


図1 ばれいしょの国民1人あたりの年間購入金額
(注) いも類・でん粉に関する資料(農林水産省)から作成

2. 需要動向の変化と品種による対応

1970年代に米国産乾燥原料を用いた成形チップと国産生原料による生いもスライス・チップの競争(ポテトチップ戦争)は、加工適性の高い「トヨシロ」を用いて原料供給体制を確立した国産に軍配が上がったことは成功談として記憶される。しかし80年代になって、外資大手ハンバーガーチェーンのカウンターで「ポテトいりませんか?」の問いにお客さんがうなづくことで、国産フレンチフライは米国アイダホ産冷凍フライとの戦争に負けた。このとき国産品種としてフライ適性の高い「ホツカイコガネ」があったが、敗因は為替相場の上昇と資本力にものをい合わせた価格競争によるといわれるが、要因は多様であった。

1980年からの消費動向を家計調査でみると、ポテトチップとフレンチフライに続く需要のトレンドが明確に示された。90年代はコロッケ、2000年代はポテトサラダが、めざましい需要の伸びを示している。コロッケは「男爵薯」など生食用品種の2級品が原料となり、適性の高い「ベニアカリ」を育成したが原料価格の問題で普及に苦慮している。ポテトサラダは、「男爵薯」も使用されるが剥皮時の歩留まりが悪いため目の浅い「トヨシロ」が主流となり、剥皮時の歩留まりが高く調理適性の高い「さやか」が伸びている。

2010年代はどんな品目が伸びるのか?。急成長した用途はピーク時より少し需要が下がるが、やがて平行線をたどり安定する。過去40年間で一貫して需要が縮んでいるのは、家庭で調理される生食(青果)用である。この部分の代替えができれば、ばれいしょの消費全体の縮小につながることは明白である。

家庭での調理がどんどん減少し、惣菜や半加工品の購入に総て移行すると極論しよう。マッシュ・サラダやコロッケを手作りすることはなく、

表1 日本における品種ごとのばれいしょ栽培面積 (2006年)

品種名	栽培面積 (ha)	比率 (%)	ジャガイモ シストセン チュウ 抵抗性*	用途など
男爵薯	21,129	24.5	S	生食
コナフブキ	16,689	11.9	S	澱粉
メイクイン	10,306	11.9	S	生食
トヨシロ	9,181	10.6	S	チップ
ニシユタカ	5,918	6.9	S	生食
キタアカリ	3,015	3.5	R	生食
デジマ	2,493	2.9	S	生食
ホッカイコガネ	1,840	2.1	S	フライ、生食
ワセシロ	1,536	1.8	S	生食、チップ
スノーデン	1,374	1.6	S	チップ
とうや	1,312	1.5	R	生食
農林1号	1,287	1.5	S	生食、チップ
さやか	1,266	1.4	R	サラダ
きたひめ	1,200	1.3	R	チップ
紅丸	1,119	0.8	S	澱粉
その他 (抵抗性)**	1,702	2.0	R	
その他 (罹病性)	4,919	5.7	S	
合計	86,286	100.0		

* : S ; 罹病性品種、R ; 抵抗性品種

** : アーリースターチ、アスタルテ、サクラフブキ、アトランチック、ムサマルなど

物産コーナーで購入しパックを開けるだけ、調理と言ってもせいぜい冷凍品を揚げるだけではないか。肉じゃがもレトルトパックを暖めるだけ、カレーやシチューも皮むきカットした袋を開けて鍋に入れて終わり。自分で下ごしらえをすることは無い。こうなると、ばれいしょを調理するのは、主婦ではなく大小の工場ラインで働く労働者である。調理に感性は不要となり、電卓で割り切れる効率が支配することになる。効率に依る国産原料が供給されなければ、輸入品が増加するという笑い話では終わらない現実があると考える。

3. 効率向上に求められる品質特性

1) 剥皮後および調理加熱後に変色しない

生いもの皮を剥いたり切断して空気中に放置すると赤～褐色に変化し、数時間後には黒く変色する(剥皮後黒変)。これは壊れた細胞の酵素反応が引き金となり、細胞内のフェノール類(チロシン、カテキン、クロロゲン酸など)が、ポリフェノールオキシダーゼにより酸化されてキノン類に変化し、さらに酸化重合して黒色のメラニン色素となるために起こる。剥皮後すぐに水や塩水につけると変色を遅らせることができるが完全には防ぎできない。生いものを調理加熱した時、暖かい

ちは明色であるが冷めるにしたがい調理品の色がくすんで灰黒色が増す(調理後黒変)。これは非酵素的に起こる変化で、フェノール類(主にクロロゲン酸)と鉄とが加熱調理中に結合し鉄-ジフェノールとなり、調理後の冷めていく過程で酸化され黒色を呈するようになり起こる。調理に用いる水の鉄イオンが多い場合は、変色が激しくなる。この剥皮後黒変や調理後黒変は、加工食品製造では好ましくない性質である。両黒変ともフェノール類が変色に関与し正の相関があるため、選抜によって生いもおよび調理後のいずれにおいても変色の少ない品種を育成することが可能である。早期出荷向けの「とうや」、サラダ原料の「さやか」、青果向けの「はるか」など近年育成された品種のほとんどが、「男爵薯」に比べ剥皮後黒変および調理後黒変ともに少ない。

2) 剥皮時に歩留りが高い

ばれいしょの食品加工において多くの製品では、原料いもの洗浄後にピーラー(剥皮機)にかける。その後ピーラーで皮を剥くことができなかった目や尻の未剥皮箇所や変色などの異常部分を、特殊なナイフを用いて手で除く(トリミング)。歩留りは原料重量に対する製品の重量割合で示され、いもの目の深さ、大きさと形、病気や障害の程度により異なる。原料いもの目が深いとピーラーでは皮の剥き残し部分が多くなり、歩留りが低下するばかりでなくトリミング作業が増えて人件費がかさみ、除去部分の残渣処理費用も増加する。また、いものが小さいと単位重量当たりの個数が多くなり、皮の割合と目の数が増加し、歩留りは低くなる。たとえば同じ重量割合までピーラーで剥皮したとき、目が浅く大粒の「さやか」は、目が深い「男爵薯」に比べ、単位重量当たりのトリミング数は1/3以下となり、人件費の節減効果は大きい。家庭で消費する青果向けにおいて、目が浅い「メイクイン」が根強い人気を保ち、目の浅い「とうや」の消費が伸びている理由の一つが「皮を剥きやすい」であると推察する。近年の育成品種は目が浅く改良されており、扱いが容易である。

3) 打撲痕の発生が少ない

収穫や輸送の際、いものが押されたり落下したり

して傷や内部損傷（打撲痕）ができる。打撲を受けた細胞は、剥皮後黒変と同様な酵素反応によりメラニン色素を生成し、変色を呈するまで数日を要し、細胞は壊死して異物状の塊まりとなる。打撲による内部損傷は外観からは判別できないが、剥皮後に変色部位として認められ、トリミング作業の主要対象として歩留りに大きく影響する。打撲痕の発生は、打撲時の品温が低いほど、いもの乾物含量が高いほど多くなり、細胞間の結合力や細胞の大きさに影響される。細胞が小さい「ホッカイコガネ」や乾物含量がやや低い「さやか」は打撲発生が少なく、細胞が大きい「キタアカリ」や乾物含量の高い「コナフブキ」は打撲発生が多い。

4) フライ時の焦げが少ない

原料いもを低温で貯蔵すると芽の伸びを抑え消耗を抑制できるが、10℃以下の低温では還元糖（ブドウ糖、果糖）が増加する。高温で揚げるポテトチップ加工の際、還元糖が多いとアミノ酸とメイラード反応を起こし、メラノイジンという褐色色素を生成し製品が褐色になる原因となる。低温貯蔵での糖変動は、酸性インベルターゼ活性が関与しており、原料用品種「トヨシロ」などほとんどの品種が還元糖増加型である。低温で還元糖やショ糖の増加が起りにくい糖量低推移型の「ホワイトフライヤー」を育成し、これを母本として「きたひめ」など実用形質の改良された品種が育成されてきた。また「らんらんチップ」は3月まで貯蔵した原料を用いて、「トヨシロ」より明色の優れた製品が得られる。

5) えぐ味の生成が少ない

生いもが光に曝されると緑化し、同時に α -ソラニンや α -チャコニンなどのポテトグリコアルカロイド（PGA）を生成する。このPGAは、生いも100gあたり15mgを越えると明らかなえぐ味（苦味）を感じる。含量が多くなれば、調理・加工品の食味を著しく落とすだけでなく、神経系麻痺や消化器系障害を引き起こす。このため収穫時や貯蔵前の予乾では曝光に十分注意したハンドリングが行われているが、店頭陳列棚での曝光も含め、消費現場でのえぐ味に対するクレームは絶えない。サラダ原料用の「さやか」やフライドポテト

用の「こがね丸」は、「男爵薯」に比べ曝光してもPGA含量の増加が少ない。このため雑味の少ない製品が製造でき、また原料いものハンドリングも容易である。

4. ジャガイモシストセンチュウの発生と抵抗性品種

1972年に北海道虻田郡真狩村で、初めてシスト線虫の発生が確認された。その後、道内で汚染面積が拡大するとともに、1992年に長崎県、2003年に青森県、そして2007年には三重県でも発生を確認し、全国の発生面積は1万haに達しさらに増加傾向にある。本線虫が成熟してできるシスト（卵嚢）は、化学的・物理的に耐久性が高く、自然条件の土壤中で10年以上活性を維持し、塊茎および土とともに移動して伝染する。このため国際植物検疫上第一級の有害線虫とされ、汚染圃場での種いも生産は認められていない。本線虫の汚染拡大は、ばれいしょ産業の根幹を揺るがす脅威となった。

ジャガイモシストセンチュウの抵抗性品種を汚染圃場で栽培すると、農薬を用いた化学的防除無しでも土壤中の線虫密度が減少する。また生産された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拡大を抑制できる。そこで、抵抗性品種の育成が急務となった。

海外から多数の抵抗性品種を導入し、特性評価とともに本線虫発生地における適応性を検討した。1978年に旧東ドイツから導入した澱粉原料用の「ツニカ」が、抵抗性品種としてはじめて登録された。「ツニカ」を母本とする交配からは、澱粉原料用の「トヨアカリ」、生食用の「キタアカリ」と「エゾアカリ」、フライ用の「ムサマル」が育成された。

1972年以降の約20年間は、ジャガイモシストセンチュウ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、塊茎の外観や調理品質、油加工適性および澱粉品質など利用特性も犠牲にせざるおえなかった。このため国産品種育成に加え、需要構造の変化に対応して利用特性を考慮し、加工原料向けとして「アトランチック」等の外国品種も導入された。さら

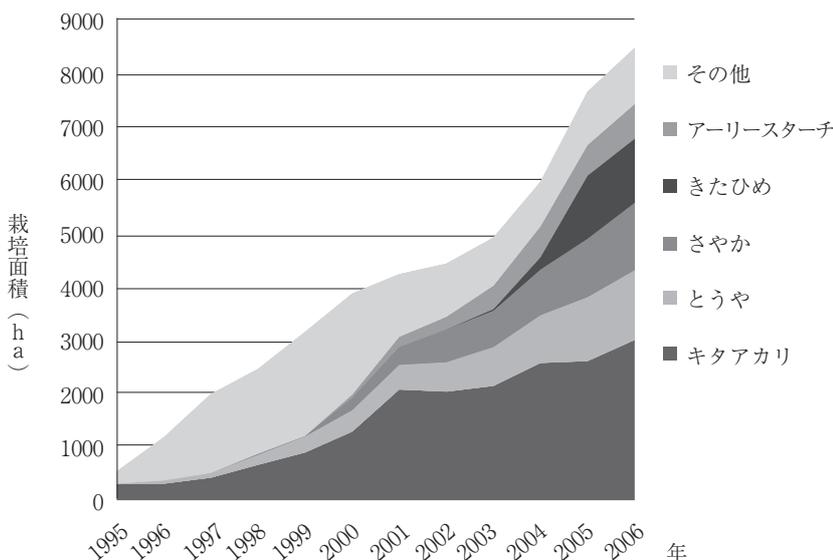


図2 日本におけるジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の栽培面積推移
(注) いも類・でん粉に関する資料(農林水産省)から作成

に米国コーネル大学から抵抗性品種間の交配種子を導入し、後代検定により抵抗性遺伝子を3重式に持つ母本系統「R392-50」を選抜した。「R392-50」を用いて効率的な育種をすすめ、「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。

面で効率に優れる品種が、栽培面積を伸ばしている。さらに、ポテトチップ適性の優れる「らんらんチップ」と「オホーツクチップ」、多収性とフライ適性を併せ持つ「こがね丸」などが育成され普及が期待される。

性を改良した「さやあかね」、紫肉でシスト線虫抵抗性を有する紫肉の「キタムラサキ」と赤肉の「ノーザンルビー」など、個性的な品種も育成されている。

2) 加工原料用

高収量かつ高品質であることは、加工原料用にとって重要である。「さやか」は目が浅く剥皮歩留りが高く、サラダに適し白色の引き締まった肉質で変色も少ない。ポテトチップは揚げたときに焦げ目が見つからないことが望ましく、「きたひめ」は長期貯蔵原料に適する。このように実需の利用場

5. ジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の普及

1) 生食用

食卓に上るばれいしょは、それぞれの調理法に適した特性を持つことが求められており、見た目も消費者を引き付ける魅力のあるものでなければならない。つまり、消費者にとってジャガイモシストセンチュウ抵抗性は意識外のことであり、当然のことながら商品として魅力がなければ購入しない。黄色粉質の肉質で良食味である「キタアカリ」、早生で早期出荷に適し滑らかな舌触りの「とうや」など、消費者にとって魅力ある品種が栽培面積を伸ばしている。また、「花標津」を方親として疫病圃場抵抗性に加え栽培特

表2 日本におけるジャガイモシストセンチュウ抵抗性品種の用途および育成場所等

年**	生食用 (サラダ等を含む)	加工原料用 (油加工を主とする)	澱粉原料用
1980	キタアカリ(H) エゾアカリ(H)		ツニカ*(H) トヨアカリ(H)
1990	とうや(H) ベニアカリ(H) さやか(H) 花標津(K) 普賢丸(N) スタークイーン(K)	ムサマル(K) アトランチック*(C) ヤンキーチップパー*(C)	アスタルテ*(O) サクラフブキ(K) アーリースターチ(H) プレバレント*(O)
2000	十勝こがね(H) ひかる(O) 春あかり(N) アイユタカ(N) スタールビー(H) キタムラサキ(H) スノーマーチ(K) ゆきつぶら(K) さやあかね(K) ノーザンルビー(H) はるか(H) きたかむい(O) ビルカ(H) 西海30号(N)	きたひめ(O) オホーツクチップ(K) らんらんチップ(H) こがね丸(H) アンドーバー*(C)	ナツフブキ(K) 北育13号(K)

*: 導入品種。
() 内: 育成場所もしくは導入場所
H: 北海道農研(北海道農試)、K: 北見農試(根釧農試)、N: 長崎愛野支場、
O: ホクレン他農業団体系、C: カルビーポテト。
**: 命名登録年・優良品種認定年等による分類のため、種苗登録年とは数年のズレがある。

3) 澱粉原料用

澱粉原料は収量性が第一義であり、「コナフブキ」の多収性の壁は大きい。このような状況で、ジャガイモシストセンチュウの高濃度汚染地を中心に「アーリースターチ」、「アスタルテ」、「ナツフブキ」などの抵抗性品種が作付けされている。また、馬鈴薯澱粉の固有用途である水産練り製品の適性が高い特性、すなわち灰分含量が少なく糊化後の離水率が低い系統が選抜されている。

4) 暖地二期作用

北海道で育成された抵抗性品種を交配親とすると日長感応性が強く塊茎の長期休眠により、出芽遅れ、生育不良と塊茎肥大遅れが生じ、青枯病等の暖地特有の病害にも抵抗性がないなど、問題点が多発した。暖地二期作では、年に春と秋の2回栽培することから初期選抜の効率が2倍であり、この利点を生かして暖地栽培適性の高い抵抗性母本系統の早急な選抜を行った。育成系統の出芽期や収量性は、ジャガイモシストセンチュウ抵抗性導入以前に回復し、そうか病に強く食味に優れる「春あかり」、「デジマ」より多収で外観が優れる「アイユタカ」が育成された。

6. 将来に向けて

ばれいしょの主産地では、栽培の伝統がある有名品種を保有しており、長崎や鹿児島県の「デジマ」と「ニシユタカ」、北海道の「男爵薯」と「メークイン」など、根強い人気を背景として栽培されている。また、食品加工原料として優れる「トヨシロ」や澱粉原料として多収の「コナフブキ」は主要品種として栽培されている。残念ながらどの品種も、シスト線虫に抵抗性を持たない。しかし、消費者や加工現場からの品質に関する要望は大きく、これらの需要に適合した抵抗性品種が多量育成されている。新品種の作付け面積拡大により、自然な形でジャガイモシストセンチュウの拡大抑制が進むと期待する。

新品種の効果は、生産現場では耐病性による生産コスト削減と収量増加、実需加工面では製品の品質および歩留まり向上が期待される。しかし、新品種はスーパーマンではなく、新たな企画を展開する場合の重要な部品である。生産者が新品種

を作りこなし、実需者が加工技術を革新して新製品を生み出し、流通販売者が消費者の心をつかむ。それぞれの段階での努力が呼応して成功につながると確信する。育種部門は、これからも需要変化に対応し、利用特性や農業特性の向上を目指した新品種（従来の改良型）と新たな需要を創出する新品種（新規形質型）を提供して行きたい。

7. 普及が期待される新品種

1) らんらんチップ

中早生のジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有するチップ加工原料用品種である。翌年3月までの貯蔵に適し、チップカラーが「トヨシロ」より優れる。北海道では「トヨシロ」同様に秋播き小麦の前作に栽培できるため、輪作体系に容易に組み込める。また、暖地春作のチップ原料として使用可能である。北海道では、「トヨシロ」より1個重が小さく、収量はやや少なく、でん粉価は同程度である。鹿児島県においては「トヨシロ」並の生育と収量である。「トヨシロ」より多湿条件に強く軟腐病の発生が少ないが、乾燥条件には弱い。生理障害では、裂開がみられるが、中心空洞や二次生長は殆どない。

2) こがね丸

中晩生のジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有するフライ加工原料用品種である。いもの形は楕円で、「ホッカイコガネ」に比べて、でん粉価が高く多収かつ大粒である。肉質は「ホッカイコガネ」よりやや粉質の中である。ただし、蒸すと強く粘る。えぐ味の元であるグリコアルカロイドは光にあたることにより増加するが、「こがね丸」ではその増加が少なく、収穫後の品質維持に優れる。打撲黒変耐性が弱なので、過度の乾燥時や地温10℃以下での収穫は避け、塊茎の移動・選別時には、落下・飛び跳ね箇所を減らし、打撲を与えないように注意する。「ホッカイコガネ」より中心空洞が発生しやすいので、十分な培土を行い、疎植・多肥をさける。

3) はるか

中生のジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有する生食用品種である。いもは白肉で食味が良く、サラダおよびコロケ加工適性もある。いも

は大粒で、収量は「男爵薯」よりも多い。でん粉価は「男爵薯」や「さやか」よりもやや低い。いもの形は倒卵形で、目の周りが赤く着色した既存品種と区別性のある外観を呈する。目はやや浅いため、皮が剥き易く、剥皮後の褐変も少ない。いもの内部異常は「男爵薯」よりも少ない。このため、市場販売のみならず、業務用としての用途も見込まれる。「男爵薯」と異なるやや粘質の肉質であり、水煮による煮崩れが少ない。青枯病ならびに塊茎腐敗に対してもやや強い抵抗性を有する。

4) ピルカ

中早生のジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有する生食用品種である。規格内いも重が、「男爵薯」および「メイクイン」より多収である。また、いもが長卵形で、目が浅く二次生長の発生も少ないので、外観特性が優れる。既存品種に比べてトリミング数が少なく、剥皮歩留りが高く、作業効率の向上や残渣廃棄物の減少が図られる。水煮時の肉色は淡黄で調理後黒変や煮崩れが少なく、肉質は「メイクイン」同様の“やや粘”で、食味の評価は「男爵薯」並みであり、総合的に水煮適性が高い。市場販売用のみならず、業務用としての利用も見込まれる。

5) キタムラサキ

中晩生のジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有する新規用途向け品種である。アントシアニン色素（主成分ペタニン）を生いも100gあたり200mg程度含有し、いもの外皮と内部の肉色が紫色である。いもの大きさや熟度の違いによる色素含量のばらつきが少ないため、肉色の安定性が高い。いもの肥大が早く、1個重が大きく多収で、でん粉価は「男爵薯」より高い。目が浅いため皮は剥きやすく、内部異常はほとんどない。

6) ノーザンルビー

中早生のジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有する新規用途向け品種である。アントシアニン色素（主成分ペラニン）を生いも100gあたり200mg程度含有し、いもの外皮と内部の肉色が赤色である。いもの切断面に色むらが無く、内部異常はほとんどない。「男爵薯」とほぼ同じ収量とでん粉価で、いもはやや大きい。

7) さやあかね

中生のジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有する生食用品種である。疫圃場抵抗性であることから、本病害の無農薬栽培が可能である。「男爵薯」に比べ収量性は高く、上いも平均一個重も大きく、外観品質が優れる。「男爵薯」並の良食味でコロケ加工適性もある。褐色心腐の発生することがあるので、多肥や疎植を避け、十分な培土を行う。また、いもの休眠期間が短いので、貯蔵に際し留意が必要である。

8) 北育13号

2010年に登録申請予定の有望系統である。中晩生のジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有する澱粉原料用系統である。でん粉価およびでん粉収量ともに「コナフブキ」並で、いもはやや小さい。でん粉品質は、平均粒径を除いてほぼ「紅丸」並で、離水率が低く水産練り製品等の利用に適する。

9) アイユタカ

ジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有する暖地二期作向け品種である。春作・秋作とも大いもで「デジマ」より収量が多く、滑皮で目が浅くて外観に優れる。肉色は淡黄で「デジマ」よりやや黄色味が強く、肉質は中程度、大いもでも中心空洞などの内部異常が少なく、ビタミンC含有量が多い。ビタミンC含有量が多い。マルチ栽培において出芽がやや遅れるので、芽焼け（高温障害）に注意する。また、青枯病、そうか病、疫病には弱いので、健全な種いもを使用し、基本的防除を実施する。

10) 西海30号

2010年に登録申請予定の有望系統である。ジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有する暖地二期作向け品種である。春作・秋作とも大いもで、春作では株当たりいも数が多いため「デジマ」より多収となるが、秋作ではいも数が少ないためやや低収となる。いもは楕円形、白黄色、目が浅く、やや滑皮で外観はよいが、形と大きさの不揃いが見られる。でん粉価は「デジマ」より低く、肉質が緻密で煮崩れが少なく、食味は中～やや良である。そうか病にも強いが、疫病には弱い。