

橙黄肉色を有する二倍体のバレイショ品種「インカのめざめ」 の育成

誌名	育種学研究 = Breeding research
ISSN	13447629
著者	森元, 幸 高田, 明子 梅村, 芳樹 米田, 勉 木村, 鉄也 高田, 憲和 小林, 晃 津田, 昌吾 中尾, 敬 吉田, 勉 遠藤, 千絵 林, 一也
巻/号	11巻2号
掲載ページ	p. 53-58
発行年月	2009年6月

ノ ー ト

橙黄肉色を有する二倍体のバレイショ品種「インカのみざめ」の育成

森 元幸¹⁾・高田明子^{1,2)}・梅村芳樹^{1,3)}・米田 勉^{1,4)}・木村鉄也^{1,4)}・高田憲和^{1,4)}・小林 晃¹⁾・津田昌吾¹⁾・中尾 敬^{1,5)}・吉田 勉^{1,6)}・遠藤千絵¹⁾・林 一也⁷⁾

¹⁾北海道農業研究センター, 北海道河西郡芽室町, 〒082-0081

²⁾現:作物研究所, 茨城県つくば市, 〒305-8518

³⁾故人

⁴⁾現:種苗管理センター, 茨城県つくば市, 〒305-0852

⁵⁾現:長崎県総合農林試験場, 長崎県雲仙市, 〒854-0302

⁶⁾現:農林水産省, 東京都千代田区, 〒100-8950

⁷⁾東京家政学院短期大学, 東京都千代田区, 〒102-8341

Breeding of diploid potato variety “Inca no mezame” with orange in the tuber flesh color

Motoyuki Mori¹⁾, Akiko Ohara-Takada²⁾, Yoshiki Umemura^{1,3)}, Tsutomu Maida^{1,4)}, Tetsuya Kimura^{1,4)}, Norikazu Takada^{1,4)}, Akira Kobayashi¹⁾, Shogo Tsuda¹⁾, Takashi Nakao^{1,5)}, Tsutomu Yoshida^{1,6)}, Chie Matsuura-Endo¹⁾ and Kazuya Hayashi⁷⁾

¹⁾ National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Memuro, Kasai, Hokkaido 082-0081, Japan

²⁾ Present address: National Institute of Crop Science, Tsukuba, Ibaraki 305-8518, Japan

³⁾ Deceased

⁴⁾ Present address: National Center for Seeds and Seedlings, Tsukuba, Ibaraki 305-0852, Japan

⁵⁾ Present address: Nagasaki Agriculture and Forestry Experiment Station, Unzen, Nagasaki 854-0302, Japan

⁶⁾ Present address: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Chiyoda, Tokyo 100-8950, Japan

⁷⁾ Tokyo Kasei-Gakuin Junior College, Chiyoda, Tokyo 102-8341, Japan

キーワード

バレイショ, *Solanum tuberosum*, 二倍体, カロテノイド, 小粒種

1. はじめに

バレイショ栽培種の起源は、南アメリカ大陸の太平洋側を縦にはしるアンデス山脈の中央高原地帯であり、栽培の痕跡は7000年以上前まで確認されている。塊茎の苦味成分 (solanin など) が少なく、ストロンが短く塊茎が株元に密集して着生し、塊茎がある程度まで大型であることを具備する野生種が原住民の目にとまり、食用になる採集し易いバレイショとして栽培化されたと考えられる。起源地周辺には7種の栽培種があり、二倍体から五倍体にわたる倍数性系列をなすが、そのうち四倍性の栽培種 *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* L. のみが世界中で広く栽培されている (松林 1981)。その祖先となる野生種は、*S. tleptophyes* Buk. とする説や複数の種から多元的に栽培化されたとする説など諸説があるが、まず二倍性の栽培種 *S. stenotomum* Juz. et Buk. ができ、これより他の栽培種ができたと考えられている (Hawkes 1990)。

ところで原産地の南米アンデス地域では、大粒の塊茎

で生産力の高い四倍性の栽培種 *S. tuberosum* ssp. *andigena* L. (大粒種) ばかりでなく、小粒の塊茎で様々な色と形をした二倍性を中心とする複数の栽培種 (小粒種) が、先住民の血を濃く受け継ぐ人たちを中心に現在も栽培されている (山本 2004)。この小粒種は独特の食味とナッツ類のような風味を有することから、大粒種とは区別して特別に高値で取り引きされ、普通の食事では大粒種を食べてもハレの食事には小粒種を供している (梅村 1984)。小粒種には先述の二倍性の栽培種 *S. stenotomum* に加え、二倍性の栽培種 *S. phureja* Juz. et Buk. や三倍性の栽培種 *S. chaucha* Juz. et Buk. が含まれる。

「インカのみざめ」は、「男爵薯」のような四倍性の栽培種とは異なり、二倍性の栽培種に由来する日本で初めての二倍体のバレイショ品種で、原産地以外ではほとんど栽培されていない独特の食味と風味を有する小粒種を、日本のような長日条件でも栽培できるように改良した品種である。本稿では、その育成の経過と特徴を紹介する。

2. 育成の経過

「インカのみざめ」は、1988年7月に北海道農業試験場ばれいしょ育種研究室 (恵庭市島松, 現:北海道農業

研究センター)において人工交配を行った二倍性の栄養系集団の中から育成された(図1, 図2)。父は、国際バレイショセンター(International Potato Center, ペルー)から高タンパク含量を目的に導入した交配種子より選抜した二倍性の雑種系統「P10173-5」である。「P10173-5」は橙黄肉色であり、独特の食味とナッツ類のような風味を有する小粒種の特性を有する。母は、四倍体のアメリカ品種「Katahdin」の二倍性半数体 us-w1 と二倍性の栽培種 *S. phureja* (114) に由来する「W822229-5」であり、黄肉色で滑らかな肉質を有し、長日条件下で塊茎の肥大性に優れる。

「インカのめざめ」の育成経過を表1に示す。1989年に温室内で交配種子を播種して実生(F₁)個体選抜試験

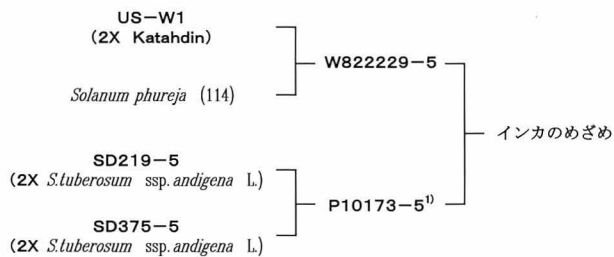
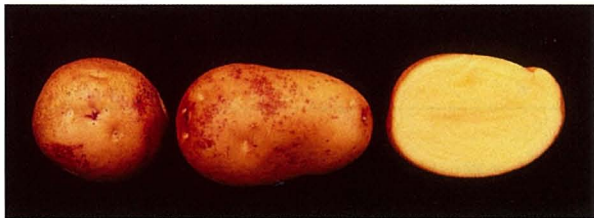


図1. 「インカのめざめ」の系譜図

¹⁾国際バレイショセンターから導入した交配種子より選抜。



「インカのめざめ」



「男爵薯」



「キタアカリ」

図2. 「インカのめざめ」、「男爵薯」および「キタアカリ」における塊茎の形状と色
左から、頂部、横断面、縦断面。

を行い、塊茎を形成する黄肉色個体を選抜した。1990年に圃場において個体二次選抜試験を行い、橙黄肉色を呈する個体を選抜し、同時に塊茎内に壊死細胞が生じる褐色心腐、中心空洞および塊茎の二次生長など生理障害による異常個体を淘汰し、この結果から「W882204-117」の系統名を付した。さらに農業形質と調理適性の選抜を継続し、1993年の生産力検定試験結果により品質特性が優れることから育成地番号「島系575号」を付した。特性検定試験および系統適応性検定試験等において、一般に栽培される四倍性の普及品種に比べ小粒で収量は劣り、塊茎の休眠が短いために芽が直ぐ伸びて貯蔵性に劣るが、特徴的な橙黄肉色と食味は際だっていた。独特な特性を生かして新規需要開拓の可能性に着目する現地生産団体があったことから、消費者に向けた試験販売等の取り組みを行った。このため、育成系統の権利が種苗法の未譲渡性に抵触して失効するのを未然に防ぐために、1997年に種苗法に基づく品種登録の申請を行った。その後、農林水産省の農作物新品種命名登録を目指して試験を継続し、2002年に「ばれいしょ農林44号」として命名登録された。

3. 栽培に関する特性

「インカのめざめ」の主要特性を表2に示す。「男爵薯」に比べ、萌芽期はやや遅いが、開花期はやや早く、熟期は茎葉黄変期が1週間以上早い極早生である。花の色は「男爵薯」より青味が強い紫系で、花数は少ない。そう性(草型)はやや開張型で茎は細く小葉は小さく、生育段階でも「男爵薯」より地上部が小さい(図3)。「男爵薯」と同様に、ジャガイモシストセンチュウ抵抗性を有せず、ジャガイモ疫病にも弱い。粉状そうか病と青枯病には強度の抵抗性を有し、「男爵薯」よりも優れる。

「男爵薯」に比べ、株当たりの上いも数は多いが塊茎の平均1個重が小さいため、上いも重では70%に満たない

表1. 「インカのめざめ」の育成経過

年次	供試数	選抜数	試験区分等
1988	64 ¹⁾	12,297 ²⁾	交配
1989	896	80	実生個体選抜
1990	80	21	個体二次選抜
1991	21	9	系統選抜
1992	9	4	生産力検定予備
1993	4	3	生産力検定
1994	3	1	生産力検定
1995	1	1	生産力検定
1996	1	1	生産力検定
1997	1	1	品種登録申請
2001	第8635号		種苗法に基づく品種登録
2002	ばれいしょ農林44号		命名登録

¹⁾受粉花数

²⁾種子数

収量である。でん粉価は「男爵薯」より3%程度高い。「男爵薯」は7月下旬から8月上旬にかけて塊茎の肥大が進み上いも重が増加するが、「インカのめざめ」は平均1個重が60gを超える中以上いも重の比率が50%を下回り少ないため上いも重は低く推移する(図3)。「インカのめざめ」は小粒な塊茎が多いため、大型の収穫機では20g程度以下の小粒は掘り残しとなり、手作業による回収が必要となる。また越冬した場合は、掘り残した塊茎から生育した野良生えの処理に労力を要する。「インカのめざめ」は塊茎の休眠期間が極短く、茎葉の枯凋後直ぐに休眠明けとなるので、芽の伸びを抑制するために収穫直後の低温貯蔵が必要である。

表2. 「インカのめざめ」の主要特性概要

品種名	インカのめざめ	男爵薯	キタアカリ
萌芽期(月/日)	5/29	5/26	5/24
開花期(月/日)	6/27	6/29	6/29
茎葉黄変期(月/日)	8/21	8/30	8/27
そう性(草型)	やや開張	中間	中間
茎の太さ	細	中	中
小葉の大きさ	やや小	大	やや大
花の色	紫系	赤紫系	赤紫系
花数	少	多	中
茎長(cm)	46	39	45
茎数(本/株)	7.6	4.1	3.1
上いも数(個/株)	13.2	12.2	12.8
平均1個重(g)	50	78	81
上いも重(kg/10a)	2,900	4,230	4,596
中以上いも重(kg/10a)	1,378	3,405	3,868
でん粉価(%)	18.3	15.3	15.7
塊茎の休眠期間	ごく短	やや長	中
シストセンチュウ抵抗性	弱(h)	弱(h)	強(H ₁)
疫病圃場抵抗性	弱	弱	弱
粉状そうか病抵抗性	強	弱	やや弱
青枯病抵抗性	強	ごく弱	弱
Yモザイク病抵抗性	弱	弱	弱
塊茎の形	卵形	球形	扁球形
目の深さ	浅	深	中
表皮の粗滑	滑	中	やや粗
皮色	黄褐	白黄	白黄(赤目)
肉色	橙黄(濃黄)	白	淡黄
調理後黒変	微	中	少
水煮時の煮ぐずれ	少	中	中
水煮時の舌ざわり	ごく滑	やや粗	やや粗
水煮時の肉質	中	やや粉	やや粉
水煮時の食味	上	中上	中上
チップ適性	適	不適	不適
フライ適性	適	不適	不適

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: 2000~2002年の平均。

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

栽植密度: 畦間75cm, 株間30cm。

植付: 5月上旬, 収穫: 9月上旬。

上いも重は20g以上のいも収量, 中以上いも重は60g以上のいも収量。

でん粉価はライマン価と同義で(比重-1.05)×214.5+7.5で算出。塊茎の休眠調査は10月下旬から暗所18°Cで保管し芽が5mm以上に達した時を休眠明けとし、茎葉黄変期からの日数を休眠期間とする。休眠期間は標準品種との比較で判定し、30日未満は「ごく短」とする。

4. 塊茎の肉色に関する特性

塊茎は卵形をしており、皮色は黄褐で肉色は橙黄(濃黄)である(表2)。肉色を色彩色差計により測定しハンター表色値により比較すると、淡黄肉色の品種「キタアカリ」(西部1987)に比べ「インカのめざめ」のb*値が明らかに高く黄色味が濃い(表3)。二倍性の栽培種*S. stenotomum* および*S. phureja*には、カロテノイド(carotenoid)系色素を含有する濃黄肉色系統が存在する。これら二倍性の栽培種間雑種集団を用いて肉色の遺伝解析が行われ、肉色の発現は橙色Or遺伝子, 黄色Y遺伝子(優性: 黄色)および黄色y遺伝子(劣性: 白色)からなり, OrはYに対し上位に発現して橙色となる(Brown et al. 1993)。「インカのめざめ」の肉色は、橙色Or遺伝子の発現によると推察される。

カロテノイド系色素について、白肉色品種の「男爵薯」はゼアキサントン(zeaxanthin)を僅かに含有するが他の黄色色素は含有せず、淡黄肉色品種の「キタアカリ」はカロテノイド系色素を生いも100gあたり155μg含有する。「インカのめざめ」は生いも100gあたりゼアキサントンが427μgと「キタアカリ」の10倍以上高含量である(表3)。

「インカのめざめ」の橙黄肉色は、どの様な調理でも安定した色調を示し、彩りの優れる調理品が得られる(森2003)。また、カロテノイド系色素は色と風味に關与するばかりでなく、人体に対する様々な機能が報告され、活性酸素の消去能に優れ、目の白内障や加齢性黄斑変性症の予防効果が期待される(末木2005)。「インカのめざ

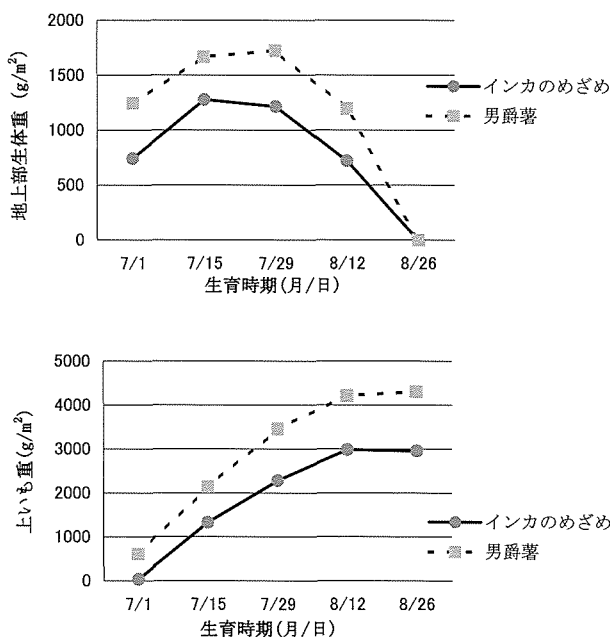


図3. 「インカのめざめ」の生育経過

2000~2002年の平均。

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

植付: 5月上旬, 栽植密度: 畦間75cm, 株間30cm。

表3. 「インカのめざめ」の塊茎における肉色のハンター (L*, a*, b*) 表色とカロテノイド系色素量

品種名	ハンター表色値 ¹⁾			カロテノイド系色素量 ²⁾ ($\mu\text{g}/100\text{g}$ 生いも)			
	L*	a*	b*	ゼアキサントチン	ルテイン	その他	計
インカのめざめ	71.9	-1.1	54.9	427.0	15.3	11.5	453.8
男爵薯	78.0	-3.1	15.9	12.6	0.0	0.0	12.6
キタアカリ	74.2	-5.7	25.7	36.4	38.8	80.1	155.3

調査年次: 2004年, 材料: 北海道農業研究センター産 (河西郡芽室町), 8月末に収穫.

¹⁾ 平均値 (n=5), 測色時には1塊茎2点測定. 色彩色差計 (ミノルタ CR-300) 使用.

²⁾ 抽出: 1mmにスライスした塊茎を, 99.5%エタノールに12時間4°C暗所に静置 (n=3).

HPLC測定: カラム Prodisy 5 μODS3 (Phenomenex, CA, USA), 検出波長 420 nm.

表4. 「インカのめざめ」の塊茎可食部に含まれる栄養成分量と細胞の大きさ

品種名	成分量(g/100g 生いも) ¹⁾					細胞の大きさ(μm) ²⁾	
	水分	タンパク質	脂質	炭水化物	灰分	円近似の直径	標準偏差
インカのめざめ	77.8	2.91	0.21	18.0	1.04	144	16.9
男爵薯	77.3	1.90	0.11	19.8	0.92	171	21.5
キタアカリ	75.3	1.73	0.13	21.8	1.02	202	24.1

¹⁾ 調査年次: 1998~1999年の平均.

材料: 北海道農業研究センター産 (河西郡芽室町), 8月末に収穫.

分析: 女子栄養大学, 塊茎を剥皮し可食部を9月に調査.

²⁾ 調査年次: 2005年. 材料: 同上, でん粉価の中央値を示す塊茎を調査 (n=3).

測定部位: 維管束環外付近から内髓の柔組織貯蔵細胞.

解析: 実体顕微鏡で撮影した写真画像.

め」が高含有するゼアキサントチンの調査では, 高い活性酸素の消去能を示し, 同量の β -カロテンよりもリノール酸メチルの過酸化生成を抑制する能力が高い (Ishii *et al.* 1998).

5. 品質に関する特性

「インカのめざめ」塊茎可食部の生いも 100gあたりのタンパク質含量は, 「男爵薯」や「キタアカリ」より多く 1.5~1.7倍の 2.9gであり, 同様に脂質含量は, 「男爵薯」や「キタアカリ」の約2倍の 0.21gである (表4). このように「インカのめざめ」はタンパク質や脂質を多く含有することが, 特有の質感や食味に関係すると推測される. さらに「インカのめざめ」の細胞の大きさは, 「男爵薯」や「キタアカリ」に比べ小さく, 体積比に換算すると「男爵薯」の約60%, 「キタアカリ」の約36%である (表4). 塊茎の細胞が小さいほど煮崩れが少ない (Matsuura-Endo *et al.* 2002) ため, 「インカのめざめ」のでん粉価は比較的高いが, 普通品種に比べ水煮時による煮崩れ程度は少なく, 滑らかな質感があると推測される.

「インカのめざめ」は, 前述の通り品質劣化を防ぐために収穫後すぐに低温貯蔵される. 4°Cの低温貯蔵すると, 「男爵薯」のような普通品種は還元糖であるブドウ糖と果糖が増加し, ショ糖は生いも 1g当たり 2mg程度までしか増加しない (図4). しかし「インカのめざめ」は, ブドウ糖と果糖の増加程度は少なく, ショ糖が生いも 1g当たり 10mg以上まで増加し明らかな甘みを感じる (図

4). 一般的なバレイショ品種では低温にさらされると酢酸インベルターゼ活性が増加し, ショ糖を分解して還元糖が生成される. しかし, 「インカのめざめ」ではこの酵素の活性が極低くほとんど働かず, スクロースリン酸シンセターゼ活性が増加して還元糖からショ糖が合成されるため, 他の品種とは異なりショ糖が高濃度に増加する (Matsuura-Endo *et al.* 2004).

「インカのめざめ」は, 生いもの皮を剥いて空気中に放冷すると変色する剥皮後褐変や調理加熱後に放冷すると調理品が黒変する調理後黒変とも少なく, 調理・加工において好ましい特徴である. また舌ざわりは滑らかで, 食味は「男爵薯」より優れる上と評価され, 油を用いた加工適性も高い (表2). 水煮, 蒸しおよびフライなどの基本的な調理を実施したところ, 色あせることなく安定した色調を示し, 橙黄色の彩りに優れる調理品が得られる. 蒸し生いもによる官能試験では, 「男爵薯」や「キタアカリ」に比べ, 肉色と甘味の評点が高く, 香りは「キタアカリ」と同様になり, 舌ざわりは評価が分かれ, 総合評価では高い評点となった (図5).

6. 育成の意義

北海道の今金町や静岡県三方原のようにバレイショの有名産地はあるが, いずれも「男爵薯」銘柄の中での比較である. これに対し「インカのめざめ」はバレイショの代名詞ともいえる「男爵薯」と一線を画し, その取引単価は常に高い. 誰もが「男爵薯」より美味しいと認め

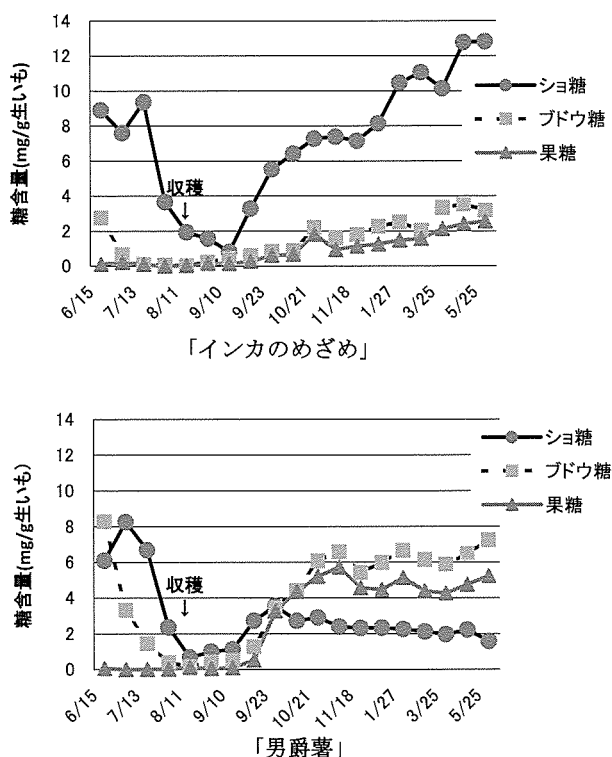


図4. 「インカのめざめ」および「男爵薯」の生育中および4°C貯蔵中の糖含量の変動
1999年，北海道農業研究センター。
収穫：8月27日，仮貯蔵：15日間15°C，貯蔵：9月11日より4°C。

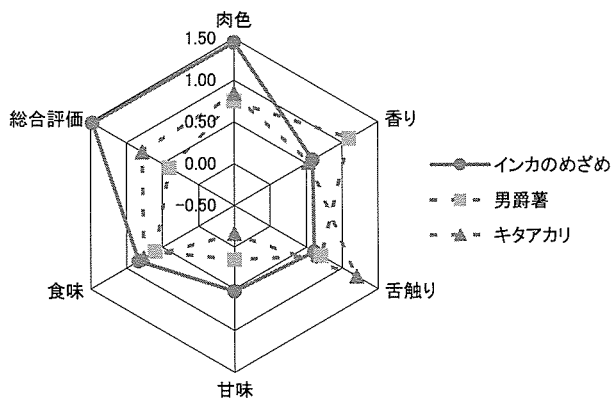


図5. 「インカのめざめ」，「男爵薯」および「キタアカリ」の蒸しいもの官能調査
1998年の北海道農業研究センター産，調査：1999年1月20日。
東京家政学院短期大学の女子学生80名（18～20才）の試食による。
各項目7段階で評価。肉色：-3（悪い）～3（良い），香り：-3（悪い）～3（良い），舌触り：-3（粗い）～3（滑らか），甘味：-3（甘くない）～3（甘い），食味：-3（悪い）～3（良い），総合評価：-3（悪い）～3（良い）。

なければ、市場や店頭において高価格の評価は受けない。「インカのめざめ」は、消費の現場において「男爵薯」を超えた画期的な品種である。さらに、これまでのパレイ

シヨとは異なる用途として、滑らかな質感と甘みを生かしたモンブランやスイートポテトなどの菓子類が試作され、デザート食材としても検討されている。

しかし、「インカのめざめ」は商品としての魅力は十分に備えているが、作物としての総合的な実用性は普及品種に比べ劣る。収量性は低く、貯蔵性に関わる塊茎の休眠期間は極短く、シスト線虫抵抗性などの耐病虫性付与も不十分である。このため通常の販売単価では生産側の採算が悪く、契約栽培などによる特別な価格設定が必要である。品種特性を熟知した栽培法の習得に加え、実需者を確保して如何に売りの検討が不可欠である。

栽培面積は、2006年に110haに達し、増加傾向にある。当初は産直販売向けの小規模栽培を中心に普及し、続いてインターネットやカタログ販売、園芸種苗店やホームセンターの園芸コーナーなど、個人向けの種いも販売が増加した。その後、大都市を中心とする実需側からの要望に応える形で、JA等による組織的な栽培も徐々に増加している。

近い将来に実用性を改良した品種の開発を目指し、外観と品質において普及品種とは一線を画す二倍性の栽培種 *S. phureja* などに由来する変異に富む品種シリーズを育成中である。この取り組みから、赤色皮で目周囲だけ黄色いパンダ模様の二倍体の品種「インカのひとみ」を育成し (Kobayashi et al. 2008)、2006年に「ばれいしょ農林58号」として農林認定品種となり、2009年に種苗法に基づき品種登録された。このような奇抜な品種は、近年人気の出ている家庭菜園に適している。家庭菜園家は、普通では手に入らない特別な品種を好む傾向があり、自らが生産した農作物は愛着を持って屑まで消費し、手持ちの収穫物を食べ尽くした後は消費者となる。このとき、消費者自らが興味を持ってパレイシヨを栽培した経験が、国産パレイシヨ全体の消費拡大につながると期待する。

謝辞

農林水産省北海道農業試験場において入倉幸雄氏は、四倍性の栽培種から二倍性半数体を作成し、また二倍性の栽培種や野生種から疫病抵抗性や高でん粉含量の導入を目的として二倍性の雑種集団を育成し、多数の遺伝資源を保存した。この遺伝資源なくしては、二倍性の品種育成を成しえなかったと明記します。現地栽培適性評価の陣頭指揮を執った十勝農業協同組合連合会の高橋英三氏、実需レベルでの調理評価を実施したふく井ホテルの長屋壯重氏、生産振興を担当した幕別町農業協同組合とカラフルポテト研究会の生産者、販売リスクを負担して市場性評価を推進した和田製糖株式会社、系統適応性検定試験および耐病虫性特性検定試験の担当者には、それぞれの専門分野でご尽力いただいた。また、日本いも類研究会には、新品种の普及を目指した試作用種いも配布

事業でご尽力いただいた。さらに、北海道農業研究センターの技術専門職員ならびに非常勤職員各位には、育種試験を支える圃場管理業務にご尽力いただいた。ここに記して謝意を表します。

本研究は、1991年から2000年までの10年間実施された農林水産省の大型プロジェクト研究「新需要創出のための生物機能の開発・利用技術の開発に関する総合研究」の成果である。

引用文献

- Brown, C.R., C.G. Edwards, C.-P. Yang and B.B. Dean (1993) *J. Amer. Hort. Sci.* 118: 145–150.
- Hawkes, J.G. (1990) The potato—evolution, biodiversity & genetic resources; 57–61.
- Ishii, G., M. Mori, A. Ohara and Y. Umemura (1998) *Proceeding of Agri-Food Quality II*; 357–359.
- Kobayashi, A., A. Ohara-Takada, S. Tsuda, C. Matsuura-Endo, N. Takada, Y. Umemura, T. Nakao, T. Yoshida, K. Hayashi and M. Mori (2008) *Breed. Sci.* 58: 77–82.
- 松林元一 (1981) 育種学最近の進歩 22: 86–106.
- Matsuura-Endo, C., A. Ohara-Takada, H. Yamauchi, Y. Mukasa, M. Mori and K. Ishibashi (2002) *Food Sci. Technol. Res.* 8: 252–256.
- Matsuura-Endo, C., A. Kobayashi, T. Noda, S. Takigawa, H. Yamauchi and M. Mori (2004) *J. Plant Res.* 117: 131–137.
- 森 元幸 (2003) *Tecno Innovation* 50: 27–30.
- 西部幸男 (1987) *農業技術* 42: 460–461.
- 末木一夫 (2005) 食品機能素材 III. シーエムシー出版, 86–89.
- 梅村芳樹 (1984) ジャガイモ—その人のかかわり—, 古今書院, 70–82.
- 山本紀夫 (2004) ジャガイモとインカ帝国, 東京大学出版会, 238–245.