

ジャガイモ育種と関わって三十数年（２） ージャガイモシストセンチュウ、需要の変化、気象変動に向き合ってー

農研機構北海道農業研究センター 畑作基盤研究領域長

森 元幸

２．需要動向変化と競争

プロローグ

25年前の1990年2月に、はじめて米国を訪問し、見るもの聞くものが総て新鮮で刺激的であった（本誌25、26号に掲載）。お土産にジャガイモの缶詰を持ち帰り、ふたを開けて鍋に入れるだけ、皮を剥く必要もなく下茹でする必要もない。でも不味いよね、と妻と話し合った。

2016年の現在、北海道十勝の芽室駅前にあるスーパーでは、皮剥きジャガイモのチルドパックが売場に並んでいる（図2-1）。数年前に初めて見た時は驚きだった。芽室町は3千haを超えるジャガイモの大産地で、皮剥きジャガイモがパック入りで売られるとは思ひもしなかった。しかし冷静に考えれば、生産者は約6百戸であり、それ以外は消費者である。消費者が求めるものは、売れるのである。

思い返せばテレビのコマーシャルでポテトチップに興味を持ち食べるようになり、ハンバーガー店のレジで「ポテトいりませんか？」の問いにうなずいてフライドポテトを注文した。かつては新妻の手作り「今日もコロッケ、明日もコロッケ」と歌われたが、総菜屋さんで購入するのがコロッケである。そして茹でたジャガイモを潰して



図2-1 皮剥きジャガイモのチルドパック
加工日から3日間の消費期限

マヨネーズと和えたポテトサラダは、パックを開くだけとなった。

（１）生食から加工への需要変化

日本は1970年の大阪万博EXPO'70を成功させ、先進国への階段を駆け上り経済は右肩上がりの成長を遂げた。この頃、ジャガイモの消費量は低下を続け、1人当たり年間消費量は最低の約13kgとなった。食

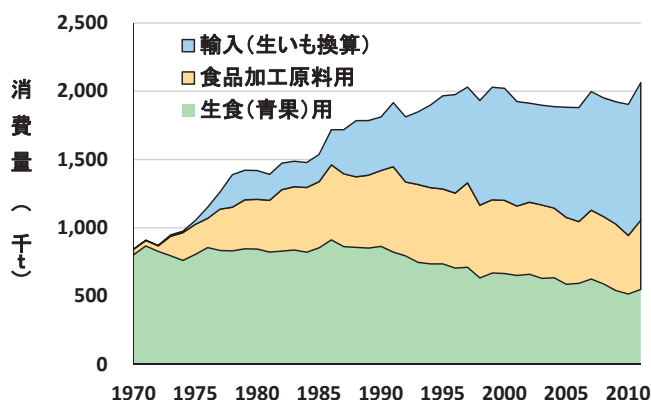


図2-2 種類別のジャガイモ消費量の変遷

- 1) でん粉原料用・種子用その他を除く。
- 2) 輸入：冷凍フライドポテト、乾燥マッシュなど。

料として生いもを家庭で調理する青果向け（生食用）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、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ように、油で揚げ用途が生まれ、加工食品向けが加わりジャガイモの消費量は増加へ転じた（図2-2）。

1970年代に米国産乾燥原料を用いた成形チップと国産原料による生いもチップの競争があり、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1980年代になって、国産フレンチフライは米国アイダホ産冷凍フライとの競争に負けた。このとき国産品種としてフライ適性の高い「ホッカイコガネ」があったが、為替相場の上昇と資本力にもものを云わせた価格競争に敗れたとされる。

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。1990年代はコロケ、2000年以降はポテトサラダ

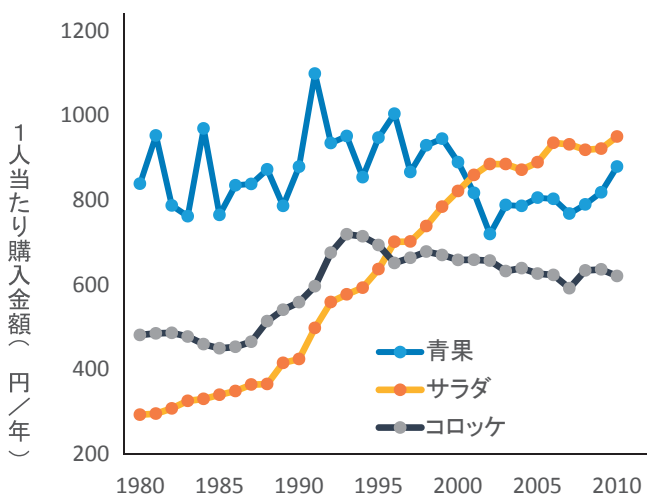


図2-3 ジャガイモの国民1人当たりの年間購入金額

資料：家計調査

がめざましい需要の伸びを示し、サラダの購入金額が青果用を上回るようになった（図2-3）。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差に敗れ普及しなかった。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」が育成され、加工用原料として普及している。

（2） 利用特性の改良

1） フライ時の焦げ

原料いもを低温で貯蔵すると芽の伸びを抑え減耗を抑制できるが、10℃以下の低温では温度が低いほど還元糖（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り、発がん性の疑いのあるアクリルアミドの生成量も増加する。低温貯蔵での糖変動は、酸性インペルターゼ活性が関与しており、原料用品種「トヨシロ」など多くの品種が還

元糖増加型である。低温で還元糖やショ糖の増加が起こ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普及しつつある（図2-4）。

2） 剥皮後・調理加熱後の変色

生いもの皮を剥いて空気中に放置すると褐色に変化し、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により、フェノール類が酸化・重合し最終的に黒色のメラニン色素となるために起こる。生いものを調理加熱した時、暖かいうちは明色であるが冷めるに従い調理品の色があ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、フェノール類と鉄とが結合し鉄-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。

製品の外観を悪化させる調理加工時の黒変は、フェノール類の含量と相関が高く、選抜により変色の少ない品種の育成が可能である。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



図2-4 貯蔵温度とチップカラーの品種系統間差

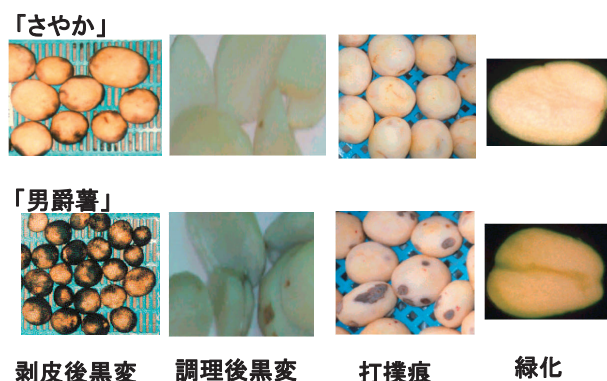


図2-5 「さやか」と「男爵薯」の品質特性に関する比較

爵薯」に比べ剥皮後および調理後の黒変が少ない（図2-5）。

3) 剥皮時の歩留り

ジャガイモの食品加工において、原料いもの洗浄後に剥皮機にかける。剥皮機で皮を剥くことができなかった目や尻の未剥皮部位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る。いもの目が深いほど、小さくて凸凹が多いほど、病気や障害が多いほど、

歩留りは低下する。原料いもの目が深いとトリミング作業が増え人件費がかさみ、除去部分の残渣処理費用も増加する。たとえば同じ剥皮歩合まで剥皮機で皮を剥いたとき、目が浅く大粒の「さやか」は歩留りが高く、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（図2-6）。家庭での調理において、「メイクイン」が根強い人気を保ち、「とうや」の消費が伸びている理由の一つが、目が浅く皮を剥き易いためと推察する。近年の育成品種は、目が浅く改良され剥皮が容易である。

4) 打撲痕の発生

収穫や輸送の際、いもが押されたり落下して傷や内部損傷ができる。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、細胞は壊死して異物状の塊（打撲痕）となる。打撲痕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

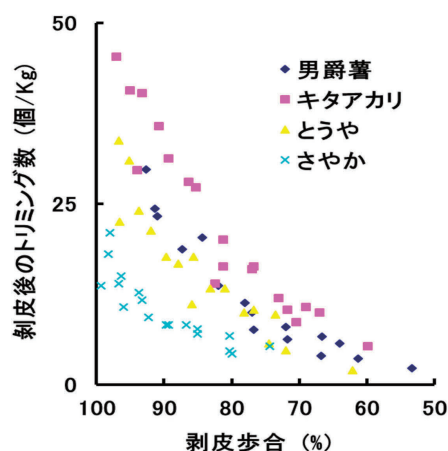


図2-6 いもの剥皮歩合と剥皮後のトリミング数の関係

剥皮歩合 (%) = 剥皮後重量 / 剥皮前重量 × 100

トリミング数 (個/kg) = トリミング数合計 / 剥皮前重量

胞が小さい「ホッカイコガネ」や黒変の基質となるフェノール類の含量が少ない「さやか」は打撲発生が少なく、細胞が大きく乾物含量の高い「キタアカリ」や「男爵薯」などは打撲発生が多い（図2－5）。

5) えぐ味の生成

生いもが光に曝されると緑化し、同時に α -ソラニンや α -チャコニンなどのグリコアルカロイド (PGA) を生成する。このPGAは、生いも100 g 当たり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、また原料いもの扱いも容易である（図2－7）。

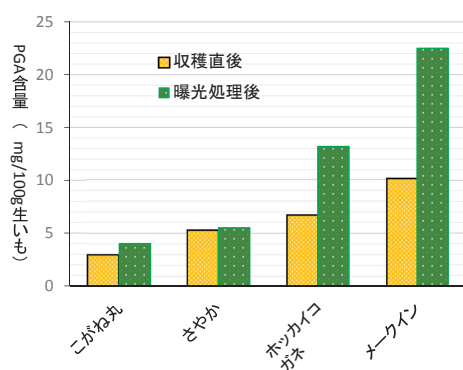


図2－7 曝光処理したジャガイモのポテトグリコアルカロイド (PGA) 含量変化

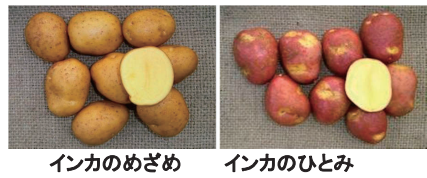
- 1) 曝光処理：18℃、常時照明下（30 μ mol/ s m^2 ）で7日間
- 2) PGA 含量： α -ソラニンと α -チャコニンの合計値

(3) カラフルポテトの挑戦

家庭での調理向け（生食用）消費は、高い知名度を持って「男爵薯」が消費者に定着し、長い形で煮くずれの少ない「メークイン」も明確な区別性により消費者に受け入れられている。これらジャガイモの代名詞のような2品種に対抗し、消費者の認知を得るのは難しい。新品種がいくら優れていても、消費者が手にとって購入しなければ生産者の収益は向上せず、数多くの新品種が敗退した。そこで消費者の既存イメージを打ち壊し、消費の活性化を狙った挑戦の一つが、赤・紫・黄の肉色を有するカラフルポテトの開発である。

南米アンデス原産の近縁栽培種と日本の在来品種を交配し、アントシアニン色素含有タイプとカロテノイド含有タイプを、1997年にはじめて育成した。赤肉の「インカレッド」と紫肉の「インカパープル」、濃黄肉で2倍体の「インカのめざめ」である。初期のアントシアニン色素含有タイプは色素含有量が少なく、不十分な栽培特性であった。そこで栽培特性を改良し、色素含有量が安定した紫肉の「キタムラサキ」と赤肉の「ノーザンルビー」を育成した。さらに、紫肉品種では色素量が格段に増加した「シャドークイーン」も育成している（図2－8）。

カラフルポテトは、調理加工品に天然由来の色彩を付与するばかりでなく、さらに色素高含有を生かした機能性食品を開発することにより、ジャガイモの消費拡大に結びつけ生産振興に寄与するものと考ええる。カラフルポテトの生理機能性研究において、インフルエンザウイルスに対する増殖抑制効果とヒト胃ガン細胞に対するアポ



インカのめざめ インカのひとみ



ノーザンルビー キタムラサキ シャドークイーン

図2-8 カラフルポテトの外観と肉色

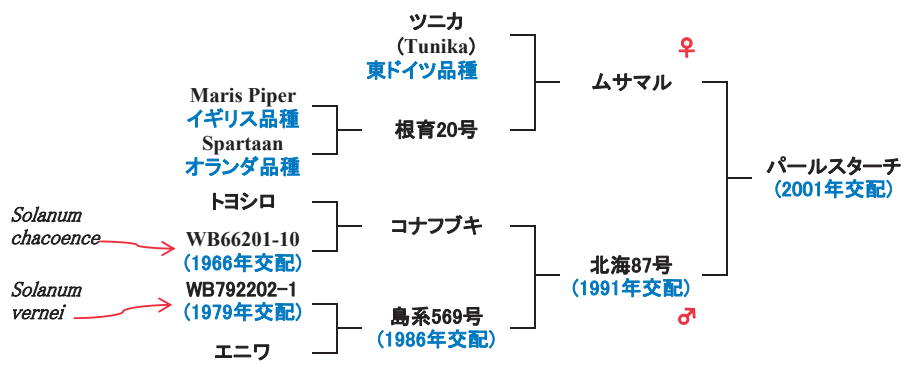


図2-9 でん粉原料用ジャガイモ品種「パールスターチ」の系譜

→：近縁野生種に由来、複数回の戻し交雑

表2-1 カラフルポテトの生理機能性に関し取得した知的財産権

登録番号	発明の名称
第4193161号	インフルエンザウイルスの増殖抑制剤
第4656277号	馬鈴薯アントシアニンに含まれるアポトーシス誘導物質、馬鈴薯食材及び加工品
第4228371号	カロチノイド含有馬鈴薯に含まれるアポトーシス誘導物質、馬鈴薯由来の胃癌細胞増殖抑制作用又は胃癌発生阻害作用を有する抗癌剤
第8709504号（米国特許）	Apoptosis inducer extracted from potato, potato foodstuff containing the inducer, and processed product thereof. (馬鈴薯より抽出したアポトーシス誘導物質、及び上記誘導物質を含む馬鈴薯食材並びにその加工品)

トーシス誘導活性を確認し、その成果の一部を特許化している（表2-1）。

（4） 近縁野生種を利用したでん粉原料用品種の育成

でん粉原料用品種育成は、多収性と耐病性の付与を目指し、多様な遺伝資源を利用

してきた。いもを直接に調理や加工するのではなく、でん粉を抽出して利用することから、いわゆる食味や品質、さらにいもの形状や内部異常に対する許容範囲が広い。このため積極的に野生種来歴の濃い母本利用が行われ、戻し交雑が進み品質に関わる一般特性の改良とともに、生食・加工原料

表2-2 シスト線虫抵抗性でん粉原料用品種「パールスターチ」の特性

系統名 (試験年次)	でん粉価 (%)	対コナフブキ比			でん粉特性
		枯凋期	収量	でん粉収量	
パールスターチ	19.8	晩生（未達）	130 %	119 %	高リン含量 低離水率
コナフブキ	21.5	10月3日	4,789 kg/10a	981 kg/10a	高リン含量 高離水率

1) 育成地（芽室）における「コナフブキ」の値を100として比較

2) 2011～2013年の3か年平均

用への母本利用が行われている。

2015年に育成した「パールスターチ」は、「コナフブキ」に比べ収量が30%、でん粉収量が19%の多収であるが、「コナフブキ」より熟期が遅く収穫時期が遅過ぎる懸念がある（表2-2）。しかし、いもの早期肥大性を有し、茎葉の枯凋前から収穫可能である。この「パールスターチ」の系譜をたどると、母親「ムサマル」の来歴は総てヨーロッパ品種であり、父親「北海87号」の来歴は国産品種と国内交配の母本系統である（図2-9）。両親は遺伝的に遠縁であり、雑種強勢による多収を目的とした交配であることが判る。父親「北海87号」の系譜をさかのぼると、*Solanum chacoence*や*S. vernei*などの近縁野生種に至る。*S. chacoence*は高でん粉やYモザイク病抵抗性を、*S. vernei*はシスト線虫抵抗性を、それぞれ栽培種に導入する目的で最初の交配が行われた。*S. vernei*を用いた最初の交配から品種に至るまで40年以上を要し、この間に少なくとも5回以上の交配と選抜を繰り返し、品種育成までには数十年の歳月と多数の育種研究者による数世代の努力を必要とした。

エピローグ

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。1970年以降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用である。家庭での調理がどんどん減少し、総菜や半加工品の購入に総じて移行すると極論すれば、ジャガイモを調理するのは、主婦ではなく食品加工ラインで働く労働者である。調理に感性は不要となり、経済的な効率が支配することになる。この効率に応える国産原料が供給されなければ、輸入製品・原料が増加する。

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。