

# カラフルポテトの機能性と利用

(独) 農業・生物系特定産業技術研究機構

北海道農業研究センター畑作研究部品質制御研究チーム

野田 高弘

## 1. はじめに

馬鈴薯はナス科に属する双子葉植物で、地下部に貯蔵器官の塊茎を形成し、栄養繁殖する。現在において世界各地で一般に栽培されている馬鈴薯は、4倍体のソラニウム・チューペロサムである。馬鈴薯は、収量が穀類や豆類に比べて高いため、生産量は、トウモロコシ、イネ、コムギに次いで4番目の位置にある。日本においては、馬鈴薯の作付け面積は約10万ヘクタール、生産量は約300万トンとなっている。地域別には北海道が生産量の大半（約225万トン）を占め、次いで、長崎県や鹿児島県などの西南暖地での生産量が多い。北海道をはじめとした寒冷地では、春に植え付け、秋に収穫する年1作が普通であるが、西南暖地では春秋の2回の栽培が可能である。日本における馬鈴薯の用途は、青果用が約20%、加工食品用が約20%、澱粉原料用が約40%となっている。このように馬鈴薯には多様な用途があり、利用目的に応じた育種が行われている。青果用では外観と調理特性が、加工食品用では加工時の歩留まりと製品の色調や乾物率、澱粉原料用では澱粉収量と澱粉特性が重視される。

## 2. カラフルポテトの開発

### (1) カラフルポテト3兄弟

普通栽培品種の馬鈴薯の肉色は、白や淡い黄色をしているが、馬鈴薯の原産地である南米アンデス地帯には、アントシアニンによって赤～紫色、カロチノイドによって濃黄色に着色した近縁栽培種が存在する。これらは普通栽培種の祖先や同一起源の近縁種で、4倍体のソラニウム・チューペロサム ssp. アンティゲナLや2倍体のソラニウム・フレハJuz.Et Bukなどがある。このような近縁種は普通栽培種と直接もしくは倍数体操作により交雑可能である。これらを遺伝資源として育成された色とりどりの馬鈴薯品種であるカラフルポテト3兄弟についてまず紹介する。

ソラニウム・チューペロサム ssp. アンティゲナに由来する赤肉及び紫肉の亜種間交雑系統と「根室紫」に由来する紫肉の「島系284号」を1990年に交雑し、この交雑後代から赤肉品種「インカレッド」および紫肉品種「インカパープル」が育成された（図1）。「インカレッド」には、ペラニンを主成分とする赤色のアントシアニン色素が、「インカパープル」には、ペタニンを主成分とする紫色のアントシアニン色素が、生いも1g当たり約2mgそれぞれ含有する。また、2倍体のソラニウム・フレハJuz.Et Bukに由来する

種間雑種系統を母体として1988年に交配し、この交雑後代から濃黄肉色で独特の風味を有する2倍体の「インカのめざめ」が育成された。「インカのめざめ」の濃黄肉色はカロチノイド系色素であるカロチノイドの一種であるゼアキサンチンに由来する。ゼアキサンチンはハウレンソウやブロッコリーの有効成分ルテインの近縁となる成分である。「インカのめざめ」には、ナッツフレーバーと呼ばれる独特の風味を有する。「インカのめざめ」を2～4℃の低温で貯蔵すると、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。

## (2) 次世代のカラフルポテト

「インカレッド」及び「インカパープル」は新規性において際だっているが、栽培が難しく低収量であるなど生産性の面で劣っていた。また、アントシアニンの色素含量も低く工業的に利用するには問題点があった。そこで、1994年以降、実用性に優れたアントシアニン系馬鈴薯の品種改良が続けられた。その結果、2003年にシスト線虫抵抗性や多収性を付与し、いも間の肉色のばらつきが少ない紫肉品種「キタムラサキ」が育成された。また、赤肉系統「北海91号」は、「インカレッド」の栽培・利用上の実用性を改良した系

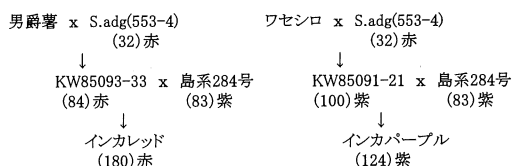


図1 インカパープルおよびインカレッドの系譜と色素含量  
S.adg: *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*  
( ): 色素量 (mg/100g生いも)、1999年+勝産

統として育成された。さらに、紫肉系統「北海92号」は、有色甘藷の「山川紫」並みの色素含量を有する系統として育成された。「インカのめざめ」と同様な方向性を持った系統として、皮が赤色で目のまわりだけ黄色のパンダのような「北海93号」などソラニウム・フレハ由来の2倍体シリーズを育成中である(表1)。

## 3. カラフルポテトの調理加工適性

### (1) 調理適性

赤・紫色および濃黄色の馬鈴薯を料理に使用すると、人工着色料によらない天然色素による多様な彩りを料理に加えることが期待できる。そこで、食材の色が料理にあらわれる煮物類、ポテトサラダやスープ、フライ類、モンブランケーキやアイスクリームなどの試作を行った。水煮や蒸しにより加熱するとアントシアニン系の赤～紫色は色調がくすみ退色することが観察された。放冷すれば色調が戻

表1 次世代のカラフルポテトの特徴

| 系統名 | 赤肉の「北海91号」                                           | 濃紫肉の「北海92号」                                          | パンダ模様の「北海93号」                                                     |
|-----|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 特徴  | 地上部は直立<br>熟期は中早生<br>内部異常が少ない<br>規格歩留りが高い<br>シスト線虫抵抗性 | アントシアニン(ペタニン)<br>含量が多い<br>濃紫色の加工原料<br><br>シスト線虫抵抗性なし | インカのめざめ(2倍体)<br>の改良型<br>独特の風味と良食味<br><br>いもの休眠期間が短い<br>シスト線虫抵抗性なし |

るため、冷めた状態で利用する料理では利用可能であるが、温かい状態で食する料理では不向きであることがいえる。一方、油を用いたフライ料理では、品温にかかわらず色鮮やかな調理品を得ることができる。また、色調は酸度や金属イオンの影響を受けやすいため、生いもの色調をそのまま調理品に活かすことが難しい。その一方で、カロチノイド系の黄色は、どのような調理法でも色調が安定しており、色彩に優れる調理品が得られる。

## (2) 加工製品

赤・紫色のアントシアニン系馬鈴薯を用い

たポテトチップやスナック菓子がすでに販売されており、商品として定着しつつある。また、赤・紫色および濃黄色の馬鈴薯を用いたサラダ、チルドパックなども試作され、実用化の目前まで来ている。さらに、有色甘藷ではすでに実用化されているパウダーや色素製剤についても試作が行われている。

## 4. アントシアニン色素の機能性

アントシアニン色素は、植物体にのみ含まれる色素で、アグリコン（アントシアニン）、糖、有機酸の結合した構造を持ち、近

表2 馬鈴薯アントシアニン色素抽出物の肝機能指標酵素活性値に対する影響

| 実験群           | GOT                    | GPT                    | ALP                   | LDH                      |
|---------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------|
|               |                        | (IU/L)                 |                       |                          |
| 対照群           | 147±10 <sup>b</sup>    | 43±4 <sup>b</sup>      | 1295±97 <sup>b</sup>  | 2609±610 <sup>b</sup>    |
| 紫色群           | 158±57 <sup>b</sup>    | 42±7 <sup>b</sup>      | 804±94 <sup>d</sup>   | 3784±2555 <sup>b</sup>   |
| (-GalN) 赤色群   | 141±28 <sup>b</sup>    | 41±11 <sup>b</sup>     | 822±68 <sup>d</sup>   | 2690±305 <sup>b</sup>    |
| G-対照群         | 8533±3232 <sup>a</sup> | 6752±2217 <sup>a</sup> | 1470±114 <sup>a</sup> | 22108±13301 <sup>a</sup> |
| G-紫色群         | 471±253 <sup>b</sup>   | 220±145 <sup>b</sup>   | 989±174 <sup>c</sup>  | 2868±529 <sup>b</sup>    |
| (+GalN) G-赤色群 | 1577±515 <sup>b</sup>  | 983±434 <sup>b</sup>   | 1209±121 <sup>b</sup> | 4850±1689 <sup>b</sup>   |

注) 異符号間に有意差あり (p<0.05)、-GalNはガラクトサミン非投与、+GalNはガラクトサミン投与

表3 蒸したアントシアニン系馬鈴薯塊茎の投与による胃癌発生抑制率

| 試料      | 腫瘍数/マウス | 腫瘍重量(g)/マウス | 抑制率(%) * |
|---------|---------|-------------|----------|
| 男爵薯     | 4.9±1.1 | 0.13±0.04   | -        |
| インカレッド  | 3.3±1.1 | 0.07±0.03   | 46.2     |
| インカパープル | 4.1±0.9 | 0.08±0.02   | 38.5     |

$$*抑制率 = 1 - \frac{\text{アントシアニン系馬鈴薯を投与した腫瘍重量(g)}}{\text{男爵薯を投与した腫瘍重量(g)}} \times 100$$

年になって抗酸化性などの機能性を有することで注目されるようになった。酸化ストレスの結果生じる活性酸素をはじめとするフリーラジカルは、生体障害の原因の1つであり、老化やがん、動脈硬化などの疾病を引き起こすと考えられているため、アントシアニンはこのような疾病の予防効果が期待される。馬鈴薯アントシアニンには一般のアントシアニンと同様に脂質の過酸化反応を抑制する抗酸化能などの機能性が認められているが、最近の研究でそれ以外の機能性も明らかになったのでここに紹介する。

まず、アントシアニン系馬鈴薯のアントシアニン色素含有抽出物に、投与による肝障害抑制効果が認められた。すなわち、一方のラットに肝障害を引き起こすガラクトサミンを含んだ試料を与え、もう一方のラットにはガラクトサミン飼料の他に色素含有抽出物を与えて飼育後、採血してみると、色素含有抽出物を与えたラットの肝機能指標酵素活性値(GOT、GPT、ALP、LDH)は、与えないものと比べ上昇が抑えられた(表2)

また、発ガン物質を投与したマウスに「インカレッド」、「インカパープル」の蒸しイモを5ヶ月間餌として与え、マウス1個体当

たりの胃の中にできた腫瘍の発生数と腫瘍重量を検討した。比較対照として「男爵薯」を用いた。表3に示すように、「男爵薯」と比較して「インカレッド」で46.2%、「インカパープル」で38.5%の胃癌腫瘍重量の抑制が見られ、腫瘍数も抑えられていた。この結果から、調理したアントシアニン系馬鈴薯を食べることで胃癌の予防につながることを示唆している。

さらに、馬鈴薯のアントシアニンには、一般のアントシアニンには見いだされていない抗インフルエンザウイルス活性を有することが認められた。具体的には、精製したアントシアニン色素のインフルエンザAおよびインフルエンザBウイルスに対する50%ブランク(溶血斑)減少率を調査し、低い色素濃度でブランクが減少するほど抗ウイルス性は高いと判断する方法で抗インフルエンザウイルス活性を求めた。その結果、図2に示すように「インカレッド」の精製アントシアニンIC<sub>50</sub>(50%阻害率) pH7.2でインフルエンザAウイルスが48 μg/ml、インフルエンザBウイルスが54 μg/mlとなり、同様に「インカパープル」では、インフルエンザAウイルスが50 μg/ml、インフルエンザBウイルスが48 μg/mlとなり、両色素とも高い抗インフルエンザウイルス活性を示した。このように馬鈴薯アントシアニンは、インフルエンザウイルス防御を目的とした分野に利用できる可能性がある。

## 5. 謝 辞

本研究の一部は生研センターの生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業予算による。

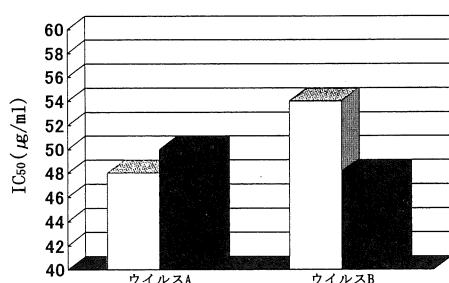


図2 インフルエンザウイルスに対する50%ブランク減少率を示す精製アントシアニンの濃度  
白は赤系色素、黒は紫系色素