

3 低温糊化性澱粉の迅速判別法および 後継品種の開発状況

農研機構 九州沖縄農業研究センター
サツマイモ育種グループ 上級研究員

こばやし
小林

あきら
晃

3.1 はじめに

九州沖縄農業研究センターでは糖化原料用だけでなく、和菓子や練り製品などの食品原料にも用いることができ、その食品の高品質化を可能にする、従来のサツマイモ澱粉にはない優れた特性を有する澱粉原料用品種の育成に取り組んできた。その結果、2010年に通常のサツマイモ澱粉より20℃程度低い温度で糊化する低温糊化性澱粉を含む澱粉原料用品種「こなみずき」を育成した¹⁾。低温糊化性は他作物における類似のアミロペクチン変異体の生化学的研究^{2,3)}およびジャガイモやサツマイモでの遺伝子組換え手法を用いた研究^{4,5,6)}により、可溶性澱粉合成酵素Ⅱの欠損が原因で生じ、低温糊化性には単一の劣性遺伝子 (*spt*) が関与している可能性が高いものと推察されている⁷⁾。低温糊化性澱粉を含むサツマイモ新品種を育成するためには、当然のことではあるが、育種選抜試験に供試した個体に含まれている澱粉が低温糊化性か否かを評価しなければならない。これまでは、塊根より澱粉を抽出し、その澱粉の糊化特性をラピッドビスコアライザー (RVA) により分析することで、低温糊化性に関する評価を行ってきた。しかしながら、分析には多くの時間と労力を要するため、評価の簡便化が課題であった。

一方、澱粉製造事業者が「こなみずき」の塊根から低温糊化性澱粉を製造する際には「シロユタカ」等が有する通常澱粉の混入を防がなければならない。そのため、原料となるイモを生産する際には、「こなみずき」に異品種が混ざることが無いよう、種イモや苗の管理を徹底し、圃場での栽培にも細心の注意を払わなければならない。さらに、工場での原料イモ受け入れ時に異品種の混入がないことを確認できれば良いが、「こなみずき」と通常澱粉品種の塊根を外観で区別することは困難である。そこで、異品種の混入を簡易かつ迅速に確認できる手法の開発が求められていた。

3.2 低温糊化性澱粉の迅速判別法の開発

澱粉粒は水の存在下で加熱すると徐々に膨潤を始め、透明度が増し糊化するという特徴を有する。これは粒子中に浸透した水分子が高温で不安定になった澱粉分子の水素結合を破壊するためと考えられているが、アルカリ溶液、液体アンモニア、ロダン酸ナトリウム、ジメチルスルホキシドなどの水素結合を破壊する媒体中では、室温でも澱粉粒は糊化する⁸⁾。そこで、本研究では糊化開始温度が異なるサツマイモ澱粉のアルカリ崩壊性を調べるとともに、その特性を利用した低温糊化性澱粉の迅速判別

法の開発を行った⁹⁾。澱粉の糊化開始温度と水酸化カリウム (KOH) 溶液による澱粉の崩壊性との関係を調べたところ、サツマイモ澱粉の KOH 溶液中での溶解性と糊化開始温度の間には相関があり、1.25 % KOH 溶液中で 25℃ 下 1 時間澱粉を浸漬すると、糊化開始温度が 60℃ 以下の低温糊化性型澱粉は透明に溶解し、60～70℃ の中間型澱粉は糊化開始温度に応じた膨潤・溶解程度を示し、70℃ 以上の通常型澱粉では変化は認められないことがわかった (図 1)。

1.25 % KOH 溶液中での澱粉の崩壊程度を観察すれば、澱粉のタイプを推定できることが示唆されたため、アルカリ崩壊性と顕微鏡観察を組み合わせた低温糊化性澱粉の判別法を検討した。低温糊化性型澱粉、中間型澱粉、通常型澱粉に、1.25 % KOH 溶液を滴下し 3 分後に顕微鏡観察したところ、低温糊化性型では溶解した澱粉、中間型では膨潤した澱粉粒と生の澱粉、通常型

では生の澱粉のみが観察された (図 2)。

よって、本手法により澱粉のタイプを迅速かつ容易に判別できることが明らかとなった。そこで、微量の澱粉でも判別可能であるという本手法のメリットを生かした、低温糊化性型澱粉を含むサツマイモの迅速判別法を確立した (図 3)。

サツマイモ塊根を切断し、切断面をスライドグラスにこすりつけると微量ではあるが澱粉が付着する。この澱粉に 1.25 % KOH 溶液を滴下すると、抽出した澱粉を用いた時と同様の結果が得られた。また、滴下後すぐに顕微鏡観察しても澱粉のタイプを判別することができた。サツマイモ塊根を使ったアルカリ溶解検鏡法は分析サンプルの調製が容易であり、さらに分析に要する時間も従来の RVA 分析と比べると 1/10 以下に短縮されるため、低温糊化性澱粉を含む個体を簡単に判別することができる (図 4)。今では、低温糊化性澱粉製造事業者が、原料受け入れ時に従来の通常

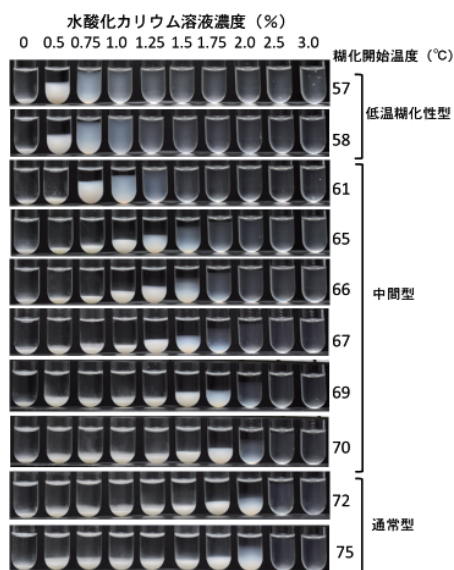


図 1 水酸化カリウムの希釈溶液に対するサツマイモ澱粉の溶解性

糊化開始温度が異なる 10 種の澱粉を 0～3 % KOH 溶液に懸濁した後、25℃ 下で 1 時間静置した。

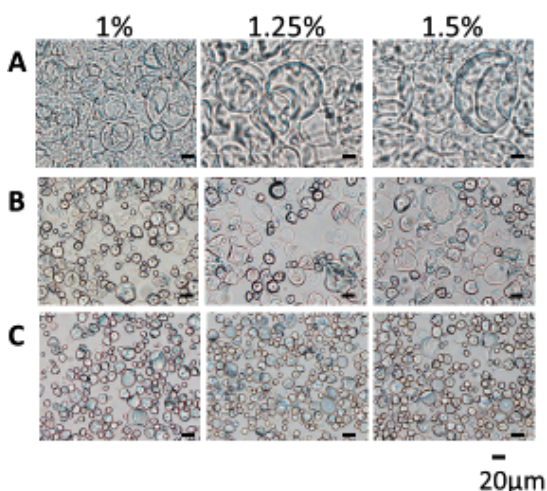


図 2 アルカリ溶解した澱粉粒の光学顕微鏡観察

低温糊化性型 (A)、中間型 (B)、通常型 (C) の澱粉に、1 %、1.25 %、1.5 % KOH 溶液を滴下し、3 分後に光学顕微鏡で澱粉の形態を観察した。

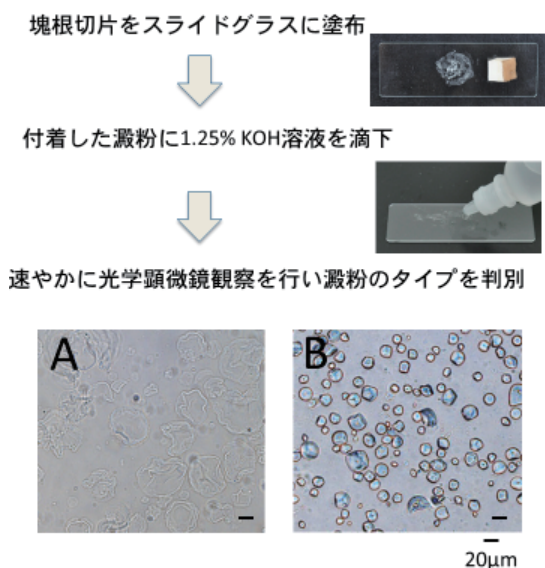


図3 低温糊化性澱粉を含むサツマイモの迅速判別法
低温糊化性型澱粉を有する「こなみずき」(A)、通常型澱粉を有する「シロユタカ」(B)の塊根切片を試験に供試した。

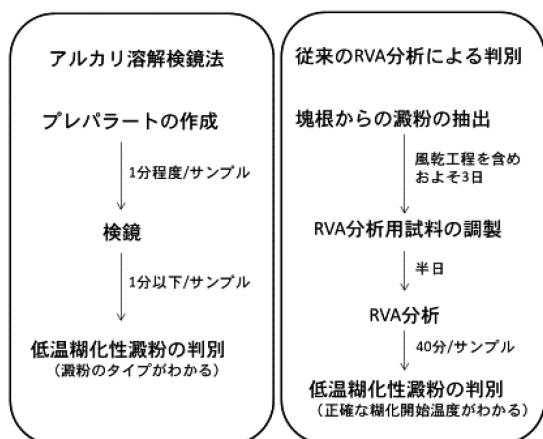


図4 アルカリ溶解検鏡法と従来法の作業工程の比較

澱粉用品種が混入していないこと確認するため、本手法を取り入れた検査を行っている。また、品種開発における、低温糊化性の形質に関する選抜も本法で行っており、育種選抜の効率化が図られた。

3.3 低温糊化性澱粉品種の開発の現状

「こなみずき」は耐老化性に優れる澱粉

を有しているため、サツマイモ澱粉の需要拡大や新たな用途拡大への貢献が期待されている。しかしながら、イモの収量が通常澱粉の主力品種である「シロユタカ」よりも劣り、さらに澱粉の製造過程において、通常澱粉の製造がすべて終わり工場の製造ラインを洗浄してからでないと、「こなみずき」澱粉の製造に取りかけられない、といった制約があり、それが澱粉の製造コストを増大させ、通常澱粉と比べて価格の割高感へとつながっている。また、食品の色彩と嗜好性には関連があり、灰色は食欲を減退させる色彩とされているが¹⁰⁾、ジャガイモ澱粉や通常のサツマイモ澱粉と比べて白度が劣り、灰白色をしている「こなみずき」澱粉の色調は、食品素材としては望ましくない。そこで、「こなみずき」育成以降、収量と澱粉白度の向上を育種目標として品種開発を行ってきた。しかし近年の研究から、澱粉の物理化学特性は育成系統により若干異なり、低温糊化澱粉は同程度の低温糊化性を示しても、澱粉構造の微細な相違により、RVA粘度特性や糊液の透明度、老化性、貯蔵弾性率 (G')、付着性に差があること、さらに、それらが食品利用特性に顕著な違いとして表れてくることが明らかとなった¹¹⁾。そのため、「こなみずき」の後継品種は単に低温糊化性澱粉を有しているだけでは不十分であり、実需の求める食品利用特性を有していなければならない、との結論に至った。そこで、現在は、収量性と白度に加え、新たに「こなみずき」澱粉と同じ食品利用特性を有するといった形質を育種目標に加え、新品種の開発に取り組んでいる。また、通常澱粉用品種との混入防止のため、イモの皮色、葉形など、

従来の品種と外観形質が異なり識別性が高いといった視点からも品種選抜を行っている。基本的に収量さえ高ければ良いとされていた従来のサツマイモ澱粉用品種の育種と異なり、品質が重視される低温糊化性澱粉用品種の育種では、農業形質だけでなく、澱粉の物理化学特性や食品利用特性など、品質面の評価は必須となっている。鹿児島県や鹿児島大学、実需者と協力して「こなみずき」に続く第二の低温糊化性澱粉品種の育成を進めている。

引用文献

- 1) 片山健二・境 哲文・甲斐由美・中澤芳則・吉永 優 (2012) 九州沖縄農研報告 58 : 15-36.
- 2) Craig, J., J.R.Lloyd, K.Tomlinson, L.Barber, A.Edwards, T.L.Wang, C.Martin, C.L.Hedley and A.M.Smith (1998) Plant Cell 10 : 413-426.
- 3) Umemoto, T., N.Aoki, H.Lin, Y.Nakamura, N.Inouchi, Y.Sato, M.Yano, H.Hirabayashi and S.Maruyama (2004) Func. Plant Biol. 31 : 671-684.
- 4) Edwards, A., D.C.Fulton, C.M.Hylton, S.A.Jobling, M.Gidley, U.Roessner, C.Martin and A.M.Smith (1999) Plant J. 17 : 251-261.
- 5) Lloyd, J.R., V.Landschutze and J.Kossmann (1999) Biochem. J. 338 : 515-521.
- 6) Takahata, Y., M.Tanaka, M.Otani, K.Katayama, K.Kitahara, O.Nakayachi, H.Nakayama and M.Yoshinaga (2010) Plant Cell Rep. 29 : 535-543.
- 7) Katayama, K., Tamiya, S., Sakai, T., Kai, Y., Ohara-Takada, A., Kuranouchi, T., and Yoshinaga, M. (2015) Breeding Science 65 (4) : 352-356.
- 8) 檜作進 (1997) “澱粉科学ハンドブック” 二國二郎監修, 朝倉書店, 東京. 35-36.
- 9) 小林晃, 片山健二, 境哲文, 甲斐由美, 高畑康浩, 吉永優. (2012) 育種学研究, 16 : 37-41.
- 10) 中川裕子, 仲尾玲子. (2010) 山梨学院短期大学研究紀要, 30 : 1-6.
- 11) 時村金愛, 有村恭平, 北原兼文, 小林晃. (2017) 第66回応用糖質科学シンポジウム講演要旨集, 38