

国内で育成されたサツマイモのでん粉特性

鹿児島大学農学部
生物資源化学科 教授

北原 兼文

1. はじめに

現在のサツマイモの作付面積からみると、青果用の「ベニアズマ」と「高系14号」、焼酎用の「コガネセンガン」、でん粉用の「シロユタカ」の4品種で全体の7割以上を占めており、国内主要品種となっている。言うまでもなくサツマイモ塊根の重要成分はでん粉であり、このような主要品種のでん粉特性についてはよく調べられているが、概して類似した性質である。このほかにもサツマイモ品種は、初期の育成品種に加え、国の農林認定64品種や更なる育成品種があり、これらは収量性や病虫害抵抗性、用途別適性などの選抜を受けて数多く育成されてきた。例えば、でん粉原料用品種として収量性やでん粉含量に優れた「コナホマレ」や「ダイチノユメ」、「こなみずき」などが育成されており、でん粉の用途拡大のためにはその特性を把握することが重要である。

本稿では、比較的新しいサツマイモ品種のでん粉の一般特性について述べ、食品用でん粉として期待されている「こなみずき」でん粉の微細分子構造について解説する。

2. サツマイモでん粉の一般特性

一般に、市販でん粉の特性は、穀類のトウモロコシでん粉と根菜類のジャガイモで

ん粉の特性を両端にして、概してサツマイモでん粉は中間的な性質を持つと言われている。従来のサツマイモでん粉は、品種間で比較的類似したでん粉特性を持つと思われていたが、1996年に低アミロースでん粉や1999年に中度の低温糊化性でん粉、2002年に低温糊化性でん粉を有する「クイックスイート」が報告されて以来、でん粉の特性に着目した育種が展開した。その結果、日本の独創的な成果として、現在では低温糊化性でん粉を有する原料用品種「こなみずき」の開発に至っている。

表1には10品種の塊根の用途または特性と、でん粉の一般特性値をまとめた。今回用いたサツマイモ品種は、でん粉の多様性をみるため塊根特性に特徴のあるものを選んだ。ラピッドビスコアライザー(RVA)による粘度上昇温度から大きく2つのグループに分けられた。すなわち、粘度上昇温度を76℃近傍に持ついわゆる従来の一般サツマイモでん粉と、58℃近傍に持つ低温糊化性でん粉である。同様な分類は示差走査熱量計(DSC)によっても認められるが、本機器の方が感度は高く、一般でん粉の糊化ピーク温度には70.1~74.2℃、低温糊化性でん粉には50.1~54.2℃の相違があった。また、低温糊化性でん粉は糊化熱が小さいことから、低温で糊化が始まり、かつ糊化

表1 サツマイモでん粉の一般特性値

用途・特徴など	RVA粘度 上昇温度 (℃)	DSC糊化 ピーク温度 (℃)	DSC 糊化熱 (J/g)	アミロース 含量 (%)	結合 リン酸基 ($\mu\text{mol/g}$)	メジアン 粒径 (μm)	結晶型
コナホマレ (多収・高でん粉)	75.6	74.2	15.2	20.4	6.43	13.6	Ca
ダイチノユメ (多収・高でん粉)	74.7	70.1	15.1	19.3	3.51	14.8	Ca
オキコガネ (低でん粉・低甘味)	74.9	73.2	14.8	20.7	5.59	14.1	Ca
こなみずき (低でん粉・低温糊化性でん粉)	58.4	52.2	13.1	19.9	1.27	17.6	B
九州154号 (多収・高でん粉)	76.2	72.3	15.3	19.3	6.43	15.3	Ca
九州155号 (多収・高でん粉)	75.8	73.4	15.2	20.2	7.53	15.5	Ca
九系03290-300 (多収・低でん粉・低温糊化性でん粉)	58.8	54.2	13.6	19.8	1.13	18.6	B
コガネセンガン (焼酎用)	76.2	71.7	16.1	18.6	5.63	13.0	Ca
高系14号 (青果用)	75.6	71.9	14.9	19.3	4.61	12.8	Ca
クイックスイート (青果用・低温糊化性でん粉)	58.8	50.1	12.9	20.0	1.17	14.3	B

そのものに要するエネルギーも小さい省エネ糊化でん粉といえる。表にはないが、青果用品種として栽培が拡大しつつある「べにはるか」は、DSC糊化ピーク温度が66℃であり中度の低温糊化性を示す。「べにはるか」は中度低温糊化性でん粉を持つと同時に β -アミラーゼ活性が高いことにより高甘味を発現するものと思われる。アミロース含量は18.6～20.7%の範囲で類似した値であった。一方、低温糊化性でん粉は、でん粉のグルコース残基の水酸基に結合するリン酸含量が低い、粒径が大きい、結晶型が六方晶系のB型となっていることが特徴である。

3. 低温糊化性でん粉の微細分子構造

でん粉を構成するアミロースとアミロペクチンの量と質は、一義的にでん粉の性質に影響する。ここでは、一般のサツマイモでん粉の「コナホマレ」と低温糊化性でん粉の「こなみずき」のアミロペクチン構造の相違について述べる。

図1は、アミロペクチンの分岐結合をイ

ソアミラーゼにより加水分解後、ゲルろ過クロマトグラフィーで単位鎖分布を調べたものである。このカラム(Superose 6 10/300 GL-Superdex Peptide 10/300 GL二連結カラム)では、直鎖アミロース標準試料(非売品)と市販のプルラン標準試料(Shodex社製)の溶出挙動が良く一致することを確認したので(この確認は、用いるゲルろ過剤の極性によって両者の溶出挙動が異なる場合があるので必要である)、示差屈折計の出力として得られる重量ベースの単位鎖分布図を較正曲線に基づく重合度で割ることによって数(モル)ベースの単位鎖分布を算出した。アミロペクチンを構成する単位鎖の数に基づいているので、より定量的かつ具体的に構造を評価できる。一般に、アミロペクチン分子はクラスター構造(房状構造)をしており、単位鎖が密に集まった領域が房状に複数個つながっているとされている。図1に示すようにアミロペクチンの単位鎖分布には周期性が認められ、クラスター構造の根拠である。一つの房を構成する単位鎖には、側鎖が付いて

いない最外部に位置する鎖と、別の側鎖が付いている内部に位置する鎖に分けられ、それぞれA鎖とB鎖と呼ばれている。また、B鎖は一つの房内に位置するものは B_1 鎖、複数の房にまたがるB鎖は貫通する房の数によって B_2 、 B_3 鎖…と分類されている。

前置きが長くなったが、「こなみずき」アミロペクチンはA鎖が多く、その中でも重合度6－10の短い単位鎖が2倍以上も存在することが特徴である。 B_2 鎖と B_3 鎖の数は両アミロペクチンで同程度であるので、房の付き具合は類似しているものと推測される。重合度6－10の短い単位鎖は二重らせん構造を作れないためでん粉粒の結晶構造に関与しておらず、分子のイメージとしては房部分にうぶ毛のような短い単位鎖がたくさん付いていると想像される。「こなみずき」でん粉の短い単位鎖は、でん粉粒としては不安定要素となり糊化しやすく、一方、糊化後に水和した短い単位鎖は結晶化しにくく保水性が高いので耐老化性

を持つと思われる。このような特徴はⅡ型でん粉合成酵素の欠失に起因することが示唆されている。

更なる特徴は、「こなみずき」アミロペクチンの溶出時間30～50分の高分子領域にある。この領域は一般的にはアミロース成分が溶出するところであり、「こなみずき」のアミロペクチンにはアミロース様の長い超長鎖が多いことがもう一つの特徴である。この超長鎖は分子間を架橋する役割を果たし、「こなみずき」でん粉が優れたゲル形成能を有する理由となるであろう。以上、「こなみずき」でん粉のアミロペクチンの構造特性を中心に記述したが、アミロース分子についても分析しており、一般でん粉に比べて分子量が大きく、分岐を持った直鎖状アミロース分子が多いことなどを見出している。

本稿では、大きく低温糊化でん粉と従来の一般でん粉とに分けて概説したが、それぞれのグループ内でもでん粉粒の形状や微

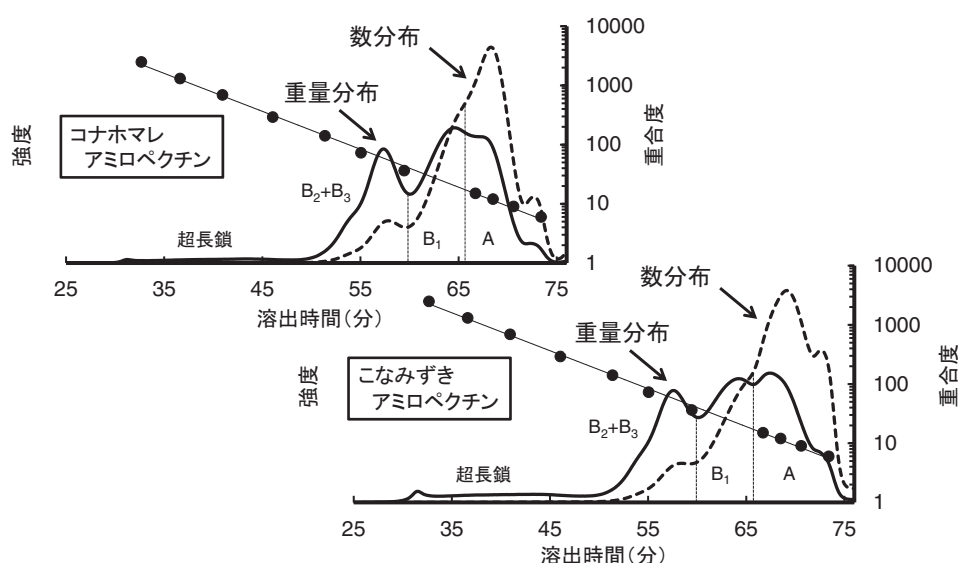


図1 アミロペクチンの構成単位鎖分布
(●: 重合度既知のブラン標準試料)

細分子構造において微少なながらも相違があり、その結果、でん粉の糊化特性や糊液の老化性、酵素消化性に相違があることを認めている。詳しくは参考文献を参照いただきたい。

4. おわりに

日本で人工交配によるサツマイモ育種が始まってから100年、この節目の年に鹿児島で第6回日中韓サツマイモワークショップが開催されたことは誠に喜ばしいことであった。このワークショップが永続的に開催され、サツマイモ研究が発展的に進歩することを願っている。

最後に、サツマイモでん粉に関する研究は、農研機構九州沖縄農業研究センター、農研機構作物研究所、鹿児島県農産物加工研究指導センター、でん粉製造企業等との共同研究により行ってきた。ここに謝意を表するとともに、今後も共同して有用なでん粉特性を有する原料用サツマイモを開発したいと考えている。

参考文献

- K. Kitahara et al., Journal of Applied Glycoscience, 61, 81-88 (2014).
時村金愛ら、応用糖質科学、4、234-240 (2014).