

サゴでん粉の特性と調理適性

愛国学園短期大学 副学長・教授 平尾 和子

【要約】

サゴでん粉は、南北緯10°以内の熱帯低湿地に広く自生するサゴヤシの樹幹に蓄積する。でん粉粒は楕円またはその一部が欠けたつりがね型で、平均粒径は約30 μ mとばれいしょでん粉に次いで大きく、白度は低い。サゴでん粉のアミロース含量はトウモロコシや小麦でん粉などの種実でん粉に近似するが、理化学的特性値やゲルの物性値は、ばれいしょでん粉や、一部はかんしょやクズ、ワラビなどの根茎でん粉にも近似したことから、これらのでん粉を使う食品に広く利用できると考え検討してきた。サゴでん粉は癖のない食味と、透明感があり軟らかくしなやかで付着性の少ないゲルを形成し、そのゲルは離水が少ないなどの利点を持つ。さらに、ゲル状の食品だけでなく膨化調理する食品にも利用でき、さまざまなでん粉食品に応用可能であった。

はじめに

サゴでん粉は、サゴヤシの樹幹に蓄積する珍しいでん粉である。サゴヤシ（本サゴ *Metroxylon sagu*、トゲサゴ *Metroxylon rumphii*）は赤道を中心にして南北緯10°以内に自生しており¹⁾、パプアニューギニア、インドネシア、マレーシア、タイ、フィリピンなどの東南アジアから南太平洋のマングローブ林に接する熱帯低湿地に広く分布している。サゴヤシ（図1）は植え付け後約12年で高さ約15~20m、幹の直径は約70~80cmに成長し開花する。開花までにでん粉蓄積量が最大となる²⁾が、その後開花・結実のためにでん粉が使用されると急速に消失する。

図1 サゴヤシ (*Metroxylon sagu*)



サゴヤシの特長は、第1に一樹当たり最大約200kg（乾物）のでん粉が生産され、単位面積当りのでん粉生産量が水稻やキャッサバに比べて約1.5～5.0倍であること、第2に他の生産物が生育できないような低湿地や酸性土壌でも、また河川からの天然養分だけでも生育できること、第3に一度吸^{きゅうし}枝を植えると地下茎が発達して新しい吸枝を出し続けるため、持続的農業が可能であることである。このため、サゴヤシおよびサゴでん粉は、今後懸念されている地球温暖化などの気候変動や熱帯林の無謀伐採による環境破壊、世界的人口増加や開発途上国における飢餓問題による食糧危機を乗り越えるための貴重な食料資源の一つとして期待され、21世紀の環境保全型植物資源として注目されている³⁾。

ここでは、これまでの研究から、サゴでん粉の特性と調理・加工適性について述べる。

なお、サゴでん粉の理化学的性質および調理適性についての実験は、マレーシア連邦サラワク州産（島

田化学工業(株)のサゴでん粉をさらして乾燥したものをを用いた。

1. サゴでん粉の特性

(1) サゴでん粉の形状と色

サゴでん粉のでん粉粒は楕円またはその一部が欠けたつりがね型が特徴で（図2）、粒径は5～55 μ m（平均粒径30 μ m）と大きく、根茎でん粉であるばれいしょや片栗のでん粉に近い。でん粉抽出の際、伐採されたサゴヤシの幹が長期間水中に貯留される場合があり、微生物の繁殖、酵素反応などにより多くのでん粉粒は損傷⁴⁾あるいは着色している⁵⁾。酸化マグネシウム板の白度を100とした場合、トウモロコシでん粉は100.0、ばれいしょでん粉は95.3であるが、サゴでん粉は80.1と白度が低い⁶⁾。最近では近代的なでん粉精製工場が増え、サゴでん粉の白度は83以上に高まり、衛生面の改善も行われている。

図2 サゴでん粉粒の走査型電子顕微鏡写真（SEM、 $\times 200$ ）（貝沼圭二氏撮影）



(2) アミロース含量およびアミロペクチンの鎖長分布

電流滴定法によりアミロース含量を求めると、これまで26～27%^{7) 8)}であったが、現在使用しているサゴでん粉は24.5%、トウモロコシでん粉は24.5%、小麦でん粉は24.6%、ばれいしょでん粉は

19.7%であり、トウモロコシや小麦、緑豆などの種実でん粉に近い値を示した⁶⁾。また、ゲル濾過法により求めたアミロペクチンの鎖長分布（表1）では、鎖長区分であるFr.Ⅱおよび物性との相関が高いFr.Ⅲ／Fr.Ⅱの値が共にかんしょでん粉と緑豆でん粉の中間の値を示し、タピオカでん粉に近似している⁸⁾。

表1 アミロース含量およびアミロペクチンの鎖長分布

	アミロース含量			アミロペクチンの鎖長分布		
	電流滴定法 (%)	Fr. I (%)	Fr. II (%)	Fr. III (%)	Fr. III/Fr. II	Fr. II/Fr. I
でん粉						
緑豆	32.2	30.8	19.8	49.4	2.5	0.64
サゴ	27.3	25.9	21.8	52.3	2.4	0.84
かんしょ	21.4	19.1	26.5	54.4	2.1	1.39

(3) 膨潤力・溶解度

でん粉粒を多量の水で加熱する際に、乾燥でん粉1gが吸収する水量を「膨潤力」、熱水中に溶解するでん粉質量を「溶解度」として示す。ばれいしょでん粉は90℃における膨潤力が100、溶解度100%と高いのに対し、トウモロコシおよび緑豆のでん粉は膨潤力22、溶解度は26%とほぼ同値で低く、サゴでん粉は膨潤力が40、溶解度が53%とばれいしょでん粉とトウモロコシでん粉のほぼ中間の値を示した⁴⁾。

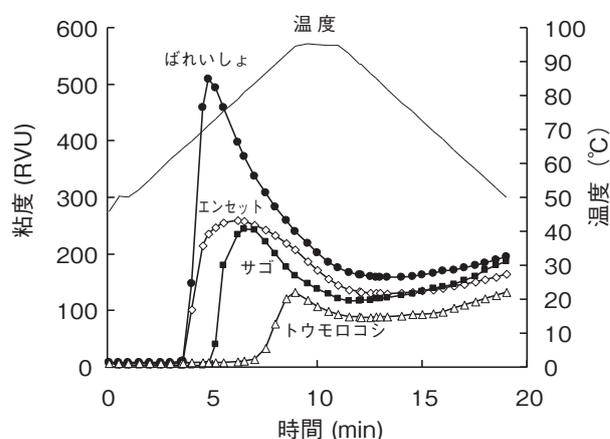
(4) でん粉の糊化・老化特性

ア. ラピッドビスコアライザー (RVA) による粘度変化

RVA (フォスジャパン製RVA-3D) を用いた各種でん粉の加熱・冷却による粘度変化を図3に示した。試料濃度は7.5%である。ばれいしょでん粉は粘度上昇加熱温度が62~63℃と低く、その後急激に粘度は上昇し最高粘度が高く示された後、粘度は著しく低下した。トウモロコシでん粉では粘度上昇加熱温度がばれいしょでん粉に比べて約10℃高く、最高粘度は低く、その後の粘度低下はわずかであり、熱安定性の高い糊が得られた。一方、サゴでん粉は粘度上昇加熱温度が71℃、最高粘度250BU、冷却25℃時の最終粘度170BUであり、ばれいしょでん粉とトウモロコシでん粉のほぼ中間の値を示した。また、サゴでん粉の粘度上昇開始温度は、クズ、ワラビ、米のでん粉に近く⁹⁾、最高粘度はタピオカ、かんしょ、エンセット¹⁰⁾ のでん粉に近似している。

エンセットでん粉はエンセットの葉鞘および球茎に蓄えられるものである¹¹⁾。

図3 各種でん粉のRVA曲線



イ. 透光度

フォトペーストグラフィー (平間理化製ART-3) により求めた透光度 (図4) は、でん粉が糊化する際の透明度の変化を示すが、一旦低下してから上昇する。この低下はでん粉粒が膨潤しはじめた温度と考えられ、ばれいしょは56℃、サゴは58℃、トウモロコシは64℃、緑豆は65℃であった⁴⁾。95℃におけるサゴでん粉の透光度はかんしょやエンセットのでん粉に近い^{10) 11)}。

でん粉粒が膨潤し始めると、でん粉粒の偏光十字は徐々に消失しはじめる (図5) が、フォトペーストグラムにおけるサゴでん粉の変曲点72℃の時には、ほぼ完全に全粒子が偏光を消失したことが観察された¹²⁾。

図4 各種でん粉のフォトペーストグラム

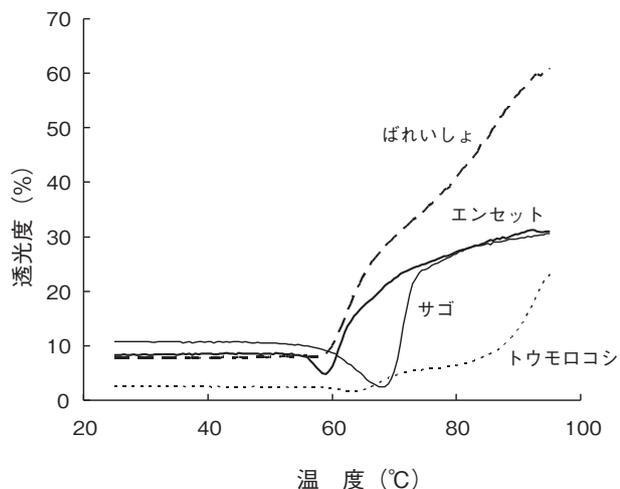
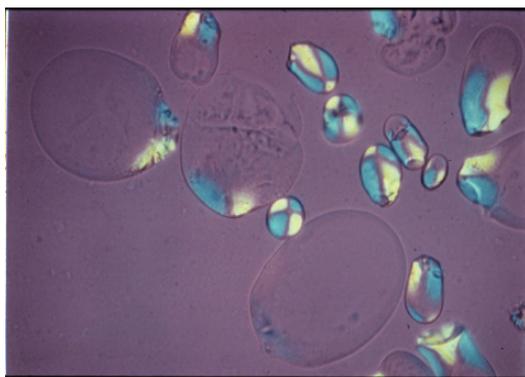


図5 加熱過程におけるサゴでん粉の偏光顕微鏡像 (65°C, ×100)



ウ. β -アミラーゼ・プルラーナーゼ法 (BAP法) による糊化度と熱分析 (DSC)

BAP法による糊化度の測定において、サゴでん粉は70°C付近で糊化度の急上昇が認められ、その後はトウモロコシや緑豆のでん粉に近似した緩慢な糊化過程を示した¹³⁾。

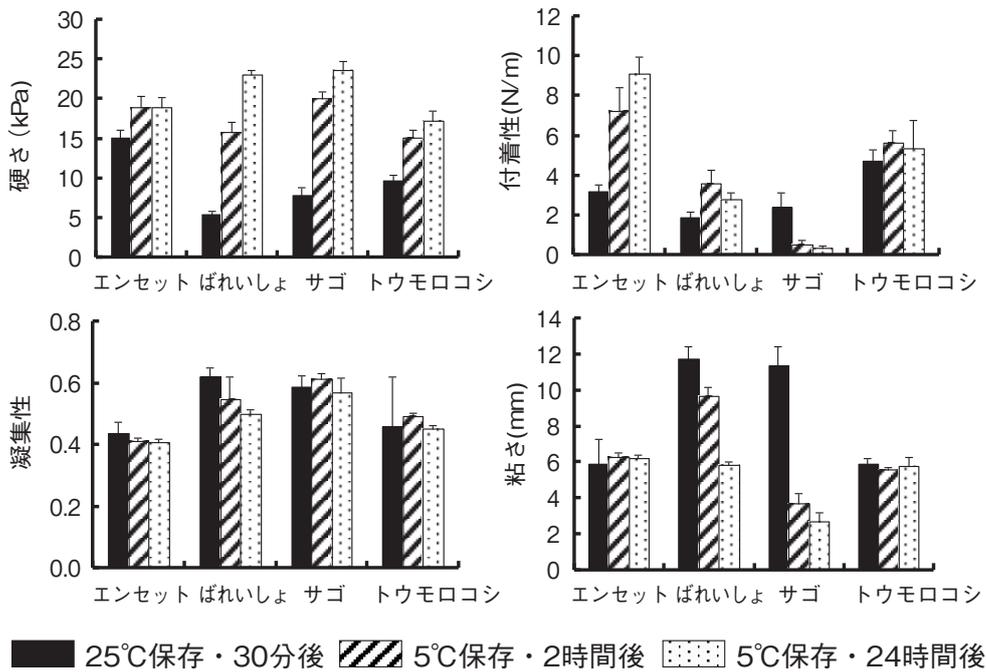
試料濃度30%の各種でん粉におけるDSCの結果より、サゴでん粉の糊化開始温度は60.4°Cとトウモロコシや米のでん粉に近く、糊化終了温度および吸熱エネルギー量はばれいしょ、クズおよびワラビのでん粉に近似した値であった⁶⁾。

エ. でん粉ゲルの物性

でん粉濃度7.5%でRVAにより調製した糊液を25°C 30分間 (調製直後)、5°C 2時間、5°Cで24時間保存した後室温に戻し、テンシプレッサー (タケトモ電機製TTP-50BX) を用いて硬さ、凝集性、付着性、粘さの測定を行った。

図6に示すように、調製直後のサゴでん粉ゲルの硬さは小さいが、5°Cで2時間冷却した硬さが大となった。粘さの値は逆の傾向を示し、調製直後は大きな値であったが、冷却により急激に減少した。付着性は5°Cで冷却することにより0に近く最も小さい値となり、粘さの減少と相関していると考えられた。一方、内部結合力の程度を示すといわれる凝集性は、調製直後から冷却24時間まで値が変化せず、いずれも大きな値を示した。サゴでん粉の凝集性は、米、タピオカ、かんしょ、クズ、ワラビのでん粉の値に近かった⁹⁾。動的粘弾性測定より試料内部の粘性要素の強いゲルであるという結果も得られた⁹⁾が、これは凝集性の大きさからもうことができた。サゴでん粉ゲルの物性は、ばれいしょでん粉の結果と近似したものであった。

図6 各種でん粉ゲルの物性



オ. でん粉ゲルの白度の変化と離水量

でん粉の老化の指標の一つに、白度の変化と離水量がある。図7に各種でん粉の白度の変化を示した。ばれいしょでん粉の白度は小さく調製直後より4時間まではほとんど変化せず、サゴでん粉はばれいしょでん粉に次いで透明で白度の変化が少ないでん

粉であった。一方トウモロコシでん粉は調製直後より白度が高く、調製後1時間までの変化が大きかった¹⁰⁾。でん粉濃度7.5%の糊液を調製直後から2時間後まで変化させたところ、タピオカ、ばれいしょ、米、かんしょ、ワラビのでん粉の変化に近かった⁹⁾。

図7 でん粉ゲルの冷蔵による白度の変化

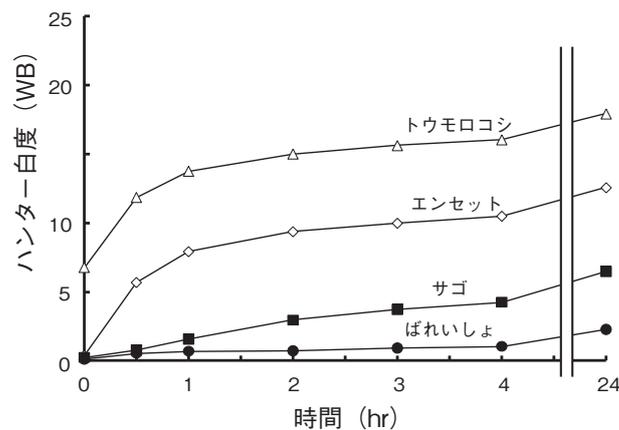
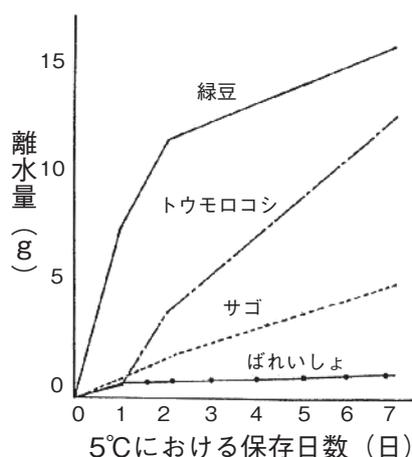


図8に示すように、アミロース含量の高い緑豆およびトウモロコシでん粉ゲルは離水量が多かった。

しかし、サゴでん粉ゲルはばれいしょでん粉ゲルに次いで離水しにくかった⁴⁾。

図8 各種でん粉の離水量



以上のように、サゴでん粉は透明感があり、軟らかく、しなやかで付着性がないゲルを形成し、そのゲルは離水が少ないなどの利点を持つ。

また、サゴでん粉のアミロース含量はトウモロコシでん粉などの種実でん粉に近似し、理化学的特性値、ゲルの物性値はばれいしょでん粉だけでなく、一部はかんしょやクス、ワラビ、タピオカなどの根茎でん粉にも近似したことから、これらのでん粉を使う食品に広く利用できると考えられる。

2. サゴでん粉の調理適性

サゴでん粉原産地におけるこれまでの利用法を表2に示した。地域によって同じ食品でも呼び方の違いが見られる¹⁴⁾。昔ながらの主食、保存食の利用法だけではなく、パンやさまざまな生菓子、焼き菓子も作られるようになり、サゴパールやサゴヌードル(図9)といった二次製品へも加工されることが多い¹⁵⁾。そこで、サゴでん粉の特性を用いて、次のような食品への利用法を検討した。

表2 原産地におけるサゴでん粉利用法

	名称	地域	調理法	利用の現状
サゴでん粉	レンペン	東インドネシア ハルマヘラ島西海岸	サゴでん粉懸濁液を土器製の型に流し入れて焼いたもの。長期保存できる。	○
	ポペダ	マルタ州のセラム島	生のサゴでん粉に同量の熱湯を注ぎ、手早くかき混ぜ、できた糊状のものをスープに落として、共に食べる。	○
	レンペン	スマトラリオウ州	水溶きしてココナツと塩少々で味付けした生サゴでん粉糊液を中華鍋で蒸焼きにする。	△
	クプルン		①ポペダと同様に糊状のものをスープに浮かせる。 ②スープに混ぜ込み、全体を糊状にする。	現在、主食は米が多い
サゴの二次加工品	サグ・ルندان		2mm程の粒状に乾燥したサゴのこと。茹でて、ココナツミルクに茶色のヤシ砂糖を加え、ひと煮立ちさせたところに入れて食べる。	◎
	サグン		日本のあられのようなもの。	
	サゴ・ヌードル		サゴでん粉の麺。	

図9 サゴでん粉麺（インドネシア）
ーソフン（左）とミーサグ(右)ー

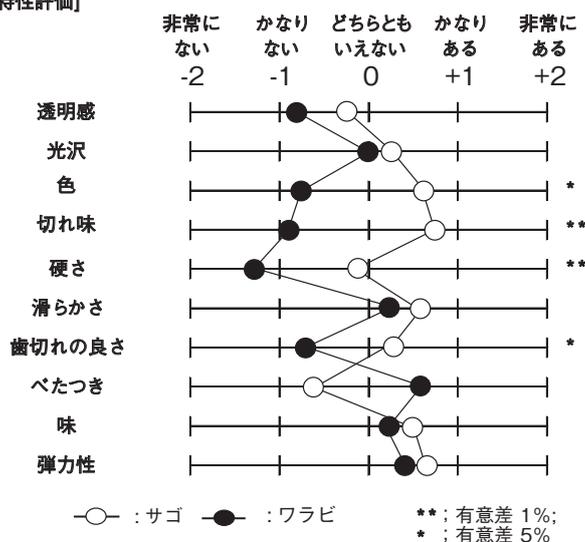


(1) わらび餅

わらび餅は透明で滑らかな舌触りやのど越しの良さを持つ和菓子である。本来はワラビでん粉を用いるが年間採取量が少なく、高値で取引されているため、現在はかんしょでん粉を主成分としたわらび粉が市販されている。そこで、サゴでん粉を用いて「サゴ餅」を調製したところ、わらび餅に比べて色、切れ味の良さ、硬さ、歯切れが良く好まれる傾向を示

した(図10)。透明度を必要とする調理ではかんしょでん粉よりむしろサゴでん粉が有効であり、特有のピンク色がきな粉と調和して見た目にも良い。サゴ餅は家庭で手軽に作れるが、高温で攪拌加熱を継続することがポイントで、これにより十分に糊化が進み、粘弾性があり食感が良く、老化しにくい製品が得られる^{14) 16)}。

図10 サゴでん粉を用いたわらび餅の官能評価
[特性評価]



(2) くず桜

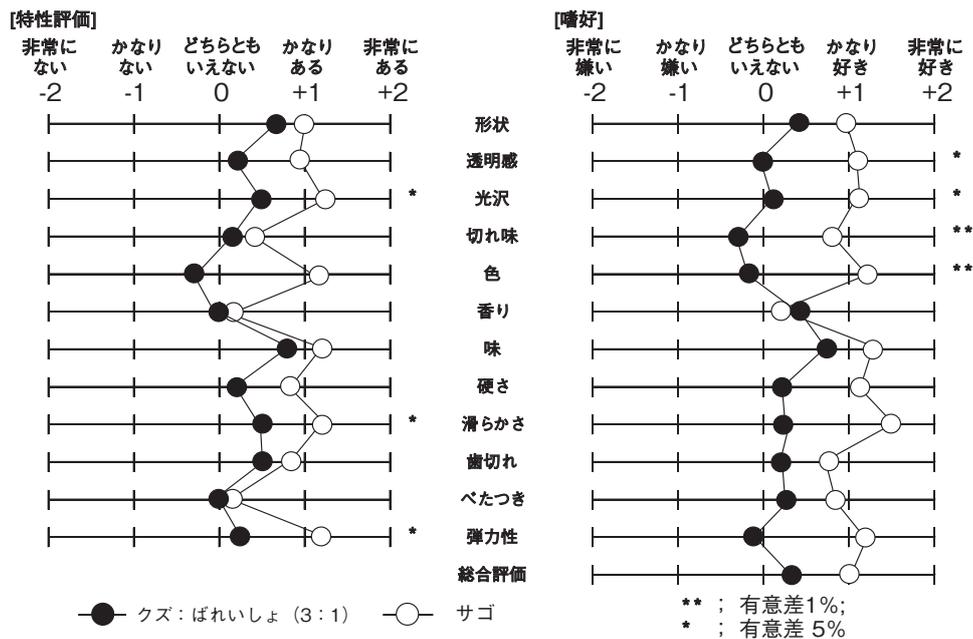
くず桜は透明感がある初夏の和菓子であり、でん粉衣の作りやすさと餡の包みやすさがポイントであ

る。一般にはクズでん粉を用いるが、クズとばれいしょでん粉を3：1の割合に混合すると作業性に優れると報告されている¹⁷⁾ ので、このくず桜を対照

とし、サゴでん粉を用いたくず桜について、作業性と官能評価から検討した。その結果、サゴでん粉を用いたくず桜は作業性、成形性、保型性に優れるなどの利点が示された。官能評価では対照に比べてなめらかで弾力性があり、透明度、色、切れ味などで

高い嗜好性が得られた（図11）。サゴでん粉の流れにくい性質や粘弾性に富み透明で離水が少ないことなどが、くず桜の作業性や保型性に適した特性と一致したといえる。サゴでん粉は軟らかさのあるゲルで、衣と餡の硬さの調和も良いなどの効果があった¹⁴⁾。

図11 サゴでん粉を用いたくず桜の官能評価



(3) 粉皮 (フェンピー)、くず切り

中国料理に用いられる粉皮は緑豆でん粉を原料として作られ、生または乾燥品が市販されている。日本では「くず切り」または「水織^{すいせん}」の名前で知られ、クズやばれいしょでん粉が原料として用いられ、歯ごたえの良さ、和え衣になじみやすいなどの性質が要求される（図12）。そこで、ゲル化しやすく内部結合力が高いサゴでん粉の特性を利用し粉皮を調製した。

サゴでん粉を用いた粉皮の硬さは、ばれいしょと近似し、クズより硬く、緑豆の約2分の1の値であり、伸びやすさや粘着性、総合評価の項目で好まれる傾向を示した¹⁸⁾。

図12 サゴでん粉を用いたくずぎり



(4) 胡麻豆腐

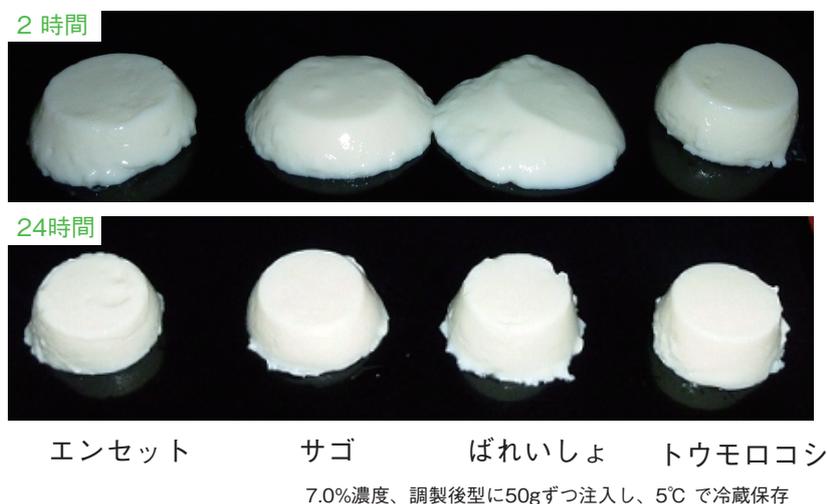
胡麻豆腐はクズでん粉にすり胡麻を加えて加熱糊化したもので、精進料理には欠かせない料理の一つである。サゴでん粉またはクズでん粉にすり胡麻の代わりにきな粉を30%加えて胡麻豆腐の作り方に準じて調製したところ、胡麻豆腐においてもクズでん粉への代替として利用できると考えられた¹⁴⁾。

(5) ブラマンジェ

トウモロコシでん粉に砂糖・牛乳を加えて加熱糊

化させたでん粉プディングを英国風ブラマンジェという。トウモロコシでん粉の代わりにサゴでん粉を用いたブラマンジェは、離水が少なく、べたつきのないすっきりした舌触りの食感が得られた。図13に示すように、調製直後は付着性の少ない、軟らかく、しなやかなゲルであるが、5℃で24時間冷却することにより、保型性の良いゲルとなった¹⁹⁾。ココアや抹茶添加によりさらに保型性が増し、味、硬さ、滑らかさおよび総合評価の点で好まれた²⁰⁾。

図13 各種でん粉のブラマンジェ

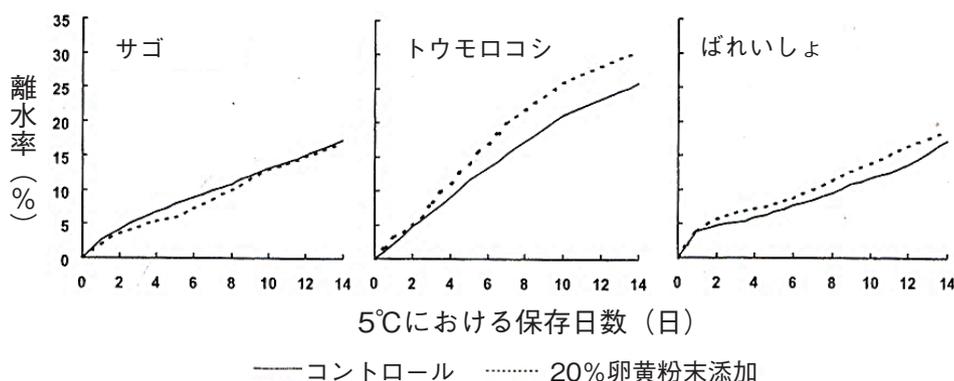


(6) パイフィリング

パイフィリングとは焼いたパイ皮に流し入れる中身をいい、切り口の美しさや保型性が必要とされる。一般にはトウモロコシでん粉、あるいは小麦粉が用いられているが、低温保存時に老化しやすく、離水が多い難点があり、サゴでん粉での代替を検討した。

サゴでん粉に卵黄粉末を20%添加したフィリングは無添加と同様に離水が少なく(図14)、保型性が良いだけでなく、トウモロコシでん粉を用いたものに比べて硬さ、弾力性、総合評価の項目において好まれ、パイのフィリングとしても活用できることが明らかとなった²¹⁾。

図14 卵黄粉末を添加した各種でん粉ゲルの離水率



(7) 蒸しようかん

クズ粉または小麦粉に小豆あんを混ぜて作る蒸しようかんは、ねっとりした食感が好まれる。サゴでん粉を用いた蒸しようかんはクズでん粉を用いたものに比べ、軟らかく、付着性が少ない物性で、色、甘さ、味、弾力性、総合評価の項目でクズ蒸しようかんと同様に好まれた²²⁾。

(8) パン・マフィン

サゴでん粉の膨化調理への利用として、パン、マフィンを取り上げた。サゴでん粉で調製したマフィンはトウモロコシやばれいしょのでん粉に比べて膨化が良く、きめの均一な弾力のある製品が得られたことから、サゴでん粉は膨化調理食品に利用できることが明らかとなった²³⁾。

また強力粉の30%をサゴでん粉に置換し、活性グルテン10%を加えたパンを検討した結果、サゴパンの膨化は対照に比べて1.3~1.5倍の値を示し、官能評価からも他のでん粉のものに比べて弾力があり、すだちの良いパンが得られた²³⁾。

(9) ビスケット・クッキー

ビスケットは小麦粉、バター、砂糖、卵を基本材料として作る焼菓子であるが、英国風のアロールトビスケットは小麦粉の一部をでん粉で置換したものである。

小麦粉の25または50%をサゴでん粉に置換したサゴビスケットは、ばれいしょ、トウモロコシのでん粉に比べて、膨化がよく軟らかくもろさのある製品が得られた。またサゴでん粉の置換量が多いほど、これらの特性が増した。官能評価では、サゴでん粉を置換したビスケットは小麦粉のみに比べてもろさがあり、嗜好において形状、味、硬さ、もろさ、口触り、総合評価の項目で有意に好まれ、特に50%置換は嗜好性が高かった (図15)²⁴⁾。

また、サゴでん粉の置換量が多くなるほどバターの使用量が少なくてももろいビスケットが得られ、バターを半量まで減量できる効果があった (図16)。

ビスケットの牛乳の代わりに卵を使用したサゴクッキーでは、硬さはビスケットとほぼ同じであったが、もろさが3~4倍大となった²⁴⁾。

図15 サゴでん粉置換量の異なるビスケットの官能評価
[特性評価] [嗜好]

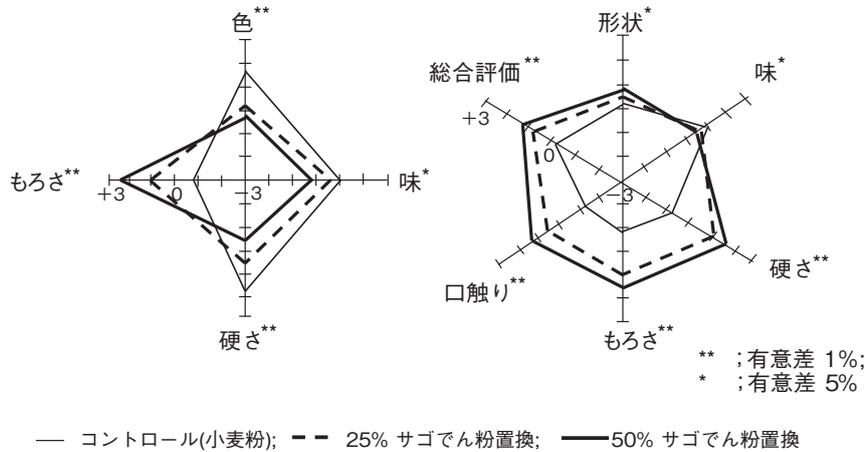
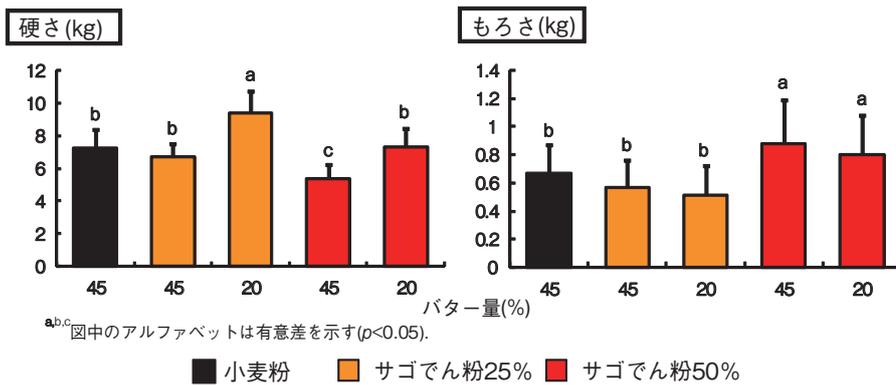


図16 バター量の異なるサゴでん粉置換ビスケットの物性



(10) 春雨

サゴでん粉の理化学的性質より優れた製麺適性を持つと考えられたことから、加圧押出式による春雨の調製を試みた²⁵⁾。サゴでん粉を用いた春雨は透明でこしのある、べたつきのない製品が得られ、春雨として好ましい性状を示した。また市販の日本産押出式春雨と比較して外観、食感、総合評価においてより好まれる傾向を示し、サゴでん粉は春雨の原料として有用なでん粉と考えられた。一方、分離大豆タンパク質の添加効果も認められ、分離大豆タンパク質5%添加により溶解度が抑制され、市販の中国産春雨に近似の物性を示す製品が得られた¹⁴⁾。

おわりに

サゴでん粉は癖のない食味と、透明感があり軟らかくしなやかで付着性がないゲルを形成することから、その特性を用いて、さまざまな調理・加工に利用できることが明らかとなった。ゲル状の食品だけでなく膨化調理する食品に利用可能であることも魅力である。このほかに、くず餅、八つ橋の皮²⁶⁾、中華麺²⁷⁾、うどんなどへの利用においても、いずれも優れた物性を示し、官能評価による食味、食感が好まれる結果となっている。

現在サゴでん粉は酸化でん粉などに加工されて輸入されており、麺類の打ち粉に使用されているが、加工サゴでん粉そのものを利用する効果については

研究を始めたところである。未利用資源とされるサ
ゴでん粉の魅力に興味を持っていただき、調理・加

工に是非利用していただきたい。

【参考文献】

- 1) 高橋節子, 貝沼圭二:澱粉を蓄積するヤシ-サゴ澱粉の性質一, 食生活研究, **10**, 13-21 (1989)
- 2) Foh-Shoon Jong : Distribution and variation in the starch content of sago palms (Metroxylon sagu Rottb) . different growth stages. , SAGO PALM, **3**, 45-54 (1995)
- 3) 山本由徳: サゴヤシ-21世紀の資源植物, サゴヤシ学会編, 京都大学学会出版会, p. i - iii (2010)
- 4) 高橋節子, 北原久子, 貝沼圭二:澱粉の調理に関する(第1報) 緑豆およびサゴ澱粉の特性について, 澱粉科学, **28**, 151-159 (1981)
- 5) 小澤哲夫:サゴヤシの生物化学, 日本農芸化学会誌, **68**, 837-839 (1994)
- 6) 濱西知子, 平尾和子, 高橋節子: サゴ澱粉の理化学的性質, SAGO PALM, **13 (2)** , 48-51 (2005)
- 7) 高橋節子, 平尾和子, 貝沼圭二: サゴ澱粉の物性と調理特性, SAGO PALM, **3 (2)** , 72-82 (1995)
- 8) 高橋節子, 平尾和子:サゴ澱粉の理化学的性質と和菓子への利用, 共立女子大学家政学部紀要, **40**, 59-64 (1994)
- 9) 近堂知子:サゴ澱粉の特性と調理食品への利用, 日本調理食品研究会, **20 (2)** , 13-27 (2014)
- 10) R. Hirose, Y Tezuka, T. Kondo, K. Hirao, T. Hatta, S Nemoto, K Saio, S. Takahashi and K Kainuma : Characteristic Physico-Chemical Properties and potential Uses of Enset (Ensete ventricosum) starch:comparative studies with starches of potato, sago and corn, J.Appl.Glycosci, **57**, 185-192 (2010)
- 11) 平尾和子・廣瀬理恵子・手塚尚子・近堂知子・八田珠郎・根元清子・斎尾恭子・高橋節子・貝沼圭二: 幹に蓄積されたエンセット澱粉とサゴ澱粉の特性の比較, サゴヤシ学会第20回講演会要旨集p.22-27 (2011)
- 12) 高橋節子, 渡辺篤二: デンプンの調理に関する研究(第2報) 大豆タンパク質の添加がデンプンの糊化特性に及ぼす影響(その2) , 共立女子大学家政学部紀要, **29**, 129-140 (1983)
- 13) 高橋節子, 小林理恵子, 渡辺篤二, 貝沼圭二:澱粉の調理に関する研究(第3報) デンプンの糊化度および老化度におよぼす大豆タンパク質の影響, 日本食品工業学会誌, **30**, 276-282 (1983)
- 14) 高橋節子, 平尾和子:サゴ澱粉の調理・加工特性に関する食文化的研究, 共立女子大学家政学部紀要, **38**, 17-23 (1992)
- 15) 平尾和子, 田中秀岳, 木尾茂樹, 濱西知子, 高橋節子:インドネシア、リアオ州におけるサゴ澱粉加工の現状と加工品について, サゴヤシ学会第20回講演会要旨集p.75-78 (2008)
- 16) 平尾和子, 高橋節子:サゴ澱粉の理化学的性質と調理特性, 月刊フードケミカル, 9月号, 24-30 (2003)
- 17) 寺元芳子・松元文子: 澱粉の調理について 第1報 クズざくらについて, 日本家政学会誌, **17**, 384-388 (1966)
- 18) 大家千恵子, 渡辺篤二, 高橋節子:サゴ澱粉を用いた粉皮 (fenpi) の機器並びに官能評価による評価, 調理科学, **23**, 67-75 (1990)
- 19) 平尾和子, 渡辺篤二, 高橋節子: プラマンジェ様澱粉ゲルの物性および官能評価に及ぼす大豆タンパク質添加の影響(第1報) 添加量, 添加方法の影響, 日本家政学会誌, **54**, 457-468 (2003)
- 20) 平尾和子, 渡辺篤二, 高橋節子:プラマンジェ様澱粉ゲルの物性および官能評価に及ぼす大豆タンパク質添加の影響(第2報) ココア, 抹茶添加の効果, 日本家政学会誌, **54**, 469-476 (2003)
- 21) 平尾和子, 武井婦貴恵, 米山陽子, 高橋節子:サゴ澱粉の物性に及ぼす卵黄粉末添加の影響, 日本家政学会誌, **56 (1)** , 49-54 (2005)
- 22) サゴ澱粉を用いたくず蒸しようかんの調理・加工特性, 日本調理科学会誌, **35 (3)** , 287-296 (2002)
- 23) 大家千恵子, 高橋節子:サゴ澱粉の膨化調理への応用, 調理科学, **20**, 362-370 (1987)
- 24) 平尾和子, 金毛利加代子, 米山陽子, 高橋節子: サゴ澱粉を用いたビスケットの物性と食味評価, 日本家政学会誌, **55**, 715-723 (2004)
- 25) 高橋節子, 平尾和子, 川端晶子, 中村道徳:澱粉の調理に関する研究(第5報) 緑豆・蚕豆澱粉の調理性および麺線調理法がハルサメの理化学的性質に与える影響, 澱粉科学, **30**, 257-266 (1985)
- 26) 近堂知子, 白渡瞳, 平尾和子, 高橋節子:サゴ澱粉の置換が生八つ橋の物性および食味特性に及ぼす影響, SAGO PALM, **20(2)**, 76-87 (2013)
- 27) 近堂知子, 平尾和子, 高橋節子: サゴ澱粉の中華麺への利用効果, 日本調理科学会誌, **46 (2)** , 93-99 (2013)