

サゴ澱粉の理化学的性質

濱西 知子¹⁾, 平尾 和子²⁾, 高橋 節子¹⁾

¹⁾ 共立女子大学家政学部 〒101-8437 東京都千代田区一ツ橋2-2-1

²⁾ 愛国学園短期大学 〒133-8585 東京都江戸川区西小岩5-7-1

現在我が国に輸入されているサゴ澱粉の大部分は糖化製品や工業用として利用されている。一部は化工され、うどんなどの麺類の打ち粉としても使用されている。またサゴ澱粉の二次製品である球状のサゴパールは、タピオカパールと同様にデザートやスープの浮き身に用いられている(高橋ら1989)。しかし、サゴ澱粉の特性を生かした積極的な利用法は我が国では少ない(大野2003)。その理由の一つに品質の問題が挙げられるが、これは現地での澱粉の精製状態などが原因と考えられる。ここでは市販のサゴ澱粉の理化学的性質について各種天然澱粉と比較し解説する。

澱粉粒および構造特性

澱粉粒の形状: サゴ澱粉は楕円形やその一部が欠けた形の釣鐘型である(高橋ら1981)。澱粉粒の中には損傷澱粉が多く存在するが、これは伐採されたサゴログが長期間水中に貯留されることにより、微生物の繁殖や酵素反応によって損傷を受けるためと考えられている(高橋ら1981)。サゴ澱粉の粒度分布を図1に示した。澱粉粒は直径15 μ m付近と30 μ m付近の明確な2つのピークにわかれ、平均粒径は馬鈴薯澱粉に次いで大きい。各種澱粉の平均粒径は馬鈴薯(38.2 μ m) > サゴ(29.5 μ m) > 小麦(18.6 μ m) > 甘藷(15.3 μ m) > わらび(14.8 μ m) > タピオカ(14.6 μ m) > とうもろこし(14.0 μ m) > くず(10.0 μ m) > 米(8.4 μ m)の順であった。市販のサゴ澱粉を洗浄した場合、明度を示すL*値は92を示し、赤の色調を示すa*の値は2.1、黄の色調を示すb*の値は6.5であり、黄みがかかったオレンジ色といえた。しかし、サゴ澱粉は、サゴヤシ髓の中に含まれるポリフェノール化合物

が酵素酸化を受け着色物質を生成するため褐変し(岡本ら1985)、澱粉の白度は精製条件により大きく異なる。食品用および工業用として市場に流通するためには白度83以上の製品が出荷されている(大野, 2003)。

X線回折: 澱粉は結晶構造の違いからX線回折により大きくA形、B形そしてその中間体であるC形に分類される。A形にはとうもろこし、米および小麦澱粉、B形には馬鈴薯澱粉が分類され、くず澱粉およびわらび澱粉はB形に近いC形に分類されている。各種澱粉のX線回折図を図2に示した。サゴ澱粉は第1環が存在し、第4環がダブルピークであり、第6環がシングルピークのA形に近いC形に分類され、タピオカ澱粉や甘藷澱粉と同じである。

アミロース含量およびアミロペクチンの鎖長分布: 電流滴定法により求めた見かけのアミロース含量は、米澱粉が15%と最も低く、次いでタピオカ澱粉の17.8%、そして、馬鈴薯、甘藷(19.7%) < わらび(21.0%) < くず(21.8%) < サゴ、とうもろこし(24.5%) \leq 小麦澱粉(24.6%)の順である。サゴ澱粉のアミロース含量は製品により異なるが、概ね24~27%とされている(平尾ら2003)。ゲル濾過法によるアミロペクチンの鎖長分布から長鎖長区分であるFr. II および短鎖長区分であるFr. IIIの値、また物性との相関が高いFr. III / Fr. IIの値はともに甘藷澱粉と緑豆澱粉の中間の値を示す(高橋ら1994)。

膨潤力・溶解度: サゴ澱粉の膨潤力、溶解度を図3および図4に示した(高橋ら1981)。馬鈴薯澱粉は90℃における膨潤力が100と大きく、溶解度も100%と高い値を示すのに対し、とうも

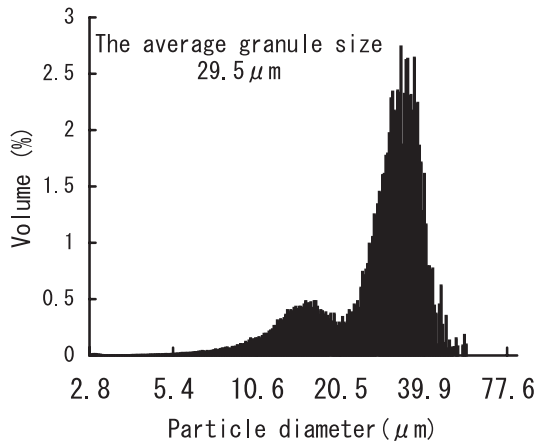


Fig. 1 Granular size distribution of sago starch

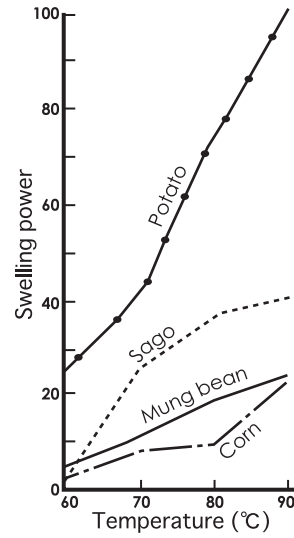


Fig. 4 Solubility of various starches (高橋ら 1981)

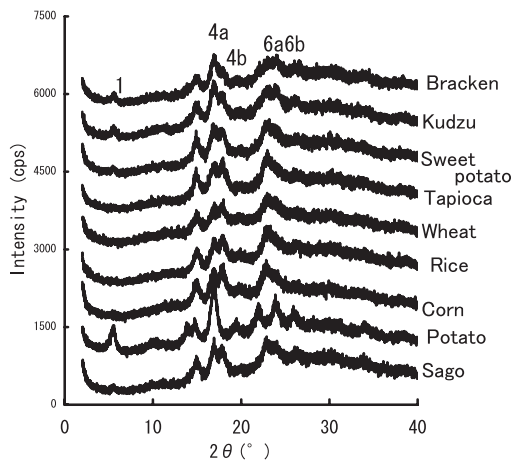


Fig. 2 X-ray diffraction patterns of various starches

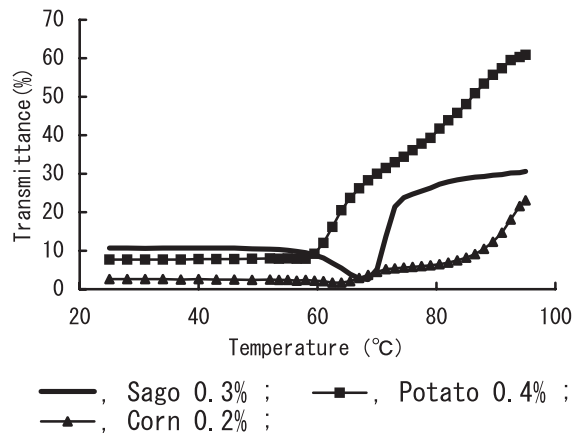


Fig. 5 Photopastograms of various starches

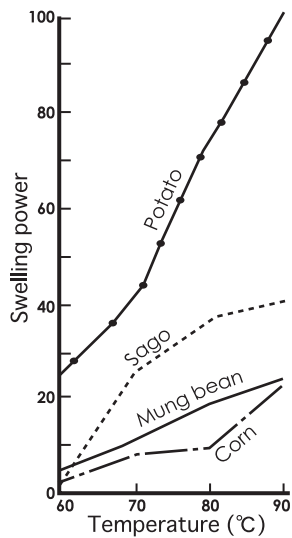


Fig. 3 Swelling power of various starches (高橋ら 1981)

ろこし澱粉は90℃において膨潤力は22、溶解度は24.5%と膨潤・溶解しにくい澱粉である。サゴ澱粉は馬鈴薯澱粉に次いで膨潤・溶解しやすく90℃において膨潤力40、溶解度52.5%である。

サゴ澱粉の糊化・老化特性

透光度：澱粉が糊化する際の透光度を測定したフォトペーストグラムを図5に示した。サゴ澱粉は59℃付近から透光度が減少し始め、67.5℃で透光度が上昇した。95℃における透光度は馬鈴薯澱粉が最も高く、とうもろこし澱粉は低く、サゴ澱粉はその中間の値を示した。

熱分析：澱粉濃度30%の試料を測定した時の熱分析の結果を表1に示した。この表からサゴ澱粉の糊化開始温度は60.4℃と、とうもろこし澱粉と同じ温度であった。また、糊化ピーク温度および糊化終了温度は、馬鈴薯澱粉に近い値であった。吸熱エネルギー量は14.5 J/gを示し、くず澱粉および馬鈴薯澱粉に近い値であった。

粘度特性：ラピッドビスコアナライザーによる澱粉濃度7.5%の粘度曲線を図6に示した。粘度上昇開始温度についてみると低温側から馬鈴薯(63.4℃) < タピオカ(65.2℃) < 小麦(66.3℃) < くず(68.5℃) < 米(69.8℃) < サゴ(71.0℃) < とうもろこし(72.3℃) < 甘藷(73.6℃)の順でありサゴ澱粉は米澱粉およびとうもろこし澱粉に近い。最高粘度についてみると、馬鈴薯(509 RVU) > サゴ(248 RVU) > タピオカ(232 RVU) > 甘藷(213 RVU) > 米(207 RVU) > わらび(185 RVU) > くず(166 RVU) > とうもろこし(132 RVU) > 小麦(61 RVU)の順であり、サゴ澱粉はタピオカ澱粉に近似の値を示し、最高粘度は馬鈴薯澱粉の約1/2を示した。50℃まで冷却した時の粘度は米 > 馬鈴薯 > サゴ、甘藷 > くず > タピオカ > わらび > とうもろこし > 小麦の順であり、サゴ澱粉は甘藷澱粉に近い値を示した。ビスコグラフによる測定からサゴ澱粉の冷却25℃時の粘度は高く、とうもろこしと同様にゲル化しやすい澱粉であることが報告されている(高橋ら1981)。

澱粉ゲルの物性：澱粉濃度7.5%の糊液を5℃で2時間保存した後の各種澱粉ゲルの物性を表2に示した。サゴ澱粉ゲルは硬さが大で、馬鈴薯

澱粉およびくず澱粉ゲルに近い値であり、米澱粉およびタピオカ澱粉は軟らかいゲルであった。サゴ澱粉は付着性が最も少なく、凝集性はサゴ澱粉および米澱粉の値が大であった。すなわちサゴ澱粉ゲルは内部結合力の強い、硬さのある付着性の少ないゲルであると言える。

まとめ

サゴ澱粉の特徴を他の澱粉と比較すると次のように言える。平均粒径は馬鈴薯澱粉に次いで大きく、アミロース含量はとうもろこし澱粉に近い値でありゲル化しやすい澱粉である(高橋ら1981)。またそのゲルはくず澱粉と同程度の硬さがあり、付着性は少なく、凝集性は大きく内部結合力の強いゲルであり、糊化時の粘度は甘藷およびタピオカ澱粉に近い値を示した。このようにサゴ澱粉はアミロース含量、ゲル化性は種実澱粉に近いが、構造特性や粘度はタピオカ、甘藷澱粉などの根茎澱粉に近い性質を示す(高橋ら1981)。

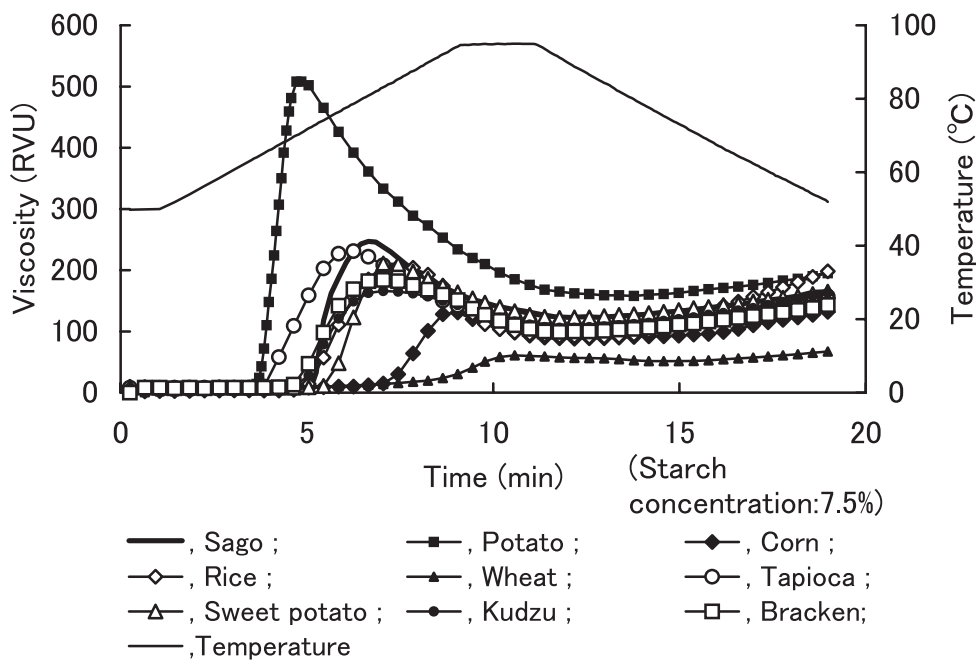
引用文献

- 高橋節子, 貝沼圭二 1989 澱粉を蓄積するヤシーサゴ澱粉の性質-。食生活研究10:13-21。
- 大野 明 2003 澱粉科学の辞典。不破英次, 小巻利章, 檜作 進, 貝沼圭二編集。朝倉書店(東京) pp.379-387。
- 高橋節子, 北原久子, 貝沼圭二 1981 澱粉の調理に関する研究(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。
- 岡本章子, 小沢哲夫, 今川 弘, 新井勇治 1985 サゴ澱粉の褐変に関与するポリフェノール化合物。Nippon Nogeikagaku Kaishi59:1257-1261。
- 平尾和子, 高橋節子 2003 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:p.24-30。
- 高橋節子, 平尾和子 1994 サゴ澱粉の理化学的性質と和菓子への利用。共立女大家政学部紀要40:59-64。
- 濱西知子 2002 サゴ澱粉の生育段階における理化学的性質と調理科学的特性に関する研究。共立女子大学大学院博士論文:78-100。

Table 1 Characteristics of various starches by Differential Scanning Calorimeter (DSC)

Sample	T _o (°C)	T _p (°C)	T _c (°C)	ΔH (J/g)
Sago	60.4	69.9	79.5	14.5
Potato	62.0	70.9	80.3	14.9
Corn	60.4	66.0	74.6	12.7
Rice	59.9	66.4	77.3	12.8
Wheat	51.7	59.6	69.2	10.8
Tapioca	56.3	63.1	76.3	13.9
Sweet potato	64.3	73.5	83.2	15.7
Kudzu	54.9	64.7	80.0	14.6
Bracken	55.1	63.5	81.4	15.0

To, onset temperature; T_p, peak temperature; T_c, conclusion temperature; ΔH, enthalpy

**Fig. 6** The RVA profiles of various starches**Table 2** Physical properties of various starch gels measured by ten sipresser

Sample	Firmness (g/cm ²)	Adhesiveness (gw/sec)	Cohesiveness
Sago	197.9	4.1	0.611
Potato	200.9	12.8	0.483
Corn	151.8	44.2	0.460
Rice	60.3	7.2	0.647
Wheat	114.5	41.4	0.372
Tapioca	78.4	8.1	0.603
Sweet potato	142.9	14.6	0.487
Kudzu	195.4	26.4	0.533
Bracken	121.2	40.4	0.472

Starch gels were measured after 2hr at 5°C, but tapioca starch gel was measured after 24hr at 5°C