

パール状澱粉の調理に関する研究(第3報) —サゴパールの加熱方法について—

平尾和子*・高橋節子**

* 山形大学農学部
〒997 山形県鶴岡市若葉町 1-23

** 共立女子大学家政学部
〒101 東京都千代田区一ツ橋 2-2-1

要約 サゴヤシの樹幹に蓄積されるサゴ澱粉から加工されたサゴパールは、直径約2~4 mm程度の球状でスープの浮き身やゼリーなどのデザートに利用されている。サゴパールは加熱の際に煮崩れしやすく、均一な煮上がりを得ることが困難とされている。そこで芯がなく、透明で、弾力のある食感を短時間に得るための簡便な加熱方法を検討するために実験を行った。サゴパール(マレーシア・サラワク州産)は、直径2.8-3.5 mmで傷のないものを選び出した。加熱方法は直火法と魔法瓶を用いるポット法の2種を用い、物性測定および加熱による経時的な形状および走査型電子顕微鏡による組織形態変化を観察した。結果は次のとおりであった。

1) サゴパールは直径が小さいために、いずれの加熱方法においても25-30分間の短時間で加熱することができた。走査型電子顕微鏡による観察から加熱25分以降に澱粉粒の変化が認められた。加熱40分以降になると、サゴパールは弾力性が失われ付着性が増してべたつきが感じられた。

2) 直火法はポット法に比べて煮上がる時間が比較的短く、直径が大きい軟らかい物性が得られた。しかし、芯のあるサゴパールが混在する不均一な煮上がりとなった。湯煎法は直火法よりも均一なパールが得られると推察されるが、ポット法よりも煮上がりは遅くなり、手間もかかると思われた。

3) ポット法は煮くずれせず、弾力があり、均一な煮上がりとなり、形状、テクスチャーの良いパールが得られる優れた方法と思われた。また、ポット法は加熱途中の攪拌や湯を補うなどの手間がいらないという点で、簡便で有効な加熱方法と考えられた。

キーワード 加熱方法, サゴパール, 直火法, 物性, ポット法

Studies on Cooking of Pearl-type Starch (Part 3) Cooking Methods of Sago Pearls

Kazuko Hirao* and Setsuko Takahashi**

* Faculty of Agriculture, Yamagata University
1-23, Wakaba-cho, Tsuruoka-shi, Yamagata 997, Japan

** Faculty of Home Economics, Kyoritsu Women's University
2-2-1, Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo 101, Japan

Abstract Sago pearls are processed from sago starch that is stored in the trunk of sago palm. They look like white pearls that are 2-4 mm in diameter. Sago pearls are used as ingredients in soup or some desserts, for example, jelly or pudding like tapioca pearls. But it is difficult to get pure sago pearls. Therefore, tapioca pearls are used for cooking tropical foods of sago pearls.

Pearl-type starch is difficult to cook, to get transparent, soft, flexible, and a uniform granule with good texture.

In the previous papers, we discussed cooking methods of tapioca pearls and the effect of the addition of sugar. As a result, the most favorable cooking method was the thermos bottle method which gave good cooked states and good texture. In this study, we discuss a convenient and effective cooking method to give good cooked states and good texture of sago pearls.

Two cooking methods, the thermos bottle method and the pan-boiled method were studied. Sago pearls (2 g: 106 tablets) were put into boiling water (300 ml), and cooked for various time periods from 0 to 80 minutes in the two methods. Texture properties of sago starch were estimated using creep meter (RE-3305, Yamaden Co.), and the cooking conditions were observed.

The pan-boiled method gave soft and flexible pearls faster than the thermos bottle method. But the pan-boiled method gave ununiform states after cooking. The thermos bottle method, which required neither stirring nor supplying hot water during heating and gave good cooked states of sago pearls, was convenient and effective.

In consequence, we expect that sago pearls can be used for many kinds of processed foods, if a large supply of pure sago pearls can be assured.

Key words: Cooking method, Pan-boiled method, Sago pearl, Texture property, Thermos bottle method

1. 緒言

サゴパールはサゴヤシの樹幹に蓄積するサゴ澱粉を、攪拌しながら球状に半糊化して乾燥させた(貝沼 1985, 矢次 1977)二次加工製品である。サゴパールは真珠状の形状の美しさと弾力のある食感からスープの浮き身やゼリーなどのデザートに利用される(高橋・平尾 1994)。サゴヤシの原産地である東南アジアにおいて、サゴパールはサグ・ルンダン(増田 1991)という名前で市販され、茹でてからココナツミルクとヤシ砂糖を加熱した中に入れて調理されている。わが国におけるサゴパールの最初の記述は、18世紀にすでに沙弧米(さごべい)の語彙で辞書類に採録されており(市毛・石川 1984)、サゴパールを粥にして味わたとされている。しかしながら、サゴ澱粉だけから作られたサゴパールを入手することが困難なためか、その後の使用は明らかではない(高橋・平尾 1992)。そこでパール状澱粉を利用する場合は、キャッサバ澱粉から作られたタピオカパールやミニタピオカを使用するが多い。タピオカパールの加熱方法について先に検討した結果(平尾ら 1989, Hirao and Takahashi 1990)、魔法瓶を用いて加熱する「ポット法」が、煮くずれせず、芯がなく、弾力のあるサゴパールが得られ、しかも大量のパールを簡単に加熱できることを報告した。そこで著者らはサゴパールをタピオカパールと同様に手軽な調理食材として利用できるように、簡便で形状やテクスチャーの良好な結果の得られる加熱方法の検討を行った。

2. 実験材料および方法

1) 試料

サゴパールはマレーシア連邦サラワク州産のもので、貝沼圭二博士より供与された。直径約 2-4 mm のサゴパールの中から、2.8-3.5 mm の身割れのない、球状のきれいなパールを選別した。300 ml の熱湯に対して 2 g (約 106 粒)を実験用試料として用いた。

2) 加熱方法

加熱方法は、魔法瓶を用いる方法(ポット法)と電熱器にかけた鍋の熱湯に振り込む方法(直火法)の 2 種とした。ポット法は、家庭用魔法瓶を用いて加熱する方法である。魔法瓶(象印 SMR 1.91 容)は使用前に熱湯で 5 分間予備保温し、完了後 300 ml の熱湯にサゴパールを振り入れて攪拌した後 10-80 分間静置加熱した。加熱後サゴパールはステンレスザルで集め、蒸留水で洗浄しながら冷却し、ろ紙で軽く表面の水分を拭き取った。直火法は、直径 16 cm の厚手のアルミ鍋を用いて電熱器で加熱する方法である。1200 W の電熱器で 300 ml の蒸留水を沸騰させ、2 g のサゴパールを振り入れてアルミホイルで蓋をした。その後電熱器を 300 W に下げ、沸騰させながら 10-80 分間加熱した。加熱後はポット法と同様に処理して加熱サゴパールを得た。

3) 直径測定と状態観察

加熱後ろ紙で表面の水分を拭き取ったサゴパールは、クリーブメーターを用いて直径を測定し、煮え具合や芯

の状態および食感を観察した。

4) 走査型電子顕微鏡による観察

走査型電子顕微鏡は日立製作所製 S-510 形を用い、加速電圧は 20 KV、倍率は 500 倍で検鏡した。試料は 50, 60, 70, 80, 90, あるいは 99.5% エタノールで 1 時間ずつ脱水したのち自然乾燥し、350 Å 厚さに金蒸着させた。

5) テクスチャーの測定

サゴパールの物性測定はクリープメーター (RE-3305, 山電製) を用いて行った。測定条件は荷重センサー 200 gf, プランジャー直径 16 mm, プランジャー速度 1 mm/sec とした。測定温度は 25°C で行った。試料の高さはサンプル厚さ計で実測したサゴパールの直径とし、その値の 60% を圧縮してテクスチャーを測定した。測定項目は硬さ、凝集性、付着性、ガム性の 4 項目とした。測定値は Fig. 1 に示すように求めた。サゴパールの硬さはそれぞれのサゴパールの直径から面積を算出し、その面積あたりのみかけの応力で示した。凝集性は 1 回目の圧縮で生じたピーク面積 (A_1) で 2 回目の圧縮で生じたピーク面積 (A_2) を割った値 A_2/A_1 で表わした。付着性は 1 回目の圧縮を解除したときに生じた面積 A_3 で示した。ガム性は硬さと凝集性を乗じた値である。

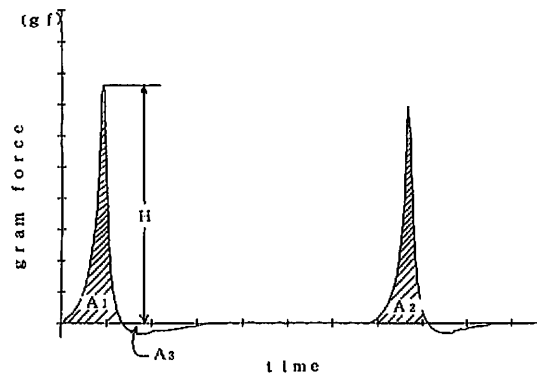
3. 結果および考察

1) 加熱による直径の変化

Fig. 2 にサゴパールの加熱時間による平均直径の変化を示した。いずれの加熱方法においても加熱時間が増すに従い、球の直径は増加した。加熱前のサゴパールの直径は 2.8–3.5 mm であったが、加熱 30 分後では約 4.3 mm, 60 分後は約 4.7 mm, 80 分後では約 5.0 mm と変化した。このようにいずれの加熱方法においても、加熱 30 分間の直径の変化が大きく示された。これはサゴパールの直径が小さいために、澱粉粒の吸水、膨潤、糊化が表面でなく、内部の方まで急激に起こったためと考えられた。加熱 30 分以後の直径の変化は少なくなったが、これは内部に残存する未加熱の澱粉粒が少なくなったために変化が緩慢になったと考えられた。パール状澱粉は湿潤・水切り後半糊化状態に加工されたため、吸水、膨潤あるいは糊化が急激に起きやすいと考えられる。また、2 つの加熱方法を比較すると、ポット法は直火法に比べてわずかに直径が小さい。これはポット法では静置加熱のためにサゴパールの循環がなく、また湯の温度が少しずつ低下するので、常に沸騰を続けた状態で加熱する直火法と比較して直径が小さかったものと考えられた。

2) 加熱方法の違いによる煮え具合

2 種の方法で加熱したサゴパールの煮え具合を Table 1, Table 2 に示した。ポット法 (Table 1) は加熱 5 分ではほとんど糊化が進行しておらず、加熱前の状態と差がなく、試食してみても非常に硬かった。加熱 10 分後の芯の直径は全体の直径の 60% に、20 分後では 40% に減少した。しかし、加熱 20 分後の煮え具合は不均一で、軟らかいものと硬いものが混在した状態であった。加熱 25–30 分になると芯の直径は全体の直径の 20–30% に減少し、軟らかく弾力があり、煮え具合が均一になった。このサゴ



Hardness (dyne/cm²) = $H/\pi r^2 \times 980$ (r : Radius of sago pearl), Cohesiveness = A_2/A_1 , Adhesiveness (dyne/cm) = A_3 , Gumminess (dyne/cm²) = Hardness \times Cohesiveness.

Fig. 1 Texture analysis of cooked sago pearls.

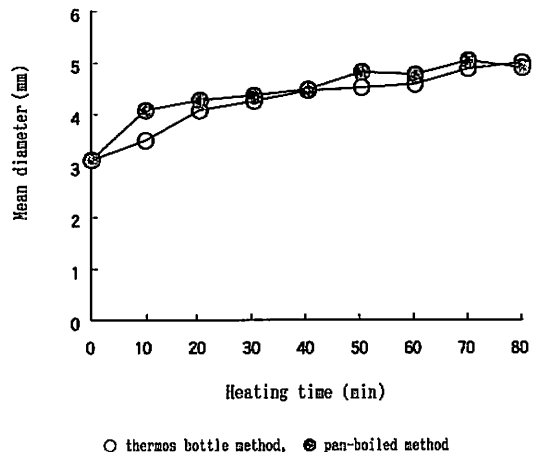


Fig. 2 Changes in mean diameter of sago pearls during heating.

Table 1 Changes in cooked state of sago pearls during heating by thermos bottle method

Heating time (min)	Cooked state
5	● almost uncooked; very hard pearls
10	● 60% uncooked core; hard pearls
15	● 50% uncooked core; hard pearls
20	● 40% uncooked core; hard and soft pearls were mixed
25	● 30% core; soft; good texture
30	● 20% core; soft; good texture
40	○ almost no core; soft; flexible
50	○ soft; flexible; sticky
60	○ soft; flexible; stickier
70	○ not flexible; stickier
80	○ not flexible; stickier

‰: ratio of core diameter to sago pearl's diameter.

Table 2 Changes in cooked state of sago pearls during heating by pan-boiled method

Heating time (min)	Cooked state
10	● 50% uncooked; hard pearls
20	● 30% core; hard and soft pearls mixed
30	● almost transparent; hard and soft pearls mixed
40	○ more softer; not flexible; sticky
50	○ ununiform cooking state; sticky
60	○ not flexible; stickier
70	○ not flexible; stickiest
80	○ not flexible; stickiest

‰: ratio of core diameter to sago pearl's diameter.

パールをナイフで切って観察すると、芯は半透明のサゴ澱粉であり、肉眼では気泡様のゲル状に見えた。この部分がサゴパールの弾力性に関与しているのではないかと推察された。加熱 40 分以降は芯に見える半透明の部分がほとんどなくなり軟らかさは増したが、反面弾力が失われべたつきが増した。この傾向は加熱時間が増すほど強まった。従って、ポット法においてサゴパールを加熱してすぐに利用する場合は約 25-30 分間が望ましいと思われた。

直火法 (Table 2) はポット法よりも芯の直径の減少が速く、加熱 10 分では 50%、20 分で 30%、30 分では著し

く小さくなった。直火法はポット法に比べて激しい加熱のために、粒の表面に亀裂を生じて、熱湯の浸入により内部の澱粉の糊化が進み、芯の直径の減少が速くなったと考えられた。加熱 20-30 分では軟らかく弾力のあるパールが多く見られたが、表面がべたついたり硬い煮上がりのものもあった。身割れしたパールと身割れないパールが混在したために、ポット法に比べて芯の大きさや煮え具合は不均一な煮上がりになったと考えられた。加熱 40 分以降に加熱時間が長くなっても不均一な煮上がりは変わらず、軟らかすぎて、弾力がなく、べたつきのあるサゴパールが得られた。タビオカパールの結果では (平尾ら 1989)、湯煎法を用いて水からサゴパールを加熱した場合は均一な煮上がりを得られたが、時間と手間がかかるために魔法瓶を用いるポット法の方が有効と考えられた。

3) 走査型電子顕微鏡による組織形態の変化

Fig. 3 に直火法を用いた場合のサゴパールの加熱時間による組織形態の変化を示した。左側が球の外側、右側が球の中心部の写真である。未加熱のサゴパール (A-①, ②) は、小さな澱粉粒が全体に広がっているようすが観察された。加熱 10-20 分では球の外側に澱粉粒が変形している様子がみられたが、中心部の澱粉粒は変化が見られなかった。しかし加熱 25 分をすぎると、外側 (B-①) だけではなく中心部 (B-②) にも澱粉粒の変形が観察され、サゴパールの内部まで澱粉が糊化し、若干の澱粉粒が崩壊している様子が観察された。加熱 50 分 (C-①, ②) では中心部の状態がさらに変化し、澱粉の膨潤が見られた。しかし、中心部の澱粉粒の変化は加熱 25 分までが激しく、それ以降の変化は緩慢であった。サゴパールは 50 分間加熱しても澱粉粒は完全に崩壊しないことが認められた。

4) 加熱による物性の変化

① 硬さ

クリーブメーターによる硬さの測定結果から、加熱時間による硬さの変化を Fig. 4 に示した。いずれの加熱方法においても加熱時間が増すに従って硬さは減少し、加熱方法の違いによる著しい差は見られなかった。また、10 分未満の加熱時間では表面だけが加熱されただけで硬すぎたため、圧縮率 60% で硬さを測定することができなかった。硬さは 10-30 分間の加熱で急激に減少し、その後の変化が緩慢になった。加熱 60 分以降では硬さの変化はほとんど見られなかった。直火法の場合は、ポット法に比べ硬さがやや小さい傾向にあった。これは静置加熱

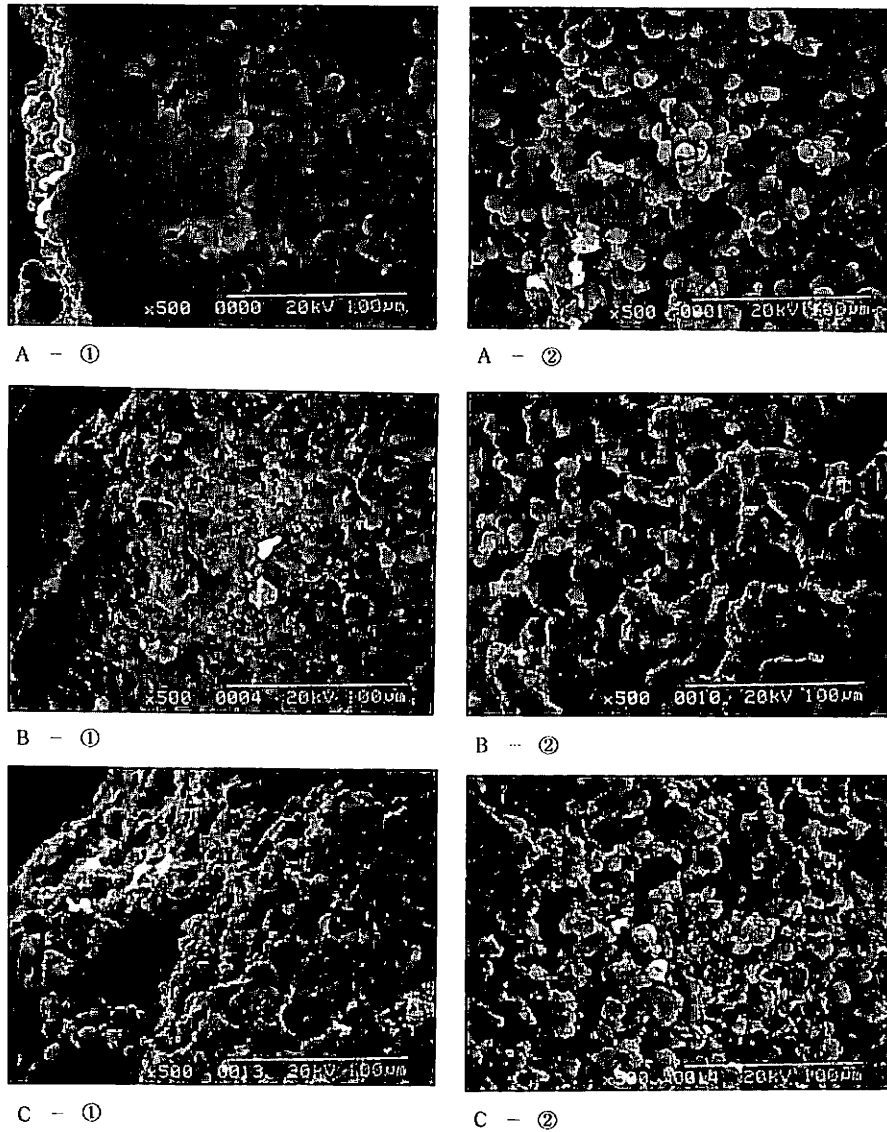


Fig. 3 SEM_photograph of sago pearl under cooked by pan-boiled method ($\times 500$).

A: before cooking, B: cooked for 25 min, C: cooked for 50 min, ①: the outside of sago pearl, ②: the centre of sago pearl.

のポット法に比べ、直火法は熱湯にサゴパールを振り込んだ時、表面に多くの亀裂が入りやすく、澱粉の加熱が促進されたために芯の直径が減少し硬さに影響を与えたと考推測された。硬さの変化は走査型電子顕微鏡による中心部の澱粉粒組織形態の変化と対応が見られ、澱粉が加熱糊化されることにより硬さが減少したと考えられた。

② 凝集性

加熱時間による凝集性の変化を Fig. 5 に示した。ポット

法と直火法の凝集性は、加熱 10 分後ではそれぞれ 0.85, 0.72 で直火法の方がポット法より 0.1 程度小さかった。その後の加熱時間においても常に直火法の方が小さく、80 分後ではそれぞれ 0.67, 0.58 であった。この結果から直火法は加熱による凝集性の低下が大きいことが示された。

③ 付着性

Fig. 6 に加熱による付着性の変化を示した。ポット法、

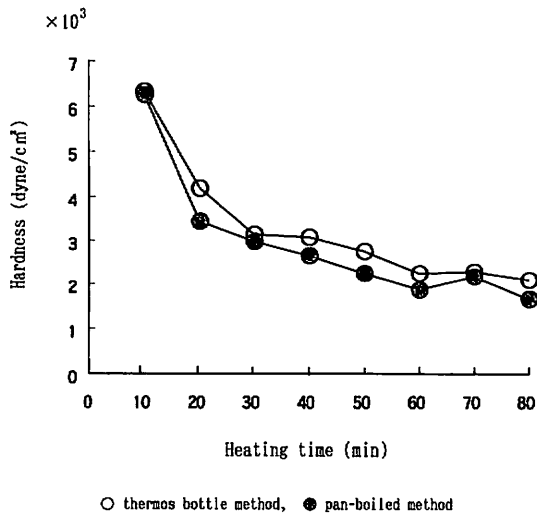


Fig. 4 Changes in hardness of sago pearls during heating.

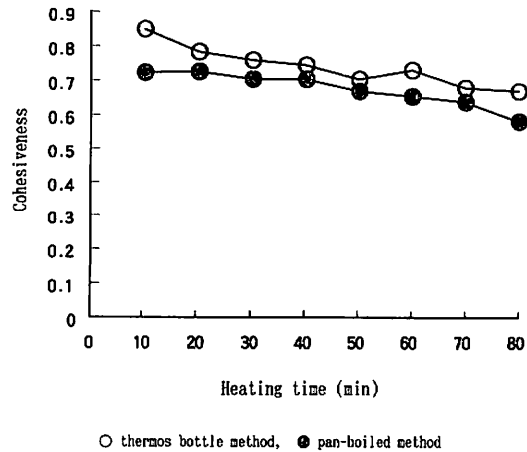


Fig. 5 Changes in cohesiveness of sago pearls during heating.

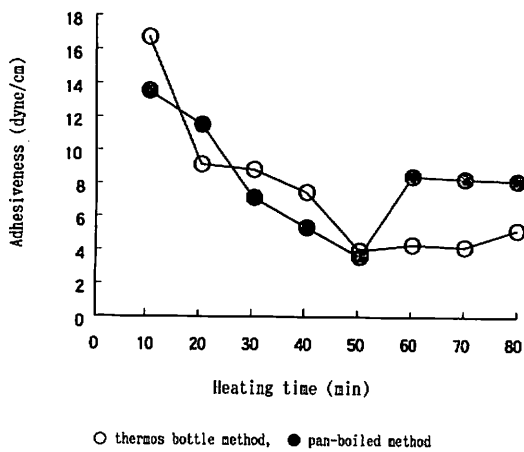


Fig. 6 Changes in adhesiveness of sago pearls during heating.

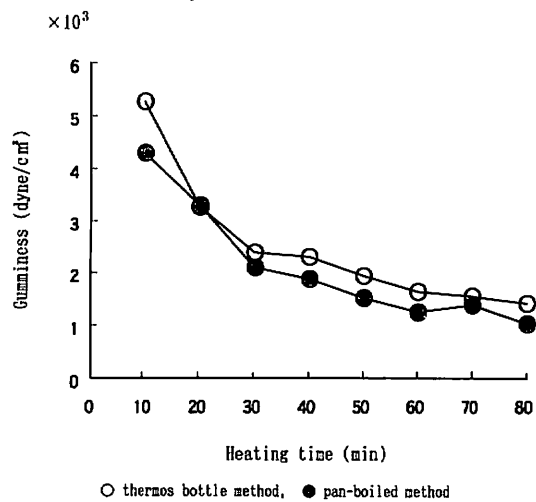


Fig. 7 Changes in gumminess of sago pearls during heating.

直火法ともに加熱 50 分までの付着性は減少した。その後ポット法では変化が小さかったが、直火法は逆に増加する傾向が見られた。試食した感じでは、直火法はポット法に比べてべたつきがあるように感じられた。しかし、いずれの加熱方法とも測定値にばらつきがみられたため、今後測定方法を検討する必要があると思われる。

④ ガム性

ガム性は硬さと凝集性の値を乗じて求められ、このガム性は弾力性と近似した値と考えられる。Fig. 7 に加熱時間によるガム性の変化を示した。いずれの加熱方法に

おいても、ガム性は加熱時間が増加するにつれて減少した。加熱方法を比較すると、加熱 20 分では加熱方法の間に差は見られないが、その後直火法はポット法に比べてガム性の減少が大きく示された。パール状澱粉においては弾力性のある食感が要求されるので、加熱方法としては魔法瓶を用いるポット法が良いと考えられた。

以上のように直径、煮え具合、走査型電子顕微鏡観察および物性測定から総合的に判断して、形状や食感が良く、速く、簡便に、しかも均一に加熱するためにはポット法が有効な手段と考えられる。サゴ澱粉で加工したサ

ゴパールは加熱時間が短く、簡単に利用することができるので、サゴ澱粉の利用の拡大につながることが期待される。

最後に、走査型電子顕微鏡観察の際にご協力いただいた山形県工業技術センター庄内試験場 丹野裕司さんにお礼申し上げます。

引用文献

- 平尾和子, 西岡育, 高橋節子 1989 パール状澱粉の調理に関する研究(第1報)タピオカパールの加熱方法について. 家政誌 40: 363-371.
- Hirao, K. and S. Takahashi 1990 Effects of the addition of sugar to tapioca pearls. J. Hom. Econ. Jpn. 41: 123-132.
- 市毛弘子, 石川松太郎 1984 近世節用集に収録された食生活関係語彙についての調査(第1報)穀類関係語彙を中心に. 家政誌 35: 736-746.
- 貝沼圭二 1985 熱帯産の未利用デンプン—サゴヤシをめぐる話題. 東京農業大学総合研究所 第16回 NRI FORUM pp. 1-31.
- 増田美砂 1991 サゴ食文化の行方. サゴスタディ 2: 6-8.
- 高橋節子, 平尾和子 1992 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: 17-22.
- 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. 共立女子大学家政学部紀要 40: 59-64.
- 矢次 正 1977 サゴ澱粉. 澱粉ハンドブック, 二國二郎監修, 朝倉書店(東京) p. 404.