

サゴ澱粉を用いたくず蒸しようかんの調理・加工特性

Cooking and Processing Properties of the Traditional Japanese Confection, Kudzumushiyokan, Made from Sago Starch

濱西知子* 松永直子* 平尾和子*
 (Tomoko Hamanishi) (Naoko Matsunaga) (Kazuko Hirao)
 貝沼圭二** 高橋節子*
 (Keiji Kainuma) (Setsuko Takahashi)

Kudzumushiyokan made from kudzu starch is one of the traditional Japanese confections. Sago starch has high-gel-forming capacity and elasticity as a gel, as well as a low price, so the substitution by sago starch of kudzu starch could be practical. In this study, sago starch was cooked into kudzumushiyokan, and the cooking and processing properties were studied. Besides the starch substitution, trehalose and lactosucrose were substituted for sucrose to evaluate their effect on the storage properties and sensory attributes of kudzumushiyokan.

The sample made from sago starch and sucrose was softer, lower in adhesiveness, and higher in cohesiveness than the sample made from kudzu starch and sucrose. The sample with added trehalose showed a slower increase in firmness and adhesiveness, as well as a slower decrease in cohesiveness than the samples with other kinds of added sugar during aging at 5°C. The sample made from sago starch was more particularly resistant to retrogradation with added trehalose than that made from kudzu starch. No significant difference in preference by a sensory evaluation was apparent between the samples made from sago starch and kudzu starch with added sucrose. The sample made from sago starch and with 50% of sucrose substituted by trehalose or lactosucrose was evaluated as highly as that containing 100% sucrose. After storing for 3 days at 5°C, the sample made from sago starch and sucrose where 50% was substituted to trehalose was the most preferred among the samples.

キーワード：くず蒸しようかん kudzumushiyokan；サゴ澱粉 sago starch；トレハロース trehalose；乳糖オリゴ糖 lactosucrose；凍結・解凍安定性 freezer-thaw stability；テンシプレッサー tensipresser

サゴヤシの樹幹に蓄積されるサゴ澱粉は、膨潤・溶解しやすく優れたゲル形成性を有する¹⁻⁷⁾などの特性をもっている。サゴ澱粉の利用拡大を図り、これまでにブラマンジェ、くず桜、わらび餅などのゲル状食品、ハルサメそしてパン・マフィンなどの膨化調理への適性について報告⁸⁻¹⁷⁾されている。くず澱粉は糊化温度が低く、透明性の高いことなどから日本においては古

くから葛湯などの病人、小児食としてまた伝統的な和菓子に広く利用されてきた^{18,19)}。くず澱粉製品の一つにくず蒸しようかんがあげられる。くず蒸しようかんはくず澱粉とあんを主材料とし半糊化させた後、蒸して調製される。弾力があり艶のあるものほど良質とされる¹⁸⁾。サゴ澱粉はゲル化しやすい特性をもち、弾力性のあるゲルを形成し、また安価であることから高価なくず澱粉の代替澱粉としてこのくず蒸しようかんに利用できるのではないかと考えた。

また、澱粉質食品にとって老化は重要な問題であり、この老化を防ぐ方法の一つとして糖の添加があげられ

* 共立女子大学家政学部
 (Faculty of Home Economics, Kyoritsu Women's University,
 Tokyo 101-8433)

** 生物系特定産業技術研究推進機構
 (Bio-oriented Technology Research Advancement Institution)

る。近年様々な新素材の甘味料があるが、その中でトレハロースは低甘味であり、甘さが上質、そして澱粉の老化防止作用をもっている²⁰⁾。乳果オリゴ糖は腸内ビフィズス菌増殖作用が広く知られており、難消化性、難う歯性がある。また、甘味質はショ糖に近いことから調理・加工食品への幅広い利用が期待されている^{21,22)}。そこで本研究ではサゴ澱粉のくず蒸しようかんへの利用適性ならびにトレハロースおよび乳果オリゴ糖の添加効果について物性および食味特性から研究した。

実験材料および方法

1. 実験材料

澱粉は、サゴ澱粉（マレーシア連邦サラワク州産；島田化学（株））およびくず澱粉（吉野本葛；（株）井上天極堂）の2種を用いた。甘味料はショ糖（グラニュー糖；マルハ（株））を対照とし、トレハロース（トレハオース；（株）林原商事）、乳果オリゴ糖（ラクトスクロース LS-55 P；（株）横浜国際バイオ研究所）を用いた。またこしあんは、さらしあん（（株）山本貢資商店）に各種甘味料を添加し（Table 1）2分間中火で加熱調製したものを用いた。なお、トレハロースおよび乳果オリゴ糖の甘味度はそれぞれショ糖の45%および50%である。

2. 実験方法

1) サゴ澱粉およびくず澱粉の性状

i) 電流滴定法によるアミロース含量

アミロース含量は電流滴定法²³⁾で行い、自動電流滴定装置 ART-3（平間理化研究所）を用いて測定を行った。基準とするアミロースは市販の馬鈴薯アミロースを用いた。

ii) 粘度特性

澱粉に水を加えて加熱糊化する際の粘度変化をラピッドビスコアナライザー RVA-3 D [フォス・ジャパン（株）、以下RVAと記す。]を用い、試料濃度は7.5%として測定した。加熱は初期温度50℃で1分間保持後、5.6℃/分で95℃まで昇温し、95℃で2分間保持した後、50℃まで昇温時と同一速度で降温させた。

iii) 澱粉ゲルの物性

澱粉ゲルの物性はテンシプレッサー TTP-50-BX（タケトモ電機）を用いて測定した。試料は前述のRVAで粘度測定終了後すなわち冷却50℃の澱粉糊液を用い、ドラフティングテープを巻いたテンシプレッサー用アルミシャーレ（内径24mm×深さ6mm）に流し入れ、室温に30分間放置後、5℃で2時間保冷し

た。測定直前にドラフティングテープを取り外しピアノ線で上部を切り落とし測定に供した。感圧軸は直径11mmの円柱型を用い、圧縮率は試料の厚さの90%とし、2回圧縮法により硬さ、付着性および凝集性を求めた。

2) くず蒸しようかんの調製ならびに測定方法

i) くず蒸しようかんの調製

くず蒸しようかん（以下蒸しようかんとし、サゴ澱粉およびくず澱粉を用いた蒸しようかんを各々、サゴ蒸しようかん、くず蒸しようかんと記す。）の材料配合比はTable 1に示した。蒸しようかんの調製は、サゴまたはくず澱粉に水を加え攪拌後、こしあん、甘味料、水を加え攪拌し（1分間に60回木べらで攪拌）、アルミ製の片手鍋（内径15cm×深さ8cm）に入れ、4分間中火で加熱した。甘味料はショ糖を対照とし、トレハロースまたは乳果オリゴ糖を各々ショ糖の50%あるいは100%置換した5種を用いた（以下トレハロース50%、100%、オリゴ糖50%、100%と記す。）。加熱後、ステンレス製卵豆腐型（8×12×4.5cm）に流し入れ（360g）、蒸器で60分間強火で加熱を行った。これを室

Table 1. Ingredients ratio of "Kudzumushiyokan" (g)

Sugar	Sucrose	Trehalose	Lactosucrose
Substitution percentage (%) [*]	—	50 100	50 100
Kudzu or sago starch	30		
Sucrose	60	30 —	30 —
Trehalose	—	30 60	— —
Lactosucrose	—	— —	30 60
Sweet bean paste ^{**}	60		
Water	120+90		

^{**}Sweet bean paste (g)

Sugar	Sucrose	Trehalose	Lactosucrose
Substitution percentage (%) [*]	—	50 100	50 100
Sucrose	22	11 —	11 —
Trehalose	—	11 22	— —
Lactosucrose	—	— —	11 22
Adzuki bean powder	15		
Water	44		

^{*}It substituted for trehalose or lactosucrose by 50% or 100% of the sucrose.

サゴ澱粉を用いたくず蒸しようかんの調理・加工特性

温に 30 分間放置した後、5°C の低温室に 1 時間放置し測定試料とした。試料は 2.5×2.5×1.5cm の直方体に切断し、物性測定および官能評価に供した。

ii) 測定方法

くず蒸しようかんの老化特性を知るために冷蔵保存または、より老化特性を詳細にとらえるため、条件を過酷な状態にし凍結・解凍を繰り返した際の物性変化について調製直後と比較した。冷蔵保存試料は 2.5×2.5×1.5cm に切断後、5°C にて 1, 3 および 7 日間保存し、凍結・解凍安定性は -20°C にて 23 時間凍結、室温にて 1 時間解凍を 1 サイクルとして、1, 3 および 7 サイクルまで繰り返し測定を行った。なお、凍結・解凍サイクルにおけるゲルの離水量は減圧濾過装置に試料約 10 g をのせ、ガラス棒で潰しながら水がでなくなるまで減圧を行い、離水量を測定した¹⁷⁾。物性測定用試料は、室温にて解凍後 10 分間再び蒸し加熱を行い測定に供し、物性測定は 1)-iii) と同様とした。ただし感圧軸は直径 5mm の円柱型を用いた。

3) 各種蒸しようかんの官能評価

官能評価は、「特性評価」および「嗜好評価」について 7 段階評価法により本学調理研究室員 12 名をパネルとして行った。「特性評価」はつや、色、香り、甘さ、味、硬さ、滑らかさ、歯切れ、べたつき、弾力性の 10 項目とし、「嗜好評価」はこれに、総合評価を加えた 11 項目とした。結果は各試料の平均評点を求め、二元配置の分散分析により試料間の有意差検定を行った。

実験結果および考察

1. サゴ澱粉およびくず澱粉の性状

サゴ澱粉¹⁻⁷⁾ およびくず澱粉²⁴⁻²⁶⁾ の基礎的性状については、すでに多くの報告がある。しかし、サゴ澱粉は生育段階や貯蔵状態などにより品質に差があることが知られている^{5,6,27)}。そこで本研究に用いた 2 種の澱粉の基本的な性状について、特に老化に大きく関与するアミロース含量、糊化・老化特性を知る上で、粘度特性および澱粉ゲルの物性についての実験を行った。

1) 電流滴定法によるアミロース含量

本研究に用いたサゴ澱粉のアミロース含量は 24.5 % と、とうもろこし澱粉や小麦澱粉に近い値であり、くず澱粉は 21.8 % と馬鈴薯や甘藷澱粉に近い値を示した。

2) 粘度特性

サゴ澱粉およびくず澱粉の粘度曲線を Fig. 1 に示した。粘度上昇開始温度についてみると、サゴ澱

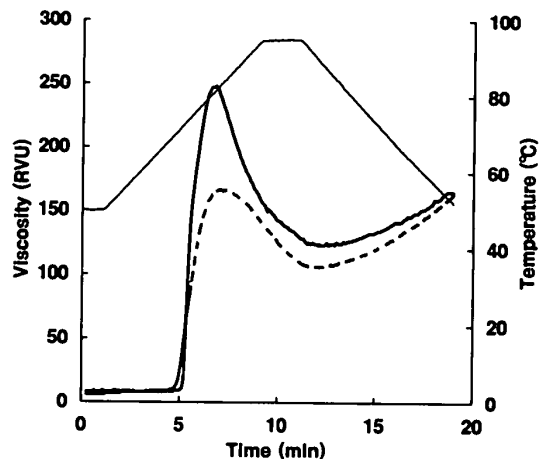


Fig. 1. The rapid visco analyzer profiles of sago starch and kudzu starch

—, Sago starch; ----, Kudzu starch; —○—, Temperature

粉は 71.0°C とくず澱粉の 68.5°C よりも高い温度で糊化を開始した。また最高粘度はサゴ澱粉 248 RVU、くず澱粉 166 RVU とサゴ澱粉はくず澱粉の約 1.5 倍の粘度を示した。冷却 50°C の粘度はサゴ澱粉 165 RVU、くず澱粉 163 RVU とほぼ同値を示した。最高粘度と最低粘度の差で表されるブレイクダウンはサゴ澱粉 125 RVU に対し、くず澱粉 60 RVU とくず澱粉は熱安定性の高い澱粉であることが確認された。

3) 澱粉ゲルの物性

サゴ澱粉およびくず澱粉ゲルの硬さ、付着性および凝集性の結果を Table 2 に示した。澱粉ゲルの硬さの違いは僅かであり、これは粘度測定における冷却 50°C 時の粘度と同じ結果であった。一方、付着性はサゴ澱粉はくず澱粉の約 1/6 と小さい値を示し、べたつきの少ない澱粉といえる。また内部結合力を示す凝集性はサゴ澱粉が僅かに大きい値を示した。

付着性は、プランジャーが下降運動から上昇運動になり食品を離そうとする瞬間から食品に対して逆向きの引張る力がなくなるまでの時間と引張る力の関係にある。サゴ澱粉ゲルは弾力のあるゲルであるため圧縮による変形率が少ないのに対し、くず澱粉ゲルは圧縮によってゲルが破壊されプランジャーが上昇運動に移行する時にゲルがまとわりつき、付着性が大きくなっ

Table 2. Physical properties of sago starch gel and kudzu starch gel

Samples	Firmness (gw/cm ²)	Adhesiveness (gw/sec)	Cohesiveness
Sago starch	197.9	4.1	0.61
Kudzu starch	195.4	26.4	0.53

たとえられた。

以上、サゴ澱粉およびくず澱粉の性状を比較した結果、サゴ澱粉はくず澱粉に比べアミロース含量が高く、また高粘度で澱粉ゲルの硬さの差は僅かであったが、付着性は少なく蒸しようかんに利用した際にもべたつきの少ない性質を示すと考えられた。

2. サゴ澱粉のくず蒸しようかんへの利用適性ならびにトレハロースおよび乳糖オリゴ糖の添加効果

1) サゴおよびくず澱粉を用いた蒸しようかんの物性

ショ糖、トレハロースおよびオリゴ糖を各々添加したサゴ、くず蒸しようかんの調製直後における物性を Fig. 2 に示した。

サゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんと比較すると軟らかく、付着性が少なく、凝集性の大きいゲルであ

った。ただし、トレハロース 50% 試料の硬さにおいてのみ、サゴ蒸しようかんの値が高い結果であった。1—3) で示したサゴ澱粉およびくず澱粉ゲルの物性結果と比較すると硬さにおいては、澱粉のみの場合はサゴ、くず澱粉はともにほぼ同じ硬さを示したのに対して、サゴ澱粉ゲルが僅かながら軟らかい値を示した試料が多かった。付着性および凝集性においては、サゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんよりも付着性が顕著に少なく、凝集性の大きい物性を示した。これはサゴ澱粉およびくず澱粉と同様の性状を示した。

甘味料の種類が物性に及ぼす影響をみるとサゴ、くず蒸しようかんともにトレハロース 100% 試料が他と比較して、軟らかい値を示した。付着性においてはサゴ蒸しようかんはトレハロース 100% 試料が、くず蒸しようかんはトレハロース 50% 試料が、最も付着性が小さい値を示した。凝集性においては甘味料の種類による差異は認められなかった。

以上調製直後の蒸しようかんの物性からサゴおよびくず蒸しようかんは異なる物性値を示した。すなわちサゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんよりも軟らかく、付着性が少なくそして凝集性の大きい物性であった。また甘味料の種類による違いはトレハロース添加の蒸しようかんは他と比較して軟らかく、付着性が少ない傾向が認められた。

2) 甘味料の違いが冷蔵保存時の物性に及ぼす影響

サゴ、くず蒸しようかんにショ糖、トレハロースおよびオリゴ糖を各々添加した際の冷蔵保存による硬さの変化を Fig. 3 に示した。いずれの試料においても冷蔵保存日数が長くなるほど硬さを増した。

ショ糖を添加したサゴ蒸しようかん、くず蒸しようかんの硬さの増加において大きな差は認められなかったが、トレハロースを添加した試料は他の試料に比べて明らかに冷蔵による硬さの増加が抑えられた。特にサゴ蒸しようかんはトレハロースを添加すると、くず蒸しようかんよりも冷蔵 7 日後において軟らかい値を示した。冷蔵 7 日後においてトレハロース 50% および 100% のサゴ蒸しようかんは、ショ糖添加サゴ蒸しようかんの約 50% の硬さ増加率であり、冷蔵保存時の軟らかさを保つことができた。一方、くず蒸しようかんの場合は、トレハロース 50% 試料では約 20%、100% 試料では約 40% の硬さの増加が抑えられたが、これはサゴ澱粉には及ばなかった。このことからサゴ澱粉を用いた蒸しようかんの場合、トレハロースをショ糖の 50% 置換しただけでも低温保存時の硬さの増加を抑制することができ、これはトレハロース添加によ

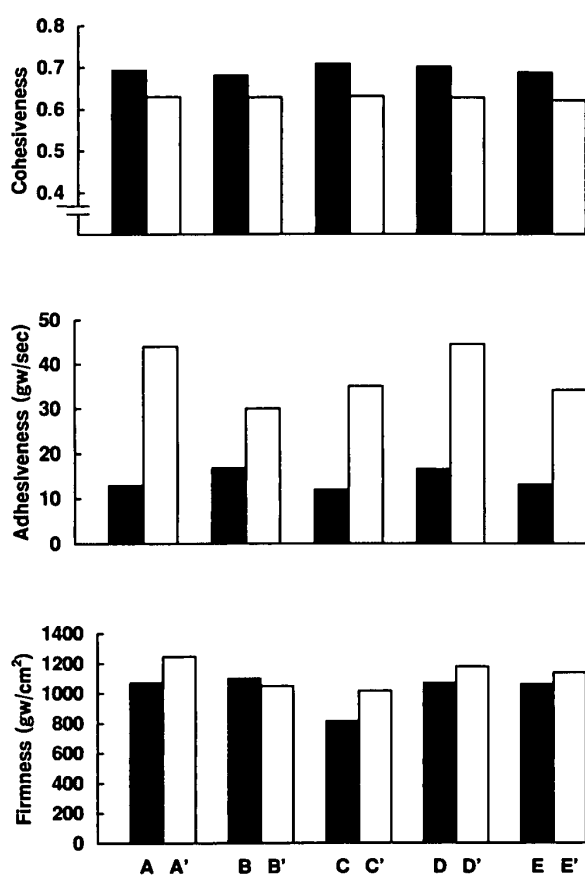


Fig. 2. Physical properties of Mushiyokan immediately after preparation

■ : Sago starch ; □ : Kudzu starch ;

A, A' : Sucrose ;

B, B' : Trehalose 50% (50% substitution of the sucrose) ;

C, C' : Trehalose 100% ;

D, D' : Lactosucrose 50% (50% substitution of the sucrose) ;

E, E' : Lactosucrose 100%

サゴ澱粉を用いたくず蒸しようかんの調理・加工特性

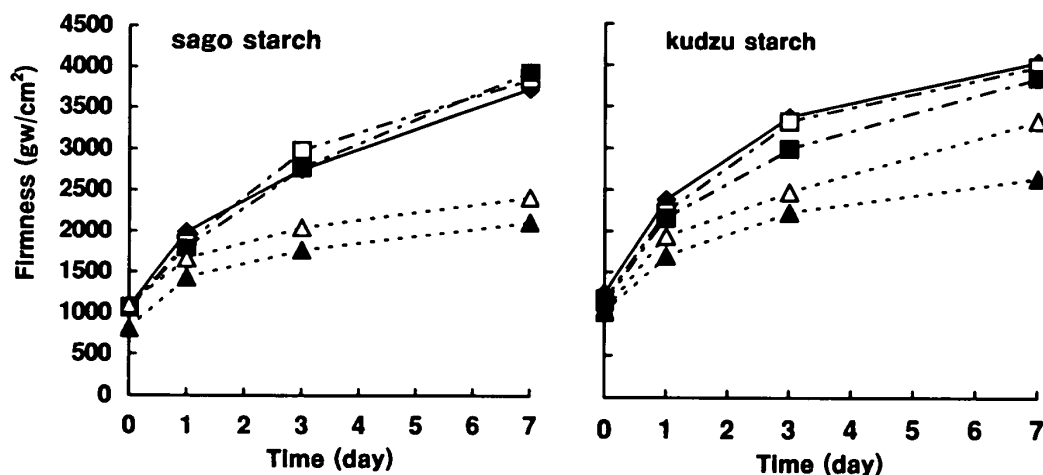


Fig. 3. The changes in firmness of Mushiyokan with time stored at 5°C

—◆—: Sucrose ; ---△---: Trehalose 50% (50% substitution of the sucrose) ; ...▲...: Trehalose 100% ; -□-: Lactosucrose 50% (50% substitution of the sucrose) ; -■-: Lactosucrose 100%

る老化防止効果と考えられた。

また、乳果オリゴ糖を添加した蒸しようかんは、ショ糖を添加した蒸しようかんとの硬さの差は認められず、ショ糖と同様に用いられると考えられた。

冷蔵保存による付着性の変化を Fig. 4 に示した。硬さと同様に冷蔵保存により付着性は増加した。これは冷蔵保存により澱粉ゲルは老化し、もろくなり付着性も高まったと考えられた。

ショ糖を添加した場合、調製直後と同様、冷蔵 1、3 および 7 日後においてもサゴ蒸しようかんは、くず蒸しようかんに比べて低い付着性を示した。

トレハロース添加により硬さと同様、低温保存時の付着性の増加が抑えられた。そしてサゴ蒸しようかん

の場合、トレハロース 50% 試料はショ糖添加に比べて、約 30% 付着性が抑えられていた。くず蒸しようかんの場合はトレハロース 50% 試料で 1、3 日後では約 20%、7 日後では約 4% の付着性が抑制されたに過ぎず、サゴ蒸しようかんに比べて抑制効果は少ないといえた。このように付着性についてもトレハロースのサゴ澱粉における添加効果が大きいことが明らかとなった。

冷蔵保存による凝集性の変化を Fig. 5 に示した。冷蔵 1 日後においてすべての試料は一律に低下し 0.56~0.59 の値を示した。冷蔵 3、7 日後においてはサゴおよびくず蒸しようかんにおいてトレハロース 100%、次いでトレハロース 50% 試料が高い凝集性を示し

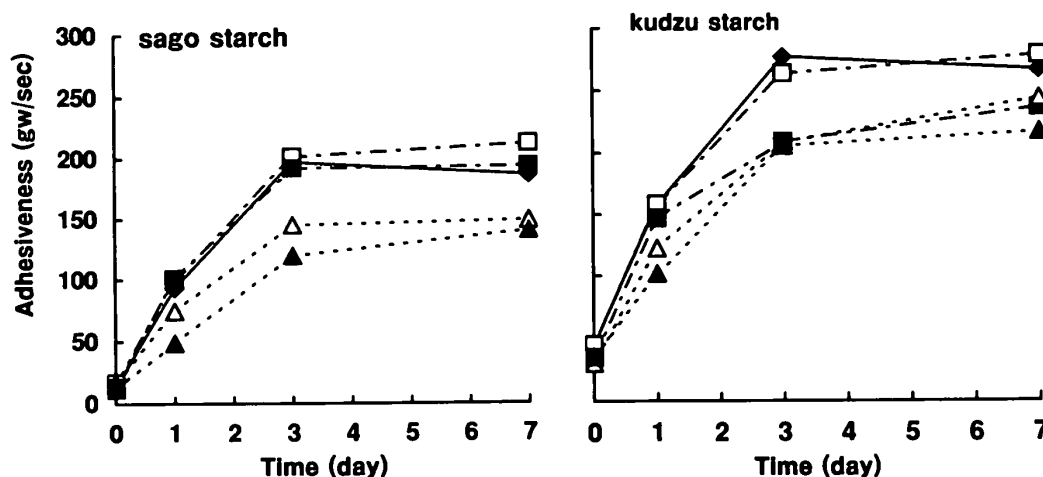


Fig. 4. The changes in adhesiveness of Mushiyokan with time stored at 5°C

—◆—: Sucrose ; ---△---: Trehalose 50% (50% substitution of the sucrose) ; ...▲...: Trehalose 100% ; -□-: Lactosucrose 50% (50% substitution of the sucrose) ; -■-: Lactosucrose 100%

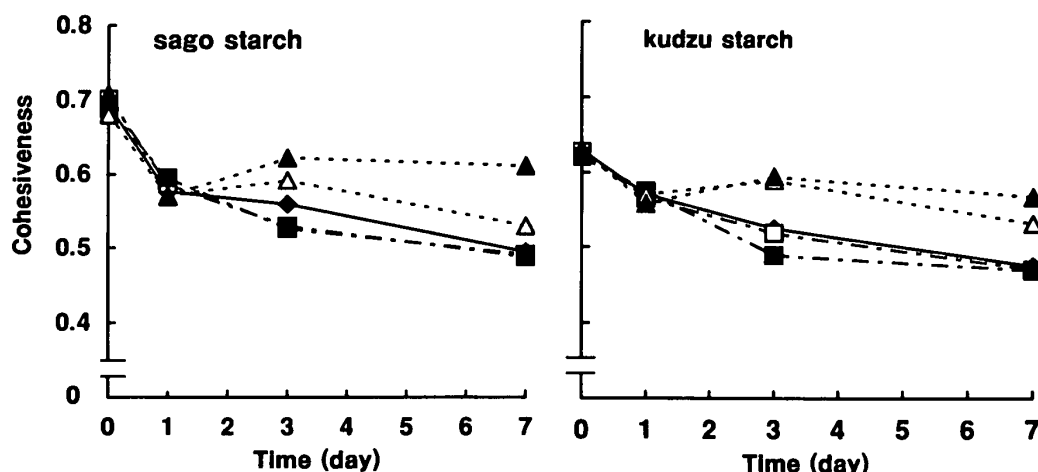


Fig. 5. The changes in cohesiveness of Mushiyokan with time stored at 5°C

—◆—: Sucrose ; ---△---: Trehalose 50% (50% substitution of the sucrose) ; ---▲---: Trehalose 100% ; -□- : Lactosucrose 50% (50% substitution of the sucrose) ; -■- : Lactosucrose 100%

た。またトレハロース 100% 試料においては、サゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんよりも凝集性が大であった。ショ糖およびオリゴ糖 50%, 100% 試料は徐々に凝集性は低下し、冷蔵 7 日後においてはほぼ同値を示した。

3) 甘味料の違いが凍結・解凍時の物性に及ぼす影響

凍結・解凍サイクル時の蒸しようかんの硬さの変化を Fig. 6 に示した。10 分間の蒸し加熱を行ったため、凍結・解凍サイクルによる硬さの変化は冷蔵保存時に比べて少なかった。

サゴ蒸しようかんは調製直後と同様 1, 3 および 7 サイクル目においてくず蒸しようかんに比べて軟らかい値を示した。凍結・解凍 1 サイクル目では硬さが僅か

に増加したが、7 サイクル目で軟らかくなった。また甘味料の種類による差は僅かで、冷蔵保存時のような老化抑制効果は認められなかった。

これに対し、くず蒸しようかんはいずれの試料も 1 サイクル目では硬さを増し、ショ糖、オリゴ糖 50% 試料は 7 サイクル目において硬さの増加が認められた。トレハロース 50%, 100%, オリゴ糖 100% 試料は 3, 7 サイクル目における物性変化が僅かであり、特にトレハロース添加試料は最も軟らかい値を示した。このことからくず蒸しようかんにトレハロースを添加すると凍結・解凍を繰り返した際の安定性に効果的であると考えられた。

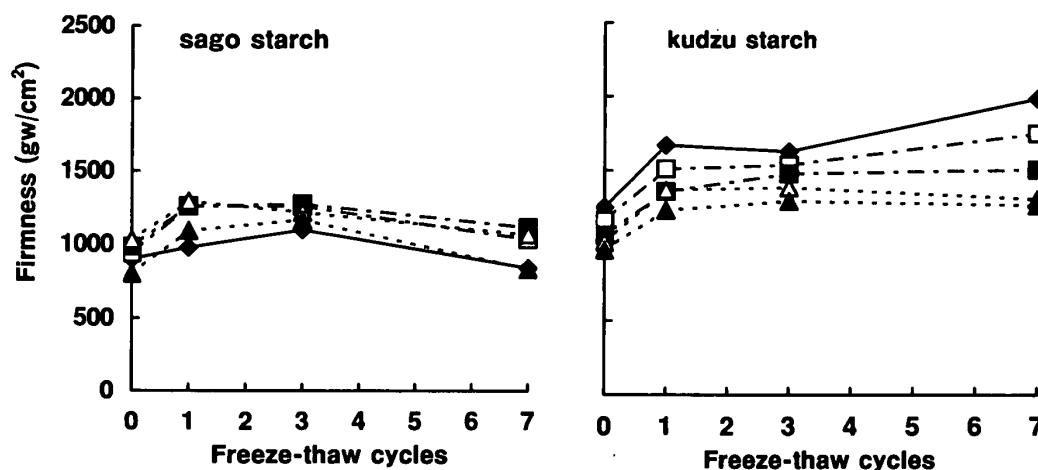


Fig. 6. The change of the firmness of Mushiyokan with freeze-thaw cycles

—◆—: Sucrose ; ---△---: Trehalose 50% (50% substitution of the sucrose) ; ---▲---: Trehalose 100% ; -□- : Lactosucrose 50% (50% substitution of the sucrose) ; -■- : Lactosucrose 100%

サゴ澱粉を用いたくず蒸しようかんの調理・加工特性

4) 甘味料の違いが凍結・解凍時の離水量に及ぼす影響

冷蔵保存時および凍結・解凍を繰り返した際の各種蒸しようかんの水分はいずれも $62.3 \pm 1.7\%$ と澱粉、甘味料および保存日数による差異は認められなかった。しかし、凍結・解凍を繰り返した際の蒸しようかんにおいては、ゲルを破壊することにより離水が認められたためショ糖、トレハロース、オリゴ糖各々100%添加のサゴおよびくず蒸しようかん6種について、その離水量を測定した結果を Fig. 7 に示した。

ショ糖添加蒸しようかんについてみると、3サイクル目より離水が認められ、サゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんの約1/2の離水量であった。5サイクル目においてはサゴ蒸しようかんは28.9%、くず蒸しようかんは32.9%を示し、7サイクル目においてはサゴ蒸しようかんがくず蒸しようかんよりも離水量が多かった。このようにサゴ蒸しようかんは凍結・解凍初期は安定性が大であるが7サイクル目ではくず蒸しようかんよりも老化は進んだ。

トレハロース添加蒸しようかんはサゴ、くず蒸しようかんともに3サイクル目まで離水は認められず、5サイクル目においてはサゴ蒸しようかんは、くず蒸しようかんの約1/2であり7サイクル目においては約1/6の離水量で、トレハロースはサゴ澱粉への老化抑制効果が顕著に認められた。一方オリゴ糖添加の蒸しようかんはショ糖およびトレハロース添加蒸しようかんとは傾向が異なり、3、5および7サイクル目におい

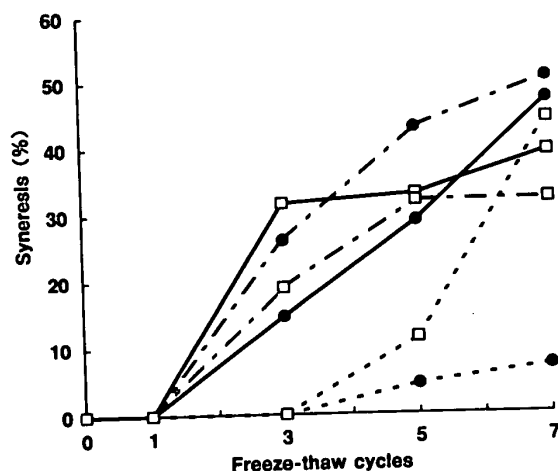


Fig. 7. The change of the syneresis of Mushiyokan with freeze-thaw cycles

● : Sago starch ; □ : Kudzu starch ;

— : Sucrose ; ---- : Trehalose 100% ;

- - - : Lactosucrose 100%

Syneresis (%) = (the weight of water/the weight of sample) × 100

てサゴ蒸しようかんは、くず蒸しようかんよりも高い離水量を示した。

このように甘味料の違いが蒸しようかんの凍結・解凍時の離水量に及ぼす影響は明らかに異なった。トレハロースは、サゴ澱粉を用いた蒸しようかんの離水量を抑え、くず澱粉に対してよりも老化抑制効果が顕著に認められた。これに対してオリゴ糖の添加は、くず澱粉を用いた蒸しようかんの安定性に寄与した。

以上、サゴ蒸しようかんおよびくず蒸しようかんはトレハロースを添加することにより冷蔵保存における老化を抑制し、凍結・解凍を繰り返した際の離水量を抑える効果が認められた。特にサゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんに比べその傾向が顕著に認められた。

またサゴ蒸しようかんは凍結・解凍サイクルにおいて解凍時に蒸し加熱することにより物性変化は少なく調製直後と同様、くず蒸しようかんよりも軟らかい値を示し、甘味料の種類による差異は僅かであった。

3. 蒸しようかんの官能評価

1) サゴおよびくず蒸しようかんの官能評価

ショ糖を添加したサゴおよびくず蒸しようかんの2

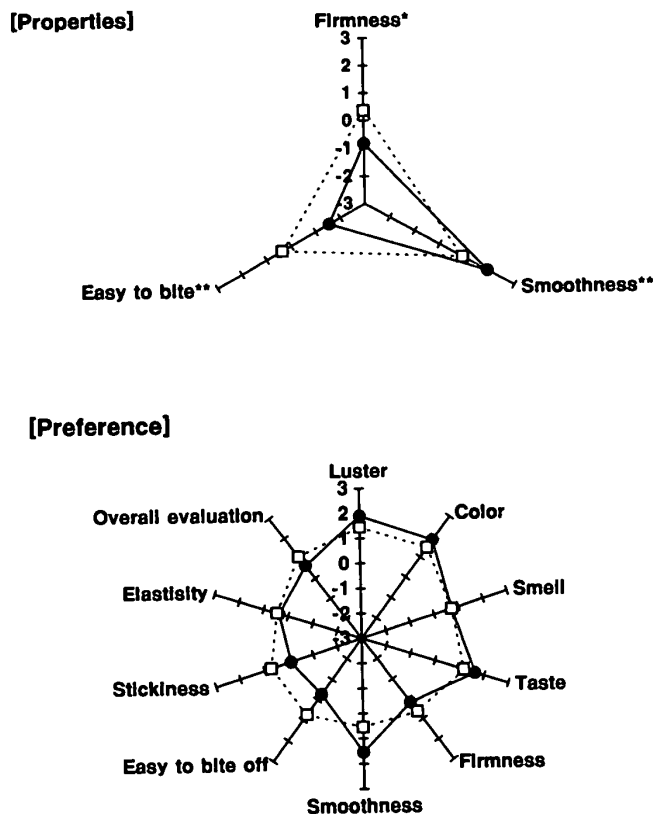


Fig. 8. Sensory evaluation of Mushiyokan made from sago or kudzu starch and sucrose

—●— : Sago starch ; - - □ - - : Kudzu starch

** : Significant at the 1% level, * : Significant at the 5 % level

種について官能評価を行った結果を、「特性評価」は有意差が認められた3項目について、「嗜好評価」は全ての項目について Fig. 8 に示した。ただし、甘味料はショ糖を用いたので甘さは評価項目には入れなかった。

「特性評価」において、サゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんに比べて軟らかく、滑らかで歯切れが悪いと評価された。これは、調製直後の物性測定における結果と同様といえる。すなわち、硬さにおいてはサゴ澱粉が軟らかい値を示し、付着性が少なく凝集性が大きいという結果からサゴ蒸しようかんは弾力性があり、内部結合力が強いと評価された。このように物性測定および官能評価の「特性評価」においてサゴ蒸しようかんは、くず蒸しようかんと明らかに差が認められた。しかし、「嗜好評価」においてはすべての項目において有意の差はなく、サゴ澱粉はくず澱粉と同様に蒸しようかんとして好まれることが明らかとなった。

2) 各種甘味料を用いたサゴ蒸しようかんの官能評価

各種甘味料を用いたサゴ蒸しようかんの官能評価を有意差が認められた「特性評価」, 「嗜好評価」各々5項目について Fig. 9 に示した。

「特性評価」においてトレハロース 100%, オリゴ糖 100% 試料は甘味および味がないと評価された。これは、トレハロースおよびオリゴ糖の甘味度はそれぞれショ糖の 45% および 50% のためであると考えられた。また、オリゴ糖 50% のサゴ蒸しようかんは試料中最も硬さがあり、歯切れがあると評価された。

「嗜好評価」においては甘味, 味の項目において甘味の少ないトレハロース 100%, オリゴ糖 100% 試料は低い嗜好性を示し、弾力性, 総合評価においても低い嗜好性を示した。一方、トレハロース 50% オリゴ糖 50% 試料は甘味, 味の項目においてショ糖と同程度の嗜好性を示し、総合評価においてはショ糖よりも高い嗜好性を示した。

3) 冷蔵保存後における各種甘味料を用いたサゴ蒸しようかんの官能評価

前述の結果から好まれたショ糖 100%, トレハロース 50% およびオリゴ糖 50% のサゴ蒸しようかんを用い、冷蔵保存 3 日後における官能評価を行い有意差が認められた「特性評価」, 「嗜好評価」各々3項目について Fig. 10 に示した。

「特性評価」においては、トレハロース添加蒸しようかんは最も色があると評価された。これはトレハロースは加熱してもメイラード反応を起こさない特性をもつため、あんの色が他の試料と比べて濃く表れたと考

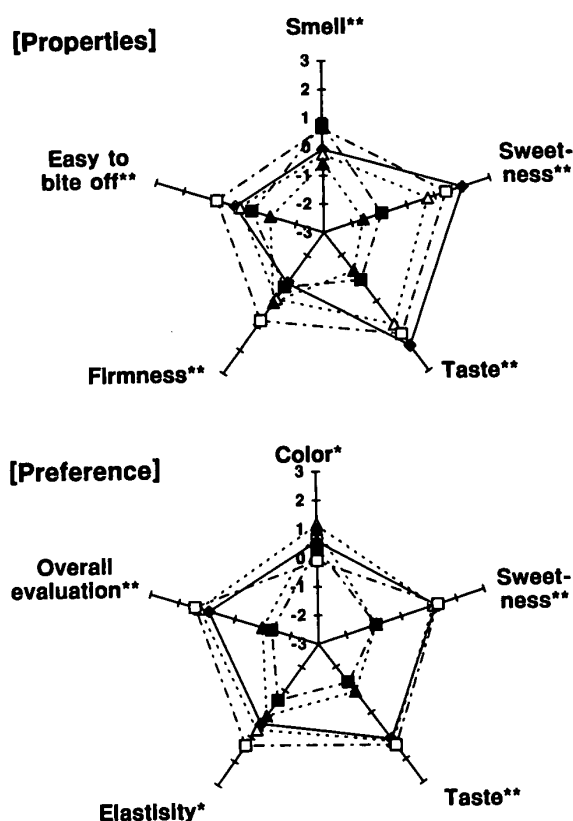


Fig. 9. Sensory evaluation of Mushiyokan made from sago starch and various sugars

—◆—: Sucrose; ---△---: Trehalose 50% (50% substitution of the sucrose); ...▲...: Trehalose 100%; -□-: Lactosucrose 50% (50% substitution of the sucrose); -■-: Lactosucrose 100%

** : Significant at the 1% level, * : Significant at the 5% level

えられた。硬さにおいてはトレハロースおよびショ糖添加試料がオリゴ糖よりも軟らかいと評価された。これは物性測定とは異なる傾向であったが、トレハロース添加蒸しようかんが最も軟らかい値を示したという結果は一致していた。

また「嗜好評価」においては色, 総合評価の項目でトレハロース添加試料が最も好まれた。オリゴ糖添加試料は総合評価においてショ糖と同じくらい好まれた。また香りは「特性評価」において有意差が認められなかったが「嗜好評価」において有意差が認められ、この点については今後検討したい。

以上、サゴ澱粉のくず蒸しようかんへの利用適性を検討した結果、サゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんと比較し、軟らかく付着性が少なく、凝集性の大きい物性を示し、官能評価ではくず蒸しようかんと同様に好まれた。またトレハロースを添加した場合、冷蔵保

サゴ澱粉を用いたくず蒸しようかんの調理・加工特性

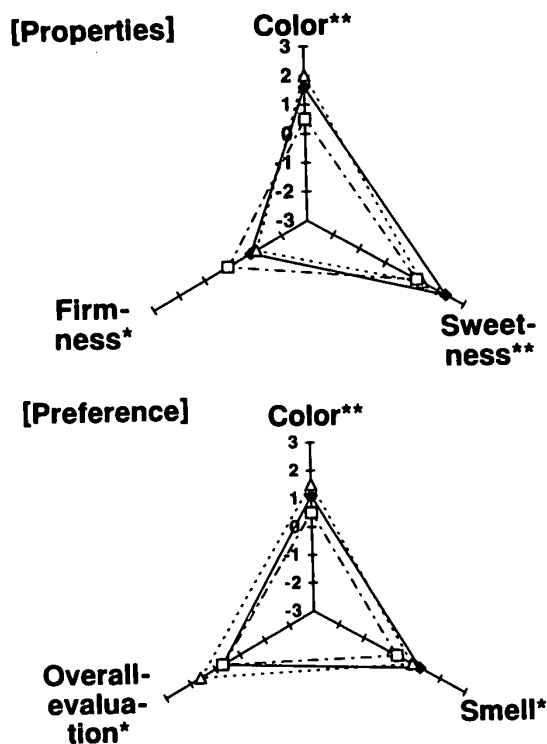


Fig. 10. Sensory evaluation of Mushiyokan made from sago starch and various sugars after 3 days stored at 5°C

—●—: Sucrose : ---△---: Trehalose 50% (50% substitution of the sucrose) : -□- : Lactosucrose 50% (50% substitution of the sucrose)

** : Significant at the 1% level,

* : Significant at the 5% level

存による澱粉老化抑制効果が特にサゴ蒸しようかんにおいて顕著に認められた。官能評価においてトレハロースおよびオリゴ糖をショ糖の50%置換したサゴ蒸しようかんが、ショ糖と同様に好まれ、冷蔵3日目の試料においてはトレハロース添加のサゴ蒸しようかんが最も好まれた。このことからサゴ澱粉の蒸しようかんへの利用適性が示され、ショ糖の50%をトレハロースに置換することによりサゴ蒸しようかんの老化を抑制し、また食味も好まれることが明らかとなった。

要 約

サゴ澱粉のくず蒸しようかんへの利用適性ならびにトレハロースおよび乳果オリゴ糖の添加効果について、物性および食味特性から研究した。

1. サゴ澱粉およびくず澱粉のアミロース含量は各々24.5%, 21.8%であった。また粘度特性においてサゴ澱粉はくず澱粉よりも高温で粘度が上昇

し始め、約1.5倍と高粘度を示し、冷却50°C時の粘度はほぼ同じ値であった。澱粉ゲルの付着性は、サゴ澱粉ゲルはくず澱粉ゲルの約1/6と小さい値を示した。

2. ショ糖を添加したサゴおよびくず蒸しようかんの、調製直後の物性からサゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんよりも軟らかく、付着性が小さくそして凝集性の大きい物性であった。
3. 冷蔵保存時における蒸しようかんの物性変化から、トレハロース添加蒸しようかんは硬さ、付着性の増加および凝集性の低下を抑え、特にサゴ蒸しようかんにおいてその老化抑制効果が顕著に認められた。
4. 官能評価の「嗜好評価」からショ糖添加蒸しようかんにおいて、サゴ蒸しようかんはくず蒸しようかんと有意の差はなく、いずれの項目においても同様に好まれることが明らかとなった。
5. トレハロースまたはオリゴ糖をショ糖の50%置換したサゴ蒸しようかんはショ糖添加と同程度の嗜好性を示し、また冷蔵3日目においてはトレハロースをショ糖の50%置換した蒸しようかんが最も高い嗜好性を示した。

文 献

- 1) 高橋節子, 貝沼圭二(1989), 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
- 2) 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), 澱粉科学, **28**, 151-159
- 3) A. Kawabata, S. Sawayama, N. Nagashima, R. R. Rosario and M. Nakamura (1984), Some Physico-Chemical Properties of Starches from Cassava, Arrowroot and Sago, *Denpun Kagaku*, **31**, 224-232
- 4) 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, 農化, **59**, 1257-1261
- 5) 濱西知子, 八田珠郎, Foh-Shoon Jong, 高橋節子, 貝沼圭二(1999), サゴヤシの生育段階および部位における澱粉の理化学的性質, *J. Appl. glycosci.*, **46**, 39-48
- 6) 濱西知子, 八田珠郎, Foh-Shoon Jong, 貝沼圭二, 高橋節子(2000), 生育段階の異なるサゴ澱粉の相対結晶化度と構造および糊化特性, *J. Appl. glycosci.*, **47**, 335-341
- 7) 高橋節子, 平尾和子, 貝沼圭二(1995), サゴ澱粉の物性と調理特性, *SAGO PALM*, **3**, 72-82
- 8) 高橋節子(1988), ハルサメの理化学的性質と食味特性, 調理科学, **21**, 1-13
- 9) 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, 共立女子大学研究紀要, **38**, 17-23

- 10) 平尾和子, 五十嵐喜治, 高橋節子(1998), サゴ澱粉ゲルの調理学的研究(第3報)分離大豆タンパク質, 大豆油を用いた澱粉ゲルの材料配合比による影響, *SAGO PALM*, **6**, 1-9
- 11) 大家千恵子, 高橋節子(1987), サゴ澱粉の膨化調理への応用(第1報), *調理科学*, **20**, 362-370
- 12) 大家千恵子, 高橋節子(1987), サゴ澱粉の膨化調理への応用(第2報)サゴ澱粉パンの老化と物性との関係, *調理科学*, **20**, 371-377
- 13) 大家千恵子, 高橋節子, 渡辺篤二(1990), サゴ澱粉を用いた粉皮(fenpi)の機器並びに官能検査による評価, *調理科学*, **23**, 293-301
- 14) 高橋節子, 平尾和子(1993), サゴおよび温水処理馬鈴薯澱粉を用いたハルサメの理化学的性質, 共立女子大学研究紀要, **39**, 103-108
- 15) 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, 共立女子大学研究紀要, **40**, 59-64
- 16) 平尾和子, 高橋節子(1996), 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, *SAGO PALM*, **4**, 14-20
- 17) 濱西知子, 若松尚美, 貝沼圭二, 高橋節子(2000), 高濃度サゴ澱粉ゲルの老化特性, *調理科学*, **33**, 326-332
- 18) 総合食品辞典(1986), 桜井芳人編, 同文書院, 東京, **262**, 969-970
- 19) 川端晶子(1991), 調理科学から見た澱粉の特性, *でん粉と食品*, **16**, 31-47
- 20) 塩坂誠(1997), トレハ糖(トレハロース)の利用, *FOODS & FOOD INGREDIENTS JOURNAL OF JAPAN*, 97-102
- 21) 原耕三(1991), 乳果オリゴ糖(ラクトスクロース)の特性と利用, 月刊フードケミカル2月号, 38-45
- 22) 内藤文子, 青山葉子, 藤田孝輝, 高橋節子(1994), 「乳果オリゴ」LS-55 Pの調理・加工特性(第1報)マッシュマロの物性および食味に及ぼす影響, *調理科学*, **27**, 253-259
- 23) 馬場忠(1986), 生物化学実験法19澱粉・関連糖実験法, 中村道徳, 貝沼圭二編, (株)学会出版センター, 東京, 89-93
- 24) A. Suzuki, S. Hizukuri and Y. Takeda (1981), Physicochemical Studies of Kuzu starch, *Cereal Chem.*, **58**, 286-290
- 25) 鈴木綾子, 竹田靖史, 檜作進(1985), タピオカ, ジャガイモ, クズ澱粉の分子構造と老化性の関係, *澱粉科学*, **32**, 205-212
- 26) N. Nagashima, M. Yamazaki and A. Kawabata (1989), Some Physicochemical Properties of Starches from kuzu and sweet potato, *J. Home Econ. Jpn.*, **40**, 683-690
- 27) Y. Takeda, C. Takeda, A. Suzuki and S. Hizukuri (1989), Structures and Properties of Sago Starches with Low and High Viscosities on Amylography, *J. Food Sci.*, **54**, 177-182

(2001年8月27日受理)