

# デンプンの種類が異なるいももちの物性と食味

## Physical Properties and Sensory Evaluation of Imo-mochi containing Various Starches

山本 誠子  
(Seiko Yamamoto)

鈴木和歌子  
(Wakako Suzuki)

鈴木香緒里  
(Kaori Suzuki)

山岸富美江  
(Fumie Yamagishi)

谷口沙奈絵  
(Sanae Taniguchi)

小林三智子  
(Michiko Kobayashi)

The physical properties were investigated and a sensory evaluation was carried out on imo-mochi containing various starches and starch gels.

Textural and tensile rupture measurements were made with a Rheoner, and the sensory evaluation was rated by the scoring method.

The physical properties of Imo-mochi containing a starch gel vary according to the kind of starch.

Imo-mochi is considered to have a texture like rice cake because of its higher elasticity than that of a starch gel.

The results of physical measurements showed that imo-mochi containing different starches could be classified into two groups: it had higher cohesiveness and extension when mixed with potato, tapioca, sweet potato or kuzu starch than with corn or wheat starch.

The former group of imo-mochi is considered to be preferable.

The sensory evaluation clarified that imo-mochi containing potato starch was the most preferable among four in the first group, having high transparency, extension, a texture like rice cake and low stickiness.

**キーワード:** いももち imo-mochi; ジャがいも potato; デンプン starch; 伸び extension; 官能検査 sensory test; 物理的性質 physical property

ゆでたジャがいもを細胞単位としたものに生デンプンを加えて加熱すると、ジャがいもとは思えない弾力や伸びがあり餅のような食感がある。これらの食感は、デンプンの添加量で異なり、いもの重量に対しジャがいもデンプンを20~30%添加すると餅のような食感が得られることが明らかになった<sup>1)</sup>。この濃度はくず桜、わらび餅、くず餅などのデンプンで作る高濃度ゲルとほぼ同じである。デンプンがゆでたジャがいものつなぎの役割だけでなく、胡麻豆腐<sup>2)</sup>同様網目構造を作り、その中に裏ごしいもが存在するのではないかと推測され、弾力や伸び、もち感を生ずるのに寄与して

いるのではないかと考えられる。いももちにはジャがいもデンプンが使われているが、裏ごしいもを主成分とした混合ゲルでは小麦粉<sup>3),4)</sup>や白玉粉<sup>5)</sup>が使われている。ジャがいもデンプンでない他のデンプンでこのような食感が得られるか明らかにされていない。そこで添加したデンプンの違いがいももちに及ぼす影響および混合ゲルの構造を明らかにするために、デンプンゲルを作るのに使われる6種類のデンプンを添加したいももちとデンプンゲルについて、テクスチャー特性、伸長破断特性測定を行い比較検討した。さらに、官能検査を行い、いももちとデンプンゲルの比較およびどのデンプンを添加したいももちが好まれるかを検討した。いももちでは裏ごしジャがいもの水分でデンプン

十文字学園女子短期大学  
(Jumonji Gakuen Women's Junior College, Niiza-shi 352-8510)

## デンプンの種類が異なるいももちの物性と食味

を糊化しており、デンプンの糊化特性温度について動的粘弾性測定を行い検討した。

## 試料および実験方法

## 1. 実験試料

じゃがいもは、1999年北海道羊蹄産男爵(L.約130g)を用いた。

デンプンはゲル食品として一般的によく使われている6種類を選んだ。

じゃがいもデンプン((株)和光純薬), とうもろこしデンプン((株)和光純薬), さつまいもデンプン((株)和光純薬), 小麦デンプン((株)和光純薬), タピオカデンプン(タイ産の市販品, グリーンファミリー輸入), 吉野本葛(100%くず, (株)井上天極堂)を用いた。

## 2. 試料の調製

いももちはじゃがいもの皮をむき6等分にし、アルミ製片手鍋(直径15cm)に入れ、蒸留水をじゃがいもが完全にかぶるくらい(いもの最上から2.0~2.5cm)入れた。加熱は都市ガスこんろリンナイRBR-450CNを用い、沸騰するまでの5分間は強火(4,100kcal/h)とし、その後は中火(2,300kcal/h)で15分間、竹串が通るまでゆでた。いもは、直ちに20メッシュの毛ごしで裏ごしし、いもの重量に対して各デンプンを30%(いももち全体のデンプン濃度は23%)加えて、それぞれ手で40回ずつこねてまとめた。デンプン添加量を30%としたのは、前報<sup>1)</sup>の官能検査で30%が一番好まれ、適度な弾力とかたさとのびがあり、もち感が感じられたことによる。

デンプンゲルは100mlピーカーにデンプン15gを入れ、50mlの蒸留水に懸濁し、ガラス棒で攪拌しながら中火のガスこんろ上で、型に入れて流れなくなるまで加熱した。この時の加熱時間と温度はじゃがいもデンプンは1分間60°C、とうもろこしデンプンは1分20秒間65°C、さつまいもデンプン2分間70°C、小麦デンプン1分間58°C、タピオカデンプン1分10秒間60°C、くずデンプン1分30秒間65°Cであった。加熱終了後、蒸発分を熱水で補い、仕上がり量65gに調整した。デンプン濃度はいももちのデンプン濃度と同じ23.1W/W%にした。

## 1) テクスチャー特性の試料

デンプンの種類が違いいももちの各試料およびデンプンゲル10gをサラダ油((株)日清製油)を塗ったガラスセル(直径25mm, 高さ18mm)に詰め、クッキングシート(アメリカ製)で上下ふたをし、蒸し器(せいろ)を用いて20分間強火で蒸した。蒸し上がったも

のを、ヒーター式インキュベーター(25°C)に10分間入れた。

## 2) 伸長破断特性の試料

デンプンの種類が違いいももちの各試料およびデンプンゲル10gを麺棒で厚さ約2mmに伸ばし、丸型(直径5cm)で抜き、クッキングシートで上下ふたをし、15分間強火で蒸した。その後、ヒーター式インキュベーター(25°C)に10分間入れた。

## 3) 動的粘弾性の試料

前述の裏ごしたじゃがいもにデンプンを加え手でこねたものを試料とした。

## 4) 官能検査の試料

i) いももちとデンプンゲルの比較 じゃがいもデンプンを使い、いももちおよびデンプンゲル10gの試料をガラスセルに詰め、クッキングシートで蓋をし、20分間強火で蒸した。

ii) 異なるデンプンを添加したいももちの比較 デンプンの種類が違い4つの試料各8gを手で丸め、中央を指で押し平ら(直径25mm)にし、クッキングシートの上にのせ、20分間強火で蒸した。

最終水分濃度(ケット赤外線水分計FD-600で測定)はゆでたじゃがいも81.6%、いももち61.0%、デンプンゲル76.5%であった。

## 3. 測定方法

## 1) テクスチャー特性の測定

レオナーRE 3305((株)山電製)を用いて硬さ、凝集性、付着性の測定を行った。

プランジャーは、ディスク型プランジャー直径16mmを用い、圧縮速度は1mm/secとし、クリアランスは試料の高さの50%とした。

なお0分の測定は、温度の高い間は、バラツキがあることから10分後からの測定とし、その時の試料温度は42.5°Cであった。

測定値は、同一実験を10回繰り返しその平均値とした。

## 2) 伸長破断特性の測定

レオナーRE 3305((株)山電製)を用いて破断応力、破断ひずみ、破断エネルギーの測定を行った。プランジャーは、ステンレス棒型直径8mm(ステンレス棒の先に直径8mm, 厚さ1mmの金属板が固定)を用い、圧縮速度1mm/sec, サンプルおさえ板2枚で試料を固定し圧縮後、サンプルおさえ板の穴を通して試料を伸長させ<sup>1)</sup>試料の高さの900%までひずませた。テクスチャー特性の測定と同様に10分後に測定した。

測定値は、同一実験を10回繰り返しその平均値とし

た。

### 3) 糊化過程の動的粘弾性の測定

レオグラフゾル ((株)東洋精機製:S-IC) を用いて測定を行った。試料 1.6ml を手でセルに均一に敷き詰め、周波数 3.0Hz, 振幅 $\pm 50 \mu\text{m}$  の正弦的変位を与え応力を検出し増幅検波後、貯蔵弾性率( $G'$ ), 損失弾性率( $G''$ )を得た。7分間で $90^\circ\text{C}$ まで温度を上げ、 $90^\circ\text{C}$ で3分間恒温保持した。

### 4) 官能検査

パネルは十文字学園女子短期大学調理科学研究室および食物栄養専攻生 12 名で行った。調製後直ちに白皿にのせ、順序効果がないように並べ供した。

i) いももちとデンプンゲルの比較 品質特性としての「かたさ」「弾力性」「のび」「もち感」「べたつき」の5項目について5段階評価尺度で評価し、対応のある平均値の差の検定で行った。

ii) 異なるデンプンを添加したいももちの比較 あらかじめ予備実験でいももちとして好まれると思われる<sup>1)</sup>適度なかたさと弾力、のび、もち感を中心に官能検査を行い、じゃがいもデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプン、タピオカデンプンの4種類を選び出した。この4種類のいももちに対して品質特性としての「透明度」と嗜好特性としての「総合評価」を加え7項目について5段階評価尺度で、評価法により評価した。

検定は二次元配置法で行い、有意な結果が得られた項目について各試料間の有意差をスチューデント化された範囲の表<sup>6)</sup>で行った。

## 実験結果および考察

### 1. テクスチャー特性

硬さと凝集性と附着性を図1に示した。デンプンの種類により違いが見られた。(以下いももちは~デンプンと記す)

硬さは、とうもろこしデンプンと小麦デンプンが硬くタピオカデンプンはやわらかかった。いももちはデンプンゲルよりかなり硬かった。

凝集性はじゃがいもデンプン、タピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンで似た値を示し、とうもろこしデンプン、小麦デンプンに比べて凝集性は大きかった。いももちの凝集性はいずれもデンプンゲルよりやや低い値であった。このように硬さと凝集性の傾向は、デンプンの種類によりいももちとデンプンゲルで同じ傾向を示すと考えられた。前報においてじゃがいもデンプンの添加濃度を10~40%と変えた

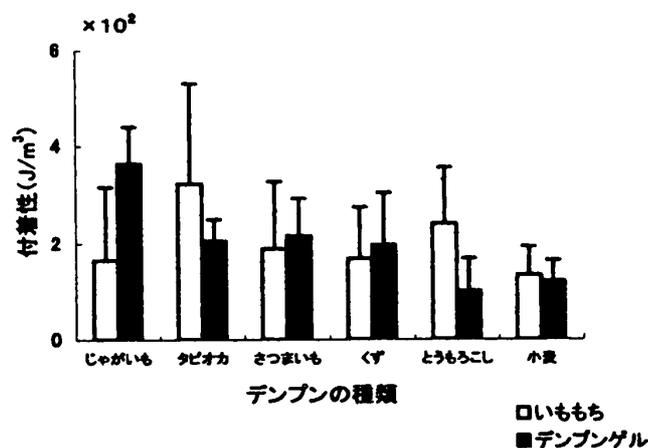
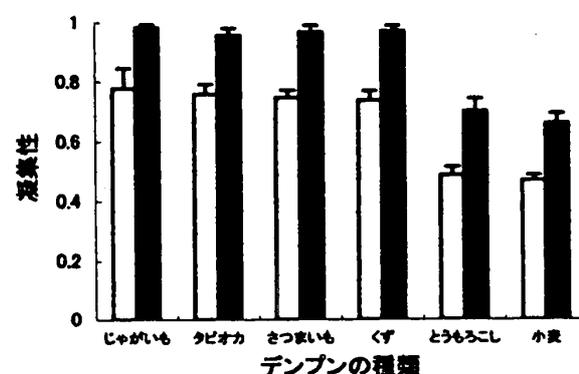
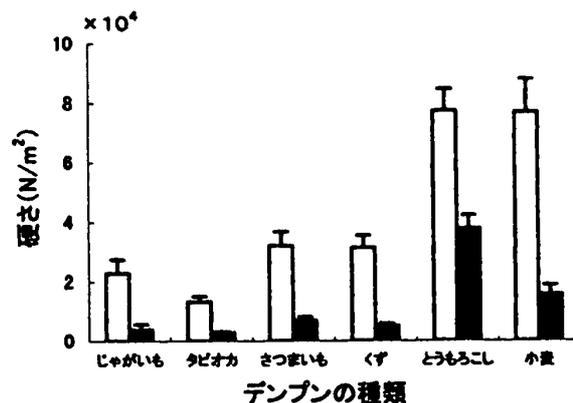


図1. デンプンの種類が異なるいももちとデンプンゲルのテクスチャー特性

時、凝集性が0.6以上でもち感があった。じゃがいもデンプン、タピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンについても凝集性が高く0.6以上であったことからもち感があると考えられる。

附着性はいももちのタピオカデンプンが大きく、じゃがいもデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンではデンプンゲルの方が高い値であった。

デンプンの種類が異なるいももちの物性と食味

2. 伸長破断特性

測定経過を観察し、プランジャーが伸長した試料を破断した点を破断点とし、破断応力、破断ひずみ、破断エネルギーを図2に示した。デンプンの種類により違いがみられた。タピオカデンプンゲルはべたついて2mmの試料を作ることが出来なかった。

いももちの破断応力は、とうもろこしデンプンが大

きく、タピオカデンプン、小麦デンプンは小さかった。そしてデンプンゲルに比べ、いももちの応力は大きい値を示した。

破断ひずみは、試料台の穴を通していももちを伸長させ破断しているの“伸びの大きさ”と考えられる。じゃがいもデンプンとタピオカデンプンは伸びが大きく、さつまいもデンプン、くずデンプンが次いで伸び、とうもろこしデンプン、小麦デンプンは、ほぼ同じくらいで他のデンプンに比べて小さかった。いずれもデンプンゲルの方が少し伸びが大きかった。

破断エネルギーはじゃがいもデンプンが最も大きく、次にタピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンが大きかったが、小麦デンプンの値は小さかった。いももちの破断エネルギーはデンプンゲルの2~3倍と大きい値であった。破断応力、破断ひずみ、破断エネルギーはいずれもデンプンの種類により、いももちとデンプンゲルでほぼ同じ傾向と思われる。

とうもろこしデンプンは、伸びは小さいが硬く、破断するのに大きな力がある。とうもろこしデンプンゲル<sup>7)</sup>は、ゲル形成がよいといわれており、本実験でも硬く、破断に強かった。いももちにおいてもデンプンの性質が強くていると考えられる。他のデンプンについても、いももちの物性の相違はデンプンの種類によるゲルの相違によると考えられ、デンプンの網目構造の中に裏ごしいもが存在すると考えられる。

次にいももちの物性として凝集性と破断ひずみに着目し、図3に示し、相関係数を求めたところ0.819で

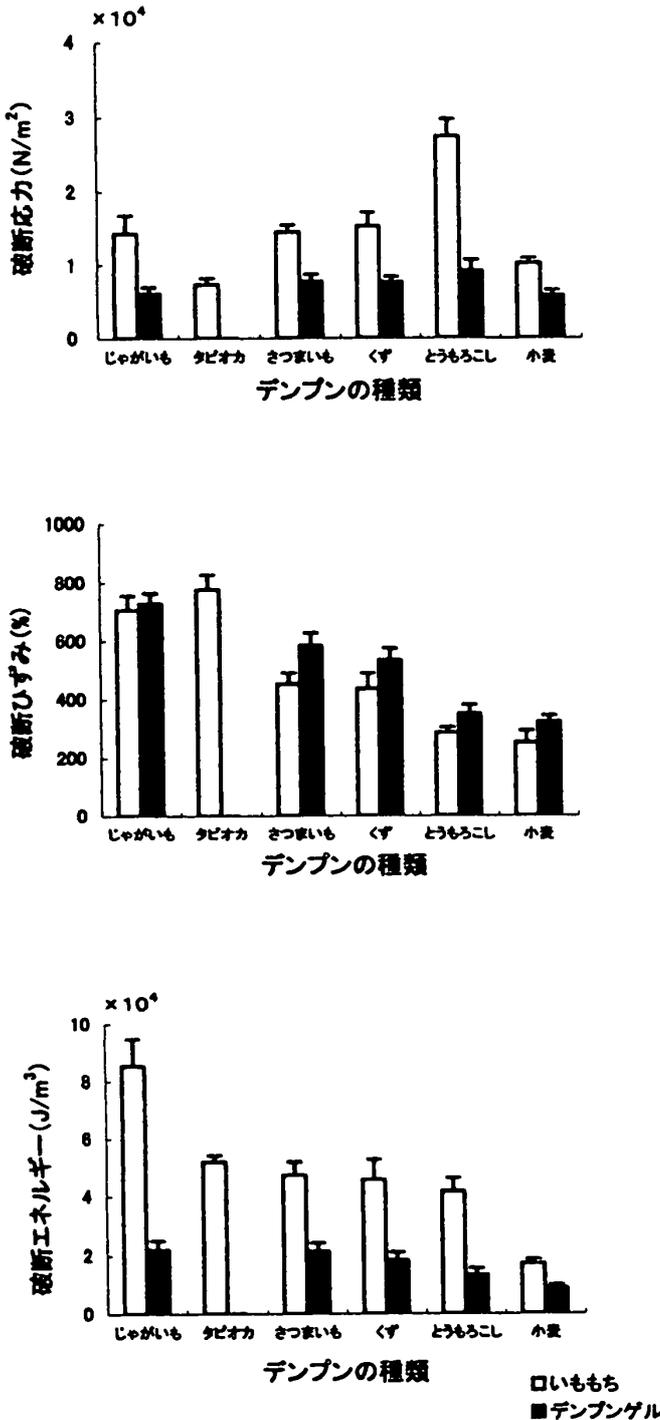


図2. デンプンの種類が異なるいももちとデンプンゲルの伸長破断特性

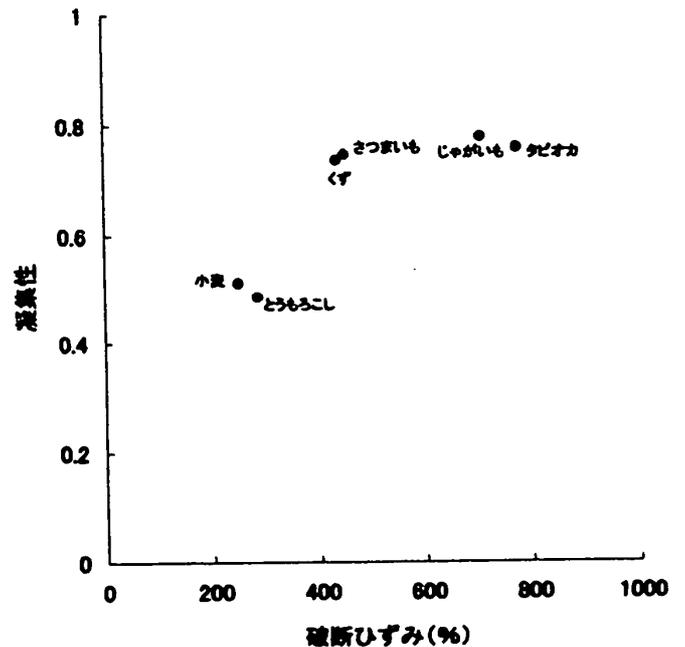


図3. いももちの凝集性と破断ひずみの関係

あった。凝集性と破断ひずみが大きいじゃがいもデンプン、タピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンのグループと、小さいとうもろこしデンプン、小麦デンプンのグループに分けられた。前者は官能検査の予備実験でいもちとして好まれたグループと一致し、じゃがいもデンプン、タピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンがいもちに適すると思われる。

3. 動的粘弾性定数

じゃがいもデンプン添加のいもちの貯蔵弾性率 ( $G'$ )、損失弾性率 ( $G''$ ) の記録曲線を図4に示し、表1に  $G'$ 、 $G''$  のピークになる温度を示した。10% 濃度のデンプン液で温度上昇により懸濁液からペーストに移行する際  $G'$ 、 $G''$  の値が急激に上昇する。これはデンプンのミセル配列が乱れる点である<sup>8)</sup>。相川ら<sup>9)</sup>は糊化開始点とみなし、じゃがいもデンプンは 58.2°C であり、デンプン濃度は異なるが、本実験の  $G''$  のピーク温度と近似しており、糊化開始温度とみなせる。高橋ら<sup>10)</sup>

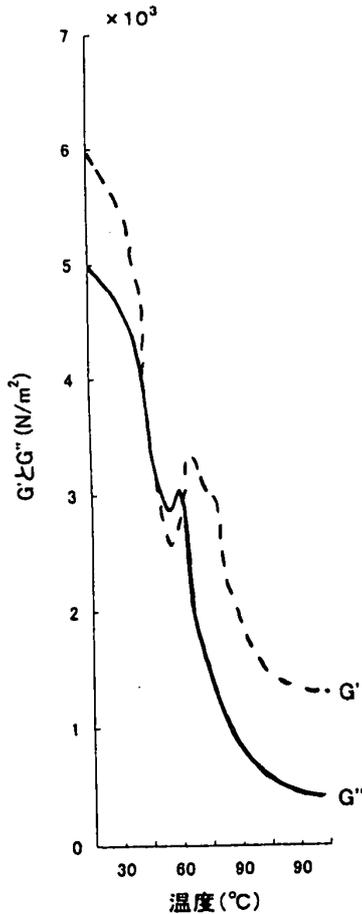


図4. いもち(じゃがいもデンプン)の貯蔵弾性率 ( $G'$ ) と損失弾性率 ( $G''$ )

表1. デンプンの種類が異なるいもちの糊化特性温度

デンプンの種類	$G'$ のピーク温度(°C)	$G''$ のピーク温度(°C)
じゃがいも	64.1	60.3
タピオカ	63.8	59.6
さつまいも	66.4	58.2
くず	72.0	66.5
とうもろこし	70.4	65.7
小麦	67.5	58.0

や山田ら<sup>11)</sup>は数種のデンプンについて示差熱分析計を用いて吸熱ピークパターン、アミログラフィーおよびフォトペーストグラフィーによる糊化特性温度を比較検討し、吸熱開始温度がフォトペーストグラフの変化点、吸熱ピーク温度がアミログラムの立ち上がり温度とおおむね近似していたとの報告がある。吸熱開始温度はじゃがいも 58.9°C、とうもろこし 63.1°C、小麦 56.2°C で本実験の  $G''$  のピーク温度と近似していた。吸熱ピーク温度はじゃがいも 65.2°C、とうもろこし 70.1°C、小麦粉 64.2°C と  $G'$  のピーク温度と近似していた。かまぼこでは魚肉すり身に添加したデンプン(10%)の糊化開始温度は通常行われるデンプンを多量の水と共に加熱して求めたデンプン糊の糊化開始温度に比べて 8~15°C 高かったのはデンプンを静止状態で加熱し、糊化するとき周囲の水の量が少ないことが関係

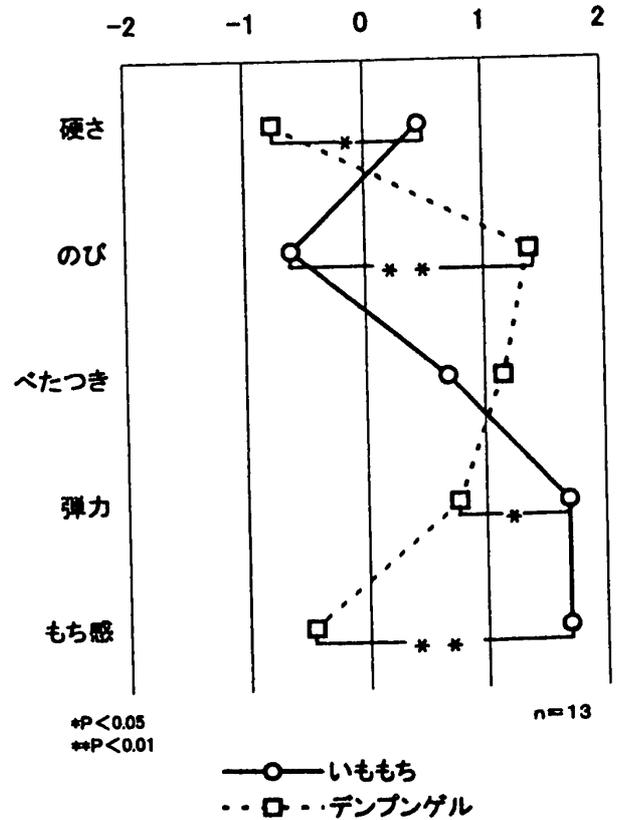


図5. いもちとデンプンゲルの平均評点値

## デンプンの種類が異なるいももちの物性と食味

していると報告している<sup>12)</sup>。いももちでもかまぼこと同様な状態かと思われたが、通常の糊化特性温度と近似していたことから特殊な状態でないと考えられる。

## 4. 官能検査

## 1) いももちとデンプンゲルの比較

図5に官能検査の評定平均値を示した。べたつき以外の項目で有意差が認められた。かたさはいももちの方がかたく、のびはデンプンゲルの方が大きく、物性測定の結果と一致した。凝集性はデンプンゲルの方が大きいのに対し弾力性はいももちの方が大きかったのは、じゃがいもと合わせることでより硬く強くなるからと考えられる。もち感についてはデンプンゲルでは

感じられず、いももちは弾力が増すため、感じられたと考えられる。

## 2) 異なるデンプンを添加したいももちの比較

いももちとして好まれると思われる、4種類のデンプンを添加したいももちにおける官能検査の評定平均値と検定の結果を表2に示した。

透明度は、さつまいもデンプンとくずデンプンの間以外は試料間で有意差が認められた。じゃがいもデンプンが一番透明度があり、タピオカデンプンは透明度がなかった。本来タピオカデンプンゲルは透明度が高い<sup>9)</sup>と言われているが、じゃがいもに添加するといもちは少し赤茶色っぽい色になるので、透明度がない

表2. デンプンの種類が異なるいももちの官能検査結果

項目	デンプン	評点平均値	試料間の有意差検定			
			じゃがいも	タピオカ	さつまいも	くず
透明度	じゃがいも	1.42				
	タピオカ	-1.00	**			
	さつまいも	0.17	**	**		
	くず	-0.08	**	**	n.s	
かたさ	じゃがいも	0.42				
	タピオカ	0.17	n.s			
	さつまいも	0.00	n.s	n.s		
	くず	0.25	n.s	n.s	n.s	
弾力性	じゃがいも	0.58				
	タピオカ	-0.50	n.s			
	さつまいも	0.50	n.s	n.s		
	くず	1.25	n.s	n.s	n.s	
のび	じゃがいも	1.08				
	タピオカ	1.67	n.s			
	さつまいも	-1.17	**	**		
	くず	-0.92	**	**	n.s	
もち感	じゃがいも	1.42				
	タピオカ	0.50	**			
	さつまいも	0.08	*	n.s		
	くず	0.50	**	n.s	n.s	
べたつき	じゃがいも	0.42				
	タピオカ	1.75	**			
	さつまいも	0.00	n.s	**		
	くず	-0.67	**	**	n.s	
総合	じゃがいも	1.50				
	タピオカ	-0.67	**			
	さつまいも	0.08	**	n.s		
	くず	0.33	**	n.s	n.s	

n=12

評点 非常にある, 良い(+2)~非常にない, 悪い(-2)

\* p&lt;0.05

\*\* p&lt;0.01

n.s 有意差なし

と評価された。このことはタピオカデンプンが他のデンプンに比べ精製度がよいとは思われないので、不純物による影響と考えられる。

かたさと弾力性は有意差が認められなかった。

のびはタピオカデンプンとじゃがいもデンプンが、くずデンプンとさつまいもデンプンに対して有意差が認められた。タピオカデンプンが一番のびると評価され、さつまいもデンプンとくずデンプンが一番のびないと評価され、伸長破断特性の破断ひずみの結果と一致した。

もち感は4種ともにあると評価され、じゃがいもデンプンはタピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンに対して有意差が認められた。じゃがいもデンプンが一番もち感があると評価された。タピオカデンプンは一番よくのびたのにもち感が少ししかないと評価されたのは、べたつきが大きすぎてもち感を弱めてしまったと考えられる。

べたつきは、タピオカデンプンが他のデンプンに対して有意差が認められた。タピオカデンプンはべたつきがあり、くずデンプンはべたつきがないと評価され、テクスチャー特性の付着性の結果と一致した。

好ましさは、じゃがいもデンプンが他のデンプンに対して有意差が認められた。じゃがいもデンプンが一番好まれた理由は透明度がよく、のび、もち感があり、べたつきが少ないからと考えられる。このことは、他のデンプンに比べ、粘度が高く、粘着性があり、曳糸性が高い<sup>14)15)16)</sup>という性質が伸びや弾力性に影響すると考えられ、ゲル形成性が悪いことが適度な硬さを保つのに関与していると考えられる。タピオカデンプンが好まれなかった理由として、良くのびるがべたべたしすぎて色が赤茶っぽかったためだと思われる。

以上より、いももちは伸びがあり、べたつかず適度な硬さと破断に対する強さが必要と思われる。ゆでてつぶしたじゃがいもと合わせることで適度に硬く、破断に強くなり、弾力性が増し、デンプンゲルのみでは得られないもちのような独特の食感を与えられると思われる。デンプンの中でも、じゃがいもデンプンが一番好まれることが明らかになった。

## 要 約

デンプンの種類が異なるいももちとデンプンゲルについて、テクスチャー特性の測定、伸長破断特性の測定、官能検査を行い、比較・検討した結果を以下に要約する。

1. いももちの物性の相違はデンプンゲルの物性の

相違によると考えられる。ゆでてつぶしたじゃがいもとデンプンと合わせることで硬く破断に強くなるため弾力性をより強く感じ、デンプンゲルのみでは得られない餅のような独特の食感を与える。

2. 物性測定の結果から、似た傾向を示す2つのグループに分けられた。じゃがいもデンプン、タピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンのグループは、とうもろこしデンプン、小麦デンプンのグループに比べ凝集性が高く、伸びがある傾向を示した。じゃがいもデンプン、タピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンは、いももちとして好まれると思われる。

3. いももちとして好まれると思われるじゃがいもデンプン、タピオカデンプン、さつまいもデンプン、くずデンプンの官能検査から、じゃがいもデンプンが一番好まれた。この理由は透明度が良く、のび、もち感があり、べたつきが少ないからと考えられる。

## 文 献

- 1) 山本誠子, 栗山尚子, 小宮山富美江(2001), デンプン添加量の異なるいももちの物性と食味, 家政誌, **52**, 17-22
- 2) 佐藤恵美子, 三木英三, 合谷祥一, 山野善正(1995), 胡麻豆腐の物理的性質と構造に及ぼす調整条件の影響, 食科工, **42**, 737-747
- 3) 小野正吉, 村上信夫, 木沢武男, 木戸星哲(1987), イタリア地中海料理百科事典4巻, 同朋出版, 京都, 151-152
- 4) 狩野敏也(1993), 花ひらく中華料理, 荒地出版, 東京, 161-162
- 5) 山田晴子(1999), かむのみこむが困難な人の食事, 女子栄養大学出版部, 東京
- 6) 古川秀子(1994), おいしさを測る, 幸書房, 東京, 41
- 7) 橋本慶子, 島田淳子編(1993), 食成分素材・調味料, 朝倉書房, 東京, 35
- 8) A. C. Eliasson (1986) Viscoelastic Behaviour During The Gelatinization of Starch, *Journal of Texture Studies*, **17**, 253-265
- 9) 相川順子, 阿久澤さゆり, 永島伸浩, 川端晶子(1992), カタクリ澱粉の諸性質と糊化特性, 澱粉科学, **39**, 165-174
- 10) 高橋浩司, 白井邦郎, 和田敬三, 川村亮(1978), 示差熱分析による澱粉の熱的性質の検討, 農芸化学雑誌, **52**, 201-206
- 11) 山田早苗, 永島伸浩, 川端晶子(1987), 示差走査熱量分析による熱帯産澱粉の熱的性質の検討, 家政誌, **38**, 647-650
- 12) 山下民治, 米田達雄(1989), かまぼこの特性に及ぼすデンプンの種類および加熱条件の影響, 日食誌, **36**, 214-221

デンプンの種類が異なるいももちの物性と食味

- 13) 高橋禮治(1996), でんぷん製品の知識, 幸書房, 東京, 31  
14) Sayuri Akuzawa, Shigeru Sawayama, Akiko Kawabata (1995), Spinnability of Starch Pastes, *Journal of Texture Studies*, **26**, 489-500  
15) 高橋礼治(1974), 澱粉の理化学的特性と利用, 澱粉科学 **21**, 51-60  
16) 村山祐子, 小林三智子, 赤羽ひろ, 中浜信子(1986), 澱粉糊液の曳糸性, 日食誌, **33**, 274-280

(2001年9月25日受理)