

## ポン・デ・ケージョの性状に及ぼす各種粉の影響

### The properties of pao de queijo with various powder.

齋藤寛子・松本時子  
Hiroko Saito & Tokiko Matsumoto

In this paper we describe an experimental study of qualities of pao de queijo made from soft flour, medium flour, hard flour, non-glutinous rice flour, glutinous rice flour, dogtooth violet starch and corn starch in stead of tapioca starch. The results are as follows:

1. The bread made from glutinous rice flour and dogtooth violet starch cracked. The cross sections of the breads had many air bubbles.
2. A great difference appeared in puffing ratio. The bread made from glutinous rice flour and dogtooth violet starch was high ratio ( $149.8 \pm 6.7\%$ ,  $144.7 \pm 6.7\%$ ). The bread made from cornstarch was low ratio ( $121.0 \pm 7.9\%$ ) because that dough did not maintain shape, and width became wide.
3. The bread with much moisture content was made from medium flour, the other side the little moisture content bread was made from glutinous rice flour and corn starch.
4. The appearance of bread made from glutinous rice flour resembles the bread of the tapioca starch, but significant difference was found in hardness ( $p < 0.05$ ).
5. In sensory evaluation, the bread of glutinous rice flour and hard flour were liked in the general evaluation, but the bread made from dogtooth violet starch and soft flour was not liked.

Judging from these results, it is concluded that better qualities are the bread made from glutinous rice flour.

Keyword : qualities of pao de queijo tapioca starch glutinous rice flour  
puffing ratio hardness sensory evaluation

#### 緒論

近年、多様な食感のパンが、注目を集めており、そのひとつに、外側がパリッと、内側はもちっとした食感が特徴のタピオカスターチを用いたポン・デ・ケージョというブラジルのパンがある。タピオカスターチはキャッサバの球根からでんぷんを取り出し、粉末にしたもので、熱帯地方では、最も重要な食料のひとつである<sup>1)</sup>が、日本ではなじみの薄い食材である。以前に、小麦粉の代替として米粉を用いたスポンジケーキの調整や嗜好性を検討した<sup>2)</sup>が、米粉の特性から、既存の概念とは異なる粘度の高いテクスチャーとなり、その嗜好性は二分する結果となった。下坂ら<sup>3)</sup>は、粘りが特徴のパン、ポン・デ・ケージョについて、入手しにくいタピオカスターチを米粉で代替し、配合割合や膨化に及ぼす要因について検討している。そこで、更に米粉も含む他の粉類で代替した場合のポン・デ・ケージョの性状及び嗜好性について比較検討を行なった。

## 実験方法

### 1. 試料調整

タピオカスターチ：ギャバン(株)  
 薄力粉：日本製粉(株) ハート  
 中力粉：日本製粉(株) たけ  
 強力粉：日本製粉(株) イーグル  
 白玉粉：中野食品工業(株) アサヒ印  
 上新粉：最上食品 山形県産ササニシキ  
 片栗粉：青木農産(有) 北海道産  
 コーンスターチ：細川製餡(株)  
 牛乳：森永乳業(株)  
 鶏卵：市販の新鮮卵  
 油：日清オイリオグループ(株) サラダ油  
 粉チーズ：森永乳業(株) パルメザン

対象試料とする生地配合割合は、下坂ら<sup>3)</sup>の実験を参考にし、また予備実験の結果から、ポン・デ・ケージョが最も好ましい状態で焼き上がった、タピオカスターチ90g、牛乳80g、卵8.5g、サラダ油3g、粉チーズ40gとした。このうち粉を薄力粉・中力粉・強力粉・白玉粉・上新粉・片栗粉・コーンスターチで代替した。

生地の調整方法は、図1に示す通りである。ボールに粉と常温の牛乳を入れて混ぜ合わせ、一方、全卵をハンドミキサー(HM-310東芝製)にて20秒攪拌して、油、粉チーズと共に粉に混ぜ合わせ、生地が均一になるように100回捏ねた。1個分の試料量を25gとして、丸めて形を整え、170℃のガスオーブン(クリナップ製)下段で20分焙焼した。焙焼後、室温にて10分放冷後、恒温器にて25℃で30分保持し、測定に供した。

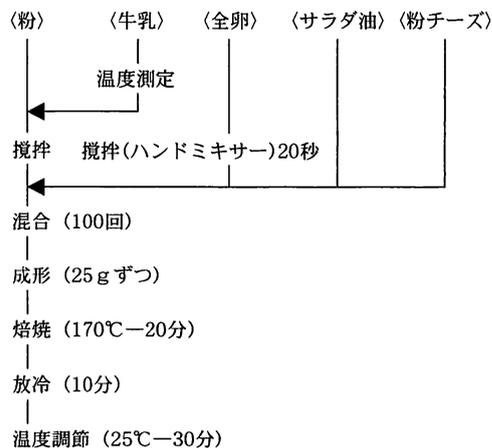


図1 調整方法

2. 測定項目及び測定方法  
 使用した粉類及び焙焼したパンについて、以下の項目を測定した。

### 2. 測定項目及び測定方法

使用した粉類及び焙焼したパンについて、以下の項目を測定した。

- (1) 粉類の粒径：光学顕微鏡(Nikon ECLPSE E600)を用いて、試料の各種粉類を撮影し、粒径を測定した。
- (2) 外観：パンの表面と断面を複写した。
- (3) 高さ・幅：ノギスを用いて測定した。
- (4) 比容積：菜種法で求めたパンの体積をパンの重量で割り、比容積を算出した。
- (5) 膨化率：菜種法で求めたパンの体積を生地の重量で割り、膨化率を算出した。
- (6) 水分含有量：パンの内相2gを細かく刻み、A & D(株)赤外線水分計AD-4712型を用いて、140℃で15分培焼して値を測定した。
- (7) 抵抗応力：試料の高さを2cm以下に切りそろえ、(株)山電クリープメーター(RE-3305)

用自動解析ソフトウェア 破断解析Ver.2.0 (TAS-3305-16) を用いて測定した。プランジャーはNo49を用い、圧縮速度10mm/minで、試料の高さの50%圧縮を行った<sup>4)</sup>。

(8) 測色：MINOLTA分色測色計CM-3500dを用い、パンの表面、底面及び断面のL\*a\*b\*値及びΔE値を求めた<sup>5)</sup>。

(9) 官能検査：試供試料は焼き上がったポン・デ・ケージョを中央から二等分し、その1片を1試料とした。検査項目は外観・やわらかさ・弾力度・粉っぽさ・風味とし評点法で、総合評価は順位法で、パネラー15名で行った<sup>6) 7) 8) 9)</sup>。

尚、項目毎の平均値の差の検定には、統計ソフトSPSSを用い t 検定を行った。

## 実験結果及び考察

### 1. 各種粉の粒径について

粉類の粒径は、パンの調理・加工工程に大きく影響する。今回使用した8種の粉の結果は以下の通りである(図2)。タピオカスターチ18.2~23.4 $\mu$ m、薄力粉13.0~26.0 $\mu$ m、中力粉13.0~26.0 $\mu$ m、強力粉18.2~26.0 $\mu$ m、上新粉13.0~23.4 $\mu$ m、白玉粉5.2~7.8 $\mu$ m、片栗粉13.0~62.4 $\mu$ m、コーンスターチ15.6~18.2 $\mu$ mであり、比較すると、白玉粉が最も粒径が小さく、大きさが揃っていた。また、片栗粉は形は楕円形で揃ってはいるが、小さい粒子や非常に大きな粒子も見られ、大きさに差が見られた。

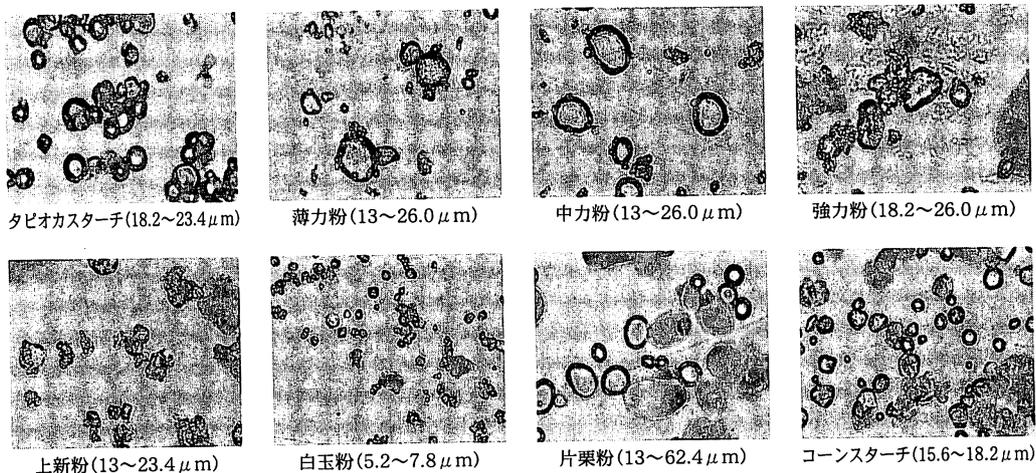


図2 各種粉類の粒径 (×600 Nikon ECLIPSE E600)

### 2. パンについて

#### (1) 外観

焼き上がったポン・デ・ケージョの表面を図3に示した。表面に関しては、タピオカスターチ・白玉粉・片栗粉のパンは膨化が大きかったため、亀裂が生じ、その他粉類を使用したパンに亀裂は見られなかった。また、白玉粉・片栗粉・コーンスターチを使用したパンは焼き色が薄く、全体的に白いパンとなった。

内相(図4)は、薄力粉と中力粉のパンのきめが細かく、強力粉と片栗粉のパンは小さめの気泡、タピオカスターチと白玉粉のパンには大きな気泡が見られ、きめが粗くなっていた。小麦粉においては、グルテン含有量の違いによるところが大きいと思われる。また、下坂ら<sup>3)</sup>報告同様、うるち米を粉碎乾燥した上新粉で調整したパンは、目が詰まり硬い感じに仕上がるが、もち米を粉碎乾燥した白玉粉を使用すると気泡が大きくまた数も多く、膨化が大き

くなったことが示された<sup>10) 11) 12)</sup>。

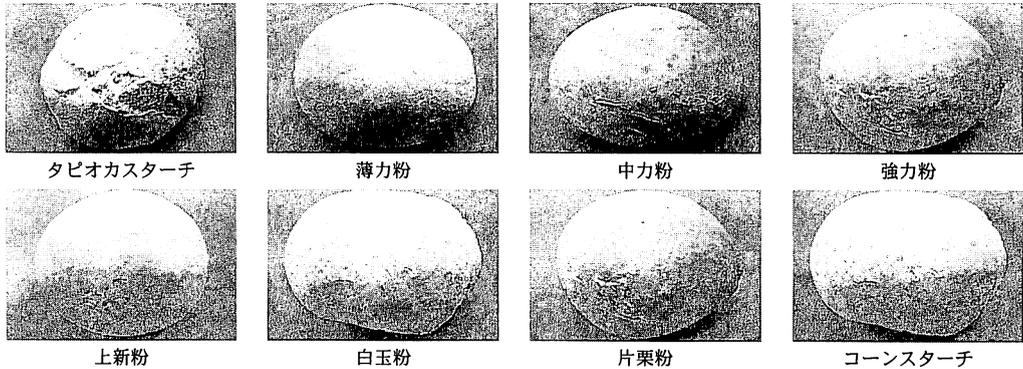


図3 ポン・デ・ケージョの外観（表面）

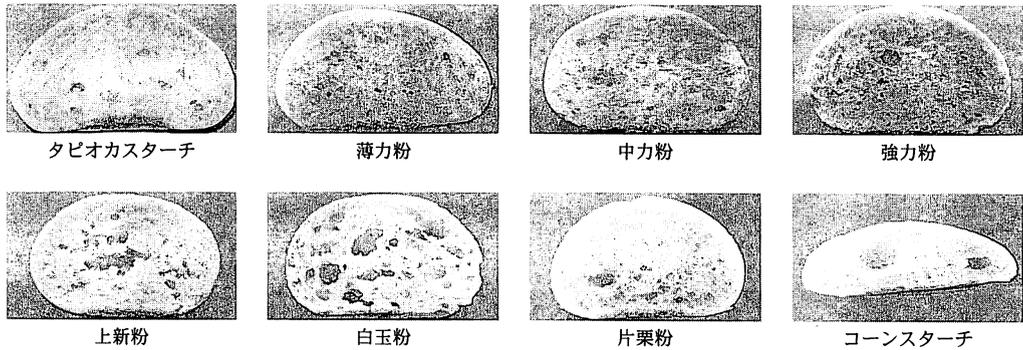


図4 ポン・デ・ケージョの外観（断面）

(2) 高さ・幅

焙焼後の大きさは図5の通りである。高さは、白玉粉・上新粉・片栗粉それぞれのパンが、スタンダードであるタピオカスターチのパンより、高く焼き上がった。タピオカスターチのパンは高さ $3.17 \pm 0.51$ cmに対し、コーンスターチのパンは高さ $2.10 \pm 0.17$ cmであり、2/3程度しか膨らまなかった。幅は、タピオカスターチ、白玉粉、コーンスターチのパンが高い値を示し、上新粉のパンは低い値を示した。パンの形状としては白玉粉・タピオカスターチ・片栗粉が丸く膨らみ、上新粉は上方向に膨らみ、コーンスターチは横に生地が流れ、膨らまない平らなものとなった。

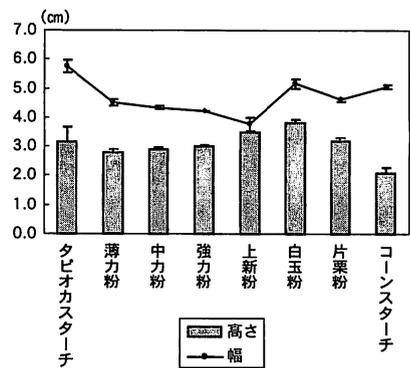


図5 各種パンの高さと幅

(3) 容積及び膨化率

比容積と膨化率の結果を図6に示した。結果は、比容積・膨化率ともに、タピオカスターチ・白玉粉・片栗粉のパンが高い値を示し、上新粉のパンが低い値を示した。薄力粉・中力

粉・強力粉のパンの間では差が見られなかった。タピオカスターチのパンと比較してみると、白玉粉・片栗粉のパンが近い値を示した。しかし、比容積、膨化率とも t 検定の結果は、タピオカスターチのパンと他の粉類を使用したパン全てについて有意な差が示され ( $p < 0.01$ )、白玉粉と片栗粉のパンでは有意な差が認められなかったが、更に他の粉類を使用したパンとの検定の結果、それぞれ有意な差が認められた。(表1)。

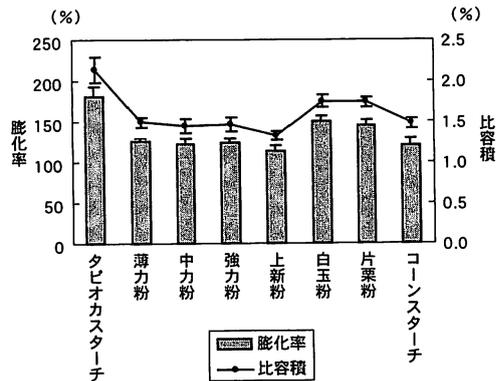


図6 各種パンの比容積及び膨化率

表1 各種パンの比容積・膨化率の t 検定の結果

比容積		タピオカスターチ	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉	コーンスターチ
タピオカスターチ									
薄力粉	**								
中力粉	**	ns							
強力粉	**	ns	ns						
上新粉	**	*	ns	ns					
白玉粉	**	*	*	*	**				
片栗粉	**	**	**	*	**	ns			
コーンスターチ	**	ns	ns	ns	*	**	**		

膨化率		タピオカスターチ	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉	コーンスターチ
タピオカスターチ									
薄力粉	**								
中力粉	**	ns							
強力粉	**	ns	ns						
上新粉	**	**	**	**					
白玉粉	**	**	**	**	**				
片栗粉	**	**	**	**	**	**	ns		
コーンスターチ	**	ns	ns	ns	*	**	**	**	

\*  $p < 0.05$     \*\*  $p < 0.01$

(4) 水分含有量

それぞれのパンの水分量を図7に示した。強力粉・上新粉・片栗粉・コーンスターチのパンはタピオカスターチのパンの水分含有量と有意な差は無く、薄力粉と中力粉のパンは有意に水分が多く ( $p < 0.01$ )、反対に白玉粉のパンは有意に水分が少なかった ( $p < 0.05$ ) (表2)。尚、成分表13) によると使用した粉の水分は、12.5~18%で最も多いのは片栗粉、少ないのはパンの結果と同様に白玉粉・コーンスターチである。

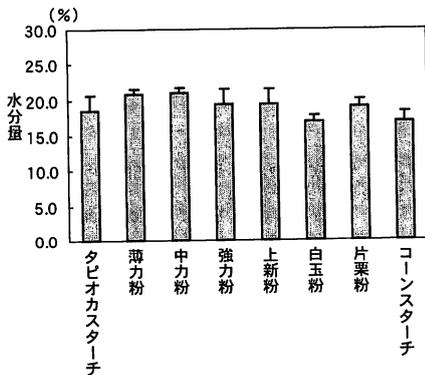


図7 各種パンの水分含有量

表2 水分含有率の t 検定の結果

	タピオカスターチ	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉	コーンスターチ
タピオカスターチ								
薄力粉	**							
中力粉	**	ns						
強力粉	ns	ns	ns					
上新粉	ns	ns	ns	ns				
白玉粉	*	**	**	*	*			
片栗粉	ns	*	**	ns	ns	*		
コーンスターチ	ns	**	**	ns	*	ns	*	

\*  $p < 0.05$     \*\*  $p < 0.01$

(5) 抵抗応力

抵抗応力の結果を図8に示した。白玉粉のパンが最も低く、全てに対して危険率1%で有意な差が見られやわらかなパンであることが示され、反対に片栗粉・コーンスターチ・強力粉のパンは非常に硬いことが示された。小麦粉類は、薄力粉は値が低く、中力粉・強力粉になると徐々に硬さを増している。t検定の結果は表3に示したが、上新粉とタピオカスターチのパンは抵抗応力において有意な差は認められず、同等な硬さだったことが示された。

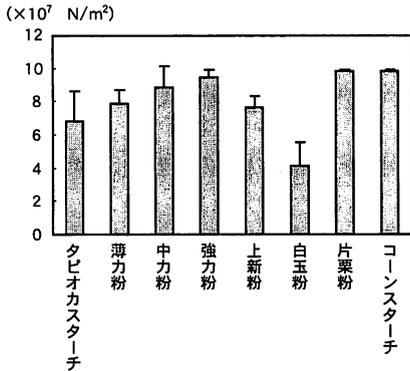


図 8 各種パンの抵抗応力

表 3 各種パンの抵抗応力 t 検定の結果

	タピオカスターチ	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉	コーンスターチ
タピオカスターチ								
薄力粉	ns							
中力粉	*	ns						
強力粉	**	**	ns					
上新粉	ns	ns	*	**				
白玉粉	**	**	**	**	**			
片栗粉	**	**	ns	ns	**	**		
コーンスターチ	**	**	ns	*	**	**	ns	

\* p<0.05 \*\* p<0.01

(6) 測色

測定結果を表4に示した。a\*値については、表面においては小麦粉類と上新粉を使用したパンにおいて、4.2から5.7となり、他の粉類を使用したパンより多少の赤みが示されたがそれほど大きな差は見られなかった。断面についても大きな差はなかった。b\*値・L値それぞれについても、大きな差は無かった。タピオカスターチのパンをスタンダードにして測定したΔEについては、表面は値の小さい順に白玉粉、片栗粉、コーンスターチ、薄力粉、上新粉、強力粉、中力粉となり、白玉粉と中力粉の間は大きな開きが見られた。断面は値の小さい順に白玉粉、片栗粉、コーンスターチ、上新粉、中力粉、強力粉、薄力粉であり、差は大きい、表面の色ほどの差にはならなかった。よって、白玉粉がタピオカスターチに最も近い結果となった。

表 4 各種パンの色度

a\*値

粉の種類	タピオカスターチ	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉	コーンスターチ
表面	0.90	4.28	4.86	5.79	5.21	0.45	1.90	2.85
断面	0.19	0.36	0.28	0.61	0.61	-0.51	-0.68	-0.80

b\*値

粉の種類	タピオカスターチ	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉	コーンスターチ
表面	19.81	30.05	33.06	31.54	30.91	23.58	24.73	26.47
断面	14.63	22.94	21.49	22.05	16.17	16.14	15.11	17.79

L\*値

粉の種類	タピオカスターチ	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉	コーンスターチ
表面	80.11	75.76	73.45	74.6	76.89	77.62	80.40	80.40
断面	59.63	66.22	65.32	64.33	64.33	59.05	64.56	61.73

ΔE 値

粉の種類	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉	コーンスターチ
表面	13.64	19.18	16.83	14.51	7.12	7.44	9.38
断面	9.90	8.24	8.25	7.58	2.70	3.94	4.35

(7) 官能検査

膨らまないことが確認できたコーンスターチのパンは試料から外し、その他の粉を使用した7種類のパンを試料とした。官能検査の結果を図9に示した。

外觀は、薄力粉と上新粉のパンが高く、白玉粉のパンが最も低かった。しかし、やわらかさ・弾力度・風味について白玉粉のパンが最も高く、スタンダードのタピオカスターチのパンより高得点であった。一方、粉っぽさについても白玉粉のパンが一番高い値となり、美味しく作るためには調整が必要であることが示唆された。片栗粉のパンは全ての項目において得点が低くなった。風味は上新粉と中力粉のパンが低かったが、試料間における点数の差は少なかった。総合評価では、タピオカスターチ、

白玉粉、強力粉のパンが高く、片栗粉のパンは低い結果となった(表5)。強力粉は一般的にパン作りに使用される小麦粉であり、抵抗応力では高い数値となり、硬さが示されたにもかかわらず、総合評価が高かった原因は、ポン・デ・ケージョとしてのパンというより、フランスパンに近い食べ慣れた食感・風味のものと認識されたと思われる。

点数合計を算出した後、総合評価よりケンドールの一致性の係数Wを求めると、 $W=0.27$  ( $S=1712$ ) であった。よって、7種類のポン・デ・ケージョの間には、有意水準1%でパネラーがなんらかの一致性をもって判定出来る味の好ましさの差があることが示唆された。

そこで、Newell&MacFarlaneの検定を用いて試料間において有意差があるか調べた結果、タピオカスターチと薄力粉、強力粉と片栗粉、白玉粉と片栗粉、それぞれのパンにおいては危険率5%で有意差が見られ、タピオカスターチと片栗粉のパンにおいては危険率1%で有意差が見られた。よって、タピオカスターチと白玉粉と強力粉のパンは好まれ、片栗粉のパンは有意に好まれないことが証明された。

3. 要約

本研究では、ポン・デ・ケージョに使われるタピオカスターチの代替として、薄力粉、中力粉、強力粉、上新粉、白玉粉、片栗粉、コーンスターチを用い、調整を試み、その形状及び嗜好性について検討を行なった。結果は以下の通りである。

- ①外觀は、白玉粉・片栗粉のパンの表面に亀裂が生じ、断面の気泡が多かった。
- ②膨化率には、大きな差がみられ、白玉粉と片栗粉のパンは大きく膨らんだ。コーンスターチのパンは生地が形状を維持しないために高さがなく幅が広がった。
- ③水分含有量は、中力粉のパンが一番多く、白玉粉・コーンスターチのパンが少なかった。
- ④白玉粉のパンはタピオカスターチのパンに外觀は似ているが、抵抗応力については有意な差が見られた。

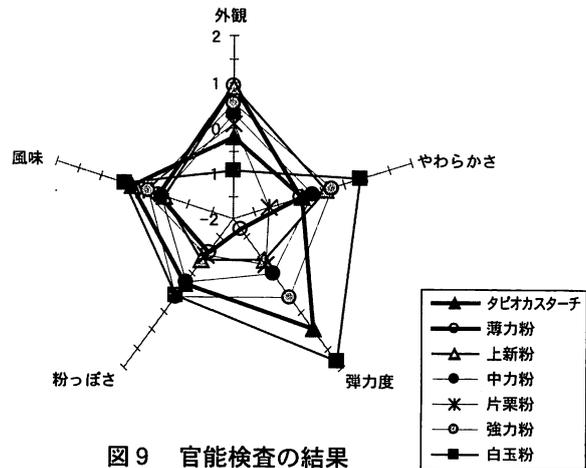


図9 官能検査の結果

表5 総合順位合計

	タピオカ スターチ	薄力粉	中力粉	強力粉	上新粉	白玉粉	片栗粉
合計点	40	78	63	47	84	63	45

⑤官能検査の結果、総合評価において、白玉粉と強力粉のパンが好まれたが、片栗粉と薄力粉のパンは好まれなかった。

以上の結果より、白玉粉が最も適し、上新粉と片栗粉は不適當と思われる。

最後に本研究にご協力いただいた 鈴木美幸さん、那須彩佳さん、藤川朋子さん、顕微鏡写真をご指導いただいた石田哲夫先生に感謝いたします。

#### 参考及び引用文献

- 1) 伊藤道人：週間朝日百科 世界の植物 通巻44号 朝日新聞社発行 (1976)
- 2) 齋藤寛子・松本時子：山形県立米沢女子短期大学紀要, 42, (2007)
- 3) 下坂智恵・市川朝子・下村道子：日本調理科学会誌, 38, 135～142 (2005)
- 4) 中浜信子・大越ひろ・森高初恵 編：「おいしさのレオロジー」, 弘学出版
- 5) 齋藤進 編：「食品色彩の科学」, 幸出版
- 6) 古川秀子：「おいしさを測る 食品官能検査の実際」, 幸書房 (1994)
- 7) 川端晶子：「新版 身近な食べ物の調理学実験」, 建帛社 (1993)
- 8) 川端晶子・森友彦：「食品のテクスチャー評価の標準化」日本食品科学工学会 (1997)
- 9) フードスペシャリスト協会 編：「食品の官能評価・鑑別演習」, 建帛社
- 10) 高野博幸・内藤成弘・狩野広美・石田信昭：「MRIで見たパン内相の網目構造」, 食品工業, 45(8), 55～76 (2002)
- 11) 狩野広美・石田信昭・深海新二・溝上泰之：「パンの気泡孔隙構造を支える微細グルテン網のSEMによる観察」, 食品工業, 47(4), 53～60 (2004)
- 12) 楠瀬千春：「スポンジケーキ・パンの気孔構造の形成へ及ぼす気孔と澱粉粒の相互作用」日本調理科学会誌, 37, 135～142 (2004)
- 13) 香川芳子 監修：五訂食品成分表, 女子栄養大学出版部 (2006)