

小麦まんじゅう皮の性状におよぼす砂糖の影響

佐藤辰江 根本勢子 渋谷裕美

Effect of Sugar on the Properties of Manjyu (Japanese cake)
Crust Made from Wheat Flour

TATUE SATO, SEIKO NEMOTO and HIROMI SIBUYA

Effect of sugar content (0, 30, 50, 70%, flour basis) on the properties of manjyu crust were studied by puffing ratios, texture measurements, microscopic observations and sensory tests. The following results were obtained.

(1) The sugar content affected the volume of steamed dough for manjyu crust. The volume of steamed dough indicated the highest value when the content of sugar was 30% (flour basis). Above 30% of sugar content, the puffing ratio decreased with increase of sugar content.

(2) Hardness of the steamed dough for manjyu crust had a tendency to increase with increasing sugar content, but all of cohesiveness, springiness and chewiness had a tendency to decrease. The steamed dough suffered fragility when 70% of sugar was added.

(3) As a result of microscopic observation, in the case of adding sugar, it seemed that the flour proteins spread thinly compared with the sugar-less dough. The degree of swelling of starch granules lowered as the sugar content increased.

(4) Significant difference was obtained in five sensory scores (acceptance of surface layer, softness, porosity, taste, total acceptance) among the samples of 0, 30, 50, 70% of sugar. The manjyu crust preferred by sensory panelists had a sugar content of 70%.

まんじゅうは14世紀中国(元)から日本に帰化した林浄因が製法を伝えたといわれる。これは中国から持参した天然のふくらし粉を利用し、小麦粉皮で小豆あんを包んだもので、化学膨化剤を用いて作るまんじゅうの起源と考えられる¹⁾²⁾³⁾。その後、時代を経て日本各地に広がり特色のある各種まんじゅうが考案され、現代においても代表的な和菓子として親しまれている。

まんじゅうの種類は無数といわれるが、蒸す製法では薬まんじゅう類、薯蕷まんじゅう類、酒まんじゅう類に大別され、中でも薬ま

んじゅう類が多くみられる⁴⁾⁵⁾。薬まんじゅうは小麦粉、化学膨化剤、砂糖を基本材料とするもので、小麦粉の膨化調理の代表的なもののひとつである。

パン、スポンジケーキ、パイ、シューなどの膨化調理に関しては、小麦粉の特性、副材料の影響、調製条件の影響等さまざまな角度から調理科学的な研究が行われており、実際の調理操作上に応用されている。しかし、まんじゅうに関する研究報告はほとんど見当たらない。家庭での手作りまんじゅうは皮が硬いという印象が強いのでふっくらとやわらかく

Key Words : manjyu (Japanese cake), wheat flour, sugar content, texture, microscopic observation, sensory test, puffing ratio.

嗜好性の高い製品を得るための調理条件を明らかにすることが求められる。本報では、まんじゅうの基本材料のうち砂糖の配合割合の違いがまんじゅう皮の性状におよぼす影響について検討し、若干の知見を得たので報告する。

実験方法

1. 材料

(1) 小麦粉：薄力粉（バイオレット）日清製粉株式会社

(2) 膨化剤：ベーキングパウダー（以下B.P.と略す）アイコク、大宮食料工業株式会社、組成：炭酸水素ナトリウム25%、焼ミョウバン25%、第1リン酸カルシウム15%、 α -酒石酸水素カリウム1%、グリセリン脂肪酸エステル0.4%、食品素材（コーンスターチ等）33.6%

(3) 砂糖：上白糖、三井製糖株式会社

(4) 水：脱イオン水

(5) 練りあん：小豆こしあん市販品

2. 試料の調製方法

一般の料理書および和菓子店の製法を参考とした予備実験の結果から、小麦粉100に対する捏水は62とし、砂糖添加の場合には砂糖の捏水換算量を減じて加えた。各材料の配合割合は表1に示す。

ガラスボールに水と砂糖を入れてできるだけ砂糖を溶かし、小麦粉にB.P.を加えて三重網のふるいに2回かけたものを加え、木じゃくしで粉がなじむまで約20回混ぜ、その後指先で軽く約50回生地が均一になるまで捏ねた。生地温度は25~27℃であった。テクスチャー

表1 まんじゅう皮生地の材料配合

試料	小麦粉	B.P.	砂糖	水
A	100	3	0	62
B	100	3	30	44
C	100	3	50	32
D	100	3	70	27

・小麦粉100に対する配合割合で示した。

・砂糖の換水値は水に溶解する試料B、Cの場合は0.6、溶け残りの生じる試料Dについては0.5とした。

測定等はいんを包んだまんじゅうでは測定が困難なため皮生地のみを用い、20gずつ分割しごく少量の手粉をつけて20回ころがして球状に成形し、5cm角のクッキングシートにのせ直径45cmの蒸籠で16~20個ずつ10分間蒸した。蒸し上がり後、網上で15分放冷の後、ラップで覆いさらに所定の時間放置し、蒸し上がり1時間後、24時間後、48時間後の測定に供した。

官能検査はあん入りとし、練りあん20gを皮生地20gで包み同様に蒸した。蒸し上がり24時間後、検査に供した。

3. 膨化率の測定方法

蒸し上がり1時間後に菜種法で体積を測定し、次式により算出した。膨化率=(製品の体積 cm^3 /生地の重量 g) $\times 100$

4. 水分の測定方法

蒸し上がり後1時間、24時間、48時間経過した試料の中央部で表面皮膜に近い部分を2g秤取し、赤外線乾燥式水分計（YMC株式会社、IB-30型）を用い、80℃で40分間乾燥し測定した。

5. テクスチャー測定方法

レオロメーター物性解析IPCシステム（飯尾電気株式会社、IPC-134A型）により、蒸し上がり1時間後および24時間後、48時間後の硬さ、凝集性、弾力性、そしゃく性を測定した。試料は中央部の表面皮膜に近い部分を縦横2cm厚さ1cmに成形し、直径40mmのディスク型プランジャーを用いて、運動回数2回、サイクルスピード6回/分、クリアランス4.0mm、ロードレンジ20.0kgで測定した。測定結果は分散分析により有意差検定を行った。

6. 顕微鏡による組織観察

蒸し上がり1時間後に中央部の表面皮膜を含む部分を5 \times 5 \times 5mmに切り取り、田村の方法⁶⁾に準じて、FAA固定液で固定後、常法によってパラフィン切片とした。染色はグルテン観察用にはアクロレインシッフ反応、デンプン粒観察用にはメチルグリーンとヨウ素ヨウ化カリウムの二重染色を行い、光学顕微鏡による観察を行った。

7. 官能検査

まんじゅう皮の色、つや、表面の薄皮のできぐあい、やわらかさ、弾力性、切口のきめ、味、総合評価の8項目について、順位法による評価を行った。試料は皮生地、練りあんとも20gずつで調製したまんじゅうで蒸し上がり24時間後のものを用いた。パネルは本学学生19名で、あらかじめアンケート調査を行い、まんじゅうに対する嗜好の強い学生を選出した。結果はKramerの検定とKendallの一致性の係数Wにより有意差検定を行った。

結果および考察

1. 膨化度

砂糖の配合割合の異なる4種類のまんじゅう皮生地の膨化率を表2に示す。砂糖の添加によって膨化率は増加したが、添加量の増加に伴い低下した。この結果は、小麦粉に対する砂糖添加量30%で膨化度が大きいと報告している定森の結果⁷⁾と一致している。

小麦粉生地の膨化は生地内部で生じた膨圧を伸展性や粘性をもった生地が受け止めるこ

とによって起こり、膨圧の高まりと生地の伸びとのバランスが良いと膨化度が高くなる。砂糖添加によって膨化率が大きくなる理由について吉田⁸⁾は、糖がグルテン量を減少させる働きをもちグルテンの形成を減少させる上にデンプンゲルを弱める働きをするため、生地は加熱によって流動性を増し生地の伸張抵抗が小となること、および糖がグルテンの熱凝固を遅らせる働きがあるためにB.P.から発生する二酸化炭素を有効に利用しうる結果となると説明している。

しかし、BAXTERら⁹⁾の報告によれば、砂糖添加量が60%以上では砂糖水の作用によって小麦タンパク質は水溶性のものに変性し、生地の粘弾性を示すミキソグラフのカーブも得られなくなる。また松元ら¹⁰⁾も、小麦粉に対し50%砂糖添加生地からはグルテンの採取ができなかったと報告している。このように砂糖添加量の多い試料C、Dではグルテン形成が行われず、さらに表3に示すように水分が少ないためにデンプン粒の膨潤・糊化も抑えられ¹¹⁾て粘性および付着性を生じにくいため、膨圧を受け止める力が弱く膨化度が低下したと考えられる。

2. テクスチャー特性

各試料のテクスチャー測定結果を図1～図4に示す。砂糖添加量の増加に伴い蒸しドウの硬さは増す傾向にあり、蒸し上がり1時間後では砂糖70%添加が有意に硬くなった。しかし、凝集性、弾力性およびそしゃく性は砂糖添加量の増加に伴って低下の傾向を示し、70%添加では有意に小さい値となった。この

表2 まんじゅう皮生地の膨化率

(平均値±標準偏差)

試料	配合割合 ^a		膨化率
	砂糖	水	
A	0	62	174.8±7.9
B	30	44	204.4±6.6
C	50	32	189.9±6.2
D	70	27	175.2±4.2

a 表1参照

表3 まんじゅう皮生地および蒸しドウの水分含量

(平均値±標準偏差)

試料	生地中の水分含量 ^a (%)	蒸しドウの水分含量(%)		
		蒸し上がり1時間後	24時間後	48時間後
A	46.1	45.7±0.5	46.0±0.5	46.0±0.2
B	32.9	33.4±0.3	33.6±0.4	33.2±0.2
C	25.1	25.6±0.2	25.9±0.3	25.5±0.4
D	20.8	22.3±0.5	22.6±0.7	22.1±0.6

a 小麦粉の水分含量14%、上白糖の水分含量0.8%とした計算値。

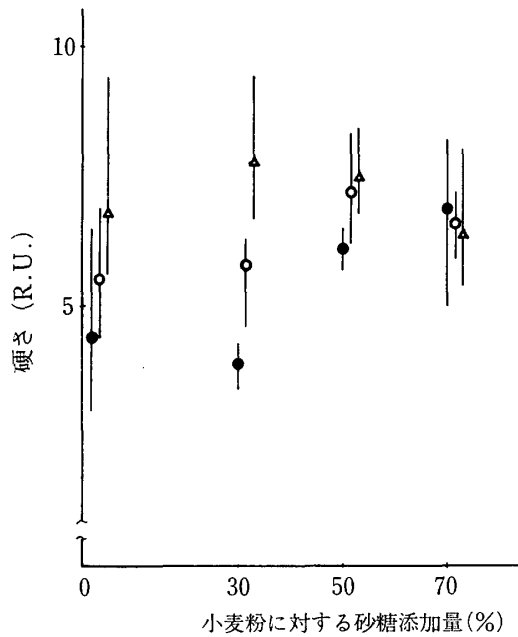


図 1 砂糖添加量の異なる蒸しドウのテクスチャー測定値 (硬さ)
●蒸し上がり 1 時間後 ○24 時間後 △48 時間後

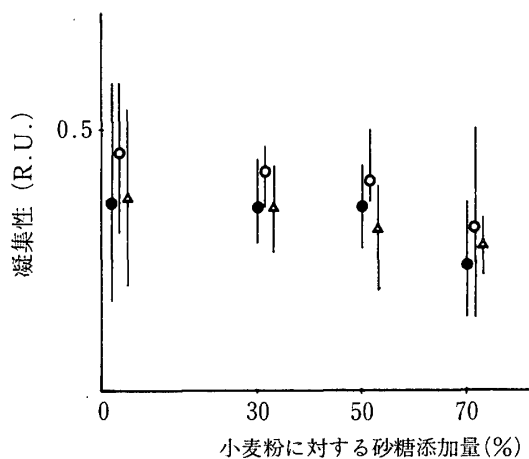


図 2 砂糖添加量の異なる蒸しドウのテクスチャー測定値 (凝集性)
●蒸し上がり 1 時間後、○24 時間後、△48 時間後

ことから砂糖70%添加の蒸しドウは、硬いが凝集性、弾力性が小さいためろくそしゃくしやすいものと思われる。MIZUKOSHIはケーキバター中の砂糖含量が製品の剛性率に与える影響について、砂糖量が30%をこえると急激に剛性率が低下して製品は脆弱化することを報告している¹²⁾。試料A、B、C、Dの砂糖添加量を生地中の砂糖含量で表すとそれぞれ0、

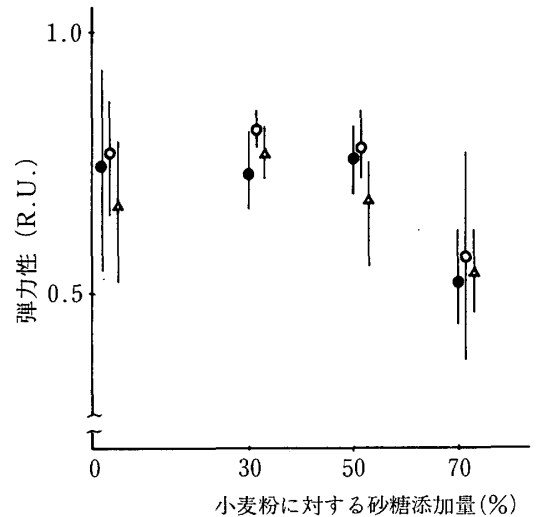


図 3 砂糖添加量の異なる蒸しドウのテクスチャー測定値 (弾力性)
●蒸し上がり 1 時間後 ○24 時間後 △48 時間後

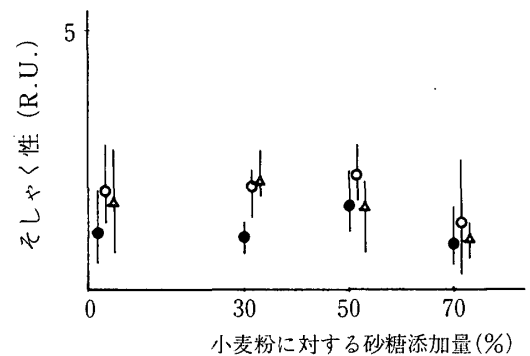


図 4 砂糖添加量の異なる蒸しドウのテクスチャー測定値 (そしゃく性)
●蒸し上がり 1 時間後、○24 時間後、△48 時間後

17、27、35%となり、蒸しドウのテクスチャー測定結果はMIZUKOSHIの報告と一致している。

小麦粉製品のテクスチャーは、小麦タンパク質とデンプンの性状に負うところが大きい。砂糖無添加あるいは添加量が少なく比較的水分の多い蒸しドウでは、グルテン形成およびデンプン粒の膨潤・糊化ともに進んでいるために弾力性や凝集性が高く、歯ごたえのある製品になると考えられる。一方、砂糖添加量70%の蒸しドウは砂糖の作用によってグルテンが形成されにくい⁹⁾¹⁰⁾うえ、水分が少ないためにデンプン粒の膨潤・糊化が抑制され¹¹⁾、

弾力性、凝集性およびそしゃく性が小さく歯もろさが生じてくるものと思われる。

蒸し上がり後の経時変化をみると、硬さは時間経過とともに増大するが、砂糖70%添加では逆に低下した。弾力性、凝集性およびそしゃく性は砂糖添加量に拘らずいずれの試料においても24時間後には高くなり48時間後には低下したが、この理由は明らかではない。経時変化の程度は砂糖添加量の多いものほど小さく、砂糖による製品の保存性を高める効果が示された。

3. 蒸しドウの組織観察結果

砂糖添加量の異なる蒸しドウの断面を図5に示す。砂糖を加えることによって蒸しドウのきめは均一化されるが、70%添加ではきめが粗くなっている。

蒸しドウの組織構造を明らかにするために各試料のタンパク質およびデンプン粒の状態を顕微鏡観察した結果を図6、7に示す。砂糖無添加の蒸しドウではグルテンを形成していると思われるタンパク質が太くはっきりしており、膨潤したデンプン粒とともにしっかりと骨格を作っている。気泡の周囲はデンプンが取り巻いているのが観察できる。砂糖30%添加ではデンプン粒の状態にあまり変化は

みられないが、添加量の増加に伴ってデンプン粒の膨潤度は低下し、70%添加の蒸しドウではデンプン粒はほとんど膨潤しておらず、組織が粗く空隙の多いのがわかる。一方、タンパク質は、砂糖70%添加では所々に塊がみられるが、砂糖を添加することで薄く広がっているように見える。特に50%添加の蒸しドウでは組織全体に溶け込んでいるようである。詳細な検討を行っていないので明言はできないが、BAXTERの見解⁹⁾にみられるように砂糖の作用によって小麦タンパク質が水溶性のものに変性し、水とともに組織内に広がったとも考えられる。砂糖の添加によってグルテン網の広がりが細くなるという報告は、松本による揚げドウの顕微鏡観察¹³⁾にもみられる。

表面皮膜部は、砂糖無添加の蒸しドウではデンプン粒が十分に膨潤・糊化し崩れて変形したのも観察できる。砂糖添加量の多い蒸しドウでも膨潤したデンプン粒が見られ、表皮部分では平たく伸びた状態で表皮を形成している。表皮部分は蒸し加熱時に水分が付着するため、水分を吸収してデンプンの膨潤・糊化が促進されるものと思われる。

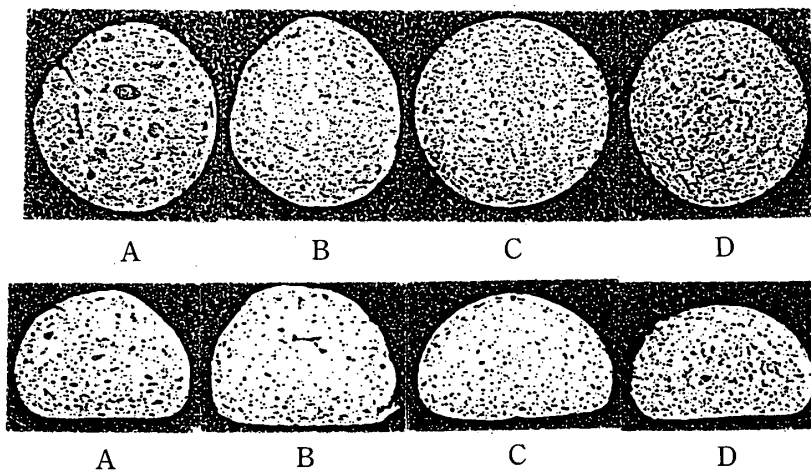
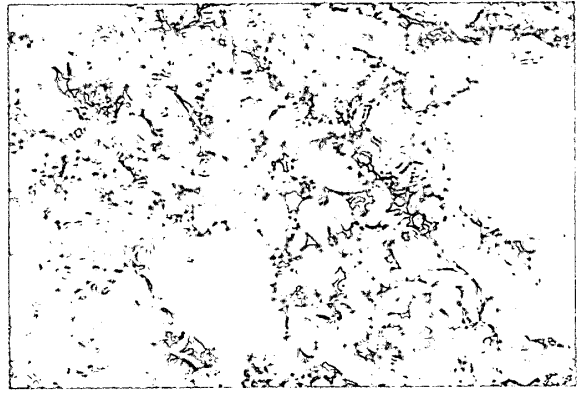


図5 砂糖添加量の異なる蒸しドウの断面

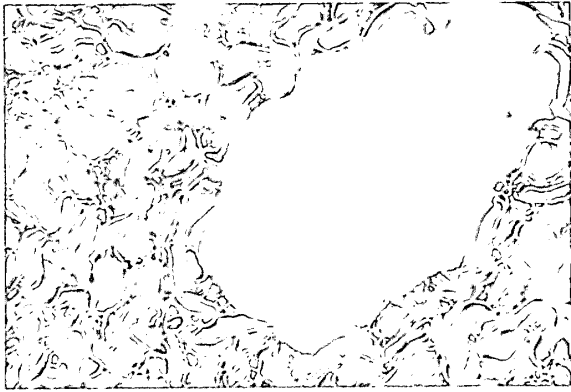
- A: 砂糖無添加 B: 砂糖30%添加 (小麦粉に対して)
C: 砂糖50%添加 (小麦粉に対して)
D: 砂糖70%添加 (小麦粉に対して)



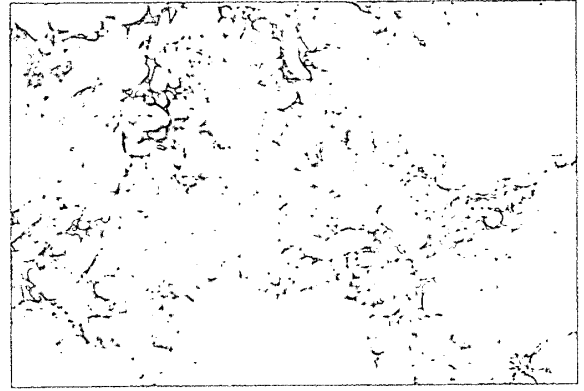
A



A



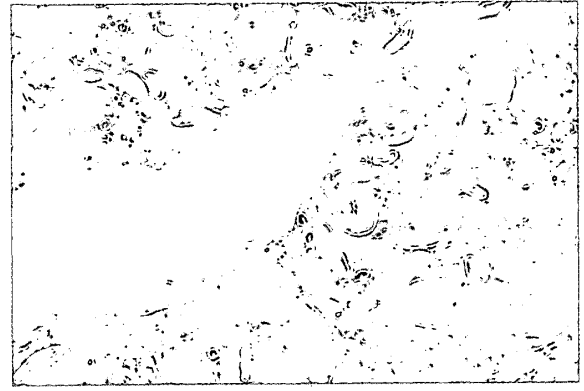
B



B



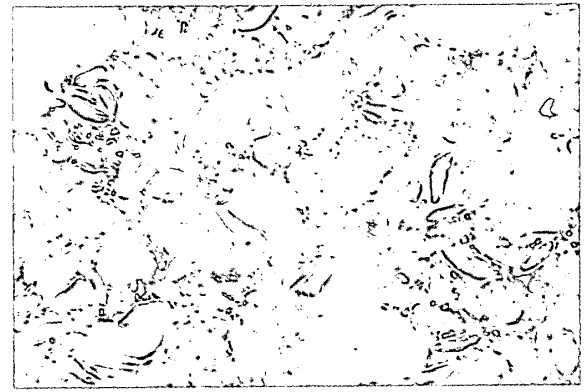
C



C



D



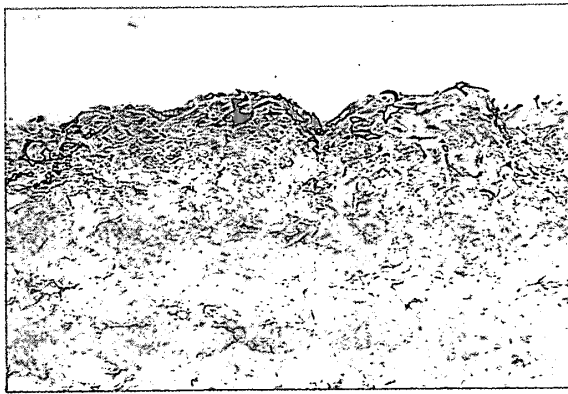
D

図 6 蒸しドウの顕微鏡写真

表面皮膜から 5 mm 以内の内層部、パラフィン切片 (180 倍)

左：メチルグリーン、ヨウ素ヨウ化カリウム 2 重染色、右：アクロレイン・シッフ反応

A：砂糖無添加、B：砂糖 30% 添加、C：砂糖 50% 添加、D：砂糖 70% 添加



A



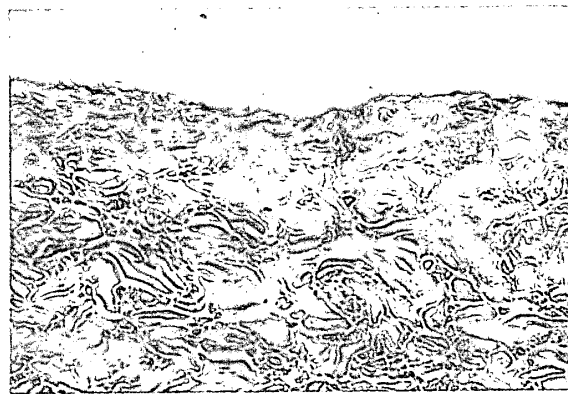
A



B



B



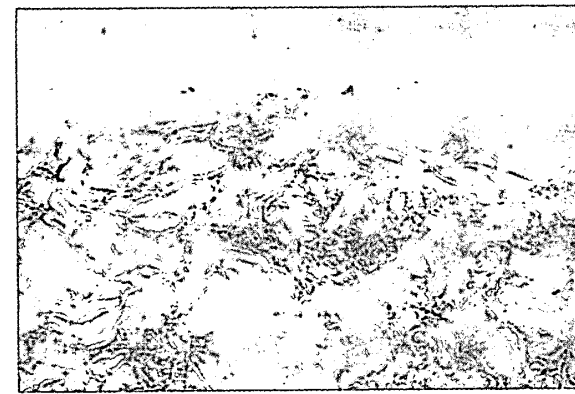
C



C



D



D

図 7 蒸しドウの顕微鏡写真

表面皮膜部、パラフィン切片 (180倍)

左：メチルグリーン、ヨウ素ヨウ化カリウム2重染色、右：アクロレイン・シッフ反応

A：砂糖無添加、B：砂糖30%添加、C：砂糖50%添加、D：砂糖70%添加

4. 官能検査結果

砂糖添加量の異なる皮生地で練りあんを包んだまんじゅうの皮部分に対する官能検査結果を表4に示す。

表面の薄皮のできぐあい、やわらかさ、切口のきめ、味、総合評価の5項目において、砂糖添加量の多い順に有意に好まれた。特にやわらかさについては一致性の係数は0.922となり、19名のパネルの判定はほぼ一致していることが示された。つやについては砂糖50%添加が有意に好まれ、弾力性は砂糖無添加が有意に好まれなかったが、両項目とも順位に一致性はみられなかった。

また、試料間の嗜好差検定の結果、表5に示すように、砂糖無添加のまんじゅう皮と砂糖添加のまんじゅう皮の間には、弾力性を除くすべての項目で嗜好差が認められた。砂糖を添加したまんじゅう皮の間では嗜好差が少なく、砂糖添加量30%と70%の間では5項目に嗜好差があったが、50%と70%の間にはやわらかさ以外に嗜好差は認められなかった。

弾力性に関してはすべての試料間に嗜好差が認められず、レオロメーターによる測定値との一致性はみられなかった。また、やわらかさの嗜好性と硬さの測定値は全く逆の結果となった。これは、人がまんじゅう皮のやわ

らかさとして知覚しているものが、機器による硬さの測定値が小さいことと必ずしも同一でないこと、あんの水分がまんじゅう皮のテクスチャーに影響を与えること等が原因と考えられる。試みに、官能検査に用いたまんじゅうと蒸しドウの水分を比較すると表6のようになった。まんじゅうはあんと皮の間で水分の移動が起こり、砂糖無添加の場合には皮からあんへ、砂糖添加量が多くなるとあんから皮へ水分が移動することが示唆された。

以上のように、まんじゅうの皮生地では砂糖添加量を多くし加水量を少なくすることでグルテン形成およびデンプン粒の膨潤・糊化が抑制されて弾力性、粘性、付着性などが抑えられ、製品は脆弱な組織構造となりもろく歯切れの良いテクスチャーが得られる。と同時に、製品中のあんから皮に水分が移動することによってしっとり感とやわらかさが与えられ、まんじゅう皮特有のテクスチャーが生じるものと推察される。

要 約

小麦まんじゅうの基本材料のうち砂糖の配合割合が小麦粉に対して0、30、50、70%（加水量は、砂糖の捏水換算量により調整した）のまんじゅう皮を調製して、まんじゅう皮の性状に

表4 まんじゅう皮の官能評価^a

(順位合計)

評価項目	試料 ^b				Kendallの 一致性の係数W
	A	B	C	D	
色	71**	52	31**	36*	0.541**
つや	57	52	36*	45	0.138
表面の薄皮のできぐあい	76**	55	31**	28**	0.843**
やわらかさ	76**	52	43	19**	0.922**
弾力性	59**	48	41	42	0.114
切口のきめ	76**	52	33**	29**	0.767**
味	76**	51	39	24**	0.803**
総合評価	76**	51	37**	26**	0.774**

a 嗜好性による順位法

* P < 0.05

b 表1に示す配合割合の皮生地20gで

** P < 0.01

練りあん20gを包んで蒸したまんじゅうの皮

(n = 19)

およぼす砂糖の影響について検討し、以下の結果を得た。

(1) 膨化率は砂糖30%添加で最大となり、砂糖添加量の増加に伴い低下した。

(2) テクスチャー測定の結果、砂糖添加

量の増加に伴い硬さは増す傾向にあったが、凝集性、弾力性およびそしゃく性は低下の傾向を示し砂糖70%添加では有意に小さい値となり、砂糖添加による製品の脆弱化がみられた。

表 5 まんじゅう皮の官能評価における試料間の有意差検定結果

評価項目	試料	順位合計	A	B	C	D
色	A	71				
	B	52	n.s.			
	C	31	**	*		
	D	36	**	n.s.	n.s.	
つや	A	57				
	B	52	n.s.			
	C	36	*	n.s.		
	D	45	n.s.	n.s.	n.s.	
表面の薄皮の できぐあい	A	76				
	B	55	*			
	C	31	**	*		
	D	28	**	**	n.s.	
やわらかさ	A	76				
	B	52	*			
	C	43	**	n.s.		
	D	19	**	**	*	
弾力性	A	59				
	B	48	n.s.			
	C	41	n.s.	n.s.		
	D	42	n.s.	n.s.	n.s.	
切り口のきめ	A	76				
	B	52	*			
	C	33	**	n.s.		
	D	29	**	*	n.s.	
味	A	76				
	B	51	**			
	C	39	**	n.s.		
	D	24	**	**	n.s.	
総合評価	A	76				
	B	51	**			
	C	37	**	n.s.		
	D	26	**	**	n.s.	

試料は表1参照 嗜好性による順位法 * p < 0.05 ** p < 0.01 (n = 19)

表 6 まんじゅうおよび蒸しドウの水分含量比較

試料	砂糖添加量	まんじゅうの水分(%)		蒸しドウの水分(%)
		あん	皮	
A	0	41.9	42.5	46.0
B	30	39.5	—	33.6
C	50	38.4	—	25.9
D	70	37.9	28.6	22.6

- ・蒸し加熱前のあんの水分 38.8%
- ・蒸し上がり24時間後の測定値

(3) 顕微鏡による組織観察の結果、砂糖添加によってタンパク質は薄く広がっていくように見え、デンプン粒は砂糖添加量の増加に伴って膨潤度が低下し組織は粗く空隙の多いものとなった。表面皮膜部では、砂糖添加量が多いものでも蒸し加熱時に水分を吸収し膨潤・糊化したデンプン粒が観察された。

(4) 練りあんを包んだまんじゅうの皮部分に対する官能検査の結果、表面の薄皮のできぐあい、やわらかさ、切口のきめ、味、総合評価の5項目において、砂糖添加量の多い順に有意に好まれた。特に、やわらかさについては、ほぼ全員のパネルが砂糖70%添加のものを最も好ましいと評価した。

終りに、本研究を行うにあたり組織観察に関するご助言ご協力を頂きました本学高村一知教授、組織科学研究所代表取締役社長松尾貞美氏を始め、官能検査にご協力頂きました皆様に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 松崎寛雄：日本の食文化大系18、饅頭博物誌、東京書房社(東京)、P15(1984)
- 2) 守安正：日本名菓辞典、東京堂出版(東京)、P308(1971)
- 3) 岡田哲：コムギ粉の食文化史、朝倉書店(東京)、P96(1993)
- 4) 渡辺長男、鈴木繁男、岩尾裕之、小原哲二郎編：製菓辞典、朝倉書店(東京)、P267(1990)
- 5) 志賀リツ、河野千香子：緑ヶ丘学園延岡短大紀、16、19(1986)
- 6) 田村咲江：広島大教育紀第4部、20、49(1971)
- 7) 定森許江：広島大教育紀第3部、14、93(1965)
- 8) 吉田レイ：山梨女短大紀、1、1(1967)
- 9) ELMA J. BAXTER and E. ELIZABETH HESTER: Cereal Chem., 35, 366(1958)
- 10) 松元文子、比留間トシ：家政誌、12、455(1961)
- 11) K. GHIASI, R. C. HOSENY and E. VARRIANO-MARSTON: Cereal Chem., 59, 258(1982)
- 12) M. MIZUKOSHI: Cereal Chem., 62, 247(1985)
- 13) 松本エミ子：家政誌、21、19(1970)