

小麦粉の膨化調理の成績に及ぼす調理条件の影響

Effects of Cooking Conditions on the Qualities of
Wheat Flour Cooking with Puffing Reagent保立 純子* 田辺 洋子**
(Kinuko Hotate) (Yoko Tanabe)

Trained panels judged the steamed dough samples to determine the effects of baking powder content (2, 3, 4%, flour basis), water content (50, 55, 60%, flour basis) and steaming time (5, 7, 10 minutes) on the sensory characteristics. Dough volumes were also measured.

The following results were obtained.

1. The higher the baking powder content, the larger the dough volume. The water content also affected the dough volume; this was the highest in volume when the addition of water was 55% against flour. The volume was correlated significantly to the palatability score obtained by sensory test.
2. The steamed dough preferred by sensory panelist had a baking powder content of 3 or 4% and contained a little high moisture content. Steaming time did not affect the sensory score.
3. Correlations between the palatability score and the tenderness, elasticity and internal cell distribution scores were observed by sensory tests. Tenderness was the most important factor in the palatability of steamed dough. Factors affecting the tenderness were baking powder content and water content; tender dough was obtained when baking powder content was 3 or 4%.
4. The most preferable dough was obtained by the following conditions. Baking powder content, 4%, addition of water, 60% and steaming time, 5min.

小麦粉の膨化調理の一つに化学膨化剤を用いて蒸し加熱を行なうものがある。その製品はふっくらとした弾力性のある食感ゆえに高い嗜好性を有している。

その製法は簡単であるが、好ましい食感の製品を作ることは難かしく、小麦粉に加える膨化剤の割合、加水量、蒸し時間及び混捏回数、さらに添加副材料の種類あるいは量等、それらが相互に関連し合いその食感は変わってくる。

これまで、化学膨化剤を用いた蒸し加熱による小麦粉の膨化調理については、膨化率に及ぼす混捏の程度や放置による影響に関してすでに報告されている¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。その他の膨化調理についても、同様に攪拌、放置の影響が

スポンジケーキ、パウンドケーキなどで検討されている⁵⁾⁶⁾⁷⁾。しかし、基本的な調理条件が食味にどの様に相互に影響を及ぼしているのかを検討した例は少ない。

本報では、蒸しパンの調製を例にとりあげ、蒸しパン調製の最低の要因であるベーキングパウダー（以下B.P.と略す）の添加量・加水量・蒸し時間の三要因のいずれがどの様にその特性に影響するのかを検討し、さらにその特性と食味との関係を検討したので報告する。

実験方法

1. 実験材料

小麦粉：薄力粉（バイオレット）日清製粉株式会社

B. P. : アイコク 大宮糧食工業株式会社

組成 炭酸水素ナトリウム25%、第1リン酸カルシ

* 常磐学園短期大学

** お茶の水女子大学

小麦粉の膨化調理の成績に及ぼす調理条件の影響

ウム25%, d-酒石酸水素カリウム10%, 焼ミョウバン10%, グリセリン脂肪酸エステル0.4%, コーンスターチ29.6%

2. 試料の調製方法

調理書を参考とし、予備実験の結果から、蒸しパンの調製に必要な三要因の水準を実用の範囲内において次の様に決めた。B. P. の添加量Aは小麦粉に対する重量パーセントで2・3・4%とし、加水量Bは手捏ね可能な範囲内とし、小麦粉とB. P. に対する重量パーセントで50・55・60%とした。蒸し時間は5・7・10分とした。以上を三元配置法により組み合わせて27種の試料を次の方法で調製した。

小麦粉にB. P. を加えて2回篩にかけ、140gを秤量、直径22cmの底平面のボールに入れ、これに加水(25°C)し、箸2本で直径15cmの円を描く様に6回攪拌後、60回を1分20秒の速度で手捏ねした。捏ね上げ温度26°Cのドウを30gに分割、20回で丸めて球状に成形し、ただちに24cmの角蒸しを用いて、2個ずつ強火で所定の時間蒸した後網上で放冷した。

3. 測定

(1) 膨化率: 蒸し上がり30分後、蒸しパンの体積を菜種法により測定し、(蒸しパンの体積/蒸しパンの生地重量)×100の式により算出し、結果は平均して分散分析した。

(2) 水分: 蒸し上がり後5分間網上で放冷し、ラップして10分おいた後、中央部を5g秤取、赤外線水分計FD-1(株式会社kett)で測定した。

(3) 官能検査: おいしさ、軟らかさ、弾力性、切り口のきめについて行なった。試料は蒸し上がり30分後縦4つに切り、B. P. 添加量3%, 加水量55%, 蒸し時間7分の蒸しパンをコントロールとして比対照採点法により行なった。おいしい、軟らかい、弾力性がある。切り口が粗であるものを+2, やや良いを+1, その反対のものを-2, -1として5段階で評価し、結果は分散分析した。

総合的な好ましさの尺度であるおいしさについては、別に下記に記す様な5段階評点法による絶対評価を行なった。生っぽくて食べられない-2、少し生な感じがする-1, 生な感じがなく食べられる0, 少しおいしい+1, おいしい+2とした。パネルはお茶の水女子大学調理学研究室員24名である。

結果と考察

1. 膨化に及ぼす三要因の影響

蒸しパンは、B. P. から発生するCO₂の膨圧によりドウが膨脹することを利用した膨化調理の基本的なものである。B. P. の添加量が増加すればCO₂の発生量は増加し、加水量が増加すればドウは軟らかくなる。発生するCO₂の膨圧とそれを受けるドウの伸張性とのバランスの良いことが膨化を増大させる。そこで本報ではまず蒸しパンの膨化に影響する三要因について検討した。膨化率は表1に示す様に三要因によりそれぞれ異なる値を示した。これを分散分析すると表2に示す様に、B. P. の添加量及び加水量に1%の危険率で有意差が見られ、交互作用は認められなかった。そこでこの二要因について各水準の母平均とその推定の精度を図1に示した。膨化率は、B. P. の添加量とともに増大し、一方、加水量は55%の場合が最高であった。本実験の攪拌条件では加水量55%で発生するCO₂の量とドウの伸張性とのバランスが適度であり、加水量50%ではドウが硬く抵抗が大きく、

表 1. 蒸しパンの膨化率

加水量 (%)	B. P. の添加量 (%)			2			3			4		
	蒸し時間 (分)			5	7	10	5	7	10	5	7	10
50	127	130	127	137	143	137	153	143	150			
55	143	140	133	153	163	163	163	163	163	167		
60	133	123	123	157	150	140	170	163	157			

表 2. 膨化率の分散分析表

要因	S	φ	V	F ₀
A	3581.697	2	1790.849	91.64**
B	1138.094	2	569.047	29.12**
C	89.828	2	44.714	2.29
A×B	254.483	4	63.621	3.26
B×C	189.639	4	47.410	2.43
A×C	75.443	4	18.861	—
E	156.344	8	19.543	

注 A—B. P. B—加水量 C—蒸し時間
** 1%の危険率で有意差あり

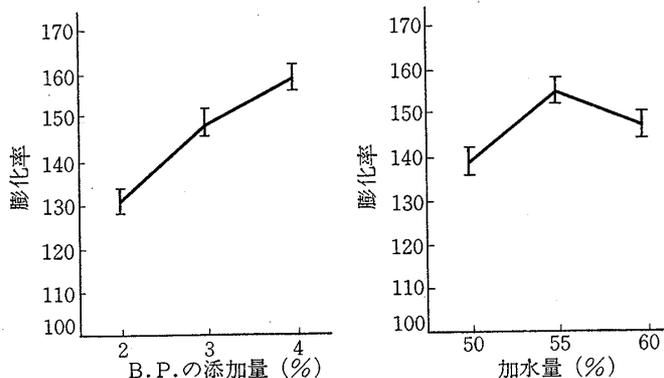


図 1. 膨化率に及ぼすB. P. の添加量と加水量の影響

加水量 60%では攪拌操作中の CO₂ 損失が膨化を悪くしたものだと思われ、これは吉田らの報告と一致する¹⁾。また Seguchi ら²⁾はパンケーキの膨化が水分によって異なり、水分79.7%の時に体積が最大となり、それ以下でも以上でも小さいと報告している。膨化調理はその種類及び他の条件によりそれぞれ膨化に最適な水分が決定されるものと考えられる。

2. 食味に及ぼす三要因の影響及び膨化と食味との関係

蒸しパンのおいしさは膨化によるふっくらとした弾力性のあるテクスチャーによるところが大きい。そこでおいしさに三要因がどの様に影響を及ぼしているかを検討する目的で、対照採点法によりおいしさについての官能検査を行なった。その結果を表3に示す。おいしさに

表 3. おいしさの分散分析表

要因	S	φ	V	F ₀
A	14.615	2	7.326	48.19**
B	31.088	2	15.544	102.26**
C	0.093	2	0.047	—
A×B	3.058	4	0.765	5.03**
B×C	1.214	4	0.304	2.00
A×C	0.141	4	0.035	—
A×B×C	0.341	8	0.043	—
E	8.229	54	0.152	—

注 A—B. P. B—加水量 C—蒸し時間

** 1%の危険率で有意差あり

については B. P. 添加量と加水量に 1%の危険率で有意差が見られ、蒸し時間には有意な影響は見られなかった。それらをグラフ化すると、B. P. の添加量は 3, 4%で、

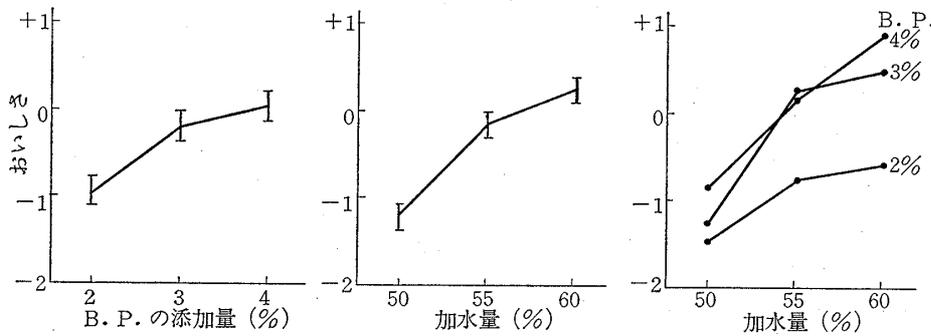


図 2. おいしさに及ぼす B. P. の添加量と加水量の影響

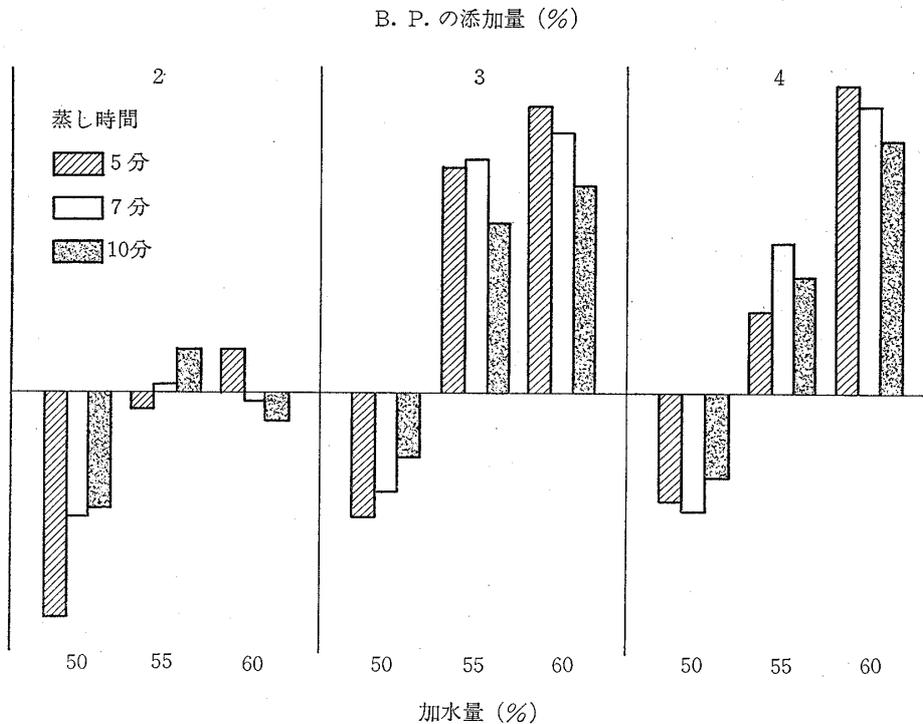


図 3. 絶対評価による B. P. の添加量、加水量、蒸し時間の異なる蒸しパンのおいしさの程度

注 おいしさの尺度 -2 生っぽくて食べられない -1 少し生な感じがする
0 生な感じがなく食べられる +1 少しおいしい +2 おいしい

小麦粉の膨化調理の成績に及ぼす調理条件の影響

また加水量は本実験の範囲内では増加する程おいしい蒸しパンが得られることが知られた。(図2) また、この二要因間には交互作用が認められ、B.P.の添加量4%では加水量を増加することによる効果が大きく、加水量55%の場合は、B.P.3%添加で僅かであるがおいしい結果となった。

図2に示すグラフはコントロールとの比較による評価のためにそのおいしさはマイナスに片寄っているのですが、個々のおいしさを知るために絶対評価による官能検査を行なった。結果を図3に示す。加水量55%、60%では、B.P.添加量2%を除いていずれもおいしい製品が得られ、コントロールに用いた蒸しパンのおいしさは相当に高い値を示していることが知られた。加水量50%ではB.P.添加量を増加しても少し生な感じがしておいしくないという結果になった。また加水量60%では蒸し時間の短い程おいしい蒸しパンが得られた。加水量50%の試料で蒸し時間5分ではでんぶんの糊化が十分でないため生な感じがしたのではないかと考えられた。そこで蒸し

器の蓋に水銀温度計を取りつけ、温度計の先端が試料の中心部にくる様にセットし、加熱中の試料の内部温度の経時変化を測定した。その結果、加水量50%、B.P.添加量2%の試料では、5分で60°C、7分では87°C、そして10分では100°Cに達した。配合、加熱法などは異なるが Mizukoshi ら⁹⁾はスポンジケーキの焙焼において79~90°Cの間、特に86°Cで急にでんぶんが糊化したと

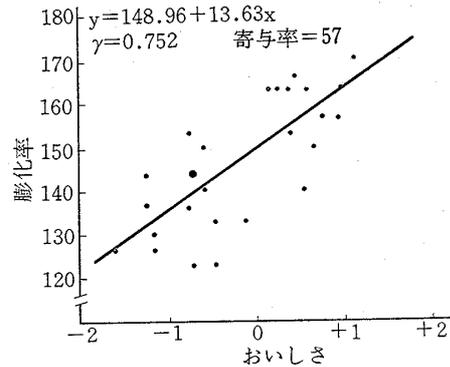


図4. おいしさと膨化率の相関関係

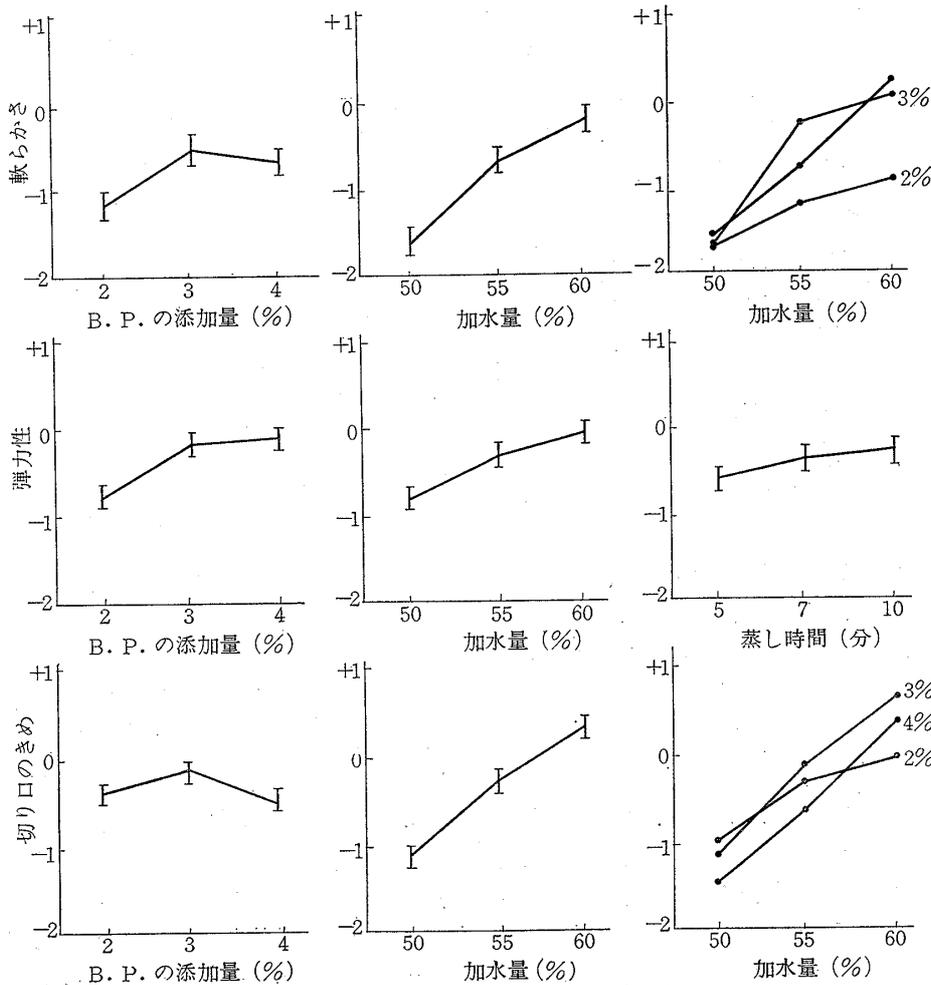


図5. 官能検査の軟らかさ、弾力性、切り口のきめに及ぼす三要因の影響

報告している。従って前述の試料において蒸し時間5分では、でんぷんが糊化していないためにおいしくないと判定されたと考えられる。一方、蒸し時間7分、10分ではでんぷんは糊化しているものと考えられるにもかかわらず、程度こそ少ないが生っぽいと判定されている。このことから感覚的な生っぽさにはでんぷんの糊化以外の要因も関与していることが示唆された。加水量50%では水分が少ないためいずれも膨化が悪く密で硬い食感の製品となるため、これが生っぽくおいしくない感じを与えているのではないかと思われる。この様に水分はでんぷんの糊化状態及び製品の食感に影響するところが大きく、藤井、島田¹⁰⁾もでんぷんケーキの調製において水を添加することで体積が増加し、軟らかく食味が向上したと報告している。

前述で膨化率の最も高い蒸しパンは、B. P. 添加量4%加水量55%であるのに対し、おいしい蒸しパンはB. P. 添加量4%加水量60%であった。従って膨化率の高い程おいしいとは限らないと思われたので、膨化率とおいしさとの相関を調べた。結果には図4に示す様に相当に高い正の相関が得られた。

3. 官能検査による軟らかさ、弾力性、切り口のきめ に及ぼす三要因の影響及び食味との関係

一般に膨化の違いは、蒸しパンを喫食した時のテクスチャー、特に軟らかさや弾力性に関係する。また外見上の気孔の粗密にも影響を及ぼし、これらが蒸しパンのテクスチャーから見たおいしさを形成している。そこでこれらの特性について官能検査を行ない、三要因の影響について調べ、おいしさとの関係を検討した。

分散分析の結果、1%の危険率で有意差のあった要因についてグラフ化して図5に示す。

軟らかさには、B. P. 添加量3、4%、加水量は本実験の範囲内では増加する程効果が大きかった。またこの二要因間には交互作用が認められ、加水量55%の場合、B. P. 添加量3%で影響が大きく、B. P. 添加量2%の場合には加水量を増加しても効果は小であった。

弾力性についてもB. P. 添加量3、4%で、加水量は増加する程効果が大きかった。交互作用は見られなかったが、蒸し時間に僅かながら長くなる程弾力性増加の傾向が見られた。

切り口のきめについては、B. P. 添加量3%で最も粗であり、加水量は増加する程粗であった。またこの二要因間には交互作用があり、B. P. 添加量2%では加水量を増加しても影響は小さかった。

以上の様に官能検査による軟らかさ、弾力性、切り口のきめのそれぞれに対する三要因の影響は、おいしさに

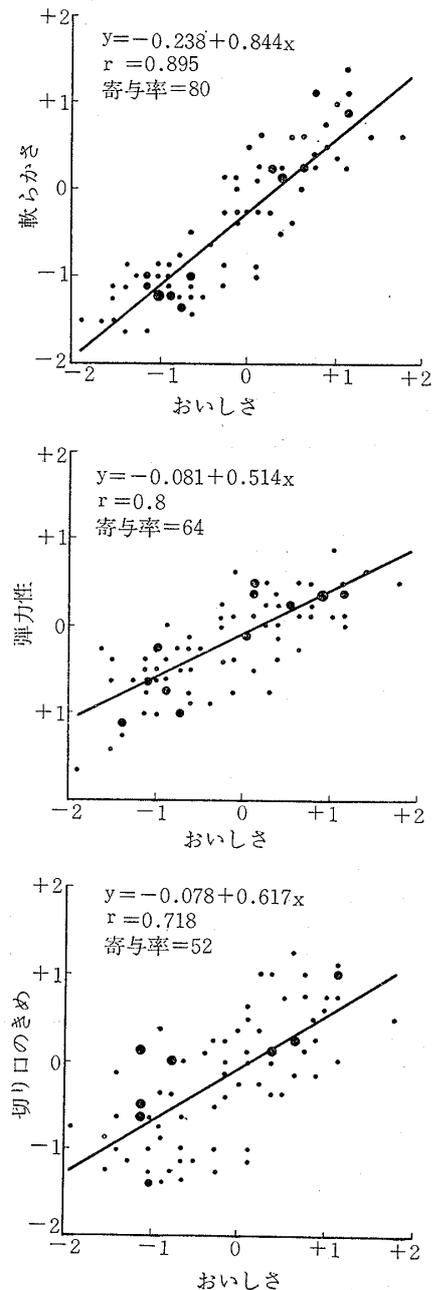


図6. おいしさと官能検査の相関関係

及ぼす三要因の影響と類似の傾向を示していた。そこで次に軟らかさ、弾力性、切り口のきめのうちどれがおいしさに最も影響するのかを知る目的でおいしさとの相関を検討した。その結果は図6に示す様にそれぞれ正の高い相関が見られた。特に軟らかさとおいしさの間には $r = 0.895$ という極めて高い相関があり、おいしい蒸しパンを調製する場合には軟らかなテクスチャーを得ることが大切な条件となることがわかる。軟らかい蒸しパンは図5で示した様に加水量を多くすることにより得られるので軟らかさを与えている蒸しパンの成分中、水分含量について検討した。その結果はドウの加水量を増加する

小麦粉の膨化調理の成績に及ぼす調理条件の影響

程多く、加水量を増加することにより水分の多い軟らかくおいしい蒸しパンを得ることができると考えられる。これは、蒸し加熱においては、加熱中の水分の移動がないためと思われる。

一方、切り口のきめが粗であることとおいしさとの間の相関は相当に高かったが、前述の図5に示す様にB.P.添加量3%で最も粗であるのに対し、B.P.添加量4%のものが好まれた。このことは、気孔が粗であることがおいしいとは限らないことを意味し、気孔の大きさや均質性など今後の研究に残された問題があると思われた。

以上の実験の結果から、蒸しパン調製の三要因中、膨化率及び官能特性に最も影響を与えるのは加水量であることを知得した。またおいしさと軟らかさには高い相関があり、おいしい蒸しパンは軟らかいことが知られた。しかし、おいしさは種々な特性が相互に関連し合っていると思われるので、さらに調製の条件を変え、糊化度、物性の測定などを行ない検討を加えたい。

要 約

蒸しパンの特性とB.P.の添加量、加水量、蒸し時間との関係を三元配置法で実験、解析し、官能検査による食味と対比させ、次の結果を得た。

1. 膨化率に影響を及ぼす要因は、B.P.の添加量と加水量で、B.P.の添加量の多い程膨化率は大きであった。加水量は55%の場合が最高であった。

2. 総合的にB.P.4%で、加水量60%、蒸し時間5分の蒸しパンが最も好まれた。加水量50%ではB.P.添加量を増しても蒸し時間に関係なく、不味で実用に適さないことを認めた。

おいしさと膨化率との相関は高くおいしい蒸しパンは

膨化の良いことが知られるが、膨化の良い程おいしいとは限らず適度な膨化が食味向上に連なることを認めた。

3. 官能検査による軟らかさ、弾力性、切り口のきめと食味の相関はいずれも高い値を示したが軟らかさは $r=0.895$ と極度に高く、軟らかさとおいしさは密接な関係にあることが知られた。蒸しパンは水分の多い程軟らかく、その食味には加水量が最も影響することを認めた。

本研究にあたり、ご懇切なご指導を賜りました大妻女子大学教授、お茶の水女子大学名誉教授吉松藤子先生、並びに、お茶の水女子大学助教授島田淳子先生に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 板橋文代・吉田レイ・松元文子：家政誌 13, 233 (1962)
- 2) 吉田レイ・板橋文代・松元文子：家政誌 14, 351 (1963)
- 3) 定森許江・蒲生恭子：家政誌 15, 193 (1964)
- 4) 吉田レイ：調理科学 2, 27 (1969)
- 5) 白木まさ子・貝沼やす子：家政誌 30, 651 (1979)
- 6) 山上ユリ子：食品の物性第2集 食品資材株式会社
- 7) 藤井淑子・林ひろみ・島田淳子・吉松藤子：家政誌 6, 505 (1979)
- 8) M. Seguchi, J. Matsuki : Cereal Chem. 54, 1056 (1977)
- 9) M. Mizukoshi, T. Kawada and N. Matsui : Cereal Chem. 56, 305 (1979)

投稿募集

研究報告の投稿をお願い致します。調理科学に関係のある、未発表の論文を投稿規定に従ってお送り下さい。

なお、今後質疑応答のページを作りたいと思いますので、調理科学に関係のある事項、あるいは、それらの実験法等につきまして、ご質問をお送り下さい。それぞれ適当と思われる方をお願いしてお答えし、あるいは講座のテーマにとりあげていきたいと思っておりますので大いにこの欄の活用をお願いいたします。