

## 炊飯米を生地に添加したパンの官能評価

奥 西 智 哉<sup>§</sup>

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所

### Bread Made from Cooked Rice and Wheat Flour Blend

Tomoya Okunishi<sup>§</sup>

National Food Research Institute, 2-1-12 Kan-nondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8642

Breads made from rice flour have attracted attention due to the increase in consumption of rice. However, the quality of these rice flour breads is poor. To develop rice bread with high quality, we made bread using cooked rice. The bread-making quality of cooked rice bread was evaluated based on loaf height and a sensory test. Bread made from up to 30% cooked rice in wheat flour had an almost equal baking quality with that made from wheat flour alone, and its quality decreased as the amount of rice flour increased. Breads containing 10-40% cooked rice resulted in significantly higher evaluation than wheat flour breads on the sensory test, with an optimal ratio of 30% cooked rice. Crum grain, color and smell had no significant difference among the breads, except for the 20% cooked rice bread on color. Tactility and hardness were significantly higher in the 10-30% cooked rice breads, with an optimal cooked rice substitution ratio being 20%. The 30% cooked rice bread also had the highest evaluation for taste and doughiness. Evaluation of moisture and sweetness increased relative to the cooked rice substitution ratio. On the other hand, rice flour breads had no significant differences in overall sensory evaluation. Cooked rice as a sub-raw material of bread improved bread-baking quality, as well as taste and texture. The optimal substitution rate of cooked rice for wheat flour was 30%.  
(Received Jan. 13, 2009 ; Accepted Mar. 23, 2009)

**Keywords :** cooked rice, bread, rice flour, baking quality

**キーワード :** ごはんパン, 炊飯米, もちもち, 米粉

わが国の食糧自給率は40%を下回り、他の先進国と比べても低い水準で推移しており、米の消費拡大が望まれる。日本人のほぼすべての人が毎日一度は炊飯米（ごはん）を食べている<sup>1)</sup>ものの、朝食に限って言えば、短時間で簡単に食べられるものとしてごはん食よりパン食が食事の頻度で上回っている<sup>2)</sup>。パン原料をそのほとんどを輸入に頼る小麦粉から国内生産している米に置換することができれば、食生活の多様性を維持しながら自給率を向上させることができる。

近年、米の需要を喚起する目的で米粉を使用したパンが注目されている<sup>3)</sup>。製粉方法や製パン法などの技術開発により多様な米粉パンが市販されている。このうち小麦粉の一部を米粉に置換したものが従来の小麦粉パンに近い特性を持つ。しかしながら、米にはグルテンが含まれていないので製パン材料として用いる場合、低い置換比率にとどめるか、あるいはグルテンや増粘多糖の添加が必要であり、これまで小麦粉を米粉に高比率で置換したタイプの米粉パンでは、これらの添加剤なしに品質の高いおいしいパンを

つくることは困難であった。米は食事に供される時、炊飯米（ごはん）にされることで様々な変化を受け生米よりおいしくなることから、品質のよい米パンの材料として炊飯米利用は有用な可能性がある。炊飯米あるいは粥状の米を生地に加えるパンは巷間に散見されるがいずれも品質に関する科学的データは積み上げられていない。本論文では小麦粉の一部を炊飯米で置換したパンの特性を評価した。

### 実 験 方 法

#### 1. パンの調製

自動ホームベーカリー SD-BH101（松下電器産業）を用い、食パン標準コース（ねり・ねかし・発酵・焼成の合計時間が4時間、中種法）にて山型食パンを作製した。パンの基本的な配合材料は強力小麦粉（日清製粉、カメラア）250.0 g、ドライイースト（日清フーズ、スーパーカメラア）2.8 g、砂糖 17.0 g、食塩 5.0 g、バター（雪印乳業、北海道バター）10 g、脱イオン水 180.0 g とした。この基本配合材料より焼成されるパンを小麦粉パンとした。また、小麦粉の一部を炊飯米あるいは米粉（日の本穀粉、こめ de パン）で置換したパンはそれぞれごはんパンあるいは米粉パンとし、

〒305-8642 茨城県つくば市観音台 2-1-12

<sup>§</sup> 連絡先 (Corresponding author), tomoyaok@affrc.go.jp

乾物重量換算での置換の割合も同時に示した。例えば、材料の強力粉の10%すなわち25gを乾物重量換算で同量の炊飯米53.8gで置換したパンは「10%ごはんパン」である。小麦粉、炊飯米および米粉の含水率はそれぞれ14.0%、60.0%および12.5%であったので、ごはんパンおよび米粉パンの材料はTable 1の配合によった。

## 2. 炊飯米（粉）の調製

コシヒカリ（平成18年北陸研究センター産）300gを90%精米後、脱イオン水で5回すすぐように洗った。洗米時の吸着水も含め480gの加水を行い、1時間浸漬させた。炊飯は圧力IH炊飯ジャーNH-WA18（象印）で行い、炊飯終了後しゃもじでかき混ぜた後、樹脂製容器に移し、常温まで冷ましてから使用した。

米粉を炊飯処理する場合は洗米を行わないこと以外は同様に行った。

## 3. 焼き色の評価

焼成後、1時間常温（25℃）冷却したパンの側面をデジタルカメラ（キヤノン、EOS Kiss Digital N、3456×2304画素、EF-S18-55mmレンズ搭載）で撮影し、平面部から長

方形の矩形を切り出し、画像解析ソフト（ImageJ 1.40g）により明度を256階調（黒0、白255）で表した。4側面の明度の平均値を焼き色とした。

## 4. 官能評価

焼成後、常温（25℃）冷却し、1時間後ポリエチレン袋に入れ、口を閉めて1日常温貯蔵した。厚さ2.0cmにスライスし、内相を4×4cmにカットした試料を試験に供した。総合評価<sup>4)</sup>の他に、すだちの状態<sup>4)</sup>・色相<sup>4)</sup>・香り<sup>4)</sup>・触感<sup>4)</sup>・および試食時の味<sup>4)</sup>・硬さ<sup>4)</sup>・もちもち感・しっとり感・甘味を評価項目とし、基準の小麦粉パンと比較して、それぞれの項目について良い・悪い（硬さ、甘味はそれぞれ柔らかい・硬い、ある・ない）をわずか・少し・かなりの3段階と同じの合計7段階で評価を行った。「わずか」は2回目の評価でわかるもの、「少し」は1回目の評価で少し感じられるもの、「かなり」は1回目の評価ですぐわかるものとした。評価結果は、良いをプラス・悪いをマイナスに、わずか・少し・かなりをそれぞれ3・2・1点に換算し数値化した。同じの評価は0点に換算した。パネリストは北陸研究センターの職員9人（男性6名、女性3名）で構成した。

## 5. 硬さの機器測定

焼成後、常温（25℃）冷却し、1時間後ポリエチレン袋に入れ、口を閉めて1日常温貯蔵した。厚さ2cmにスライスし、内部を2×2cmにカットした試料をテンシプレッサー（タケトモ電機製）の試料台に設置し、面積1.0cm<sup>2</sup>のディスク型プランジャーをバイトスピード＝6.0mm/sで作動させ、試料厚みに対する圧縮率が25%の時点の応力を測定し硬さとした。

## 実験結果および考察

### 1. パンの形状と製パン性

ごはんあるいは米粉の置換率を様々に変化させFig. 1に示すような断面をもつ山型食パンを焼成した。高さに変動があるものの、いずれのパンも顕著な腰折れ等の異常形状は見られず相似的形状を示し、山型食パンとしての基本

Substitute	Ratio of substitution	Main raw materials		
		Wheat flour (g)	Substitute (g)	Water (g)
Cooked rice	10%	225.0	53.8	151.3
	20%	200.0	107.5	122.5
	30%	175.0	161.3	93.8
	40%	150.0	215.0	65.0
	50%	125.0	268.8	36.3
Rice flour	10%	225.0	24.6	180.4
	20%	200.0	49.1	180.9
	30%	175.0	73.7	181.3
Control	—	250.0	0.0	180.0

Each bread contained butter (10g), sugar (17.0g), salt (5.0g) and yeast (2.8g) as sub-raw materials.

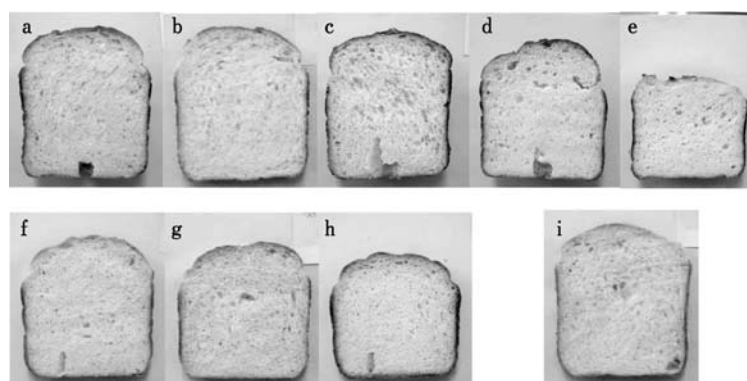


Fig. 1 Cross-sections of rice bread

a-e, 10-50% cooked rice substitute bread ; f-h, 10-30% rice flour substitute bread ; i, wheat bread

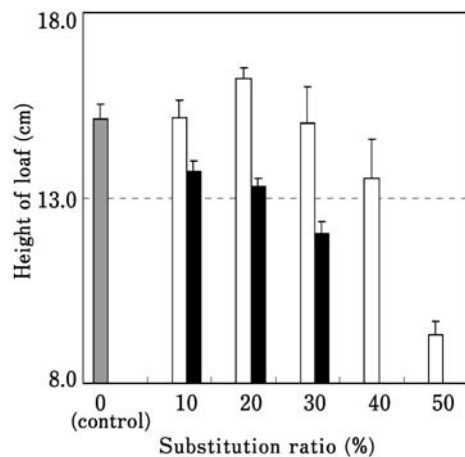


Fig. 2 Height of rice bread

□, cooked rice substitute bread ; ■, rice flour substitute bread  
Values are shown as means+standard deviation (S.D.) ( $n \geq 6$ )

的外見は保っていた。よって、一般的に製パン性評価に用いられる比容積の代わりに、焼成 1 時間後のパン高さを用いて製パン性を簡便に評価した。

米粉パンは置換率の増加とともにパン高さが減少した (Fig. 2)。従来の知見では部分置換した米粉パンでは米粉の配合比率が増加すると焼成したパン比容積の低下が報告されており<sup>5)~7)</sup>、これと一致する。米粉パンにグルテンを加えると比容積が回復する<sup>6)7)</sup>ことから、米粉置換による製パン性悪化の原因は米がグルテンを含まないことによる。

米粉同様、炊飯米にもグルテンは含まれていないのでごはんパンにおいても製パン性は低下することが予想された。しかし Fig. 1 に見られるとおり、ごはんパンの製パン性は良好で、少なくとも炊飯米置換率 30% までは小麦粉パンと同等あるいはそれ以上の製パン性を示した (Fig. 2)。結論を先に述べると、製パン材料として炊飯米を用いることが良好な製パン性を示すことの作用機序については解明できていない。炊飯米の大きな特徴は水分を多く含み、デンプンの一部が糊化していることである。一方、米粉は小麦粉に比べて吸水が悪く、糊化もしにくい。この相違点が製パン性に影響を与えると考えて、米粉を炊飯することにより、多水分および糊化性を付与したものを製パン材料として用いた。しかしながら、炊飯処理した米粉は生米粉と同等の製パン性しか示さなかった (Table 2)。よっ

Table 2 Height of rice flour bread

Rice flour	Height (cm)
Raw	13.29±0.22
Pasted	13.57±0.15

Values are shown as means±S.D. ( $n=3$ )

Substitute ratio were 20%.

No significant difference at  $p < 0.05$  level as determined by Student's  $t$  test.

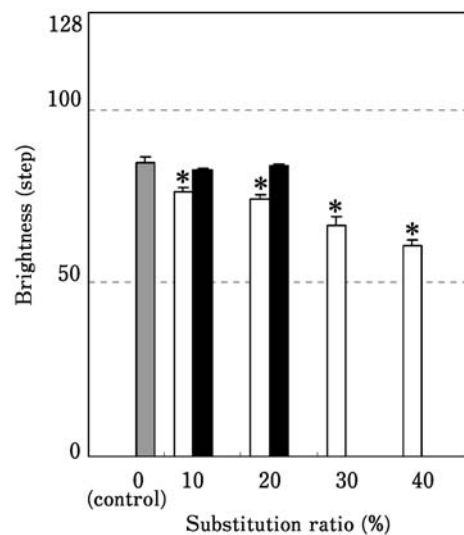


Fig. 3 Brightness of rice bread crust

□, cooked rice substitute bread ; ■, rice flour substitute bread  
Brightness was resolved 256 total tones grayscale, where 0 is black, 255 is white.

\*: Significant difference at  $p < 0.05$  level as determined by Student's  $t$  test.

Values are shown as means+S.D. ( $n=3$ )

て、今回考えた吸水および糊化の度合いは、ごはんパンの良好な製パン性に大きく寄与しているわけではなかった。また、製パン性に影響を及ぼす要因として米粉粉碎時に生じる損傷デンプンが報告されている<sup>8)~10)</sup>が、これも通常のデンプンと比べて吸水および糊化特性が変わることが素因であるから上述と同じ理由で炊飯米の好製パン性の理由にはならない。いずれにしても、ごはんパンの良好な製パン性についての詳細な作用機序はさらに検討が必要である。

今回用いたホームベーカリーでの基本的な材料配合では、焼成後のパンは 15 cm 程度の高さが期待され、パン作製工程に何らかの不都合が生じている場合、顕在化する問題点のひとつとしてパン高さが 13 cm に満たないことが挙げられる。例えば、50% ごはんパンがそれにあたると、このパンは気泡膜が厚く、密に詰まったパン内相を呈したようにパンとして不適当であった。小麦粉パン、10-40% ごはんパンおよび 10-20% 米粉パンを以下の諸試験の評価対象とした。

クラスト (パンの表面) はすべてのごはんパンで小麦粉パンと比較して炊飯米置換率の増加に比例して ( $R = 0.992$ ) 有意に暗色化したが、小麦粉パンと米粉パンでは明度に有意差がなかった (Fig. 3)。焼色はメイラード反応あるいはカラメル反応による。これらの反応の前駆体である還元糖およびアミノ酸は通常パン生地形成過程において発生する。これらの化合物は炊飯過程においても増加<sup>11)~16)</sup>し、その含有量は小麦粉単独あるいは小麦粉と米粉の混合物での生地形成中の発生量<sup>17)</sup>に匹敵する。生地形成前から既に多くの還元糖およびアミノ酸を含む原料を使用したこ

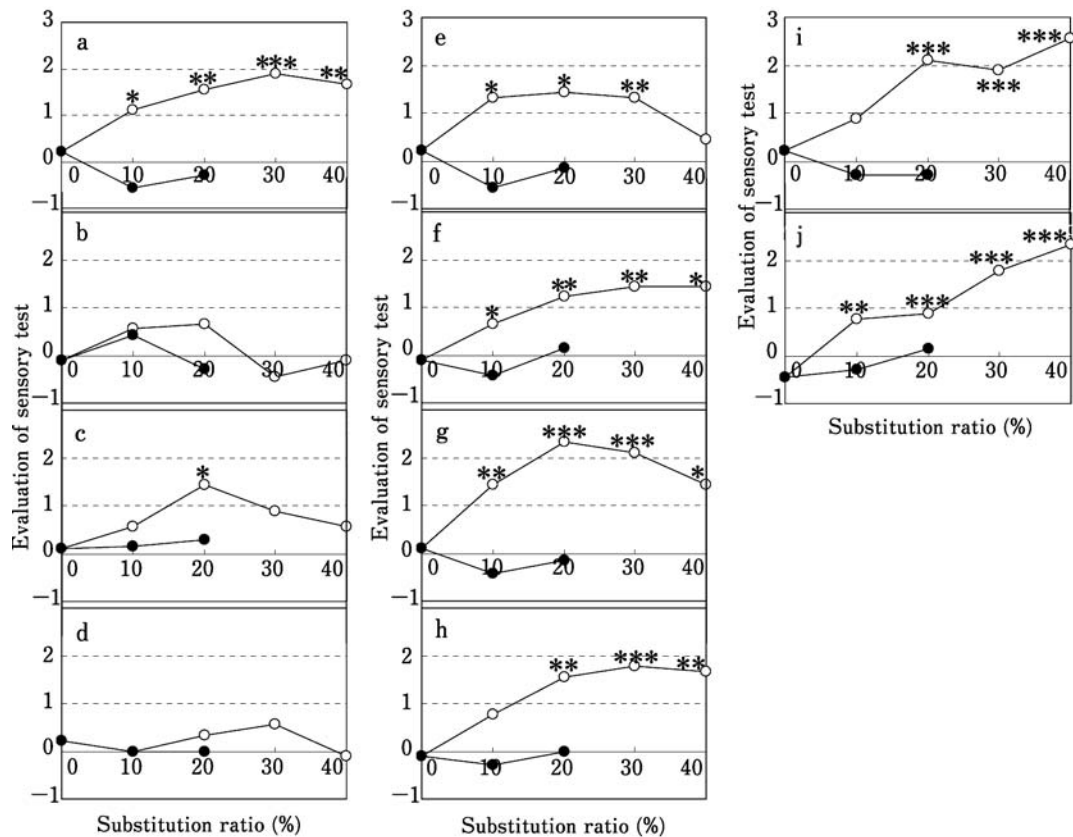


Fig. 4 Sensory properties of rice bread crumb

a, total ; b, crumb grain ; c, color ; d, aroma ; e, tactile ; f, taste ; g, hardness ; h, doughy ; i, moist ; j, sweetness.

○, cooked rice substitute bread ; ●, rice flour substitute bread

\*, \*\* and \*\*\* : Significant difference at  $p < 0.05$ ,  $< 0.01$  and  $< 0.001$  level, respectively, as determined by Student's  $t$  test.

Values are shown as means. ( $n=9$ )

とが炊飯米置換率に比例した焼色変化の原因と考えられる。

## 2. 官能評価

ごはんパンは総合評価 (Fig. 4a) で有意に小麦粉パンより高い評価を得、最適炊飯米置換率は30%であった。すだち・色相・香り (Fig. 4b, c, d) はいずれも非接触での評価であるが、20%ごはんパンの色相の評価 (1.44) が有意に高い点を除きいずれも有意差は見られなかった。また、平均値の絶対値は1を下回っており、炊飯米の添加により外観あるいは香りに大きな変化はないといえる。触感 (Fig. 4e) では、特に10-30%ごはんパンで有意に高い評価を得た。10%あるいは30%ごはんパンは小麦粉パンと高さが同じ (Fig. 2) であり、すだちの状態も同等なことから発酵条件は同等であるとみなせ、炊飯米置換は触感を向上させる効果があると言える。40%ごはんパンは小麦粉パンより高さが低く、パン内相が詰まっている (Fig. 1) ため触感が小麦粉パンとは異なり、また米飯の粘りに由来する触感がべとべととするとして好まないパネリストもいたなど評価 (0.44) はあまり高くなかった。

試食をともなう試験では炊飯米置換により味 (Fig. 4f) の向上が見られ、炊飯米置換率との相関 ( $R=0.925$ ) が高かつ

た。硬さ (Fig. 4g) は炊飯米置換により有意に良い評価を得た。前述した触感の考察と同様のことが言える。つまり、炊飯米置換はパン内相を柔らかくさせる効果があるが、置換率が高い (40%) とパン内相が詰まるので効果は直線的にあらわれるわけではない。また、20%ごはんパンはさらにパン高さが大きいことから、より柔らかい評価を得たことが推察される。パン硬さに関する官能評価の結果は機器によるパン硬さ測定結果 (Fig. 5) と一致し、ごはんパンは有意に小麦粉パンより柔らかくなった。

ごはんパンは従来の小麦粉パンにない特徴を持つことが予備実験においてわかった。もちもち感 (Fig. 4h)、しっとり感 (Fig. 4i) および甘味 (Fig. 4j) がごはんパン特有の特徴であったので新しい官能評価項目として加えた。炊飯米自体に見られる特徴であることから炊飯米置換率と相関が高く (しっとり感  $R=0.939$ , 甘味  $R=0.976$ )、置換率に比例した。もちもち感は30%置換が最も評価が高かった。炊飯米の特徴がパン特性に与える作用機作は今後明らかにする必要があるが、これらは新しい評価項目のため、評価者によるバラツキが従来の評価項目に比べて大きく、有意でない差も含まれることから、評価項目自体を厳密に定義づ



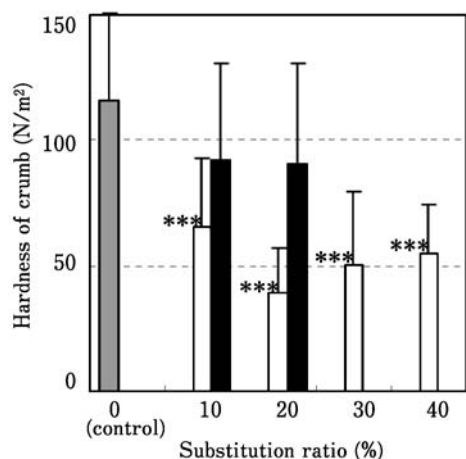


Fig. 5 Instrumentally measured hardness of rice bread

□, cooked rice substitute bread ; ■, rice flour substitute bread

\*\*\*: Significant difference at  $p < 0.001$  level as determined by Student's  $t$  test.

Values are shown as means + S.D. ( $n = 10$ )

けすることも同時に行う必要がある。

炊飯米を用いることによりグルテンや増粘多糖の添加なしでも40%置換での製パンを可能にした。本論文ではホームベーカリーを用いて製パンを行っており、しかも炊飯米以外一般的な製パン材料を用いているので一般家庭へのこの技術の導入はごく容易である。製造規模が大きくなるに従い多水分の炊飯米の腐敗リスクが大きくなることから、小規模のリテールベーカリーまでの応用が妥当であると考え、その場合は生地調製方法が中種法から直捏法になるため製パン工程改良が必要となるかもしれない。いずれにしても小規模生産現場では製粉に関する設備投資が不要であることが大きな利点になることから、各地域の米の特徴を生かした特産品開発への応用が期待できる。

## 要 約

小麦粉の一部を炊飯米で置換したごはんパンは置換率30%までのごはんパンは小麦粉パンと同等あるいはそれ以上の製パン性を有した。一方、部分置換タイプの米粉パンでは置換率の上昇とともに製パン性が低下した。

置換率10-40%のごはんパンは、官能試験の総合評価で小麦粉パンより有意に評価が高く、最適置換率は30%であった。すだち・色相・香りは、20%ごはんパンの色相評価が有意に高い点を除き、いずれも有意差はなかった。内相の触感および硬さは10-30%ごはんパンで有意に評価が高く、20%が最適であった。味ともちもち感は、30%が最も高く、しっとり感と甘味は、40%までなら炊飯米置換率が高まるほど向上した。一方、米粉パンはすべての官能評

価項目において小麦粉パンと有意差は見られず、特に総合評価では置換率にかかわらず評価が低かった。

本研究の官能試験データ収集にご協力いただいた北陸研究センターの田淵宏朗、大森伸之介、木水真由美、塚田久美子、湯川京子、山口武志、黒田昌治、山川博幹、羽方誠の各氏に感謝します。

## 文 献

- 1) エルゴ・ブレインズ、やっぱり日本人はお米好き、<http://www.ergobrain.co.jp/news/pdf/070907.pdf> (2007).
- 2) マクロミル、朝ごはんの実態調査、[http://www.macromill.com/r\\_data/20080930bfast/20080930bfast.pdf](http://www.macromill.com/r_data/20080930bfast/20080930bfast.pdf) (2008).
- 3) 與座宏一、岡部蘭子、島 純、米粉利用の現状と課題—米粉パンについて—、食科工、**55**, 444-454, N137 (2008).
- 4) 内田迪夫、官能評価法、「製パンプロセスの科学」、田中康夫、松本博編、第1版(光琳、東京), pp. 234-244 (1997).
- 5) 高野博幸、山方次郎、花木 満、小柳 妙、田中康夫、調理法を異にする米粉の添加が小麦粉生地の物性および製パン性に及ぼす影響、食総研報、**34**, 35-43 (1979).
- 6) Yamauchi, H., Noda, T., Matsuura, C.E., Takigawa, S., Saito, K., Oda, Y., Funatsuki, W., Iriki, N. and Hashimoto, N., Bread-making quality of wheat/rice flour blends, *Food Sci. Technol. Res.*, **10**, 247-253 (2004).
- 7) 小河拓也、田畑広之進、井上喜正、米粉の配合がパンの外観及びレオロジー的性質に及ぼす影響、兵庫農技総報、**51**, 25-28 (2003).
- 8) 高野博幸、豊島英親、渡辺敦夫、小柳 妙、田中康夫、生米粉の性状がレオロジー特性および製パン性に及ぼす影響、食総研報、**48**, 43-51 (1986).
- 9) 高野博幸、豊島英親、小柳 妙、田中康夫、米粉高置換添加ライスペッドの品質改善、食総研報、**48**, 52-62 (1986).
- 10) Araki, E., Ikeda, T.M., Ashida, K., Takata, K., Yanaka, M. and Iida, S., Effects of rice flour properties on specific loaf volume of one-loaf bread made from rice flour with wheat vital gluten., *Food Sci. Technol. Res.*, in press (2009).
- 11) 丸山悦子、西千代子、宮田康子、梶田武俊、炊飯米に関する研究(第4報)炊飯中におけるアミラーゼ活性の挙動、家政誌、**32**, 253-258 (1981).
- 12) 丸山悦子、永曾康子、中西洋子、梶田武俊、炊飯米に関する研究(第5報)生米 $\beta$ -アミラーゼの精製と性質、家政誌、**32**, 588-593 (1981).
- 13) 丸山悦子、東紀代香、梶田武俊、米飯の物理化学的特性と食味評価の関係、家政誌、**34**, 819-825 (1983).
- 14) 丸山悦子、炊飯過程におけるオリゴ糖の精製酵素、家政誌、**53**, 431-436 (2002).
- 15) 香西みどり、石黒恭子、京田比奈子、浜蘭貴子、畑江敬子、島田淳子、米の炊飯過程における還元糖および遊離アミノ酸量の変化、家政誌、**51**, 579-585 (2000).
- 16) 松崎昭夫、高野哲夫、坂本晴一、久保山勉、食味と穀粒成分および炊飯米のアミノ酸との関係、日作紀、**61**, 561-567 (1992).
- 17) 高野博幸、小柳 妙、田中康夫、パン生地発酵中の糖の消長に及ぼす各種米粉添加の影響、日食工誌、**27**, 522-528 (1980).

(平成21年1月13日受付、平成21年3月23日受理)