SURE 静岡大学学術リポジトリ
Shizuoka University REpository

グルテンが米飯パンの製パン性に及ぼす影響

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-07-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 村上, 陽子, 藤田, 沙南 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00008890

〈論文〉

グルテンが米飯パンの製パン性に及ぼす影響

村上陽子*，藤田沙南**

Effects of Gluten on the Physical Properties of Bread Made from Cooked Rice

Yoko MURAKAMI * and Shanan FUJITA **

Summary

The effect of adding cooked rice to wheat flour bread was examined by measuring its physical properties. Six kinds of bread were prepared: five containing 10 – 50% cooked rice and one containing wheat flour. The specific loaf volume of the bread containing 10 – 20% cooked rice was similar to that of the wheat flour bread. The loaf volume was enlarged by adding gluten. The hardness of the wheat flour bread was the lowest. As the proportion of cooked rice added to the bread increased, hardness increased as well. The hardness of the bread containing 30 – 50% cooked rice was harder than that of wheat flour bread when gluten were added. The cohesiveness of the bread containing cooked rice and gluten was lower than that of the wheat flour bread. The adhesiveness of the cooked rice bread with gluten was similar to that of the cooked rice bread without gluten.

キーワード　パン，米飯，物理特性，グルテン

1．目的

近年，我が国におけるパンの消費額はコメの消費額を超えており（平成 23 年）[1]，食生活におけるパンの利用度は益々大きくなっている。一方，小麦粉価格の高騰や食料の安定供給を背景として，米の消費拡大が課題としてあげられている。その一環として，米粉パンの研究が数多く報告されている。しかし，米粉製造時における米粉デンプンの損傷は製パン性を低下させる[2]。また，米粉はグルテンを含有していないため，パンが膨化しにくいというデメリットがあり[3)-6)]，米粉パンは多くの課題を抱えている。

本研究室では米の利用拡大を目指して，パンの材料として炊飯米を用いることに着目している。前報[7]において，米飯による小麦粉置換が低い場合の膨化性は小麦粉パンと同等，またはそれ以上の良好な製パン性を示すことを報告した。これは，炊飯米の糊化デンプンがグルテン形成促進，および，グルテン構造の変化に影響を与えていると考えられる。すなわち，予め炊飯することによることで米は糊化され，これによる小麦粉の吸水の妨害がなくなり，小麦粉中の吸水したグリアジンとグルテニンによるグルテン形成が円滑に行われたこと，さらに，焼成により糊化したデンプンがグルテン構造を補強するとともに[6]，粘性の高い米がその粘着性によりミキシング中に伸張・組織化し，グルテンのように気泡を蓄える構造を形成したと考えられる[5)8)]。

一方で，米飯による小麦粉置換が増加すると，米飯パンの膨化性は低下した。その要因として，小麦粉を米飯で置換することによる，グルテン含有量の減少が考えられる。通常のパン生地では，小麦粉由来のグルテンにより形成されたセル組織によって CO_2 が気泡として保持される。米飯の配合割合が高いパン，すなわち，小麦粉の配合割合が低いパンはグルテン含有量が少なく，比容積が減少したと考えられる[7]。米粉パンにおいては，グルテン添加により膨化性が回復するという報告がいくつかある[3)9)-11)]。そこで，本研究では，米飯パンの膨化性の低下の要因を調べるために，グルテン添加が米飯パンの製パン性に及ぼす影響について検討した。グルテン添加と米飯パンの製パン性については検討した報告はなく，本研究の新規性といえる。

2．方法

（1）米試料および炊飯米の調製材料

米飯パン用の米として，白米（うるち種）のキヌヒカリ（平成 24 年，静岡県産）を用いた。グルテンは，「グルテンパウダー（小麦グルテン）」（株式会社パイオニア企画）を用いた。米成分中の水分含量は常圧加熱乾燥法，アミロース含量は簡易ヨード比色定量法

*静岡大学家政教育講座
*静岡大学大学院

[12]により測定した。タンパク質含量はケルダール法によって窒素量の測定を行い，換算係数 5.95 を乗じてタンパク質含量とした（水分含量 16.4%，アミロース含量20.0%，タンパク質含量8.8%）。

米は玄米の状態のまま 5℃で貯蔵し，実験時に精米機（匠味米　MB-RC02SW，山本電気株式会社）を用いて 90%精白したもの（精白米）を試料として用いた。米は蒸留水で 5 回すすぐように洗い，常温にて 30 分間吸水させた。炊飯に用いる水の量は，吸水分も含めて米重量の 1.5 倍とした。炊飯は炊飯器（タイガーマイコン炊飯ジャー炊き立てミニ　JAI-B550 WU，タイガー魔法瓶）で行い，炊飯終了後しゃもじでかき混ぜた後，ボールに移し，常温に冷ましてから使用した。

（2）パンの調製

パンの調整は既報[7]に準じた。食パンは自動ホームベーカリー（SD-BH104-D，松下電器産業）を用いて中種法にて調製した。小麦粉パン調整時は本機のドライイースト・食パンコース（ねり・ねかし・発酵・焼成の合計時間 4 時間），炊飯米使用時はごはん／米粉・ごはんコース（ねり・ねかし・発酵・焼成の合計時間 4 時間）にて山型パンを製造した。

パンの基本的な配合材料は，ホームベーカリーの基本生地の配合に基づき，強力小麦粉 250g（日清製粉，カメリヤ），ドライイースト（日清フーズ，スーパードライ）2.8g，スクロース 17g，食塩 5g，蒸留水 180g とした。尚，グルテン添加のものは，米飯置換により減少した分量を補填した（表１）。グルテン添加量は，供試強力粉に記載されているタンパク質量（12g/100g）をグルテン量として計算し，粉重量の 12%となるように配合した。

基本の生地の小麦粉の一部を米飯で置換したパンは「米飯パン」とし，乾物重量換算での置換割合も同時に示した。小麦粉 10%を米に置換したパンを「米飯 10%パン」とし，本稿では「米飯 10%パン」，または「10%パン」のように記載した。

（3）比容積および物理特性

製造したパンは，焼成後，型から取り出し，常温にて１時間放冷し，実験に供した。パンは，重量を測定するとともに，菜種法[13]によりパンの見かけの体積を測定し，比容積（体積／重量）を算出した。

パンは厚さ 20mm に切り，外皮側 2.0cm を除いた内相部（クラム）について縦・横・高さが 20×20×20mm になるよう試料片を作成した。パンの物理特性[14]は，卓上型物性測定器（TEXTURE PROFILE UNIT TPU-2C，山電），円柱状プランジャー（接触面直径 6.0mm）を用いて，クリアランス 5mm，上下移動速度 2.5mm/sec の条件で硬さ，凝集性，付着性を測定した。測定した結果は，自動解析装置（Model-TA-TPU2，山電）で転送し解析した。

製パン性（比容積，物理特性，色彩構成）に関して得られたデータは，分散分析（Tukey 法）により有意差を検討した。

（4）パンの色彩構成

パンのクラム（内相）およびクラスト（外相）の色彩構成は，「色彩色差計 CR-400/410」（コニカミノルタ　センシング株式会社）により，L*値（明度），a*（a*は赤方向，-a*は緑方向），b*値（b*は黄方向，-b*は青方向）を測定した。

表1　各種パンの配合割合

パンの種類			主材料の配合割合（g）				
			小麦粉	米	グルテン含有量**	グルテン添加量	蒸留水
グルテン無添加	小麦粉パン		250.0	0	30.0	0	180.0
	米飯パン	10%	225.0	25	26.6	0	152.5
		20%	200.0	50	23.2	0	125.0
		30%	175.0	75	19.8	0	97.5
		40%	150.0	100	16.4	0	70.0
		50%	125.0	125	13.0	0	42.5
グルテン添加	小麦粉パン		250.0	0	30.0	0	180.0
	米飯パン	10%	221.6	25	26.6	3.4	152.5
		20%	193.3	50	23.2	6.7	125.0
		30%	164.9	75	19.8	10.1	97.5
		40%	136.6	100	16.4	13.4	70.0
		50%	108.2	125	13.0	16.8	42.5

※　各種パンについて，上記材料に加えてドライイースト2.8g，スクロース17.0g，食塩5.0gを添加した。

**　グルテン含有量は，供試強力小麦粉（日清製粉，カメリヤ）に記載されているタンパク質量をグルテン量として計算した（タンパク質量12g/100g小麦粉）。

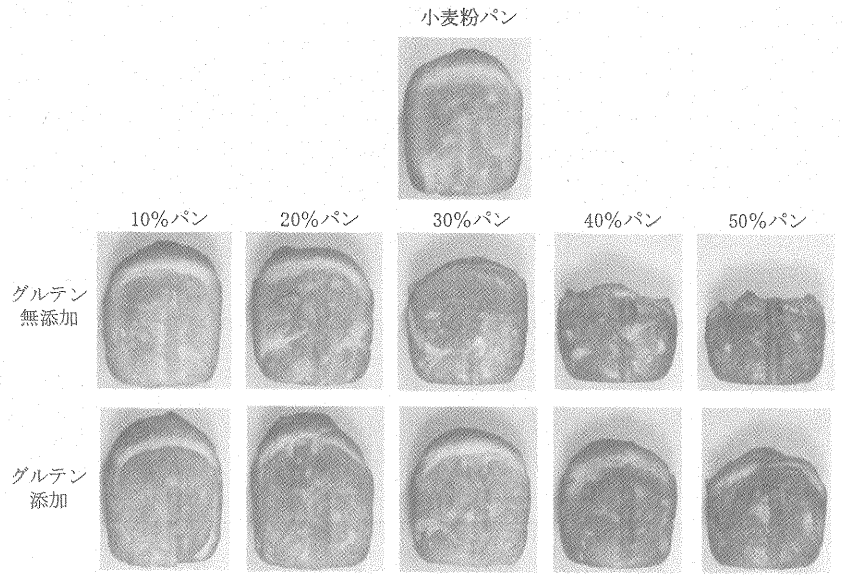


図１　各種パンの外相の側面図

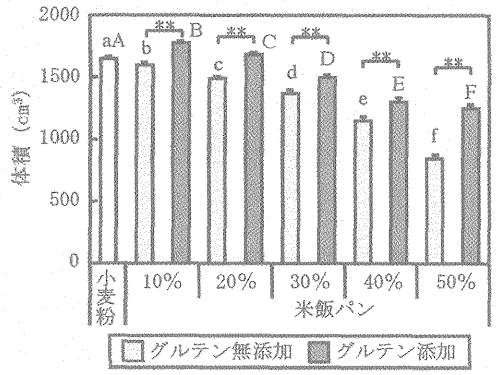


図２　グルテン添加が米飯パンの体積に及ぼす影響

グルテン添加の有無による有意差は，t検定を用いた（* $p<0.05$, ** $p<0.01$）。米飯配合割合の影響については，グルテン無添加，または添加，それぞれの場合について有意差を検定した（tukey法）。異なるアルファベットは有意差があることを示す($p<0.05$)。小文字は油脂無添加，大文字は油脂添加の場合を示す（n=3)。

３．結果および考察

（１）体積・重量・比容積

パン外相（クラスト）の側面図を図１に示す。

米飯パンの体積は，グルテン無添加の場合，いずれの配合割合においても小麦粉パンより有意に低かった（図２）。また，米飯の配合割合の増加とともに，米飯パンの体積は減少した。グルテンを添加した場合，10～20%パンは小麦粉パンより有意に高かった。一方，米飯添加の増加とともに，米飯パンの比容積は低下した。グルテン無添加とグルテン添加を比較すると，いずれの配合割合においてもグルテン添加の方が有意に高かった。

パン重量は，米飯の配合割合の相違やグルテン添加の有無による影響はみられなかった（図３）。

比容積について，小麦粉パンは 4.17cm³/g であった（図４）。米飯パンであるが，グルテン無添加の場合，10%パンで良好な製パン性を示した。グルテンを添加した場合，グルテン無添加より比容積が有意に増大した。また，グルテン無添加もグルテン添加も，米飯の配合割合の増加に伴い比容積は減少した。

グルテン添加によって比容積が向上した理由について，グルテンの役割が考えられる。グルテンは，パン生地のミキシング中に薄膜になってデンプン粒や気泡を包み，網目状の細かい繊維状になる。焼成したパンが形を保持できるのは，焼成中にグルテンが熱変性してパン骨格を形成するとともに，デンプンも水分を吸収して糊化し，しなやかになって気泡を包み，グルテンの間を埋めるようになるからである[15]。庄司ら[16]は，米粉パンにグルテンを添加したものは，グルテン膜によってガスが良く保持されるため，パンの容積の減少は緩やかであるとしている。そのため，本研究に

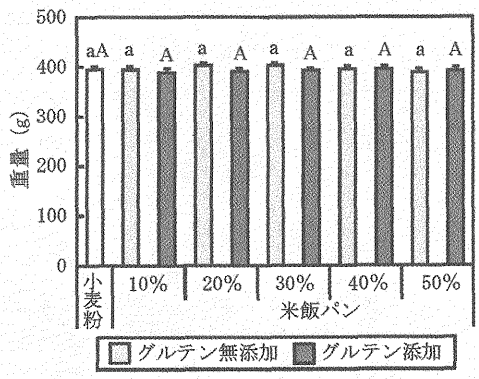


図３　グルテン添加が米飯パン重量に及ぼす影響

グルテン添加の有無による有意差は，t検定を用いた（* $p<0.05$, ** $p<0.01$）。米飯配合割合の影響については，グルテン無添加，または添加，それぞれの場合について有意差を検定した（tukey法）。異なるアルファベットは有意差があることを示す($p<0.05$)。小文字は油脂無添加，大文字は油脂添加の場合を示す（n=3）。

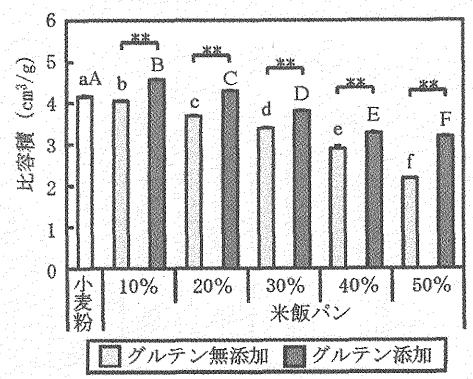


図４　グルテン添加が米飯パンの比容積に及ぼす影響

グルテン添加の有無による有意差は，t検定を用いた（* $p<0.05$, ** $p<0.01$）。米飯配合割合の影響については，グルテン無添加，または添加，それぞれの場合について有意差を検定した（tukey法）。異なるアルファベットは有意差があることを示す($p<0.05$)。小文字は油脂無添加，大文字は油脂添加の場合を示す（n=3）。

おいても，このようなグルテンの作用が関与したと考えられる。

一方，米飯置換により減少したグルテンを添加した場合においても，置換割合が高くなるに従い，パンの比容積は低下したことから，比容積低下はグルテン含量減少によるものだけではないことが示唆された。パン生地の構造については，生地の小麦粉中の水溶性多糖類が生地の安定性に関係することが報告されている[17]。奥田ら[18]は，もち米粉を用いた米粉パンについて，パン容積に関係するのは単一の成分によるものではないこと，また，パン容積の減少は米粉を加えることによる生地の構成成分の割合の変化や，成分の相互関係など，種々の要因が複雑に組み合わされた結果と推測している。一方，小麦デンプンにはアミロースとアミロペクチンが含まれ，これらのデンプン分子が結晶状に集合してデンプン粒を形成している。ここに米デンプンが加わることにより，デンプン粒の構成成分の割合が大きく変化し，製パン性に影響を与えるとも推察している[18]。

また，パンの膨化には，グルテンのネットワーク構造の形成が必要である。パン組織におけるデンプン粒は膨潤して細長くなり，グルテン繊維に包まれて散在している[19]。生地中のデンプン粒はこれらの組織構造から，グルテンのタンパク質との相互作用はさほど大きいものではないといえるが，グルテンとデンプンの量のバランスが崩れると，膨化にも影響が出てくるものと考えられる[18]。米飯パンにおいては，グルテンのネットワーク構造とともに，糊化したデンプンがこれとは異なる気泡構造をとるといわれていることから[8]，米飯パンにおいてもグルテンとデンプンの量のバランスが重要になると考えられる。

（２）テクスチャー特性

硬さについて，グルテン無添加の場合，10%パンは小麦粉パンと同等の硬さであった（図５）。また，米飯の配合割合の増加に伴って有意に硬さが増大した。

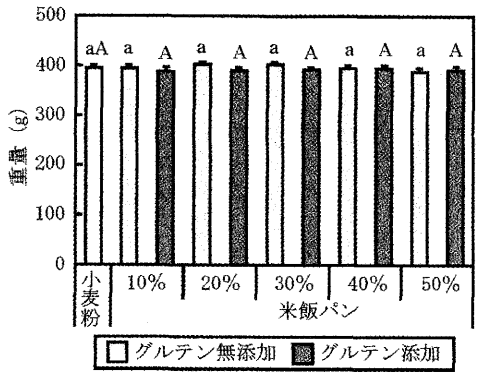


図５　グルテン添加が米飯パンの硬さに及ぼす影響

グルテン添加の有無による有意差は，t検定を用いた（* $p<0.05$, ** $p<0.01$）。米飯配合割合の影響については，グルテン無添加，または添加，それぞれの場合について有意差を検定した（tukey法）。異なるアルファベットは有意差があることを示す($p<0.05$)。小文字は油脂無添加，大文字は油脂添加の場合を示す（n=12）。

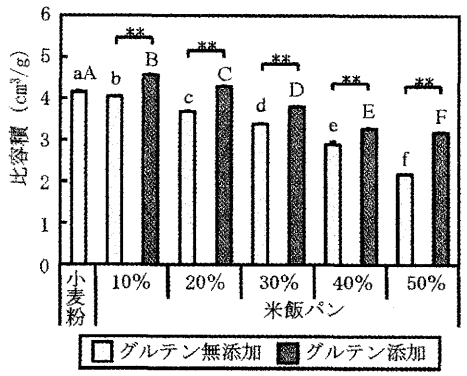


図６　グルテン添加が米飯パンの凝集性に及ぼす影響

グルテン添加の有無による有意差は，t検定を用いた（* $p<0.05$, ** $p<0.01$）。米飯配合割合の影響については，グルテン無添加，または添加，それぞれの場合について有意差を検定した（tukey法）。異なるアルファベットは有意差があることを示す($p<0.05$)。小文字は油脂無添加，大文字は油脂添加の場合を示す（n=12）。

また，グルテン添加により，硬さの低下がみられた（40，50%で有意差あり，$p<0.05$）。

グルテンを添加すると無添加のものよりも軟らかくなる理由として，グルテン添加によって膨化性が向上するためと考えられる。グルテン含有量の高い強力粉は，パン生地が発酵中に発生する炭酸ガスを生地外に逃さないよう，弾力のあるグルテン膜を形成することができ[20]，水をよく吸ってキメ細かいポーラス状の軟らかい弾力あるパンを作る[16]。また，米粉パンにおいて，グルテンを添加したものはグルテンを添加しないものより軟らかいことが報告されている[16]。このことから，グルテンは膨化性を向上させ，生地の硬さを低下させるといえる。

凝集性について，グルテン無添加の場合，30%まで小麦粉パンと同程度であり，米飯の配合割合が上がるにつれて低下する傾向がみられた（図 6）。グルテン添加の場合，40%パンまで小麦粉パンと同程度の凝集性であった。グルテン添加とグルテン無添加を比較すると，50%以外は両者の間で有意差はみられなかった。このことから，グルテン添加は米飯の配合割合が低い場合は，凝集性にほとんど影響を与えないといえる。

付着性について，グルテン無添加の場合，米飯の配合割合が 10～40%添加までは小麦粉パンと同程度であったが，50%では付着性が有意に増加した。グルテンを添加した場合，付着性は無添加より高くなる傾向がみられたが，有意差はみられなかった。グルテンは粘着性と弾性を備えているが，グルテン添加による有意差はほとんどなかったことから，グルテンは米飯パンの付着性には影響しないといえる。

（３）色彩構成

１）クラム（内相）

L*値について，グルテン無添加の場合，10～20%パンは小麦粉より有意に高く，米飯添加の増加に伴い低下した（表２）。グルテン添加の場合，小麦粉パンより有意に高かったが，米飯配合割合間で相違はみられ

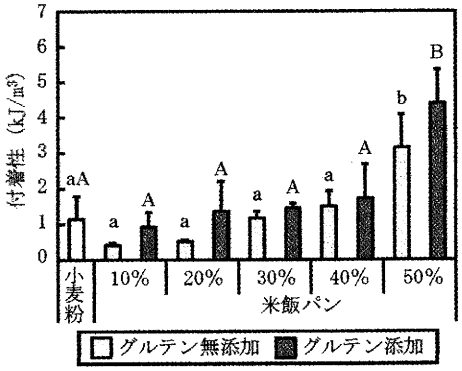


図7　グルテン添加が米飯パンの付着性に及ぼす影響

グルテン添加の有無による有意差は，t検定を用いた（* $p<0.05$, ** $p<0.01$）。米飯配合割合の影響については，グルテン無添加，または添加，それぞれの場合について有意差を検定した（tukey法）。異なるアルファベットは有意差があることを示す($p<0.05$)。小文字は油脂無添加，大文字は油脂添加の場合を示す（n=12）。

表2　パンのL*a*b*値に及ぼすグルテンの影響

			グルテン無添加		
			L*	a*	b*
			平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD
クラム（内相）	小麦粉パン		76.04 ± 1.15 a	-1.01 ± 0.08 a	9.87 ± 0.43 a
	米飯パン	10%	78.72 ± 0.06 b	-0.98 ± 0.01 a	11.59 ± 0.10 b
		20%	77.26 ± 0.53 c	-1.04 ± 0.02 a	10.32 ± 0.11 c
		30%	75.93 ± 0.12 a	-1.00 ± 0.06 a	12.89 ± 0.01 d
		40%	76.43 ± 0.19 a	-1.16 ± 0.02 b	10.39 ± 0.01 c
		50%	75.82 ± 0.03 a	-1.37 ± 0.02 c	10.08 ± 0.02 e
クラスト（外相）	小麦粉パン		50.66 ± 1.26 a	13.93 ± 0.54 a	24.94 ± 0.10 a
	米飯パン	10%	46.25 ± 0.20 b	13.25 ± 0.03 a	25.54 ± 0.03 b
		20%	45.59 ± 0.08 c	14.51 ± 0.05 b	23.90 ± 0.09 c
		30%	46.93 ± 0.04 d	15.39 ± 0.03 c	16.54 ± 0.21 d
		40%	42.95 ± 0.12 e	15.10 ± 0.20 d	10.19 ± 0.25 e
		50%	38.39 ± 0.27 f	12.13 ± 0.07 e	3.37 ± 0.03 f

			グルテン添加		
			L*	a*	b*
			平均値 ± SD	平均値 ± SD	平均値 ± SD
クラム（内相）	小麦粉パン		76.04 ± 1.15 a	-1.01 ± 0.08 a	9.87 ± 0.43 a
	米飯パン	10%	81.34 ± 0.05 b*	-1.10 ± 0.03 a*	11.48 ± 0.04 b
		20%	80.08 ± 0.52 b*	-1.15 ± 0.04 a	10.71 ± 0.07 cd*
		30%	79.34 ± 0.41 b*	-1.08 ± 0.04 a	10.82 ± 0.39 d*
		40%	79.22 ± 0.02 b*	-1.13 ± 0.01 a	11.24 ± 0.01 bd*
		50%	78.56 ± 0.24 b*	-1.08 ± 0.03 a*	11.17 ± 0.15 bcd*
クラスト（外相）	小麦粉パン		50.66 ± 1.26 a	13.93 ± 0.54 a	24.94 ± 0.10 a
	米飯パン	10%	50.73 ± 0.14 a*	15.55 ± 0.10 b*	19.94 ± 0.24 b*
		20%	49.01 ± 0.07 b*	16.53 ± 0.03 c*	19.64 ± 0.10 b*
		30%	44.21 ± 0.29 c*	14.84 ± 0.05 d*	12.85 ± 0.38 c*
		40%	43.50 ± 1.11 c	15.18 ± 0.10 e	11.57 ± 0.80 d*
		50%	39.25 ± 0.09 d*	13.82 ± 0.07 a*	7.90 ± 0.19 e*

※米飯の添加割合の影響について，有意差を検討した（tukey法，n=12）。異なるアルファベットは，異なる配合割合間で有意差があることを示す（$p<0.05$）。同じ配合割合におけるグルテン添加の影響はt検定により検討し，有意差がある場合はグルテン添加の数値に示した（* $p<0.05$）。

なかった。グルテン無添加とグルテン添加を比較すると，いずれの配合割合においてもグルテン添加の方が明度が有意に高かった。

グルテン添加により明度が上昇したのは，クラムに及ぼすグルテンの影響が考えられる。クラムの色はすだちの大きさと均一性に大きく左右されるといわれており[21]，グルテン添加により膨化性が増加したパンはクラムが細かく均一になり，明度が高くなったと考えられる。反対に，比容積が小さいパンは膨らみが悪く，目がつまっていたため，明度が低下したと考えられる。

a*値は，グルテン無添加の場合，40～50%パンで低下した。グルテンを添加したものは，無添加のものよりもばらつきが小さく，10～50%の間で有意差はみら

れなかった。

b*値は，グルテン無添加の場合，小麦粉パンより有意に高く，黄みが強かった。また，米飯配合割合の増加に伴い，b*値は低下した。グルテンを添加した場合，いずれの配合割合においても小麦粉パンより有意に高かった。また，20～50%パンの間で有意差はみられなかった。グルテン添加したものは，グルテン無添加のものよりb*値が高い傾向がみられた。

2）クラスト（外相）

L*値について，グルテン無添加の場合，小麦粉パンの方が高かった。また，米飯の配合割合の増加に伴い，米飯パンの明度が有意に低下した。グルテンを添加した場合，グルテン無添加と比べて高い明度を示したが，米飯配合割合の増加に伴い，明度が低下した。

a*値はグルテン無添加の場合，20～40%は小麦粉パンより有意に高く，50%パンは他より有意に低かった。グルテンを添加した場合，グルテン無添加より a*値は増加した。

b*値は，グルテン無添加の場合，米飯の配合割合の増加に伴い有意に低くなり，黄みが減少した。グルテン添加の場合も同様の傾向であった。グルテンの影響については，グルテンを添加した場合，10～30%は低く，40～50%は高かった。また，グルテン添加の方がb*値の差異が小さくなった。

奥西[22]は，炊飯米を添加したパンのクラストの明度について，小麦粉パンと比較して炊飯米置換率の増加に比例して暗色化したとしており，本研究においても同様の傾向がみられた。米粉パンにおいては，米粉の配合割合が高くなるにつれ，L*値は減少する傾向があり，それらはグルテンを添加した場合も同様であると報告されている[23]。本研究においても，グルテン添加無添加に関わらず，米飯パンにおいても米飯の配合割合が高まるにつれ L*値が減少したことから，同様の傾向であるといえる。

4．まとめ

本研究では，米飯を添加した米飯パンについて，その物理特性についてグルテンの影響と関連させて検討した。その結果，グルテンの添加は米飯パンの物理特性に影響を与えており，グルテンを添加したものはグルテン無添加のものに比べて，比容積は増加し，硬さは減少する傾向があった。また，配合割合が高い場合，グルテンの添加により硬さは有意に低下することが示唆された。

前報[7]において，小麦粉パンと米飯パンの食味を検討したところ，大学生は小麦粉パンよりも米飯パンを有意に好み，「もっちりしていて，おいしい」，「弾力がある」，「モチモチ感の強いものがおいしい」という意見が多かった。また，比容積が小さい配合であっても，「噛みごたえ」や「食べごたえ」があると肯定的に評価されていた。このことは，米飯パンにおいては，「モチモチ感」とあわせて適度な「噛みごたえ」（硬さ）のあるものが好まれること，多少膨らみが悪くても，米飯パンは日本人の嗜好にあっているということを示唆するものであり，米を活用したパンの開発の一助になると考えられる。グルテンを添加した米飯パンは「やわらかすぎる」という意見がみられた。このことから，米飯パンにおいては，小麦粉パンの評価基準，すなわち，比容積の高さや軟らかさがそのまま嗜好性の高さに反映されるとはいえず，グルテンを添加せずに調製した米飯パンの方が好ましいと考えられる。今後は米飯パンのもつ特性を生かして，さらに食味のよい米飯パンについて検討していく。

参考文献

1）総務省統計局：家計調査報告，http://www.stat.go.jp/data/kakei/

2）高野博幸，豊島英観，小柳妙，田中康夫：米粉高置換添加ライスブレッドの品種改善，食品総合研究所研究報告，**48**，pp. 52-62（1986）

3）青木法明，梅本貴之，鈴木保宏：グルテン添加米粉パンにおける多収性品種の製パン特性，日本食品科学工学会誌，**57(3)**，pp. 107-113（2010）

4）大崎聡子，市川朝子：グルテンフリー米粉パンの物性と食味におよぼすキヌフィブロインおよびキサンタンガムの影響，日本調理科学会誌，**45(1)**，pp. 9-18（2012）

5）柴田真理朗，杉山純一，蔡佳瓴，蔦瑞樹，藤田かおり，粉川美踏，荒木徹也：粥状に糊化処理した米を添加したパンの粘弾性および気泡構造，日本食品科学工学会誌，**58(5)**，pp196-201（2011）

6）貝沼やす子，田中佑季：米添加パンの調製にペースト状の米を利用する効果，日本食品科学工学会，**56(12)**，pp. 620-627（2009）

7）村上陽子，杉山綾：炊飯米の添加がパンの製パン性に及ぼす影響，日本家政学会誌，**65（3）**，pp. 138-147（2014）

8）K.Iwashita, K.Suzuki, K.Miyashita, and T.Okunishi：Effects of rice properties on bread made from cooked rice and wheat flour blend. Food Sci.Technol.Res., 17(2), 121-128（2011）

9）高橋誠，本間紀之，諸橋敬子，中村幸一，鈴木保宏：米の品種特性が米粉パン品質に及ぼす影響，日本食品科学工学会誌，**56(7)**，pp. 394-402（2009）

10）高橋克嘉，奥西智哉，鈴木啓太郎，柚木崎千鶴子：米粉パンの加工適正評価と宮城県産米粉間の比較，日本食品科学工学会誌，**58(2)**，pp. 55-61（2011）

11) 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.*, **15**, 439-448 (2009)
12) Juliano, B.O. : A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today*, **16**, 334-340, 360(1971)
13) 金谷昭子：フローチャートによる調理科学実験・実習　第2版，pp. 5-8，医歯薬出版（1984）
14) 農林省食糧研究所：食品の物理的性質の官能検査，食糧-その科学と技術-，No. 7，pp. 119-127（1964）
15) 田中康夫，松本博編著：製パンの科学Ⅱ　製パン材料の科学，光琳，p. 36（1992）
16) 庄司一郎，柴田昌英：米粉の混入が小麦粉製品に及ぼす影響（第1報）発酵パンについて，調理科学，**5(3)**，pp. 163-168（1972）
17) Schroeder, L.F., and Hoseney, R.C. : Mixograph Studies.II. Effect of activated double-bond compounds on dough-mixing properties. *Cereal Chem.*, **55**, 348-359 (1978)
18) 奥田弘枝，J. G. Ponte Jr. ：パンの物理的性状に及ぼすもち米粉添加の影響（1），広島女学院大学論集，**51**，pp. 81-93（2001）
19) 星野忠彦，高野敬子，松本エミ子：食品組織学，光生館，p. 215（1998）
20) 吉野精一：パン「こつ」の科学，柴田書店，pp. 5-7（1993）
21) 田中康夫，松本博編著：製パンプロセスの科学，光琳，p. 207-211，p. 241（1992）
22) 奥西智哉：炊飯米を生地に添加したパンの官能評価，日本食品科学工学会誌，**56(7)**，pp. 424-428（2009）
23) 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，兵庫県立農林水産技術総合センター研究報告 農業編，**51**，pp. 25-28（2003）