

油脂添加が米飯バ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: 藤田, 沙南, 村上, 陽子 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00008889

油脂添加が米飯パンの製パン性に及ぼす影響

藤田沙南*, 村上陽子**

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

Shanan FUJITA * and Yoko MURAKAMI **

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 lipids. 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 50% cooked rice was harder than that of wheat flour bread when lipids were added, although lipids tended to reduce the hardness of the bread. The cohesiveness of the bread containing cooked rice and lipids was lower than that of the wheat flour bread. The adhesiveness of the cooked rice bread with lipids was lower than that of the cooked rice bread without lipids.

キーワード パン, 米飯, 物理特性, 油脂

1. 目的

米は、我が国の主食である。一方、食の洋風化を背景として、米の消費量は減少の一途を辿っており、米の消費拡大と用途拡大が求められている。農林水産省では、主食となるパンや麺等の小麦粉食品における米粉使用を推進し研究を進めている^{1)–8)}。しかし、米粉にはグルテンが含まれていないため、グルテンや増粘多糖などの副材料により膨化性を補完する必要がある⁹⁾。また、製パン性向上のために、米粉パン用の米粉にはデンプン損傷の抑制と微細な製粉が求められるが、そのためには高価な製粉設備と多大なコストと手間を要する。

そこで本研究では、添加する米の形状として炊飯米に着目して研究を進めている。炊飯米を用いる利点として、①製粉が不要であるため、手間や費用がかからない、②予め炊飯することにより、糊化したデンプンの粘りによるガス保持力が増加し、膨化性が向上する、③食味が良好であることが挙げられる。

前報¹⁰⁾において、米飯を用いてパンを調整したところ、米飯パンは米粉パンより製パン性と食味に優れていること、また、米飯パンは米飯の配合割合が増加するに伴い、硬さが増加することが示唆された。一方、奥西⁹⁾は、炊飯米を用いたパンの硬さは、米飯の配

合割合に関わらず、小麦粉パンより顕著に低いとしている。これら結果の相違は、油脂の影響が考えられる。すなわち、奥西は油脂を添加してパンを調製していたが⁹⁾、著者らは米飯自体がグルテン形成やパンの物性、ならびに食味特性に及ぼす影響を探るために油脂を添加しなかった。油脂はパンの内相組織の改良や容積の増大、機械耐性の向上、風味の添加など製パン性や風味に影響を与える^{11)–12)}。一方で油脂は、主原料である粉・水・塩・イーストと異なり、製パン材料として必須成分ではなく、添加物(副材料)の一つと見なされている^{11)–13)}。

そこで、本研究では、油脂の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。油脂の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(静岡県産、平成24年産)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¹⁴⁾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°Cで貯蔵し、実験

*静岡大学大学院

*静岡大学家政教育講座

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(150g)は 3 倍量の蒸留水で 5 回すすぐように洗い、20℃（クールインキュベーター CN-25C, 三菱電機エンジニアリング）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

パンの調整は既報に準じた¹⁰⁾。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）にて山型パンを調製した。焼き上がった米飯パンには米粒は見られない状態であった。

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配合に基づき、強力小麦粉 250g（日清製粉、カメリア）、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 180ml とし、これを基本の生地として「小麦粉パン」とした。油脂は、無塩バター（雪印メグミルク株式会社）を用いた。油脂の配合について、Carlin¹⁶⁾は小麦粉に対して 2~6%が適当としており、奥西⁹⁾は炊飯米を用いたパンにおいてバター10g（乾物重量に対し 4%）を添加していたことから、本研究における油脂添加量を 10g（乾物重量に対し 4%）とした。基本の生地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

表1 各種パンの配合割合

パンの種類		材料の配合量 (g)				
		小麦粉	米	蒸留水	油脂	
油脂 無添加	小麦粉パン	250	0	180.0	0	
	米飯パン	10%	225	25	152.5	0
		20%	200	50	125.0	0
		30%	175	75	97.5	0
		40%	150	100	70.0	0
		50%	125	125	42.5	0
油脂 添加	小麦粉パン	250	0	180.0	10	
	米飯パン	10%	225	25	152.5	10
		20%	200	50	125.0	10
		30%	175	75	97.5	10
		40%	150	100	70.0	10
		50%	125	125	42.5	10

※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。

た（表1）。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) 比容積およびテクスチャー特性

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、菜種法¹⁶⁾により比容積（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。パンのテクスチャー特性¹⁷⁾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*値（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。

(5) 官能評価

油脂添加が米飯パンの食味に及ぼす影響について検討した。調査対象者は本学教育学部学生 14 名とし、順位法と評点法を用いた。米飯パン（10~50%）について、油脂添加・無添加のものを調製した。実験試料は、物理特性と同様にクラムから切り出した 20mm 角の立方体とした。評価項目については、生地の様子、色、香り、しっとり感、もちもち感、軟らかさ、味、総合的な好ましさとし、油脂添加したものと無添加のものについて、それぞれの配合割合においてどちらが好ましいか評価してもらった。

3. 結果および考察

(1) 比容積

調製した米飯パンの断面写真を図 1、比容積を図 2 に示した。

小麦粉パンであるが、油脂無添加 4.17cm³/g、油脂添加 4.65cm³/g であり、油脂添加により比容積が有意に増加した。

米飯パンであるが、米飯の配合割合が比容積に及ぼす影響についてみると、油脂無添加の場合、米飯の配合割合が低い場合は小麦粉パンより高く、配合割合の

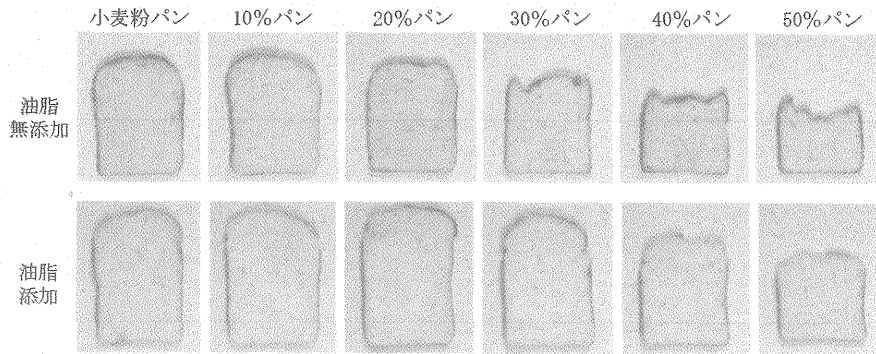


図1 各種パンの断面図

小麦粉パン，米飯パン（10%，20%，30%，40%，50％）について，断面図を撮影した。

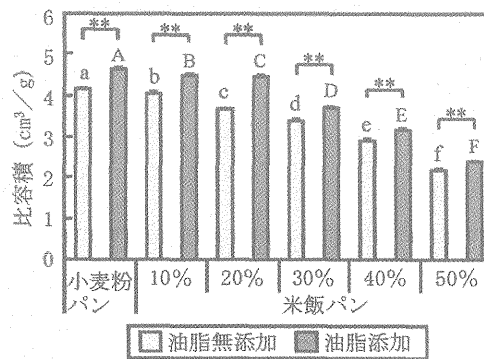


図2 油脂添加が米飯パンの比容積に及ぼす影響

油脂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，油脂無添加，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（ $n=3$ ）。

増加に伴い有意に低下した。油脂添加の場合においても，同様の傾向が見られた。油脂添加と無添加を比較すると，いずれの配合割合においても，油脂添加したものは油脂無添加のものより比容積が増大した。以上より，油脂添加によって比容積が有意に増加すること，特に米飯の配合割合が低い場合にその増加率が大きいことが示唆された。

一般に油脂は，パン生地中のグルテンとデンプンの界面に沿って単分子膜状に広がり，潤滑油として作用し，イーストの醗酵によって生ずるガス保持力を増し，膨張力を向上させる¹⁸⁾。本研究の結果より，米飯パンにおいても，油脂による膨化増大効果があるといえる。一方，米飯の配合割合が高い場合，膨化性は小麦粉パンより低かった。これは米飯添加によりグルテン含有量が低下したことに起因すると考えられる。グルテン添加の影響については今後検討していく。

(2) 硬さ

小麦粉パンは，油脂添加によって硬さがやや減少し

たものの，無添加の場合と有意差は見られなかった（図3）。

米飯の配合割合が米飯パンの硬さに及ぼす影響についてであるが，油脂無添加の場合，米飯の配合割合の増加とともに硬さが増加した。油脂添加の影響についてみると，40%までは小麦粉パンとの間で有意差はみられなかったが，米飯の配合割合の増加に伴い，小麦粉パンより有意に硬さが増加した。以上より，米飯パンにおいては米飯の配合割合の増加に伴い硬さが増大すること，その傾向は油脂添加時より無添加時において顕著であるといえる。

奥西の報告では，米飯パンの硬さは小麦粉パンと比べて著しく減少し，米飯添加量に関わらず低い値を示していた⁹⁾。しかし本研究では，油脂を添加した場合，50%パンにおいて小麦粉パンより硬さが有意に増加した。結果の相違の理由の1つとして，米の品種の相違が考えられる。本研究はキヌヒカリを用いたが，奥西⁹⁾はコシヒカリを用いていた。米粉パンにおいては，米の品種間の差によりパンの物理特性に相違が生じることが報告されている^{19) - 21)}。このことから，

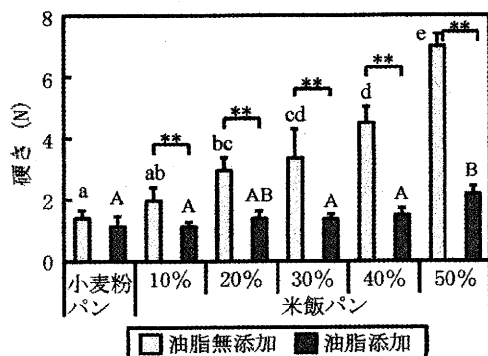


図3 油脂添加が米飯パンの硬さに及ぼす影響

油脂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、油脂無添加、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 ($n=12$)。

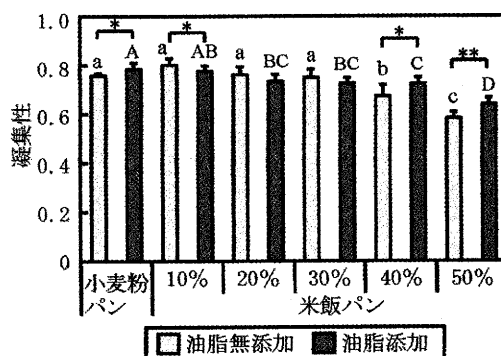


図4 油脂添加が米飯パンの凝集性に及ぼす影響

油脂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、油脂無添加、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 ($n=12$)。

米の品種間の差により製パン性に相違が生じたと考えられる。油脂添加が米飯パンの硬さに及ぼす影響については、品種や油脂添加量を変えてさらに検討する必要がある。

(3) 凝集性

小麦粉パンでは、油脂添加により有意に凝集性が増加した (図4)。

米飯パンについて、米飯の配合割合が凝集性に及ぼす影響をみると、油脂無添加の場合、凝集性は米飯の配合割合の増加に伴い低下した。油脂を添加した場合においても、同様の傾向が見られた。油脂添加と油脂無添加を比較すると、油脂添加により10%では凝集性が有意に低下し、40%~50%では凝集性が有意に増加した。

油脂添加により凝集性が低下したのは、パン生地地の弾力性が弱く、変形に対する回復力が悪化したためと考えられる²²⁾。反対に、凝集性が増加したのは、米

飯の配合割合の増加に伴い低下する凝集性が油脂添加によって抑制されたため、すなわち、パン生地地の弾力性が強くなり、変形に対する回復力が向上したためと考えられる。

(4) 附着性

小麦粉パンでは、油脂添加により附着性はやや減少していたが、油脂添加・無添加の間に有意差は見られなかった (図5)。

米飯パンについて、米飯の配合割合が附着性に及ぼす影響をみると、油脂無添加の場合、40%までは小麦粉パンと大きな差異は見られず、米飯の配合割合が高くなるに伴い附着性が増加した。油脂添加の場合、米飯の配合割合の増加に伴い増加する傾向が見られたが、油脂無添加と比べると増加の程度は小さく、小麦粉パンと有意な差はみられなかった。50%パンの附着性は、油脂無添加よりも油脂添加の方が有意に低かった。

パン生地に練りこまれた油脂は、グルテン層同士が

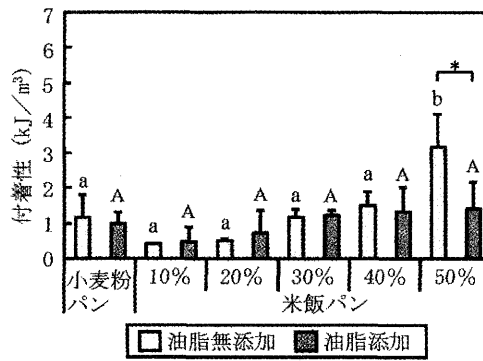


図5 油脂添加が米飯パンの付着性に及ぼす影響

油脂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、油脂無添加、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*値に及ぼす油脂の影響

		油脂無添加									
		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	-1.01	± 0.08	9.87	± 0.43				
	米飯 パン	10%	78.72	± 0.06	a	-0.98	± 0.01	a	11.59	± 0.10	a
		20%	77.26	± 0.53	b	-1.04	± 0.02	a	10.32	± 0.11	b
		30%	75.93	± 0.12	c	-1.00	± 0.06	a	12.89	± 0.01	c
		40%	76.43	± 0.19	c	-1.16	± 0.02	b	10.39	± 0.01	b
		50%	75.82	± 0.03	c	-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		13.93	± 0.54		24.94	± 0.10		
	米飯 パン	10%	46.25	± 0.20	a	13.25	± 0.03	a	25.54	± 0.03	a
		20%	45.59	± 0.08	b	14.51	± 0.05	b	23.90	± 0.09	b
		30%	46.93	± 0.04	c	15.39	± 0.03	c	16.54	± 0.21	c
		40%	42.95	± 0.12	d	15.10	± 0.20	d	10.19	± 0.25	d
		50%	38.39	± 0.27	e	12.13	± 0.07	e	3.37	± 0.03	e

		油脂添加									
		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	76.36	± 0.25		-1.14	± 0.07		10.85	± 0.08		
	米飯 パン	10%	80.41	± 0.24	a*	-1.16	± 0.02	abc*	10.91	± 0.28	a*
		20%	79.21	± 0.19	b*	-1.30	± 0.11	ad	11.49	± 0.14	b*
		30%	78.75	± 0.43	b*	-1.15	± 0.03	bc*	10.05	± 0.02	c*
		40%	78.23	± 0.11	b*	-1.27	± 0.01	cd*	9.52	± 0.14	d*
		50%	76.18	± 0.16	c*	-1.37	± 0.02	d	10.14	± 0.12	c
クラスト (外相)	小麦粉パン	51.98	± 0.47	*	14.11	± 0.31		25.34	± 0.12	*	
	米飯 パン	10%	53.76	± 0.04	a*	15.79	± 0.14	a*	21.96	± 0.12	a*
		20%	49.21	± 0.02	b*	15.46	± 0.05	a*	16.83	± 0.02	b*
		30%	45.80	± 0.01	c*	16.77	± 0.02	a*	13.26	± 0.03	c*
		40%	40.48	± 0.01	d*	15.58	± 1.18	a	6.38	± 0.02	d*
		50%	38.75	± 0.03	e	13.20	± 0.02	b*	4.46	± 0.07	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 ($p < 0.05$)。油脂添加による影響はt検定により検討し、有意差がある場合は、油脂添加の数値に示した (* $p < 0.05$)。

付着し合うのを防ぐと同時に、生地が発酵によって膨張する時にグルテン層が滑らかにすべり合う作用を助ける働きをする¹¹⁾。また、米飯に油脂を添加した場合、無添加に比べて付着性は減少することが報告されている²³⁾。したがって、米飯パンにおいても、こう

した油脂の作用が影響し、付着性が低下したと考えられる。

(5) 色彩構成

1) クラム (内相)

小麦粉パンについて、油脂添加により L*値と b*値は増加、a*値は低下する傾向が見られたが、油脂添加・無添加の間で有意差は見られなかった(表2)。

米飯パンについて、油脂無添加の場合、L*値は米飯添加の増加に伴い有意に低下した。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いる²⁴⁾²⁵⁾。米飯の配合割合が高いパンは比容積が小さく、パン組織の目がつまっていたため、小麦粉パンより明度が低下したと考えられる。油脂を添加すると、油脂無添加より明度が高くなった。

油脂添加により L*値が高くなった理由として、油脂添加による膨化性向上のため(図2)、パン内相のすだちが細かくなり、明度が高くなったと考えられる。また、小麦粉パンにおいて、油脂はパンのすだちを均一にし、スライス面の光輝を改良して内部色相を白くするといわれているが²⁶⁾、米飯パンにおいても同様のことがいえると考えられる。

a*値について、米飯の配合割合との関連をみると、米飯の配合割合の増加に伴い低下する傾向が見られた。油脂を添加したものは油脂無添加より低い傾向が見られた。

b*値は、米飯の配合割合と b*値の間で相関は見られなかったが、油脂添加によって b*値は減少した(50%以外で有意差あり)。また、10%~50%の b 値の差が、油脂無添加時は 2.81 であったのに対し、油脂添加時は 1.97 となり、バラツキが小さくなる傾向が見られた。

2) クラスト(外相)

小麦粉パンについて、油脂添加により L*値、a*値、b*値いずれも増加した(L*値、b*値は有意あり)。

米飯パンについて、米飯の配合割合の影響をみると、油脂添加の有無に関わらず、配合割合の増加に従い L*値は低下した。また、油脂添加により、明度が高くなった。

a*値は油脂無添加の場合、米飯の配合割合の増加に伴い値が低下し、赤みが減少する傾向が見られた。油脂を添加した場合も同様であった。油脂添加と無添加を比較すると、油脂添加により a*値が増加し、赤みが有意に増加した(40%を除く)。

b*値は、油脂添加の有無に関わらず、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。油脂添加と油脂無添加と比べると、油脂添加の方が b*値が有意に低下した。

奥西⁹⁾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見られた。

(6) 官能評価

米飯パンの食味に対する油脂添加の影響を検討した。大学生を対象に官能検査を行ったところ、見た目(生地の様子、色)については油脂添加の評価が高かったが、実際に食した場合(しっとり感、もちもち感、軟らかさ、味)の評価については無添加の方が有意に高い評価を得ており、「もちもちしていて美味しい」とする者の割合が顕著に高かった。また、総合的な好ましさについても、無添加の方が有意に高かった。

前報¹⁰⁾において、大学生を対象に米飯パンに対する嗜好性を検討したところ、米飯パンのもつ「しっとり感」「もちもち感」「硬さ(噛みごたえ)」などの特徴を好ましく捉え、膨らみがよく軟らかい小麦粉パンより高く評価していた。本研究により、油脂添加した米飯パンについては、「(無添加と比べて)もちもち感や噛みごたえが感じられない」「弾力性がない」「サクサクした歯切れ」という意見が多く、特に米飯の配合割合の高い40~50%パンにおいて顕著であった。つまり、大学生においては、軟らかい油脂添加パンよりも、もちもちとして噛みごたえのある、無添加パンの方が好まれていた。油脂は、クラムを軟らかくし、歯切れをよくし食感を改良する役割をもつ²⁶⁾。油脂添加により米飯パンの膨化性は増加するが、これによる硬さ(噛みごたえ)、凝集性(弾力性)、付着性(もちもち感)の低下は、米飯パンの食味の低下に繋がるといえる。

5. まとめ

本研究では、炊飯米を添加した米飯パンについて、油脂の添加が物理特性に及ぼす影響について検討した。米飯の配合割合の影響について、配合割合の増加に伴い、比容積・硬さ・凝集性は低下し、付着性は増加した。油脂添加の影響について、無添加の場合と比べて、比容積は増加した。また、硬さは油脂添加により減少する傾向が見られたが、米飯の配合割合が高くなると、小麦粉パンより有意に硬くなった。食味については、軟らかい油脂添加のものよりも適度な硬さのある油脂無添加のものが好まれていた。

一方、油脂添加による硬さの低下と歯切れの向上は、咀嚼力に課題を抱えた人達に有用であると考えられる。田中ら²⁷⁾は、高齢者は約半数の者がほぼ毎日パンを摂取し主食代わりに代用しているが、一方で、ドライマウス等の症状を有する高齢者は機能性パンへの要望が高く、食感として硬いものや噛みごたえのあるものを望まないとしている。江上ら²⁸⁾は、パン類は若い世代の食品としての位置づけが強く、高齢者を意識したパン類はほとんど販売されておらず、パンの凝集性を高めることは、咀嚼・嚥下機能の低下した高齢者にとって食べやすくしていると報告している。

米飯パンは凝集性が高く、単位体積あたりに含まれ

る水分量が多いため、口中でまとまりやすいという特性をもつ¹⁰⁾。加えて、油脂添加により、米飯パンの軟らかさが増し、歯切れが向上することが明らかとなった。こうした性質を兼ね備えた米飯パンは、咀嚼機能や嚥下機能の低下した高齢者に適していると考えられる。また、高齢者の中には低栄養のリスクを抱えた者もいるため、米飯パンにより食事摂取量が増えればエネルギー補給の一助となると考えられる。今後は、高齢者などの世代や健康状態に応じた米飯パンを検討していく。

参考文献

- 1) 吉井洋一, 本間紀之, 赤石隆一郎: 新潟県における米粉・米粉麵への取り組み, 日本食品科学工学会誌, **58 (5)**, pp. 187-195 (2011)
- 2) 奥座宏一, 岡部繭子, 島純: 米粉利用の現状と課題 -米粉パンについて-, 日本食品科学工学会誌, **55 (10)**, pp. 444-454 (2008)
- 3) 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ペッドの品種改善, 食品総合研究所研究報告, **48**, pp. 52-62 (1986)
- 4) 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)
- 5) 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絹フィブリ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)
- 6) Nishita, K.D. and Bean, M.M.: Physiocochemical properties of rice in relation to rice bread. *Cereal Chem.*, **56(3)**, 185-189 (1979)
- 7) 柴田真理朗, 杉山純一, 蔡佳儀, 蔦瑞樹, 藤田かおり, 粉川美踏, 荒木徹也: 粥状に糊化处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)**, pp. 196-201 (2011)
- 8) 庄子真樹, 羽生幸弘, 毛利哲, 畑中咲子, 池田正明, 富樫千之, 藤井智幸: 製粉方法の異なる米粉の粉体特性と吸水特性の評価, 日本食品科学工学会誌, **59 (4)**, pp. 192-198 (2012)
- 9) 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)
- 10) 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)
- 11) 田中康夫: 製パンの科学II 製パン材料の科学, 光琳, pp. 106-107 (1992)
- 12) 吉野精一: パン「こつ」の科学, 柴田書店, pp. 33-35 (1993)
- 13) リチャード・バネット著: 千代美樹翻訳: DOUGH -パン生地-, 産調出版 (2012)
- 14) Juliano, B.O.: A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today*, **16**, 334-340, 360(1971)
- 15) Carlin, G.T.: The functions of fat in bread dough., *Bakers Digest*, **21**, 78-80 (1947)
- 16) 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)
- 17) 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-, **7**, pp. 119-127 (1964)
- 18) 江戸博, 川出智: マーガリン類の最近の動向, 油化学, **40 (10)**, pp. 904-914 (1991)
- 19) 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)
- 20) 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)
- 21) 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)
- 22) 中田恵子, 中里トシ子: オートミールマフィンの品質に及ぼすオートミールの形状とバター含量の影響, 日本調理科学会誌, **29 (1)**, pp. 32-38 (1996)
- 23) 畑江敬子, 綾部園子, 貝沼やす子, 島田淳子: 材料添加によるタイ国産米の食味改良効果, 日本調理科学会誌, **28 (4)**, pp. 231-236 (1995)
- 24) 田中康夫, 松本博編著: 製パンの科学I 製パンプロセスの科学, 光琳, pp. 207-211, p. 241 (1991)
- 25) 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, pp. 33 (1992)
- 26) 長尾精一: 小麦の科学, 朝倉書店, p. 142 (1995)
- 27) 田中マキ子, 人見英里, 安藤真美: 高齢者における機能性間食パンへの意識, 山口県立大学大学院論集, **7**, pp. 95-100 (2006)
- 28) 江上いすず: 形態性・機能性を考慮した高齢者に対するパンの開発, 名古屋文理大学紀要, **10**, pp. 109-114 (2010)