

新形質米の機能性成分保持及び高度利用技術の研究（第 1 報）

新形質米の製麺特性、菓子加工特性、製パン特性の品種間比較

中川 力夫* 吉浦 貴紀* 田畑 恵** 久保 雄司* 長谷川 裕正**

1. はじめに

本県は、全国有数の米生産県であるが、消費量の減少により生産者は生産調整を余儀なくされ、米価の低迷もあって米作経営は厳しさを増している。

一方、米を原料とする食品製造企業の業界も縮小傾向にあり、新たな米消費拡大戦略とそれを可能にする研究開発が必要とされている。

そこで、県農業総合センター農業研究所と共同で、機能性成分を多く含むなどの既存の米にない特徴をもつ「新形質米」を活用して、付加価値の高い食品を製造するための研究を進める。

2. 目的

本年度は新形質米の製麺特性、菓子加工特性、製パン特性の品種間比較を行ったので報告する。

3. 研究内容

3.1 供試した原料米

県農業総合センター農業研究所の試験圃場において栽培され、収穫された原料米を玄米の状態で提供を受けた。品種は表 1 のとおり。

表 1 原料米一覧表

原料米区分	品種名	粳・糯の区分
有色素米 (紫黒米)	おくのむらさき	粳
	朝紫	糯
有色素米 (赤米)	紅衣	粳
	ゆうやけもち	糯
	関東赤 2 3 4 号	粳
高アミロース米	夢十色	粳
中アミロース米	コシヒカリ	粳
	ゆめひたち	粳
	タカナリ	粳
低アミロース米	ミルキークイーン	粳

これらの品種で次項以降の製造試験を実施した。米粉うどんの製造試験にはこの表の有色素米 5 品種と中アミロース米 3 品種を使用し、米プリンの製造試験には、この表の有色素米 5 品種を使用し、米粉パンの製造試験には高アミロース米「夢十色」、中アミロース米「タカナリ」、低アミロース米「ミルキークイーン」の 3 品種を使用した。

3.2 有色素米等の米粉うどん製造試験

(1) 米粉うどん製造法

マイコン電子餅つき器（エムケー精工製もちつきクッカーRM-18TN）のうどんコース（15 分コース）で米粉入りうどん生地を製造し、のし棒で生地を延ばした後に手動式パスタマシン（アトラスパスタマシーン ATL-150）を使用して生地を麺線化し、次に、予め鍋に入れ沸騰させておいた 4L の水道水に麺線 300 g 入れてさらに加熱して再沸騰してから 5 分間茹でた後に麺線を流水中で冷却して水切りした。

マイコン電子餅つき器に投入した原料とその配合割合は、表 2 のとおり。

表 2 米粉うどん配合表

標準品		米粉うどん	
小麦粉 (中力粉)	400 g	小麦粉 (中力粉)	280 g
		米粉	120 g
水	200ml	水	200ml
食塩	10 g	食塩	10 g

小麦粉は日清製粉製金すずらんを使用した。使用する粉体試料をすべて小麦粉としたものを標準品とし、米粉うどんは、粉体試料において米粉：小麦粉＝3：7（重量比）として製造した。なお、食塩は水 200ml に溶かしてから粉体試料と混合した。

(2) 麺の色調測定

麺について茹でる前と茹でた後で色差計（日本電色工業製分光式色差計 Spectro Color Meter SE2000）を使用して、色調（L*値，a*値，b*値¹⁾）を 1 製品につき 5 点測定して平均値を求めた。

色差計本体にオプティカルファイバー（直径 3.5mm）を接続して反射光の色調を測定した。

(3) 麺の硬度測定

茹でた当日に麺線を約 4 cm に切り、麺線の中央付近の硬度を硬度計（タケトモ電機製テンシプレッサー TTP-50BX II）を使用して測定した。プローブは断面が直径 25mm の円のものを使用し、クリアランス 1 mm，プローブ侵入速度 1 mm/秒としたときの最大応力を求めた。1 製品につき 10 点測定して結果を（平均）±（標本標準偏差）で表記した。

(4) 米粉への小麦の添加が澱粉糊化特性に与える影響の調査

米粉への小麦粉添加が澱粉糊化特性に与える影響を調べるため、米粉うどんの原料として使用した 8 種類の米粉と米粉：小麦粉＝3：7（重量比）の割合で小

*地場食品部門 **食品バイオ部門

麦粉を配合した粉の澱粉糊化特性を比較した。

水分含量14%の粉体試料3.5gを400ppmの硫酸銅5水和物水溶液25mlに溶解させた試料を基準とし、粉体試料の水分含量に応じて試料採取量を採取量=3.5(g)×(100-14)/(100-(試料水分(%)))の式から決定した。粉体試料の水分含量は試料約3gを採取し、135℃で1時間乾燥した際の重量変化から求めた。

ニューポートサイエンティフィック社製ラピッド・ビスコ・アナライザーRVA-4を使用して豊島らの方法²⁾で澱粉糊化特性を測定した。1試料を2回測定し、その平均値を求めた。

3.3 有色素米の米プリン製造試験

(1) 米プリン製造法

表3の配合により米プリン製造を行った。有色素米は米粉うどん製造試験に用いた物と同一の米粉に加工した物を使用した。

まず牛乳と寒天を80℃付近まで上げて完全に溶解させ、グラニュー糖を添加した。その後米粉を添加し約85℃前後で米粉がダマにならないように2分間かき混ぜた。加熱終了後粗熱を取ってバニラエッセンスを加え容器に分注した。冷蔵庫で一昼夜冷やした後、各種試験に供した。

表3 米プリン配合表

有色素米	60g
牛乳	400ml
グラニュー糖	50g
寒天	10g
バニラエッセンス	少々

(2) 試食アンケート調査

製造した米プリンについて色、食感、甘さ、味覚、総合評価に関する試食アンケート調査を行った。

3.4 高・中・低アミロース米の米粉パン製造試験

(1) 米粉パン製造法

ホームベーカリー（パナソニック SD-BMS101）の食パンコースで製パンを行った。原料とその配合割合はホームベーカリーの基本レシピに従い、小麦粉（日清製粉製スーパーカメリア）の一部を新形質米で置換した。

(2) 試食アンケート調査

焼き上げ当日および3日間冷蔵保存したパンについて、外観（ふくらみ、キメ、色）、香り、味、食感（やわらかさ、しっとり感、弾力）に関する試食アンケート調査を行った。

4. 研究結果と考察

4.1 米粉うどん製造試験の結果と考察

表4 米粉うどんの色調の変化

種類\色調	L*	a*	b*
標準品 (小麦粉)	73.14	-1.59	9.19
	52.97	-1.22	0.19
おくのむらさき	45.01	6.85	-2.15
	38.99	3.42	-2.15
朝 紫	35.14	8.69	-2.86
	28.20	5.50	-1.56
紅 衣	65.39	2.81	9.41
	47.70	1.40	2.19
ゆうやけもち	63.41	2.97	10.93
	48.31	2.58	5.64
関東赤234号	63.26	1.80	11.44
	48.58	0.81	1.77
コシヒカリ	71.78	-1.34	8.81
	50.24	-1.00	-2.20
ゆめひたち	73.17	-1.34	8.36
	49.95	-0.81	-1.84
タカナリ	75.91	-1.40	8.13
	50.49	-0.77	-2.48

上段が茹でる前の数値、下段が茹でた後の数値



図1 紫黒米の米粉うどんの発色状況



図2 赤米の米粉うどんの発色状況

表5 麵の硬度測定結果(単位: g/cm²)

種 類	硬 度
標準品(小麦粉)	614.9±62.9
おくのむらさき	340.5±66.1
朝 紫	298.1±44.5
紅 衣	309.8±56.0
ゆうやけもち	363.9±50.3
関東赤234号	322.5±58.5
コシヒカリ	368.9±50.5
ゆめひたち	381.3±65.1
タカナリ	353.8±60.6

表6 米粉及び米粉・小麦粉混合粉末の澱粉糊化特性
(単位:RVU)

	最高 粘度	最低 粘度	ブレーク ダウン	最終 粘度	コンシ テンシー	糊化 開始 温度 (℃)
小麦粉	288	109	179	214	105	80.1
おくの むらさき	242	132	110	223	91	85.9
	276	105	171	207	102	83.7
朝 紫	176	84	92	127	43	67.2
	236	104	132	190	86	68.7
紅 衣	260	148	112	247	99	85.2
	285	109	176	215	106	83.4
ゆうやけ もち	191	93	98	139	46	67.9
	251	117	134	198	81	69.4
関東赤 234号	318	108	210	158	50	68.6
	298	108	190	204	96	76.1
コシカ リ	389	157	232	255	98	71.5
	324	116	208	227	111	79.4
ゆめ ひたち	374	173	201	290	117	71.1
	323	117	206	230	113	72.9
タカナリ	324	137	187	247	110	74.4
	306	117	189	231	114	81.9

小麦粉以外のデータでは上段が米粉単体、
下段が米粉・小麦粉(3:7)混合粉末を表す。

- 1) 米粉うどんの色調は、麵を茹でることによって明度(L*値)がすべての試料において低下することがわかった。彩度(a*値, b*値)については、紫黒米品種では茹でることによりa*値が低下し、赤米品種と中アミロース米品種では茹でることによりb*値が低下することがわかった(表3)。肉眼観察では、紫黒米品種の米粉うどんは鮮やかな紫色になり、赤米品種ではやや暗い桃色になることがわかった(図1, 図2)。
- 2) 米粉うどんの麵の硬度は、すべての品種において標準品よりもかなり軟らかかった(表4)。そして茹で工程中の紫黒米2品種と紅衣の米粉うどんの麵は標準品よりも切れやすかったが、米粉うどんの中では、中アミロース米3品種と「ゆうやけもち」「関東赤234号」の麵は比較的切れにくかった。
- 3) 米粉と米粉・小麦粉混合粉の澱粉糊化特性を比較すると米粉に小麦粉を加えることで澱粉糊化特性が

変化することと、変化の仕方は米の品種によって異なることがわかった(表5)。

4.2 米プリン製造試験の結果と考察

表7 食味アンケート結果

		総合順位 (支持人数)	コメント
夕焼けもち	糯	2位(8人)	なめらか
紅衣	粳	3位(7人)	甘味うく ざらつき
関東赤 234号	粳	4位(3人)	ざらつき
おくのむら さき	粳	5位(2人)	ざらつき
朝紫	糯	1位(10人)	香りよし 味が良い

- 1) 「うるち」より「もち」を使用した方がモニターの高い評価を得られる傾向が見られた。
- 2) 「もち」を使用した方がなめらかな食感の製品になりやすい傾向が見られた。
- 3) 「うるち」は「もち」より米粉が堅めでざらつきやすい傾向が見られた。
- 4) 紫黒米の紫色系の色調は古代米らしいと概ね好評であった。



おくのむらさき 朝 紫
図3 紫黒米の米プリン



ゆうやけもち 紅衣 関東赤234号
図4 赤米の米プリン

4.3 米粉パン製造試験の結果と考察

- 1) 小麦粉の20%を高アミロース米「夢十色」，中アミロース米「タカナリ」，低アミロース米「ミルキークイーン」でそれぞれ置換して焼いたパンを比較したところ，外観については夢十色使用でふくらみがやや悪く，ミルキークイーン使用でキメがやや荒くなる傾向が見られた。（図5）
- 2) 上記のパンについて，焼き上げ当日および冷蔵保存3日後に試食アンケート調査を実施したところ，食感（やわらかさ，しっとり感，弾力）に関しては，焼き上げ当日ではタカナリの評価が高かったが，3日後ではミルキークイーンの評価が高かった。（表8）
- 3) 小麦粉の20%，30%，40%をミルキークイーンで置換したパンについて，焼き上げ当日に試食アンケート調査を行ったところ，20%，30%のパンに比べて40%のパンは外観，香り，味，食感いずれの評価も低くなっていた。



ミルキークイーン タカナリ 夢十色

図5 米粉パンの外観

表8 食味アンケート結果（パン）

	ミルキークイーン		タカナリ		夢十色	
	当日	3日後	当日	3日後	当日	3日後
やわらかさ	3.6	2.3	3.9	2.0	3.4	1.9
しっとり感	3.6	1.9	4.3	1.7	3.7	1.6
弾力	3.6	2.0	4.1	1.9	3.9	2.0

5点を満点とし，項目ごとに採点

5. まとめ

- 1) 有色素米を使用することで赤色や紫色の米粉入りうどんを製造することができ，特に夕やけもち，関東赤234号では麺がきれにくいうどんができた。
- 2) 米粉に小麦粉を混合して製麺すると小麦粉100%原料で製麺した場合より麺が柔らかくなることと，麺の軟化の程度は米粉の原料米によって異なることがテンシプレスサーによる測定で明らかになった。
- 3) 米粉に小麦粉を加えることで澱粉糊化特性が変化することと，変化の仕方は米の品種によって異なることがわかった。
- 4) 夕やけもち，朝紫という糯米の有色素米品種を使用することで，なめらかな食感の米プリンが製造できた。
- 5) 低アミロース米のミルキークイーンを使用することで，製パン後冷蔵で3日間保存しても固くなりにくい米粉パンを製造できた。

6. 今後の課題

- 1) 新形質米の製麺・製パン等における小麦粉との配合割合の検討
- 2) 新形質米のもつ機能性成分を保持するための加工技術の検討
- 3) 清酒製造における新形質米の発酵特性の把握
- 4) 巨大胚芽米の発芽状況とGABA含有量との関係の解明

参考文献

- 1) 色を読む話（97年8月版）p. 16
（ミノルタ㈱計測機器国内販売編集冊子）
- 2) 豊島 英親ら，ラピッド・ビスコ・アナライザーによる米粉粘度特性の微量迅速測定法に関する共同実験，日本食品科学工学会誌Vol. 44，No. 8，p. 579-584