

米粉の特性と米粉加工品の評価

The characteristics of rice flour and evaluation of processed rice flour products

会津若松技術支援センター 県産品加工支援センター 齋藤嵩典 長浜友佳

福島県産の米粉を対象に、その特性の違いが米粉加工品に及ぼす影響を調査した。グルテンを使用せずにパン、クッキー、麺を試作し、それぞれの加工品に適した米粉の特性を明らかにした。

Key words: 米粉、損傷澱粉、昆布酸

1. 緒言

近年、食料自給率の向上を目的として、小麦粉の代替原料としての米粉の利用が注目されている¹⁾。米粉は古くから米菓や和菓子などに使用されてきたが、近年ではパン、ケーキ、麺類など新たな用途への利用も拡大している。全国各地で米粉に関する研究^{2)～4)}が行われているが、福島県産米粉を対象とした研究は少ない。本研究では、福島県産米粉について、品種及び製粉方法ごとに成分分析を行い、各種米粉加工品の加工適性を検討したので報告する。

2. 実験

2. 1. 試料

供試試料には、主食用品種である「コシヒカリ」、「天のつぶ」、「あさか舞（ひとめぼれ）」、米粉用途に適した「笑みたわわ」、製麺用品種の「越のかおり」の計5品種を用いた。さらに、「コシヒカリ」については、製粉方法の異なる2検体を別の提供先から入手し、合計7検体を試験に供した（表1）。なお、すべて福島県産の米粉を使用した。

表1 米粉試料

No.	品種名	用途	提供先
1	コシヒカリ	主食用	A
2	天のつぶ	主食用	A
3	あさか舞（ひとめぼれ）	主食用	A
4	笑みたわわ	米粉用	A
5	越のかおり	製麺用	A
6	コシヒカリ	主食用	B
7	コシヒカリ	主食用	C

2. 2. 米粉の分析

一般成分として、損傷澱粉、アミロース、平均粒径を測定した。損傷澱粉は損傷澱粉分析キット（メガザイム、K-SDAM）にて、アミロースはオートアナライザー（ビーエルテック（株））にて、平均粒径はレーザー

回析散乱式粒度分布測定装置（（株）堀場製作所、LA-960V2）を用いて測定した。

2. 3. 米粉加工品の加工適性試験

2. 3. 1. パン加工適性試験

ホームベーカリー（パナソニック（株）、SD-MDX4）を使用して米粉パンを調製した。「米粉パン（小麦なし）」モードに設定し、表2に示す原料及び配合で行った。本研究では、米粉パンのボリューム感向上が報告されている「昆布酸501（アルギン酸）」を添加し、グルテンフリー米粉パンの調製を試みた。昆布酸は米粉中の澱粉に作用し、パンの組織を補強する効果がある⁵⁾。

焼成した米粉パンは室温で1時間放冷し、重量を計量した。計量後、チャック付きポリエチレン袋に密封し、20[℃]で保管した。翌日、3D スキャナ（Shining3D, EinScan Pro 2X Plus）を使用して体積を測定した。次に、パンスライサーで厚さ2[cm]にカットし、パンの中央部分を4×4[cm]のサイズに切り出し、レオメーター（（株）山電、RE2-3305S）を使用してパン硬さを測定した。測定条件は、ロードセル20[N]、円板形プランジャー（No.1）、圧縮速度1[mm/s]、歪率25[%]とした。測定は2回行った。

表2 米粉パンの原料および配合

原料	配合量
水	290 [g]
米粉	300 [g]
砂糖	8.5 [g]
塩	5 [g]
米油	8 [g]
ドライイースト	4.2 [g]
昆布酸501	3 [g]

2. 3. 2. クッキー加工適性試験

千田の報告⁶⁾を参考にして実施した。すなわち、表3に示す原料および配合にて、表4に示す手順で米粉クッキーを調製した。

表3 米粉クッキーの原料および配合

原料	配合量	
無塩バター	40	[g]
砂糖	30	[g]
卵	30	[g]
米粉	100	[g]

表4 米粉クッキーの調製手順

ステップ	内容
1	常温に戻した無塩バター40[g]を、キッチンエイド (KitchenAid、KSM5) を使用して、速度1で90秒攪拌した。
2	砂糖30[g]を加え、速度1で90秒攪拌した。
3	ストレーナーで濾した卵30[g]を加え、速度1で60秒攪拌した。
4	米粉100[g]を加え、速度1で120秒攪拌した後、ゴムベラで全体を軽く混ぜ合わせ、速度2で60秒攪拌した。
5	生地をひとまとめにしてラップに包んで、5[°C]の冷蔵庫で30分寝かせた。
6	ロール式製麺機 (高千穂精機 (株)、MUDA-2000S) を使用し、5回圧延した。
7	直径3[cm]の丸い抜き型で5枚のクッキーを抜き出し、重量を測定した。
8	オーブンシートを敷いた天板にクッキーを並べ、190[°C]に予熱したオーブン (北沢産業 (株)、KSE-611-S) で180[°C]、13分焼成した。

上記の方法で調製した米粉クッキーについて、加熱後30分間放冷し、重量を計量した。加熱前後の重量差から重量減少率を算出した。計量後、チャック付きポリエチレン袋に密封し、20[°C]で保管した。翌日、レオメーターを用いて破断測定を行った。測定条件は、ロードセル200[N]、くさび形プランジャー (No. 49)、圧縮速度1[mm/s]、歪率99[%]とし、破断荷重を求めた。測定は3回行った。

2. 3. 3. 麺加工適性試験

李らの報告⁷⁾を参考にして、表1に示す7種類の米粉を使用して糊化生地を調製した (表5)。この糊化生地をつなぎとして使用し、表6に示す原料および配合に基づき、押出式製麺機 (日本蕎麦街道 (株)、OD9型) を使用して米粉麺を調製した (表7)。予備試験の結果、糊化生地のみをつなぎとして使用した場合、麺が切れやすかったため、昆布酸501及びキミカキサンタンEC (キサンタンガム) を添加した。なお、各試験区で

使用する米粉及び糊化生地には、それぞれ同一の米粉試料を使用した。

表5 糊化生地の調製手順

ステップ	内容
1	米粉50[g]、水50[g]をキッチンエイドに入れ、速度1で60秒攪拌した後、ゴムベラで全体を軽く混ぜ合わせた。
2	速度2で60秒攪拌し、ゴムベラで全体を軽く混ぜ合わせた。この作業を2回繰り返した。
3	生地をビーカーに移し、アルミホイルで蓋をして、121[°C]で60分間オートクレーブ処理を行い、糊化生地を調製した。
4	糊化生地は、ビーカーごと80[°C]のウォーターバスに入れ、使用時まで保温した。

表6 米粉麺の原料および配合

原料	配合量	
米粉	150	[g]
糊化生地	50	[g]
熱湯	60	[g]
昆布酸501	2	[g]
キミカキサンタンEC	2	[g]

表7 米粉麺の調製手順

ステップ	内容
1	米粉150[g]、糊化生地50[g]、昆布酸2[g]、キサンタンガム2[g]をキッチンエイドに入れ、速度1で60秒攪拌した。
2	熱湯60[g]を加え、速度1で60秒攪拌した後、ゴムベラで全体を軽く混ぜ合わせた。
3	速度1で180秒攪拌した後、ゴムベラで全体を軽く混ぜ合わせた。
4	速度2で180秒攪拌した。
5	押出式製麺機に生地を投入し、米粉麺を調製した。

上記の方法で調製した米粉麺は、チャック付きポリ袋に密封し常温で保存した。翌日、レオメーターを用いて破断測定を行った。測定条件は、ロードセル20[N]、くさび形プランジャー (No. 49)、圧縮速度0.1[mm/s]、歪率99[%]とし、破断荷重を求めた。測定は3回行った。

3. 結果と考察

3. 1. 各種米粉の特性

各米粉の一般成分を表8～表10に示した。損傷澱粉は2.4～11.2[%]で、製粉業者によって差が大きかった。No.1～5は湿式、No.6、7は乾式で製粉が行われており、製粉方法の違いが影響していると考えられた。

アミロース含有率は16.0～21.6[%]であった。No.1、6、7はすべてコシヒカリであり、アミロース含有率は16.0～19.7[%]とばらつきがあった。また、越のかおりは高アミロース米品種として知られており、アミロース含有率が30[%]を超えることもある。しかし、本研究で使用した越のかおりのアミロース含有率は18.1[%]と低い値であった。越のかおりは登熟時の気温が低いとアミロース含有率が高くなると報告されており⁸⁾、近年の猛暑の影響により、アミロース含有率が逆に低くなった可能性が考えられる。

平均粒径は30.6～68.1[μm]の範囲で、平均値は53.1[μm]であった。與座らの報告⁹⁾では、平均粒径の平均値は141.5[μm]であり、本研究で使用した米粉の平均粒径はこれに比べてかなり小さかった。

山木らは、損傷澱粉と平均粒径に高い相関関係があると報告している¹⁰⁾が、本研究で使用した米粉試料については、相関関係は認められなかった。

表8 米粉試料の損傷澱粉

No.	品種名	損傷澱粉 (%)
1	コシヒカリ (提供先:A)	6.9
2	天のつぶ	5.6
3	あさか舞 (ひとめぼれ)	3.7
4	笑みたわわ	2.4
5	越のかおり	4.3
6	コシヒカリ (提供先:B)	11.2
7	コシヒカリ (提供先:C)	11.2

表9 米粉試料のアミロース

No.	品種名	アミロース (%)
1	コシヒカリ (提供先:A)	19.7
2	天のつぶ	18.2
3	あさか舞 (ひとめぼれ)	17.4
4	笑みたわわ	21.6
5	越のかおり	18.1
6	コシヒカリ (提供先:B)	16.0
7	コシヒカリ (提供先:C)	17.9

表10 米粉試料の平均粒径

No.	品種名	平均粒径 (μm)
1	コシヒカリ (提供先:A)	68.1
2	天のつぶ	54.7
3	あさか舞 (ひとめぼれ)	65.2
4	笑みたわわ	49.8
5	越のかおり	53.0
6	コシヒカリ (提供先:B)	30.6
7	コシヒカリ (提供先:C)	50.2

3. 2. 米粉加工品の検討

3. 2. 1. パン加工適正

パン適性を評価するため、ホームベーカリーを使用して製パン試験を行った。評価の指標として、パンの比容積(体積÷重量)とパン硬さを使用した(表11)。米粉の特性とパンの性状を比較した結果、損傷澱粉と比容積の相関係数は-0.928であり、強い負の相関が認められた(図1)。これは、損傷澱粉の値が低いほど米粉パンがよく膨らむことを示している。與座らは、グルテンを添加した製パン試験において、損傷澱粉とパンの比容積に負の相関があることを報告している⁹⁾。本研究で行った昆布酸を用いたグルテンフリー製法においても、グルテンを添加した米粉パンと同様の挙動が確認された。

表11 米粉パンの性状

No.	重量 (g)	体積 (mL)	比容積 (mL/g)	パン硬さ (N)
1	6.9	1361	2.58	0.5
2	5.6	1254	2.43	1.1
3	3.7	1308	2.45	0.7
4	2.4	1434	2.71	1.3
5	4.3	1341	2.53	0.3
6	11.2	841	1.54	12.1
7	11.2	788	1.43	6.0

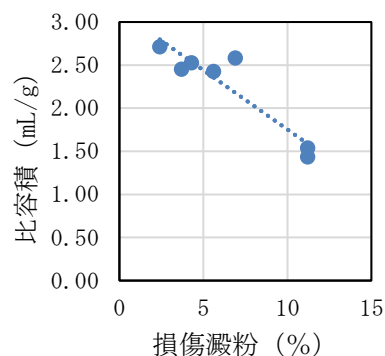


図1 損傷澱粉と比容積の相関

3. 2. 2. クッキー加工適正

菓子適性を評価するために、クッキーの加工適正試験を行った。評価の指標には、重量減少率、破断荷重を用いた（表12）。重量減少率は15.9～18.7[%]、破断応力は9.5～29.3[N]の範囲であった。

米粉の特性とクッキーの性状を比較した結果、米粉クッキーの重量減少率及び破断荷重と、米粉の成分分析との間に有意な相関は認められなかった。千田の報告では、米粉クッキーと小麦粉クッキーの性状を比較し、小麦粉に含まれるタンパク質の一種であるグルテンの影響を指摘している⁶⁾。本研究で得られた米粉クッキーの測定値のばらつきも、タンパク質の影響を受けている可能性があるため、今後はタンパク質含量の測定を行う予定である。

表12 米粉クッキーの性状

No.	重量減少率 (%)	破断荷重 (N)
1	17.4	16.8
2	18.2	9.5
3	18.7	24.4
4	15.9	14.3
5	17.6	29.3
6	17.5	22.6
7	18.3	27.8

3. 2. 3. 麺加工適正

麺適性を評価するために、押出式製麺機を用いた製麺試験を行った。評価の指標には、ゆでた米粉麺の破断荷重を用いた（表13）。破断荷重は0.56～1.06[N]の範囲であった。一般に、破断荷重が高いほど麺のコシが強いことを示す。No.7 コシヒカリの破断荷重は0.56[Pa]と低かったが、米粉麺の破断荷重と米粉の成分分析との間に有意な相関は認められなかった。先行研究^{7)、10)}では、米粉麺の破断応力に対して、タンパク質含量及び米粉の吸水率との関連が指摘されており、今後、これらの要因を含めた追加の研究が必要である。また、本研究において各試験区の糊化生地を個別に調製したことも、結果に影響を与えた可能性がある。米の澱粉は水とともに加熱することで糊化し、もちもちとした特有の物性を示すことが知られている¹¹⁾。しかし、糊化した澱粉は冷却や保存の過程で老化が進み、その結果、硬化や離水が生じる。このような米粉の糊化特性は、品種ごとに大きく異なることが報告されており⁷⁾、本研究で使用した米粉試料についても、糊化特性を測定する必要がある。

表13 米粉麺の破断応力

No.	品種名	破断荷重 (N)
1	コシヒカリ（提供先：A）	0.92
2	天のつぶ	1.06
3	あさか舞（ひとめぼれ）	0.85
4	笑みたわわ	0.96
5	越のかおり	0.91
6	コシヒカリ（提供先：B）	0.86
7	コシヒカリ（提供先：C）	0.56

4. 結言

福島県産米粉について、品種および製粉方法ごとに成分分析を行い、米粉加工品としてパン、クッキー、麺の加工適性を検討した。

米粉パンについては、グルテンを添加せずに昆布酸を添加することで、グルテンフリーの米粉パンを調製できることが明らかとなった。損傷澱粉と比容積の相関係数は-0.928であり、強い負の相関が認められた。

米粉クッキー及び米粉麺については、米粉の特性である損傷澱粉、アミロース、平均粒径との間に有意な相関は認められなかった。さらに詳細な検討は必要であるものの、製粉方法や品種に依存せず、クッキーや麺の加工が可能であると考えられる。

謝辞

供試試料として福島県産米粉を提供いただいた、田中製粉株式会社の田中宏征氏に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) “米粉をめぐる状況について”. 農林水産省. 2024-12. <https://www.maff.go.jp/kyusyu/seiryu-u/komeko/attach/pdf/240202-1.pdf>（参照 2025-02-24）.
- 2) 高橋克嘉 他. 宮城県産米粉の製パン特性. 宮城県工業技術センター・宮城県食品開発センター研究報告, 2012, vol. 55, p. 79-82
- 3) 諸橋敬子. 新規用途米粉の用途別推奨指標の策定とその普及. 日本食品科学工学会誌, 2024, vol. 71, no. 8, p. 285-295
- 4) 常見崇史 他. 米粉を用いた新規製麺技術の開発. 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 2010, vol. 8
- 5) 宮島千尋. 「昆布酸」を用いたパン・米粉パンのボリューム感向上. 月刊フードケミカル. 2010, vol. 9, p. 31-34.
- 6) 千田真規子. 米粉クッキーの嗜好と調製について. 東京家政大学研究紀要, 2009, vol. 50, no. 2, p.

- 7) 李永玉 他. 品種の異なる米を素材とする米麺の品質評価. 日本食品工学会誌, 2007, vol. 8, no. 3, p. 147-154
- 8) 笹原英樹 他. 製麺用高アミロース水稻品種「越のかおり」の育成. 中央農研研究報告, 2013, vol. 19, p. 15-29
- 9) 與座宏一 他. 製粉方法の異なる米粉の特性と製パン性の関係. 食品総合研究所報告, 2010, vol. 74, p. 37-44
- 10) 山木一史 他. 北海道産米粉の粉体特性と加工適正の解析. 北海道立総合研究機構食品加工研究センター研究報告, 2015, vol. 11, p. 29-39
- 11) 高橋誠 他. “糊化度を調節した米粉と米粉パンの作業性および品質”. 米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発. 大坪研一編. (株)エヌ・ティー・エス, 2023, p. 685-692