

米粉のアルファ化特性を活かした米粉加工品の開発

Development of rice flour products utilizing gelatinization properties

県産品加工支援センター 企画支援チーム 齋藤嵩典

福島県産米粉及びアルファ化米粉の成分分析と製パン適性を検討した。ラピッド・ビスコ・アナライザー解析の結果、アルファ化米粉は最高粘度とブレイクダウンが低く、加熱時の粘度安定性に優れることが示された。製パン試験では、アルファ化米粉を5[%]添加することで、比容積は僅かに低下するものの、米粉パンのケービングを抑制できることが明らかとなった。

Key words: アルファ化米粉、ラピッド・ビスコ・アナライザー、米粉パン、ケービング

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利用が注目されている。米粉の需要は年々拡大しており、従来の米菓や和菓子といった用途に加え、パン、ケーキ、麺類など新たな分野への利用が広がっている¹⁾。

しかし、米粉は小麦粉と異なりグルテンを含まないため、加工が難しいという技術的課題がある。小麦粉に含まれるグルテンは、製パン時に粘弾性を有するネットワーク構造を形成し、発酵時に生成するガスを保持し、生地を膨張させる役割を担う²⁾。一方、米粉などグルテンを含まない原料では、このような多孔質構造を形成・維持することが困難であるため、通常米粉パン製造方法では十分な膨らみを得ることが難しい。さらに、米粉パンの品質には、製粉時に生じる損傷澱粉も大きく影響することが知られている。筆者らは、損傷澱粉が10[%]を超える場合、食品添加物を使用しても良好な製パン性を得ることが困難であることを報告した³⁾。このような状況に加え、6次産業化に取り組む事業者のニーズとして、増粘剤等の食品添加物を使用しない米粉加工品の開発が求められている。

こうした課題の解決策として、糊化澱粉を保持する「アルファ化米粉（以下、 α 化米粉と呼称する）」が注目されている⁴⁾。 α 化米粉は、あらかじめ加熱処理によって澱粉が α 化した状態にあるため、水と混合することで粘性を発現し、「天然の増粘剤」として機能する。このため、食品添加物を用いずに米粉加工品の品質を改良できる素材として期待されている。一般的な米粉に含まれる澱粉は、加熱処理を行わない状態では硬く、消化されにくい性質を有するが、水を加えて加熱することで α 化し、粘性を示すとともに消化性が向上する。 α 化米粉は、この澱粉の α 化状態を保持した素材である。本研究では、福島県産米粉及び α 化米粉を対象として成分分析を行った。さらに、これらの米粉を用いて米粉パンの試作を行い、 α 化特性を活かした米粉加工品の開発可能性について検討したので報告する。

2. 実験

2. 1. 試料

供試試料には、 α 化処理していない福島県産「コシヒカリ」と2種類の α 化米粉(A、B)を試験に供した。なお、いずれの試料も福島県産米を原料とした米粉であるが、 α 化米粉の品種はコシヒカリとは異なる。

2. 2. 米粉の成分分析

損傷澱粉、アミロース、吸水率を測定した。損傷澱粉は損傷澱粉分析キット(Megazyme、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)を用いて測定した。吸水率は伊藤らの報告⁵⁾を参考に測定した。米粉1.0[g]を遠沈管に精秤し、蒸留水29[g]を加える。ボルテックスミキサーで攪拌し、30分間室温で放置する。遠心分離(TOMY、MX-300、9,100 [×g]、10[°C]、30分間)を行い、分離した水の重量を測定し、次式により求めた。吸水率[%] = {加えた水の量[g] - 分離した水の量[g]} ÷ 米粉の重量[g] × 100。

また、米粉の粘度特性について、ラピッド・ビスコ・アナライザー(NEWPORT SCIENTIFIC、RVA-4、以下RVAと呼称する)を使用し、豊島らの報告⁶⁾を参考に測定した。米粉3.5[g](水分含量14[%]換算)に蒸留水25[g]を加え、表1の条件で実施した。回転数は160[rpm]とした。

表1 RVAによる粘度特性測定条件

温度設定 ([°C])	時間
50	1分間保持
50~93	4分間で昇温
93	7分間保持
93~50	4分間で降温
50	3分間保持

2. 3. 製パン試験

ホームベーカリー(パナソニック、SD-MDX4)を使用

し、米粉パンを調製した(表2)。コシヒカリ 300[g]を基準とし、 α 化米粉を0[%]、5[%]、10[%]添加した試験区を設けた。対照区として、既報²⁾において、米粉パンのボリューム感向上を報告した「昆布酸501(キミカ)」を米粉重量に対して1[%]添加した区を設定した。「米粉パン(小麦なし)」モードにて焼成を行った。

表2 米粉パンの原料および配合

原料 ([g])	α 化米粉 0[%]	α 化米粉 5[%]	α 化米粉 10[%]	昆布酸 1[%]
水	290	290	290	290
コシヒカリ	300	285	270	297
α 化米粉	0	15	30	0
昆布酸	0	0	0	3
砂糖	8.5	8.5	8.5	8.5
塩	5	5	5	5
米油	8	8	8	8
ドライ イースト	4.2	4.2	4.2	4.2

焼成後、室温で1時間放冷した後、重量を測定した。測定後はチャック付きポリエチレン袋に密封し、20[°C]で24時間保存した。翌日、3Dスキャナ(APPLE TREE、Lynx)を用いてパン全体の体積を測定し、測定した体積を重量で除することで比容積[mL/g]を算出した。その後、パンスライサーを用いて厚さ2[cm]に切断し、光学スキャナ(セイコーエプソン、GT-X830)で断面画像を取得した。得られた画像を画像解析ソフトウェア「ImageJ」に取り込み、気泡数を算出した。さらに、厚さ2[cm]のスライス中央部から4×4[cm]の試料を切り出し、レオメーター(山電、RE2-3305S)を用い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、最大荷重[N]をパン硬さの指標とした。測定は2回実施し、その平均値を解析に用いた。

3. 結果と考察

3. 1. 米粉の分析

供試した3種類の米粉の成分分析結果を表3に示した。コシヒカリの損傷澱粉は6.9[%]であったのに対し、 α 化米粉Aは3.4[%]、Bは11.4[%]であった。一般的に米粉パンには損傷澱粉10[%]未満が推奨⁷⁾されているが、 α 化米粉Bはこれを上回っていた。アミロース含有率は、コシヒカリが19.7[%]であるのに対し、 α 化米粉2種はそれぞれ22.2[%]及び25.1[%]とやや高い値を示した。吸水率はコシヒカリ及び α 化米粉Aが148[%]であったのに対し、 α 化米粉Bは261[%]と著しく高い値を示した。一般に、損傷澱粉が増加すると

吸水率が高くなることが知られており⁸⁾、Bの高い吸水率は11.4[%]という高い損傷澱粉を反映しているものと考えられる。

なお、本試験では一般的な米粉(コシヒカリ)と α 化米粉の品種が異なるため、澱粉構造の違いの影響を厳密に評価することはできていない。今後は同一品種から α 化米粉を調製し、これらの特性について詳細な解析を行う予定である。

表3 米粉の成分分析結果

試料	損傷澱粉 ([%])	アミロース ([%])	吸水率 ([%])
コシヒカリ	6.9	19.7	148
A	3.4	22.2	148
B	11.4	25.1	261

3. 2. RVAによる粘度解析

RVAを用いた粘度特性の測定結果を表4に示す。コシヒカリは最高粘度が526[RVU]と最も高い値を示した。一方、ブレイクダウンも342[RVU]と大きく、A及びBと比較して高値であった。これは、加熱によって高粘度を示すものの、せん断や加熱の継続で構造が崩れやすく、粘度保持力が低いことを示している。一方、A及びBは最高粘度及びブレイクダウンが低値を示した。このことから、 α 化米粉を添加した場合、最高粘度は低下するものの、加熱中の粘度低下(ブレイクダウン)が抑制され、粘度安定性が向上すると考えられる。また、セットバックは α 化米粉で高くなる傾向が認められた。これはアミロース含有率の影響が考えられる。アミロース含有量が高くなるにつれて、RVA測定におけるセットバックが増加する傾向が報告されている⁴⁾。

表4 米粉の粘度特性解析

試料	最高 粘度	最低 粘度	最終 粘度	ブレイク ダウン	セット バック
コシヒカリ	526	183	345	342	162
A	369	271	520	98	249
B	323	271	488	52	217

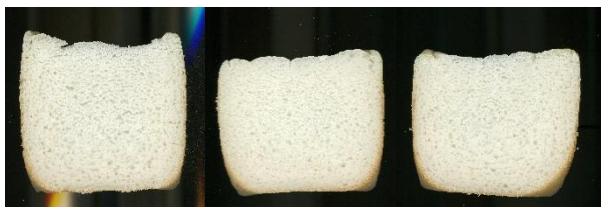
単位：[RVU]

3. 3. 製パン適性評価

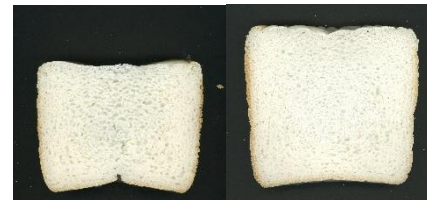
3. 3. 1. α 化米粉の添加濃度とパンの形状

α 化米粉Aの添加濃度(0[%]、5[%]、10[%])を変えて製パン試験を行った(図1、図2)。 α 化米粉0[%]では、米粉パンの上部が凹む「ケービング」が発生した。表4のとおり、コシヒカリはブレイクダウンが大きく、加熱中の粘度安定性が低いことから、焼成過程において気泡構造を十分に保持できなかったことが原因と考

えられる。一方、 α 化米粉 5[%]では α 化米粉によって、ブレークダウンを抑えることができ、ケービングが抑制されたと推察される。しかし、10[%]添加では、再びケービングが発生した。 α 化米粉の割合が増えることで最高粘度が低下し、ガス膨張に対する生地伸展性が低下したためと考えられる。以上の結果から、 α 化米粉の添加量 5[%]が、ケービングを抑制する米粉パンの製造方法として適切である可能性が示唆された。



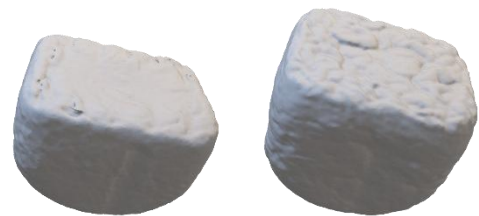
α化米粉 A 0[%] 5[%] 10[%]
図1 α化米粉 A を添加したパンの断面



α化米粉 B 5[%] 昆布酸 1[%]
図3 パンの断面



α化米粉 A 0[%] 5[%] 10[%]
図2 α化米粉 A を添加したパンの形状 (3D スキャナ)



α化米粉 B 5[%] 昆布酸 1[%]
図4 パンの形状 (3D スキャナ)

3. 3. 2. パンの物理的特性

2種類の α 化米粉 A 及び B を用い、コシヒカリ重量に対して α 化米粉 5[%] を添加し、米粉パンの試作を行った。対照として昆布酸を用いた (表 5、図 3、図 4)。比容積は、 α 化米粉 0[%] (2.09 [mL/g]) と比較し、 α 化米粉 5[%] (1.96、1.89 [mL/g]) ではやや低下した。これは表 4 の RVA の結果のとおり、 α 化米粉の添加によって最高粘度が抑えられた結果であるが、前述の通りケービング抑制には寄与している。パン硬さは、 α 化米粉を添加することで増加し、特にアミロース含有率の高い B を添加した区で 1.44 [N] と最も硬くなった。これはアミロースの老化速度を反映しているものと推察される。

断面の気泡解析の結果、 α 化米粉 5[%] (約 1300 個) は、 α 化米粉 0[%] (957 個) と比較して気泡の数が有意に増加した。昆布酸 1[%] (3142 個) には及ばないものの、 α 化米粉を 5[%] 添加することで、気泡が安定的に保持され、ケービングを抑制することができた。

表 5 米粉の物理的特性

配合	比容積 ([mL/g])	破断荷重 ([N])	気泡 (個)
α 化米粉 0[%]	2.09	0.88	957
α 化米粉 A 5[%]	1.96	1.18	1361
α 化米粉 B 5[%]	1.89	1.44	1348
昆布酸 1[%]	2.37	0.89	3142

4. 結言

本研究では、福島県産米粉及び α 化米粉の特性評価を行い、製パン適性への影響を検討した。RVA による粘度特性解析の結果、 α 化米粉は最高粘度及びブレークダウンが低く、加熱中の粘度安定性に優れることが示唆された。

製パン試験の結果、 α 化米粉を 5[%] 添加することで、グルテン及び食品添加物を使用しない条件下においてもケービングが抑制された。一方で、比容積はやや低下する傾向を示した。また、添加率を 10[%] まで高めると、再びケービングが発生した。

以上より、 α 化米粉は食品添加物フリー米粉パンの品質改良として有効であり、適正添加率は 5[%] 付近であることが示唆された。今後は、比容積の増加とケービング抑制を両立する加工方法を検討する。

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. <https://www.maff.go.jp/kyusyu/seiryuu/komeko/attach/pdf/240202-1.pdf> (参照 2025-02-24)
- 2) 大坪研一. “添加物・グルテンを使用しない米粉パンの製造法と実用化” 米の機能性食品化と新規利用技術・高度加工技術の開発. NTS, 2023. p. 303-314.
- 3) 齋藤嵩典, 長浜友佳. 米粉の特性と米粉加工品の評価. 令和6年度福島県ハイテクプラザ研究報告書, 2025.
- 4) 西村元樹. アルファ化米粉の用途開発. 月間フードドケミカル, 2029, 9, p. 75-78.
- 5) 伊藤聖子, 芦澤芽衣, 松永夏希, 新井映子. もち米粉置換による米粉パンの老化遅延効果. 日本調理科学会誌, 2015, 48, 2, p. 103-111.
- 6) 豊島英親・岡留博司・大坪研一, 須藤充, 堀末登, 稲津脩, 成塚彰久, 相崎万裕美, 大川俊彦, 井ノ内直良, 不破英次. 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方法に関する共同試験. 日本食品化学工学会誌, 1997, 44, 8, p. 579-584.
- 7) “米粉の用途別基準”. 日本米粉協会. <https://www.komeko.org/standard/> (参照 2026-03-10)
- 8) 北風智弘, 久保義人. 米粉特性指標作成. 食品加工に関する試験成績, 2024, p. 11-12.