

県産米を利用した加工食品の開発（第4報）

—米粉の粒度が製パン性に与える影響について—

水谷恵梨、吉村明浩、松久亜日加*、西津貴久**、勝野那嘉子**、水谷達司***

Development of Processed Food Using Local Rice (IV)

— The effect of Particle Size of Rice Flour on Bread Baking Properties —

Eri MIZUTANI, Akihiro YOSHIMURA, Asuka MATSUHISA*, Takahisa NISHIZU**,
and Nakako KATSUNO**, Tatsuji MIZUTANI***

米粉パン品質の向上及び安定化を目的に、製粉条件をそろえて75 μm 以下、76-106 μm 、107 μm 以上の3段階の粒度にふるい分けた各粒度の米粉特性と、粒度と生地特性の関係、粒度がパンの品質に与える影響を検討した。

米粉および生地の特性としては、同一の製粉機で調整した米粉であっても、粒度が小さいほどデンプン損傷度は高く、80℃付近まで（練り-発酵-焼成の途中）の貯蔵弾性率が高いことが明らかとなった。しかし、80℃以降になると75 μm 以下の貯蔵弾性率が低下し、100℃では粒度が大きいほど貯蔵弾性率が高くなった。また、米粉パンの品質については106 μm 以下の米粉は膨らみが良く、クラムのきめの細かさは粒度に依存した。これらの結果より、76-106 μm の米粉生地の加工性は他の粒度よりも優れていることが明らかとなった。

1. はじめに

近年、健康志向の高まりとともに、グルテンフリー食品が注目されている。特にアメリカやヨーロッパを中心に市場が拡大しており、2024年には72億8000万米ドル¹⁾に達している。日本でもグルテンフリー食品への関心が高まっており、小麦粉の代替品として米粉を用いた食品の開発が進められている。米粉は、パンの膨らみやふんわりとした独特の食感を与える役割のグルテンを含まないため、米粉のみで作製する場合（グルテンフリーパン）には、膨らみのない重たいパンになりやすい。そのため、製造時には増粘剤などの食品添加物を使用し、膨らみを改善させることが多いが、消費者の嗜好から食品添加物無添加のグルテンフリーパンの需要が増加している。

当研究所では、増粘剤の代替として α 化米粉を用い、グルテンフリーパンの膨らみや食感など、品質の改善に取り組んできた^{2,3)}。以前の研究により、異なる製粉機で製造した米粉は粒度やデンプン損傷度に違いがみられ、それらの特性がきめの細かさなどの米粉パンの品質に影響を与えていることが示唆された。しかし、製粉条件が異なるために米粉の特性や米粉パンの品質が変化した可能性もあるため、製粉条件をそろえて評価する必要がある。

そこで、本研究では篩付高速粉砕機で製造した米粉について粒度を基準にふるい分けたものを試料とし、各粒度の米粉特性、粒度と生地特性の関係、粒度がパンの品質に与える影響を検討した。

*岐阜県農業技術センター

**岐阜大学応用生物科学部

***桜井食品株式会社

2. 実験方法

2.1 米粉の粒度分布測定

県内産の米（ハツシモ）を篩付高速粉砕機で製粉した米粉を調整し、粒子径分布測定装置（日機装（株）、大塚電子（株）、MicrotracMT3300EX II ELS-Z）を用い、乾式法で測定した。

2.2 米粉のふるい分け

米粉（ハツシモ）は、篩（目開き106 μm 及び75 μm ）を使用して75 μm 以下、76-106 μm 、107 μm 以上の粒度にふるい分けを行った。

2.3 デンプン損傷度の測定

ふるい分けた米粉のデンプン損傷度はMegazyme社の Starch Damage Assay Kitを用いて測定した。

2.4 生地の動的粘弾性測定

試料は、2.5記載のドライイーストを除く米粉パンの生地と同様の配合で各材料をはかり取り、ハンドミキサー（クイジナート、HM-060SJ）を用いて、低速（Lv.1）で2分間攪拌したものとした。

生地の動的粘弾性はレオメーター（TA Instruments社、AR-GT2KG）を用いて動的粘弾性を測定した。ジオメトリーはフラットプレート型（直径40 mm）を用い、測定は試料3 g、ギャップ500 μm 、20℃から100℃までを5℃/分昇温の条件で行うこととした。また、予備実験からひずみ率を0.1%とした。

2.5 米粉パンの作製

米粉（ハツシモ）、 α 化米粉、キャノーラ油、砂糖、塩、ドライイースト、水（5℃）を使用した。ふるい分けた米粉を用い、ホームベーカリー（パナソニック（株）、SD-MDX102）の米粉パン（小麦なし）コースで焼成後、容器から取り出した米粉パンを上下反対の状態（羽根

の部分を上向き)でケーキクーラーに置き、室温にて24時間放置した。

2. 6 米粉パンの膨張力測定および断面観察

焼成した米粉パンの膨張力を菜種置換法にて測定した。また、断面観察には放冷後の米粉パンを厚さ2 cmにスライスし、両端を除いた内側3枚のうち羽根の影響を受けていない図1の②を使用した。

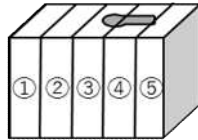


図1 試料に用いた部位

3. 結果と考察

3. 1 米粉の粒度分布測定

篩付高速粉砕機で製粉した米粉の粒度分布を図2に示す。

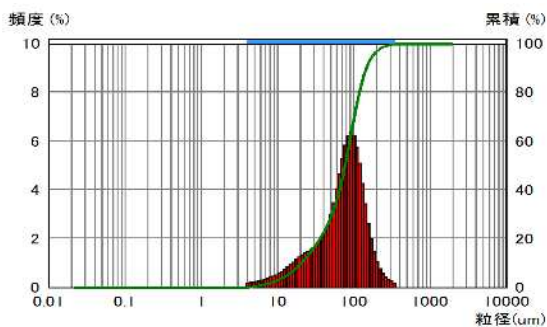


図2 篩付高速粉砕機で製粉した米粉の粒度分布

中央値は73.1 μm で、頻度は75.3 μm の時に最も高かった。これらの結果および図2の結果より、均等量でふるい分けすることが可能な粒度区分は75 μm 以下、76-106 μm 、107 μm 以上であると推測し、この粒度で検討を行うこととした。

3. 2 デンプン損傷度の測定

粒度とデンプン損傷度の関係を検討するため、各粒度のデンプン損傷度を調べた結果、デンプン損傷度は75 μm 以下、76-106 μm 、107 μm 以上の順に低くなった(表1)。

2020年²⁾の報告で、異なる製粉機で製粉した米粉は、粒度の小さい米粉ほどデンプン損傷度が高くなることが示唆されたが、同一の製粉機で製造した米粉であっても、粒度が小さい米粉ほどデンプン損傷度が高いことが確認できた。

3. 3 生地の中の動的粘弾性測定

米粉パンの発酵及び焼成時の生地特性を検討するため、20℃から90℃における生地の動的粘弾性を測定した。図3は温度変化による生地の貯蔵弾性率を示す。

表1 ふるい分けした米粉のデンプン損傷度

デンプン損傷度(%)	
75 μm 以下	13.2
76-106 μm	9.7
107 μm 以上	6.4

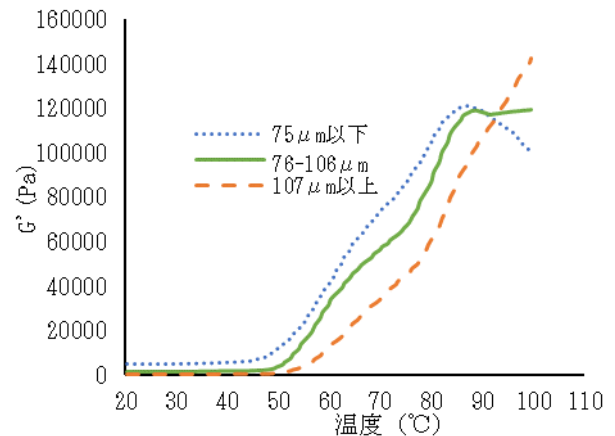


図3 各粒度の米粉生地の貯蔵弾性率(G')

80℃付近までの貯蔵弾性率は、75 μm 以下の米粉生地が最も高く、100℃では107 μm 以上の米粉生地が最も高くなった。

貯蔵弾性率が高いほど、生地が硬いことを意味することから、20-40℃(練り-発酵-焼成の途中)までの生地は75 μm 以下の米粉生地が最も硬いことが明らかとなった。また、生地の凝固開始温度(貯蔵弾性率が立ち上がる温度)は75 μm の米粉では49.6℃、76-106 μm の米粉では51.5℃、107 μm 以上の米粉では53.7℃と粒度が大きくなるほど高くなった。

デンプン損傷が大きい米粉ほど、飽和吸水量が大きくなる⁵⁾ことから、粒度の小さい米粉は、練りおよび発酵の過程で生地中の水分を多く吸水するため、生地が硬くなると推察された。

また米粉の粒度が小さいほど凝固開始温度が低くなったことから、練り・発酵の過程で澱粉粒子中の水分含量が多くなり、焼成過程における澱粉の糊化開始温度が低くなるため、粒度が小さい生地ほど硬化が早く起こり、貯蔵弾性率が常に高い状態で推移するが、澱粉の崩壊も早くなるため、80℃以上では徐々に減少したと推察された。

3. 4 米粉パンの膨張力測定および断面観察

デンプン損傷度及び粒度がパンの品質に与える影響について検討した。

各粒度の米粉を用いて米粉パンを作成した結果、107 μm 以上の米粉で焼成した米粉パンは最も比容積が小さくなった(図4)。また、75 μm 以下および76-106 μm

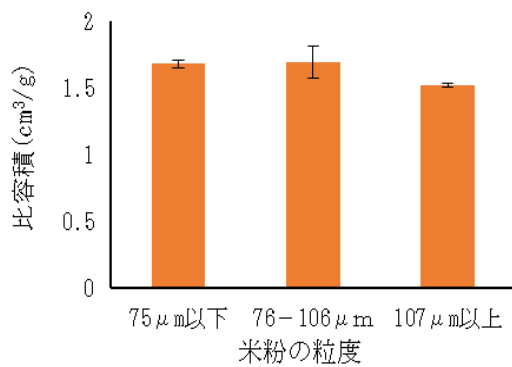


図4 粒度の違いによる米粉パン比容積の変化

の米粉で焼成した米粉パンの比容積は有意な差が見られなかった。このことから、106 μm以下の粒度が小さい米粉であれば膨らみが良くなることが分かった。

図5は、各粒度の米粉を用いて焼成した米粉パンの断面である。米粉パンのクラムを観察すると、75 μm以下、76-106 μm、107 μm以上の順に気泡が大きかった。この結果より、米粉パンの気泡の大きさは粒度に依存すると考えられた。

また、気泡の形は76-106 μmの米粉で焼成した米粉パンは円形であったが、75 μm以下、107 μm以上の場合には、横や縦に長い形になっていた。

これは、発酵・焼成過程において気泡同士の合体が起こっているため、円形が崩れたと推察される。

これまでの研究^{3,4)}より、きめが粗くなると中落ちやケービングを起こす可能性が高くなるため、きめの細かい米粉パンの方が安定した品質の米粉パンを製造できると考えられた。また、膨らみが良い米粉パンの方が好まれることから、76-106 μmの米粉を用いることで高品質な米粉パンを安定して作製できると考えられた。

以上のことより、米粉生地加工性は76-106 μmの米粉が最も優れていることが推察された。

4. まとめ

75 μm以下、76-106 μm、107 μm以上の粒度にふるい分けた米粉を用いて、各粒度の米粉および生地特性と、米粉パンの品質について検討した。

その結果、同一の製粉機で製造した米粉であっても、粒度が小さいほどデンプン損傷度は高くなることが明らかとなった。また、粒度が小さいほど練り・発酵時の生地の貯蔵弾性率が高く、焼成過程においても80℃付近までは同様だが、80℃以上になると75 μm以下の貯蔵弾性率が低下し、100℃では粒度が大きいほど貯蔵弾性率が高くなった。

米粉パンの品質については106 μm以下の米粉は膨らみが良く、クラムのきめは粒度が大きいほど細かくなった。以上の結果より、粒度の大きさは米粉パンの品質に影響を与え、76 μm-106 μmの米粉生地の加工性はほかの粒度区分よりも優れていることが明らかとなった。

また、生地特性と米粉パンの品質の関係については今後の課題として検討する必要がある。

【参考文献】

- 1) グルテンフリーの市場調査 HP : <https://www.imarcgroup.com/report/ja/japan-gluten-free-foods-beverages-market>
- 2) 水谷恵梨ら，食品科学研究所研究報告，No.2，pp.10-11,2020
- 3) 水谷恵梨ら，食品科学研究所研究報告，No.4，pp.1-5,2022
- 4) 水谷恵梨ら，食品科学研究所研究報告，No.5，pp.12-15,2023
- 5) 庄子真樹ら，日本食品科学工学会誌，第59巻第4号，pp.26-32,2012

置換割合 (%)	75 μm以下	76 μm - 106 μm	107 μm以上
断面			

図5 粒度の違いによる米粉パンのクラム断面