

道産米を用いた微細米粉の製造と加工利用

山木一史, 清水英樹, 岩下敦子, 太田智樹, 中野敦博, 佐藤理奈, 田中常雄

Production of fine-particle rice flour from rice produced in Hokkaido, and use of the flour

Kazufumi Yamaki, Hideki Shimizu, Atsuko Iwashita, Tomoki Ohta,
Atsuhiko Nakano, Rina Sato and Tsuneo Tanaka

Our rice flour production method uses the Drymeister (Hosokawa Micron Ltd., Japan), a powder processing machine with integrated grinding and drying, to produce rice flour with little starch damage, very fine particles, and low absorbency. This was achieved by raising the moisture content of rice to 35% (up from the 15% of dry rice) before processing and blowing 30°C air during grinding. The rice flour was found to be as suitable for sponge cake making as wheat flour is. Also, using this rice flour, high-quality rice-flour bread could be made by adding gluten and more water than when using wheat flour, in order to prevent the dough from becoming slurry.

米の生産量が多い北海道では、食味の良い米への品種改良および品質規格の高水準化により、高品質米の生産への取り組みが行われている。しかしながら、粒食としての米飯の消費量は減少傾向にあり、米粉利用の中心である和菓子においても市場がほぼ成熟しており、新規需要の開拓は困難になってきている。このような状況において、米の需要拡大のためには、これまでほとんど利用されることのなかった洋菓子やパン等の加工適性を付与するような新たな製粉技術の開発を行うことが要望されている。最近、新潟県において米粉を酵素処理した菓子・パン用米粉が開発、製造されたが^{1)~6)}、道内の企業が地元の米を原料として利用する場合には、製粉委託料に加えて輸送費等のコストがかさむことから、道内でも実施できる北海道産の独自製粉方法の開発が強く望まれている。

道内においては、前述のような粒食に対応する品質評価や機能性等の研究が多く実施されているのに比べ、道産米の粉碎加工やその粉の加工適性に関連する研究はこれまでほとんどない。一方、著者らはこれまでに道産の野菜を中心とする植物類を、粉碎乾燥複合機を用いるこ

とにより粉末に加工し、新たな食品素材として利用する方法を開発している。

本研究では、米粉の新規加工用途開発による道産米の需要拡大を目的とし、粉碎乾燥複合機を用いることで製菓適性および製パン適性の優れた微細米粉を製造する技術について検討を行ったので報告する。

実験方法

1. 試料

供試試料として、道産のきらら397を用いた。

供試米を洗浄し、水浸漬等により水分含量を15%および35%に調節した後、粉碎乾燥複合機（ホソカワミクロン社、ドライマイスタ DMR-1）を用い、送風温度を20°Cおよび130°Cとして粉碎を行った（DM粉）。得られたDM粉4種（①水分35%、送風温度130°C、②水分15%、送風温度130°C、③水分15%、送風温度20°C、④水分35%、送風温度20°C）の比較対象として、市販のパン・菓子用米粉4種、既存の製粉方法による米粉4種（ロールミル、スタンプミル、ピンミル、水挽き（胴搗き粉））を用いた。

2. 米粉の分析および形態観察

澱粉損傷率 (Megazyme 社製キット), 最大吸水率 (吸水 20 時間, 吸引濾過後 60℃ 減圧乾燥), 粒度分布 (平均粒径) を測定した. 併せて, 走査型電子顕微鏡 (日立製 S-2400) により粒子の形状を観察した.

3. スポンジケーキ加工適性試験

菓子加工適性としてスポンジケーキ加工適性を試験した. すなわち各種米粉について, 米粉:砂糖:卵が 1:1:1 となる配合で生地を調製し, ケーキ型に分注した後 180℃ で 30 分間焼成した.

焼成後に型から取りだして放冷したケーキを, 中心で半分にカットし, それぞれ中心部の高さを測定して膨張高とした. 各米粉ケーキの膨張高を比較対象に用いた小麦粉のケーキの膨張高で除した値を生地膨張率として, 試作したケーキの評価指標とした.

4. 製パン試験

パン加工適性は既存の製粉方法による米粉 3 種 (ロールミル, スタンプミル, ピンミル) および DM 粉について行った. まず, 製粉方法の異なる米粉について, 同一条件で製パン試験を行った後, 表 1 の配合表に基づき加水量を 71% ~ 80% に変化させた製パン試験を行った. いずれの試験も乾燥グルテン 15% を添加して実施した.

焼成したパンは重量を計量した後, 体積を菜種置換法により測定した. 焼成前の生地重量と焼成後のパン重量から焼減率を求めた. さらにパンの重量と体積から比容積を求めた. この焼減率と比容積を用いて, パンの評価を行った⁷⁾.

調製した米粉の発酵特性は, シリンダー法による生地膨張力測定試験とウォルフ改変法によるガス発生量測定試験により評価を行った. 発酵特性に関わる試験の加水量は 80% とした^{8) 9)}.

実験結果および考察

1. 製粉方法の異なる米粉の特性

各種の粉碎方法により得られた米粉の澱粉損傷率, 平

表 1 配合表

| | 配合比 (%) |
|---------|---------|
| 米粉* | 100 |
| 生イースト | 4 |
| 砂糖 | 5 |
| 食塩 | 2 |
| ショートニング | 8 |
| 水 | 71~80 |

数値はパーセント

*米粉はグルテン15%含む

表 2 米粉の分析結果

| | 澱粉損傷率 (%) | 平均粒径 (μm) | 最大吸水率 (%) |
|-------------|-----------|------------------------|-----------|
| <粉碎方法> | | | |
| ロールミル | 4.4 | 148.7 | 35.7 |
| スタンプミル | 7.4 | 106.6 | 36.6 |
| ピンミル | 9.2 | 77.0 | 42.2 |
| 水挽き | 1.2 | 32.9 | 34.8 |
| <市販品> | | | |
| N | 2.7 | 51.7 | 35.1 |
| K | 10.2 | 50.6 | 38.5 |
| S | 3.3 | 61.8 | 36.4 |
| F | 5.0 | 78.7 | 32.1 |
| <DM粉> | | | |
| ①水分35%・130℃ | 10.9 | 46.9 | 79.9 |
| ②水分15%・130℃ | 8.6 | 37.9 | 61.8 |
| ③水分15%・20℃ | 9.8 | 59.8 | 35.7 |
| ④水分35%・20℃ | 6.7 | 47.6 | 29.9 |

均粒径, 最大吸水率を表 2 に示した. 澱粉損傷率はロールミル, 水挽き, 市販品の 3 点, DM 粉の④が低い値を示した. 平均粒径はロールミルとスタンプミル以外の粉はいずれも小さい値を示した. 特に水挽きと DM 粉の②は粒径が 40 μm 以下の微粉であった. 最大吸水率はピンミルと DM 粉の①と②を除くと, いずれの粉も 30 ~ 40% の範囲の値を示した.

走査型電子顕微鏡を用いて, 各種米粉の粒子を拡大比較した. 比較の対象として, DM 粉の④を用いた. DM 粉④は粒径が最も小さく, 大きさにバラツキが少ないことが判明した. その他の製粉方法による米粉は, 粒度分布の結果とほぼ一致しており, いずれも DM 粉④よりも粒子が大きく, 大きさにもバラツキがみられた (図 1).

江川らはパン用米粉の具備条件として澱粉損傷が少ないこと, 粒度が細かいこと, 吸水性の低いことを指摘している³⁾. この観点からすると, DM 粉の④は十分な加工適性を持つものと推察された. DM 粉の①と②で最大吸水率が大きな値を示したのは, 乾燥時における送風温

表 3 スポンジケーキの性状

| | バター比重 | 中心部の高さ (mm) | 膨張率 (%) |
|------|-------|----------------|---------|
| 小麦粉 | 0.48 | 51.7 \pm 0.4 | 100.0 |
| ピンミル | 0.45 | 35.1 \pm 0.5 | 67.9 |
| 水挽き | 0.53 | 45.4 \pm 0.7 | 87.8 |
| N | 0.48 | 42.9 \pm 1.2 | 83.0 |
| S | 0.46 | 34.4 \pm 1.5 | 66.5 |
| DM① | 0.69 | 19.8 \pm 0.5 | 38.3 |
| DM② | 0.53 | 30.6 \pm 0.5 | 59.2 |
| DM③ | 0.48 | 27.4 \pm 1.5 | 53.0 |
| DM④ | 0.47 | 46.1 \pm 0.2 | 89.1 |

(平均値 \pm 標準誤差)

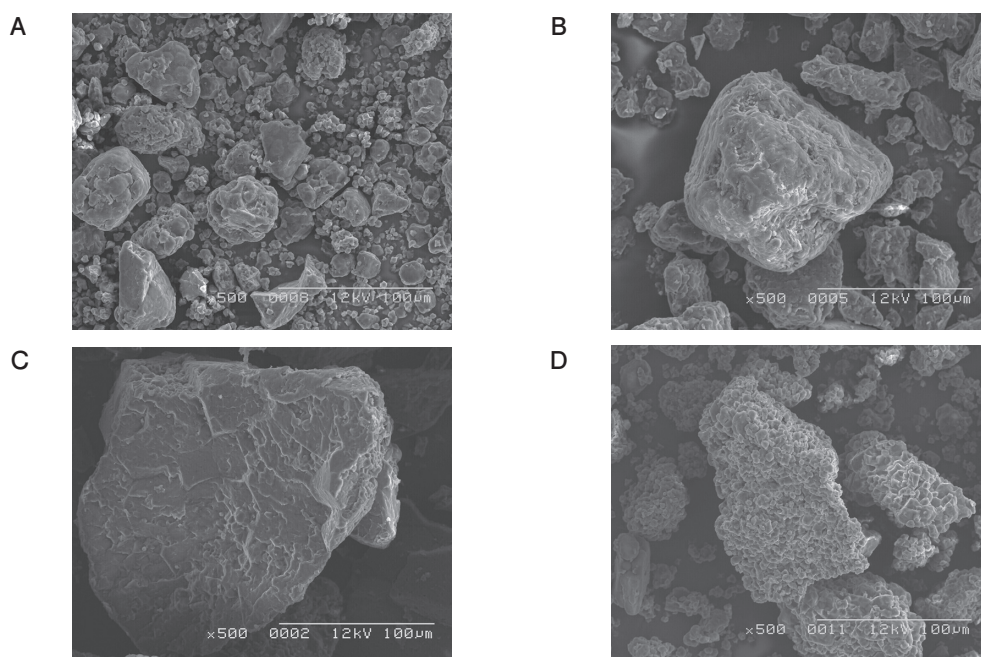


図1 製粉方法の異なる米粉の比較

A : DM粉④ B : ピンミル粉 C : ロールミル粉 D : スタンプミル粉

度が高く、米粉が部分的に糊化したためと判断された。

2. スポンジケーキ加工適性の検討

平均粒径の大きなものと澱粉損傷率の高いもの4点を除いた米粉についてスポンジケーキ加工適性試験を行った。結果を表3に、DM粉のスポンジケーキの外観を図2に示した。

スポンジケーキの生地膨張率が高い値を示したのは、DM粉の④、市販品N、水挽きの3点であり、いずれも澱粉損傷率が低く、粒子が微細であり、最大吸水率が低い米粉であった。特にDM粉の④はスポンジケーキの膨張率が小麦粉（薄力粉）の89%と最高値を示し、DM製粉の優位性が示唆された。一方、同じDM粉であっても処理条件が異なると膨張率は著しく劣ったことから、DM製粉により良好なスポンジケーキ加工適性を持つ米粉を調製するためには、前処理として十分に吸水を



図2 DM粉によるケーキの外観

(左から小麦粉、DM粉①、DM粉②、DM粉③、DM粉④)

行い、粉碎時の送風温度は低温で粉碎乾燥を行うことが重要と判断された。

3. パン加工適性およびパン製造方法の検討

各種米粉の製パン適性を調べるために、道内にて入手可能な既存の製粉方法3種類とスポンジケーキ適性試験において良好な結果を示したDM粉の④について行った。結果を図3に示したが、パンのボリュームはDM粉④、ピンミル粉、スタンプミル粉、ロールミル粉の順になり、分析試験のデータを裏付けする結果となった。

次に、DM粉④の製パン特性を把握するために、加水量を変化させて製パン試験を行った結果、加水量の増加と共にパンのボリュームが増加した（図4、表4）。生地の取扱自体は加水量が少ないほうが良好であり、加水量が75%を超えると生地がベタつき扱いにくくなるが、むしろベタつく状態のほうが焼成後の状態、特に膨化が良好であった。小麦粉で製パンした場合の加水量は最大で70%前後であることから、米粉の場合ミキシング条

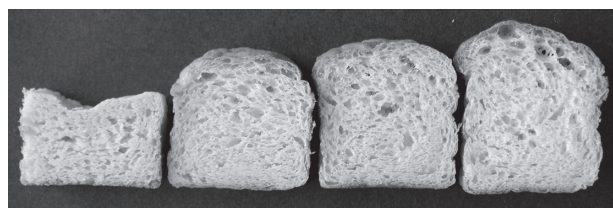


図3 各種米粉におけるパンの内相

(左からロールミル粉、スタンプミル粉、ピンミル粉、DM粉④)



図4 加水量を変させたDM粉④によるパンの外観
(左から71%、74%、77%、80%)

表4 加水量を変させた米粉パンの性状

| 加水量 | 71% | 74% | 77% | 80% |
|--------|------|------|------|------|
| 焼減率(%) | 9.4 | 10.1 | 11.5 | 11.6 |
| 比容積 | 2.25 | 2.46 | 2.55 | 2.79 |

* 米粉：DM粉④

件も工夫が必要と判断された。

米粉のパンは小麦粉のパンに比べボリュームが少ないことから、米粉を使用した生地の発酵特性を調べた。ガス発生量は時間の経過と共に増加するが、生地膨張力は時間の経過と共に著しく低下することが明らかになった(図5)。ガス発生という点では、米粉の生地はガス発生量が多く良好であるが、ガスの保持力が弱いために発酵途中においてガスが漏洩することにより、焼成すると「かま落ち」と呼ばれる現象によりボリュームが減少すると考えられる。そこで、DM粉を製パンに用いる場合には、生地ダメージを最小限にする製造法、すなわちノータム、かつ、ストレート法による製造が良いと判断された。

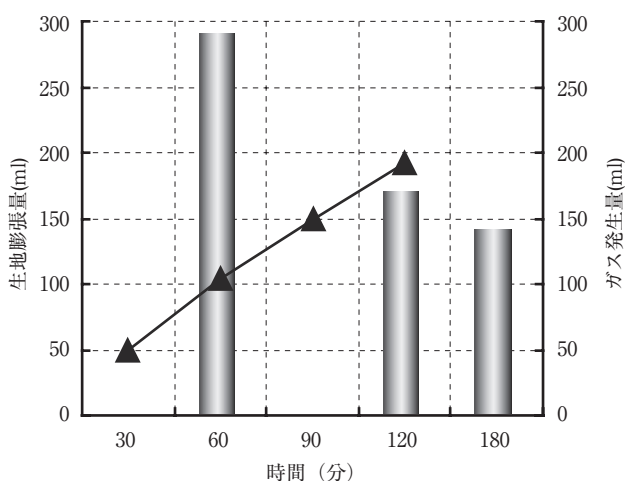


図5 米粉生地における発酵特性

* 米粉：DM粉④ ■ 生地膨張力 ▲ ガス発生量

要 約

粉碎乾燥複合機（ドライマイスタ）を用いた米粉製造では、前処理として十分に吸水を行い、粉碎時の送風温度を低温にすることにより、澱粉損傷が少なく、粒子が微細であり、吸水性の低い特性を持つ米粉が製粉できた。この米粉についてスポンジケーキ加工適性を検討した結果、小麦粉とほぼ同様の良好な加工適性を持つことが判明した。また、この米粉を用いて製パンを行う場合、小麦グルテンを添加し、加水量を増加させ、生地ダメージを最小限にする製造方法により、良好な米粉パンを製造できることが判明した。

文 献

- 1) 中林徹, 山崎栄次, 苔庵泰志, 栗田修, 坪内一夫, 井上哲志, 米を主原料としたパンの製造技術の開発, 三重県工業技術総合研究所研究報告, 24, 103-106 (2000)
- 2) 中村幸一, 米粉パンの開発, ジャパンフードサイエンス, 40, 55-59 (2001)
- 3) 高橋仙一郎, 米粉の開発とその商品展開, 食品工業, 45, 32-37 (2002)
- 4) 宗像良治, 小島信吾, 米粉パンと油脂について, 食品工業, 45, 38-46 (2002)
- 5) 川合敏之, トレハロースを使用した「米粉パン」の開発, 食品工業, 45, 47-51 (2002)
- 6) 江川和徳, 米粉パンの開発, 農林水産技術研究ジャーナル, 26, 11-16 (2003)
- 7) 内田迪夫, 官能的評価法, 「製パンプロセスの科学」, ((株) 光琳, 東京), pp.233-245 (1991)
- 8) 山内宏昭, 野田高広, 瀧川重信, 遠藤千絵, 高田兼則, 斉藤勝一, 小田有, 超強力粉ブレンド米粉の製パン性, 日本食品科学工学会第49回大会講演集, p.81, 名古屋 (2002)
- 9) 高野博幸, パン生地発酵力の測定装置・方法, 「製パンプロセスの科学」, ((株) 光琳, 東京), pp.141-150 (1991)