

## 宮崎県産米粉の製パン特性\*

高橋 克嘉\*<sup>1</sup>・角 昭彦\*<sup>2</sup>・柚木崎 千鶴子\*<sup>1</sup>

Properties of Bread Made of Rice Flour Produced in Miyazaki Prefecture

Katsuyoshi TAKAHASHI, Akihiko SUMI and Chizuko YUKIZAKI

米粉の利用普及拡大に向け、各種宮崎県産米（ミズホチカラ、南海 141 号、南海 166 号、宮崎 45 号、マイヒカリ、施肥量を変えたヒノヒカリ 3 種）の米粉製造及び製パン性について検討を行った。施肥の窒素含量を変えたヒノヒカリでは、タンパク質含量に差が見られたが、米粉製造及びそれを用いた米粉パンの製パン性への影響はほとんど見られなかった。ミズホチカラ及び南海 141 号はマイヒカリに比べ、乾式製粉では損傷澱粉率が低くなり、湿式製粉では粒径が小さくなる傾向が見られ、アミロース含量も他の品種に比べ高い値であった。製パン試験の結果、この 2 種のパン比容積は他の米粉より大きく、米粉パン製造適性が高いことが確認された。

キーワード：米粉、米粉パン、比容積、新規用途米

### 1 はじめに

日本の食糧自給率は低下傾向にあるが、その原因の 1 つは日本人の米離れにある。平成 21 年度の一人当たり米消費量は 58.5 kg/年と<sup>1)</sup>、ピーク時の半分以下のレベルまで落ち込んできている。また、水田利用率も 6 割程度と低下している。そこで米の消費拡大を目的とした、米の新規用途開発が進められており、米粉としての利用も多くの研究が行われている。

米粉利用法の一つとして「米粉パン」がある。米粉パンに関して様々な研究が行われており、その品質や膨らみは使用する米粉の特性により大きく変化することが分かってきている。そして米粉の特性は、原料である米の品種や、製粉方法等により違ってくる。当センターでは、通常は乾式で使用される衝撃式粉砕機でも、水分調整して粉砕することにより、製パンに適した米粉が製造可能であることを見いだした。

県総合農業試験場では各種米の試験栽培を行っている。その中には、米粉や飼料用に開発さ

れた収穫量の高い新規用途米や、米のタンパク量を増減させるために施肥窒素量を変化させて作付けされた米がある。米粉の利用普及拡大には、米粉に適した米の選択も重要となってくる。

本研究では、衝撃式粉砕機を用い、試験的に作付けされた各宮崎県産米の米粉を試作し、その製パン適性を比較したので報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 試験試料

使用した米は、ミズホチカラ、南海 141 号、南海 166 号、宮崎 45 号、ヒノヒカリおよびマイヒカリである。マイヒカリは、県が新規用途米作付けに推奨している品種であり、他の品種との比較に使用した。ヒノヒカリについては、米のタンパク質含量の増減をねらい、窒素含量を変えた 3 種の施肥（低窒素、中窒素、高窒素）で栽培した米を使用した。これらの米は、県総合農業試験場において平成 22 年度に試験栽培されたものである。マイヒカリのみ、県内の米穀店より平成 22 年度産を購入した。

#### 2-2 製粉試験

製粉には衝撃式粉砕機（(株)名濃製、HS-20 型）

\* 県産米粉の加工適性向上に関する研究（第 2 報）

\*1 食品開発部

\*2 総合農業試験場

を用い、精米から直接製粉を行う乾式製粉と、精米を水洗・浸漬して水分調整してから製粉を行う湿式製粉を検討した。湿式製粉の水分は60分間浸漬させた米を、1分間遠心脱水することにより調整した。製粉は0.2mmのスクリーンを用い、湿式は一度、乾式は二度粉碎機に通し、米粉を試作した。湿式製粉の米粉は、50℃で水分約13%まで乾燥し以下の試験に供した。試作した米粉の水分は、135℃常圧乾燥法により算出した。

### 2-3 米粉の各種物性測定試験

タンパク質含量はケルダール分析装置（スーパーケル 1500, ACTAC 製）で測定し、タンパク換算係数 5.95 を用いて換算した。見かけのアミロース含量は、Amylose / Amylopectin assay kit (Megazyme 社) により測定した。損傷澱粉量は Starch damage assay kit (Megazyme 社) により測定した。粒度分布はレーザー回折散乱式粒度分布計 (SALD-2000, 島津製作所製) で、湿式により測定した。米粉形状の観察は、走査型電子顕微鏡 (S-510, 日立製作所製) を用いて、加速電圧 15 kV, 倍率 150, 500 倍で観察を行った。

### 2-4 製パン試験

表 1 に示す原料及び配合により、米粉パンを製造した。製法は直捏生地法<sup>2)</sup>にて行った。油脂を除く原料をミキサー (KM-800, 愛工舎製作所製) を用いて 1 速 3 分, 2 速 2 分のミキシングした後、油脂を添加し 1 速 3 分, 2 速 2~3 分ミキシングした。生地は 420 g に分割し、10 分間ベンチタイムを取った。約 1 cm の厚さに麺棒でのばした後、ワンローフ型に整形して、パン型 (スルトン加工 1 斤型, 内寸 L180×W80×H90 mm) に詰め、38℃, RH80% に設定したホイロ (MH-T, (株) ワールド精機製) で 60 分発酵を行った後、電気オーブン (FE-21DT, (株) ワールド精機製) で 20 分焼成した (上火 205℃, 下火 200℃)。焼成後、米粉パンを室温で放冷し、1 時間後に重量、容積及びドウ高さを測定した。容積は、一定容器内にパンを静置し、空隙を菜種で充填することで容器内に占め

るパンの体積を計算する方法 (菜種置換法) で測定し、比容積 (パン容積 (mL) / パン重量 (g)) を算出した。

焼成後、常温で放冷し、1 時間後ナイロン袋に入れ、口を閉めて 1 日常温貯蔵した。厚さ 2 cm にスライスし、クラムの中央部を 4×4 cm にカットした試料をレオメーター (CR-200DS, (株) サン科学製) の試料台に設置し、直径 2 cm の円盤形プランジャーを圧縮速度 2.0 mm/s で作動させ、試料厚みに対する圧縮率が 25% の時点の応力を測定しパン硬さとした。

表 1 米粉パンの原料及び配合

原料	ベーカーズ%
米粉ミックス	100
米粉 (水分13%換算)	(85)
シトギグルテンミックス	(15)
食塩	1.8
砂糖	6
ドライイースト	1.5
脱脂粉乳	5
ショートニング	3
バター	3
水	74

## 3 結果および考察

### 3-1 施肥量の違う米粉の比較

施肥量を変えた 3 種のヒノヒカリを比較すると、高窒素施肥のものが他の 2 つに比べて 1%ほどタンパク質含量が高いという結果になった (表 2)。中窒素施肥と低窒素施肥のタンパク質含量には大きな差は見られなかった。損傷澱粉率、平均粒径について比較してみると、乾式、湿式どちらで粉碎した場合でも、3 種の間には明確な差は見られなかった。また、これらの米粉を用いて試作した米粉パンの比容積についても、乾式、湿式両方の米粉で、3 種の間には明確な差は見られなかった (表 3)。このことから、施肥量の違いによる米タンパク含量の差は、米粉製造及びそれを用いた米粉パンの製パン性に対してあまり影響を与えていないことが示唆された。

表 2 施肥を変えた米粉の成分特性

製粉	試料名	含水率 (%)	タンパク質 含量 (%)	アミロース 含量 (%)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	損傷澱粉率 (%)
乾式製粉	低窒素施肥	10.3			81.8	12.0
	中窒素施肥	9.9			84.6	11.9
	高窒素施肥	9.9			83.4	12.0
湿式製粉	低窒素施肥	12.5	5.2	17.1	75.5	1.4
	中窒素施肥	12.5	5.2	16.0	68.2	1.7
	高窒素施肥	13.1	6.2	16.8	68.0	2.1

表 3 施肥を変えた米粉の製パン特性

製粉	試料名	比容積 ( $\text{mL/g}$ )	硬度 (kPa) 1日目	パン高さ ( $\text{cm}$ )
乾式製粉	低窒素施肥	2.56	6.4	8.9
	中窒素施肥	2.54	6.2	8.6
	高窒素施肥	2.58	6.3	8.5
湿式製粉	低窒素施肥	3.42	3.5	12.2
	中窒素施肥	3.39	3.6	12.0
	高窒素施肥	3.48	4.5	11.6

### 3-2 品種の違う米粉の比較

タンパク質含量は、マイヒカリのみが6%台と高く、その他4品種は5%台であった(表4)。アミロース含量に関しては、ミズホチカラ、南海141号がマイヒカリより高い値を示し、南海166号と宮崎45号はマイヒカリよりも低い値を示した。南海166号と宮崎45号は、アミロース含量が15%より低い低アミロース米であった。

損傷澱粉率について見てみると、湿式製粉の米粉についてはすべて1~2%台と低く抑えられており、明確な差は見られなかった。一方、乾式製粉の米粉については、ミズホチカラが9.1%、南海141号が10.3%と他の米粉よりも低くなる傾向が見られた。

平均粒径について見てみると、乾式製粉の米粉については明確な差は見られなかったが、湿式製

粉の米粉についてはミズホチカラが49.7 $\mu\text{m}$ 、南海141号が55.5 $\mu\text{m}$ と他の米粉よりも小さくなる傾向が見られた。

Arakiら<sup>3)</sup>や興座ら<sup>4)</sup>は、損傷澱粉率と比容積の間に負の相関があることを報告している。また、既報<sup>5)</sup>により、粒度分布等の粒子構造が焼成時の釜のびに影響することを報告している。損傷澱粉率、平均粒径の結果から、ミズホチカラ及び南海141号は、損傷澱粉率が低く抑えられ、粒子も細かくなりやすい、製パンに有利な米粉を製造しやすい米であると考えられる。ただ、今回用いた米は、精米時に若干乾燥しすぎており、製粉時にその影響が出たことも考えられるため、米の乾燥状態も含めて今後さらに検討する必要があると考えられる。

表 4 各品種米粉の成分特性

製粉	試料名	含水率 (%)	タンパク質 含量 (%)	アミロース 含量 (%)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	損傷澱粉率 (%)
乾式製粉	ミズホチカラ	10.5			88.1	9.1
	南海141号	9.9			86.9	10.3
	南海166号	9.8			85.2	11.1
	宮崎45号	10.3			95.6	10.8
	マイヒカリ	11.3			91.7	12.4
湿式製粉	ミズホチカラ	12.9	5.1	19.9	49.7	2.3
	南海141号	14.3	5.4	18.0	55.5	2.4
	南海166号	13.3	5.3	14.4	89.7	2.2
	宮崎45号	13.4	5.0	13.3	78.5	1.6
	マイヒカリ	13.0	6.4	16.7	84.4	2.1

表 5 各品種米粉の製パン特性

製粉	試料名	比容積 (mL/g)	硬度 (kPa) 1日目	パン高さ (cm)
乾式製粉	ミズホチカラ	2.97	4.0	9.3
	南海141号	2.74	4.9	9.0
	南海166号	2.67	5.8	8.7
	宮崎45号	2.52	6.1	8.5
	マイヒカリ	2.56	5.9	8.3
湿式製粉	ミズホチカラ	3.60	4.7	12.2
	南海141号	3.62	5.3	12.1
	南海166号	3.27	5.2	11.7
	宮崎45号	3.19	4.7	11.6
	マイヒカリ	3.34	5.8	12.1

表 6 パン比容積と米粉の各成分特性間の相関係数

	タンパク質 含量 (%)	アミロース 含量 (%)	平均粒径 ( $\mu\text{m}$ )	損傷澱粉率 (%)
乾式製粉米粉 比容積(mL/g)	-0.347	0.833	-0.591	-0.838
湿式製粉米粉 比容積(mL/g)	-0.037	0.934	-0.894	0.767

それぞれの米粉を用いて製パン試験を行った結果、乾式、湿式両方の米粉においてミズホチカラ及び南海141号の比容積が他と比べて増大する傾向が見られた(表5)。また、乾式、湿式両方の米粉の各成分特性と製パン時の比容積との間の相関を見てみると、乾式製粉の米粉では損傷澱粉率が、湿式製粉の米粉では平均粒径が比較的高い相関を示した(表6)。これは、先の考察の内容を裏付けるものである。

また、このほかに、乾式、湿式両方の米粉において比容積とアミロース含量の間に比較的高い相関を認めた。高橋らは比容積とアミロース含量に相関があり比容積が最大となるアミロース含量は25%前後と推定されたと報告しており<sup>6)</sup>、今回の結果もその報告と合致している。

以上の結果から、アミロース含量が比較的高く、乾式製粉では損傷澱粉率が低く、湿式粉砕では粒子が細くなりやすいミズホチカラ及び南海141号は、米粉パン製造適性が高いと考えられた。

#### 4 まとめ

- 1) 施肥により米のタンパク質含量を変えても、製パン特性にほとんど影響は見られなかった。
- 2) ミズホチカラ及び南海141号は、乾式製粉では損傷澱粉率が低くなり、湿式製粉では粒径が小さくなる傾向が見られた。
- 3) アミロース含量、損傷澱粉率、粒度分布から、ミズホチカラ及び南海141号が製パンに適していると考えられた。

#### 5 参考文献

- 1) 農林水産省, 国民1人・1年当たり供給純食糧, 食糧需給表(2009)。
- 2) 内田迪夫, パンの種類と製法, 「製パンプロセスの科学」, 第1版, 田中康夫, 松本博編, (光琳, 東京), pp.1-26(1991)。
- 3) Araki, E., Ikeda, T., Ashida, K., Takata, K., Yanaka M. And Iida, S., Effects of rice flour properties on specific loaf volume of one-loaf bread made from rice flour with wheat vital gluten. Food Sci. Technol. Res., **15**, 439-448(2009)。
- 4) 興座宏一, 松木順子, 岡留博司, 岡部繭子, 鈴木啓太郎, 奥西智哉, 北村義明, 堀金彰, 山田純代, 松倉潮, 製粉方法の異なる米粉の特性と製パン性の関係, 食総研報, **74**, 37-44(2010)。
- 5) 高橋克嘉, 奥西智哉, 鈴木啓太郎, 柚木崎千鶴子, 鈴木保宏, 米粉パンの加工適性評価と宮崎県産米粉間の比較, 日本食品科学工学会誌, **58**, 55-61(2011)。
- 6) 高橋誠, 本間紀之, 諸橋敬子, 中村幸一, 鈴木保宏, 米の品種特性が米粉パン品質に及ぼす影響, 日本食品科学工学会誌, **56**, 394-402(2009)。