製粉方法を異にした米粉の性質

有坂将美*, 中村幸一*, 吉井洋一*

Properties of Rice Flour Prepared by Different Milling Methods

Masami ARISAKA,* Kouichi NAKAMURA* and Youichi YOSHII*

* Food Research Institute, Niigata Prefecture
(2-25, Shinei-cho, Kamo 959-13, Japan)

Rice flour has been used as an ingredient for making dango, daihuku-mochi and rice crackers in Japan. The quality of these food products appeared to be directly affected by the flour used. However, not much has been known about the quality factors of rice flour. Accordingly, we investigated the properties of rice flour prepared by two different methods: dry-milling and wet-milling.

The distribution of particle size of rice flours was affected by the type of the milling machine used. The forms of particles of the rice flour were different in dry-milling and wet-milling. The particles of rice flour from dry-milling were observed as fragments of rice grains. The wet-milled flour particles were observed as a cluster of starch granules. Dango made from the wet-milled flour tasted better and was slow in hardening.

From these results, we concluded that the property of rice flour was affected basically by the size and form of particles of the flour provided its starch was not highly damaged.

米加工食品の中には、原料である米をあらかじめ米粉の形態にしてから製造するものが多い。団子類、柏もち、大福もち、米菓などがそれである。これら食品の製造で、米を粉体にして使用する理由は、米澱粉の糊化を容易にするためである。

しかし、米粉の性質は製粉条件の影響を受け、結果的に団子類、米菓などの生地性状や製品品質が変化することになる。したがって、製粉方法による米粉の特性の相違を知ることは製造上、重要である。

米粉の調製条件とその性質に関しては、これまで谷地田ら¹⁾、Nishita ら²⁾により研究されている。谷地田らは、スタンプミル、ロールミル、ピンミルにより調製した上新粉(うるちの米粉)では、それぞれ粒度分布や吸水性が異なり、団子用の米粉としては粒度の細かいスタンプミル粉が優れていることを報告している。また Nishita らは、精白したうるち米をそのまま7種類の製粉装置(ターボ、ハンマー、ピン、ロール、ブレード、ビュラーコーヒー)で粉碎した試料の性質を調べ、粒度分布、色

調、糊化性、澱粉の損傷度などの相違を報告している。しかし、利用場面で、調製法を異にした米粉より生じる生地性状や製品品質の相違は、これらの研究だけでは理解できないことがある。このことは、これまでの研究では米粉の粒度を中心にして検討され、粒度とともにその性質に大きく影響すると予想される粒形態についての検討が欠けていたためと思われる。

そこで、うるちの米粉について、乾式製粉のロールミル粉、ピンミル粉、搗精粉、湿式製粉のスタンプミル粉、圧扁粉、水挽き粉、乾式および湿式で調製したジェットミル粉を試料に用い、粒度および粒形態を中心とした理化学的性質と、利用場面での例として、団子の加工性を調べ、米粉の調製条件とその特性を検討したので報告する。

実験方法

1. 試料

1) 精米

昭和63年新潟県産アキチカラ(うるち米、精米歩留90%)を用いた。

* 新潟県食品研究所 (959-13 加茂市新栄町 2-25)

2) 乾式製粉米粉

① ロールミル粉：(株)高井製粉所製で、水洗い・乾燥後の米をロールミル（ブレイキロール使用）で製粉したもの。② ピンミル粉：(株)高井製粉所製で、水洗い・乾燥後の米をピンミルで製粉したもの。③ 搗精粉（酒ぬか）：市販品で、酒造用米を研削式搗精機で搗精したときに得られる良質なぬか。

3) 湿式製粉米粉

① スタンプミル粉：(株)高井製粉所製で、水洗い後の水分が約 27% の米をスタンプミルで製粉したもの。② 圧扁粉：著者らの調製によるもので、試料精米を 4 回水洗いして一晩水漬けたのち、ザルで水切りし、水分約 33% になったものを大山鉄工所製圧扁粉砕機（スモースロール使用）で圧扁粉砕したもの。なお、この種類の米粉は米菓製造工程で一般的に調製され、使用されている。③ 水挽き粉：島田化学(株)製で、米を水洗いして水漬けにした後、グラインダーで磨砕し、圧搾・乾燥したもの。

4) ジェットミル粉

次の①～③の試料を、著者らが(株)躍進機械製作所製超微細粉砕機マイクロジェット KV 3 型で粉碎（ローター速度：7000 rpm，試料供給速度：約 30 kg/hr）して調製した。

① 精米：試料精米を 4 回水洗いして 20 分間水漬けし、ザルで水切り後、通風乾燥機で水分 15% 以下に乾燥したもの。② 浸漬米：試料精米を 4 回水洗いした後、一晩水漬けし、ザルで水切りし、水分約 33% になったもの。③ 圧扁粉：上記の 3)～② のもの。

2. 理化学的性質の測定方法

1) 粒度分布

試料 50 g をふるい（60, 100, 150, 200, 250 の各メッシュ使用）に取り、筒井理化学器械(株)製ロータップ標準ふるい振とう機で 30 分間ふるい分けし、各区分の重量比率を求めた。

2) 走査型電子顕微鏡観察

試料を試料台に貼った両面テープに散布し、金を蒸着し、(株)日立製作所製 S-415 型走査型電子顕微鏡（加速電圧 15 kV）で観察した。

3) 白色度

スガ試験機製 SM カラーコンピュータにより、白色度 $W(100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{0.5})$ を測定した。

4) 見掛け容積

角型プラスチック容器（5.6×9.2×2.6 cm）に試料を盛り、四隅を軽く叩いて詰め、過剰な部分を摺り切りに

して除き、粗充填としての見掛け容積を測定した。

5) 澱粉の損傷度

有坂ら³⁾の方法により次のようにして測定した。

澱粉損傷度 (%) は $(0.25 \text{ N 塩酸可溶性の全糖量} / \text{無水物米粉重量}) \times 100$ と表し、0.25 N 塩酸可溶性の全糖量は、試料約 500 mg を 0.25 N 塩酸溶液 50 ml の入った共栓三角フラスコに秤り取り、55°C 恒温水槽中で 2 時間振とうし、溶液をガラス製遠沈管に移して、遠心分離（1580×g, 20 分間）し、上澄液についてフェノール硫酸法で分析して求めた。

6) 吸水性

吸水性として、飽和吸水時の水分を奈良ら⁴⁾の方法に準じて次のように測定した。

まず、アリーソン氏管形ガラス濾過器（G4 型）に試料約 2 g を秤り取り、25°C で 24 時間吸水させた。次いで、この濾過器をガラス製遠沈管に入れてコルク栓を施し、遠心分離（1580×g, 40 分間）した後、沈澱物重量を測定して水分を求めた。

7) アミログラフィー

濃度 8% の試料分散液 500 g について、ブラベンダービスコグラフ（トルク：700 cmg，回転数：75 rpm，昇温速度 1.5°C/min）で、30°C から 96°C まで加熱して測定した。

3. 団子加工性

1) 製造法

試料 200 g を容器に採取し、水を加えて練り、常法により耳たぶほどの硬さの団子生地を調製した。それをプラスチックフィルムに入れ、真空包装機でシールした。次いで厚さ約 10 mm に圧延したのち、蒸し機中で 30 分間蒸気加熱し、室温で 2 時間放置して団子試料とした。

2) 生地水分および団子の硬さ

生地水分は、上記の 1) において、硬さを耳たぶほどにしたときの水分を測定した。

団子の硬さは、厚さ約 10 mm の試料片について、タケトモ電機製テンシプレス TTP-50 BX（ロードセル：10 kg 用，プランジャー：ルサイト 18 mm 使用）で、5 mm 圧縮したときの最高の応力値を硬さとして測定した。

実験結果および考察

1. 乾式および湿式製粉米粉の理化学的性質

1) 粒度分布

各種米粉の粒度分布は、Table 1 のようで、製粉方法により異なっていた。

Table 1. Particle size distributions of the rice flours prepared by dry-milling and wet-milling.

Rice flour		Percentage of flour passing over or through various screen meshes ^{a)}				
		Over 60 mesh	Over 100 mesh	Over 150 mesh	Over 200 mesh	Through 200 mesh
Dry-milling	Roller milled flour	0.0	32.9	37.1	12.9	17.1
	Pin milled flour	3.6	35.1	21.2	13.6	26.5
	Friction milled flour	0.0	2.5	2.7	5.5	89.3
Wet-milling	Stamp milled flour	0.0	5.9	16.8	15.8	61.5
	Press roller milled flour	40.2	19.9	10.1	8.4	21.4
	Disk milled flour	0.4	5.1	4.8	6.5	83.2

^{a)} Sample of 50 g flour was shaken through five screen mesh sieves for 30 min on a Ro-Tap testing sieve shaker.

200 メッシュのふるいを通過する比率が50%以上を細かいと表現し、それ以下を粗いと表現すると、細かい米粉は搗精粉、水挽き粉、スタンプミル粉で、粗い米粉はロールミル粉、ピンミル粉、圧扁粉であった。この結果、米粉の粒度は乾式、湿式の製粉方法の相違よりも、使用する製粉装置により影響を強く受けると考えられた。

粒度分布の特徴については、谷地田ら¹⁾が報告しているように、ピンミル粉が平均的な分布を、またロールミル粉は100 および150 メッシュに残留する比率がそれぞれ32.9、37.1%と多いことで、200 メッシュを61.5%通過するスタンプミル粉とは対照的な分布を示す傾向が見られた。一方、圧扁粉は、60 メッシュに残留する比率が40.2%と多かったが、200 メッシュを通過する比率も21.4%と比較的多く、偏った分布を示した。

2) 走査型電子顕微鏡による粒形態の観察

米粉の粒形態を走査型電子顕微鏡で観察した結果はFig. 1 のようであった。

粒形態は、乾式製粉米粉と湿式製粉米粉とで基本的に相違していた。特徴的には、乾式製粉米粉のロールミル粉、ピンミル粉、搗精粉は分割された組織体に、一方、湿式製粉米粉のスタンプミル粉、圧扁粉、水挽き粉は分離した澱粉粒の集合体になっているのが観察された。これらの粒形態の相違については、乾式製粉では堅い米が粉碎対象になるために、粉碎が分割形式になっていたのに微細化するのとどまり、一方の湿式製粉では軟らかい米が粉碎対象となるために、粉碎方法が必然的にずり形式になり、ずり作用により細胞組織のアミロプラスト中から澱粉粒が分離することによってと考えられた。

3) 白さ度および見掛け比容積

白さ度および見掛け比容積（粗充填）は Table 2 のよ

うであった。これらの項目はいずれも粒度に関係していることが認められた。

白さ度は、細かい米粉の水挽き粉、搗精粉、スタンプミル粉が高く、粗い米粉のロールミル粉、ピンミル粉、圧扁粉では低かった。この結果は、細かい米粉ほど白いとする Nishita ら²⁾の報告と同じであった。

見掛け比容積は、細かいとした米粉が大きく、粗いとしたものが小さかったが、粒度分布に偏りのあった圧扁粉は中間であった。なお、この値の小さい米粉は手で触れると重い感じのものであった。

4) 澱粉の損傷度

澱粉の損傷度は、Table 2 のようで、水挽き粉、圧扁粉、ロールミル粉、ピンミル粉が低かったが、搗精粉が45.6%と非常に高かった。またスタンプミル粉も9.0%とやや高かった。

搗精粉での値が高かったことについては、He ら³⁾により、乾式で精米を搗精するときに得られる粉は、X線回折図形が糊化したもののようになっていると報告されていることから、搗精機の金剛砂の研削作用により澱粉粒が損傷を受けたものと考えられた。スタンプミル粉の場合については、粉碎機内の米粉の滞留時間が長いときに澱粉の損傷度が高まるとした実験例⁴⁾があることから、スタンプミルの製粉速度の遅いことが原因していると考えられた。

以上のようなことから、澱粉の損傷度は、米粉の粒度や粒形態、また乾式や湿式の製粉方法に直接的な影響を受けずに、使用する製粉装置およびその操作条件が深く関係するように考えられた。

なお、走査型電子顕微鏡による粒形態の観察では、とくに乾式製粉米粉の粒形態が一見、粘土の塊のようにで澱

Table 2. Physicochemical properties of the rice flours prepared by dry-milling and wet-milling.

	Rice flour	Whiteness ^{a)}	Apparent specific volume ^{b)} (cm ³ /g)	Damaged starch ^{c)} (%)	Water absorption ^{d)} (%)	Amylograph peak viscosity ^{e)} (BU)
Dry-milling	Roller milled flour	89.3	1.53	3.0	35.0	550
	Pin milled flour	90.0	1.40	3.4	36.9	585
	Friction milled flour	93.8	2.08	45.6	57.9	110
Wet-milling	Stamp milled flour	93.1	1.88	9.0	44.9	460
	Press roller milled	91.6	1.63	1.4	35.0	560
	Disk milled flour	96.3	2.64	0.5	41.5	810

^{a)} Hunter color, calculated from $100 - [(100 - L)^2 + a^2 + b^2]^{0.5}$. ^{b)} Flour was packed loosely into a plastic box (5.6×9.2×2.63 cm). ^{c)} Sample of 500 mg flour dispersed in 50 ml of 0.25 N HCl solution was shaken at 55°C for 2 hr and centrifuged at 1580×g for 20 min. Damaged starch (% glucose) was determined as (0.25 N HCl soluble carbohydrate/sample dry weight)×100. ^{d)} Sample of 5 g flour in a sintered-glass filter (G4) was soaked in water at 25°C for 24 hr, and centrifuged in the centrifuge tube with a cork stopper at 1580×g for 40 min. Water absorption was expressed as moisture content of the precipitate. ^{e)} Determined at 8% concentrations.

粉が損傷しているように思えたが、澱粉損傷度との関連は認められなかった。

5) 吸水性

米粉の性質の相違を吸水性から調べるねらいで、飽和吸水時の水分を測定した結果は Table 2 のようであった。

奈良ら⁴⁾は、うるち澱粉の飽和吸水時の水分を 40.5% と報告している。本実験で、この値に近いものは水挽き粉であった。これに対して、ロールミル粉、ピンミル粉、圧扁粉は 35.0～36.9% の範囲にあって低かった。一方、搗精粉は 57.9% と高く、スタンプミル粉も 44.9% とやや高かった。ロールミル粉、ピンミル粉、圧扁粉における値が低い理由は不明であったが、搗精粉、スタンプミル粉における値が高いことは、前述の澱粉損傷度に関係しているように考えられた。すなわち、澱粉の損傷により糊化のような状態を生じて、吸水能が高まったことによると考えられた。

6) アミログラムの最高粘度

アミログラムの最高粘度は、Table 2 のようで、水挽き粉が最も高く、次いでピンミル粉、圧扁粉、ロールミル粉、スタンプミル粉、搗精粉の順であった。この中で、澱粉損傷度の高い搗精粉が掛け離れて低い値を示した。

これらの最高粘度は、小麦粉澱粉で認められている⁷⁾ように、澱粉の損傷度が高まるにともない低下する傾向にあった。このようなことから、アミログラムの最高粘度においても、澱粉の損傷度において述べたような要因が試料間の相違に関係していると考えられた。

2. ジェットミル粉の理化学的性質

上述の結果から、米粉の性質は基本的には粒度と粒形態が関係し、粒度は主に使用する製粉装置により、粒形態は米の状態すなわち乾式、湿式の相違により大きく影響を受けるものと考えられた。そこで次に、同一の製粉装置を使用して乾式および湿式の製粉による米粉の特性の相違をより詳しく知るねらいで、超微粉碎機ジェットミルで精米、浸漬米、圧扁粉を処理して米粉を調製し、まず、その理化学的性質を調べた。

1) 粒度分布

粒度分布は Table 3 のようであった。ジェットミルにより調製した米粉はいずれも 200 メッシュのふるいを 94.6% 以上通過するほどに細かった。この結果、米粉の粒度はやはり使用する製粉装置により強く影響されると考えられた。しかし、湿式製粉である浸漬米および圧扁粉からのジェットミル粉は、乾式製粉である精米からのジェットミル粉よりやや細かい傾向にあった。同一の製粉装置を使用している場合には、湿式製粉では軟らかい米が粉碎対象になることから、その粒度は乾式の場合よりやや細かくなると考えられた。

2) 走査型電子顕微鏡による粒形態の観察

走査型電子顕微鏡により粒形態を観察した結果は Fig. 2 のようであった。

乾式製粉米粉である精米からのジェットミル粉の粒形態は、やはり米粒の分割された組織体であることが観察された。一方、湿式製粉米粉である浸漬米からのジェットミル粉では、米粒の分割された組織体が主体になり、

Fig. 1. Microstructure of the rice flours prepared by dry-milling^{a)} and wet-milling^{b)}.

a) Dry-milling : 1, Roller milled flour ; 2, Pin milled flour ; 3, Friction milled flour.

b) Wet-milling : 4, Stamped milled flour ; 5, Press roller milled flour ; 6, Disk milled flour.

Fig. 2. Microstructure of the rice flours prepared using a jet mill.

1, Flour from polished rice grain; 2, Flour from soaked polished rice grain; 3, Flour from press roller milled rice flour.

そこへ米粒の分割組織体から分離した澱粉粒が散在していた。また、同じ湿式製粉米粉である圧扁粉からのジェットミル粉では、米粒の分割組織体から分離した澱粉粒の集合体になっているのが観察された。

この結果、製粉は米の微細化処理にはかからないが、湿式製粉では米が軟らかいために、その処理で細胞組織のアミロプラスト中から澱粉粒が分離しやすい状態になることが判明した。そして、湿式製粉の中でも、とくにスムースロールによる圧扁粉砕のようなずり作用をとるような処理が加わる場合には、その粒形態は分割された組織体から分離した澱粉粒の集合体のように変化すると考えられた。

3) 白色度、見掛け比容積

白色度および見掛け比容積は Table 4 のようであった。

白色度は、精米<浸漬米<圧扁粉からのジェットミル粉の順になり、粒度が細くなるにともなわずかに高まる傾向にあった。

粗充填の見掛け比容積は精米<浸漬米<圧扁粉からのジェットミル粉の順に大きくなった。このことには、粒度とともに粒形態が関係しているように考えられた。すなわち、粒度が細くなり、かつ組織が崩壊して澱粉粒が分離するようになると、粒子間の間隙が大きくなって比容積が増大するものと考えられた。

4) 澱粉の損傷度

澱粉の損傷度は Table 4 のようであった。

精米からのジェットミル粉は澱粉損傷度が14.6%とやや高く、浸漬米および圧扁粉からのジェットミル粉のそれは4%以下で、低かった。この結果、米粉の澱粉損傷度は湿式製粉が乾式製粉より低くなることが明らかになった。

このことについては、粉砕対象物である米の物理的強度とその内部の微細構造が関係しているように考えられた。すなわち湿式製粉では、水分の多いものが粉砕対象になるためにその物理的強度が低いことで、容易な粉砕過程になっていることが影響していると考えられた。また米粒の微細構造については、Saio⁸⁾が、精米を水漬けしたときの米粒内部の微細構造を走査型電子顕微鏡で観察し、水漬け処理が澱粉粒間のセメント物質をルーズにして、澱粉粒を単一粒子に分離させることを認め、このような処理が損傷のない澱粉粒を得るに有効であると推察している。これらのことから、湿式製粉では、米の水漬けにより澱粉粒間のセメント物質のルーズ化の程度が高くなり、その結果として澱粉粒が分離しやすくなっていると考えられた。

Table 3. Particle size distributions of the rice flours prepared using a jet mill.

Ingredient	Percentage of flour passing over or through various screen meshes ^{a)}				
	Over 100 mesh	Over 150 mesh	Over 200 mesh	Over 250 mesh	Through 250 mesh
Polished rice grain	2.0	2.0	5.4	17.8	72.8
Soaked polished rice grain	0.3	0.0	1.5	16.9	81.3
Press roller milled rice flour	0.0	0.5	0.7	10.6	88.2

^{a)} See Table 1.

Table 4. Physicochemical properties of the rice flours prepared using a jet mill.

Ingredient	Whiteness ^{a)}	Apparent specific volume ^{b)} (cm ³ /g)	Damaged starch ^{c)} (%)	Water absorption ^{d)} (%)	Amylograph peak viscosity ^{e)} (BU)
Polished rice grain	93.0	1.77	14.0	44.8	610
Soaked polished rice grain	93.2	2.29	2.5	35.7	775
Press roller milled rice flour	93.8	2.83	3.6	39.6	600

^{a-e)} See Table 2.

5) 吸水性

吸水性として調べた飽和吸水時の水分は Table 4 のようであった。

飽和吸水時の水分は圧扁粉からのジェットミル粉が 39.6% であるのに対して、浸漬米からのものが 35.7% で低く、精米からのものが 44.8% とやや高かった。この場合においても、浸漬米における値が低い理由は不明であったが、精米において高かったことは、先述のように、澱粉損傷度の高いことが関係していると考えられた。

6) アミログラムの最高粘度

アミログラムの最高粘度は Table 4 のようであった。いずれの試料も 600 BU（濃度 8% 分散液）と高かったが、浸漬米からのジェットミル粉がより高い傾向にあった。これら試料の場合、前述のような澱粉の損傷度との関係はとくに認められなかった。このため、その相違の原因は不明であった。

このことについて、この試験とは別に、精白したもち米を試料とした場合も調べたが、これらの結果と同じような傾向にあった。

3. 団子加工性

次いで、団子加工性を調べた。なお、比較試料として、乾式および湿式の製粉米粉であるロールミル粉、スタンプミル粉を用いた。その結果は Table 5 のようであった。

米粉に水を加えて耳たぶほどの硬さにしたときの生地

水分を調べた。その結果、精米からのジェットミル粉における生地水分はロールミル粉より多かった。このことから、生地水分は、米粉の粒度が細かくなると多くなると考えられた。また、圧扁粉からのジェットミル粉における生地水分は、スタンプミル粉と同じくらいであったが、精米および浸漬米からのジェットミル粉よりやや多かった。このことから、生地水分は、粒形態が分離した澱粉粒の集合体になると水が粒に含まれやすくなり、多くなると考えられた。

生地水分の多いことは一般に吸水性に優れると評価されるが、それには粒度とともに、粒形態によっても影響されると考えられた。なお、団子における生地水分と米粉の吸水性（飽和吸水時の水分）とは、関係づけられなかった。

米粉に水を加えて調製した生地は、次の工程で、一定の形状に成型して蒸すか、蒸してから一定の形状に成型される。成型にかかわる生地の性質は団子製造の能率を大きく左右する。前の方法では生地がダレずに変形しないことが、また後の方法ではベタツキがなく、伸びの必要である。これらの成型性は、スタンプミル粉も良かったが、圧扁粉からのジェットミル粉がより優れていた。しかし、精米および浸漬米からのジェットミル粉においては、ロールミル粉とともそれほど良くなかった。団子の食味は、圧扁粉からのジェットミル粉による団子が舌触り、口溶け、コシ（粘弾性）の点で最も

Table 5. Properties of dango made from rice flours prepared using a jet mill, roller mill and stamp mill.

Rice flour	Moisture content of dough ^{a)} (%)	Moulding characteristic of dango	Hardness of dango ^{b)}			Eating quality profile of dango
			3 hr (kg)	1 day (kg)	3 day (kg)	
Jet milled flour						
From polished rice grain	51.5	Neither good nor bad	0.6	1.7	5.7	Smooth, elastic but slightly poor meltable.
From soaked polished rice grain	50.7	Neither good nor bad	1.0	3.8	9.7	Smooth, elastic but slightly poor meltable.
From press roller milled rice flour	54.5	Very good	0.6	0.8	2.6	Very smooth, elastic and good meltable.
Roller milled flour	43.9	Neither good nor bad	1.3	3.7	7.8	Slightly coarse and firm.
Stamp milled flour	55.1	Good	0.9	0.9	1.7	Smooth, elastic and good meltable.

^{a)} Water was added until dough hardness was like a person's earlobe. ^{b)} Determined by Tensipresser (sample thickness, 10 mm; load cell, 10 kg type; plunger, 18 mm ϕ).

優れ、次いで良い評価を受けたのはスタンプミル粉であった。精米および浸漬米からのジェットミル粉の団子はロールミル粉よりも良い評価を受けたが、口溶けに問題があった。団子の日持ちに関係する硬化は、圧扁粉からのジェットミル粉による団子がスタンプミル粉と同程度に遅く、その可食期間は3日間くらいであった。精米および浸漬米からのジェットミル粉による団子は硬化ロールミル粉と同じように早く、その可食期間は1日間くらいと短かった。これらの相違については、直接的には生地水分が影響していると考えられた。

以上のように、同一の製粉装置を使用しても乾式および湿式で調製した米粉は団子加工性が異なることが認められた。この相違については、澱粉の損傷度やアミログラムの最高粘度などの理化学的性質よりも、最も基本的な性質である粒度と粒形態が深く関係しているように考えられた。圧扁粉からのジェットミル粉のように、粒度が細かく、かつ粒形態が分離した澱粉粒の集合体になっている場合には、粒子間の間隙が多く、したがって吸水性の高いことが容易に想定される。また、そうした米粉は、加熱して澱粉粒が糊化するときに、細胞組織に阻害されることなく十分な膨潤がなされるであろう。それらのことが相まって、一般的な評価において、団子加工性に好ましい影響を及ぼしたものと考えられた。

要 約

乾式製粉のロールミル粉、ピンミル粉、搗精粉、ジェットミル粉、湿式製粉のスタンプミル粉、圧扁粉、

水挽き粉、ジェットミル粉を試料に用い、製粉方法を異にする米粉の特性を調べた。

1) 粒度は水挽き粉、ジェットミル粉、搗精粉、スタンプミル粉が細かく、圧扁粉、ロールミル粉、ピンミル粉が粗かった。

2) 粒形態は、乾式製粉米粉においては分割された組織体になり、ずり作用をとまう湿式製粉米粉においては分離した澱粉粒の集合体になっているのが走査型電子顕微鏡で観察された。

3) 粒形態が分離した澱粉粒の集合体となっている米粉からの団子は、食味が優れて、硬化が遅い傾向にあった。

4) 以上のようなことから、米粉の性質には粒度と粒形態が基本的に関係し、粒度には製粉装置が、粒形態には乾式、湿式の製粉方法が影響すると考えられた。

終わりに、本報告の纏めに、種々のご助言を賜りました新潟県食品研究所所長今井誠一博士に深謝します。

文 献

- 1) 谷地田武男, 中島幸一, 金子町子: 新潟食研研報, **11**, 37-43 (1970).
- 2) K. D. NISHITA and M. M. BEAN: *Cereal Chem.*, **59**, 46-49 (1982).
- 3) 有坂将美, 吉井洋一: 新潟食研研報, **26**, 11-14 (1991).
- 4) 奈良省三, 山口献三, 岡田勝宏: 澱粉工誌, **16**, 1-4 (1968).

-
- 5) G. C. HE and H. SUZUKI : *Cereal Chem.*, **65**, 307-312 (1988).
6) 農林水産技術会議編 : 「米の新加工食品の開発」, p. 75 (1984).
7) A. D. EVERS and D. J. STEVENS : *Starch/Stärke*, **40**, 297-299 (1988).
8) K. SAIO and A. NOGUCHI : *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **30**, 331-338 (1983).
(平成3年10月21日受付, 平成4年1月29日受理)