

梅花女子大学 機関リポジトリ

ブランド米粉『清水っ粉』の2種類の粉の成分と調理特性

著者	岡崎 久美, 守田 愛梨, 岩城 啓子
雑誌名	梅花女子大学食文化学部紀要
号	8
ページ	15-26
発行年	2020-03-20
URL	http://doi.org/10.20832/00000208

ブランド米粉『清水っ粉』の2種類の粉の成分と調理特性 The Composition of Two Types of Brand Rice Flour “Shimizukko” and Their Cooking Characteristics

岡崎久美¹ 守田愛梨¹ 岩城啓子^{1,2}

OKAZAKI Kumi MORITA Airi IWAKI Keiko

要旨

高槻市清水地域産限定のブランド米粉『清水っ粉』のグルテンフリーとグルテン添加（以下、SとSG）の成分と調理特性を、近隣地域JAの米粉のグルテンフリーとグルテン添加（以下、TとTG）と比較した。たんぱく質含量は、SがTより0.7%低かったが、SGはTGより1.7%高く、SGのグルテン添加量がTGより多いことが示唆された。SとTのヨウ素吸収曲線は類似していたが、粒子径分布（メディアン径）はSがTより小さく（41.1 μm , 69.3 μm ）、損傷澱粉量はSがTより少なかった（6.1%, 8.4%）。SGで焼いた食パンは、TGより膨化し凝集性も大きかった（ $p < 0.01$ ）。製パン性の違いは、澱粉粒子径とグルテン量が影響していると考えられた。グルテンフリー米粉懸濁液の粘度（40 $^{\circ}\text{C}$ ）では、Sは濃度14%から46%まではほとんど上昇せず、損傷澱粉量が少ないことを反映していた。SとTの原料米に大きな違いはなく、製粉方法によって調理特性の違いが生じたと思われる。

キーワード：米粉， 粒径， 損傷澱粉， 米粉パン， 米粉パンの凝集性

Abstract

The composition of two types of brand rice flour “Shimizukko”, one gluten-free and one with gluten (indicated by S and SG), and their cooking characteristics were analyzed and compared with two types of rice flour (T and TG) produced by the neighborhood JA (Japan Agricultural Cooperatives). S contained 0.7% lower protein content than T, but the protein content of SG was 1.7% higher than TG. It suggested that more gluten was added to SG than to TG. The particle distribution profile of S demonstrated a smaller median particle size (41.1 μm) in comparison to T (69.3 μm). The damaged starch content of S was less than T (6.1%, 8.4%). The one loaf of bread made from SG indicated a larger specific volume and larger cohesiveness than the TG one. It was considered that the difference in the property

of the bread was influenced by the starch particle size and the amount of gluten. The viscosities (40°C) of gluten-free rice flour suspensions demonstrated that those of S hardly increased from 14% to 46% rice content, reflecting the smaller amount of damaged starch content. In conclusion, the differences found in cooking characteristics may due to differences in milling methods.

Keywords: rice flour, particle size, damaged starch, rice bread, cohesiveness of rice bread

¹ 梅花女子大学 食文化学部 管理栄養学科 ² 畿央大学 健康科学部 健康栄養学科

¹ Faculty of Food Culture, Baika Women's University.

² Faculty of Health Sciences, Kio University.

I. 緒 言

米は、従来から粒食として主食に用いられるほか、上新粉や白玉粉として粉に加工され団子や饅頭などの和菓子を中心に利用されてきた。近年、食卓の欧米化と主食の消費量の減少が影響し、日本人1人当たりの米の年間消費量は年々減少傾向にある。平成29年度の米の年間消費量は、消費のピークであった昭和37年度(118kg)と比べて約半分程度(54kg)にまで減少している¹⁾。

小麦などの畑作物の栽培に向かない水田を多く有する我が国では、米を小麦の代替えとして活用することは、食料自給率の低下抑制のためにも急務であった。そのため、『21世紀新農政2008』において、「米を、消費が減少している『ご飯』としてだけでなく、『米粉』としてパン、麺類等に活用する取組を本格化する」ことが掲げられ、国内における食料供

給力の強化の取組の一つとして、米利用の新たな可能性が追求されてきた²⁾。さらに、米粉は小麦アレルギー代替食品としても有用であることから、パンやケーキ、麺類など小麦主体であった加工食品の用途に適した品種の開発も進んでいる^{3,4)}。また、加工施設の整備や乾燥調製・集出荷貯蔵施設の整備等の支援も実施され、様々な種類の米粉が販売されている⁴⁾。

本研究で用いた米粉は、大阪府北東部に位置し、本学所在地にも隣接している中核都市である高槻市の商工会議所が、「おおさか地域産業資源活用サポート事業」に取り組む(株)高谷を支援して生まれた高槻市清水地域産限定の米を原料としてつくったブランド米粉である。

高槻市は、ベッドタウンとして発展する傍ら、トマトやしいたけ、いちごなどの特産品を栽培するが、市内耕地面積の94.6%を水田

が占め、米は市内全域で約 2,020 トン栽培し、品種はヒノヒカリやキヌヒカリなど主食用の食味良好品種が中心である⁵⁾。

本研究では、このブランド米粉『清水っ粉』の 2 種類の米粉（グルテンフリーとグルテン添加）の成分と調理特性を調べ、同市 JA の米粉（グルテンフリーとグルテン添加）と比較検討した。

II. 実験方法

1. 試料

1) 米粉

高槻市清水地域産限定のブランド米粉（商標登録：清水っ粉）のグルテンフリーとグルテン添加（以下 S と SG と示す）と、近隣地域 JA 製造・販売の米粉のグルテンフリーとグルテン添加（以下 T と TG）は、平成 31 年 4～5 月製造のものを用いた。『清水っ粉』の原料米は高槻市清水地域産限定のヒノヒカリを主としたものであるのに対し、比較対照も高槻市産ヒノヒカリ、キヌヒカリを主原料米としていると考えられる。

2) 試薬

試薬は、特別な記載のある場合を除いて全て特級を用い、学生実験で用いている食品学実験書⁶⁾に従って調製した。

3) 食パン材料

米粉以外の材料は、市販の上白糖（三井製糖（株））、スキムミルク（雪印メグミルク（株））、食塩（（公財）塩事業センター）、無

塩バター（雪印メグミルク（株））、ドライイースト（日清フーズ（株））を用いた。

2. 測定

1) 米粉の一般成分の測定

方法は、食品表示基準の別添 栄養成分等の分析方法等⁷⁾に従った。

水分含量の測定は、米粉は 135℃2 時間常圧加熱乾燥法で、パンは 135℃1 時間常圧加熱乾燥法で行った。たんぱく質量は、自動水蒸気蒸留装置（Gerhardt Analytical Systems VAP200）を用い、ケルダール法によって定量した窒素量に、窒素-たんぱく質換算係数 5.95（米、米製品）を乗じて算出した。脂質量は、穀類及びその加工品の分析に用いられる酸分解法により測定した。灰分は、電気マッフル炉（EYELA TMF-4000）により直接灰化法（550℃）で測定した。

2) ヨウ素吸収曲線

米粉をアルカリ糊化したのち、澱粉量をフェノール硫酸法で測定し、澱粉 1mg 当量の溶液に 1%I₂-10%KI 溶液を 0.2ml 加え 25ml に定容し、分光光度計（UV-160, 島津）により 500～700nm の吸収曲線を測定した。

3) 米粉の光学顕微鏡による観察

米粉（グルテンフリー）少量をスライドガラスにのせ、水で分散させて光学顕微鏡（ECLIPSE E100LED, Nikon）を用いて、20×10 倍で観察した。

4) 粒子径分布の測定

米粉（グルテンフリー）の粒子径分布は、レーザー回折式粒度分布測定装置（SALD-2200, 島津）を用い、湿式法で測定した。また、水に懸濁した試料を超音波処理し、超音波処理による変化を経時的に観察した。

5) 損傷澱粉量の測定

損傷澱粉量は、損傷澱粉測定キット（日本バイオコン（株））を用いて測定した。

表 1. 米粉パンの配合割合

材料	重量 (g)
米粉（グルテン添加）	300
砂糖	20
スキムミルク	15
塩	5
バター	25
ドライイースト	4.5
水	230

3. グルテン添加米粉の製パン性

1) 焼成方法

米粉食パンは、自動ホームベーカリー（パンくらぶ, 象印 BB-HE10 型）を用い、米粉パンコースで焼成した。配合割合は、ホームベーカリー付属の取扱説明書に、米粉パンの配合割合として示されている表 1 を用いた。

2) 食パンの比容積の測定

焼成した食パンは粗熱をとった後、プラスチック袋に入れて室温で 1 日置いたのち、その後の測定に用いた。比容積は、菜種法で測定した容積を重量で除して求めた。

3) 内相と外相の水分含量

食パンは、スライサーを用いて 16mm の厚さに切りそろえたのち、内相と外相（側面）の一部を試料として約 5g 採り水分量測定に用いた。

4) テクスチャー試験

厚さ 16mm に切りそろえたパンの内相部分を正方形（30mm×30mm）に切り出して試料を作成した。テクスチャーの測定は、クリープメーター（RE-3305S, (株) 山電）を用いて、かたさ（応力）、凝集性、A1 エネルギーを求めた。測定条件は、直径 16mm の円形プランジャーを使用し、測定歪率 30%、測定速度 5mm/sec とした。

4. 米粉の糊化特性とバターの粘度測定

米粉（グルテンフリー）の糊化特性（米粉濃度 14%）は、アルミ缶に 25ml の水を入れたのち、4.0g の米粉を加え、直ちにプラスチックのパドルをつけてラピッドビスコアライザー（RVA-super-3, Newport Scientific 社）に設置し、初期温度 50℃、昇温 95℃（4 分 48 秒まで）、保持（7 分 18 秒まで）、冷却 50℃（11 分 06 秒まで）、保持の設定で行った。また、バター（高濃度米粉懸濁液）の粘度は、

40°C 10 分間の設定で測定し Viscosity (cp) を求めた。

5. 統計処理

全ての測定について、それぞれ 3 回行った結果の平均値と標準偏差を求めた。二つの試料間の有意差については、Student の t-検定で有意差検定を行い、その p 値で示した。

III. 結果および考察

1. 米粉の一般成分

米粉の一般食品成分を表 2 に示した。水分含量は、T のみは 12.7% と他よりも約 1% 高かったが、これ以外はグルテンフリーもしくは添加に関係なく、ほぼ同程度の 11.4~11.8% であった。この結果は食品成分表⁸⁾記載の米粉 (11.1%) とほぼ同程度であるが、T のみはやや高い傾向がみられた。たんぱく質含量は、S は 5.3% で、T (6.0%) や食品成分表値 (6.0%) と比べて低かったが (p<0.05)、グルテン添加米粉では、SG (19.6%) は TG (17.9%) よりも 2% 近く高く (p<0.05)、SG

の活性グルテン添加量が多いことが示唆された。米のたんぱく質含有量と食味の関係については古くから研究されており^{9,10)}、米はたんぱく質含量が低いほど粘りがあって食味のよい米であるとされている。石間ら⁹⁾は、たんぱく質含量 6.5~11% (乾物換算、精白米 100mg 当たりではおよそ 5.6~9.5% とと思われる) の 69 点の精白米について『もっとも悪い』から『もっとも良い』の 11 段階の評価尺度を用いた食味評価を行い、

食味評価値 = 4.79 - 0.567 × たんぱく質含量の回帰式を得ている。S と T のたんぱく質含量の差は食味評価値差 0.4 点と求められるが、石間らも述べているように回帰式と実際の評価値との間には最大 1 点のずれがあり、たんぱく質含量以外にも食味を左右する要因があると考えられているので、S と T の原料米の食味評価にはほとんど差はないといえるが、両者共に食味良好米のたんぱく質含量範囲であった。脂質含量は全試料間で有意差がなく、食品成分表値とも合致した。灰分含量は、S

表 2. 米粉の一般成分 (n=3)

(g / 100g)

	グルテンフリー米粉			グルテン添加米粉			成分表値 ⁸⁾
	S	T	p	SG	TG	p	
水分	11.8 ± 0.0	12.7 ± 0.1		11.7 ± 0.0	11.4 ± 0.0		11.1
たんぱく質	5.3 ± 0.2	6.0 ± 0.2	*	19.6 ± 0.0	17.9 ± 0.5	*	6.0
脂質	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.2		1.1 ± 0.3	1.1 ± 0.1		0.7
灰分	1.1 ± 0.3	0.6 ± 0.1	**	0.5 ± 0.0	0.8 ± 0.0	**	0.3

* p<0.05, ** p<0.01.

(1.1%) は T (0.6%) より有意に高く、食品成分表値 (0.3%) と比較すると、S は約 3.7 倍、T は約 2 倍であった。このことから、原料米に無機質がやや多く含まれていた可能性が示唆された。

2. 澱粉成分および粒子径分布

1) ヨウ素吸収曲線によるアミロース含量の予測

グルテンフリー米粉のヨウ素吸収曲線 (図 1) を比べると、最大吸収波長 (λ_{max}) は S (564nm) と T (563nm) 間にほとんど差がなく、青価 (680nm における吸光度) は S (0.173) が T (0.145) よりやや高かった ($p < 0.01$) (青価データは表 3 に示す)。澱粉の 2 つの成分であるアミロースとアミロペクチンは、ヨウ素吸収曲線が大きく異なることが知られている。ヨウ素吸収曲線における λ_{max} はアミロースとアミロペクチンの混合比率と相関があり¹¹⁾、青価はアミロース含量を反映するといわれる¹²⁾。コメアミロースの青価は 1.53、最大吸収波長は 650nm、アミロペクチンの青価は 0.049~0.077、最大吸収波長は 540nm 付近と報告されている¹³⁾。2 つの米粉の青価のみから単純計算すると、これらのアミロース含量は約 9~11% と計算され、国産米粉として報告されているもの¹⁴⁾ よりやや低く、T のアミロース含量がやや低く計算された。しかしながら、両者の最大吸収波長に違いがないことから、両者のアミロース

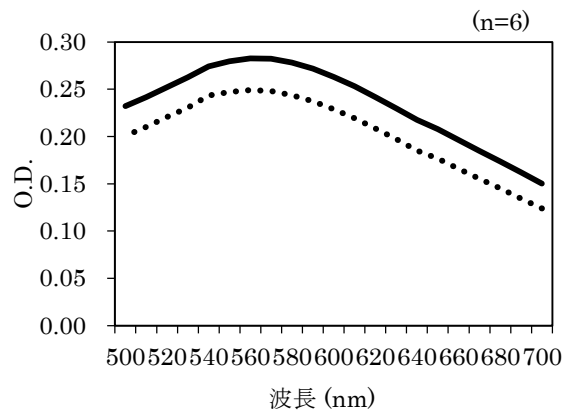


図 1. 米粉のヨウ素吸収曲線 (実線 : S, 破線 : T)

とアミロペクチン比率には大きな違いがないと推定できる。本試料は、脱脂質や脱たんばく質等の夾雑物除去処理をしていないために、夾雑物の影響で本来よりも低い O.D. 値が検出され、たんばく質量の多い T の方が低い青価となった可能性が考えられた。

2) 光学顕微鏡による観察

米粉の光学顕微鏡観察 (図 2) では、S は T よりも全体に細かな粒が多く、T には大きな粒が観察された。一般に、米粉の澱粉は複粒が多いことがよく知られているが、S の方が単粒が多いと予想された。

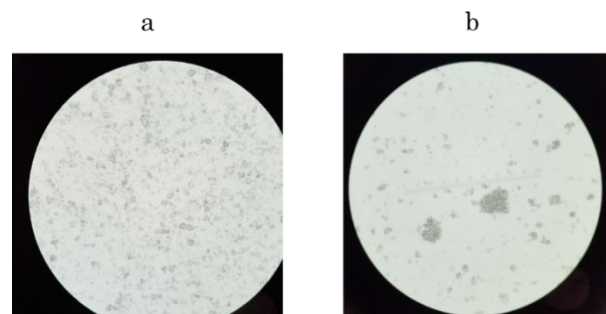


図 2. 米粉の光学顕微鏡観察の比較 (a : S, b : T)

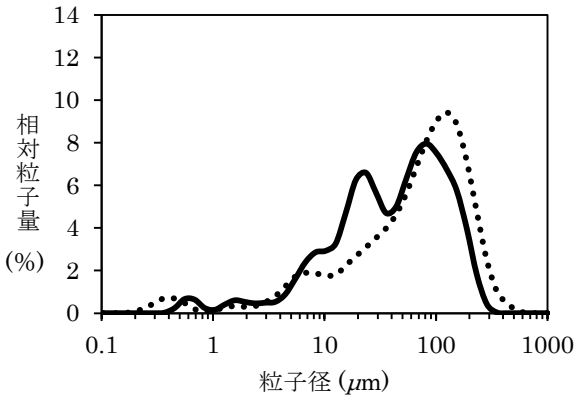


図 3-1. 米粉の粒子径分布 (実線 : S, 破線 : T)

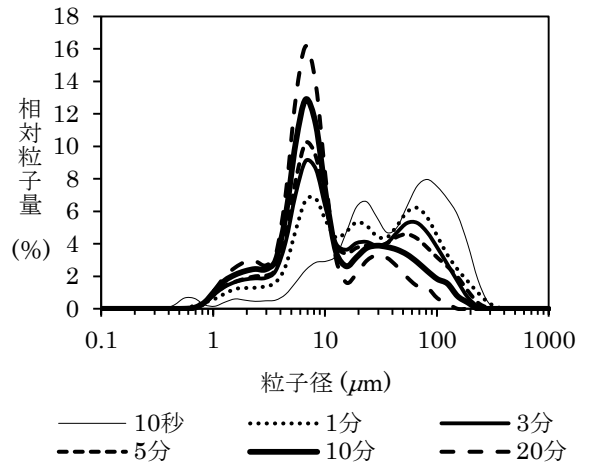


図 3-2. 超音波処理による S の粒子径分布変化

3) 粒子径分布の測定

S と T の粒子径分布を図 3-1 に示す。T の粒子径分布は最大ピークを $112.25\mu\text{m}$ とし $6\mu\text{m}$ 付近に低い肩をもつなだらかな山型であったが、S の粒子径分布は最大ピーク $74.1\mu\text{m}$ とそれよりもやや小さいピーク $23.5\mu\text{m}$ をもつ山型であった。T と比べると S の方が粒子径の小さいものが多く、メディアン径も S ($41.1\mu\text{m}$) が T ($69.3\mu\text{m}$) より小さかった。この結果は、顕微鏡観察とも一致した。

この水懸濁液を超音波処理すると、処理時間が長くなるに従い大きな粒子径のものが減少し、粒子径 $5\sim 10\mu\text{m}$ が増加した (図 3-2, 3-3)。この変化は、超音波処理により複粒が単粒に分離される様子を示しているものと考えられる。粒子径 $5\sim 10\mu\text{m}$ の単粒と推察されるものの量を同程度にするためには、T は S よりも長時間の超音波処理が必要であった。

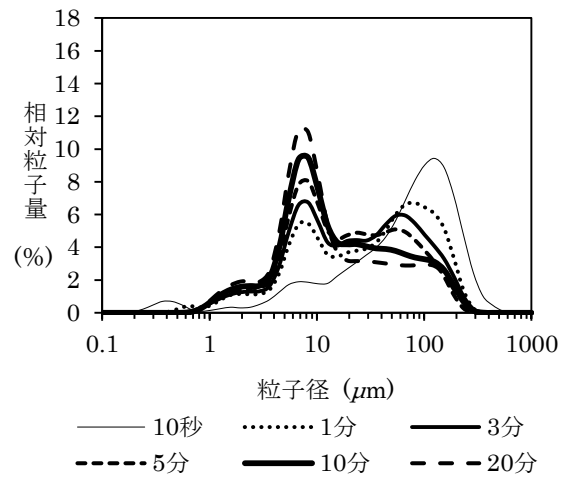


図 3-3. 超音波処理による T の粒子径分布変化

4) 損傷澱粉量の測定

損傷澱粉量を表 3 に示した。S と SG とともに 6.1% であったが、T (8.4%) と TG (9.8%) はやや高く、グルテン添加の有無にかかわらず『清水っ粉』は損傷澱粉量が少ないことがわかった ($p < 0.05$)。

表 3. 米粉の損傷澱粉量と青価 (n=3)

	グルテンフリー米粉			グルテン添加米粉		
	S	T	p	SG	TG	p
損傷澱粉量 (%)	6.1 ± 0.1	8.4 ± 0.5	**	6.1 ± 0.4	9.8 ± 0.9	*
青価	0.173 ± 0.017	0.145 ± 0.011	**	-	-	-

* p<0.05, ** p<0.01.

3. グルテン添加米粉パンの製パン性
食パンの性状と外観比較を表 4 と図 4 に示した。パンの外観、特に縦方向への膨張率（高さ）は大きく異なっており、Sの方がよく膨化し、パンの高さが高かった (p<0.01)。この理由としては、1) 活性グルテンの量が多く、質がよい、2) 米粉の性状が製パン性に適して

いる、の 2 点が考えられるが、両粉のたんぱく質量の違いから、SGの方が活性グルテン添加量が多いためにパンの膨張率が高くなったと考えられた。

一方、Arakiら(2009)は、数種類の米粉に同量の活性グルテンを添加しパンを焼成し、損傷澱粉量(1~22%)が少ないほどパン容積が大きく、粒子径分布では大粒が少なく60μm付近にピークを持つ小粒子の多い米粉のパンの膨化率が高いと報告している¹⁴⁾。また、本間ら(2016)は米粉をふるい分けして製パン性を調べ、細かい粒子径区分のものほどパン比容積は増大し、同程度の粒子径区分



図 4. パンの外観の比較 (左: SG 右: TG)

表 4. パンの性状 (n=3)

	SG	TG	p
重量 (g)	534 ± 10	537 ± 5	
比容積 (mL/g)	2.8 ± 0.3	2.2 ± 0.1	
パン高さ (cm)	13.8 ± 0.4	10.9 ± 0.7	*
かたさ (応力) (N/m ²)	4874 ± 1477	3316 ± 828	
凝集性	0.84 ± 0.01	0.80 ± 0.00	*
A1 エネルギー (J/m ³)	952 ± 252	1353 ± 392	

* p<0.01.

表 5. パンの内相と外相の水分含量の比較 (n=3)

	SG			TG		
	内相	外相	<i>p</i>	内相	外相	<i>p</i>
水分含量 (%)	22.1 ± 1.3	25.8 ± 2.9	*	21.1 ± 4.5	24.4 ± 2.1	

**p*<0.01.

のものでは澱粉損傷度が低い方がパンの比容積が増大すると報告している¹⁵⁾。SをTと比べると、より小さな粒子径に分布し損傷澱粉量が少ないという製パン性に適した性状であった。この澱粉の性状も少なからずパンの膨張率の高さに影響を及ぼしていると推察された。

パンの内相のテクスチャー試験では、かたさ(応力)と A1 エネルギーには有意差はみられなかったものの、凝集性は SG パンのほうが大きかった (*p*<0.01)。凝集性は官能検査での『弾力のある』という用語とよく一致しているといわれており、SG パンの内相の方がより弾力があると考えられる。パンの内相と外相の水分含量比較では (表 5)、SG パンで内相と外相との間に有意差がみられた (*p*<0.01)。SG パンと TG パンの官能評価では SG パンの方が内相と外相の食感の差が大きく、TG パンが内相、外相ともに弾力があるのに対し、SG パンは内相はやわらかいが外相は硬いと感じた (データ不記載)。水分量の結果は、SG パンの内相と外相の食感の大きな違いに一致するようにも思われたが、すべての値が食品成分表の米粉パンの値⁸⁾と大き

くかけ離れており、今後の検討が必要である。

4. 米粉の糊化粘度特性とバター粘度

1) 米粉の糊化粘度特性

2 つのグルテンフリー米粉 (14%) の糊化特性は、典型的な米粉 RVA 曲線を示した。すなわち、加熱とともに粘度を増すが、温度低下によりやや粘度低下し、70℃あたりから急激に粘度を上げ流動性を失った (図 5)。S は T よりも最高粘度、最終粘度ともにやや高く、粒子径が細かい米粉ほど最高粘度、最終粘度が高いという報告¹⁵⁾とも一致した。

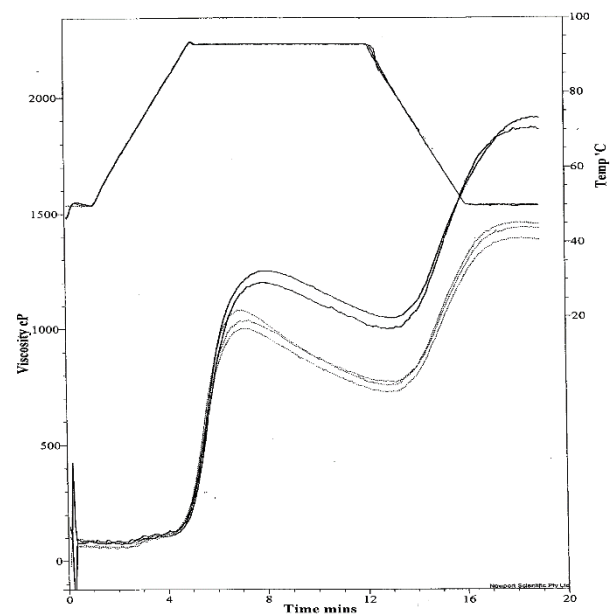


図 5. 米粉(14%)の粘度特性 (実線 : S、破線 : T)

2) 40℃で攪拌した米粉懸濁液（バター）の粘度

グルテンフリー米粉懸濁液（米粉濃度 14～50%）を 40℃で攪拌すると、S は攪拌により徐々に粘度を増すが、T は 1 分以内に急激に粘度上昇したのち粘度をやや低下させた（データ不記載）。粘度がほぼ安定になる 3 分後の粘度を米粉濃度に対して示した（図 6）。T の粘度は、米粉濃度 50%まで緩やかに上昇したが、S の粘度は、米粉濃度 46%までは上昇がほとんどなく、43%の粘度は 14%のものほとんど変わらなかった。米粉濃度 46%以上になると急激に粘度上昇した。

従来から、米粉の調理では加水量の調節が難しく、少しの過剰な加水で液状になってしまうことはよく知られている。本研究で得られた S のバターの 46%から 50%の間の粘度の急激な変化は、調理における経験をよく

表しているといえる。S と比べると T のバターの粘度上昇がスムーズな理由としては、損傷澱粉による影響が考えられる。損傷澱粉は吸水性の高い性質のため、余分の水分を吸水し、あたかも水分量の少ない（米粉量の多い）バターのような挙動を示したものと思われる。

米粉バターの調理例として、天ぷらの衣¹⁶⁾、スポンジケーキ¹⁷⁾などが報告されているが、目的とする粘度のバターを得るためにはそれぞれの米粉の粘度特性をよく把握して液体量の検討をする必要がある。S は 43%以下ではほぼ同程度の粘度になることから、液体量を少なくすることができる可能性が示唆される。少ない液体量で調製した天ぷらの衣では、揚げた後の水分量が少なくカラッとした食感のものができると考えられる。今後このような米粉の特性を調理に生かしていきたい。

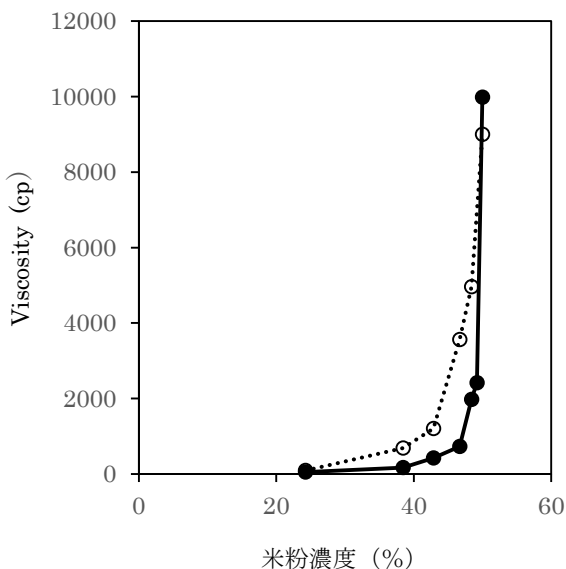


図 6. 40℃で 3 分間攪拌した米粉懸濁液の粘度
(実線 : S、破線 : T)

IV. 結 論

米粉の品質は、原料米と製粉方法によって大きく異なる。高槻市清水地域産ブランド米粉『清水っ粉』のたんぱく質量は、グルテンフリーは少なく (5.3%)、グルテン添加はやや多かった (19.6%)。このことから、『清水っ粉』の原料米はたんぱく質量の少ない食味良好米であり、グルテン添加『清水っ粉』は活性グルテン添加量が比較的多いことがわかった。ヨウ素吸収曲線により、アミロースとア

ミロペクチン含量比は比較対照米粉と大きな差はないと思われた。『清水っ粉』の粒子径分布は $74\mu\text{m}$ と $24\mu\text{m}$ 付近に 2 つのピークをもち、メディアン径 ($41.1\mu\text{m}$) が小さく、小さな粒子径のものが多く、損傷澱粉量は 6.1% で、比較的少ないことがわかった。

グルテン添加『清水っ粉』は食パンの膨化性がよく、パン内相の凝集性も高かった。グルテン添加『清水っ粉』の製パン性の良さの理由には、活性グルテン量が多いことと、米粉に小さい粒子径のものが多く、損傷澱粉が少ないことがあげられる。『清水っ粉』の糊化粘度特性 (14%濃度) では最高粘度と最終粘度が高かった。これも、小粒子径のものが多く損傷澱粉が少ないことが反映しているものと思われた。『清水っ粉』の高濃度懸濁液 (バター) の 40°C での粘度は、濃度 14% から 46% までにはほとんど上昇せずほぼ同じ粘度であったが、46% から 50% の間に粘度は急激に増大した。このような物性の特徴を考慮した調理法、材料配合法を検討していくことは今後の課題であると考えます。

謝 辞

ヨウ素吸収曲線を測定くださいました、近畿大学農学部川西正子准教授にお礼申し上げます。

本研究は、(株)高谷様と高槻商工会議所からの委託により行いました。感謝申し上げます。

文 献

- 1) 農林水産省 (2019) . 確報 平成 29 年度食料需給表.項目別累年表,国民 1 人 1 年当たり供給純食料,1-8. 2019 年 7 月 30 日検索. (<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/zyukyu/index.html>)
- 2) 奥西智也 (2015) . 米粉パン研究について. 日本食品科学工学会, **62**, 303-306.
- 3) 大坪研一 (2018) . 利用用途に応じた米の特性と選択 (2) . 日本調理科学会誌, **51**, 290-296.
- 4) 農林水産省 (2019) . 米粉をめぐる状況について. 2019 年 8 月 21 日検索. (<http://www.maff.go.jp/j/seisan/keikaku/komoko/attach/pdf/index-103.pdf>)
- 5) 高槻市 (2017) . 高槻市の農林業 (平成 29 年 3 月) . 第 2 高槻市の農業, 11-19. 2019 年 8 月 21 日検索. (<http://www.city.takatsuki.osaka.jp/kakuka/machi/norinr/kekaku/takanourin/1504583243270.html>)
- 6) 藤田修三, 山田和彦 (2018) . 食品学実験書 第 3 版. 医歯薬出版 (株) , 47-49.
- 7) 消費者庁 (2015) . 食品表示基準 別添栄養成分等の分析方法等. 3-33.
- 8) 七訂食品成分表 2019, 女子栄養大学出版. p12.
- 9) 石間紀男, 平宏和, 平春江, 御子柴穆, 吉川誠次 (1974) . 米の食味に及ぼす窒素施肥

および精米中のタンパク質含有率の影響. 食
総研報, **29**, 9-15.

10) 力石サダ, 志賀幸造, 金子精一 (1996) .
自然,慣行両農法で生産した魚沼産コシヒカ
リの米の食味比較について. 栄養学雑誌, **54**,
377-382.

11) 大坪研一 (2018) . 利用用途に応じた米
の特性と選択 (1) .日本調理科学会誌, **51**,
180-186.

12) 二國二郎, 中村道徳, 鈴木繁男 (1977) .
澱粉科学ハンドブック. 朝倉書店, p179.

13) 不破英次, 小巻利章, 檜作進, 貝沼圭二
(2003). 澱粉科学の事典.朝倉書店, 11-23.

14) Araki, E., Ikeda, T. M., Ashida, K.,
Takata, K., Yanaka, M. and Iida, S. (2009) .
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.

15) 本間紀之, 高橋誠, 吉井洋一 (2016) . 米
の特性が製粉性に与える影響および米粉性
状と製パン性の関係. 日本食品科学工学会誌,
63, 551-560.

16) 市川朝子 (2017) . 米粉の調理. 日本調
理科学会誌, **50**, 280-282.

17) 八木千鶴, 大喜多祥子, 奥山孝子, 樋上
純子, 細見和子, 山本悦子, 米田泰子, 渡辺
豊子 (2015) . 小麦粉ケーキとの比較による
微細米粉ケーキの特徴. 日本調理科学会誌,
48, 112-121.