研究ノート

米ゲルと米粉によるグルテンフリーパンの開発および特性の検討

中野明日香¹, 粉川美踏^{2*}, 北村 豊²

¹ 筑波大学大学院生命環境科学研究科

² 筑波大学生命環境系

Development and Characterization of Gluten-free Bread Using Rice Gel and Rice Flour

Asuka Nakano¹, Mito Kokawa^{2*} and Yutaka Kitamura²

¹ Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki 305-8572

² Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba,
1-1-1 Tennoudai, Tsukuba, Ibaraki 305-8572

Rice flour bread made without wheat gluten leads to an increased consumption of rice and can be eaten by people with wheat allergies. However, because gluten-free rice flour bread shows low swelling and poor texture, a new processing technology (rice-gel) was proposed as a substitute for wheat gluten. This study used rice flour and rice-gel to make bread, and focused on the amount of water added to the dough. Bread properties were evaluated by examining hardness and its rate of change, specific volume and cross-sectional images. Rice-gels were made from white rice or brown rice and a comparison of their properties was conducted.

(Received Jul. 12, 2017; Accepted Oct. 12, 2017)

Keywords : high-amylose rice, rice-gel, texture, specific volume, high-speed shearing

キーワード : 高アミロース米, 米ゲル, テクスチャー, 比容積, 高速せん断撹拌

日本では、食料自給率が40%を切る低い水準に留まっており、食料安全保障の問題から自給率向上が望まれている。米の消費拡大を目的として、主食用の需要に影響を及ぼさないと判断される米穀である新規需要米の生産が推進されており、その中でも米粉を用いたパンの開発が着目されている¹⁾。米粉パンの中でも、小麦グルテンを使用せずにパンを作製することは、米の消費拡大に貢献し、かつセリアック病や小麦アレルギーの人も食べることのできる製品を提供することにつながる。

小麦はアレルギーを引き起こす三大食品の一つとされており、原因タンパク質としてはグリアジンであるとの報告がある²⁾。このグリアジンはグルテニンとともにパンの膨化機構の要となるグルテンを形成するタンパク質であり、製パンで重要な役割を果たしている。小麦粉から作製されるパンでは、ミキシング中に形成されるグルテンの網目構造が、発酵により生成される二酸化炭素を保持することで膨化構造が維持される。一方、米粉パンはグルテンを形成するグリアジン・グルテニンを含まないため、異なる機構で二酸化炭素を保持する必要があるため、一般的に小麦粉パン

に比べて膨らみや食感が悪い³⁾。この問題を解決するために、現在、泡沫特性をもつタンパク質の絹フィブロイン⁴⁾や米粉のタンパク質中のジスルフィド結合を阻害するグルタチオン⁵⁾、グルテンと同様の効果を示す粘性物質であるキサンタンガムやグルコマンナンなどの増粘多糖類⁶⁾を添加したグルテンフリーパンの開発が進められているが、普及に至っていないのが現状である⁷⁾。そこで、本研究では、小麦グルテンの代替の効果が期待されるものとして米ゲルを用いたグルテンフリー米粉パンの開発を検討した。

米ゲルとは、高アミロース米を粒のまま炊飯、糊化させ、高速せん断撹拌することによりできるゲル状の食素材である⁹⁾。米ゲルを小麦粉パン生地に添加することによりパンのテクスチャーを改善できることが報告されていることから¹⁰⁾、グルテンフリー米粉パンにも応用できると考えられる。

製パンの原料配合において水は大きな割合を占めており、加水量はパン品質に大きな影響を与える¹¹⁾。そのため、本実験では、加水量がパンに与える影響を検討した。

また、米ゲルの原料として、玄米と白米を使用したとき

¹ 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1, ² 〒305-8577 茨城県つくば市天王台 1-1-1

*連絡先 (Corresponding author), kokawa.mito.ke@u.tsukuba.ac.jp

の違いについても調べた。玄米を米ゲルに用いることで精米工程を省略することができ、食物繊維やビタミンを豊富に含むパンが作製できる可能性がある。一方、一般的に未精製の穀物をパンに使用すると、膨らみが悪くなることが知られているが¹²⁾、米ゲルに玄米を用いることでこの点を改善できると考えた。

1. 実験方法

(1) 米ゲルの材料

供試材料として、茨城県産（平成 24 年度）の高アミロース米品種モミロマン（契約栽培）の玄米と精白米を使用した。精白米は、モミロマンを精米器（SD-5000, 山本電気株式会社）で精米したものを使用した。モミロマンのアミロース含量は 23.6%（ヨウ素呈色比色法¹³⁾）、タンパク質含量は 5.5%（ケルダール法¹⁴⁾）であった。玄米と白米それぞれにつき 5 条件（A～E）の米ゲルを調製し、米ゲル中の米に対しての加水倍率で定義した。米に対して水を 1.2 倍、1.4 倍、1.6 倍、1.8 倍、2.0 倍加えた米ゲルをそれぞれ A, B, C, D, E とした。

(2) 米ゲルの加工方法と条件

米ゲルの調製は柴田ら¹⁵⁾の方法に準じて行った。浄水を用い、モミロマンの玄米・白米（以下、米）を洗米し、2 時間浸漬した。上記の定義にしたがって加水し、炊飯器（NP-ZB10, 象印マホービン株式会社）のお粥モードで炊飯した。米と水の総重量が各条件 560±40 g となるように、加水倍率に合わせて米の量を調整した。また、米ゲルの調製時にカッターミキサーへ付着する分量を考慮し、実際にパンに使用する量よりも多くの米ゲルを調製した。炊飯後、5 分間程度蒸らし、炊飯時に損失した水（約 20 g）を加え、カッターミキサー（BLIXER-5Plus, Robot-Coupe）のボウルに投入した。材料を約 1 秒間ずつ、3 回高速せん断し、炊飯米をボウル内になるべく均一に分散させた後、回転数 1500rpm にて 3 分間高速せん断加工を行った。

(3) 製パン材料

米粉は「こめの香 福盛シトギ 2 号 小麦グルテン不使用」（グリコ栄養食品株式会社）を使用した。材料と分量は表 1 に示す。分量は、ベーカーズパーセントで表記した。ベーカーズパーセントでは、使用する粉を 100% として、粉に対する割合で他の材料を表す。本実験では米粉および米ゲル中の米の合計を 100% とし、米の合計重量を 300 g とした。副原料には、ドライイースト 1.4%, 砂糖 2.8%, 塩 1.7%, オリーブオイル 2.7% を使用した。

また、加水量については全体の水分量（米ゲル中の水と製パン時の加水量）が米総量の 80, 90, 100% となるように調整した。

(4) 製パン方法

製パンには、ホームベーカリー（SD-BMT1001, パナソニック株式会社）を用いた。前述の材料をホームベーカリーのパン容器に投入し、米粉パン（小麦なし）モードで

表 1 米ゲルパンの米と水の分量

試料名 (米に対する倍率)	A	B	C	D	E
材料	配合割合 (%)				
米ゲル中の米			30		
米ゲル中の水	36	42	48	54	60
米粉			70		
加水 (80%)	44	38	32	26	20
加水 (90%)	54	48	42	36	30
加水 (100%)	64	58	52	46	40

・全ての試料に共通して、米粉 (70%) と米ゲル中の米 (30%) を使用し、穀物量は合わせて 100% となるようにした。

・試料名 A～E は米ゲルの加水倍率と対応している。

調製した。焼成後、ホームベーカリー本体からパン容器を取り出し、パンの粗熱をとるため 1 時間常温（約 25℃）で放冷した。パンは各条件につき 3 回ずつ調製した。

(5) 計測方法

放冷後、パンの容積を菜種置換法¹⁶⁾で測定し、容積と重量から比容積を算出した。比容積とは、パンの膨らみを表す指標で、1 g あたりの容積を示す量 (cm³/g) である。

比容積測定後、パンをラップで包み、ポリエチレン袋に入れ、口を閉めて常温で貯蔵した。翌日、厚さ 1.5 cm に電動フードスライサー（FS271, SIS 株式会社）でスライスし、外側から 2 番目のスライス 2 枚と 3 番目のスライス 1 枚、計 3 枚を抜き取り、テクスチャーアナライザー（EZ Test EZ-SX, 株式会社 島津製作所）を用いて硬さ測定に供した。山澤ら¹⁷⁾の方法を参考に、硬さ測定には直径 20 mm の円筒状プランジャーを使用し、上下移動速度 20 mm/min の圧縮速度でパンの厚さに対して 50% の圧縮を行ったときの力を硬さとした。スライスしたパンローフ試料の下面・側面のクラストから 2 cm 離れた位置にプランジャーが当たるようにパンの位置を調整し、測定した。

硬さの測定は 3 日間行い、硬さの変化率を求めた。ここでは、硬さの変化率を (3 日目の硬さ) ÷ (1 日目の硬さ) × 100 で算出した値と定義する。

本実験では、比容積が大きく、硬さは小さく、硬さ変化率の少ない試料を品質のよいパンとみなした¹⁸⁾。

また、焼成翌日にスキャナー（GT-X980, セイコーエプソン株式会社）を使用して断面写真の撮影を行い、気泡などに着目し断面構造の観察を行った。

各実験によって得られたデータは平均値と標準偏差（グラフのエラーバー）で示した。得られたデータは、統計解析ソフト JMP 13 (SAS Institute Inc) を使用し、水分条件の違いを多重比較法 (Tukey 法)、白米・玄米による米の違いを *t* 検定 (両側検定) により解析し、有意差 ($p < 0.05$) を検討した。

図 1 異なる加水条件における米粉パンの硬さの比較

米ゲルの水分条件 (A-E) による有意差をアルファベットで示した。図中の「白」「玄」はそれぞれ白米・玄米を用いて作製したゲルを使用したことを示し、80%, 90%, 100% はパンの加水量、A-E は米ゲルの水分量 (表 1 参照)、エラーバーは標準偏差を示す。

2. 実験結果および考察

図 1 に各パンの硬さを示す。同条件で調製した白米ゲルのパンと玄米ゲルのパンの硬さについて t 検定を行った結果、90%D と 100%D では白米ゲルのパンの硬さが玄米ゲルのパンより有意に小さかったものの、それ以外の条件では有意な差はみられなかった。

全体水分量が多いほどパンは柔らかくなり、特に全体水分量 80% と 100% を比較すると、すべての試料で 100% のパンの硬さの方が小さい値を示し、玄米ゲル B 以外でその差は有意であった。白米ゲルのパン 100%A の硬さは 1.36 N でありこれは 80%A と比較して 23% 低い値であり、同様に、玄米ゲルのパン 100%A の硬さは 1.16 N でありこれは 80%A と比較して 23% 低い値であった。

米ゲルの水分条件 (A-E) による違いについては、白米ゲル、玄米ゲルのパンのどちらにおいても全体水分量 80% では有意な差がみられなかった。一方、全体水分量 90%, 100% のパンでは、米ゲルの水分量が多くなるにしたがってパンが硬くなる傾向がみられた。

以上の結果から、硬さに大きな影響を与えるのは全体水分量であり、全体水分量は 100% が適していると考えられた。

また、有意差はあまりなかったものの、米ゲル中の水分量が少なく製パン段階での加水量が多いほどパンの硬さは小さく、焼く前の生地も柔らかくなる傾向がみられた。米ゲル中の水は、炊飯時に澱粉が糊化する際にデンプンと結びつくため、全体水分量が同じでも、米ゲル中の水分が多い条件 (D や E) では、生地全体が硬く伸展性にかけてしまうと考えられる。そして、加水量が多いほど米ゲルが生地内で分散しやすくなり、発酵時に発生した二酸化炭素と共に十分に膨張することができ、膨らみにともなって硬さ

も柔らかくなったのではないかと考えられる¹⁹⁾。

図 2 に各パンの硬さ変化率を示した。硬さ変化率は値のばらつきが大きく、有意差はみられなかったものの、全体水分量が多くなるほど硬さ変化率も低下する傾向が確認できた。本実験において、硬さ変化率が少ないということをも最適製造条件の一つとしたが、硬さ変化率に差がないのであれば、硬さが小さく、比容積の大きいパンが品質のよいパンだといえる。

図 3 に各パンの比容積を示す。同条件で調製した白米ゲルのパンと玄米ゲルのパンの比容積について t 検定を行った結果、100%C において、玄米ゲルのパンの比容積は $2.25 \text{ cm}^3/\text{g}$ であり、これに対して白米ゲルの同条件のパンは $1.96 \text{ cm}^3/\text{g}$ となり、有意差がみられたが、その他の条件では差はみられなかった。実験時の生地状態から、玄米ゲルは白米ゲルと比較してパン生地への分散性がよいことがわかり、この分散性の良さにより玄米に含まれている繊維等による膨化阻害という欠点¹²⁾が補われ、結果的に同じような膨らみになっているのではないかと考えられる。

また、全体水分量が多くなるほど比容積も大きくなる傾向がみられ、すべての試料で全体水分量 100% の比容積は大きい値を示した。全体水分量が 80% と 100% のパンを比べると、白米ゲル D と玄米ゲル A のパン以外では有意差が確認できた。白米ゲル・玄米ゲルのパン 100%A の条件では比容積はそれぞれ $2.37 \text{ cm}^3/\text{g}$, $2.41 \text{ cm}^3/\text{g}$ であり、これは 80%A と比較して 1.31 倍、1.35 倍の値であった。

米ゲルの水分条件による差もみられた。特に水分量が少ない米ゲル (A や B) を用いたパンは水分量が多い米ゲル (D や E) を用いたパンと比較して大きく膨らむ傾向がみられた。例えば白米ゲルのパン 100%A の比容積は $2.37 \text{ cm}^3/\text{g}$ で、白米ゲルの 100%E と比較して 1.25 倍大きく、

図 2 異なる加水条件における米粉パンの硬さ変化率の比較

硬さ変化率は(3日目の硬さ)÷(1日目の硬さ)×100で算出した値と定義した。図中の「白」「玄」はそれぞれ白米・玄米を用いて作製したゲルを使用したことを示し、80%、90%、100%はパンの加水分量、A-Eは米ゲルの水分量(表1参照)を示す。エラーバーは標準偏差を示し、全ての試料間で有意差はなかった。

図 3 異なる水分条件における米粉パンの比容積の比較

米ゲルの水分条件(A-E)による有意差をアルファベットで示した。図中の「白」「玄」はそれぞれ白米・玄米を用いて作製したゲルを使用したことを示し、80%、90%、100%はパンの加水分量、A-Eは米ゲルの水分量(表1参照)、エラーバーは標準偏差を示す。

同様に玄米ゲルのパン100%Aも $2.41 \text{ cm}^3/\text{g}$ で玄米ゲルの100%Eと比較して、1.28倍大きく、その差は有意であった。

以上の結果から、全体水分量100%で米ゲルAを用いたパン試料、つまり水分量の少ない米ゲルに対し、製パンの段階で多量の水を添加することで、全体水分量を100%に調整したパン試料がよく膨らむことがわかった。逆に、米ゲル自体が水を多く含み柔らかい状態であると、発酵中に形成される気泡の形状を保持する力が小さくなってしまい、パンの比容積が小さくなってしまうと考えられた。また、硬さと比容積は逆相関を示し、決定係数 R^2 は0.73であった。

グルテンを含まないパン生地を膨張させる方法には、泡沫特性をもつタンパク質の絹繊維ロイシン、優れた粘性を

もつ増粘多糖類のキサンタンガム⁴⁾、米粉タンパク質のジスルフィド結合を阻害するグルタチオン⁵⁾を使用する方法などある。本実験で用いた米ゲルが膨張する原理は、キサンタンガムのような増粘剤の原理と同じであり、イースト発酵により生成されるガスを気泡として、分散保持する構造を形成していると考えられた¹⁰⁾。

代表的なパンの写真を図4に示す。断面写真から分かるように全体の水分量が多くなるほど気泡が大きくなり、かつ生地断面における気泡部の割合が増大する傾向がみられた。全体水分量80%では、パンの上面が岩のようにゴツゴツしており、気泡膜が厚く、密に詰まったパン内相を呈し、団子状になっている部分も観察された。全体水分量90%では、腰折れは見られず形状も保持され、気泡も細かく

図 4 異なる水分条件における米粉パンの断面写真

a), 白米ゲルのパン 80%A ; b), 玄米ゲルのパン 80%A ; c), 白米ゲルのパン 90%A ;
d), 玄米ゲルのパン 90%A ; e), 白米ゲルのパン 100%A ; f), 玄米ゲルのパン 100%A.

分布していた。断面写真から見ても全体水分量が 100% では膨らみがよいことがわかったが、上面に凹みがみられ、気泡が大きかった。また、特に白米ゲルパンの 100%A では、米ゲルの塊が残っていた。これは、製パンに供した生地がほとんど液状であったためと考えられる。

これまで述べたように、水分量が少ない硬めの米ゲルを使用し、かつ、製パン段階での加水量が多いほど、硬さは小さく、比容積は大きい傾向がみられた。硬さ変化率については、有意差はみられなかった。最適製造条件を、比容積が大きく硬さの小さいパンが調製できる条件とした場合、白米・玄米ゲルのパンの 100%A が最適条件となる。また米ゲルは白米、玄米それぞれから作製したものを使用した。硬さや比容積の点ではほとんど有意差はみられなかった。

本実験での最大比容積は $2.41 \text{ cm}^3/\text{g}$ であり、過去のグルテンフリー米粉パンと比較すると、大崎らは約 $2 \text{ cm}^3/\text{g}$ ⁴⁾、中村らは約 $3.5 \text{ cm}^3/\text{g}$ ⁶⁾、矢野は約 $4 \text{ cm}^3/\text{g}$ ²⁰⁾ であるため、米ゲルを添加したグルテンフリー米粉パンの比容積は改善の余地があると考えられる。また、本実験において断面写真を観察すると、全体水分量 100% のパンは気泡が大きく、ゲルがパン生地になじみきれずに残ってしまっていた。こ

れは生地の作製方法を検討することで改善されることが期待される。

米ゲルは米と水のみから調製されているため、グルテンフリー米粉パンの添加剤として使用する場合、添加物としての表示をする必要がない。そのため米の有効活用につながるという利点がある。さらに、精米工程の省略、糠に含まれる豊富な食物繊維や栄養分を取り入れることができるといった点を考慮すると、玄米ゲルからグルテンフリーパンを作製することの利点は大きい。今後は官能評価も行い、嗜好性についても検討する予定である。

3. 要 約

本実験では、比容積とテクスチャー改善を目的にグルテンフリー米粉パンへの米ゲルの添加を検討した。米ゲルには高アミロース品種であるモミロマンを使用し、白米と玄米それぞれを 5 つの水分条件で炊飯し、高速せん断攪拌したものを調製した。米ゲル、米粉、水および副材料を混合し、ホームベーカリーを用いてパンを調製し、硬さ・硬さ変化率・比容積・断面写真で評価をした。

製パンの原料配合において、水は大きな割合を占めており、加水量は製パン性やその後のパン品質に大きく影響を与えるため、本実験では、加水量、白米と玄米の違いが製

パン性に与える影響を検討した。得られた知見を以下に示す。

- ・米ゲルは白米、玄米それぞれから調製したものを使用した。硬さや比容積の点ではほとんど有意差はみられなかった。
- ・水分量が少ない硬めの米ゲルを使用し、かつ、製パン段階での加水量が多いほど、硬さは小さく、比容積は大きい傾向がみられた。
- ・硬さ変化率（製造後3日間のパンの硬さの増加率）では、有意差がみられなかった。
- ・本研究で硬さや比容積の点において、最適水分量だと考えられた全体水分量100%パンについて、断面写真を観察すると気泡が大きく形状が悪いといった問題がみられた。

本研究はJSPS 科研費 JP16678613 の助成を受けたものです。

文 献

- 1) 鴻巣 正 (2008). 新規需要米をめぐる情勢と今後の展望. JA 総研レポート, **6**, 23-26.
- 2) 香西はな, 矢野博己, 加藤保子 (2006). 小麦タンパク質とアレルギー —小麦依存性運動誘発アナフィラキシーに注目して—. 川崎医療福祉学会誌, **16**, 11-19.
- 3) Yoza, K., Okabe, M., and Shima, J. (2008). Present state and issues of rice powder utilization: Rice bread. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi)*, **55**, 444-454 (與座宏一, 岡部繭子, 島 純. 米粉利用の現状と課題—米粉パンについて, 日本食品科学工学会誌).
- 4) Osaki, A. and Ichikawa, T. (2012). Effects of silk fibroin and xanthan gum on the properties and taste of gluten-free rice flour bread. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi)*, **45**, 9-18 (大崎聡子, 市川朝子. グルテンフリー米粉パンの物性と食味に及ぼす絹フィブリンおよびキサンタンガムの影響. 日本調理科学会誌).
- 5) Yano, H. (2010). Improvements in the bread-making quality of gluten-free rice batter by glutathione. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **58**, 7949-7954.
- 6) 中村理乃, 手島陽子, 三浦美代子, 小西史子 (2016). グルコマンナンの添加がグルテンフリー米粉パンの物性, 食味及び老化に及ぼす影響. 日本家政学会誌, **67**, 141-150.
- 7) Anton, A.A. and Artfield, S.D. (2008). Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, **59**, 11-23.
- 8) Gallagher, E., Gormley, T.R., and Arendt, E.K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends Food Sci. Technol.*, **15**, 143-152.
- 9) 杉山純一 (2015). ダイレクト Gel 転換による食品素材「米ゲル」と加工食品への応用. 食品と容器 特別解説, **56**, 772-778.
- 10) 藤田かおり, 平野由香里, 鈴木洋子, 柴田真理朗, 粉川美踏, 松山信悟, 杉山純一, Trivittayasil, V., 蔦 瑞樹 (2015). 高速せん断加工によりゲル化した米の添加が食パンの比容積と物性に及ぼす影響. 第239回日本作物学会講演会, **1**, 24008.
- 11) Okunishi, T., Nakamura, K., Miyamoto, M., and Miyashita, K. (2012). Determination of appropriate amount of water for making rice breads. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi)*, **59**, 409-413 (奥西智哉, 中村健治, 宮本 守, 宮下香苗. 米粉パン製造の適正加水量決定方法, 日本食品科学工学会誌).
- 12) Renzetti, S. and Arendt, E.K. (2009). Effect of protease treatment on the baking quality of brown rice bread: From textural and rheological properties to biochemistry and microstructure. *Journal of Cereal Science*, **50**, 22-28.
- 13) Perez, C.M. and Juliano, B.O. (1978). Modification of the simplified amylose test for milled rice. *Starch - Stärke*, **30**, 424-426.
- 14) Eastin, E.F. (1978). Total nitrogen determination for plant material containing nitrate. *Anal. Biochem.*, **85**, 591-594.
- 15) Shibata, M., Sugiyama, J., Fujita, K., Hirano, Y., Tsuta, M., Kokawa, M., Yoshimura, M., and Araki, T. (2015). Effect of a high-amylose gel prepared by high-speed shear treatment on the physical properties of bread. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi)*, **62**, 212-218 (柴田真理朗, 杉山純一, 藤田かおり, 平野由香里, 蔦 瑞樹, 粉川美踏, 吉村正俊, 荒木徹也. 高速せん断による高アミロース米ゲルのパン物性へ及ぼす効果, 日本食品科学工学会誌).
- 16) 森 孝夫 (2010). 「食品加工学実験書」, 化学同人, 京都, pp. 22.
- 17) 山澤正勝, 中島千枝, 坂本奈央, 日比野久美子 (2012). 米粉食パンの品質に及ぼす米粉製粉技術の影響. 名古屋文理大学紀要, **12**, 31-38.
- 18) Tsai, C.L., Sugiyama, J., Shibata, M., Kokawa, M., Fujita, K., Tsuta, M., Nabetani, H., and Araki, T. (2012). Changes in the texture and viscoelastic properties of bread containing rice porridge during storage. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, **76**, 331-335.
- 19) Kainuma, Y. and Tanaka, Y. (2009). Use of rice paste in rice bread processing. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology (Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi)*, **56**, 620-627 (貝沼やす子, 田中佑季. 米添加パンの調製にペースト状の米を利用する効果. 日本食品科学工学会誌).
- 20) Yano, H., Fukui, A., Kajiwara, K., Kobayashi, I., Yoza, K. ichi., Satake, A., and Villeneuve, M. (2017). Development of gluten-free rice bread: Pickering stabilization as a possible batter-swelling mechanism. *LWT - Food Science and Technology*, **79**, 632-639.

(平成29年7月12日受付, 平成29年10月12日受理)