

令和元年8月30日現在

機関番号：25301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00820

研究課題名（和文）新規な方法で製造した低価格米粉を利用した食品の開発

研究課題名（英文）Development of foods using the low-priced rice flour produced by a new method

研究代表者

田淵 真愉美（TABUCHI, Mayumi）

岡山県立大学・保健福祉学部・准教授

研究者番号：60389020

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：新規な方法で製造した低価格米粉を用い、米粉麺およびカレーソースを開発した。これらの米粉の用途開拓は米の需要拡大をもたらし、現在我が国において低迷する米の消費拡大に貢献することが期待できる。さらに、これらの食品は従来の製品と異なり、小麦粉を全く使用しないことから、アレルギー対応が可能な食品として利用価値が高いことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

（1）低価格米粉を用いて製造した米粉麺を従来の小麦粉麺に代替させることができれば、米の消費拡大に寄与できる。同様に、日本人の国民食ともいえるカレーのルーを低価格米粉から安定した品質で安価に製造できれば、食料自給率の向上に貢献できる。（2）本研究で開発した食品は従来の製品とは異なり、小麦粉を全く使用しないことから、アレルギー対応が可能な食品として利用価値が高い。（3）中アミロース米である日本米からの米粉麺の製造は本研究が初めてである。（4）米粉の需要拡大は米粉産業、すなわち米粉加工食品の製造産業および機械産業を創生し、農林水産省が推進する6次産業化の優れたモデルとなる。

研究成果の概要（英文）：We developed new noodles and curry sauce with the low-priced rice flour. These use reclamation of the rice flour will bring demand expansion of rice, therefore we can hope that we contribute to a consumption expansion of rice which has been decreasing in our country. Furthermore, it was suggested that these new foods had high utility value as foods for allergies, because these foods were not made from the wheat flour at all unlike a conventional products.

研究分野：給食経営管理論

キーワード：米粉 米粉麺 米粉カレー 官能評価 アレルギー 給食 レシピ

1. 研究開始当初の背景

平成 26 年度の我が国の食料自給率はカロリーベースで 39%である¹⁾。我が国において唯一 100%自給可能な穀物は米であるが、1960 年代に 1,400 万トンあった生産量は、食生活の欧米化により平成 27 年度は 842.9 万トンに減少している²⁾。農林水産省は、米粉用米ならびに飼料用米からなる新規需要米制度を制定して米の消費を拡大することにより、食料自給率の向上を目指している。近年、米粉パンが注目され、米粉の需要が期待されることであるが、小麦粉と比べて著しく米粉の価格が高いことから、需要は伸びていない。米粉の価格は 1kg あたり約 300 円で、その内訳は米代 30 円、加工代 270 円となっている。これに対して、小麦粉は 1kg あたり約 100 円で、その内訳は、小麦代 50 円、加工代 50 円である。こうした状況を踏まえ、我々は、米粉の低価格化について岡山県新規需要米生麺協同組合と共同研究し、最近東備耐火物の粉碎技術を応用することにより、その低価格化に成功している。この方法により、米粉を 1,500 トン製造できれば、米粉 1kg あたり 80 円で製造できると試算している。従って、低価格米粉を実用化するためには、低価格米粉の需要先を開拓し普及させることが今後の課題となる。米粉の低価格化は、すでに安定した供給量を維持している米粉パンの需要の増大にもつながるが、我々は、米粉の需要先を開拓するために、当該組合と協働して米粉麺の開発に取り組んできた。既に、備前市の学校栄養士と連携して学校給食に米粉麺を使用した副菜を導入した実績がある。

従来の米粉麺としてビーフンやフォーがあるが、これらは高アミロース米であるインディカ米から製造されるのに対し³⁾、我が国の米の大半は中アミロース米であり、これらで作られた麺は湯の中でドロドロになり麺の形態を留めていない^{4),5)}。そこで、麺への添加物を検討した結果、海藻由来の食物繊維とカルシウム塩を組み合わせることにより、日本人が好む粘弾性のある米粉麺を製造する目途が立った。しかし、その品質が安定して製造できる方法は未だ確立されていない。一方、従来のカレーは特有の粘性を付与する目的で、ほとんどの製品に小麦粉が使用されている。市販ルーは我が国において代表的な加工食品の一つであり、カレーは日本人の国民食ともいわれるほど家庭の食卓のみならず外食産業や給食産業などのメニューとして幅広く利用されている。しかしながら、近年では食物アレルギーの有病率の上昇を背景として、小麦アレルギーに対応した食品の開発が求められるようになってきた。その方策の一つとして、カレーに含まれる小麦粉を米粉で代替する方法が考えられるが、安定した品質かつ安価な米粉カレーの製造法についてはほとんど報告されていない。

2. 研究の目的

本研究では、低価格米粉を使用した米粉麺および米粉カレーソースの製造法を確立し、安定した品質の安価な米粉食品を開発することを目的とした。我が国の米消費拡大の取り組みの一つとして、米粉を使用した食品の開発が求められており、麺やカレーソースもその候補となるが、いずれも安定した品質の製造法は確立されておらず、需要先も確保できていないのが現状である。麺の作製においては、日本で消費されるアミロース含量が低いジャポニカ米は付着性が高く、米粉単独では麺には不向きである。このため、本研究で用いる中アミロース米からなる低価格米粉を用いて麺を作製する際には、グルテンのような物質を添加する必要があると考えられる。米粉カレーの作製においては、食味や物性が従来の小麦粉を用いた市販カレーと異なることが予想されるが、これらに関する研究はまだ報告されていない。本研究では、従来の小麦粉を用いたカレーと遜色ない品質のカレーソースを作製することを目的とし、官能評価を行った。さらに、カレーソースを作製するための基礎データを得るために低価格米粉の粉体特性と粘性の分析を行った。

3. 研究の方法

(1) 米粉麺の開発および実用化に向けた検討

水溶性多糖類であるアルギン酸ナトリウム（以下アルギン酸）を麺に添加し、カルシウムイオンを含む溶液に麺を浸漬させてアルギン酸をゲル化させることによって麺を作製し、せん断試験、テクスチャー試験、および麺同士の摩擦試験により麺の力学特性を評価した。併せて、学校給食に適した米粉麺のレシピの検討を行った。

(2) 低価格米粉を利用したカレーソースの開発および実用化に向けた検討

低価格米粉を用いてカレーソースを作製し、大学生を対象に 7 段階評点法による官能評価を実施した。1 回目の官能評価では、米粉と小麦粉の配合割合を変えて 5 種類のカレーソースを作製した。評価項目として、食べた直後の好ましさ、後味の好ましさ、香りの好ましさ、粘度および舌触り、色、光沢感の好ましさ、粘度の有無、総合評価などを設定した。2 回目の官能評価では、1 回目の官能評価の結果から明らかとなった改善点について改良を行い、米粉のみでカレーソースを作製し、市販の小麦粉入りのカレーと比較してもらった。併せて、学校給食に適した米粉カレーのレシピの検討を行った。

(3) 低価格米粉の粉体特性および粘性の分析

低価格米粉の粒度分布分析、澱粉損傷率分析、ならびに粘度測定を行った。粒度分布は、レーザ回折式粒度分布測定装置 SALD-2200 型（株式会社島津製作所）を用い、粒度の異なる 3 種類の低価格米粉および 1 種類の市販米粉について分析し、粒径 75 μm 以下の積算値を求めた。澱

粉損傷率は、STARCH DAMAGE ASSAY PROCEDURE Megazyme (日本バイオコン株式会社) を用い、粒度分布分析と同じ試料について分析した。粘度測定は標準コーンロータ (1° 34'×R24) を装備した回転粘度計を用い、精製水で 5%の濃度に調製した米粉液を 90℃で 10 分間加熱し、室温にて液温を 45℃まで低下させ、20rpm の条件で測定した。

4. 研究成果

(1) 米粉麺の開発および実用化に向けた検討

麺の硬さは、せん断試験により評価した。米粉単独で作製した麺は、90%以上圧縮しても荷重値に極大は見られず、単調な増加を示した。一方、0.3 w/w%となるようアルギン酸を添加した麺は、圧縮過程で荷重の極大が見られ、破断が生じた。米粉単独の麺の荷重の最大値をアルギン酸添加麺の破断荷重と比較すると、アルギン酸添加麺の値が大きかったことから、硬さは増加したと考えられた。この結果は官能評価の結果とも一致した。麺同士の付着性はテクスチャー試験によって評価した。アルギン酸濃度の増加に伴い、付着性の相対値は減少し、麺同士のくっつきやすさが改善されたと考えられた。また、麺の滑らかさを評価するために麺同士の摩擦を調べたところ、アルギン酸濃度の増加に伴い、摩擦の相対値は減少し、麺同士の滑りが改善したと考えられた。以上の結果より、アルギン酸とカルシウム処理によって得られた米粉麺は、硬さが増加し、付着性が低下することが確認できた。この結果は、本研究で用いた中アミロース米からなる低価格米粉の麺への適性を示すものであり、日本の米消費拡大に寄与できる食品として期待できる。開発した米粉麺の特性を踏まえて、学校給食向けのメニューを 12 品考案し、レシピ集を作成した。今後、米粉麺の実用化と普及に向けて活用していく予定である。

(2) 低価格米粉を利用したカレーソースの開発および実用化に向けた検討

1 回目の官能評価の結果、米粉と小麦粉を各 50%配合した試料では、小麦粉 100%の試料と比較して、食べた直後の好ましさ、香りの好ましさの項目において有意に高い評価であった。また、粘度および舌触り、後味、色、光沢感の好ましさ、総合評価において高い評価であり、5 種類の試料の中で最も良好な評価が得られた。粘度の有無については、米粉 25%小麦粉 75%および米粉 75%小麦粉 25%配合の 2 種類の試料において、小麦粉 100%の試料よりも有意に高値であったことから、米粉を使用することで粘度は増し、食感に影響を及ぼすことが推測された。米粉 100%の試料では小麦粉 100%の試料と比較して、食べた直後の好ましさ、後味の好ましさ、粘度の好ましさ、舌触りの好ましさ、総合評価において有意に評価が低かったことから、米粉の配合割合はカレーの嗜好性を左右する要因であることが明らかとなった。これらの結果から、小麦粉の半量を米粉に置き換えることで従来の小麦粉のみのカレーソースよりも好ましい食味や食感が得られ、カレーソースにおける米粉の優位性を見出すことができた。2 回目の官能評価では、1 回目の官能評価の結果から明らかとなった改善点である米粉の濃度や調製方法について改良を行い、米粉のみでカレーソースを作製し、市販の小麦粉入りのカレーと比較してもらった。その結果、低価格米粉カレーは多くの項目において市販カレーと同程度以上の評価が得られ、市販品と遜色ないカレーを開発することができたと考えられた (図 1)。1 回目の官能評価では小麦粉の一部を米粉に置き換えることで良好な評価が得られたが、2 回目は小麦粉を全く使用せずに

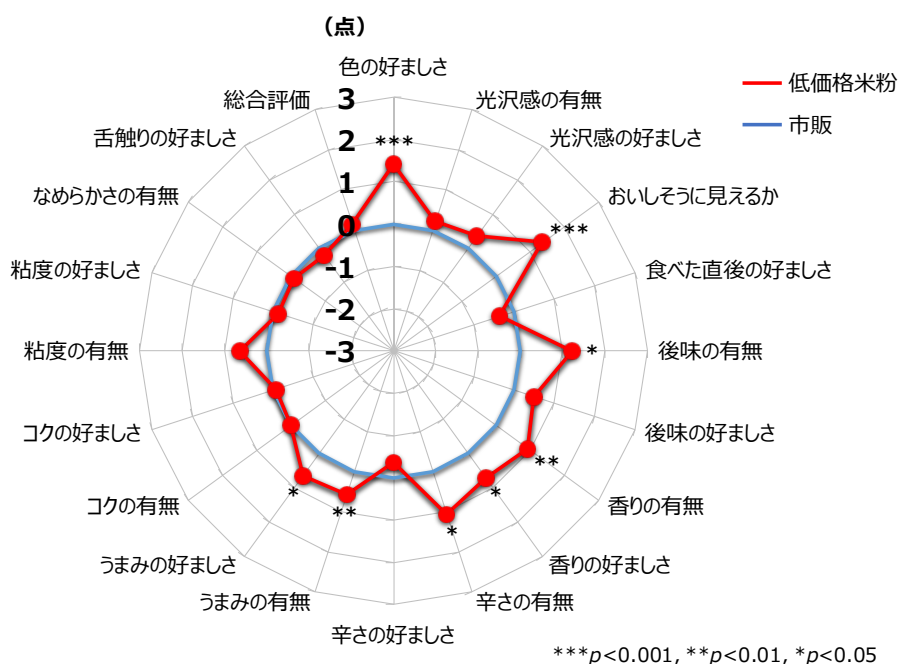


図1. 低価格米粉および市販のカレーソースの官能評価

作製したことから、低価格米粉を用いたカレールーの小麦アレルギー対応食品としての価値を見出すことができた。さらに、1回目と2回目の官能評価で用いたカレーソースを使用して作製したカレーライスアンケート調査を比較した結果、2回目すなわち改良後の米粉カレーの方が1回目よりも、さらさらまたはとろっとしていると回答した人の割合が有意に低下したことから、米粉特有の好ましくない食感を低減できたと推測された。開発した米粉カレーソースは、本学の開学記念事業である OPU フォーラムの地域の食において、カレーライスとして一般の参加者に提供し、そのアンケート調査の結果からも従来の小麦粉を使用したカレーと遜色ないと評価されたことから、低価格米粉カレーソースの実用化の可能性が示唆された。開発した低価格米粉カレーソースの需要先を開拓するために、学校給食向けのレシピを7品考案した(図2)。今後、さらに種類を増やしてレシピ集を作成し、実用化と普及に向けて活用していく予定である。



図2. 低価格米粉カレーソースの調理例(左:キーマカレー, 中央:ビーフカレー, 右:チキンカレー)

(3) 低価格米粉の粉体特性および粘性の分析

米粉では粒度が低いほど澱粉損傷率は高くなることが報告されており、低価格米粉においても同様の結果が認められた。また、粒度が同程度の場合、低価格米粉は市販米粉よりも澱粉損傷率が高いことが明らかとなった。アミロース・アミロペクチン比は低価格米粉と市販米粉の間に差は認められなかった。5%濃度に調整した米粉液の粘度は $105 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ であった。このような粉体特性および粘性を示す低価格米粉のカレーソースへの適性について今後さらに検討を行う必要がある。

〈引用文献〉

- 1) 農林水産省, 平成 26 年度食料需給表
- 2) 農林水産省, 作物統計
- 3) 吉井洋一, 本間紀之, 明石隆一郎, 新潟における米粉・米粉麺への取り組み. 日本食品科学工学会誌, 58(5), 187-95, 2011
- 4) 喜多記子, 中津川かおり, 植草貴英, 田代直子, Tran thi HA, 長尾慶子, ジャポニカ種米粉麺の力学的特性および官能評価. 日本食品科学工学会誌, 53(5), 261-7, 2006
- 5) 喜多記子, 水珠子, Tran thi HA, 長尾慶子, ジャポニカ種米粉麺の調製と力学的性質, 東京家政大学研究紀要, 46, 13-8, 2006

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

- ① Y. Nitta, Y. Yoshimura, N. Ganeko, H. Ito, N. Okushima, M. Kitagawa, K. Nishinari, Utilization of Ca^{2+} -induced setting of alginate or low methoxyl pectin for noodle production from Japonica rice, LWT-Food Sci. Tech., 査読有, 97, 2018, 362-369

〔学会発表〕(計3件)

- ① 田淵真愉美, 学校給食への導入を目指した米粉カレーの開発, 日本栄養改善学会中国支部学術総会, 2018
- ② 新田陽子, 低メトキシペクチンを添加した米粉麺の力学特性, 高分子討論会, 2017
- ③ 田淵真愉美, 白米および玄米の米粉を用いたパンの嗜好性に関する研究, 第29回岡山県栄養改善学会, 2016

〔図書〕(計3件)

- ① 田淵真愉美他, 理工図書, 給食経営と管理の科学, 29-50, 2018
- ② 新田陽子他, 講談社, 食品化学, 181-196, 2018
- ③ 新田陽子他, 講談社, 食品学総論, 110-116, 2016

〔産業財産権〕

○出願状況（計 1 件）

名称：米粉麺の製造方法

発明者：新田陽子他

権利者：奥島信行他

種類：特許

番号：特許願 2016-017861 号

出願年：平成 28 年

国内外の別：国内

〔その他〕

〔研究発表〕（計 7 件）

① 小玉真菜, 山下菜月, 田淵真愉美, 低価格米粉製造法により製造された米粉を活用したカレーの開発, おかやま COC+シンポジウム 2017, 2018

〔招待講演〕（計 2 件）

① 新田陽子, 県大米粉麺の力学特性, 第 72 回日本栄養・食糧学会大会ランチョンセミナー, 2018

② 新田陽子, 水溶性多糖類のゲル化を利用して作製した米粉麺の物性について, 第 43 回食品の物性に関するシンポジウム, 2016

6. 研究組織

研究分担者

研究分担者氏名：新田 陽子

ローマ字氏名：NITTA Yoko

所属研究機関名：岡山県立大学

部局名：保健福祉学部栄養学科

職名：准教授

研究者番号（8 桁）：70403318

研究分担者氏名：我如古 菜月

ローマ字氏名：GANEKO Natsuki

所属研究機関名：岡山県立大学

部局名：保健福祉学部栄養学科

職名：助教

研究者番号（8 桁）：70508788