

県大米粉麺の成分および物性に関する研究

吉村征浩* 江木智恵美* 北川昌昭** 奥島信行** 我如古菜月* 新田陽子*
岸本妙子* 中島伸佳* 久保田恵* 伊東秀之* 山下広美* 辻英明*

要旨 我が国の食文化は欧米化が進み、食糧自給率が低下し、唯一自給している米の消費も減少してきている。米の消費拡大は緊急に解決すべき課題であり、解決策の一つとして米の粉食化、他製品への応用が検討されている。岡山県新規需要米生麺協同組合と共同開発した県大米粉麺は米粉に食物繊維を添加し、加圧加熱後、水に浸漬し生産される。本研究では県大米粉麺の成分分析および物性測定を行い、他の麺類と比較することで、県大米粉麺の特色を調べることを目的とした。県大米粉麺は小麦麺と比較して、Na, K 含有量が低く、Ca 含有量が高いことが分かった。また、茹で時間が麺の強度に与える影響を調べた結果、他麺類と比較して県大米粉麺はのびにくいことが分かった。以上のことから、県大米粉麺は低塩分、高カルシウム食品で調理しやすく、学校給食においてアレルギーや栄養面を考慮した小麦麺の代替麺として利用価値が高いと考えられる。

キーワード：新規米粉麺、成分分析、物性、食物繊維

I. 緒言

近年、食の欧米化により米の消費量が減少しており、米の消費拡大は緊急に解決すべき課題である。農林水産省発表の食糧需給表によると、1960年から2012年までの約70年の間に国民1人あたりの米の消費量は118.3 kg/年から56.3 kg/年と、半分以下に減少している。この原因は食事が欧米化し、炭水化物として米を食べる量よりも小麦を食べる量が増加し、同時に副食の摂取割合が増加したためであると考えられる。また、農林水産省が示している平成26年の食糧自給率によると、小麦と肉類の自給率はそれぞれ13%と55%となっており、その多くを輸入に頼っている。これらの消費が増加することは日本の食糧自給率を低下させることにも繋がる。内閣府による平成24年度の「即時型食物アレルギーによる健康被害、及びアレルギー物質を含む食品に関する試験検査」によると、アレルギーの中で小麦アレルギーが全体に占める割合は11.7%であり、3番目に高い割合であった。一般的に子供は小麦から作られたうどんなどの麺類を好む傾向があり、学校給食などにおいて、小麦アレルギーを持った児童は、他の児童と同じメニューを食べることができず孤立

感を感じたり、代替食を導入する必要があるといった問題点がある。

これらの問題点を解決するために、日本で作られた米から米粉を製造し、パンや麺に加工しようという取り組みが進んでいる。実際に米粉を使用した米粉パンの使用は広がり始めており、岡山県でも平成22年度からほとんど全ての小中学校の学校給食に20%の米粉が配合された米粉パンが導入されている。米に含まれているタンパク質はオリゼニンであり、グルテン形成をしないため、米粉パンを製造する際にはグルテンを添加することで小麦パンと同様の食感を維持している。しかしながら、前述のように小麦アレルギーの問題があり、米粉のみを使用した加工品の開発が求められている。米には大きく分けてジャポニカ米とインディカ米があり、含まれているアミロースとアミロペクチンの割合が異なる。一般にアミロースの割合が高い米は、粘りが少なく、パサパサした食感になる。アミロースの割合はジャポニカ米で約20%、インディカ米で約30%である。そのためインディカ米は、硬めのデンプンを含み、その性質を利用してビーフンやフォーなどの原料として利用され、程よい食感の麺に加工され

* 岡山県立大学保健福祉学部栄養学科

** 岡山県新規需要米生麺協同組合

〒719-1197 岡山県総社市窪木111

〒705-0132 岡山県備前市三石1番地

る。ジャポニカ米とインディカ米では糊化開始温度、デンプン粒の崩壊の程度、粘度、付着性が異なる。糊化開始温度に関しては、ジャポニカ米とインディカ米ではジャポニカ米の方が10°C低く、90°C付近におけるデンプン粒の崩壊の程度はジャポニカ米の方が大きい。このような糊化特性の違いから、両者の粘性にも違いがあり、ジャポニカ米の粘性は90°Cで顕著に増大し、付着性が高くなったのに対し、インディカ米は90°Cにおいては低粘度のままである¹⁾。これらのことより、アミロース含量の低いジャポニカ米のみを原料として米粉麺を製造することは難しいと考えられている。新潟県では日本の米粉を100%使用して麺を作る取り組みが行われている²⁾。その1つに高アミロース米(こしのめんじまん)に含まれているレジスタントスターチ(難消化性澱粉)の物性を利用し、ジャポニカ米を利用した米粉麺の製造を可能にした例があるが、原料米の種類に制限があり、生産量や汎用性が低い問題点がある。

以上のような問題点を解決するために、どのような種類の原料米でも使用でき、小麦アレルギーの方にも安心して食べていただける米粉のみを炭水化物源として作られる新規の米粉麺(県大米粉麺)を本学と岡山県新規需要米生麺協同組合で共同して開発した。県大米粉麺は食物繊維を含有し、米粉、水を合わせて混合し、高温・高圧処理した後、水へ押し出し製麺する。この製麺法においては、製麺の際に押し出す孔の大きさや原材料の食物繊維含有量を変化させることで、さまざまな太さや食感をもった米粉麺をつくることができる。また、今まで茹でノビ等の問題で現実的に不可能であった中アミロース米100%を原料とする米粉麺の製造を可能にし、米粉に特徴的な高い付着性も改善されている。本研究では県大米粉麺の成分分析および物性測定を行い、他の麺類と比較することで、県大米粉麺の特性を明らかにし、学校給食への提供に向けた麺であるかどうかを検討した。

II. 方法

1) 試料

ヒノヒカリ約33.1%、越のかおり約6.6%、水約59.5%に、0.85%食物繊維を添加、混合し、加圧加熱後、水中に押し出して製造した米粉麺(県大米粉麺、以下米粉麺と表記)を試料とした。比較のため

市販の乾麺(うどん、そうめん、そば、ビーフンおよびフォー)を用いた。米粉麺は凍結乾燥後、乳鉢と乳棒を用いて粉碎し、ふるいにかけて米粉麺の粉末を得た。粉末にした米粉麺を用い、以下に示した方法で脂質、ミネラル分析を行った。乾麺は製品を乳鉢、乳棒を用いて粉碎し、ふるいにかけて、使用まで-30°Cで保存した。

2) 成分分析

水分量は常圧加熱乾燥法、灰分は乾式灰化法、粗タンパク質量はケンダール法により測定した。脂質はBligh&Dyer法により抽出し、重量を測定した。各ミネラルは希塩酸抽出法により抽出し、原子吸光度計(HITACHI Z-2800)を用いて測定を行った。レジスタントスターチ(RS)含有量はResistant Starch Assay Kit(Megazyme)を用いて測定した。

3) 物性測定

各麺類を5本程度ランダムに選び、各麺類の調理例に記載されている指定通りの時間(米粉麺:2分、うどん:12分+5分間の蒸らし、そうめん:1分半、そば:3分+2分間の蒸らし、ビーフン:4分、フォー:30°Cで15分+沸騰水中で3分)茹で、水洗いをして水気を取り、その後即座にレオメーター(YAMADEN RHEONER II CREEP METER RE-2 33005B)で破断試験を行った。この状態を基準(0分)とした。さらにランダムに選んだ麺を同様に茹でて、水気を取り60°Cの湯に浸漬した。浸漬時間は2、5、10、20、30分間とし、浸漬後水気を取って即座にレオメーターを用いて破断強度を測定した。また、1本の試料につき異なる3箇所において破断試験を行い、破断荷重の測定を行った。時間経過に伴う破断荷重変化率(近似直線の傾き:のびやすさ指標)を求めることで、各麺類ののびやすさを比較した。

4) 統計解析

各測定データはTukey-Kramer法により多重比較を行い、検定した。

III. 結果

1) 各麺類の成分比較

米粉麺の特色を明らかにするために、さまざまな麺類と共に成分分析を行った。成分分析の方法は日

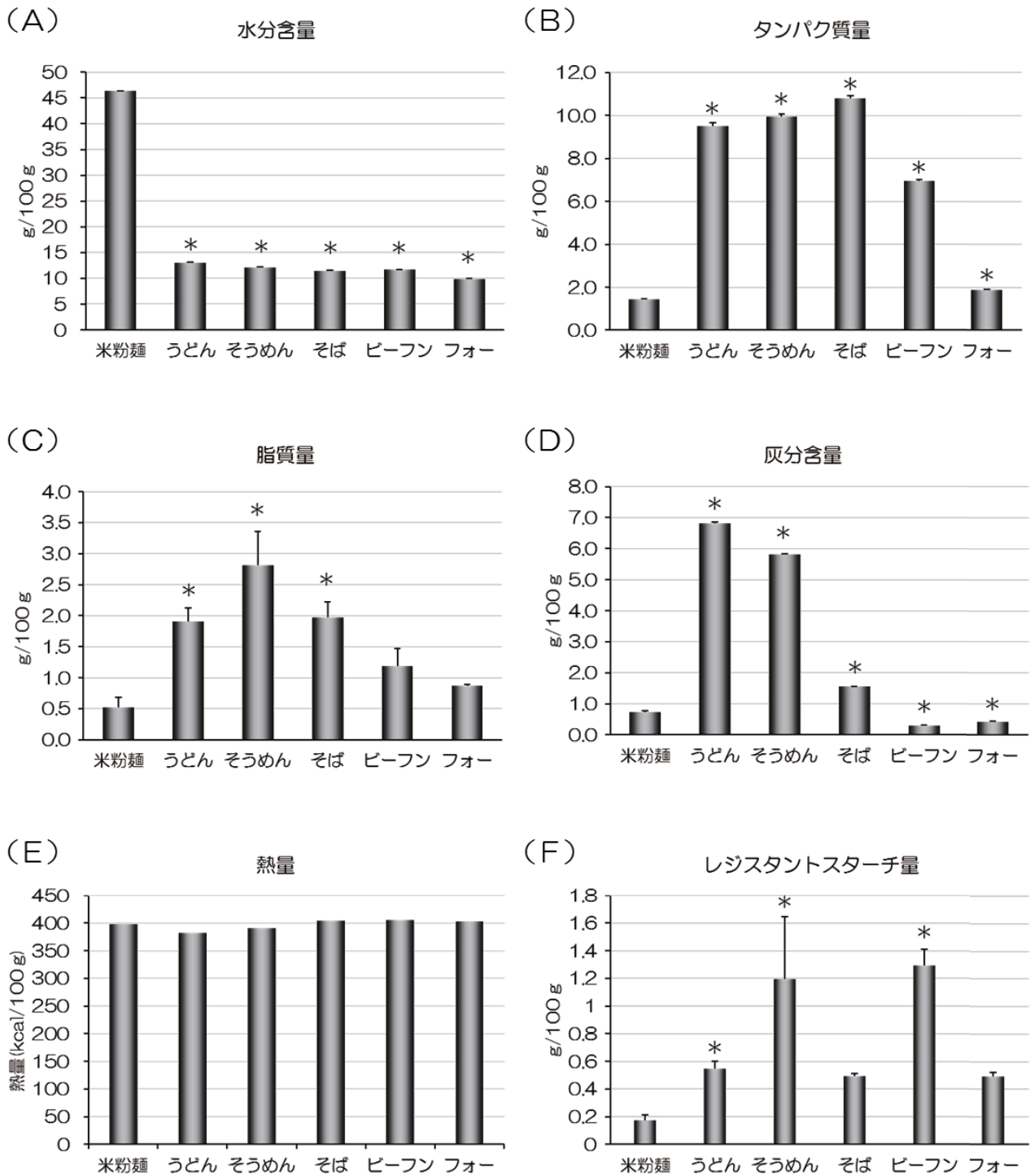


図1 県大米粉麵および他麵類の成分分析

本食品標準成分表分析マニュアルおよび AOAC の方法に従った。水分含量は可食部 100 g あたり米粉麵、うどん、そうめん、そば、ビーフン、フォーでそれぞれ 46.3、13.0、12.1、11.5、11.6、9.9 g であり、米粉麵は、他の全ての麵より有意に高い値となった (図 1 A)。米粉麵は製麵後、冷凍保存していたものを解凍し使い、それ以外の麵類は乾麵であ

るため、水分量に大きな差が生じた。以下の成分比較の結果は水分を除いた部分における成分量 (水分補正值) を示す。タンパク質量の水分補正值は、米粉麵、うどん、そうめん、そば、ビーフン、フォーでそれぞれ 1.4、9.5、10.0、10.8、7.0、1.9 g/100 g であり、米粉麵は、他の全ての麵よりも有意にタンパク質含量は低かった (図 1 B)。脂質量の水分補

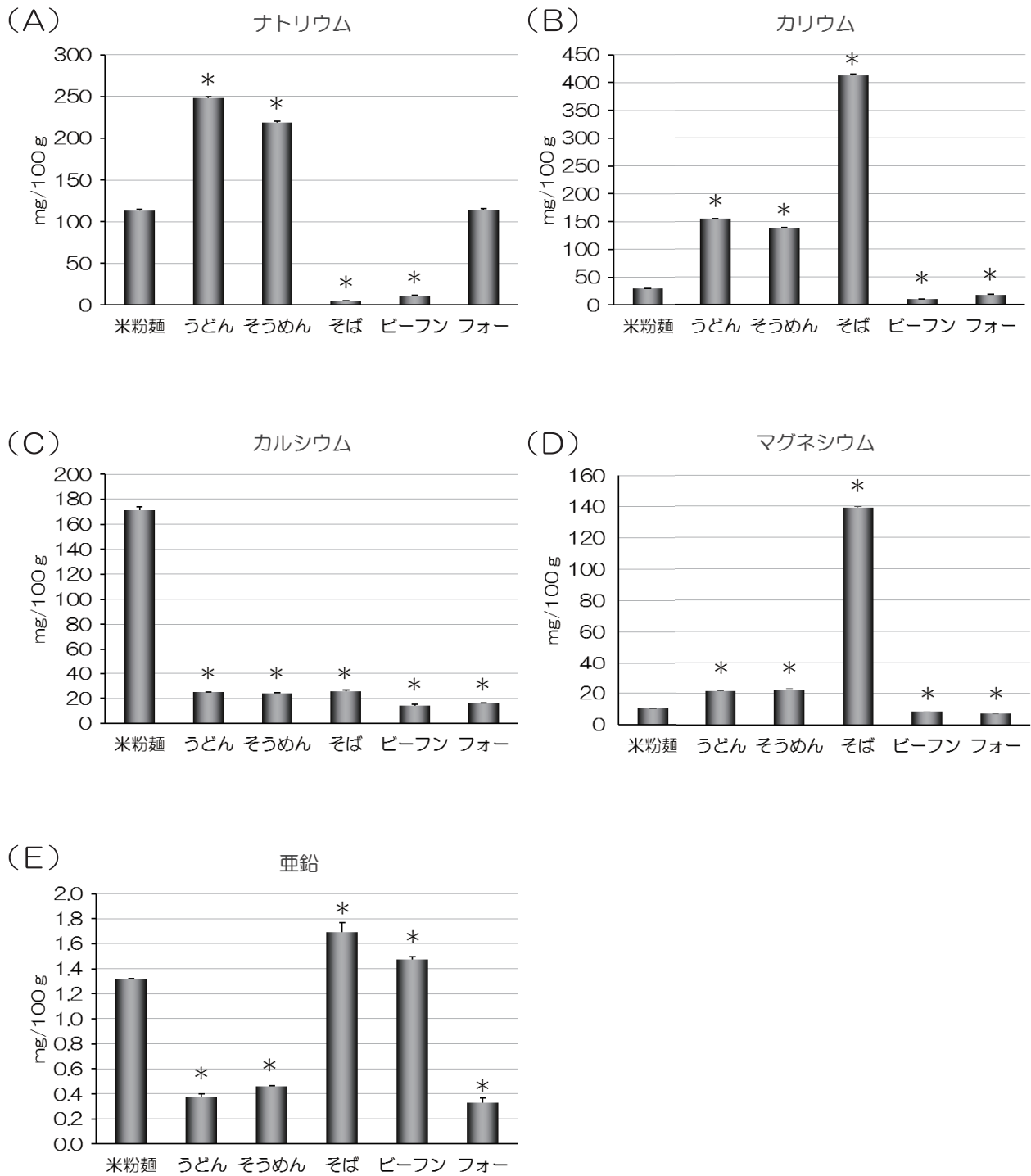
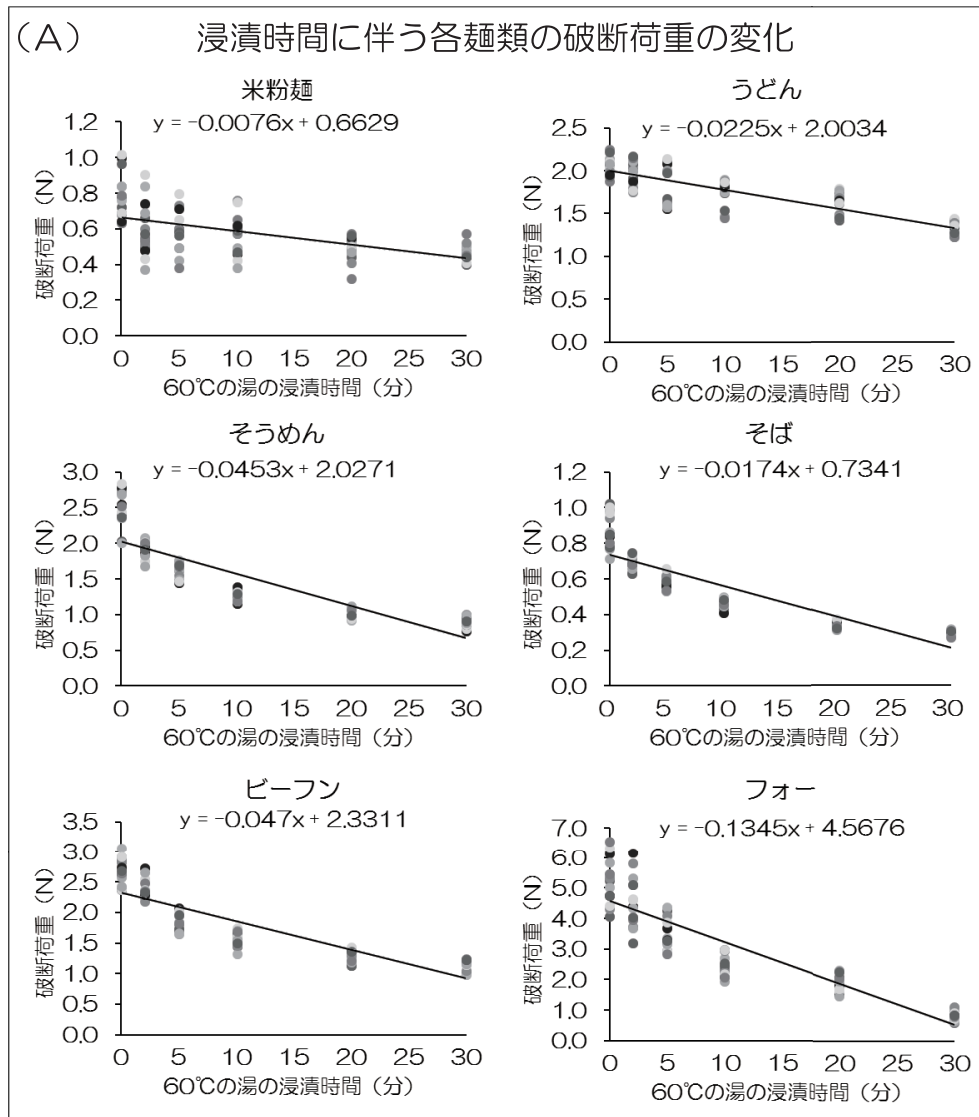


図2 県大米粉麺および他麺類のミネラル含有量

正値は、米粉麺、うどん、そうめん、そば、ビーフン、フォーでそれぞれ0.5、1.9、2.8、2.0、1.2、0.9 g/100 gであり、米粉麺は、うどん、そうめん、そばよりも有意に脂質含量は低かった (図1 C)。灰分含量の水分補正値は、米粉麺、うどん、そうめん、そば、ビーフン、フォーでそれぞれ0.7、6.8、5.8、1.5、0.3、0.4 g/100 gであり、米粉麺は、うど

ん、そうめん、そばよりも有意に灰分含量が低く、ビーフン、フォーよりも有意に灰分含量は高かった (図1 D)。以上のタンパク質量、脂質量、灰分量より各麺類の熱量を求めたところ、各麺類の熱量はおおよそ400 kcal/100gであり、大きな差は見られなかった (図1 E)。最近、消化酵素に耐性を示す難消化性デンプン (レジスタントスターチ:RS) が



(B) 破断荷重の変化から求めた各麺類ののびやすさ指標

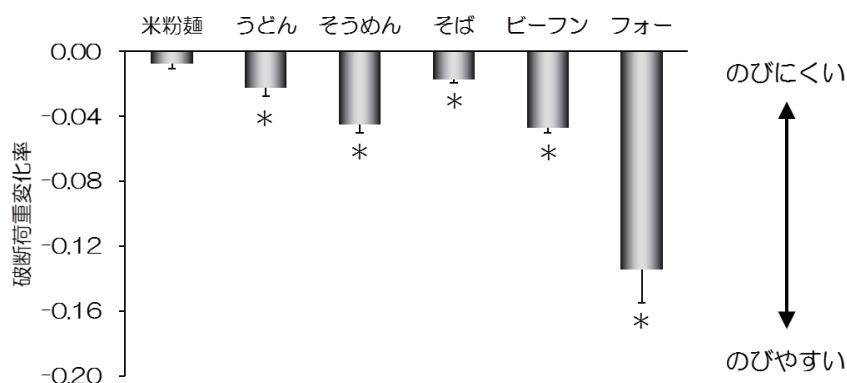


図3 県大米粉麵および他麺類の浸漬時間に伴う破断荷重の変化

食物繊維として機能し、生活習慣病の予防効果があることから注目を集めている³⁾。各麺類のRS含有量は米粉麵、うどん、そうめん、そば、ビーフン、フォーでそれぞれ0.2、0.5、1.2、0.5、1.3、0.5 g/100

gであり、米粉麵は、うどん、そうめん、ビーフンよりも有意にRS含有量は低い結果となった(図1F)。以上の結果より、米粉麵はタンパク質や脂質含量、RSが少ないことが分かり、消化性が良いデ

ンブンを多く含むことが分かった。

2) 各麺類の各種ミネラル含有量

次に各麺類のミネラル含有量を原子吸光光度計によって分析した。米粉麺のナトリウム含有量は113 mg/100 gであり、うどん (248 mg/100 g)、そうめん (219 mg/100 g) よりも有意に低く、そば (5 mg/100 g)、ビーフン (11 mg/100 g) よりも有意に高く、フォー (114 mg/100 g) と同程度であった (図2 A)。米粉麺のカリウム含有量は29 mg/100 gであり、うどん (155 mg/100 g)、そうめん (138 mg/100 g)、そば (413 mg/100 g) よりも有意に低く、ビーフン (10 mg/100 g)、フォー (18 mg/100 g) よりも有意に高い値を示した (図2 B)。米粉麺のカリウム含有量は171 mg/100 gであり、他の麺類と比較して非常に高い値を示した (図2 C)。マグネシウム含有量は米粉麺、うどん、そうめん、そば、ビーフン、フォーでそれぞれ10、22、23、139、8、7 mg/100 gであり、そばが高い値を示した (図2 D)。米粉麺の亜鉛含有量は1.3 mg/100 gであり、そば (1.7 mg/100 g)、ビーフン (1.5 mg/100 g) に次いで高い値を示した (図2 E)。以上の結果より、米粉麺はナトリウム、カリウム含有量が低く、カルシウムを豊富に含む特色を持つことが分かった。

3) 各麺類ののびやすさの比較

調理後の麺ののびやすさは食感に悪影響を及ぼす重要な因子である。そこで、米粉麺ののびやすさ (のびやすさ指標) を方法欄に記載したとおり求めた。のびやすさ指標は各麺類の60°Cの湯に浸漬した時間経過に伴う破断荷重変化率と定義した。すなわち、破断荷重変化率とは図3 Aのように時間経過に伴う破断荷重の各プロットから得られる近似直線の傾きのことであり、0に近いほど麺はのびにくく、0よりも小さくなっていくにつれて麺はのびやすいといえる。各麺類ののびやすさ指標を比較したところ、フォーが一番のびやすく、ビーフン、そうめん、うどん、そばの順にのびにくいという結果になった。一方で米粉麺は比較した麺類の中で最ものびにくいことが分かった (図3 B)。以上のことから、米粉麺はのびにくい特色を有し、調理のみならず配膳に時間がかかる大量調理に向いた麺と言える。

IV. 考察

本研究では県大米粉麺の成分分析および物性測定を行い、他の麺類と比較することで、県大米粉麺の特性を明らかにすることを目的とし、県大米粉麺が低塩分、高カルシウム麺であることに加え、調理後、湯に浸漬していても他の麺類よりものびにくい特色を持つことを明らかにした。

県大米粉麺は米の消費拡大と米粉を製麺する際の問題点解決を目的として、本学栄養学科と岡山県新規需要米生麺協同組合とで共同開発した新規米粉麺である。本米粉麺のタンパク質量、脂質量は他の麺と比較して、低い値であった (図1 B、C)。従って本米粉麺の主成分は炭水化物であるデンプンであり、また、レジスタントスターチ含量も低いことから消化に優れたデンプン質であることが示唆される。本米粉麺の灰分含量はうどん、そうめん、そばよりも低く、米粉を使用したビーフン、フォーよりも高かった (図1 D)。米粉麺に含まれるナトリウムはうどん、そうめんよりも少なかった (図2 A)。うどん、そうめんは製麺過程でグルテン形成のために食塩を添加するためナトリウム含量が高く、米粉麺は小麦麺のようにグルテン形成のために製造過程で食塩を添加する必要がないためであると考えられる。また、カリウム、マグネシウム含量も本米粉麺はうどん、そうめんよりも低かった (図2 A、D)。一方で、カルシウムは今回調べた麺類の中で、本米粉麺が突出して多く含まれており、水分を含んだ際の含量は92 mg/100 gで、その値は普通牛乳のカルシウム含量110 mg/100 gの値に近いものである (図2 C)。カルシウムは、骨格や歯の主な構成成分であり、生体膜の選択的物質透過、血液凝固、化学的・物理的神経筋刺激伝達、細胞分裂、収縮や運動、酵素の賦活作用に関与している。カルシウム欠乏による骨疾患には、くる病や骨軟化症、骨粗鬆症がある。食事摂取基準によるカルシウムの推奨量は男性で800 mg、女性で650 mgであり、カルシウムを多く含む米粉麺を摂取することによって、骨粗鬆症予防に寄与できると考えられる。また、味覚障害⁴⁾や新生児の発育⁵⁾と関連があるとされる亜鉛も本米粉麺にはそばやビーフンと同程度含まれ、うどん、そうめん、フォーよりも多く含まれていることがわかった (図2 E)。以上のミネラル成分の分析結果より、本米粉麺は低塩分でカルシウムを多く含む食品であることが分かり、カルシウムの摂

取が健全な成長に重要である学童の給食での利用に向いていると思われる。

本研究ではさまざまな種類の栄養素比較だけでなく、麺の食感やおいしさに重要である物性、特に湯浸漬に対する麺ののびやすさに注目し検討を行った。その結果、図3Bに示すように、本米粉麺は調べた種類のなかで最ものびにくいことが判明した。米粉を使用した麺は中国、台湾、韓国、タイ、ベトナム、インドネシアなど様々な国で食されている。米粉は小麦粉と異なり、グルテン形成能を持たず、加水・加熱により主成分であるデンプンの糊化による高い粘着性により麺状化することが困難なことで知られている⁶⁾。米粉単独では麺への加工は難しく、小麦粉、海藻、糊料などのような所謂ツナギが必要であり、多くは小麦粉が使用されている。しかしながら、前述のように小麦アレルギーに対応できないといった問題点がある。米粉を100%使用した麺は茹でに対して弱く、吸水に伴い麺の構造を維持できず、すぐにのびてしまう。実際に米粉を使用した麺であるフォーやビーフンは他の小麦麺と比較してのびやすかった(図3B)。また、特に我が国で食されている米(ジャポニカ米)は粘りが強く、麺加工に向かないとされる。県大米粉麺は米粉に食物繊維を添加し、水とよく混合した後、加圧加熱し孔から押し出すことで製麺する。県大米粉麺がのびにくく、しっかりコシのある食感を有しているのは添加する食物繊維が小麦麺のグルテンのように構造を支持する役割を担うためであると考えられる。また、県大米粉麺の製法では、添加する食物繊維の割合を変化させることで、様々な固さ、食感を持つ麺の製造が可能である。食物繊維の割合が適切な米粉麺はジャポニカ米特有の粘りによる麺同士の付着も改善されるようであった。

本研究により、栄養面、物性の観点から県大米粉麺の有意性が明らかになった。すなわち、本米粉麺は低塩分・高カルシウム食品であり、米粉を使用した麺に見られるようなのびやすさが改善された麺であり、学校給食においてアレルギーや栄養面を考慮した小麦麺の代替麺として利用価値が高いと考えられる。

付記

本研究を行うに当たり、県大米粉麺の作成にご協力頂いた岡山県新規需要米生麺協同組合の皆様

に謝致します。

参考文献

- 1) 喜多記子、中津川かおり、植草貴英(2006). 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): 261-267
- 2) 吉井洋一、本間紀之、赤石隆一郎(2011). 新潟県における米粉・米粉麺への取り組み. 日本食品科学工学会誌, 58(5): 187-195
- 3) Zhang L, Li HT, Shen L, Fang QC, Qian LL, Jia WP (2015). Effect of Dietary Resistant Starch on Prevention and Treatment of Obesity-related Diseases and Its Possible Mechanisms. Biomed. Environ. Sci., 28(4): 291-297.
- 4) 池田稔、生井明浩(2007). 味覚障害と亜鉛欠乏. Biomed. Res. Trace Elements, 18(1): 10-14
- 5) Brown KH, Peerson JM, Rivera J, Allen LH (2002) Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: a meta-analysis of randomized controlled trials. Am. J. Clin. Nutr., 75(6): 1062-1071
- 6) 斎藤昭三(1979). 米粉の特性とその麺状化について. 調理科学, 12(2): 74-84

Nutritional Composition and Physical Properties of OPU-Rice-Noodle

YUKIHIRO YOSHIMURA*, CHIEMI EGI*, MASA AKI KITAGAWA**,
NOBUYUKI OKUSHIMA**, NATSUKI GANEKO*, YOKO NITTA*
TAEKO SHIGENOBU-KISHIMOTO*, NOBUYOSHI NAKAJIMA*,
MEGUMI KUBOTA*, HIDEYUKI ITO*, HIROMI YAMASHITA*,
HIDEAKI TSUJI*

**Department of Nutritional Science, Faculty of Health and Welfare Science, Okayama Prefectural University, 111
Kuboki, Soja, Okayama 719-1197, Japan*

***Cooperative Association of Okayama for Noodle Using New Sources of Demand for Rice, 1 Mitsuishi, Bizen,
Okayama 705-0132, Japan*

Abstract In this study, we characterized rice noodle, OPU-Rice-Noodle, which was developed by Okayama Prefectural University and Cooperative Association of Okayama for noodle using new sources of demand for rice. OPU-Rice-Noodle is made from rice flour and a small amount of dietary fiber, which enable us to be produced a functional rice noodle. In comparison with other noodles, OPU-Rice-Noodle contains lower sodium and potassium and significantly higher calcium levels. During soaking in hot water, most noodles became too soft to eat, however, OPU-Rice-Noodle did not. These results indicate that OPU-Rice-Noodle has a useful character as a substitute for wheat flour noodles.

Keywords : rice noodle, nutritional composition, physical properties, dietary fiber