

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 19 日現在

機関番号：32604

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24500953

研究課題名(和文) 微粉米粉の特性をいかした機能性食品の創製から応用に関する研究

研究課題名(英文) Studies on the preparation and Functional use of cooked foods from rice flour with fine powdery properties.

研究代表者

市川 朝子 (ICHIKAWA, Tomoko)

大妻女子大学・家政学部・教授

研究者番号：30141295

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：我が国の米の消費拡大のため、従来は小麦粉を用いてその調理性を生かした調理とされてきた調理条件の異なる3種類の小麦粉調理について、微粉米粉の特性を利用した調製条件について検討した。小麦粉のグルテンを生かした調理としてグルテンフリー米粉食パン、小麦粉のデンプンを生かした調理としてスープ・ソースのとろみづけ、及び小麦粉が製品の骨格となるカスタードクリームを含むシュークリームについて各々の好ましい調製条件を決定することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：The conditions of preparation were investigated for three kinds of cooked foods using fine powdery rice flour instead of wheat flour to increase the consumption of rice in Japan. Desirable gluten-free rice flour breads were prepared by the addition of hydroxymethyl propyl cellulose (HMPC) and etc. Also, good results were obtained for the preparation of thick soup and sauce with starch of rice flour, and a cream puff with rice flour added to egg protein, respectively.

研究分野：総合領域

キーワード：微粉米粉 米粉でつくるソース 米粉でつくるカスタードクリーム 米粉シュークリーム グルテンフリー米粉食パン

1. 研究開始当初の背景

稲作は我が国の風土・気象条件に適した農業で、しかも主食に米を用いることは、幅広い副食との適応、高い栄養価、そしておいしさの面からも日本人の食生活に欠かすことのできないものである。一方、冷涼・乾燥の気象条件を好む小麦は、我が国で多量生産することは難しい穀物であるにもかかわらず、現在の日本人の食糧用小麦はその87%を輸入に依存しており、我が国の食糧自給率は、依然として50%までに回復する兆しすらみえてきていない。そうした中で、米を日本人の食生活のなかに以前のように取り込もうとする社会的背景の下、米を粉砕する技術的研究も著しく進歩し、米に酵素処理を施したり、粉砕機の改革を行うなど、粒度が顕著に細かな機能性の高い微粉米粉が生産可能となった。このような種々の現状を鑑みて、“研究室レベル”の調理科学的研究として日常の食生活に貢献できる課題は何かを考え、現代の日本人の食生活に応用できる微粉米粉を食品素材として幅広く利用する調製条件を確立することが理にかなっていると考えた。

2. 研究の目的

米粉の物性に関する研究に関しては、米粉に水を加えて捏ねた後放置することが製品の物理的・化学的特性面に良好な影響を及ぼした、とする長沼ら¹⁾の報告がある。また、スポンジケーキやパン、マフィンなどの調製に小麦粉の代替として米粉を用い、味や物性への影響を比較した研究²⁾⁻⁵⁾も数多くある。しかしこうした研究の多くは、小麦粉の代替として米粉を用いており、その検討方法としては小麦粉の一部を米粉に代替する方法、米粉に小麦粉から抽出したグルテンを加えて用いる方法及び全く小麦粉やグルテンには捕らわれず、グルテンフリーの米粉として調製する方法の3種類がある。本研究ではすべての調理に対してグルテンフリーの米粉を対象とし、小麦粉が製品の骨格を形成しているシュー皮(カスタードクリームを含む)を米粉で調製する条件、小麦粉のデンプンを活かした調理としてのスープ・ソースのとろみづけを米粉でルウから調製する条件、及び食パン(従来より大型なパン)を米粉で調製する条件の3点について検討した。

3 研究の方法

米粉を用いたシュークリームの調製条件

(1) カスタードクリーム

試料調製方法 材料配合の割合は粉(薄力粉、米粉)を3~9%範囲内で変化させ、砂糖は10%量、卵黄は5%量、バターは5%量とし、全体量が100%となるように牛乳で調整した。1)通常法：粉と砂糖を混ぜて、牛乳を加え攪拌加熱(IH調理器 出力1400W中、700Wを使用)した。試料温度75で卵黄を加え更に加熱し、試料温度85まで加熱、1cm

角のバターを加えて攪拌後重量調整した。2)レンジ加熱法：卵黄と砂糖を混ぜ、粉を加え、牛乳を攪拌しながら加えてこした生地を耐熱ポウルに入れ、蓋をせずに電子レンジ(出力800W中、600Wを使用)で加熱(生地温度65)後、茶笥型泡立て器で生地を攪拌した。電子レンジ加熱と攪拌の操作を2回あるいは3回繰り返した。各々の加熱条件を以降(×2回)、(×3回)と表示した。生地温度は92~95、最後に1cm角のバターを加えて攪拌後重量調整した。物性測定条件 試料は(20±2)下でステンレス製シャーレに充填後、クリープメーカー(山電(株)社製 RE2-3305B型)で嚙下困難者用食品の規格基準に基づいた条件で調製当日と保存1日後に測定した⁶⁾。

官能評価の方法 電子レンジ加熱米粉カスタードクリームの食味への影響 予備実験結果から通常法では、薄力粉5%が最も評価が高かったため、これを基準として米粉5%濃度で、電子レンジ加熱(2分×2回、2分×3回)した調製当日の3試料について識別評価と嗜好評価を行った。識別評価項目は色、やわらかさ、口どけ、甘さ、卵の味の5項目とし、各々+3~-3の7段階の評価とした。また、嗜好評価は、識別評価項目に総合評価を加えた。パネルは大妻女子大生15名である。

(2) シュー皮

材料配合 薄力粉あるいは米粉18%、バター14%、鶏卵36%、水32%を基本配合とし、各々の材料の適量配合を水との割合を調整して検討した。試料調製条件 第1加熱 沸騰した湯に刻んだバター、粉を加えて攪拌加熱し、消火後水分補正した。生地が65以下になったところで卵液を加えた。第2加熱 第1加熱生地20gずつを天板に絞り出し、コンベックレンジで200 20分、170 10分、消火後5分放置の焼成条件を施し、測定試料とした。

スープ・ソースのとろみづけ用米粉の調製条件

(1)試料調製方法 ホワイトソースは薄力粉濃度5、7.5、10%の3種類、粉/バター=1/1の配合比としてIH調理器(出力1400W中、450Wを使用)で30分間攪拌加熱後、コンソメスープと牛乳を1:1の割合で加え調整した =基本ソース1。米粉ホワイトソースは、米粉濃度3種類について、粉/バター=1/1、1/0.75、1/0.5の3配合の計9種類とした。ブラウンソースは、薄力粉濃度5、7.5、10%の3種類、粉/バター=1/1、1/0.75、1/0.5の3配合比としてIH調理器で40分間攪拌加熱後、コンソメスープで調整した =基本ソース2。米粉ブラウンソースは米粉濃度3種類について、粉/バター比を3配合の計9種類とした。(2)物性測定条件 嚙下困難者用食品の規格基準に基づく条件(ソース温度

40)で測定した。

グルテンフリー米粉食パンの調製条件

以前に行ったグルテンフリー米粉パンの結果より、米粉の一部を米粉糊としゾル状キサンタンガムと食用絹フィブロインの添加及び生地を一定時間‘ねかす’ことの有効性を確認した⁷⁾。今回は更に米粉パンの新たな知見^{8),9)}を参考として、食パンサイズの調製条件を検討した。食パンを米粉のみで調製した報告¹⁰⁾¹¹⁾を参考とし、米粉パフ粉、ヒドロキシプロピルメチルセルロース(=HPMC)の添加条件を検討した。(1)基本材料配合 米粉、コーンスターチ(米粉の15%)、うるち米粉パフ粉(粉の5%)、上白糖(粉の8%)、食塩(粉の1.2%)、HPMC(粉の0.5%)、オリーブ油(粉の5%)、白神こだま(粉の2%)、とろみ剤[ネオソフト(コンニャク粉/キサンタンガム:8/2)太陽化学株式会社製]とし、加水量*は生地中の水分量を49%、52%の2種類とした。(2)調製方法 米粉、コーンスターチ、パフ粉、上白糖(一部)、食塩、HPMCをこね機(キッチンエイドミキサー-KSM150型)用ボウルに入れ、フックを装着し、一定の速度で攪拌しながらオリーブ油、一定量の水*を加えて捏ねた後、一夜冷蔵庫保存した。5倍量の温水(40)で予備発酵させた白神こだまを生地に加えて捏ねた後、37 で30分間一次発酵後、さらに混捏した生地250gを型に入れ、37 で40分間二次発酵した。焼成条件はパン型に上蓋をして160 10分、200 20分、蓋を外し更に200 20分間とした。(3)測定項目 比容積とテクスチャー測定を行った。(4)グルタチオンの添加市販のグルタチオン(アミノ酸3個が結合したトリペプチド)を粉の0.3%、0.5%添加した⁸⁾。

4 研究成果

米粉を用いたシュークリームの調製条件

(1) カスタードクリーム

薄力粉(以下薄力粉区と略す)と米粉(以下米粉区と略す)の比較 カスタードクリームの通常加熱法による濃度に伴うかたさの変化を図1に示した。調製当日(a)は、7~9%濃度になると薄力粉区はかたさが顕著に上昇したのに対し、米粉区は緩やかな上昇傾向だっ

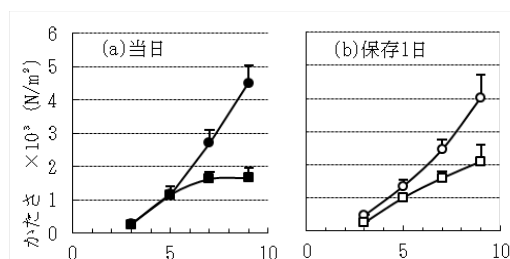


図1 カスタードクリームの粉の種類と濃度の違いによる硬さの変化 薄力粉、米粉

た。保存1日(b)は、高濃度になると薄力粉区は当日よりやや低下傾向となったが、米粉区は緩やかではあるが、調製当日よりやや高くなる傾向が示された。両者の高濃度下でみられたこの違いには、薄力粉区では調製中に緩やかではあるが形成されたグルテンが関与していると推察された。

加熱法の違いによる米粉カスタードクリームの物性への影響

米粉の加熱方法を変えることによる性状への影響を調べようと、米粉濃度3~9%について、通常法とレンジ加熱法(2分×2回、2分×3回)で調製したかたさの変化を図2に示

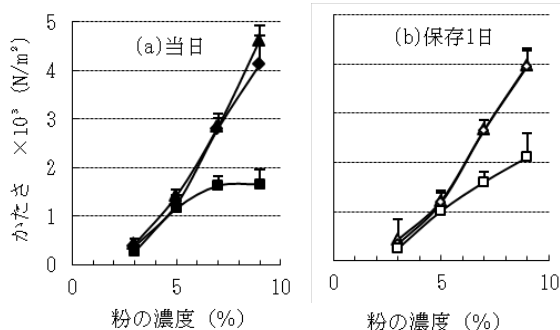


図2 カスタードクリームに用いる米粉の濃度と加熱方法の違いによるかたさの変化 通常法 レンジ加熱 2分×2回 レンジ加熱 2分×3回

した。濃度7%以上ではレンジ加熱法によりかたさは顕著な上昇傾向を示し、薄力粉区の通常法に近い傾向がみられた。調製当日と保存1日の変化をみると、高濃度の9%では保存1日の方が低下する傾向がみられ、この傾向は薄力粉区の通常法のかたさの変化に類似していた。また、レンジ加熱時間の2種類を比較すると、当日は2分×2回がやや高い傾向であったものの保存1日後には大差がなくなった。以上のことから、米粉を用いて薄力粉と同様のややかためのカスタードクリーム(例えばレモンパイなどに充填する)を調製したいときは電子レンジ加熱法で対応することができ、実用的に便利に応用できる。

薄力粉・通常法と米粉・レンジ加熱法カスタードクリームの官能評価

濃度の異なる(5~7%)薄力粉間で行った官能評価結果から、5%のカスタードクリームが嗜好的に好まれたため、薄力粉5%、通常加熱法を基準として、米粉5%でレンジ加熱2分×2回、2分×3回の3試料について評点法による官能評価を行った。その結果、識別評価では、色についてレンジ加熱法2分×2回が他に比べて薄く感じる事が1%の危険率で有意に識別された他は有意な違いはみられなかった。さらに、嗜好評価においては、評価5項目全てにおいて有意な差はみられなかった。本研究では、電子レンジ加熱と通常法において卵黄の混合手順や卵黄を加えてからの加熱履歴、最終加熱温度等が異なっていたことが、仕上がりに性状に影響したと推察した。坂口らは、小麦粉やコーンスターチを用いたカスタード

ードクリームの加熱法の違いと嗜好性について、電子レンジ加熱が通常加熱に比べて好まれた^{12),13)}と述べていることから、使用目的に応じて、適した粉と加熱方法を選択することで、各々の調理に求められる物性のカスタードクリームの調製が可能となることが確かめられた。

(2) シュー皮

米粉の調整 バター比 14%、鶏卵 36%の基本配合とし、米粉を 14~26%間で変化させ、全体比を水で補正したときの均整比、比容積の結果を図3に示す。米粉 10~16%は生地に

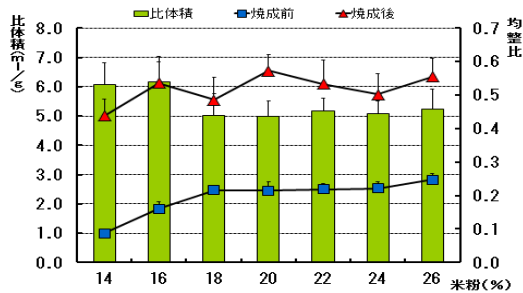


図3 米粉割合が均整比・比体積に及ぼす影響

流動性があり、比容積は高いが外観は横広がりの形状を呈した。米粉 18~26%間の比体積に大差はみられなかったことより、米粉は 20%前後が扱いやすく最適とみなした。

バターの調整 米粉 20%、鶏卵 36%の配合割合下で、バター比を 0~20%まで変化させた製品の外観を図4に示す。

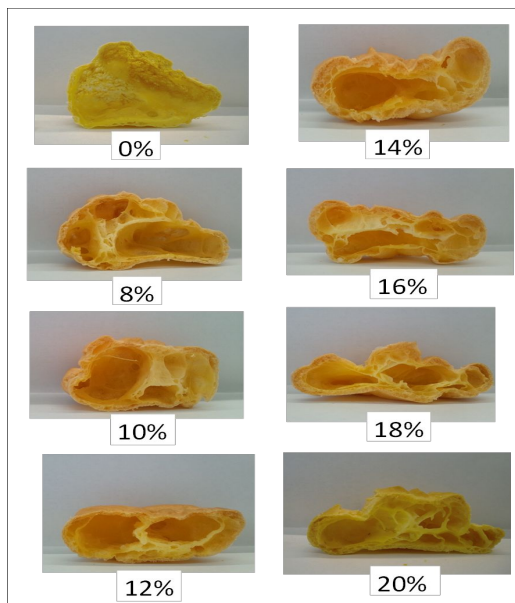


図4 バター比を変化させたシュー皮の外観

バター比 2~12%は材料が均質に混ざらず生焼け部分やダマが生じた。16%以上では油分が多すぎ流動性のある生地で製品は空洞を有するが横広がりの形状を呈したことから、バター比は 14%を最適割合とした。なお、バター比 0%は筒状の特異な膨化形状を呈した。

鶏卵の調整 米粉 20%、バター 14%の配合割合で、鶏卵比を 16~44%まで変化させた均整比、比容積を比較した結果、16~28%は比容積が低く、シュー皮は透けるようになっ

た。40%以上では皮が厚く、大きな空洞が生じるが駒のような外観となったことから、鶏卵比は 30~32%が良好であった。米粉を用いたシュー皮の最適材料配合は、以上の結果から、米粉 20%、バター 14%、鶏卵 32%、水 38%前後とみなされた。

スープ・ソースにとろみづけとして用いる米粉の調製条件

(1) 粉の種類、炒め程度がソースの性状に及ぼす影響 (粉/バター=1/1の場合) 薄力粉・米粉を各々5, 7.5, 10%濃度で調整したホワイトソース、ブラウンソースの硬さ応力の結果を図5に示す。

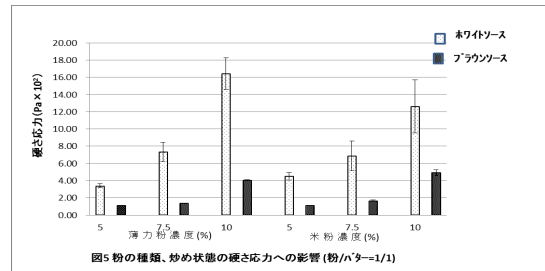


図5 粉の種類、炒め状態の硬さ応力への影響 (粉/バター=1/1)

同粉濃度で調製したホワイトソースの硬さ応力値 (= 食するとき、舌に感じるとろみの強さ) を比べると、濃度が高くなるほど小麦粉の方が米粉より値は高くなった。また炒め程度を比較すると、ホワイトソースの方がブラウンソースに比べ値は著しく高かったが、ブラウンソースにおいては、両者の顕著な違いはいずれの粉濃度についてもみられなかった。

(2) 米粉ホワイトソースの硬さに及ぼす粉濃度、バター比の影響 5, 7.5, 10%の3種類の米粉を用いて各々粉/バター比=1/1, 1/0.75, 1/0.5で調整したホワイトソースの硬さの結果を図6に示す。

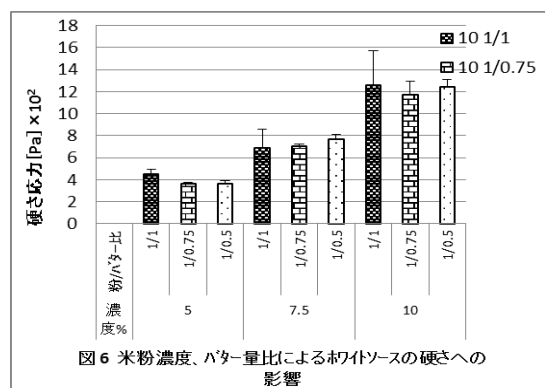
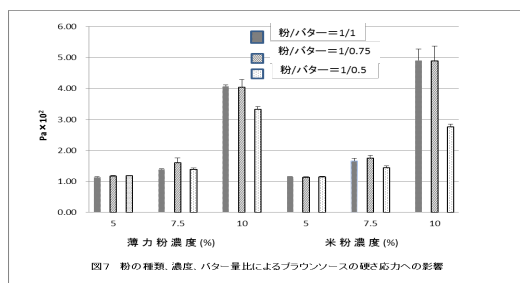


図6 米粉濃度、バター量比によるホワイトソースの硬さへの影響

同濃度間でバター比の影響を比べると、5%、10%米粉濃度ではバター比率の高い(1/1)ソースの値が最も高値であった。このことは、とろみづけとして粉にバターを加えることがとろみを強くする、という従来からの知見と一致していた。

(3) 粉の種類、濃度及びバター比がブラウンソースの硬さに及ぼす影響 5, 7.5, 10%の3種類の薄力粉或いは米粉を用いて、各々

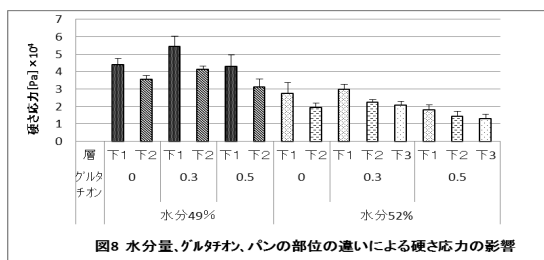
を粉/バター比 3 種類で調整したブラウンソースの硬さの結果を図 7 に示す。



5%濃度では、薄力粉、米粉いずれのバター比についても同程度の低い値であった。7.5%濃度では、粉/バター比 1/0.75 がやや高値を示し、1/0.5 がやや低値となった。このことは、粉濃度が5%から7.5%と高くなるにつれ、加えるバター量も多くすることが、炒め操作中のデンプンを油脂被膜で保護しつつ加熱されたものと推察した。10%濃度では、両者いずれのソースにおいても硬さは顕著に高くなり、しかも粉/バター比 1/1、1/0.75 では米粉の値の方が顕著に高い値となりバター比 0.5 と少ない場合、米粉の方が顕著に低値であった。このことは前述した粉濃度7.5%においてバター比 0.5 の値が低くなる傾向が示されたが、更に粉濃度が高くなったことで現象が顕著に表れたものと推察した。

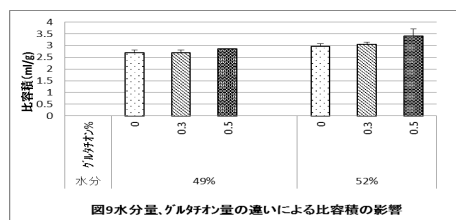
グルテンフリー米粉食パンの調製条件

3 研究方法・米粉パンの(1)、(2)の条件で調製した生地中水分 49%、52%の各々にグルタチオンを粉重量の0%、0.3%、0.5%添加して焼成した食パンについてテクスチャー測定を行ったうち、硬さ応力の結果を図 8 に示す。



生地中水分が 49%の硬さ応力値は 52%の対応する値に比べていずれも高い値となった。同一水分量の試料間においては、いずれの場合も下層(=下1と表示)から上層(=下2、下3と表示)になるにつれて値は低くなった。このことは、パンの上層の方が下層に比べて軟らかいことを示している。また、グルタチオンの添加量は、0.3%添加では対照に比べやや高い値となる傾向がみられたが、0.5%量添加の水分52%について、値は顕著に低くなった。さらに、製品の内部結合力の強さを示す凝集性(図は省略)についても、水分52%の方が値は高く、グルタチオン添加量0.5%の影響が明らかに認められた。同試料の比容積の結果を図9に示す。

生地中水分 49%と 52%の比容積を対応するグルタチオン添加量の同一量同士で比較する



と、水分52%、0.5%添加は顕著に高い値となった。以上の物性結果から、グルテンフリー米粉食パンの調製は、生地中の水分量を52%とし、グルタチオンを米粉の0.5%添加することで、比容積の大きく、テクスチャーは軟らかくしかも弾力のある製品に仕上げることが可能となった。しかしながら、グルタチオンはかなり高価であることから、今後は同様な効果の期待できる実用的なトリペプチド、ジペプチド等に関して検討を続けていきたい。

米粉を用いたホワイト・ブラウンソースの物性及び適した使用条件並びに米粉を用いたシュー皮の調製条件に関しては、今後投稿論文にまとめる予定である。

引用文献

- 1) 長沼誠子, 米粉の調理への利用, 日本調理科学会誌, **43**, 208-211(2009)
- 2) 下坂智恵, 市川朝子, 下村道子, 米粉を用いたポンデケージョの調製と膨化に関する研究, 日本調理科学会誌, **38**, 135 - 142(2005)
- 3) 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, **55**, 444 - 454(2008)
- 4) 松木順子, 米粉利用のための特性評価の現状と課題, 応用糖質科学, **2**, 7-11 (2012)
- 5) 石橋かおり, 「米粉の焼き菓子」, 株式会社主婦の友社, 26-27, 30-31, 2010.9 月版
- 6) 厚生労働省医薬食品局, 特別用途食品の表示許可等について, 食安発第 0212001 号, 平成 21 年 2 月 12 日
- 7) 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, **45**, 9 - 18(2012)
- 8) Hiroyuki YANO, Improvements in the Bread-Making Quality of Gluten-Free Rice Batter by Glutathione, J. Agric. Food Chem. **58**, 7949-7954 (2010)
- 9) 大坪研一「米粉 BOOK」, 幸書房, P31-40, 2012. 初版
- 10) 大塚せつ子, グルテンいらず白玉酵母で100%米粉パン, 現代農業, 別冊 p68-69, 農山漁村文化協会発行, 2011.11 月号
- 11) 伊賀大八他 アレルゲンフリーブレッドの検討, 日本パン技術研究所版, 製パン技術資料 NO.690, 1-29 (2008)

- 12) 坂口りつ子, 松元文子, カスタードクリ
ームの調理法について(第1報), 家政学雑誌,
29, 73 - 77 (1978)
13) 坂口りつ子, 松元文子, カスタードクリ
ームの調理法について(第2報), 家政学雑誌,
29, 78 - 81 (1978)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に
は下線)

[雑誌論文](計1件)

加熱条件の違いが米粉カスタードクリ
ームの物性と食味におよぼす影響, 廣瀬めぐみ,
市川朝子, 日本食品科学工学会誌, 60,
723-727 (2013) 査読あり

[学会発表](計2件)

米粉でつくるシュー皮の材料配合による
膨化への影響, 廣瀬めぐみ, 一瀬祐実, 市川
朝子, 日本調理科学会平成25年度大会(広島
県), H25.8.25.

米粉を用いたカスタードクリーム of 調製
条件, 廣瀬めぐみ, 市川朝子, 日本調理
科学会平成24年度大会(奈良県), H24.8.25.

[図書] (計0件)

[産業財産権]

出願状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
取得年月日:
国内外の別:
〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

市川朝子 (ICHIKAWA, Tomoko)
大妻女子大学・家政学部・教授
研究者番号: 30141295

(2)研究分担者

(なし)

研究者番号:

(3)連携研究者

(なし)
研究者番号: