

米粉を用いて調製したホワイトソースの調理特性

永 嶋 久美子* ・三 宅 かすみ**
伊 藤 稚 紗*** ・細 谷 佳 代****

Cooking Properties of White Sauce with Rice Flour

Kumiko NAGASHIMA, Kasumi MIYAKE, Chisa ITO, Kayo HOSOYA

要 旨

米は日本の食生活に欠かすことができないものであるが、その消費量は減少の一途を辿っている。

近年、米の新用途利用推進が検討され、小麦粉の代替利用としてパン、ケーキ、麺への利用が多く見られるようになった。本研究では米粉の小麦粉代替利用の一環としてホワイトソースへの活用に着目し検討を行った。

ソース調製時の性状変化は小麦粉および米粉に若干の違いは見られたものの、米粉を用いてもソースを調製することが可能であった。ソースの色は材料およびその配合割合による影響が認められた。明度は米粉の配合割合が高い場合、高値を示し白色が強いソースとなり、 b^* は小麦粉の影響を受け、黄色みの強いソースとなった。

ソースの粘度は米粉100%ソースがもっとも高く、配合割合の低下とともに粘度の減少が認められた。破断強度においても粘度と同様の傾向が認められ、米粉の配合割合を調整することで粘度および硬さの調整が可能であることが示唆された。官能評価では色、つやの外観を評価する項目では米粉100%ソースが高く評価された。テクスチャーに関連する粘りの強さ、舌ざわり、なめらかさでは米粉80%ソースが高く評価され、白色で、粘りがなく、なめらかなソースが好まれることが明らかになった。

キーワード：米粉，ホワイトソース，調理特性

*准教授 調理学・健康教育

**社会福祉法人 川惣会

***東京保育協会

****シヤノアール

はじめに

日本の食生活は米を主食としており、米は日本で自給できる唯一の主要穀物である。しかし、米の消費量はこの30年間に年間一人当たり約60 kgから30 kgへと半減し、今後も消費量が減少する可能性が大きいとされている¹⁾。農林水産省21世紀新農政2008には米利用の新たな可能性の追求として“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り組みを本格化する”と記されており、その翌年の2009年4月には「米穀の新用途への利用推進に関する法律」が制定された²⁾。これにより、粒食としての利用から粉食利用への道が検討され、米の加工品である米粉の利用として米粉を小麦粉の代替として利用する動きが見られるようになってきている³⁾。

近年、パン、ケーキ、麺への米粉の活用が多く見られるようになった。我々は米粉の小麦粉代替利用の一環としてホワイトソースへの活用に着目した。ホワイトソースは薄力粉をバターで炒めたルーを牛乳でのばしてソースにしたもので、西洋料理では多く用いられるソースの一種である。これまで、小麦粉ルーおよびソースに関しては島田⁴⁾、赤羽⁵⁾、加藤⁶⁾など多くの研究がなされてきた。しかし、米粉を用いたルー、ソースに関する研究はほとんど見られない。

そこで、本研究では小麦でんぷんの糊化特性を活用し西洋料理で幅広く用いられるホワイトソースを米粉を用いて調製し、その調理特性を明らかにすることを目的とした。

実験方法

1) 材料

小麦粉（日本製粉株式会社；ニッポン薄力小麦粉ハート）、米粉（共立食品株式会社；リ・ファリーヌ米の粉）、サラダ油（日清オイリオグループ株式会社；日清サラダ油）、およびスキムミルク（森永乳業株式会社；森永スキムミルク）を用いた。一般的にホワイトソースの調製には、小麦粉、牛乳、バターを用いるが、本研究では牛乳およびバターの成分変動による影響を考慮し、スキムミルクおよびサラダ油を用いた。

2) ホワイトソースの調製方法

各種ホワイトソースの材料配合割合を表1に示した。

小麦粉ホワイトソースは小麦粉24 g (6%)、サラダ油24 g (6%)、スキムミルク液352 ml (88%)で調製し基準とした（以下、小麦粉ソースと示す）。米粉ホワイトソースは小麦粉分

米粉を用いて調製したホワイトソースの調理特性

量の100%、90%、80% (w/w) 量を米粉に代替し、サラダ油、スキムミルク液は小麦粉ソースと同量用いて調製した（以下、小麦粉分量の100%を米粉で代替したものを米粉100%ソース、90%代替したものを米粉90%ソース、80%代替したものを米粉80%ソースと示す）。なお、米粉90%および80%ソースの代替不足分（米粉90%ソース：2.4g、米粉80%ソース：4.8g）は試料調製終了時に沸騰水により補充した。

小麦粉および米粉ソースの調製方法は島田ら⁴⁾の調製方法を参考にし、同様の方法で調製した。

試料の調製方法を図1に示した。すなわち、IH調理器対応の片手なべ（直径18cm、内容量1700ml）にサラダ油24g、分量の小麦粉または米粉を2回振るって入れ、ゴムべらで均一

表1. 各種ホワイトソースの配合割合

	小麦粉		米粉		サラダ油		スキムミルク液		水		合計	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
小麦粉ソース	24.0	(6.0)			24.0	(6.0)	352.0	(88.0)			400.0	(100.0)
米粉100%ソース			24.0	(6.0)	24.0	(6.0)	352.0	(88.0)			400.0	(100.0)
米粉90%ソース			21.6	(5.4)	24.0	(6.0)	352.0	(88.0)	2.4	(0.6)	400.0	(100.0)
米粉80%ソース			19.2	(4.8)	24.0	(6.0)	352.0	(88.0)	4.8	(1.2)	400.0	(100.0)

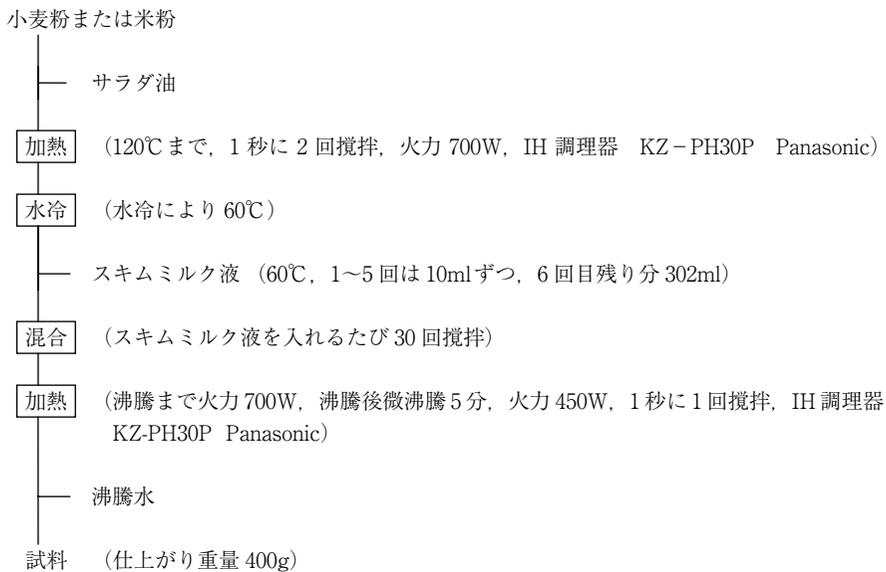


図1. ホワイトソースの調製方法

になるよう攪拌した。これを IH 調理器 (Panasonic KZ-PH30P) 火力 700W で 120°C になるまで加熱し、小麦粉および米粉ルーを得た。加熱中にはゴムべらで 1 秒に 2 回攪拌し、試料の内部温度はデジタル温度計 (SK SATO K-250WP II-N) で測定した。加熱後、各種ホワイトルーは水冷により 60°C まで冷却した。そこに 60°C に温めたスキムミルク液 352 ml のうち 10 ml ずつ 5 回に分けて加え、その都度ゴムべらで 30 回攪拌した。さらに残りのスキムミルク液を加え 30 回攪拌し均一化した。これを IH 調理器、火力 700 W で一定速度 (1 回/秒) で攪拌しながら、視覚的観察により沸騰状態となり、急激に粘度が上昇するまで (内部温度約 92°C) 加熱した。その後、火力 450 W で微沸騰状態 (約 93°C) を維持しながら 5 分間加熱した。これに沸騰水を補充して出来上がり重量を 400 g とし、試料とした。

3) 測定項目

① 粘度

粘度の測定はビスメトロン粘度計 (芝浦システム株式会社 VDA2) を用いて測定した。調製した試料を 500 ml トールビーカーに入れ、測定に供した。試料温度は 55°C および 40°C とした。測定条件は試料温度 55°C では、ローター No.3, 回転数 6 r.p.m., 1 回 1 分間の測定、試料温度 40°C では、ローター No.3, 回転数 0.6 r.p.m., 1 回 3 分間の測定を行った。

② 色の測定

試料をガラスケース (直径 35 mm, 高さ 15 mm) に充填し色差計 (日本電色工業株式会社 ND-Σ80 TYPE II) を用いて測定した。L* により明度を a* および b* により色相と彩度の測色値を得た。

③ 破断強度試験

試料をステンレスシャーレ (直径 40 mm, 高さ 15 mm) に充填しすり切り後、クリープメーター (株式会社山電 RE-3305) を用い、ルサイト製プランジャー (直径 20 mm), 圧縮速度 10 mm/sec, 圧縮距離 10 mm で破断強度試験を行った。

④ 官能評価

官能評価は評点法で実施し、5 段階評価とした。評価項目は小川ら⁷⁾の報告を参考とし、色、つや、香り、味、粉っぽさ、舌ざわり、粘りの強さ、粘りの好み、なめらかさ、および総合の 11 項目とした。パネルは川村学園女子大学の女子学生 40 人とした。

結果および考察

1) 小麦粉および米粉ルー、ソースの性状変化

小麦粉および米粉ルー、ソース調製時の性状変化について視覚的観察を行った。まず、ルーについて見ると、加熱前に小麦粉または米粉とサラダ油の混合直後では、容易に均一化できたのは小麦粉であった。小麦粉混合時の状態は、なめらかでとろみが見られた。一方、米粉ではダマになりやすく均一化は難しかった。混合時の状態は、ざらつきた状態であったものの、とろみが見られた。

次に加熱開始から120°Cに達するまでの状態を見ると、加熱開始時は小麦粉ルーおよび米粉ルーともに加熱前の状態を維持していたが、沸騰時には泡立ちが生じ、温度の上昇とともに粘度低下が見られた。加熱開始から沸騰までに要した時間は小麦粉ルーでは 1.3 ± 0.06 分、沸騰時の温度は $95 \pm 3^\circ\text{C}$ であった。沸騰後120°Cに達するまでの時間は 2.1 ± 0.02 分であった。米粉ルー（米粉100%）では、沸騰までに 1.3 ± 0.07 分、沸騰時の温度 $94 \pm 3^\circ\text{C}$ 、120°Cに達するまでの時間は 2.1 ± 0.30 分であった。ルー調製時に要する時間などに試料の種類および米粉の配合割合による影響はほとんど見られなかった。しかし、加熱後の性状は若干異なった。米粉ルーは小麦粉ルーに比べ、ざらつきが見られ米粉のダマができやすく均一化しにくかった。この傾向は、米粉90%、80%ルーでも同様であった。その要因の一つとして、用いた粉の粒度の違いが影響をおよぼすと推察した。小麦粉および米粉の粒度は製造メーカーによると小麦粉約0.04 mm、米粉約0.075 mmと米粉の粒度が大きいためざらつきが生じたと考えられた。また、小麦でんぷんはでんぷん表面が親油性であり、オイル吸着能が高いため、脂質にでんぷん粒が均一に吸着しやすい⁸⁾。この特性が小麦粉ルーの均一化、なめらかさに関与するものと考えられた。

次に、小麦粉ルーおよび米粉ルーにスキムミルク液を混合した際の分散状態では、小麦粉ルーはスキムミルク液となじみやすく、スキムミルク液全量を加えるまでに均一に分散していった。一方、米粉ルーではスキムミルク液20 mlを加えた時点でざらつきが見られ、30 mlを超えると、徐々に分散されていき、それ以降は均一に分散された。楠瀬⁸⁾によると粒子の異なる米粉では、粒子の大きい米粉を用いたバターは比重が大きく、生地の粘度が高いと報告している。その原因を米粉の粒子の大きさと形状、損傷でんぷんの割合によるものと推察している。本研究におけるソース調製時の分散状態の差および米粉ソースのざらつきは小麦粉および米粉の粒度が異なることによるものと推察される。また、野坂⁹⁾はホワイトソースの調製において、ルーと牛乳混合時の攪拌速度がでんぷん粒や油脂の凝集、分散状態に大きく影

響し、高速攪拌になるほどでんぷん粒が均一に分散し、油脂が細分化されて良好な乳化状態のソースに仕上がると報告している。米粉ソース調製時にはルーにスキムミルク液を加える際の攪拌速度を上げることで、ルーの均一な分散、油脂が細分化され、なめらかな良好なソースになると考えられる。

2) 材料およびソースの色差

ソース調製に使用した材料の色差を表2に、小麦粉および米粉ソースの色差を図2に示した。

材料の色差を見ると、スキムミルク液がL*, a*, b* で高値を示した。小麦粉および米粉を比較するとL*, a* は類似した値を示したが、b* に差が見られた。小麦粉は5.6と黄色がかった色を示したが、米粉は-0.27と青みがかった色を示した。

ソースの色差では、L* は米粉90%ソースおよび米粉80%ソースは小麦粉ソースと同等の値を示し、米粉100%ソースがもっとも高値を示した。他の試料との間に有意差が認められ、米粉100%ソースは小麦粉ソースに比べ白色が強いソースであった。a* は試料の違いおよび配合割合による大きな差は認められなかった。一方、b* では小麦粉ソースがもっとも高い値を示し、小麦粉ソースは米粉ソースに比べ、黄色が強いソースであることが明らかとなった。

寺澤ら¹⁰⁾の報告では、ソースの色は材料によって影響され、明度は牛乳の影響が大きく、薄力粉の使用量が彩度を左右する因子であろうと推察している。本研究には、ソースの明度(L*)はスキムミルク液および米粉の配合割合が影響を及ぼし、b* は小麦粉の影響を強く受けていた。本研究においても寺澤らと同様の結果となり、使用する材料がソースの色に影響を与えることが明らかとなった。

表2. 試料調製時に使用した材料の色差

	L*	a*	b*
小麦粉	103.8	1.2	5.6
米粉	105.7	1.6	-0.3
サラダ油	38.7	4.4	11.0
スキムミルク液	116.4	10.7	18.2

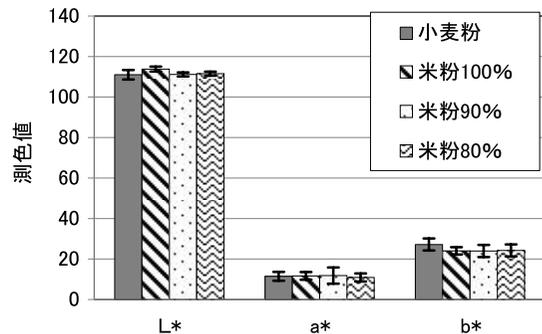


図2. 小麦粉ソースおよび米粉ホワイトソースの色差

米粉を用いて調製したホワイトソースの調理特性

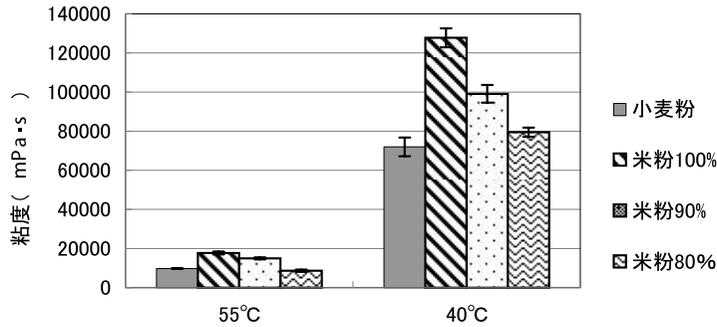


図3. 小麦粉ソースおよび米粉ソースの粘度

3) 小麦粉および米粉ソースの粘度

55°C および 40°C における小麦粉および米粉ソースの粘度を図3に示した。

同配合割合で調製した小麦粉ソースおよび米粉 100% ソースを比較すると、55°C では、小麦粉ソースが $9790 \pm 130 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ を示したのに対し、米粉 100% ソースでは $17713 \pm 740 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ と小麦粉ソースの約 1.8 倍と高い粘度を示し、1% の危険率で有意差が認められた。米粉の配合割合による影響を見ると、米粉の割合が減少するとともに粘度の低下が見られ、1% の危険率で有意差が認められた。温度による粘度の影響を見ると、同配合割合で調製した小麦粉ソースおよび米粉 100% ソースでは温度低下により両者とも顕著な粘度増加が認められた。すべての試料で 40°C および 55°C の粘度との間に有意差が認められた。

加藤⁶⁾ の報告によれば、ルーの粘度は加熱温度によるでんぷんのデキストリン化の度合いが影響され、ソースの粘度はソース中のでんぷんの糊化が関係していると推察している。さらに小麦粉濃度 6% のルーでは、加熱温度 140°C まではソースの粘度に大きな差は認められなかったと報告している。その要因として、ルーの粘度挙動はでんぷんのデキストリン化の度合いによって影響を受けるが、ソースの粘度ではソース中のでんぷんの糊化がその粘度挙動に影響を及ぼすと推察している。このことより、本研究における小麦粉および米粉 100% の粘度の差はそれぞれのでんぷんの糊化特性に影響されているものと考えられる。アミログラフによる糊化特性では、糊化開始温度は小麦粉でんぷん 76.5°C、うるち米でんぷん 69°C であり、最高粘度は小麦粉でんぷん 240 B.U.、うるち米でんぷん 760 B.U. と糊化開始温度、最高粘度ともに異なる特性を示す¹¹⁾。本研究においてもソースの粘度は各試料に用いた材料中のでんぷん糊化特性の影響を受けており、米粉ソースでは高い粘度を示した。さらに、材料配合割合がソース粘度に及ぼす要因として、加藤⁶⁾ は小麦粉濃度が 6% から 10% と高くなるにつれソー

スの粘度は急激に上昇することを報告している。本研究においても同様の結果であった。米粉分量の減少とともに粘度の減少が認められ、小麦粉ソースにもっとも近似した粘度を示したのは米粉80%ソースであった。すなわち材料配合割合を調整することによりソースの粘度調整が可能であることが明らかとなった。

4) 小麦粉および米粉ソースの破断強度

小麦粉ソースおよび米粉ソースの食味特性を明らかにするため、機器的測定として破断強度の測定を行った。結果を図4に示した。

まず、小麦粉ソースと米粉100%ソースの破断強度を見ると、米粉100%ソースがもっとも硬く、小麦粉ソースの1.2倍の硬さを示した。ソースの粘度特性はでんぷんの糊化特性に影響される。小麦でんぷんは米粉でんぷんよりも糊化時の粘度が低いことが影響し、米粉100%ソースが高い粘度であったと考えられる。また、米粉配合割合の低下とともに、硬さの低下が認められた。小麦粉と米粉90%ソースの試料間を除く試料との間に有意差が認められ、ソースの粘度はでんぷんの糊化特性によって硬さの影響を受けること、および米粉の配合割合によってソースの硬さが調製可能であることが示唆された。

浦谷ら¹²⁾によると、粒度の異なる上新粉ゲルを調製した場合、上新粉の粒度が粗であると糊化が不十分な残存粒が多く見られ、硬いゲルが形成されるが、細粒のゲルでは比較的均質で粘性が強くやわらかいゲルを形成すると報告している。同試料を用いてソースを調製する場合、より細かい粒度の粉を用いれば、やわらかいソースを調製することが可能と考えられた。今後はソースのテクスチャーを明らかにするとともに、試料温度によるテクスチャーの変化など詳細な検討を行う予定である。

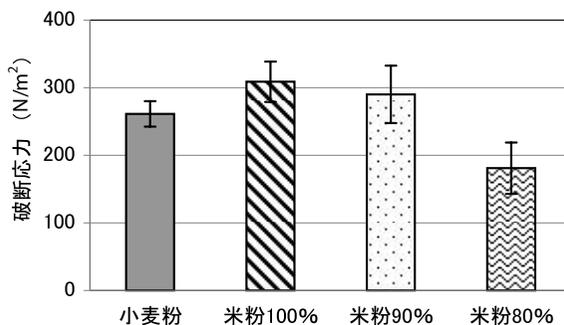


図4. 小麦粉ソースおよび米粉ソースの破断強度

米粉を用いて調製したホワイトソースの調理特性

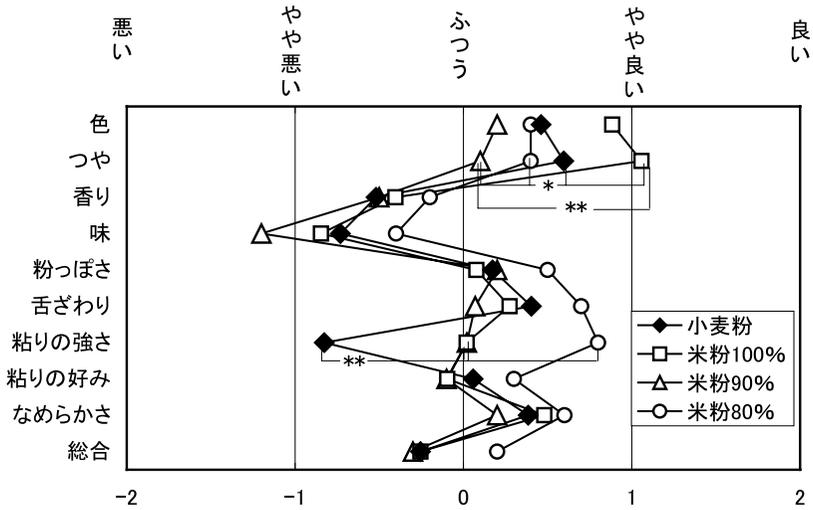


図5. 小麦粉ソースおよび米粉ソースの官能評価

5) 小麦粉および米粉ソースの官能評価

小麦粉および米粉ソースの食味特性を明らかにするため、官能評価を実施した。結果を図5に示した。

外観を評価する色、つやの項目でもっとも高評価だったのは米粉100%ソースであった。米粉100%ソースの色は小麦粉ソースに比べ L^* が高く、 b^* が低値を示していた。すなわち、黄色が薄く白いつややかなソースを好む傾向であった。味、テクスチャーに関する項目で米粉80%ソースがもっとも高い評価であった。破断強度の結果では、米粉80%ソースはもっともやわらかかったことから、やわらかく、なめらかなソースを好む傾向にあることが考えられた。小麦粉ソースは粘りが強いと評価され、粘りの強さの項目で小麦粉および米粉ソースとの間に顕著な差が認められた。しかし、粘度測定および破断強度では小麦粉ソースは低値を示し、官能評価と相反する結果であった。その詳細については、今後テクスチャー測定などによる検討を重ね、明らかにする予定である。

まとめ

米粉の小麦粉代替利用の一環として米粉のホワイトソースへの活用について着目し、その調理特性について検討を行ったところ、以下のことが明らかとなった。

- 1) ルー調製時の形状変化および温度変化では、米粉に代替しても小麦粉と類似した変化であった。しかし、スキムミルク液混合時には、小麦粉ルーではなめらかさを保ちながら均一化したものの、米粉ルーではざらつきが認められた。
- 2) ソースの色は使用した粉の影響を受け、小麦粉ソースは b^* の値が高く、やや黄色が強い色であったが、米粉ソースでは L^* の値が高く、 b^* の値が低値を示し、白色の強いソースであった。
- 3) 粘度では 55°C における米粉 100% ソースは小麦粉ソースに比べ、約 1.8 倍と高い粘度を示した。すべての試料において試料温度の低下により、顕著な粘度上昇が認められた。米粉の配合割合が減少するとともに粘度の低下も認められ、材料配合割合によって粘度を調整可能であることが示唆された。
- 4) 破断強度の測定では小麦粉ソースと同様の硬さを示したのは米粉 90% ソースであった。粘度と同様に米粉の配合割合が低下するとともに、硬さの低下が認められた。
- 5) 官能評価では外観に関する項目では米粉 100% ソースがもっとも高く評価されたが、テクスチャーに関する項目では、米粉 80% ソースが高く評価され、つやがあり、舌ざわりがよく、なめらかなソースを好む傾向が認められた。

参考文献

- 1) 日本フードスペシャリスト協会, (2006), 「食品の消費と流通—フードマーケティングの視点から—」建帛社, pp.22-23
- 2) 農林水産省, 21 世紀新農政 2008 (平成 20 年 5 月 7 日 食料・農業・農村政策推進本部決定) (アクセス日:平成 21 年 10 月 2 日) http://www.maff.go.jp/j/shin_nousei/pdf/all.pdf
- 3) 貝沼やす子, (2012), 『お米とごはんの科学』, 建帛社, pp.137-138
- 4) 島田淳子 徳屋文子 神寄やえ 松本美鈴 吉松藤子, (1985), 「ホワイトソースの冷凍劣化に及ぼす調理条件の影響」, 『日本家政学会誌』, 第 36 巻, 11 号, pp.867-873
- 5) 赤羽ひろ 大澤はま子 中浜信子, (1979), 「白ソース加熱および冷却過程の流動特性」, 『日本家政学会誌』, 第 30 巻, 10 号, p.845-850
- 6) 加藤征江, (1995), 「ルーおよびソースの流動性と嗜好性に与える加熱温度の影響」, 『日本家政学会誌』, 第 28 巻, 3 号, p.167-172
- 7) 小川久恵 宮本千佳子 松本伸子, (1987), 「合理的な調理法の検討—白ソースの調製方法について—」, 『日本調理学会誌』, 第 20 巻, 3 号, pp.229-235
- 8) 楠瀬千春, (2009), 「米粉とデンプンの調理性」, 『日本調理学会誌』, 第 42 巻, 5 号, pp.361-365
- 9) 野坂千秋 箕輪澄乃 星川恵里 久保田浩二 大越ひろ 渡邊乾二, (2001), 「ホワイトソース物性へ及ぼす調理操作条件の影響—シェフと非熟練者の攪拌条件の例—」, 『日本調理学会誌』, 第 34 巻,

米粉を用いて調製したホワイトソースの調理特性

1号, pp.10-16

- 10) 寺澤洋子 古賀菱子, (1975), 「測色におけるホワイトソースの調理条件について (第1報)」, 『中村学園研究紀要』, 第7号, pp.163-168
- 11) 庄司一郎 倉沢文夫, (1979), 「モチ米, ウルチ米ならびにそれぞれのデンプンのアミログラム特性について」, 『日本家政学会誌』, 第30巻, 3号 p.294
- 12) 浦谷裕美 川村フジ子, (1997), 「牛乳およびその分別成分を添加した米粉ゲルのレオロジー的特性」, 『日本家政学会誌』, 第48巻, 9号 pp.784-785