

紫黒米粥の見かけの粘度に及ぼす加熱調理の影響

中嶋 加代子 岸本 律子*

Effects of Boiling on the Apparent
Viscosity of Purple Rice Gruel

Kayoko NAKASHIMA Ritsuko KISHIMOTO

緒言

粥は消化吸収がよいため従来より消化器疾患時、手術後または発熱などの消化吸収力低下時、咀嚼・嚥下困難時などに幅広く活用されてきた。さらに筆者らの調査で、白粥は高齢になり歯の状態が悪いため主食として利用されていることが明らかになった¹⁾。

粥の種類は多く、白米に水を多めに加えて軟らかく炊いた白粥（全粥・七分粥・五分粥・三分粥）、煎じた茶で煮た茶粥、牛乳を用いた牛乳粥、春の七草を入れて炊いた七草粥、小豆を加えた小豆粥、さつまいもを加えた芋粥などがある。そのほかにも、あわ、ひえ、きびなどでも粥が作られてきた。

粥の調理方法は2通りに大別できる。すなわち、①米に水を加えて炊く方法²⁾と、②米飯に水または温湯を加えて炊く方法³⁾である。粥のできあがり時間について両者を比較すると、米からスタートする①より米飯からスタートする②の方が短時間で粥調製が可能である。したがって、日常的には米からスタートするのではなく、米飯に水を加えて炊いた粥を食べている人が多いことが筆者らの調査により明らかになった¹⁾。

高齢になると咀嚼機能が低下したり、義歯を装着したり、嚥下機能が低下したりしている人が多い¹⁾。このような状態の人にとって、粥は摂食しやすい食物の1つであり、粥の粘性は食べやすさ・おいしさ等を左右する要因と思われる。

筆者らは、近年ポリフェノールの健康効果が注目されているアントシアニン色素を含む紫黒米^{4)~7)}について、調理特性や利用性を検討してきた^{8)~10)}。

今回は、紫黒米を用いた粥を高齢者向けに開発するための基礎資料を得ることを目的とし、粥の見かけの粘度と加熱時間との関係について検討した。

実験方法

1. 試料

紫黒米は、大分県産の朝紫玄米（モチ種）を生産者より直接、入荷し実験に供するまで密封状態で冷蔵（7℃）保存した。

2. 粥の調製

1) 紫黒米玄米飯の炊飯および冷凍保存

紫黒米玄米を一定条件で水洗した後、1.5倍重量の蒸留水を加えて60分間浸漬した。炊飯器具はガス圧力なべ（フィスラー社製）を使用した。火力は圧力がかかるまでを強火、圧力が

*神戸学院大学

かかったら弱火にして25分間、加熱した。消火した後は蒸らし操作を兼ね、自然に圧力を低下させた。圧力が下がった後、直ちに100gずつパックし、20℃まで冷まして冷凍庫に入れ、粥調製時まで-25℃で冷凍保存した。

2) 紫黒米玄米飯粥の調製

冷凍保存した紫黒米玄米飯（以下、玄米飯と略す）を電子レンジ（Toshiba 600W）で、玄米飯全体が60℃になるまで加熱した。60℃の玄米飯200gをピーカーに入れ、60℃に加熱した蒸留水580mlを加えて固まりをほぐし、アルミホイルでピーカーに蓋をして可能なかぎり密閉状態を保ちながら加熱した。加熱にさいしては終始、ふきこぼれしない程度の弱い沸騰状態を保持するように火力を調節した。加熱時間は、沸騰開始時点を0分とし30～90分間のうち適時を設定した。粥は、同一加熱時間のものを3試料ずつ調製した。

3. 見かけの粘度の測定

1) 測定用試料

加熱終了後の玄米飯粥を20℃または40℃に冷まし、各温度を保持しながら万能こし器を用いて固形部分（飯粒）と液状部分（粥分離液）に分けた。見かけの粘度（以下、粘度と略す）の測定には粥分離液を使用した。測定誤差を小さくするため、粥分離液を調製した後は手早く粘度の測定を行った。

2) 測定方法

粘度の測定にはBH型回転粘度計（東京計器製）を用い、ローターはNo.1～7を使用し、回転速度は2, 4, 10, 20R.P.M.とした。測定時の粥分離液温度は20℃または40℃を保持し、測定目盛値と換算乗数表（表1）より粘度を算出した。算出された数値を平均して当該試料の粘度とした。

表1. 換算乗数表

ローター	R.P.M.			
	20	10	4	2
No. 1	5	10	25	50
No. 2	20	40	100	200
No. 3	50	100	250	500
No. 4	100	200	500	1,000
No. 5	200	400	1,000	2,000
No. 6	500	1,000	2,500	5,000
No. 7	2,000	4,000	10,000	20,000

結果および考察

1. 測定温度20℃における粥分離液の見かけの粘度

粥の加熱時間と粥分離液の分量および粘度の関係を表2に示した。加熱時間60分の玄米飯粥から得られた粥分離液量（236.4g）は、30分値（200.4g）の1.18倍、90分値（257.6g）は30分値の1.29倍であり、粥分離液量は加熱時間が長いほど多くなることが分かった。これ

は加熱時間の経過とともに飯粒の組織が変化し、胚乳のデンプン貯蔵細胞¹¹⁾よりデンプン粒が流出したものと推定される。本実験で使用した紫黒米はモチ種であるため、デンプンの成分がアミロペクチンであり¹²⁾、粥分離液の粘性に関係していると思われる。

測定温度を20℃にした場合の粥分離液の粘度は、加熱時間30分の粥では8709.7(mPa·s)、60分の粥では11372.4(mPa·s)、90分の粥では12248.3(mPa·s)であり、加熱時間が長くなるにつれて粘度は増大した。すなわち、粥の

表2. 紫黒米玄米飯粥分離液の見かけの粘度 (20℃測定)

加熱時間 (分)	粥分離液量 ^a (g)	平均粘度 ^b (mPa·s)	粘度順位 ^c
30	200.4	8709.7	3
60	236.4	11372.4	2
90	257.6	12248.3	1

^a 万能こし器で分けた粥分離液3試料の重量平均値である。

^b 3試料の見かけの粘度を平均した値である。

^c 平均粘度の高い方から、順位をつけたものである。

加熱時間と粥分離液の粘度は、相関関係にあることが分かった。粘度の増大に寄与する因子の一つとして、加熱によるアミロペクチンの構造的な変化が予想される。この点については今後の研究課題としたい。

2. 測定温度40℃における粥分離液の見かけの粘度

粥加熱時間30, 45, 60, 75, 90分の粥分離液について、40℃で見かけの粘度を測定した。表3に示したように粥分離液量は、加熱時間30分で233.6gであり、45分値 (255.2g) は30分値の1.09倍、60分値 (274.0g) は1.17倍、75分値 (291.6g) は1.25倍、90分値 (306.4g) は1.31倍であり、粥加熱時間が

長いほど粥分離液量は多かった。

粥分離液の粘度は、加熱時間30分の粥では4214.8(mPa·s)であったが、45分間加熱した粥では5551.8(mPa·s)で30分値の1.32倍、60分加熱の粥では6097.8(mPa·s)で1.45倍、75分加熱の粥では6980.0(mPa·s)で1.66倍、90分加熱の粥では7301.8(mPa·s)で1.73倍となり、加熱時間が長くなると粘度は増大することが分かった。測定温度40℃の場合も20℃と同様に、加熱時間と粘度は、相関関係を示した。粘度増大の理由としては、加熱時間が長くなることによりデンプン貯蔵細胞からのデンプン粒の流出量が増加するためと推定されるが、今後さらに組織学的な検討が必要である。

表3. 紫黒米玄米飯粥分離液の見かけの粘度 (40℃測定)

加熱時間 (分)	粥分離液量 ^a (g)	平均粘度 ^b (mPa·s)	粘度順位 ^c
30	233.6	4214.8	5
45	255.2	5551.8	4
60	274.0	6097.8	3
75	291.6	6980.0	2
90	306.4	7301.8	1

^a 万能こし器で分けた粥分離液3試料の重量平均値である。

^b 3試料の見かけの粘度を平均した値である。

^c 平均粘度の高い方から、順位をつけたものである。

3. 粥分離液の見かけの粘度の測定温度による比較

粥分離液の見かけの粘度について、加熱による経時的变化を測定した (図1)。同一加熱時

間の粥を測定温度の違いにより比較すると、40℃よりも20℃の方がすべて粘度は高値を示した。これは非ニュートン性物質であるホワイトソースの粘度¹³⁾の温度依存性と類似してお

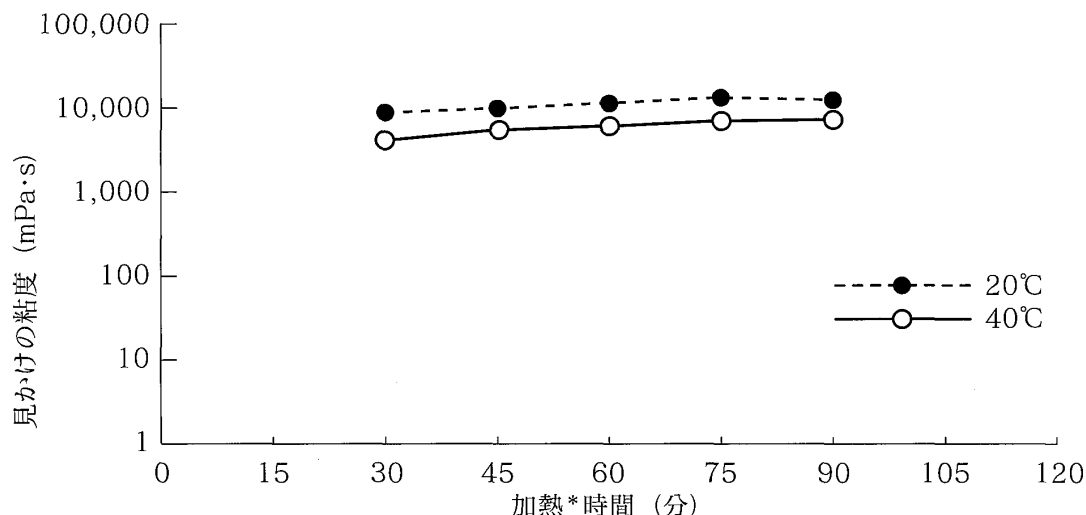


図1. 測定温度の違いによる粥分離液の見かけの粘度の比較
*加熱の状態は弱い沸騰が持続する程度とした。

り、粥分離液も非ニュートン粘性¹⁴⁾を有することが分かった。粥分離液の粘度は、測定温度20℃の場合、30～90分加熱の平均値が10776.8(mPa·s)であり、測定温度40℃の場合、平均値6029.2(mPa·s)を示した。粥分離液の粘度は、ハチミツ(20℃)、マヨネーズ(20℃)、練乳(20℃)、じゃがいもデンプン糊状液(5%, 60℃)の粘度¹³⁾と近値であることが示唆された。

要 約

モチ種紫黒米(朝紫)玄米飯を用いて、加熱時間の異なる粥を調製した。作りたての粥を万能こし器で飯粒と粥分離液に分け、粥分離液について液量および見かけの粘度を測定し、次の結果を得た。

1. 紫黒米玄米飯の粥分離液量は、測定温度20℃および40℃の場合、粥加熱時間が長いものほど多かった。
2. 紫黒米玄米飯粥分離液の見かけの粘度は、測定温度20℃および40℃ともに、粥加熱時間が長いほど粘度順位が高く、粥の加熱時間と粥分離液の粘度は相関関係にあった。
3. 同一加熱時間の紫黒米玄米飯の粥分離液を比較すると、測定温度40℃よりも20℃の方が見かけの粘度はすべて高値であった。

文 献

- 1) 岸本律子, 中嶋加代子, 長谷川悦子 (2006), 高齢者の白粥摂取状況に関する調査, 日本調理科学会誌, 39, 259-266.
- 2) 山崎清子, 島田キミエ, 渋谷祥子, 下村道子 (2003), 新版 調理と理論, 同文書院, 東京, 54-55.
- 3) 貝沼やす子 (2000), 粥の調理, 日本調理科学会誌, 33, 107-111.
- 4) 藤巻 宏 (1989), “米”の高付加価値化をめざしてスーパーライス計画の全容, 食品と開発, 24, 32-35.
- 5) 猪谷富雄 (1999), 食品加工総覧, 農山漁村文化協会, 東京, 110-113.
- 6) 大庭理一郎, 五十嵐喜治, 津久井亜紀夫 (2000), アントシアニン, 健帛社, 東京, 92-102
- 7) 加藤喜昭 (1990), 天然色素とその安定技術, 食品と開発, 25, 14-18.
- 8) 中嶋加代子 (2001), 紫黒米のアントシアニンに関する研究, 別府大学短期大学部紀要, 20, 1-6.
- 9) 中嶋加代子 (2003), 色素米の調理, 日本調理科学会誌, 36, 340-343
- 10) 中嶋加代子, 岸本律子 (2006), モチ種紫黒米玄米の吸水ならびに利用特性, 日本調理科学会誌, 39, 227-232.
- 11) 山崎清子, 島田キミエ, 渋谷祥子, 下村道子 (2003), 新版 調理と理論, 同文書院, 東京, 49-50.

- 12) 杉田浩一, 平 宏和, 田島 眞, 安井明美 編
(2003), 日本食品大事典, 医歯薬出版, 東京,
52-53.
- 13) 山田晴子 (2001), 高齢者の摂食・嚥下, 日本
調理科学会誌, 34, 334-338.
- 14) 磯 直道, 水野治夫, 小川廣男 (1998), 食品
のレオロジー, 成山堂書店, 東京, 39-45.