

色素米の調理に関する基礎的研究

— 赤米を混合した米飯の調理性と食味について —

奥田 玲子* 中田 忍** 石村 哲代***

A Fundamental Study of Pigmented Rice Cooking
— Cooking and Tasting Akagome-Blended Rice —

Reiko Okuda Shinobu Nakata Tetsuyo Ishimura

精白米に対する未搗精の赤米の混合割合を5、10、20、30%、加水比を1.5、1.6、1.8、2.0倍として炊飯したときの混合米飯について官能検査および物性測定を行った。官能検査の結果、赤米5%、10%混合米飯では、加水比1.6倍が最も好まれ、加水比2.0倍が最も好まれなかった ($p < 0.05$)。また、加水比を1.6倍と一定にしたときの混合米飯では、5% > 10% > 20% > 30%の順に、混合割合が少ないものほど有意に好まれた ($p < 0.01$)。混合米飯を構成する赤米、白米の個々について物性測定した結果、官能的に最も好まれた赤米5%の混合米飯では赤米の方が白米よりも硬く、両者の開きは大きであった。また赤米、白米ともに加水比の増加とともにやわらかさを増した。一方粘りについては、赤米の方が白米よりも小さかったが、両者間には硬さほどの大きな開きはなかった。さらに加水比の増加とともに赤米の粘りが増し、両者はほとんど重なるほどの近似した値を示した。

Key words : Akagome 赤米, cooking 調理性, tasting 食味, sensory test 官能検査

I. 緒言

近年、古代米の一種である赤米の市販品や白米との混合米飯を市場で見かけることが多くなった。赤米は赤飯の原形であるといわれており、その色の魅力に加えて、色素成分であるポリフェノール類のタンニン系色素の抗酸化性^{1) 2)}や、多量に含まれる食物繊維の便量の増加および便秘の予防効果³⁾などにも高い関心が集まっている。

一般に赤米を白米と混合して炊飯する場合赤米は玄米のまま用いられるが、これはその色素成分が種皮部分すなわち糠層に局在している⁴⁾ためである。通常赤米の市販品には、白米と混合して炊飯する場合の混合割合が表示されているが、その混合割合は2~30%と幅が広い。その際の調理条件についても具体的な記載が必ずしも十分とはいえないものが多い。これまでの赤米についての研究には90~97%などの歩留まりに搗精したものを単独で炊飯した場合の報告^{5) 6) 7)}や、

モチ種紫黒米玄米の吸水ならびに利用特性についての報告⁸⁾などが見られるが、赤米を玄米のままて用いた場合の混合米飯についての調理特性や嗜好性についての研究報告は未だほとんど見当たらない。

そこで本研究では、未搗精の赤米玄米の割合を変えて精白米と混合炊飯し、得られた混合米飯の食味や物性について調理科学的視点より比較検討を行った。その結果、おいしい赤米混合米飯を得るための調理条件について若干の知見を得ることができたので、その結果について報告する。

II. 実験方法

(1) 試料

赤米は平成16年群馬県古代米浦部農園から購入した「有機古代赤米」(中短粒種ウルチ米)玄米を、白米は平成17年新潟県魚沼産「コシヒカリ」(歩留まり約90%)の市販品を用いた。

デンプンの鎖長分布測定用試料として、「有機古代赤米」を歩留まり90%になるように搗精したものをから得た精製デンプンを用いた。

(2) 炊飯方法

試料米200gに25℃の蒸留水を加えて軽く3回

* 四條畷学園短期大学 ライフデザイン総合学科

** 大阪教育大学

*** 四條畷学園短期大学 保育学科

の攪拌後水を捨て、手のひらで10回激しく攪拌し水を加えた。この操作を5回繰り返した後加水し、洗米時に米に付着した分も含めて、米重量の1.5、1.6、1.8、2.0倍となるように調整した。浸漬は、洗米開始時をもって浸漬開始とし、25℃、1時間行った。浸漬終了後、直ちに電子ジャー炊飯器(松下電器産業：SR-X05)にて炊飯した。蒸らしは15分間とした。

(3) 測定項目

1) 赤米デンプンの鎖長分布

デンプンの鎖長分布の測定は三崎ら⁹⁾の方法により行った。

赤米の精製デンプン20mgに0.5M水酸化ナトリウム(1ml)を加え5mgの水素化ホウ素ナトリウムの存在下45℃で攪拌可溶化、さらに10℃で一晩攪拌を続け完全に糊化した後、水1mlで希釈し塩酸で中和した。酵素反応は、その一部(0.2ml)に0.1M酢酸緩衝液(pH3.5)0.1mlと、分岐切断酵素の一つである結晶イソアミラーゼ(isoamylase 林原生物化学研究所)550unitsを加えて37℃12時間作用させた。さらにpHを4.5に調整し、プルラナーゼ(pullulanase 林原生物化学研究所)10unitsにより完全に α -1,6分岐結合を切断した。酵素失活のために80℃で5分間熱処理し、一部を超純水で希釈後その30 μ Lを用いて枝切りデンプンの陰イオン交換高速液体クロマトグラフィーを行った。

装置はDIONEX社の陰イオン交換高速液体クロマトグラフ装置(Bio LC)を用い、カラムはDIONEX HPLC-AS6(4mm \times 250mm)、検出器はpulsed amperometric detectorを使用した。溶出液としてA:0.15M水酸化ナトリウム溶液、B:0.15M水酸化ナトリウム/1.0M酢酸ナトリウム溶液を用い30分間でA:B=95:5から55:45となるようにグラディエントプログラムを設定し、流速1.0mL/minで溶出した。標準液としてグルコース、マルトテトラオース、マルトペンタオース、マルトヘプタオースの各5mM混合溶液3 μ Lについて同条件でクロマトグラフィーを実施し両者のリテンションタイムの比較により各ピークの糖の重合度を決定した。

2) 混合米飯の色調の測定

混合米飯15gの温度を25 \pm 1℃に平衡化させ、その色調を分光測色計(ミノルタ:CM2002)を用いて測定した。測定は、同一サンプルにつき3回、最低5サンプル、合計15回以上繰り返し測定しそれらの平均値を求めた。

3) 炊き上がり重量倍率

炊飯前の米の重量に対する蒸らし直後の飯の重量を炊き上がり重量倍率とした。

4) 官能検査

本学学生26名をパネラーとして順位法により行った。評価項目は食糧庁の食味試験実施要領¹⁰⁾に基づいて外観、香り、味、粘り、硬さおよび総合的な好ましさとした。

5) 物性の測定

試料米飯の調製から物性の測定までの概要を図1に示した。炊飯後米飯15gを、直径5cm、高さ3cmのねじ口ふた付きのプラスチック容器に採取した。米飯の採取位置は飯の表面より2cm下の位置から、内釜の底面より2cm上の高さまで、さらに内釜の側面より約2cm内側までの部分とした。採取には先端の鋭利な竹製の箸を湿らせて水分をふき取ったものを用い、採取時に米飯粒表面を傷つけないよう細心の注意を払って行った。米飯を採取しふたをきっちりと閉めたプラスチック容器を、予め60℃に設定しておいた恒温器に入れ、20分間放置した。次に、そのままの状態を設定温度を25℃に切り換えて30分間置き、これにより徐々に試料温度を低下させた。その後さらに25℃で60分間保ち25 \pm 1℃に温度を平衡化した。

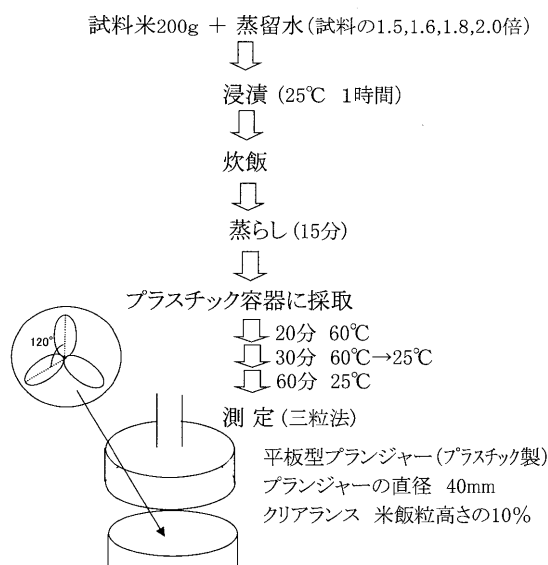


図1. 米飯粒の物性の測定方法

温度を平衡化した米飯から、形状の揃った赤米と白米を各3粒慎重に取り出し、赤米と白米をそれぞれ別々に三粒法により測定した。測定には一軸圧縮試験機(楨山電製:レオナー RE33005)を用いた。測定に供する飯3粒は試料台中央点に茎付部分を合せ、粒と粒の間の角度が全て120度

になるように放射状に置いた。測定条件はプラスチック製平板型プランジャー直径 40mm、試料台上下移動速度 1 mm/sec、ロードセル 200N、クリアランスは米飯粒高さの 10%とし、テクスチャーモードで測定した。RE33005 からのアナログ信号は A/D 変換カードを介しパーソナルコンピュータに取り込んだ。データ収集条件は、サンプリング間隔 10msec、サンプリング個数は 1500 個とした。

III. 結果および考察

(1) 赤米デンプンの鎖長分布

赤米の枝切りデンプンの鎖長分布を図 2 に、その比率を図 3 に示した。赤米のデンプンでは重合

度 10~12 のマルトオリゴ糖を中心に、4 から 30 に亘って分布していた。これはウルチ米デンプンでは 9 糖が量的に最も多く「コシヒカリ」3 種で全て重合度 10 の単位鎖が最も多いとする吉尾ら¹¹⁾の結果に近いものであった。このことは稲の長い栽培の歴史の中で、代表的な古代米とされる赤米の胚乳を形成するデンプンの構造には、殆ど変化がみられないことを示唆する。あるいは現代の栽培赤米は長い年月の間に本来の古代米に稲の種の交雑が行なわれたものかも知れない。

なお最近これに関して、野生米から普通米への進化の過程で赤米の色素に関係する酵素の遺伝子が突然変異を起こし白米に変わったとする説¹²⁾もみられる。

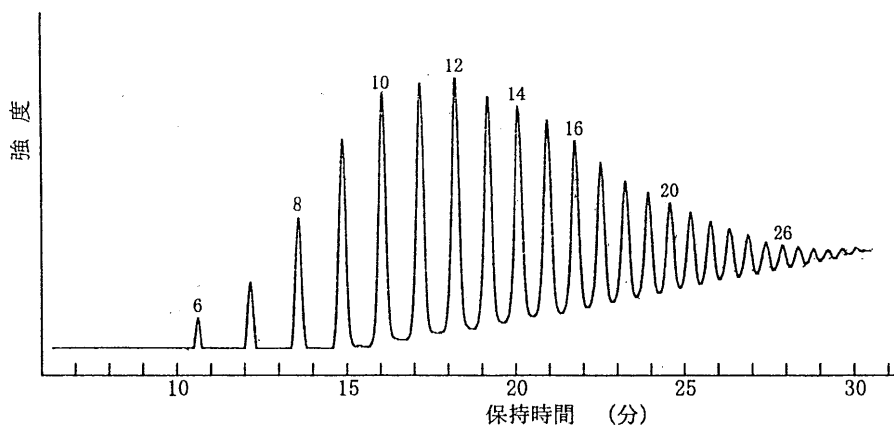


図2. 赤米のデンプンの鎖長分布

赤米のデンプンをイソアミラーゼおよびプルラーナーゼで分岐切断後
DIONEX社の陰イオン高速液体クロマトグラフィーで解析した

溶出液 A 0.15M-NaOH
B 0.15M-NaOH/1.0M-NaCOOH

{ A 95% → A 55% }
{ B 5% → B 45% }

図中の数字は、各ピークの糖の重合度を示す

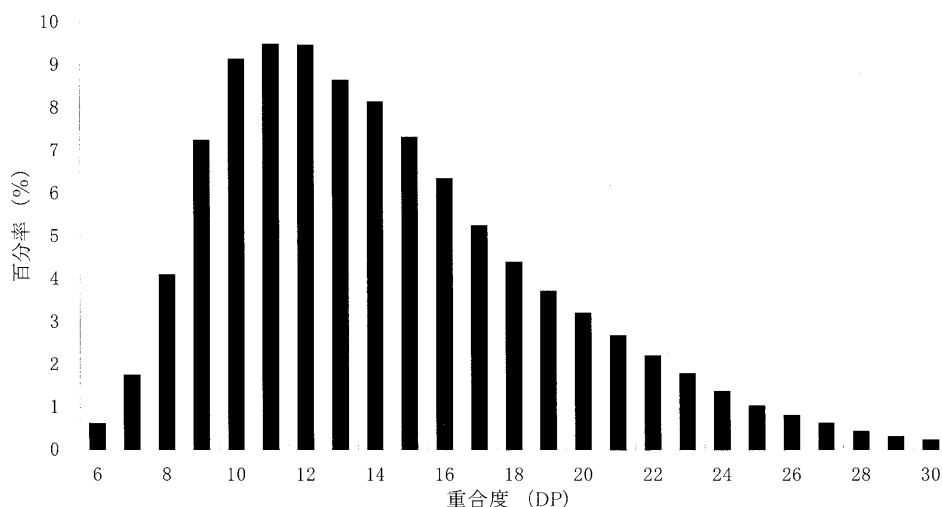


図3. 赤米のデンプンの鎖長分布 (比率)

(2) 赤米の混合割合を変えた場合の米飯の色調

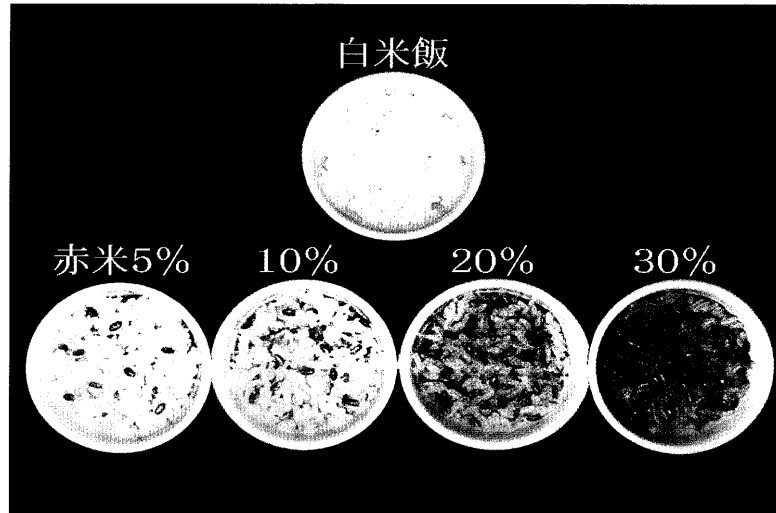


図4. 混合割合を変えた赤米混合米飯

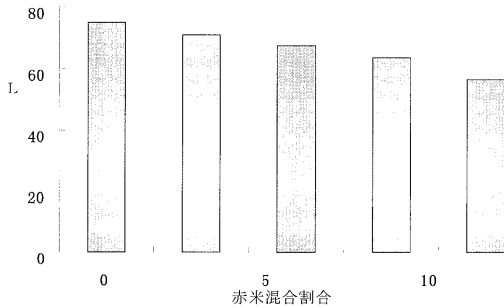


図5. 赤米混合米飯の明

赤米の混合割合を 5、10、20、30% と変化させ、何れも加水比 1.6 倍で炊飯したときの混合米飯のそれぞれの色調は図 4 の写真に示したとおりである。混合米飯の色調は、当然のことながら赤米の混合割合が増えるにつれて赤色が濃くなる傾向を示した。さらに赤米の混合割合によって米飯の色調にどの程度の差が表れるのかをみるため、各混合米飯の L 値 (明度) と、色相を示す a 値 (赤度) および b 値 (黄度) を測定し、それぞれの結果を図 5、図 6 に示した。色相についてみると、赤米混合割合 5% の混合米飯では、白米との a 値の差が 3、b 値の差が 2 であるのに対して、30% の混合米飯では、白米との a 値の差が 11、b 値の差が 8 と、赤米の混合割合が増えるほど b 値 (黄度) の変化より a 値 (赤度) の変化の方が大きい、すなわち赤味の増加が大きくなることが示された。

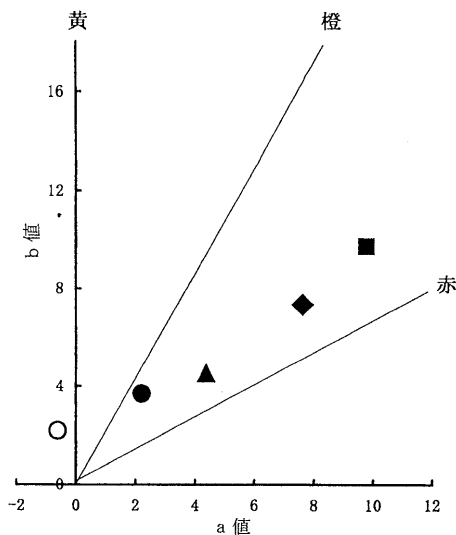


図6. 赤米混合米飯の色相

赤米混合割合 ○:0% (白米飯) ●:5%
▲:10% ◆:20% ■:30%

(3) 米飯の炊き上がり重量倍率

赤米の混合割合を 5、10、20、30% と変化させ、それぞれを加水比 1.5、1.6、1.8、2.0 倍として炊飯したときの混合米飯の炊き上がり重量倍率を表 1 および図 7 に示した。その結果何れの混合米飯についても加水比の増加に伴って炊き上がり重量倍率は大きくなった。また、一定の加水比では赤米の混合割合が大きくなるにつれて、炊き上がり重量倍率は、ほんのわずかながら小さくなる傾向を示した。これは歩留まり 96% の赤米は 92% 歩留まりの赤米に比べて加熱吸水率が小さいとする、

小川ら¹³⁾の報告もあることから、96%に比べて、より加熱吸水率が小さいと考えられる玄米のままの赤米の混合割合が増えるにつれて、混合米飯の炊き上がり重量倍率が小さくなったものと推察される。

表1. 加水比の異なる赤米混合米飯の炊き上がり重量倍率

加水比(倍) \ 赤米混合割合(%)	0	5	10	20	30
1.5	2.27	2.27	2.26	2.22	2.19
1.6	2.35	2.34	2.32	2.30	2.29
1.8	2.52	2.52	2.51	2.47	2.45
2.0	2.71	2.71	2.67	2.66	2.64

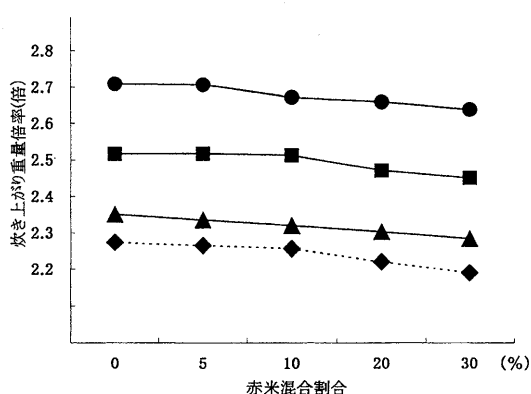


図7. 赤米混合米飯の炊き上がり重量倍率
加水比(倍) ◆ 1.5 ▲ 1.6 ■ 1.8 ● 2.0

(4) 加水比を変えて炊飯したときの赤米混合米飯の官能検査結果

表2は赤米混合割合 5、10、20、30%のそれぞれについて、加水比を 1.5、1.6、1.8、2.0 倍と変化させて炊飯したときの混合米飯の官能検査結果を示したものである。これによると赤米 5%混合米飯では、味 ($p<0.01$)、粘り ($p<0.01$)、硬さ ($p<0.01$)、総合的な好ましさ ($p<0.05$) の4項目で有意差がみられた。すなわち味は加水比 1.6倍が最も好まれ、加水比 2.0倍が最も好まれず、粘りは加水比 2.0倍が最も大きく、加水比 1.5倍が最も小さく、硬さはその逆で、加水比 1.5倍が最も硬く、加水比 2.0倍が最もやわらかいと評価された。さらに総合的な好ましさについては、加水比 1.6倍が最も好まれ、加水比 2.0倍が最も好まれなかった。

こうした赤米 5%混合米飯にみられた官能検査による傾向は、赤米 10%混合米飯においてもほぼ同様に認められ、総合的な好ましさについてもやはり有意に加水比 1.6倍の評価が最も高く、加水比 2.0倍の評価が最も低い結果であった($p<0.05$)。

表2. 赤米混合米飯の官能検査結果

<赤米5%>

項目	結果
1. 外観の良い順位	B>D>C>A
2. 香りの良い順位	C>D>B>A
3. 味の良い順位	B>A>C>D**
4. 粘りのある順位	D>C>B>A**
5. 硬いと思う方からの順位	A>B>C>D**
6. 総合的に好ましい順位	B>C>A>D*

<赤米10%>

項目	結果
1. 外観の良い順位	B>C>A=D
2. 香りの良い順位	C>A>D>B
3. 味の良い順位	B>C>A>D*
4. 粘りのある順位	D>C>B>A**
5. 硬いと思う方からの順位	A>B>C>D**
6. 総合的に好ましい順位	B>C>A>D*

<赤米20%>

項目	結果
1. 外観の良い順位	B>C>A>D
2. 香りの良い順位	A>B>D>C
3. 味の良い順位	B>C>D>A
4. 粘りのある順位	D>C>B>A*
5. 硬いと思う方からの順位	A>B>C>D**
6. 総合的に好ましい順位	B>C=A>D

<赤米30%>

項目	結果
1. 外観の良い順位	C>B>A>D
2. 香りの良い順位	C>D>B>A
3. 味の良い順位	B=D>C>A
4. 粘りのある順位	D>C>B>A**
5. 硬いと思う方からの順位	A>B>C>D**
6. 総合的に好ましい順位	B>D>C>A

加水比 A:1.5倍 B:1.6倍 C:1.8倍 D:2.0倍
* $p<0.05$ ** $p<0.01$

さらに赤米 20%混合米飯では粘り ($p<0.05$)、硬さ ($p<0.01$) において、赤米 30%混合米飯でも粘り ($p<0.01$)、硬さ ($p<0.01$) において加水比間で有意差が認められ、5%、10%の混合米飯同様に、20%、30%の何れにおいても、加水比 1.5倍では粘りが最も小さくて硬さが最も大きく、加水比 2.0倍では粘りが最も大きくて硬さが最もやわらかいと評価された。また総合的な好ましさにおいても、有意ではないが20%、30%の混合米飯ともに加水比 1.6倍が最も好まれる傾向が認められた。

(5) 加水比を 1.6倍と一定にして炊飯したときの赤米混合米飯の官能検査結果

前項において、赤米混合米飯においてはその混合割合に関係なく加水比を 1.6倍にしたときの米飯の評価が最も高いことが明らかとなった。

表3. 赤米混合米飯の官能検査結果

＜加水比 1.6倍＞	
項目	結果
1. 外観の良い順位	A>B>C>D**
2. 香りの良い順位	C>A>B=D
3. 味の良い順位	A>B>C>D**
4. 粘りのある順位	A>B>C>D**
5. 硬いと思う方からの順位	D>C>B>A**
6. 総合的に好ましい順位	A>B>C>D**

赤米混合割合 A:5% B:10% C:20% D:30%

**P<0.01

そこで本項では赤米の混合割合を 5、10、20、30%と変化させ、加水比を 1.6 倍と一定にして炊飯したときの混合米飯について官能検査を行った。その結果は表 3 に示したように、加水比が 1.6 倍の場合、赤米の混合割合が異なる混合米飯間には香りを除く、外観 (p<0.01)、味 (p<0.01)、粘り (p<0.01)、硬さ (p<0.01)、総合的な好ましさ (p<0.01) において有意差が認められた。すなわち外観、味の良さ、総合的な好ましさについては何れの項目においても、赤米の混合割合が少ないほど評価が高くなり、混合割合が最も少ない 5%混合米飯が有意に最も評価が高く、混合割合が最も多い 30%混合米飯が有意に最も評価が低い結果となった。さらにこのような食味の官能評価と、硬さや粘りといった物性面に対する官能評価との関連性についてみてみると、総合的に最も好ましいと評価された 5%混合米飯が有意に粘りが大きくやわらかいと評価されているのに対して、総合的な好ましさで最も評価の低かった 30%混合米飯が逆に有意に粘りが小さく硬いと評価されていた。これらのことは混合米飯の食味の好ましさと、粘りや硬さといった米飯の物性との間には深い関連性のあることを示す結果といえる。

(6) 赤米混合米飯の物性

前項では、混合米飯の食味と粘りや硬さといった物性との間には、官能的には深い関連性のあることが示唆された。そこで本項では、混合米飯の食味と米飯の物性との関連性をより明らかにすることを目的として、機器による粘りと硬さの物性測定を試みた。前項の官能検査の結果では、赤米の混合割合 5%、加水比 1.6 倍が最も好まれていたことから、ここでは赤米の混合割合を 5%、加水比を 1.5、1.6、1.8、2.0 倍と変えて炊飯したときの混合米飯を取り上げ、米飯を構成する赤米と白米のそれぞれについて物性を測定した。図 8 はその結果を示したものである。

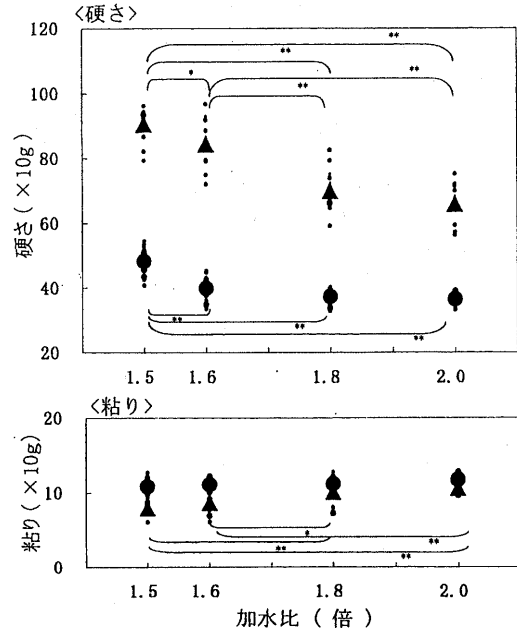


図8. 赤米5%混合米飯の物性
▲:赤米 ●:白米 *P<0.05 **P<0.01

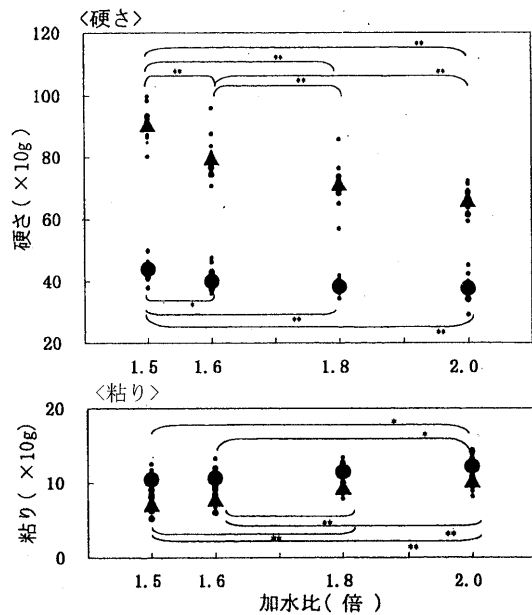


図9. 赤米10%混合米飯の物性
▲:赤米 ●:白米 *P<0.05 **P<0.01

その結果、硬さについては、何れの加水比においても白米に比べて赤米の方が硬く、両者の値には大きな開きがあった。また、加水比が大きくなるにつれて赤米、白米の硬さは有意に減少する傾向が認められた。

一方の粘りは白米の方が赤米よりも大きい結果となったが、総合的に赤米と白米の間には硬さ

でみられたような大きな開きは認められなかった。また加水比が大きくなるにつれて赤米、白米ともにわずかながら粘りを増したが、その増加程度は赤米の方が若干大きいため、加水比 1.8、2.0 倍では両者の開きはさらに縮まりほとんど重なるほどの近い値を示した。本来粘りが小さいとされている赤米と、粘りが大きいはずの白米との間の粘りの差がこのような小さくなった理由としては、小川らの報告¹³⁾にみられる、赤米ではデンプン分子が炊飯中に米粒内に保持されにくい構造的特徴を持っていることや、白米から流出したデンプンが赤米の周辺を覆って、粘りの測定値に影響を与えたためではないかと推察される。

本項における機器による赤米、白米個々の物性の測定結果においても、前項の加水比 1.5 倍のときに最も硬くて粘りが小さく、加水比 2.0 倍のときに最もやわらかくて粘りが大きいとする官能検査の結果とは総じて一致した傾向を示しており、官能的な物性評価と機器による物性測定との間には深い関連性のあることが明らかになった。そこで官能的に最も好まれる混合米飯の物性値を求めるため、前項の官能検査で総合的に最も好ましいと評価された加水比 1.6 倍の混合米飯における赤米と白米の硬さ、および粘りの値をみてみたが、この条件のときの粘りが有意に最も大きく、硬さが有意に最もやわらかいと評価された官能検査の結果とは必ずしも一致しないことが判明した。

しかし表 3 に示したように、同じく加水比 1.6 倍のときの総合的な好ましさが有意に最も良い ($p < 0.01$) と評価された 10% 混合米飯の硬さと粘りの物性値 (図 9) は、赤米の硬さと粘り、白米の硬さと粘り、ともに 5% 混合米飯の結果と極めて近似していた。

以上の結果より、赤米混合米飯の食味が好まれる物性には、赤米混合割合が 5~10% で、加水比 1.6 倍辺りの赤米と白米の硬さや粘りを一緒にした物性値の総合的な性質が関与しているものと推察された。

(7) 物性測定値より求めたバランス度

米飯のおいしさの要素は硬さと粘りに関係し、2 つのパラメーターがたがいにバランスを保っていることが重要であるとし、岡部¹⁴⁾は粘りを硬さで除した値をバランス度として米飯のおいしさの指標としている。前項において赤米混合米飯の食味には米飯を構成する赤米と白米の個々の物性値の総合的なものが関与しているのではないかということが示唆された。そこで本講では、この米飯のおいしさの指標であるバランス度に着目し、赤米

と白米の物性測定値からそれぞれのバランス度を算出し混合米飯の特徴的な傾向が見出せるかどうかについて検討した。

表4. 物性測定値より求めたバランス度

<白米>				
赤米混合割合 (%)	加水比 (倍)			
	5	10	20	30
1.5	0.25±0.03	0.24±0.02	0.29±0.01	0.29±0.02
1.6	0.28±0.02	0.27±0.03	0.30±0.03	0.28±0.12
1.8	0.30±0.02	0.31±0.04	0.30±0.05	0.31±0.03
2.0	0.32±0.03	0.33±0.04	0.29±0.04	0.33±0.03

<赤米>				
赤米混合割合 (%)	加水比 (倍)			
	5	10	20	30
1.5	0.09±0.02	0.08±0.02	0.09±0.01	0.06±0.03
1.6	0.10±0.02	0.10±0.02	0.12±0.02	0.11±0.01
1.8	0.14±0.03	0.12±0.05	0.15±0.03	0.15±0.02
2.0	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02

バランス度 = 粘り / 硬さ

しかし表 4 から明らかなように、官能検査で最も好まれた赤米 5% 混合割合、加水比 1.6 倍の混合米飯の食味と物性との関連性について、赤米と白米の個々のバランス度からは他の混合米飯とは異なる特徴的な傾向を見出すことはできなかった。

赤米混合米飯の食味については、物性の異なる赤米と白米を同時に団塊で食して評価した結果であるので、当初はそれとの比較のため団塊法による物性の測定を検討したが、このような混合米飯の系では赤米と白米が均一に分布した試料を得るのは至難であるなどのことから、まずは混合米飯を構成している赤米と白米の物性値を別々に測定し、それぞれの特性から好ましい赤米混合米飯の特徴を読み取れないかと考え、今回の実験を行った。しかし食味と、赤米と白米を別々に測定した物性値との関連性を見出すことは困難であり今後は、混合米飯の団塊法による物性測定の方法の検討を課題として、食味との関連性を明らかにしていく必要があると考えている。

IV. 要約

精白米に対する未搗精の赤米の混合割合を 5、10、20、30%、加水比を 1.5、1.6、1.8、2.0 倍として炊飯したときの混合米飯について官能検査、および物性の測定を行った結果、

- 1) 赤米の混合割合に関係なく加水比 1.6 倍のときの混合米飯が有意に最も好まれ、加水比 2.0 倍のときの混合米飯が最も好まれなかった。
- 2) 加水比を 1.6 倍と一定にしたときの混合米飯で

は、5% > 10% > 20% > 30%の順に、混合割合が少ないものほど有意に好ましいとされる傾向を示した ($p < 0.01$)。

3) 総合的に最も好まれた加水比 1.6 倍、赤米 5% 混合の米飯は、混合割合の異なる米飯の場合には粘りが有意に最も大きく ($p < 0.01$)、硬さが有意に最もやわらかい ($p < 0.01$) と評価された。

4) 混合米飯を構成する赤米、白米の個々について物性測定をした結果、官能的に最も好まれた赤米 5% の混合米飯では、赤米の方が白米よりも硬く、両者の開きは大きであった。また赤米、白米ともに加水比の増加とともにやわらかさを増した。

5) 粘りについては赤米の方が白米よりも小さかったが、両者間には硬さでみられたような大きな開きはみられなかった。また加水比の増加とともに赤米、白米ともに粘りを増したが、その増加程度は赤米の方が若干大きく、加水比が大きくなるにつれて両者の開きはさらに縮まりほとんど重なるほどの近似した値を示した。

本研究の要旨は、日本家政学会第 58 回大会研究発表会 (平成 18 年 5 月 28 日、於秋田大学) において口頭発表した。

おわりに、物性の測定について種々ご助言を賜りました大阪市立大学の高谷友久先生、西成勝好先生、またデンプンの鎖長分布の測定についてご指導を賜りました同じく大阪市立大学名誉教授の三崎 旭先生に深く感謝致します。

V. 文献

- 1) 猪谷富雄, 建本秀樹, 岡本実剛, 藤井一範, 武藤徳男 (2002), 有色米の抗酸化活性とポリフェノール含量の品種間差異, 日本食品科学工学会誌, **49**, 540-543
- 2) 磯部由香, 森岡めぐみ, 寺原典彦, 小宮孝志, 成田美代 (2006), 赤混黒米の色素の抗酸化性, 日本調理科学会誌, **39**, 247-253
- 3) 小川宣子, 山中なつみ (1997), 精白赤米の栄養特性, 日本家政学会誌, **48**, 289-293
- 4) 猪谷富雄, 小川正巳 (2004), わが国における赤米栽培の歴史と最近の研究情勢, 日本作物学会紀事 (Jpn. Crop Sci.), **73(2)**, 137-147
- 5) 小川宣子, 中村優希, 田名部尚子 (1993), 赤米の調理特性に関する研究 (第 1 報) 赤米の理化学的特性について, 日本家政学会誌, **44**, 839-844
- 6) 小川宣子 (1995), 赤米の調理特性に関する

研究 (第 2 報) 赤米の炊飯条件の検討, 日本家政学会誌, **46**, 531-537

- 7) 後藤昌弘, 村上 譲, 山中博之 (1996), 赤米とコシヒカリ, ミネニシキの物理・化学的性質ならびに食味の比較, 日本食品科学工学会誌, **43(7)**, 821-824
- 8) 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
- 9) 田原モト子, 岸田恵津, 三崎 旭 (2000), ワイルドライス製品の多糖成分の分画とデンプンの特性, 日本栄養・食糧学会誌, **53(3)**, 111-118,
- 10) 食糧庁 (1968) 米の食味試験実施要領
- 11) 吉尾信子, 前田 巖, 寺西克倫, 久松 眞, 山田哲也 (1996), 国内産米澱粉の品種間差異について, 応用糖質科学, **43**, 305-317
- 12) 日本経済新聞 2006 年 9 月 3 日 (日曜日) 「古代米の謎を探れー赤米の変異解明, 健康作用も脚光ー」
- 13) 小川宣子, 中村優希, 田名部尚子 (1993), 赤米の調理特性に関する研究 (第 1 報) 赤米の理化学的特性について, 日本家政学会誌, **44**, 839-844
- 14) 岡部元雄, 米飯の食味に関する研究, New Food Industry (1997), **19**, 65-71