

巨大胚芽米 (COCORO) と 低アミロース米 (姫ごのみ) の混合米による評価

Evaluation of the mixed rice of COCORO, large-germ-rice, and Himegonomi, rice with low-amylose content

人見 哲子・芦田菜々子*・新垣ほたる*

キーワード：巨大胚芽米 COCORO 低アミロース米 姫ごのみ

緒言

食生活の多様化、簡便化、個性化などが進む中、米の利用の形態にもさまざまな変化が生じてきている。そのような背景から、全国各地で新しい育種の開発が盛んに行われている。津山市においても、つやま新産業創出機構が中核となり、生産者グループを結成して、平成19年から巨大胚芽米の栽培を開始し、「COCORO」（以下COCOROと記す）というオリジナルネームで商品化した。その生産高は全国トップであり、認知度も徐々にではあるが増加の傾向にある。COCOROは、通常の米に比べ胚芽が3倍くらい大きいこと機能性成分GABAの生成能力が高く、ビタミンEなどのビタミン類や食物繊維を多く含んでいるのが特徴である。

しかし玄米の種皮と胚芽は硬いため、炊飯する前には水に一昼夜程度浸漬する必要がある、その場合でも炊飯した玄米の食感は白米に比べて硬く食味に劣るといった欠点がある。また、近年は生産、流通の場で消費者の求める高品質、良食味を持つ米が選別され、品質や食味の劣る銘柄の米が不人気になる傾向が強まっている。これらのことから、岡山県内の米飯給食に導入するなどCOCOROの販売拡大に取り組んでいるものの、一般家庭などの十分な普及には至っていないのが現状である。

*美作大学食物学科学学生

一方低アミロース米である「姫ごのみ」（以下姫ごのみと記す）が、近畿中国・四国農業研究センター（広島県福山市）で開発され、平成22年からつやま新産業創出機構が推進し、津山市で生産されている。

低アミロース米は、アミロース含有率が粳米ともち米の中間を示し、概ね15%以下程度のもを指すとされている。¹⁾「姫ごのみ」は、白米のアミロース含有率がおよそ8~9%の低アミロースで、近畿および中国四国地方の平野部で多く栽培されている水稲品種「ヒノヒカリ」とほぼ同じ中生晩の熟期の品種である。この品種は単独で炊飯しても粘りが強く、食味が優れる米であり通常の粳米品種と混ぜて炊飯すると、食味を向上させる効果を持つとされている。また、病気に強く倒伏しにくく改良がされており、栽培しやすい品種である。平野部でも品質の良い低アミロース米を生産できることで高付加価値の品種として地域の農業振興に役立つことが期待されている。

松江²⁾らは、低アミロース米品種は単品ではもち臭と粘りが強すぎて食味は劣るものの、他の一般飯米用品種にブレンドすることによって一般飯米用品種の食味を改善する効果があり、ブレンド適性に優れていると報告している。

そこで本研究では、COCOROに姫ごのみを混合することで、食味が改善することに着目し、COCOROの普及を目的として、家庭用炊飯器で容易に炊飯で

き、巨大胚芽米の高い栄養価を維持しつつ、食味の安定した米飯になることをCOCOROと姫ごのみの配合割合等から、物性や官能評価を通して検討を行った。

実験方法

1. 試料及び調整方法

1) 試料

米は岡山県津山市近郊で栽培された平成22年および平成23年産の、COCORO（巨大胚芽米）玄米、姫ごのみ（低アミロース米）、コシヒカリ（うるち米）を使用し、いずれも実験日まで冷蔵庫内に保存した試料を使用した。

2) 炊飯方法

水洗は、米の約3倍の水（水温20℃）を加えて10回攪拌後水をかえ、この操作を5回繰り返した。炊飯は家庭用炊飯器（サンヨーECJ-FS50）普通炊きで行った。通電時間は35分から39分の間であった。

2. 吸水率の測定

COCORO、姫ごのみ、コシヒカリを100mlのビーカーにそれぞれ10gずつ入れ、水50ml（20℃）を加える。ガラス棒で10回かき混ぜた後、茶こしで水を切る。ペーパータオルの上に米を取り出し、米の上からペーパータオルで軽く押さえて米の表面の水を除き、この米の重量を測り、吸水率を算出した（浸漬0分）。10、20、30、40、50、60、70、80、240、480分間浸漬後同様の方法で米の重量を測定し、吸水率を求めた。吸水率（%）は $\{ \text{浸漬後の米重量 (g)} - \text{浸漬前の米重量 (g)} \} \times 100 / \text{浸漬前の米重量 (g)}$ の式を用いて算出した。

3. 官能評価

米の吸水率や炊飯の予備実験、文献等を通して、米飯としての美味しさに関わる4つの因子、加水量（A）、蒸らし時間（B）、浸漬時間（C）、配合割合（D）を取り上げ、それぞれ3水準を設定した（表1）。考慮する交互作用としては、 $A \times D$ 、 $B \times D$ 、 $C \times D$ の3

つとした。これを L_{27} 直交配列表による割り付けを行い、27通りの方法で炊飯を実施した。評価項目は外観、色、香り、硬さ、粘り、味および総合評価について5段階評点法（悪い-2〜良い+2）により検討した。解析は分散分析、F検定による有意差検定、推定による最適水準の決定を行った。パネルは美作大学食学科学生10名とした。

4. 飯のテクスチャー

官能評価結果より、評価の高い組み合わせと評価の低い組み合わせで炊飯後のCOCOROと姫ごのみ、それぞれをクリープメーター（株式会社 山電RE-3305型）を用いて、1粒法による破断強度解析を行った。測定条件はロードセル2kgf、測定歪率90%、測定速度は1mm/sec、直径3mm、先端1mmの平面のクサビ型プランジャーとした。

5. 走査電子顕微鏡観察

官能試験結果から、評価の高い組み合わせと低い組み合わせの炊飯前（浸漬後）の米と炊飯後の飯の顕微鏡観察を行った。米及び炊飯米はエチルアルコールで脱水処理後、t-ブチルアルコール凍結乾燥法で試料調製し、内部構造（割断面）を走査電子顕微鏡により観察した。なお、倍率100倍、1000倍で行った。

実験結果および考察

1. 吸水率の測定

COCORO、姫ごのみ、コシヒカリの吸水率の結果を図1に示した。姫ごのみは浸漬後10分で約16%吸水し、その後も吸水率は緩やかに上昇、80分で約28%吸水し以後増加は見られなかった。コシヒカリは1時間で約22%吸水し飽和状態となった。姫ごのみはコシヒカリ、COCOROに比べ、吸水速度が速く、吸水率も際立って高かった。

一方COCOROは玄米であるため吸水速度がゆるやかで、1時間浸漬で10%程度の吸水率であった。しかし浸漬後240分ではコシヒカリ、姫ごのみと同程度の吸水率となり、その後も上昇傾向であった。

COCOROは胚芽の部分が増大したため、時間経過後胚芽の部分からの吸水が大となったのであろうと推察する。姫ごのみとCOCOROを混合して炊く場合、浸漬時間も同じであるため、両種が同じ時間に等しい吸水率を示すことが均一に加熱された飯にするためには重要であると考えられる。したがってCOCOROと姫ごのみの吸水率を一定にするためには約240分（4時間）の浸漬が有効であることが示唆された。

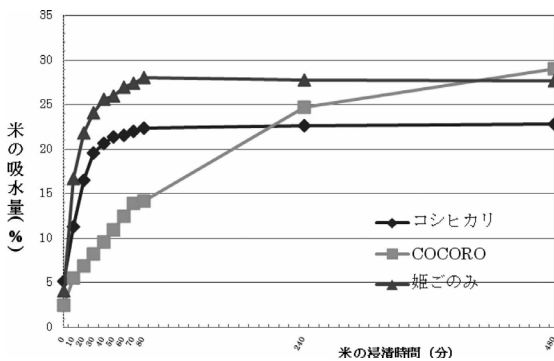


図1 米の吸水量と浸漬時間

2. 官能評価

吸水率の測定結果から4つの因子、加水量（A）、蒸らし時間（B）、浸漬時間（C）、配合割合（D）を取り上げ、それぞれ3水準を設定した（表1）。これをL₂₇直交配列表による割り付けを行い、27通りの方法で炊飯を実施し、官能評価を行った。その結果、交互作用の有意差は認められなかったため、主因子のみの分散分析表を再度作成したところ、蒸らし時間を除いた加水量、浸漬時間、配合割合に有意差がみられた。「外観」はDの水準①（COCORO30%）、「香り」はCの水準②（4時間浸漬）とDの水準①（COCORO30%）、「味」はAの水準②（COCORO1.9倍+姫ごのみ1.2倍）とDの水準①（COCORO30%）、「硬さ」はAの水準③（米全重量の1.5倍）、「粘り」はAの水準②（COCORO1.9倍+姫ごのみ1.2倍）、「総合評価」はAの水準③（米全重量の1.5倍）とCの水準②（4時間）、Dの水準①（COCORO30%）が有意に好まれた（p<0.05）。また、Bはいずれの評価項目においても有意差は認められなかったため、官能評価に蒸らし時間は影響していない

と考えられる。

美味しさの評価は総合的な結果が重要であると考えられるため、総合評価以外の他の因子の推定結果から、総合評価の推定組み合わせを最適な水準組み合わせとして採用しても妥当であると判断した。したがって本炊飯条件下では、加水量は米全重量の1.5倍、浸漬時間は4時間、COCORO配合割合は30%で炊飯を行った飯は蒸らし時間に関わらず嗜好上好まれることが示唆された。

また、加水量が飯の嗜好に大きく影響していることから、さらに加水量の最適な値を得るため、総合評価の結果を基に加水量を米の1.4、1.5、1.6倍の3水準を取り、最適水準組み合わせの条件下で官能評価を行った。その結果、3水準において有意差は認められなかったため、炊飯時の加水量については1.4、1.5、1.6倍のいずれかで炊いた飯は嗜好上好まれることが示唆された。また、同じ炊飯条件で姫ごのみをコシヒカリに変えて官能評価を行い、COCOROと姫ごのみの飯とCOCOROとコシヒカリの飯についてt検定を行ったところ有意差は認められなかった。このことにより、通常米の代替が姫ごのみでも可能であると考えられる。

表1 官能評価に用いた因子・水準

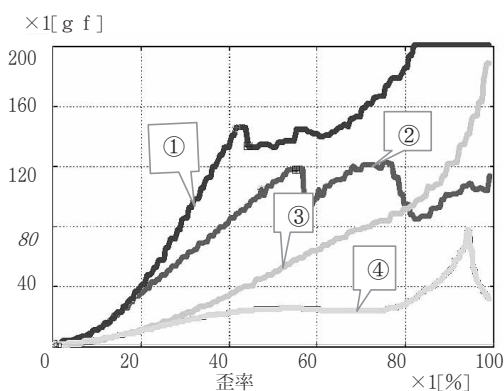
因子	水準		
	①	②	③
A	COCORO1.5倍+ 姫ごのみ1.2倍	COCORO1.9倍+ 姫ごのみ1.2倍	米全重量の1.5倍
B	蒸らしなし	30分	1時間
C	40分	4時間	8時間
D	COCORO30%	COCORO40%	COCORO50%

注) A：加水量，B：蒸らし時間，C：浸漬時間，D：配合割合

3. 飯のテクスチャー

官能試験による総合評価結果から、評価の高い組み合わせ（加水量：米全重量の1.5倍、浸漬時間：4時間、COCORO配合割合：30%）と低い組み合わせ（加水量：COCOROの1.5倍+姫ごのみの1.2倍、浸漬時間：4時間、COCORO配合割合：50%）の飯一粒について、

破断強度測定を行った。その結果、評価の高い組み合わせのCOCOROは、評価の低い組み合わせと比べて、破断応力が高値を示し米粒が硬いことが示された。また、評価の高い組み合わせの姫ごのみは評価の低い組み合わせと比較して波形がなだらかで、軟らかい結果であった。これはCOCORO配合割合が少ないために姫ごのみの方に多く吸水し、全体の飯が軟らかくなったためと考えられる。よって、評価の高い組み合わせではCOCOROが硬いにも関わらず、良い評価が得られたのは、姫ごのみの粘りが軟らかさに影響し、大きく嗜好を高めたことが示唆された。



注) ①評価の高い組み合わせ：COCORO
 ②評価の低い組み合わせ：COCORO
 ③評価の低い組み合わせ：姫ごのみ
 ④評価の高い組み合わせ：姫ごのみ
 測定条件
 クリープメーター：株式会社山電 RE-3305型
 ロードセル：2kgf
 測定歪率：40%
 測定速度：0.5mm/sec
 プランジャー：直径3mm

図2 COCOROと姫ごのみの飯一粒の破断記録曲線

4. 走査電子顕微鏡観察

官能試験による総合評価結果から評価の高い組み合わせ（加水量：米全重量の1.5倍、浸漬時間：4時間、COCORO配合割合：30%）と低い組み合わせ（加水量：COCOROの1.5倍+姫ごのみの1.2倍、COCORO配合割合：50%）で浸漬後の米と炊飯米の飯一粒について横断面を走査電子顕微鏡で観察した。米および飯は半分に切断後、エタノールで脱水処理し、t-ブチルアルコールで凍結乾燥させて用いた。その結果を図3-1、2に示した。

COCOROは姫ごのみに比べ、デンプン粒が大きく密度が高いことが分かった。浸漬後の米の観察結果では評価の低い組み合わせのCOCOROは評価の高いも

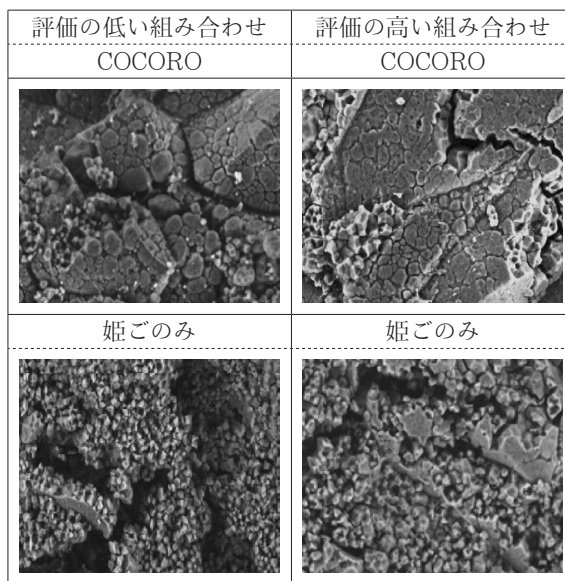
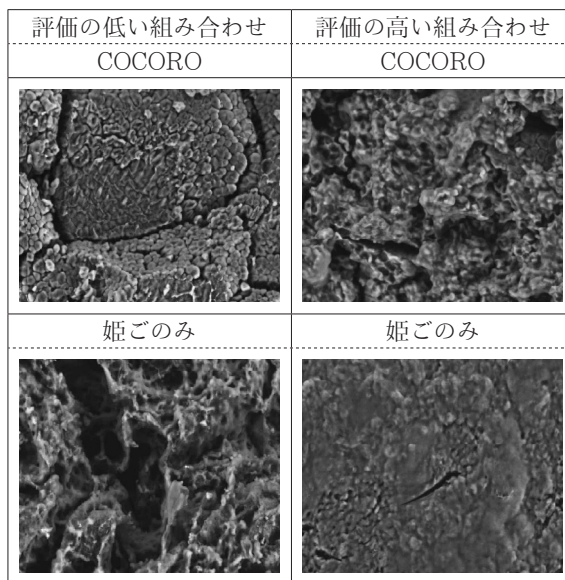


図3-1 走査電子顕微鏡観察－米－ ×1000



注) 評価の高い組み合わせ：
 加水量（米全重量の1.5倍）
 浸漬時間（4時間）
 COCORO配合割合（30%）
 評価の低い組み合わせ：
 加水量（COCOROの1.5倍+姫ごのみの1.2倍）
 浸漬時間（4時間）
 COCORO配合割合（50%）

図3-2 走査電子顕微鏡観察－飯－ ×1000

のに比べ、ややデンプン粒間に隙間が見られるが、姫ごのみにはあまり違いが見られなかった。

炊飯米の顕微鏡観察では、評価の高いもののCOCOROは十分糊化していることが観察できた。評価の高い飯はCOCORO・姫ごのみとも評価の低いものよりでんぷん粒が緻密になっており、水分がいきわたりよく糊化していることが推察された。姫ごのみはどちらも糊化しているが評価の高いものは粘りが強すぎて、組織がつぶれてしまうほどであった。今中³⁾らは、でんぷん粒と粒との間隔が鮮明であることは、一粒のでんぷん粒が強靱な膜で覆われている可能性があるとして報告している。しかし、今回の観察ではそこまで詳しく観察することができなかつたため、今後倍率など変更して更に検討する必要がある。

要 約

巨大胚芽米COCOROの普及を目的として、家庭用炊飯器で容易に炊飯でき、巨大胚芽米の高い栄養価を維持しつつ、食味の安定した米飯をCOCOROと低アミロース米である姫ごのみの配合割合等から、物性や官能評価を通して検討をし、以下のような結果を得た。

- 1) 吸水率の結果からCOCOROと姫ごのみの吸水率を一定にするためには約240分(4時間)の浸漬が有効であることが分かった。
- 2) 官能評価結果からCOCOROと姫ごのみの組み合わせ及び炊飯条件は、加水量が米全重量の1.5倍、浸漬時間は4時間、COCORO配合割合は30%が最適であることが示唆された。
- 3) 飯一粒について、破断強度測定を行った結果、評価の高い組み合わせ(4時間浸漬)のCOCOROは糠層の硬さを改善することは出来なかったが内部の糊化を高めることが出来た。また姫ごのみの軟らかさが際立った。
- 4) 走査電子顕微鏡観察より、COCOROは姫ごのみに比べ、デンプン粒が大きく密度が高いことが分かった。浸漬後の米の観察結果では評価の低い組み合わせのCOCOROは評価の高いものに比べ、ややデンプン粒間に隙間が見られるが、姫ごのみにはあ

まり違いが見られなかった。物性測定での軟らかさが糊化として現れていたが、今後さらに検討する必要がある。

謝 辞

本研究において、試料米をご提供いただいたつやま新産業創出機構様に感謝いたします。また、ご指導、ご助言を賜りました本学教授森田築雄氏 准教授栗脇淳一氏に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター：近畿および中国四国地方の平野部に向く、熟期が中生晩の低アミロース水稻品種「姫ごのみ」、1～4 (2011)
- 2) 松江勇次・佐藤大和・尾形武文，低アミロース米品種における米の食味評価とブレンド適性，日作紀74 (4)，422～426 (2005)
- 3) 今中鏡子・加藤集子・川野純子・田方真由美・畠山敏慧：炊飯米の形態学的研究－加熱過程の差、品種による差、炊飯量の差における炊飯米粒組織の観察－，広島文化短期大学紀要39，7～25，(2006)