

米飯の物理特性についての検討

籠橋有紀子

概 要

米飯の原料となる玄米もしくは精白米における品質には、品種、産地、栽培方法、貯蔵環境等の様々な影響因子が関わっている。本研究では、島根県産米の品種、栽培方法の違いにより物理特性および外観（形状）にどのような違いがあるのかについて比較検討を行った。島根県産‘コシヒカリ’、‘つや姫’、‘きぬむすめ’、‘イセヒカリ’を使用し、精白米を洗米後1.5時間浸漬させた後、炊飯した。物理特性は、圧縮試験機（タケトモ電機社製）を用いて、一粒を円柱形プランジャーで高圧縮試験を行い、硬さ・粘り・付着性・弾力性・凝集性を測定した。また、外観（形状）はノギスを用いて計測した。その結果、島根県産米の‘コシヒカリ’と比較して、‘つや姫’、‘きぬむすめ’は、食味評価の指標とされるバランス値（粘り/硬さ）が有意に高いことが認められた。また、形状においては‘コシヒカリ’と比較して、‘つや姫’、‘きぬむすめ’は粒が有意に長いことが認められた。‘コシヒカリ’‘つや姫’の有機栽培米は、慣行栽培米と比較して有意に柔らかいことが認められた。‘イセヒカリ’は、‘コシヒカリ’と比較して、すべての項目において差が認められなかった。以上より、品種や栽培方法の違いにおいて米飯の物理特性や形状が異なることが示唆された。

キーワード：米飯, 物理特性, 品種, 栽培条件

I . 緒 言

米の消費は、食生活の多様化や美味しさの要望、経済力の向上、安心安全志向などの観点から、量より品質が重視される傾向にある。農林水産省において米の需要拡大を目標に、1989年から1995年にかけて「需要拡大のための新形質水田作物の開発」研究プロジェクトが推進され、全国各地での新品種が開発が盛んとなった¹⁻³⁾。

玄米もしくは精米における品質は、栽培品種や産地、栽培法などの栽培条件および貯蔵環境等が影響するといわれている⁴⁻⁵⁾。収穫後、流通してから消費者へわたるまでの貯蔵を経た後

の、炊飯・調理、貯蔵といった一連の過程も、米の品質に影響を及ぼす⁴⁻⁶⁾。

米の食味評価方法には、人間の主観的な感覚を基にした官能検査法と分析機器などを用いた客観的な理化学的手法がある⁷⁾。一般に、官能検査による食味試験法は日本穀物検定協会で行っている食味試験実施要領に準拠して行われている⁸⁾。理化学分析は、食味にかかわる情報を客観的に評価もしくは推定する目的で、成分特性、物理特性、外観、味、香りなどに関する測定方法が提案されている。米飯を直接評価するのによく用いられる方法として、物理特性、外観についての評価方法が挙げられる⁹⁻¹⁰⁾。

米に含まれるデンプンやタンパク質が影響要因となる炊飯米の物理特性は、官能試験において、最も強く食味の判断に影響している特性と

考えられている^{9~10)}。物理特性の評価からは、米飯の硬さや粘りに加えて、弾力性などの食感にかかわる要因について数値化することができる^{9~10)}。粘りと硬さの比をとったバランス度(粘り/硬さ)が高い米飯ほど、食味評価が高い傾向が見られ、良い食味の推定指標の一つになることが報告されている^{9~10)}。物理特性は、テクスチュロメーター^{11~13)}、レオメーター¹⁴⁾、クリープメーター¹⁵⁾、テンシプレッサー¹⁶⁾などが使用されている。

また、外観(形状、色)は食味評価に大きく影響するため、同時に評価を行うことが必要であると報告されている^{9~10)}。

近年、全国的に多くの新品種が開発される中で、各地の気象条件に合った、地域で栽培しやすく食味の良い品種が注目されている。

‘コシヒカリ’は、1956年に農林1号および農林22号との交配により福井県で誕生し、島根県も含め、日本各地で栽培されている米の品種の代表格である。粘りが強く、食味に優れる品種であるが、栽培上は倒伏しやすい、いもち病に弱いなどの性質をもつ。

‘きぬむすめ’は、1991年に九州農業センター(現在の九州沖縄農業研究センター)においてキヌヒカリを母、祭り晴を父として人工交配を行い育成した系統である。外観が白くつややかであり、粘りが強いやわらかめの食感だと言われており、コシヒカリと比較するとたんぱく質、アミロースともにほぼ同等で食味が良いとされている。

‘つや姫’は、1998年に山形県立農業試験場(現在の山形県農業総合研究センター水田農業試験場)において‘山形70号’を母、‘東北164号’を父として人工交配を行い育成した系統である。島根県では平成24年から温暖化対応新品種導入対策プロジェクトにおいて、平坦部を中心に品質が低下している‘コシヒカリ’に替わる県奨励品種として本格栽培されている品種である。‘つや姫’は、栽培面では‘コシヒカリ’とほぼ同時期に出穂し、きぬむすめなどの他品種と比較して一番早い時期である9月上旬に収穫できる極早生品種であり、収穫期を分散できるという利点がある。また、稈長は短いため倒

伏に強く、高温登熟性にすぐれ、高温でも乳白粒などの発生が少ないため、近年の温暖化への対応も可能である。玄米外観品質、炊飯米の外観及び食味官能評価も優れており、食味特性の良さが期待される品種である。また、一般財団法人日本穀物検定協会が実施している「米の食味ランキング」では、平成26年産、平成28年産から3年間、島根県産‘つや姫’は、最高ランクの特Aを取得している。

‘イセヒカリ’は、コシヒカリの突然変異種と言われており、1989年に伊勢神宮の神田で発見され、「イセヒカリ」と命名された。コシヒカリよりも稈が太く耐倒伏性が強いことが報告されている。現状では、未登録品種で各県の奨励品種にはなっていないため、その食味についての詳細はわかっていない。

本研究では、米の特性を生かした消費拡大を目指し、島根県松江市西長江地区で栽培された‘つや姫’‘きぬむすめ’‘コシヒカリ’‘イセヒカリ’の4品種の米飯の品質特性について明らかにすることを目的として、品種間および栽培条件の異なる同品種の炊飯米の食味について外観測定、物理特性測定、構造解析により、比較検討を行った。

Ⅱ. 研究方法

1. 材料

島根県松江市西長江地区で栽培された、‘つや姫’、‘きぬむすめ’、‘コシヒカリ’‘イセヒカリ’について、精白米もしくは米飯の分析を行った。なお、‘コシヒカリ’、‘きぬむすめ’は普通栽培・50%減農薬栽培、‘つや姫’、‘イセヒカリ’は無農薬栽培の精白米を使用した。

2. 実験方法

精白米600gを1.38倍加水し、25℃で15時間浸漬を行った。炊飯器(SR-HD153, パナソニック製)を使用し、標準炊飯(普通炊飯モード)したのち、保温状態とした。炊飯直後(保温0h)、炊飯8時間後(保温8h)における炊飯米の品質について、下記の項目を検討した。日本穀物検定協会の試験実施要領に準拠して条件設定を行い、下記の測定を実施した。

1) 粒長・粒幅・粒厚の測定

米飯の粒長・粒幅・粒厚は、ノギスを用いて、米粒の重量は電子天秤を用いて測定した。一実験群につき30粒計測した。

2) 物理特性測定

米飯の物理特性評価は、岡留らの方法¹⁶⁾で圧縮試験機のTENSIPRESSER(タケトモ電機社製)を用いて1粒の米飯を圧縮させることにより硬さ・粘り・付着性・弾力性・凝縮性を測定した。アルミ合金製の円柱形プランジャー(径30mm)を用いて、高圧縮試験を行い、圧縮率は90%とした。なお、一実験群につき30粒計測した。

3) 構造解析: 走査型電子顕微鏡(SEM: 日立製作所)を用いて、精白米の構造を観察した。

4) 統計処理

データの比較は順位検定および対応の無いt検定を行い、値は平均値±標準偏差で示した。

2. 物理特性: テンシプレッサーを用いて各米飯の物性を計測した結果、‘つや姫’、‘きぬむすめ’ともに、‘コシヒカリ’と比較して有意に付着性および、硬さにおいて低い値を示した。また、‘つや姫’、‘きぬむすめ’ともにバランスにおいて高い値を示した。また、‘イセヒカリ’は、‘コシヒカリ’と比較して付着性、粘りともに有意に高い値を示した(図1)。また、‘コシヒカリ’、‘つや姫’については、同品種間において、減農薬米の硬さの値が低いことが認められた(図2, 図3)。

3. 構造解析: 走査型電子顕微鏡を用いて精白米の構造を観察した。その結果、‘コシヒカリ’および‘イセヒカリ’はデンプン粒が大きく、つや姫は小さい傾向が認められた(図4)。

Ⅲ. 研究結果

1. 外観特性: 収穫した品種の異なる米飯の外観を比較した。‘つや姫’は、‘コシヒカリ’と比較して、有意に粒長が長く、粒幅、粒厚が短いことが認められた(表1)。また、‘きぬむすめ’は、‘コシヒカリ’と比較して有意に粒長が長く、粒幅、粒厚に差は認められなかった(表1)۔‘イセヒカリ’は、‘コシヒカリ’と比較して有意な差は無かった(表1)۔‘コシヒカリ’は減農薬米の幅が短いことが認められた(表2)。

Ⅳ. 考 察

米飯の品種間および普通栽培(農薬栽培)、減農薬栽培間の比較を行った結果、品種間および農薬、減農薬栽培の違いにより、外観や構造、物理学的特性に違いがある可能性が示唆された。外観については、‘コシヒカリ’と比較して、‘つや姫’、‘きぬむすめ’は異なる傾向をもつが、‘イセヒカリ’は‘コシヒカリ’と類似した外観であることが示唆された。その傾向は、農薬、減農薬間も同様であった。米飯の外観は食味に関係する要素の一つであり、一粒が外観に有

表1 米飯の外観特性 (品種間の違い)

形状 (mm)	コシヒカリ 慣行栽培	きぬむすめ 有機栽培 (減農薬)	つや姫 有機栽培 (減農薬)	イセヒカリ 有機栽培 (無農薬)
粒長	8.31±0.50	9.32±0.44 **	10.09±0.82 **	8.74±0.76
粒幅	3.55±0.19	3.49±0.36	3.12±0.16 **	3.52±0.18
粒厚	2.20±0.34	2.23±0.21	2.06±0.14 *	2.19±0.09

平均値±SD (n=20) *p<0.05, p<0.01** vs コシヒカリ

◎コシヒカリ, きぬむすめ, つや姫, イセヒカリは推奨されている栽培法を用いた米の米飯を比較

表2 米飯の外観特性 (栽培条件の違い)

形状 (mm)	コシヒカリ	コシヒカリ	つや姫	つや姫
	慣行栽培	有機栽培 (減農薬)	有機栽培 (減農薬)	有機栽培 (無農薬)
粒長	8.31±0.50	8.18±0.51	10.09±0.82	9.56±0.52
粒幅	3.55±0.19	3.37±0.16 *	3.12±0.16	3.13±0.10
粒厚	2.20±0.34	2.12±0.09	2.06±0.14	2.06±0.16
平均値±SD (n=20)	*p<0.05, p<0.01** 同品種間(2群間)比較			

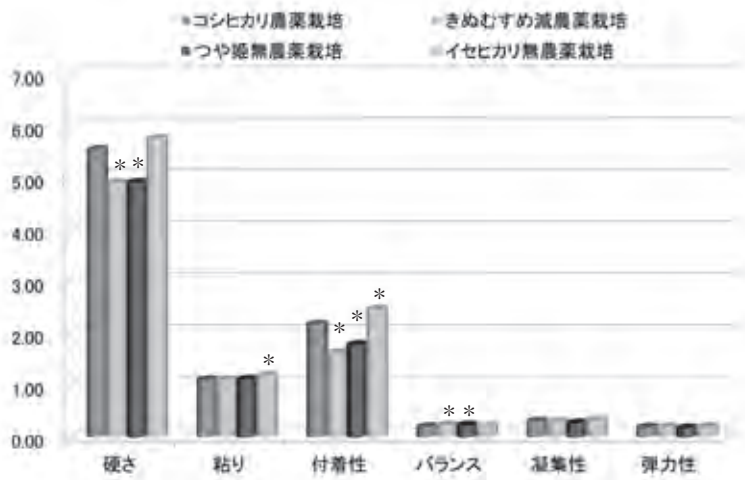


図1 米飯の物理特性 (品種間の違い)

硬さ, 粘りの単位は kgW/cm², 付着性は kgW/cm³, バランス, 凝集性, 弾力性は値の比をとったもの。
 * p < 0.05 vs コシヒカリ 同品種間 (2群間) 比較
 * 硬さ: 値が大きいほどやわらかい。
 * 粘り, 付着性: 値が大きいほど粘り, 付着性がある。
 * バランス: 値が大きいほどバランスがいい。
 * 凝集性, 弾力性: 値が大きいほど飲みこみやすく弾力性がある。

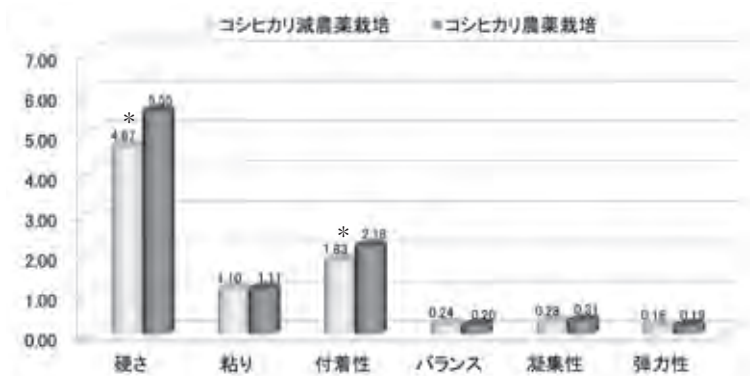


図2 米飯の物理特性 (栽培条件の違い) * p < 0.05

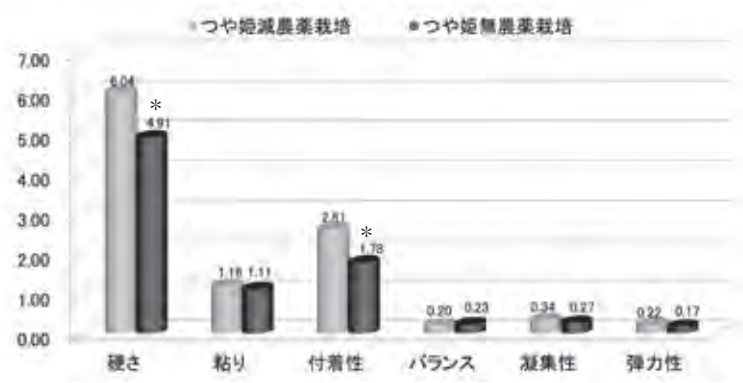


図3 米飯の物理特性（栽培条件の違い）* $p < 0.05$ 同品種間（2群間）比較

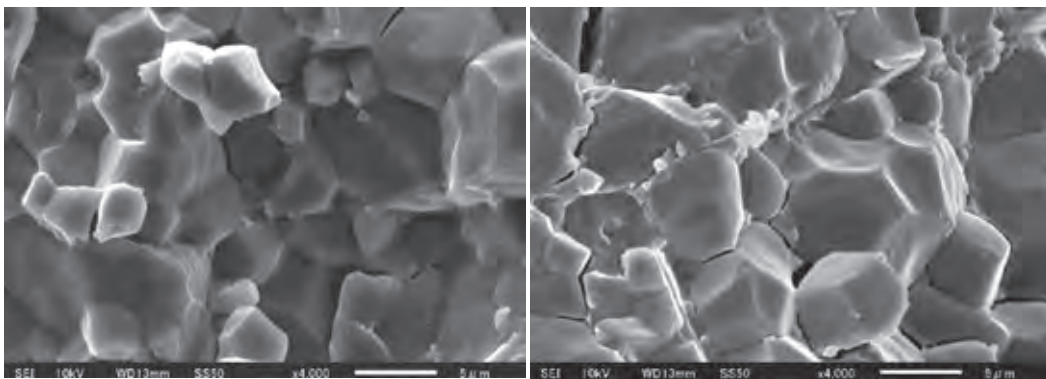


図4 精白米の構造解析（左：つや姫 右：イセヒカリ *いずれも無農薬栽培）

意な差を示すことは、集団粒として大きな差をもって感じる可能性を示唆している。

また、物理的特性について検討した結果、‘つや姫’、‘きぬむすめ’ともに‘コシヒカリ’と比較してやわらかく、また、良食味の推定の指標の一つとなるバランス（硬さ/粘り）が良いことが示唆され、‘コシヒカリ’と比較すると、つや姫およびきぬむすめは類似した物性を持つことが示唆された。また、‘イセヒカリ’は‘コシヒカリ’と比較して粘り、付着性が強いことが示唆された。‘コシヒカリ’、‘きぬむすめ’は同品種間の減農薬栽培において、普通栽培と比較してやわらかいことが示唆された。構造解析により、‘コシヒカリ’およびイセヒカリは類似した構造をもち、つや姫はデンプン粒が細かいことが示唆された。この構造の違いが米飯の物性にも大きく影響すると考えられる。

以上より、品種、栽培法の違いにより精白米および米飯の品質に差が生じることが示唆され

た。得られた研究成果に加え、今後は、他の理化学分析や官能評価を行うことにより、米飯の品質特性をふまえた用途拡大のための適性評価につなげたいと考える。合わせて、特性を生かすレシピの提案等を行うことにより、米の消費拡大の一助になると考える。

食品の食感を数値化した物理特性および外観は、食味評価に大きく関わり^{9~10)}、購買行動につながることを利用した販売戦略が展開されている。また、用途別の新品種の開発が盛んに行われ、美味しさを求めて、あるいは健康・疾病に対応するなど、個々のライフスタイルに合わせた多様な品種の栽培・流通が求められている^{9~10)}。

島根県産米の特性評価による地域の活性化につなげて、継続させることは、全国の地域において大きな課題であると考えられる。本研究の結果は、各地域における栽培品種や栽培方法が米飯の品質特性に影響をあたえることを知り、それ

それぞれの地域の米の特性をふまえた用途拡大, 米の消費量減少を抑制し, 消費拡大につなげるための一助となると考える。

V. 結 論

鳥根県松江市西長江地区で栽培された, ‘つや姫’, ‘きぬむすめ’, ‘コシヒカリ’ ‘イセヒカリ’ において, 品種, 栽培法(慣行栽培および有機栽培)の違いにより精白米および米飯の特性に差が生じることが示唆された。

謝 辞

本稿作成にあたり, 鳥根県立大学短期大学部健康栄養学科卒業研究生の朝鍋けいと氏に感謝の意を表す。

引用文献

- 1) 農林水産省農林水産技術会議監修, 水稻の品種開発, 2008; 1-12.
- 2) 大坪研一. 新形質米の特性とその利用例. 日調科誌. 2002; 35: 393-398.
- 3) 石谷孝佑. 日本の米の特性と新形質米の開発, 調理科学, 1993; 26: 365-372.
- 4) 竹生新次郎. 米の科学, 1995: 朝倉書店.
- 5) 鈴木啓太郎. 米の加工利用(3)炊飯米特性の理化学測定. 食品と容器, 2011; 52(10): 596-601.
- 6) 岡留博司. 窒素施肥の異なる炊飯米の多面的物性評価法. 日本作物学会記事, 1999; 68: 211-216.
- 7) 大坪研一, 鈴木啓太郎. 官能検査および理化学評価による米の食味の総合評価技術の開発. 飯島記念食品科学振興財団年報, 2007; 2005: 251-260.
- 8) 食糧庁, 米の食味試験実施要領, 「食糧庁, 東京」, 1968; 1-27.
- 9) 益重博. プロテインボディ LII の分布, 含量と米の食味の関係. 育種学雑誌, 1994; 44, 別 2; 238.
- 10) 鈴木啓太郎. 理化学測定による各種新形

質 米の品質評価. 日本食品科学工学会誌, 2006; 53: 287-295.

- 11) 岡部元雄, 米飯の食味に関する研究(その1), New Food Industry, 1977; 19: 65-71.
- 12) 貝沼やす子, 米飯の食味に関する研究, 日調科誌, 2003; 36: 88-94.
- 13) 豊島英親, 内藤成広, 岡留博司, 他. 新形質米の特性評価, 食総研報, 1994; 58: 27-36.
- 14) 山本千尋, 川端大樹, 大釜和子, 他. 乳酸カルシウムとグルコン酸カリウムが米飯の老化防止に与える影響, 日調科誌, 2002; 35: 26-31.
- 15) 池田ひろ, 各地域における改良米の食味について, 日調科誌, 2000; 33: 463-471.
- 16) 岡留博司, 豊島英親, 大坪研一, 単一装置による米飯物性の多面的評価, 日食科工誌, 1996; 43:1004-1011.

利益相反について

利益相反なし

The Physical Properties of Cooked Rice

Yukiko KAGOHASHI

Abstract

The quality of unpolished or polished cooked rice is influenced by various factors, such as the variety, producing area, cultivation technique, and storage environment. The present study compared the physical properties and appearances (shapes) of different varieties of rice produced with different cultivation techniques in Shimane Prefecture. Grains of 'Koshihikari' , 'Tsuyahime' , 'Kinumusume' , and 'Isehikari' produced in Shimane Prefecture were polished, washed, soaked in water for 1.5 hours, and cooked. Their physical properties were examined using a compression tester (Taketomo Electric Inc.) . The hardness, stickiness, adhesiveness, elasticity, and cohesiveness of each grain were measured under high compression using a cylindrical plunger, and its appearance (shape) was measured using a caliper. 'Tsuyahime' and 'Kinumusume' showed significantly higher values, representing the balance between stickiness and hardness as a palatability index, than 'Koshihikari' . Furthermore, grains of 'Tsuyahime' and 'Kinumusume' were markedly longer than those of 'Koshihikari' . Organically cultivated grains of 'Koshihikari' and 'Tsuyahime' were significantly softer than those conventionally cultivated. There were no differences between 'Isehikari' and 'Koshihikari' in any item. The results revealed that the physical properties and shape of cooked rice vary according to varieties and cultivation techniques.

Key Words and Phrases : Cooked rice, Physical properties, Varieties,
Cultivation techniques