



Title	無洗米の品質特性と貯蔵性（第1報）：普通精米および調製法の異なる無洗米の品質特性と貯蔵性
Author(s)	横江, 未央; 川村, 周三; 樋元, 淳一 他
Citation	農業機械学会誌, 67(4), 113-120 https://doi.org/10.11357/jsam1937.67.4_113
Issue Date	2005
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70958
Rights	© 農業機械学会
Type	journal article
File Information	67_113.pdf



無洗米の品質特性と貯蔵性 (第1報)*

—— 普通精米および調製法の異なる無洗米の品質特性と貯蔵性 ——

横江未央*¹・川村周三*¹・樋元淳一*¹・伊藤和彦*²

要 旨

大型精米工場で調製した普通精米および調製法の異なる無洗米の品質特性と貯蔵性を調べた。その結果、貯蔵前の普通精米と無洗米は、多くの品質測定項目において有意差が認められた。また洗米せず炊飯した無洗米の食味は、洗米して炊飯した普通精米の食味と同じであった。無洗米は普通精米より貯蔵中の品質劣化が少なく、貯蔵性が良いことがわかった。また貯蔵後の官能試験では、無洗米であっても洗米した方が食味評価が良くなる傾向が認められた。

[キーワード] 白度, 残留糠率, 脂肪酸度, 一般生菌数, 洗米水濁度, 洗米水乾固物量, 食味, 糠, タピオカデンプン

Quality Characteristics and Storage Properties of Rinse-Free Rice (Part 1)*

—— Quality Characteristics and Storage Properties of Conventional Milled Rice and Rinse-Free Rice Processed by Different Methods ——

Mio YOKOE*¹, Shuso KAWAMURA*¹, Jun-ichi HIMOTO*¹, Kazuhiko ITOH*²

Abstract

We investigated the quality characteristics and storage properties of two kinds of rinse-free rice processed by two different methods and those of conventional milled rice. Rinse-free rice was found to be statistically different from conventional milled rice in various quality assessments. The eating quality of cooked rinse-free rice without rinsing was the same as that of cooked conventional milled rice with rinsing. Free fat acidity of each rice sample increased during the 4-month storage period. However, the magnitude of increase in free fat acidity levels of rinse-free rice was only half that of conventional milled rice. The results indicate that storage properties of rinse-free rice are better than those of conventional milled rice. Sensory tests performed after 4 months of storage at 25°C showed that the eating quality of rinse-free rice with rinsing was better than that of rinse-free rice without rinsing.

[Keywords] whiteness, percentage of remaining bran, free fat acidity, viable aerobe count, turbidity of rinsed water, solids in rinsed water, eating quality, bran granules, tapioca-starch granules

I 緒 言

近年、洗米しないで炊飯できる米として無洗米が市販されている。無洗米を使用すると洗米の手間が省けることや洗米水が発生しないことから、大量の炊飯を行う業

務用に多く利用されている。最近では一般家庭でも無洗米が利用されるようになり、2003年の消費量は約80万tと推計されている。

市販されている、いわゆる“無洗米”の調製法はさまざまである。日本精米工業会では無洗米の調製法を乾式

* 2003年4月 第62回農業機械学会年次大会(生物系特定産業技術研究推進機構)にて一部講演

*1 会員, 北海道大学大学院農学研究科(〒060-8589 札幌市北区北9条西9丁目 TEL 011-706-2558)

Graduate School of Agricultural Science, Hokkaido University, Kita 9, Nishi 9, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-8589, Japan ; e-mail of corresponding author :

*2 会員, 元北海道大学大学院農学研究科

研米仕上方式、加水精米仕上方式、特殊加工仕上方式の 3 つに大別している (Japan Milling Association, 1999 ; Katsuragi, 2003)。これらの調製法は、いずれも普通精米の表面を研磨し付着糠を除去することを目的に考案されたものであるが、その調製法は従来の普通精米の調製法 (搗精法) とは異なる。そのため無洗米は普通精米と品質特性などが異なると予想されるが、現在のところ無洗米の定義や品質基準は曖昧である。

無洗米の品質特性や貯蔵性に関する報告は過去にいくつか見られる (Itoh, 1980 ; Fukai et al., 1997 ; Watanabe et al., 1999 ; Kainuma et al., 2003 ; Shoji and Kato, 2003)。しかしながら無洗米は調製方法により品質特性は異なると考えられるが、調製法の異なる無洗米の品質特性を調べた報告は過去に例がない。そこで、本研究では大型精米工場で普通精米および調製法の異なる無洗米を調製し、その品質特性と貯蔵性を調べることを目的とした。

II 方 法

1. 供試試料

普通精米および無洗米の原料玄米として、2002 年秋田県角館産「あきたこまち」6t を、2002 年北海道秩父別産「ほしのゆめ」6t を、2002 年新潟県越後産「コシヒカリ」1.8t をそれぞれ用いた。これらの原料玄米はいずれも、後述する大型精米工場において市販商品製造のための原料として一般に流通する玄米を購入したものである。

2. 試料調製

供試玄米 (あきたこまち 6t, ほしのゆめ 6t, コシヒカリ 1.8t) を大型精米工場の堅型精米機 (サタケ製ニューコンパス精米装置) を用いてそれぞれ搗精し、これを「普通精米」とした。普通精米の搗精歩留 (見掛歩留 ; 玄米質量に対する精米質量の割合) は、あきたこまちが 89.0%, ほしのゆめが 91.1%, コシヒカリが 89.3% であった。これらの普通精米の一部 (あきたこまち、ほしのゆめはそれぞれ 1.5t, コシヒカリは 0.8t) を糠を用いて無洗化处理し、これを「無洗米 A」とした。無洗米 A の見掛歩留は、あきたこまちが 88.1%, ほしのゆめが 90.0%, コシヒカリが 88.1% であった。同様に上記の普通精米の一部をタビオカデンプンを用いて無洗化处理し、これを「無洗米 B」とした。無洗米 B の見掛歩留は、あきたこまちが 87.2%, ほしのゆめが 88.8%, コシヒカリが 87.0% であった。この研究で試料とした「普通精米」と「無洗米 A」および「無洗米 B」はいずれも市販品である。

3. 貯蔵方法

試料をそれぞれ厚さ 68 μm のポリエチレン製の袋に約 6~10 kg ずつ入れ、5°C, 15°C, 25°C で貯蔵を行った。貯蔵期間は約 4 カ月であった。各貯蔵区の貯蔵中の穀温を温湿度計 (タバイエスベック製サーモレコーダ RS-10) を用いて 1 時間間隔で測定した。貯蔵中平均穀温は 5°C で貯蔵した米が 5.8°C, 15°C で貯蔵した米が 15.2°C, 25°C で貯蔵した米が 23.7°C であった。

4. 品質測定

試料調製後 (貯蔵前) に以下に列記した項目の測定を行った。また貯蔵期間中定期的に、および貯蔵終了後に品質測定を行った。

(1) 水分

炉乾法の 10 g 粒 135°C 24 時間法で水分を測定し、湿量基準で表した。測定は 3 回反復した。

(2) 異物碎粒率

インデントシリンドラ型選別機 (サタケ製) を用いて、精白米 100 g 中の異物碎粒の質量を測定し、百分率で表した。測定は 5 回反復した。

(3) 流動性

逆円錐型のステンレス製ホッパーから米 150 g を流下させ、その流下時間を計測した。精白米の質量を流下時間で割り単位時間当たりの流下質量を求め、これを流動性として表した。測定は 5 回反復した。

(4) 容積重

ブラウエル穀粒計 (木屋製作所製) を用いて、容積重を求めた。測定は 3 回反復した。

(5) 千粒重

碎粒を除く米 1,000 粒の質量を測定し、千粒重とした。測定は 5 回反復した。また、玄米千粒重に対する精米千粒重の割合を真歩留とした。真歩留の算出にあたり、試料水分が千粒重に影響を与えるため、玄米水分と同一水分の精米の千粒重に換算し、真歩留を求めた。

(6) 白 度

粉体白度計 (ケット科学研究所製 C-100) を用い、米の白度を測定した。これを、あらかじめ求めた換算式により玄米精米白度計 (ケット科学研究所製 C-300) の測定値に換算した。測定は 10 回反復した。

(7) 色 調

色彩色差計 (ミノルタカメラ製 CR-200b) を用い、国際照明委員会の公認表示法である $L^*a^*b^*$ 表色系に則り、米の L^* (明度), a^* (赤緑軸), b^* (黄青軸) の値を求めた。測定は 10 回反復した。

(8) 透光度

品質判定機 (静岡精機製 RS-2000X) を用い、米粒の光の透過率を測定した。測定は 5 回反復した。

(9) タンパク質含有率

近赤外分析計 (FOSS TECATOR 製 Infratec 1241 Grain Analyzer) を用いて、タンパク質含有率を求めた。測定は 3 回反復した。

(10) 残留糠率

米粒表面に可視光を照射し、可視光を受けた残留糠中のフィチン酸から発せられる自家蛍光量 (輝度) を測定し、残留糠の割合を計算した (Kanemoto, 2003)。測定は 10 回反復した。

(11) 脂肪酸度

AACC (American Association of Cereal Chemists) の迅速法に準じた滴定法で米の脂肪酸度を測定した。脂

肪酸度の単位 (mg. KOH/100 g. DM) は、以下 mg と略記する。

(12) 一般生菌数

滅菌した生理食塩水 90 mL に米 10 g を入れ、250 spm で 1 分間振盪した。これを試料原液とし、各種の希釈倍率に希釈し、平板混釈法により標準寒天培地 (Plate count agar, MERCK 社製) を用いて、35℃、48 時間培養した後、発生した一般生菌のコロニー数を測定した。結果は米 1 g あたりのコロニー発生数 (CFU/g) の常用対数値で表した。測定は 4 回反復した。

(13) 高温耐熱性菌数

上記と同様に作成した試料液から 10 mL を滅菌した試験管に採取し、75℃、15 分間加熱した。加熱後流水で急冷し、これを試料原液とし、各種の希釈倍率に希釈した。上記と同様に培養した後、発生したコロニー数を測定した。結果は 1 g あたりのコロニー発生数 (CFU/g) の常用対数値で表した。測定は 4 回反復した。

(14) 洗米水濁度

JIS 測定法に準じ、精米 20 g と蒸留水 200 mL (水温 15~20℃) をガラスビンに入れ、250 spm で 1 分間振盪した。ここから米粒を除いた溶液だけを別のビーカーに取り、これを攪拌しながら 10 mL を採取し、蒸留水で 10 倍に希釈した。蒸留水をブランクとし、分光光度計 (島津製作所製 UV-1700) を用いて波長 660 nm における吸光度を測定し、あらかじめ作成した検量線より濁度を求めた。測定は 2 回反復した。

(15) 洗米水乾固物量

日本精米工業会の乾固物測定方法に準じて行った。精米 20 g と蒸留水 30 mL (水温 15~20℃) を共栓フラスコに入れ、250 spm で 1 分間振盪した。ここから米粒を除いた溶液 10 mL をアルミはく製容器に採取し、これを 80℃ に設定したオーブン内に 20 時間入れ、さらにオーブンの温度を 105℃ に設定し 4 時間絶乾した後に乾固物質量を計測した。それを 15 倍にして精白米 100 g 当たりの乾固物量とした。測定は 3 回反復した。

(16) 洗米水 pH

濁度測定に用いた洗米水の pH を、pH メータ (東亜電波工業社製 HM-11P) を用いて測定した。測定は 4 回反復した。

(17) 炊飯米外観

北海道立中央農業試験場で開発された炊飯米外観自動測定装置 (Yanagihara, 2000) を用いて測定した。測定装置は炊飯装置、画像入力装置、画像処理装置、データ処理出力装置からなる。精白米 15 g をステンレス製シャーレに入れ 22.5 g の水を加えて炊飯し、炊飯米表面の設定した範囲 (4.3 cm × 4.5 cm = 19.35 cm²) を CCD カメラ (絞り 1.4, 照度 7.0 lx) で撮影してデジタル画像として取り込んだ。この測定条件では炊飯米 1 粒が約 2,000 画素に相当し、測定範囲に約 110 粒の炊飯米が含まれる。測定項目は平均輝度とつや面積である。平均輝度とは全画

素の平均輝度値であり、炊飯米の白さを表す。つや面積とは輝度値 170 以上の累積画素数 (面積) であり、炊飯米のつやの大きさを表す。測定は 8 回反復した。

(18) 表面構造の観察

精米の表面を ION SPUTTER (HITACHI 製) で蒸着し、低真空走査型電子顕微鏡 (日本電子 JSM-5310LV) で精米側面の表面を観察した。

(19) 官能試験

食糧庁の食味試験実施要領に準じて貯蔵前と貯蔵後にそれぞれ官能試験を行った。評価項目は精米外観、炊飯米外観、香り、硬さ、粘り、総合評価の 6 項目とし、評価の範囲は精米外観、炊飯米外観、香り、総合評価では ±5、硬さと粘りの評価では ±3 とした。試験は精米外観の評価では普通精米を基準米とし、炊飯米の評価では洗米して炊飯した普通精米を基準米とし、相対比較法により行った。また、炊飯米の評価では、普通精米および無洗米ともに洗米した場合 (有) と洗米しない場合 (無) について行った。官能試験は合計で 6 回行い、各回のパネルの人数は 40~47 人の範囲であり、全体の平均で 43 人であった。

III 結果および考察

1. 普通精米および無洗米の品質特性

表 1 に試料調製後 (貯蔵前) のコシヒカリの品質測定結果を示した。

水分は普通精米に比較して無洗米 A、無洗米 B ともに 0.2% 増加した。この水分増加は無洗化処理工程で水を

表 1 貯蔵前の品質測定結果 (コシヒカリ)
Table 1 Quality assessment before storage
(Koshihikari)

測定項目	玄米	普通精米	無洗米 A	無洗米 B
見掛け歩留 (%)	100.0	89.3	88.1	87.0
真歩留 (%)	100.0	91.1	90.1	89.8
水分 (%、135℃)	15.4	15.3	15.5	15.5
異物砕粒率 (%)	*1	1.2	1.1	1.5
流動性 (g/s)	20.7	24.3	26.7	27.9
容積重 (g/L)	811	868	877	900
千粒重 (g)	22.59	20.55	20.36	20.29
白度 (—)	20.5	42.0	50.1	48.5
色調 L* (—)	55.7	61.4	65.7	65.1
色調 a* (—)	2.3	-0.6	-0.7	-0.6
色調 b* (—)	13.8	6.8	6.2	6.4
透光度 (—)	126	246	205	223
タンパク質 (%、DM)	6.9	5.7	5.3	5.3
残留糠率 (%)	100.0	1.9	1.3	0.9
脂肪酸度 (mg)	22.3	4.4	2.5	2.4
一般生菌数 (log CFU/g)	5.9	3.2	4.7	2.6
高温耐熱性菌数 (log CFU/g)	3.0	*2	*2	*2
洗米水濁度 (ppm)	*1	118	52	73
乾固物量 (g/100 g)	*1	1.15	0.40	0.55
洗米水 pH (—)	*1	7.6	7.3	7.3

*1: 測定を行っていない *2: 測定限界以下

使用しているためである。

流動性は、普通精米より無洗米が良かった。これは無洗化処理により付着糠を除去したため、無洗米表面の摩擦係数が減少したことが原因と考えられる。容積重は無洗米が普通精米より大きかった。これは、無洗化処理により摩擦係数が減少するとともに米粒が小さくなったことが原因である。

白度は、普通精米より無洗米が高かった。同じく色調の L^* (明度) は無洗米が高かった。また、無洗米は色調の b^* (黄青軸) が低下した。これは普通精米の付着糠 (黄色) が減少したことを示唆した。一方、無洗米は普通精米より透光度が低かった。すなわち、無洗化処理により米粒の光の反射が増加し、光の透過が減少した。

残留糠率および脂肪酸度は、普通精米に比べ無洗米が低かった。無洗化処理により普通精米の表面の付着糠が除去され、無洗米の残留糠率が低下し、その結果脂肪酸度が低下した。すなわち無洗米は付着糠が少なく脂肪酸度が低いことから、普通精米より貯蔵性が良いと予想された。また脂肪酸度、および残留糠率において無洗米 A と無洗米 B には大きな差は認められなかった。これらはあきたこまち、ほしのゆめにおいても同様な結果であり、供試した無洗米の調製法の違いは残留糠率や脂肪酸度に大きな影響を与えないことがわかった。

一般生菌数は、普通精米に比較して、無洗米 A では増加し、無洗米 B では減少した。無洗化処理の補助材として、無洗米 A では糠を、無洗米 B ではタピオカデンプンを使用している。いずれの補助材も無洗化処理後に米と分離し、再利用される。タピオカデンプンは 80~100℃ の熱風で加熱乾燥され再利用される。無洗化処理後に米から分離されたタピオカデンプンの一般生菌数は 3.8 log CFU/g であり、同じく糠の一般生菌数は 6.0 log CFU/g であった。したがって、無洗米 A の一般生菌数が増加した原因は、無洗化処理補助材に使用する糠の一般生菌数が高いことにあると考えられる。なお、米の一般生菌は炊飯の際に加熱殺菌されるため、衛生上の問題とはならない。高温耐熱性菌はあきたこまち、ほしのゆめ、コシヒカリの玄米のみでそれぞれ確認されたが、普通精米と無洗米ともにいずれの試料でも測定限界以下であった。

洗米水の濁度および乾固物量は、無洗米が普通精米より低かった。これらはいずれも、無洗米の付着糠が普通精米より少ないことに起因すると考えられる。

洗米水 pH は普通精米より無洗米が低かった。米の新鮮さ (新米か古米か) を調べる方法の 1 つに pH 指示薬法がある。pH 指示薬法は指示薬 (メチルレッドとブロムチモールブルーの混合液) による呈色反応で、貯蔵中に生成される遊離脂肪酸により、pH が低下することを利用したものである。無洗米においては普通精米より脂肪酸度が低いにもかかわらず pH が低いことから、無洗米に関しては pH 指示薬法を新鮮さの指標にすると判断を

表 2 貯蔵前の炊飯米外観 (コシヒカリ)

Table 2 Appearance of cooked rice before storage (Koshihikari)

試料	洗米	平均輝度 (—)	つや面積 (Pixel)
普通精米	有	128.5	936
	無	127.4	795
無洗米 A	有	129.2	1,013
	無	128.6	920
無洗米 B	有	128.8	1,067
	無	128.7	939

誤る可能性がある。また洗米水 pH が無洗化処理により低下する原因は現在明らかでないが、洗米水 pH は洗米水乾固物量と相関があると考ええる。無洗米の洗米水の pH が低い原因は、無洗米の洗米水乾固物量が普通精米に比べ低いためと考える。すなわち、蒸留水の pH は 4~6 であり、米粒から溶出する固形物 (主にデンプン) により洗米水 pH は上昇する。よって米粒から溶出する固形物が少ない無洗米は洗米水の pH が低かったと考える。

表 2 に炊飯米外観の測定結果を示した。炊飯米外観の測定では、それぞれの試料について洗米の有無の影響も調べた。普通精米および無洗米ともに、洗米しない場合に比較して洗米した場合には、平均輝度、つや面積が増加する傾向であった。洗米することによる平均輝度、つや面積の増加は、普通精米では大きく、無洗米では小さい傾向であった。また、洗米した普通精米の平均輝度、つや面積は、洗米しない無洗米のそれらとほぼ同じであった。

図 1, 図 2, 図 3 にそれぞれ電子顕微鏡で観察したあきたこまちの無洗米 A, 無洗米 B, 普通精米の表面構造を示した。無洗米 A および無洗米 B では糊粉層の細胞壁の構造が観察された。一方、普通精米では細胞壁は認められず、搗精時の圧力によりすり潰された糊粉層 (いわゆる、付着糠) が表面に付着している様子が見えた。松田 (Matsuda, 2001) と目崎 (Mesaki, 2004) は、本研究と同様に無洗米表面に細胞壁を観察しており、また普通精米では細胞壁は認められず、洗米した普通精米では無洗米と同様な細胞壁を観察している。

ほしのゆめの貯蔵前の官能試験結果を表 3 に示した。表 3 の評価項目下部の記号「*」と「**」は分散分析の結果それぞれ危険率 5% または 1% でその評価項目において有意差があることを示す。数値右横の「*」と「**」は、母平均の差の検定の結果「◎」で示した基準米 (普通精米) との間に、それぞれ危険率 5% または 1% で有意差があることを示す。官能試験において、精米外観は普通精米より無洗米が良かった。洗米して炊飯した普通精米 (基準米) に比較して、洗米しないで炊飯した普通精米および無洗米は炊飯米が硬い傾向が認められた。加水量は炊飯前の精米の水分を基に、炊飯後の炊飯米水分が基準米である普通精米と同じになるように計算して決定した。しかし洗米することにより精米質量が 2~3% 程度

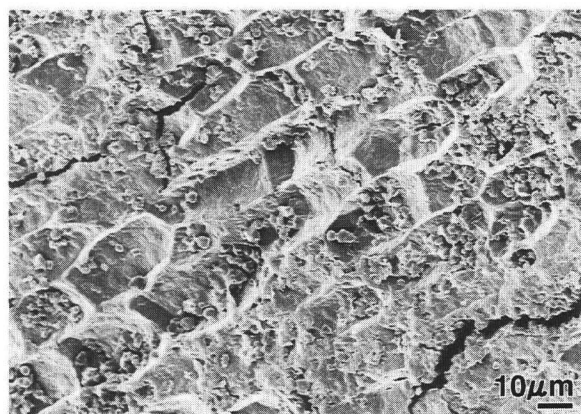


図 1 無洗米 A の表面構造（あきたこまち）
Fig. 1 Surface structure of rinse-free rice A (Akitakomachi)

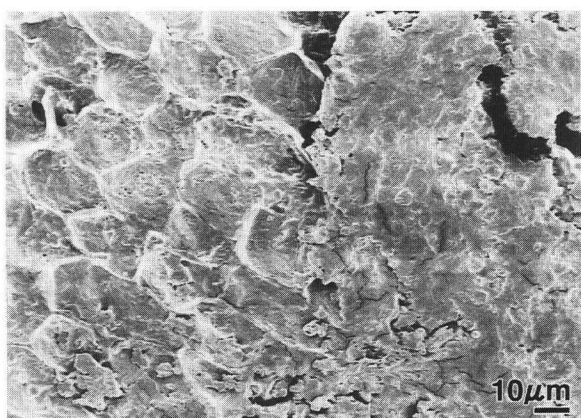


図 2 無洗米 B の表面構造（あきたこまち）
Fig. 2 Surface structure of rinse-free rice B (Akitakomachi)

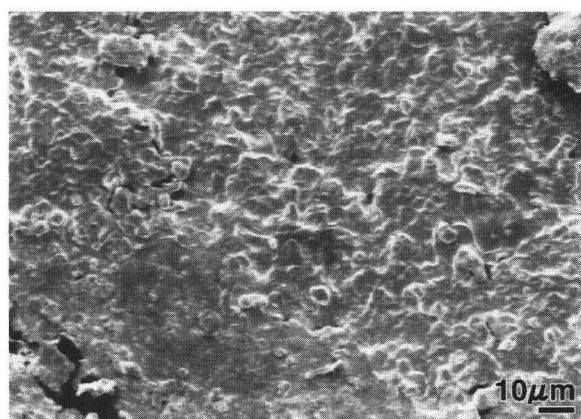


図 3 普通精米の表面構造（あきたこまち）
Fig. 3 Surface structure of conventional milled rice (Akitakomachi)

洗い流され減少する。このため洗米して炊飯したものに比べて洗米しないで炊飯したものは、精米質量が多く、相対的に炊飯米が硬かったと考える。普通精米を洗米しないで炊飯すると、洗米して炊飯した場合に比較して、その米飯は外観と香りが悪く、硬くて粘りが少なく、その結果、総合評価が低かった。一方、無洗米では洗米の有無による食味評価の明確な差は認められず、洗米して炊飯した普通精米と同様な食味評価であった。すなわち、洗米しないで炊飯した無洗米の食味は洗米して炊飯した普通精米の食味と同じであった。

2. 普通精米および無洗米の貯蔵性

図 4 に貯蔵中の脂肪酸度の変化（ほしのゆめ）を示した。脂肪酸度は貯蔵により増加した。25℃で貯蔵した普通精米は貯蔵開始から 115 日後に 16.6 mg と大きく増加した。一方、25℃で貯蔵した 115 日後の無洗米の脂肪酸度は無洗米 A で 9.7 mg、無洗米 B で 7.4 mg と普通精米に比べて約半分の値であった。すなわち無洗米は普通精米に比べ貯蔵中の脂肪酸度の増加が小さく、貯蔵性が良いことがわかった。また、普通精米、無洗米ともに貯蔵温度が低いほど脂肪酸度の増加は抑制された。

一般生菌数は、温度 5℃ と 15℃ で貯蔵した場合、貯蔵終了時までほとんど変化しなかった。一方、図 5 に示したように、25℃で貯蔵した試料の一般生菌数は貯蔵にともない減少し、貯蔵終了時のほしのゆめの普通精米および無洗米は測定限界以下になった。一般生菌は水分活性が 0.9 以上で活発に増殖し、0.8 以下では仮死状態になる。本実験ではいずれの貯蔵温度においても、試料袋内の湿度は 68～73% 程度であった。よって本試験で貯蔵した米の水分活性は約 0.7 であり、この環境下では一般生菌は仮死状態となり増殖できない（Tsuruta, 1998 a; Tsuruta, 1998 b）。一般生菌は仮死状態であっても代謝活動を行っており、長時間が経過するとやがて死滅する。代謝活動は温度に依存し、温度が高いと代謝活動が高くなる。したがって、5℃と 15℃で貯蔵した場合の一般生菌は仮死状態で生息しており、貯蔵期間中の一般生菌数の大きな変化はなかった。一方、25℃で貯蔵した場合の一般生菌は時間経過にともない死滅したと考えられる。

表 4 に貯蔵中の洗米水濁度の変化を、表 5 に貯蔵中の洗米水乾固物量の変化を示した。洗米水濁度は、貯蔵温度が低い場合には大きな変化が認められず、ほぼ一定であった。ところが貯蔵温度が高いと貯蔵にともない濁度が低下した。洗米水乾固物量も同様に、貯蔵温度が低いとほぼ一定であるが、貯蔵温度が高いと低下した。この結果は貯蔵にともない、特に温度が高く貯蔵期間が長くなると、米粒表面から洗米水へのデンプンの溶出が抑制されることを示唆している。

表 6 に貯蔵中の洗米水 pH の変化を示した。洗米水 pH は貯蔵にともない低下する傾向があり、特に貯蔵温度が高いほど低下が大きかった。この pH 低下の原因と

表 3 貯蔵前の官能試験結果 (ほしのゆめ)
Table 3 Assessment of eating quality before storage (Hoshinoyume)

試料	精米外観	洗米	炊飯米				総合評価
			外観	香り	硬さ	粘り	
	**		**	**	**	**	**
普通精米	0.00◎	有	0.00◎	0.00◎	0.00◎	0.00◎	0.00◎
		無	-1.00**	-0.82**	0.87**	-0.69**	-0.96**
無洗米 A	1.11**	有	0.16	-0.16	0.31	-0.11	0.00
		無	-0.07	-0.20	0.58*	-0.09	0.06
無洗米 B	1.28**	有	0.18	-0.11	0.16	0.20	0.19
		無	0.09	-0.16	0.38	-0.13	-0.19

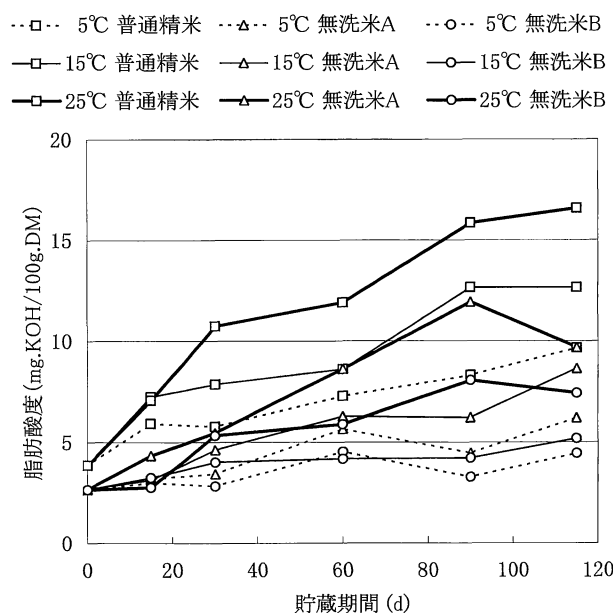


図 4 貯蔵中の脂肪酸度の変化 (ほしのゆめ)
Fig. 4 Changes in free fat acidity during storage (Hoshinoyume)

して、脂肪酸の増加と洗米水へのデンプンの溶出量の減少が考えられる。

表 7 に貯蔵後の官能試験結果を示した。官能試験は、25°C で 115 日間貯蔵した普通精米と無洗米を試料とし、洗米した場合と洗米しない場合についてそれぞれ行った。基準米には 25°C で 115 日間貯蔵した普通精米を洗米した試料を用いた。表 7 の評価項目下部の記号「*」と「**」は分散分析の結果、それぞれ危険率 5% または 1% でその評価項目において有意差があることを示す。精米外観では「◎」で示した普通精米に対して他の試料の母平均の差の検定を行った結果を示した。炊飯米の評価では、洗米有りの試料「◎」に対して洗米無しの試料の母平均の差の検定を行った結果を、普通精米と無洗米それぞれにおいて示した。精米外観は普通精米より無洗米が良く、これは貯蔵前と同じ結果であった。貯蔵前と同様に、洗米しないで炊飯した普通精米は、洗米して炊飯した普通精米に比べ、米飯の外観と香りが悪く、硬くて粘

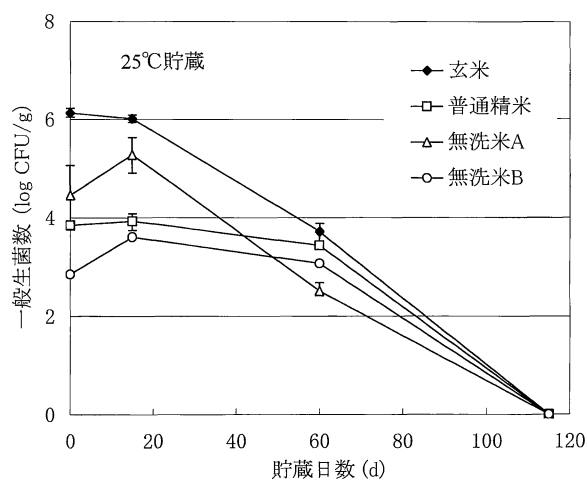


図 5 25°C で貯蔵した試料の一般生菌数の変化 (ほしのゆめ)
Fig. 5 Changes in viable aerobes counts during storage at 25°C (Hoshinoyume)

表 4 貯蔵中の洗米水濁度の変化 (コシヒカリ)
Table 4 Changes in turbidity of rinsed water during storage (Koshihikari)

試料 (貯蔵前の濁度)	貯蔵温度 (°C)	洗米水濁度 (ppm)		
		59 日後	87 日後	116 日後
普通精米 (118)	5	118	121	111
	15	111	114	100
	25	93	99	80
無洗米 A (52)	5	53	59	47
	15	48	54	43
	25	43	46	33
無洗米 B (73)	5	74	81	72
	15	70	76	67
	25	63	72	55

りが少なく、その結果、総合評価が低かった。一方、貯蔵前の食味試験では、無洗米は洗米の有無による総合評価の有意な差は認められず、洗米した普通精米と同様な食味評価であった。ところが貯蔵後の食味試験では、無洗米において洗米の有無による有意な差が認められた。すなわち、貯蔵後には無洗米であっても洗米して炊飯した方が総合評価が良くなる傾向が認められた。

表 5 貯蔵中の洗米水乾固物量の変化（コシヒカリ）

Table 5 Changes in solid in rinsed water during storage (Koshihikari)

試料 (貯蔵前の乾固物量)	貯蔵温度 (℃)	洗米水乾固物量 (g/100 g)		
		59 日後	87 日後	116 日後
普通精米 (1.15)	5	1.13	1.04	1.10
	15	1.17	1.11	1.09
	25	1.10	1.00	0.99
無洗米 A (0.40)	5	0.43	0.38	0.40
	15	0.39	0.36	0.37
	25	0.36	0.33	0.33
無洗米 B (0.55)	5	0.59	0.51	0.52
	15	0.55	0.51	0.53
	25	0.53	0.51	0.47

表 6 貯蔵中の洗米水 pH の変化（コシヒカリ）

Table 6 Changes in pH of rinsed water during storage (Koshihikari)

試料 (貯蔵前の pH)	貯蔵温度 (℃)	洗米水 pH (—)		
		59 日後	87 日後	116 日後
普通精米 (7.6)	5	7.5	7.4	7.4
	15	7.3	7.4	7.3
	25	7.2	7.0	7.0
無洗米 A (7.3)	5	7.0	7.1	7.0
	15	7.0	7.0	6.9
	25	6.7	6.6	6.6
無洗米 B (7.3)	5	7.0	7.1	7.0
	15	7.0	6.9	6.9
	25	6.7	6.7	6.6

表 7 貯蔵後の官能試験結果（あきたこまち）

Table 7 Assessment of eating quality after storage (Akitakomachi)

試料	精米外観	洗米	炊飯米				
			外観	香り	硬さ	粘り	総合評価
	**		**	**			**
普通精米	0.00◎	有	0.00◎	0.00◎	0.00◎	0.00◎	0.00◎
		無	−0.82**	−0.72**	0.42	−0.48*	−0.83**
無洗米 A	1.55**	有	0.58◎	0.03◎	0.18◎	−0.03◎	0.43◎
		無	0.18	−0.08	0.45	−0.30	−0.20*
無洗米 B	1.23**	有	0.26◎	−0.05◎	0.29◎	0.13◎	0.28◎
		無	−0.11	0.21	0.24	0.05	−0.28*

IV 摘 要

大型精米工場で調製した普通精米および調製法の異なる無洗米の品質特性と貯蔵性を調べた。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 普通精米と無洗米は、白度、残留糠率、脂肪酸度、一般生菌数、洗米水乾固物量、洗米水濁度、洗米水 pH など多くの測定項目において有意差が認められた。
- 2) 洗米せず炊飯した無洗米の食味は、洗米して炊飯した普通精米の食味と同じであった。
- 3) 無洗米は普通精米に比べ貯蔵による脂肪酸度の増加が小さく、貯蔵性が良かった。
- 4) 約 4 カ月の貯蔵後の食味は、無洗米であっても洗米した方が良くなる傾向が認められた。

謝 辞

本試験を行うにあたり、ホクレンパールライス工場の協力を得た。ここに記して謝意を表す。

References

- Fukai, Y., Matsuzawa, T., Ishitani, T., 1997. Quality characteristics of wash-free rice and evaluation of its storage characteristics. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 44 (5), 367–375.
- Itoh, K., 1980. Studies on the characteristics of nonwash-rice. *Journal of Hokkaido Branch of JSAM*, 21, 67–73.
- Japan Rice Milling Association, 1999. Trend of rinse-free rice (in Japanese). *Journal of Japan Rice Millers Association*, 175, 10–15.
- Kainuma, Y., Ito, J., Kasai, M., Hatae, K., 2003. Changes in the sensory and physicochemical properties of wash-free rice during storage. *Journal of Cookery Science of Japan*, 36, 8–16.
- Kanemoto, S., 2003. Development of new rice milling technologies and evaluation system. *Refrigeration*, 78 (907), 3–9.
- Katsuragi, Y., 2003. Prewashed rice—Producing technology and its perspective—. *Journal of the Society of Agricultural Structures*, 34 (2), 151–159.
- Matsuda, T., 2001. Surface structure of conventional milled rice, polished rice and rinse-free rice (in Japanese). *Journal of Japan Rice Millers Association*, 191, 10–16.
- Mesaki, T., 2004. Micro-structure of rice (in Japanese). *Proceedings of the 2nd Symposium on Investigating for Deliciousness of Rice from the Viewpoint of Processing and Cooking*. Japanese Society of Tasty Technology, 5–16.
- Shoji, I., Kato, Y., 2003. The quality and cooking characteristics of wash free rice prepared from different process. *Journal of Japanese Food Protection*, 29, 3–10.
- Tsuruta, O., 1998a. Microorganisms on milled rice and their growth (1) (in Japanese). *Journal of Japan Rice Millers Association*, 169, 10–15.
- Tsuruta, O., 1998b. Microorganisms on milled rice and their growth (2) (in Japanese). *Journal of Japan Rice Millers Association*, 169, 10–15.

- Association, 170, 10-15.
- Yanagihara, T., 2000. Measurement of the visual characteristics of cooked rice using image analysis. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 47, 516-522.
- Watanabe, T., Hirose, R., Yasui, A., 1999. Changes of chemical components of wash-free milled rice during cooking, and palatability of cooked rice. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 46 (11), 731-738.
- (原稿受理 : 2004 年 10 月 15 日 ・ 質問期限 : 2005 年 9 月 30 日)