HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | 精米の賞味期限の設定（第1報）：貯蔵中の理化学特性の変化 |
| Author(s) | 横江，未央；川村，周三 |
| Citation | 農業機械学会誌，70(5)，55-62<br>https://doi.org/10.11357/jsam1937.70.5_55 |
| Issue Date | 2008 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/70969 |
| Rights | © 農業機械学会，© The Japanese Society of Agricultural Machinery |
| Type | journal article |
| File Information | 70_55.pdf |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

研究論文

農業機械学会誌 70(5)：55～62，2008

# 精米の賞味期限の設定（第1報）*

## ――貯蔵中の理化学特性の変化――

横江未央*1・川村周三*2

### 要　旨

本研究は，市販の普通精米と無洗米を用いて貯蔵試験を実施し，理化学測定と官能試験を行い，精米の賞味期限を設定することを目的とした。本報では特に貯蔵中の精米の理化学特性の変化について検討した。貯蔵試験は－20℃，－5℃，5℃，15℃，25℃の温度で1年間行った。さらに翌年－20℃，5℃，15℃，20℃，25℃で6カ月の貯蔵試験を行った。その結果，脂肪酸度は貯蔵に伴い貯蔵温度が高いほど大きく増加したが，多くの理化学測定項目において普通精米，無洗米ともに，温度15℃以下では貯蔵終了時まで変化が認められなかった。炊飯米外観および米飯粘弾性では，貯蔵前の品質が良い米は貯蔵中の品質劣化が小さく，貯蔵前の品質が悪い米は貯蔵中の品質劣化が大きかった。

［キーワード］市販精米，普通精米，無洗米，理化学測定，脂肪酸度，つや，低温

# Determination of Shelf Life of Milled Rice (Part 1)*

## ――Changes in Physicochemical Properties of Milled Rice during Storage――

Mio YOKOE*1, Shuso KAWAMURA*2

### Abstract

An experiment on milled rice storage was conducted to investigate storage properties for determining shelf life (best before date). Conventional milled rice and rinse-free rice samples were stored in incubators controlled at －20℃, －5℃, 5℃, 15℃ or 25℃ for one year. The storage experiment was repeated at temperatures of －20℃, 5℃, 15℃, 20℃ or 25℃ for six months. It was found that the higher the storage temperature was, the greater the deterioration in free fat acidity was. However, there was very little deterioration after one year of storage in various physicochemical properties of rice stored at 15℃ or lower temperatures. The quality of rice at the beginning of storage had great effects on storage properties such as stickiness, hardness and appearance of cooked rice. Rice that is of good quality at the beginning of storage had good storage properties.

[Keywords] commercial milled rice, conventional milled rice, rinse-free rice, physicochemical properties, free fat acidity, luster, low temperature

## I　緒　　言

1995年のJAS法および食品衛生法の改正により，食品の日付表示は製造年月日表示から期限表示に変更された。その結果，現在一般の市販加工食品は，賞味期限または消費期限の表示，もしくは製造年月日と賞味期限または消費期限の表示がなされている。消費期限とは「定められた方法により保存した場合において，腐敗，変敗その他の品質の劣化に伴い安全性を欠く恐れがないと認められる期限」と定義されている。一方，賞味期限とは

＊　2005年9月　農業環境工学関連7学会2005年合同大会（金沢大学）にて一部講演
＊　2006年9月　農業環境工学関連7学会2006年合同大会（北海道大学）にて一部講演
＊1 会員，北海道大学農学研究院（〒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
＊2 会員，Corresponding author, 北海道大学農学研究院；

「定められた方法により保存した場合において，期待されるすべての品質の保持が十分に可能であると認められる期限を示す年月日」と定義されている。すなわち，消費期限は品質が劣化しやすく，製造日を含めておおむね5日以内で品質が急速に劣化する食品に，賞味期限は品質が比較的劣化しにくい食品に表示される。一方，精米はJAS法および食品衛生法では生鮮食品として扱われている。さらに，農林水産省は「玄米および精米品質表示基準」を制定し，その中で精米に表示するべき項目は1）名称，2）原料玄米，3）内容量，4）精米年月日，5）販売業者等の氏名または名称，住所および電話番号としている。そのため精米は賞味期限の表示がなされていない。

ところが，現在，精米の賞味期限が設定されていないため，小売店や消費者は搗精年月日のみで精米の新鮮さを判断する。そのため，品質劣化していない（賞味期限に至っていない）精米が工場に返品されている例も多い（Japan Millers Association, 1999）。

精米の貯蔵に関する研究は過去に行われており（Shimada, 1986 ; Matsue et al., 1991），これまでの研究では精米は搗精後1カ月程度で明らかに食味が低下するとされている（Yanase, 1976）。しかし近年，精米技術が発達し，特に大型精米工場で調製された精米は表面の付着糠が減少し，精米の貯蔵性は従来にも増して向上していると予想される。また近年，洗米しないで（米を研がないで）炊飯できる米として無洗米が市販され，一般家庭でも利用され始めている。無洗米は普通精米より米粒表面の付着糠が少なく，無洗米の貯蔵性は普通精米より良いことがわかっている（Yokoe et al., 2005）。

そこで本研究では大型精米工場で調製した普通精米と無洗米を用いて長期貯蔵試験を実施し，理化学測定と官能試験を行ったうえで精米の賞味期限を設定することを目的とした。本報では特に貯蔵における精米の理化学特性の変化について報告する。

## II　方　　法

### 1.　供試材料

供試材料は2004年北海道芦別市産「きらら397」，2004年秋田県八竜町産「あきたこまち」，2005年北海道鷹栖町産「きらら397」，2005年秋田県男鹿市産「あきたこまち」である。

### 2.　試料調製

2004年産米の試料調製は，2004年10月下旬から11月初旬に，2005年産米の試料調製は2005年10月下旬に，それぞれ以下のように行った。大型精米工場（ホクレンパールライス工場）で，供試玄米を竪型精米機（サタケ製ニューコンパス精米装置NCP100BまたはNCP150B）を用いて搗精し，これを普通精米とした。この普通精米の一部を無洗化処理精米製造装置（東洋精米機製作所製BG米装置）で無洗化処理したものを無洗米とした。各試料の普通精米と無洗米それぞれの歩留（見掛歩留：玄米質量に対する精米質量の割合）を表1に示した。この試験で試料とした「普通精米」と「無洗米」はいずれも市販品である。

### 3.　貯蔵方法

(1)　2004年貯蔵試験

貯蔵中，水分が変わらないように厚さ68$\mu$mのポリエチレン製の袋を2重にして精米を小分けにし（一袋の精米は約3kg），それぞれ約12～47kgずつ貯蔵した。貯蔵期間を1年，貯蔵設定温度を−20℃，−5℃，5℃，15℃，25℃とした。各貯蔵区の貯蔵中の穀温を温湿度計（タバイエスペック製サーモレコーダRS-11）を用いて1時間間隔で測定した。貯蔵は2004年11月20日に開始し，2005年11月16日に終了した。貯蔵中に実測した平均穀温は，それぞれの設定温度において−19.3℃，−4.6℃，4.8℃，15.0℃，24.8℃であった。

(2)　2005年貯蔵試験

上記と同様に，厚さ68$\mu$mのポリエチレン製の袋を2重にして精米を小分けにし，それぞれ約12～47kgずつ貯蔵した。2005年は高温度条件でより詳細な期限設定をすることを目的とし，貯蔵期間を6カ月，貯蔵設定温度を−20℃，5℃，15℃，20℃，25℃とした。貯蔵は2005年10月21日に開始し，2006年4月19日に終了した。貯蔵中に実測した平均穀温は，−19.9℃，4.3℃，14.7℃，19.0℃，25.3℃であった。

表1　2004年米および2005年米の貯蔵開始時の理化学特性値
Table 1　Quality assessment of the samples produced in 2004 and 2005 at the beginning of storage

| 試料 | | | 玄米等級（等） | 歩留（%） | 水分（%, 135℃） | 脂肪酸度（mg） | FD値（−） | 食味値（−） 精米 静岡 | 精米 クボタ | 精米 サタケ | 炊飯米 サケタ | 炊飯米外観 平均輝度（−） | つや面積（Pixel） | つや強度（−） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2004 | きらら397 | 普通精米 | 1 | 90.9 | 15.8 | 4.7 | 88 | 72 | 84 | 78 | 77 | 129 | 691 | 184 |
| | | 無洗米 | | 89.3 | 15.9 | 3.8 | 88 | 66 | 88 | 79 | 73 | 129 | 837 | 185 |
| | あきたこまち | 普通精米 | 1 | 90.9 | 16.1 | 2.8 | 96 | 66 | 74 | 74 | 72 | 128 | 804 | 186 |
| | | 無洗米 | | 90.1 | 16.0 | 1.6 | 89 | 62 | 77 | 75 | 72 | 128 | 869 | 186 |
| 2005 | きらら397 | 普通精米 | 1 | 90.6 | 15.8 | 4.7 | 100 | 67 | 82 | 75 | 76 | 129 | 812 | 185 |
| | | 無洗米 | | 88.9 | 15.8 | 2.8 | 87 | 62 | 88 | 81 | 84 | 129 | 972 | 186 |
| | あきたこまち | 普通精米 | 1 | 89.7 | 15.9 | 3.8 | 93 | 66 | 77 | 72 | 79 | 128 | 691 | 185 |
| | | 無洗米 | | 88.1 | 16.0 | 1.6 | 89 | 63 | 78 | 75 | 85 | 127 | 816 | 186 |

### 4. 品質測定

2004年の試験では貯蔵開始時と貯蔵開始から1カ月後，3カ月後，5カ月後，7カ月後，9カ月後，12カ月後に以下に列記した項目について測定を行った。2005年の試験では貯蔵開始時と貯蔵開始から1カ月後，2カ月後，3カ月後，4カ月後，5カ月後，6カ月後に以下に列記した項目について測定を行った。ただし，洗米水のpHとレオメータによる米飯粘弾性の測定は2004年の試験のみで行った。味度値，糊化特性，テンシプレッサによる米飯物性の測定は2005年の試験のみで行った。

(1) 水分

炉乾法の10g粒135℃24時間法で水分を測定し，湿量基準で表した。

(2) 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/100g. DM）は，以下mgと略記する。

(3) 洗米水pH

精米20gと蒸留水200mL（水温15℃～20℃）をガラスビンに入れ，振動数を250回/minとし，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に取り，これを攪拌しながらpHメータ（東亜電波工業社製HM-11P）を用いて測定した。

(4) FD値

新鮮度判定装置（サタケ製シンセンサRFDM1A）（Kawakami et al., 2004）を用いてFD値（Fresh Degree, 新鮮度を表す値）を測定した。

(5) 食味値

食味値は3社の近赤外分析計（静岡製機FOSS TECATOR製Infratec 1241 Grain Analyzer, クボタ製　味選人，サタケ製RCTA11A）を用いて測定した。

また炊飯食味計（サタケ製炊飯食味計STA1A）を用いて，炊飯米の食味値を測定した。

(6) 味度値

東洋精米機製作所製味度メーター（MB-90A）を用いた。専用セルに精米33gを充填し，前処理槽で炊飯した。一定の時間蒸らし，味度メーターで測定した。

(7) 炊飯米外観

既報（Yokoe et al., 2005）と同様に，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。

(8) 糊化特性

RVA Starch Master（オーストラリアNEWPORT SCIENTIFIC社製）を用いた。豊島ら（Toyoshima et al., 1997）の方法に準じて行った。

(9) 米飯粘弾性

a　レオメータによる測定　精米20gをアルミ容器（上径87mm，下径59mm，高さ36mm）に入れ同一の手順で洗米し（無洗米は洗米なし），加水して室温下で浸漬した。加水量は精米重量の1.3倍（洗米時の吸水分を含む）とし，炊飯した。測定にはRHEO METER（不動工業株式会社製，NRM-2002J型）を用いた。粘弾性測定用の直径20mmの円柱型アクリル製アダプタを用い，試料台速度は300mm/min, 試料台のストロークは30mm, クリアランス（アダプタ先端の最終位置と米飯の入った容器の底との距離）は4mmとした。

b　テンシプレッサによる測定　岡留の方法に準じて行った（Okadome et al., 1996 ; Okadome et al., 1998）。

測定にはテンシプレッサ（タケトモ電機製，My Boy SYSTEM Analyzer and Controller）を用い，米飯1粒を対象として低圧縮試験（圧縮率25%）および高圧縮試験（圧縮率90%）を行った。

## III　結果および考察

表1～表3に貯蔵開始時の理化学測定値を示した。

### 1. 脂肪酸度

貯蔵開始時の脂肪酸度は，いずれの試料も普通精米に

表2　2004年米の貯蔵開始時の理化学特性値
Table 2　Quality assessment of the samples produced in 2004 at the beginning of storage

| 試料 | | 洗米水 pH (−) | レオメータ 硬さ (N) | 粘り (N) | 応力緩和 (N) |
|---|---|---|---|---|---|
| きらら397 | 普通精米 | 7.5 | 12.7 | 1.2 | 6.2 |
| | 無洗米 | 7.1 | 12.8 | 1.5 | 6.8 |
| あきたこまち | 普通精米 | 7.6 | 12.8 | 1.4 | 6.6 |
| | 無洗米 | 7.1 | 12.5 | 1.7 | 6.6 |

表3　2005年米の貯蔵開始時の理化学特性値
Table 3　Quality assessment of the samples produced in 2005 at the beginning of storage

| 試料 | | 味度値 (−) | 糊化特性（RVU） 最高粘度 | ブレークダウン | 最低粘度 | コンシステンシー | 最終粘度 | テンシプレッサ 表層の硬さ $H_1$ (N) | 表層の粘り $S_1$ (N) | 表層の付着量 $L_3$ (mm) | 表層の付着性 $A_3$ (J) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| きらら397 | 普通精米 | 92 | 329 | 145 | 184 | 137 | 320 | 1.00 | 0.27 | 1.45 | 1.54 |
| | 無洗米 | 93 | 354 | 162 | 192 | 129 | 321 | 0.96 | 0.25 | 1.40 | 1.38 |
| あきたこまち | 普通精米 | 91 | 350 | 169 | 182 | 117 | 299 | 1.08 | 0.28 | 1.48 | 1.49 |
| | 無洗米 | 91 | 371 | 191 | 180 | 113 | 294 | 1.06 | 0.27 | 1.54 | 1.54 |

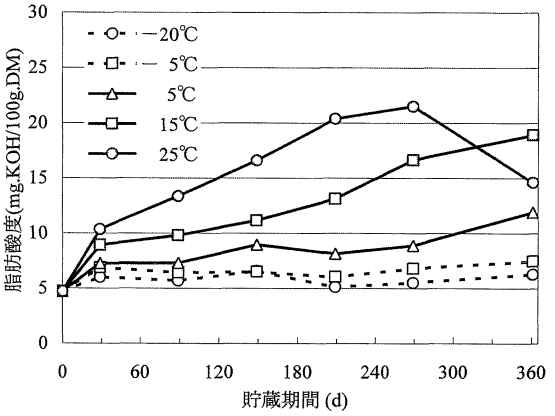


図 1　貯蔵中の脂肪酸度の変化（2004年きらら397，普通精米）

Fig. 1　Changes in free fat acidity during storage (Conventional milled rice of Kirara397 produced in 2004)

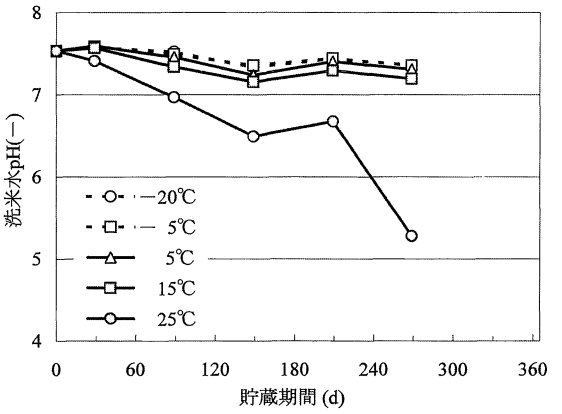


図 2　貯蔵中の洗米水 pH の変化（2004年きらら397，普通精米）

Fig. 2　Changes in pH of rinsed water of milled rice during storage (Conventional milled rice of Kirara397 produced in 2004)

比べ無洗米が低かった（表1）。これは無洗化処理により付着糠が減少したためである。

図1に貯蔵中の2004年きらら397（普通精米）の脂肪酸度を示した。貯蔵開始時の脂肪酸度は4.7 mgであった。5℃で貯蔵した試料の脂肪酸度はわずかに増加した。また15℃で貯蔵した試料の脂肪酸度は貯蔵期間を通して除々に増加し，12カ月後には普通精米で18.9 mgとなった。25℃で貯蔵した普通精米の脂肪酸度は，9カ月後に21.5 mgと貯蔵期間中を通して大きく増加したが，12カ月後には14.6 mgに低下した。これは，脂質がリパーゼにより加水分解されて生成した脂肪酸がさらに酸化分解されアルデヒドやケトン類が生成したためと考えられる。一方，−20℃と−5℃で貯蔵した試料の脂肪酸度は貯蔵12カ月後においてもその増加はわずかであり，貯蔵温度による差は小さかった。

貯蔵中の脂肪酸度の増加は，普通精米に比べ無洗米の増加が小さく，無洗米は貯蔵性が良かった。

### 2.　洗米水 pH と FD 値

米の新鮮さを調べる方法の1つにpH指示薬法がある。pH指示薬法は，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。洗米水pHは貯蔵開始時，普通精米が7.6，無洗米が7.1であり，普通精米に比べて無洗米が低かった（表2）。これは，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られる。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（Yokoe et al., 2005）。そのため，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。

図2に貯蔵中の2004年きらら397（普通精米）の洗米水pHを示した。25℃で貯蔵した普通精米の洗米水pHは貯蔵期間を通して低下し，貯蔵9カ月後には5.3と大きく低下した。一方，15℃以下で貯蔵した試料では，洗米水pHは貯蔵期間を通して大きな変化は認められなかった。この原因として米粒表面から洗米水へのデンプンの溶出の抑制が考えられる。pHの変化は貯蔵中の品質劣化の指標として使われる。一方で洗米水のpHが貯蔵中に変化する要因には遊離脂肪酸とともに米粒から溶出する固形物の影響がある。すなわち，米粒から溶け出す固形物（主としてデンプン）が多いとpHは高くなる。既報（Yokoe et al., 2005）で示したように貯蔵にともない，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。よって，25℃で貯蔵した試料のpHが大きく低下した原因は，脂肪酸度の増加に加えて，貯蔵により米粒表面からの溶出物が減少した影響が大きかったためと考えられる。

図3に貯蔵中の2004年きらら397（普通精米）のFD値を示した。FD値は5℃以下の試料では貯蔵12カ月後までほとんど変化しなかった。一方，25℃で貯蔵した試料は1カ月後に，15℃で貯蔵した試料は3カ月後に低下した。川上ら（Kawakami et al., 2004）は，FD値はpHや脂肪酸度と相関が高いと報告している。本試験でもFD値とpHは有意な正の相関が認められ，FD値と脂肪酸度は有意な負の相関が認められた。

### 3.　食味値

近赤外分析計は水分，タンパク質含有率，アミロース含有率を測定し，その成分値から食味値を出す。近赤外分光法ではアミロース含有率に比べ，水分とタンパク質含有率の測定精度は良い（Natsuga et al., 1992）。食味値との相関はタンパク質含有率が強いが，タンパク質含有率は貯蔵では変化しないこと，また近赤外分光法では脂肪酸度が精度良く測定できない（Natsuga et al., 1992）ことから，近赤外分光法を利用した食味計では貯蔵による食味の変化は測定できないと言われている。本試験においても食味値はいずれの貯蔵温度でも貯蔵開始時（表

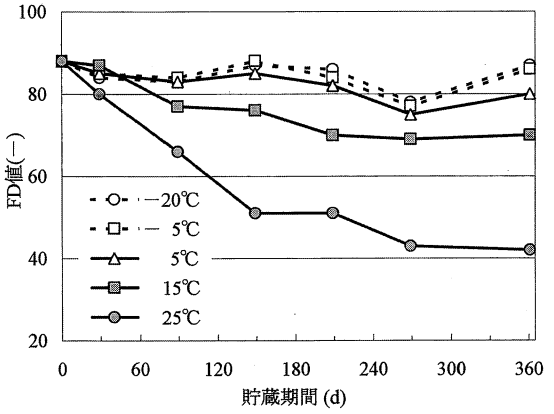


図 3　貯蔵中の FD 値の変化（2004 年きらら 397，普通精米）

Fig. 3　Changes in FD values during storage (Conventional milled rice of Kirara397 produced in 2004)

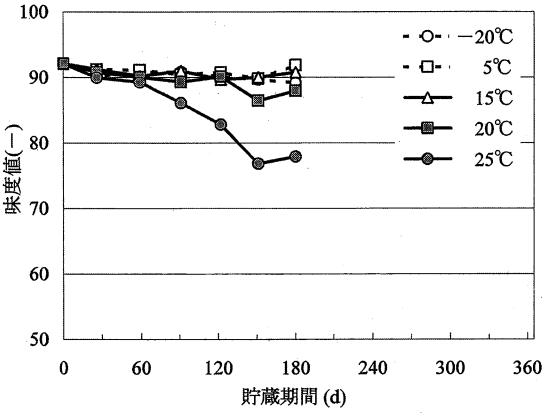


図 4　貯蔵中の味度値の変化（2005 年きらら 397，普通精米）

Fig. 4　Changes in Mido values during storage (Conventional milled rice of Kirara397 produced in 2004)

1）と差は認められず，近赤外分光法による食味計は貯蔵による品質劣化を測定できなかった。サタケの近赤外分析計では 25℃ で 12 カ月貯蔵した試料で食味値の低下が認められた。これは 25℃ で 12 カ月貯蔵した試料は底芽（搗精により胚芽を除去した部分に残る胚芽の痕跡）にカビが生えていたため，カビの発生が測定値に影響を与えた可能性がある。

また炊飯食味値も貯蔵中一定の傾向は認められず，炊飯食味計も貯蔵中の品質劣化を測定することができなかった。

### 4.　味度値

味度メーターは米飯の光沢を測定し，味度値を表す。米飯の光沢は食味と相関があり，また貯蔵によって光沢は低下すると考えられる。図 4 に 2005 年きらら 397（普通精米）の味度値を示した。25℃ で貯蔵した試料では味度値は 3 カ月後に低下した。一方，20℃ 以下で貯蔵した試料の味度値は貯蔵 6 カ月（貯蔵終了時）では大きな変化は認められなかった。これらの傾向はきらら 397 とあきたこまちの普通精米および無洗米でも同様であった。

以上より，貯蔵温度が高いとき味度値が低下する傾向が認められ，味度値は貯蔵に伴う品質劣化を示していた。しかし，味度メーターでは同一試料の反復測定におけるばらつきが大きく，また次報（Yokoe et al., 2008）において述べる官能試験と同程度に品質劣化を測定することは困難であった。

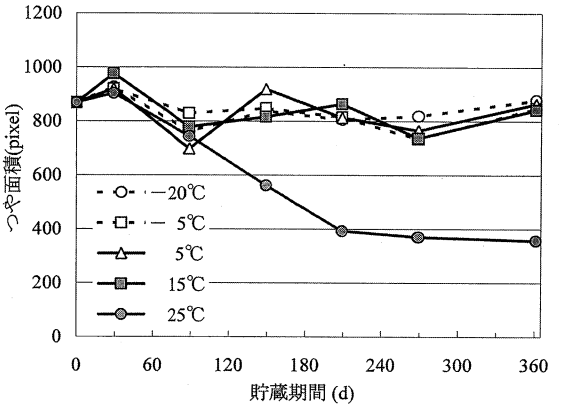


図 5　貯蔵中のつや面積の変化（2004 年あきたこまち，無洗米）

Fig. 5　Changes in luster area during storage (Rinse-free rice of Akitakomachi produced in 2004)

### 5.　炊飯米外観

図 5 に貯蔵中の 2004 年あきたこまち（無洗米）のつや面積を示した。25℃ で貯蔵した試料のつや面積は，生産年や品種によって低下時期に差が見られるものの，いずれも 3 カ月から 5 カ月後に低下した。しかし 15℃ 以下の試料では 12 カ月後でも，つや面積の大きな変化は認められなかった。また 20℃ の試料（2005 年試験）では 6 カ月の貯蔵ではつや面積は変化しなかった。貯蔵によるつや強度の変化もつや面積と同様であった。

図 6 に貯蔵中の 2004 年あきたこまち（無洗米）の平均輝度を示した。25℃ で貯蔵した 2004 年産あきたこまちの普通精米と無洗米の平均輝度は貯蔵 7 カ月後に低下したが，きらら 397 では普通精米と無洗米ともに貯蔵終了時まで大きな変化は認められなかった。平均輝度がきらら 397 では変化せず，あきたこまちで変化した原因は，2004 年の試験で供試したきらら 397 に比べあきたこまちの貯蔵開始時における品質が悪く，あきたこまちの品質劣化が大きかったためと考えられる。

炊飯米外観の測定では平均輝度に比べてつや面積およびつや強度における変化が大きかった。すなわち，貯蔵にともなう炊飯米外観の変化は白さの低下に比べ，つやの低下が大きいことがわかった。

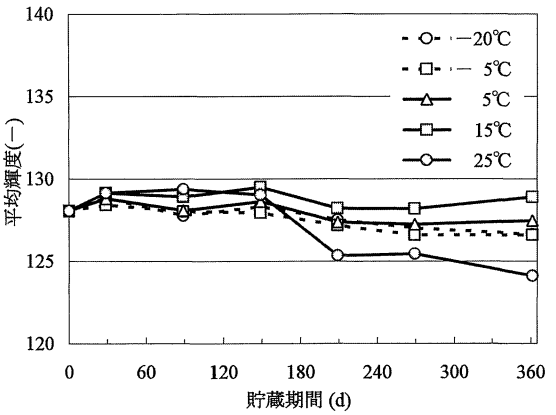


図 6 貯蔵中の平均輝度の変化(2004年あきたこまち,無洗米)

Fig. 6 Changes in average of brightness during storage (Rinse-free rice of Akitakomachi produced in 2004)

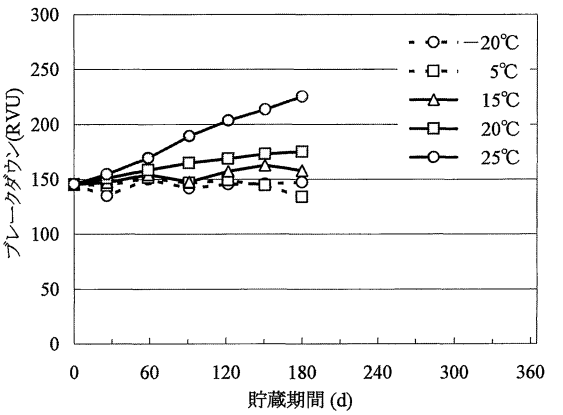


図 7 貯蔵中のブレークダウンの変化(2005年きらら397,普通精米)

Fig. 7 Changes in breakdown during storage (Conventional milled rice of Kirara397 produced in 2005)

## 6. 糊化特性

貯蔵による米粉の糊化特性の変化に関する報告は過去にいくつか見られる。渋谷ら(Shibuya et al., 1974)は最高粘度とブレークダウンの増加,豊島ら(Toyoshima et al., 1998)は,最高粘度,ブレークダウンおよびコンシステンシーが増加したと報告している。また深井ら(Fukai et al., 1997)は,最高粘度,最低粘度および最終粘度が増加したと報告している。

図7に貯蔵中の2005年きらら397(普通精米)のブレークダウンを示した。本試験では,最高粘度とブレークダウンは貯蔵に伴い増加し,貯蔵温度が高いほど大きく増加した。コンシステンシーはわずかに増加する傾向が認められた。一方,最低粘度と最終粘度は貯蔵中ほとんど変化しなかった。これは,渋谷ら,豊島らの結果と一致した。また,深井らは,無洗米では普通精米に比べ糊化特性の変化で示される古米化の現象が若干抑制されたと報告している。しかし,本試験では25℃で貯蔵したきらら397の普通精米,無洗米ともに最高粘度,ブレークダウンが80RVU増加し,貯蔵中の糊化特性の変化に両者の差は認められなかった。

日本では従来から国産うるち米の品種間の糊化特性を比較する場合,最高粘度が高く,ブレークダウンが大きい米は食味が良いと言われている。またコンシステンシーはゲルの強度やデンプンの老化と関係があり,コンシステンシーが大きいと冷やご飯になった場合に硬くなるとされている。一方で,貯蔵に伴い最高粘度とブレークダウンが増加するが,その米飯は硬くて粘りがなくなり食味は低下する。よって貯蔵における糊化特性と食味の変化は品種間における糊化特性と食味の関係とは異なる傾向を示すと考えられる。一般に品種間において糊化特性で食味を比較する場合,粉砕した精米粉中のデンプンの糊化特性を調べることとなる。しかし,同一の米を異なる条件で貯蔵し,貯蔵中の糊化特性を測定すると,貯蔵にともなうアミラーゼ活性の高低を示す指標となる。すなわち,貯蔵による品質劣化が小さく,アミラーゼ活性が高い状態が維持されると,糊化特性測定中にアミラーゼによりデンプンが加水分解され,最高粘度やブレークダウンが低下する。しかし,貯蔵による品質劣化が大きくアミラーゼ活性が低下すると,測定中のデンプンの加水分解が進まず,その結果,最高粘度やブレークダウンが高い値を示す。本試験でも同様な傾向を示し,貯蔵温度が高いほど最高粘度とブレークダウンが高く,これは貯蔵中のアミラーゼ活性が大きく低下したことを示していると考えられる。

## 7. 米飯粘弾性

レオメータによる米飯の硬さはきらら397, あきたこまちともに貯蔵1カ月ではいずれの貯蔵温度でも差は認められなかった。ところが,あきたこまちでは25℃で貯蔵した試料は,貯蔵3カ月後,5カ月後と米飯の硬さが増加する傾向が認められた。きらら397では貯蔵7カ月後まで貯蔵温度による差は認められず貯蔵9カ月後に15℃,25℃の試料で米飯が硬くなる傾向が認められた。

図8にレオメータによる2004年あきたこまち(普通精米)の粘りを示した。25℃で貯蔵した試料はきらら397,あきたこまちともに貯蔵7カ月後に粘りが大きく低下し,きらら397に比べてあきたこまちはその低下が大きかった。一方,15℃以下で貯蔵した試料の粘りは貯蔵期間を通して大きな変化は認められなかった。また応力緩和は貯蔵期間を通していずれの貯蔵温度でもほとんど変化しなかった。

テンシプレッサによる米飯物性の測定では,きらら397,あきたこまちともに表層の硬さおよび全粒の硬さは貯蔵期間を通してほとんど変化しなかった。

図9にテンシプレッサによる2005年あきたこまち

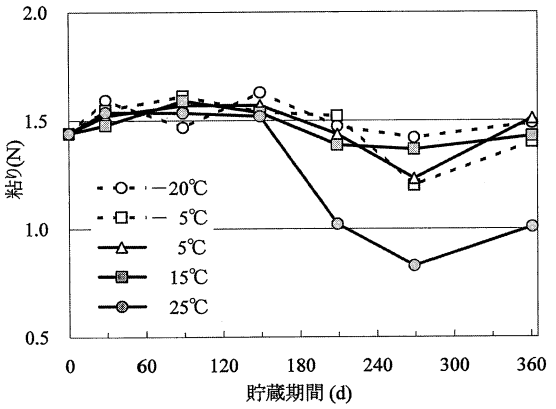


図 8　貯蔵中のレオメータによる炊飯米粘りの変化（2004年あきたこまち，普通精米）

Fig. 8　Changes in stickiness of cooked rice measured by Rheo meter (Conventional milled rice of Akitakomachi produced in 2004)

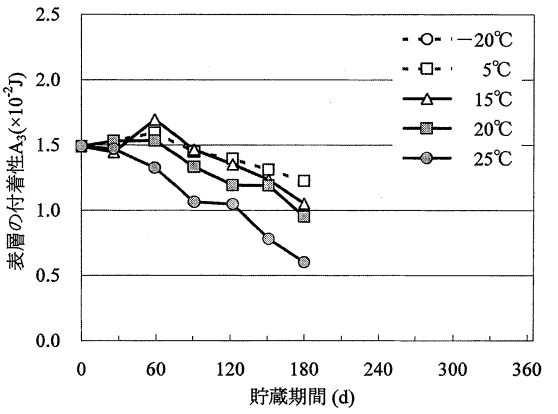


図 9　貯蔵中のテンシプレッサによる炊飯米表層の付着性 $A_3$ の変化（2005年あきたこまち，普通精米）

Fig. 9　Changes in surface stickiness of area $A_3$ of cooked rice measured by Tensipresser (Conventional milled rice of Akitakomachi produced in 2005)

（普通精米）の炊飯米表層の付着性 $A_3$ を示した。粘りは貯蔵により低下する傾向が認められた。また，ピーク値，付着量および付着性いずれも全粒の低下に比べ，表層の低下が大きかった。この結果から，貯蔵による物性の変化は炊飯米全粒の物性より表層の物性の変化が大きいと考える。特に粘りのピーク値 $S_1$ と付着量 $L_3$ に比べ，付着性 $A_3$ の低下が大きく，25℃で貯蔵した試料では貯蔵5カ月後に大きく低下した。

### 8.　理化学特性の変化と賞味期限

本研究の結果から，25℃の高温貯蔵条件では米の品質劣化が大きく，理化学測定法により米の品質変化を捉えることができた。しかし，温度が15℃以下では普通精米，無洗米ともに多くの理化学測定項目において品質変化を的確に捉えることができなかった。一方，脂肪酸度，FD値，糊化特性などは15℃の貯蔵温度における変化が認められたが，精米の賞味期限を設定するにはこれらの理化学特性のみでは不充分であると考える。そこで，官能試験の結果も含め，次報（Yokoe et al., 2008）で賞味期限の検討を行うこととした。

## IV　摘　　要

本研究は市販の普通精米と無洗米を用いて貯蔵試験を実施し，理化学測定と官能試験を行い，精米の賞味期限を設定することを目的とした。本報では特に貯蔵中の精米の理化学特性の変化について検討した。その結果，以下のことが明らかとなった。

1）　脂肪酸度，FD値，糊化特性は貯蔵に伴い，貯蔵温度が高いほど大きく変化した。

2）　温度15℃以下では普通精米，無洗米ともに多くの理化学測定項目において，貯蔵終了時まで変化が認められなかった。

3）　炊飯米外観および米飯粘弾性では，品種や生産年により劣化に差が認められた。

## 謝　　辞

独立行政法人食品総合研究所食品素材科学研究領域長大坪研一博士および鈴木啓太郎博士には，本試験において多くのご助言とご協力をいただいた。北海道立中央農業試験場には炊飯米外観，アミロース含有率の測定においてご協力いただいた。また，本試験を行うにあたり，試料の提供等において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.

Japan Rice Millers Association, 1999. Rice storage and change in eating quality (in Japanese). Journal of Japan Rice Millers Association, 179, 20-24.

Kawakami, K., Ochi, T., Mikami, T., Fukumori, T., 2004. Measurement of freshness degree of rice (in Japanese). Journal of the Japanese Society of Tasty Technology, 5, 24-29.

Matsue, Y., Mizuta, K., Yoshida, T., 1991. Varietal difference in palatability of stored rice. Japanese Journal of Crop Science, 60 (4) , 537-542.

Natsuga, M., Kawamura, S., Itoh, K., 1992. Precision and accuracy of near-infrared reflectance spectroscopy in determining constituent content of grain (Part 2). Journal of JSAM, 54 (6), 89-94.

Okadome, H., Toyoshima, H., Ohtsubo, K., 1996. Many-sided evaluation of physical properties of cooked rice grains with a single apparatus. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, 43 (9), 1004-1011.

Okadome, H., Toyoshima, H., Suto, M., Ando, I., Numaguchi,

K., Horisue, N., Ohtsubo, K., 1996. Palatability evaluation for Japonica rice grains based on multiple physical measurements of individual cooked rice grain. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, 45 (7), 398-407.

Shibuya, N., Iwasaki, T., Yanase, H., Chikubu, S., 1974. Studies on deterioration of rice during storage Part Ⅰ. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, 21 (12), 597-603.

Shimada, K., 1986. Effects of storage humidity on deterioration of rice. Journal of Home Economics of Japan, 37 (7), 579-583.

Toyoshima, H., Kimura, T., Yoshizaki, S.,Fujii,S., Okadome, H., Tsukane, Y., Morita, M., Tajima, Y., Ohtsubo, K., 1998. Changes in qualities of high-palatability rice grains during storage. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, 45 (11), 683-691.

Toyoshima, H., Okadome, H., Ohtsubo, K., Suto, M., Horisue, N., Inatsu, O., Narizuka, A., Aizaki, M., Okawa, T., Inouchi, N., Fuwa, H., 2000. Cooperative test on the small-scale rapid method for the gelatinization properties test of rice flours with a Rapid-Visco-Analyzer (RVA). Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, 44 (8), 579-584.

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 (7), 516-522.

Yanase, H., 1976. Experiment on Milled Rice at Storage. Advancement of Large-scale Milling Systems Technology (Ⅰ) (in Japanese). Japan Rice Millers Association, Tokyo, 163-164.

Yokoe, M., Kawamura, S., Himoto, J., Itoh, K., 2005. Quality characteristics and storage properties of rinse-free rice (Part 1). Journal of JSAM, 67 (4), 113-120.

Yokoe, M., Kawamura, S., 2008. Determination of shelf life of milled rice stored at different temperatures (Part 2). Journal of JSAM, 70 (6), (in press).

(原稿受理：2007年8月28日・質問期限：2008年11月30日)

## コメント

**[閲読者のコメント]**

本研究では貯蔵条件としてポリエチレン製の袋を2重にして用い貯蔵中の水分が変化しないようにしていますが，包装材の種類によっては水分の変動などがあるかと思います。貯蔵中に水分変動などがあった場合，理化学特性に影響はあるのでしょうか。

**[コメントに対する著者の見解]**

水分が15%程度の精米の平衡相対湿度は55～65%程度です。包装材の種類によって貯蔵に伴い水分が増減する可能性があると考えられます。本研究では貯蔵中の水分の変動が品質に与える影響を極力抑制し，貯蔵温度が品質に与える影響に着目するためにポリエチレン製の袋を2重にして精米を貯蔵しました。精米の水分の低下は，米飯のテクスチャに最も影響を与え，例えば，同じ加水量で炊飯すると，水分の低い精米から炊飯した米飯は硬くなります。一般に，穀物では水分は低いほど貯蔵性が良いことが知られており，貯蔵中の水分の変動は米の理化学特性に影響を与えると考えられています。

**[閲読者のコメント]**

収穫以後，精白されるまでの籾や玄米での貯蔵期間を検討する必要はないでしょうか。

**[コメントに対する著者の見解]**

本研究では，2生産年で2産地2品種の新米玄米を用い，普通精米と無洗米とをそれぞれ調製して，精米の貯蔵温度と貯蔵期間の組合せで実験区を設定しました。ご指摘のように，搗精する前の原料玄米の品質は，搗精後の精米の品質に大きく影響を与えるため，収穫後から搗精までの貯蔵期間も検討する必要はあると思います。しかしながら，搗精されるまでの籾や玄米での貯蔵期間を実験条件に加えると，実験条件が数多くなるため，本研究では新米を試料としました。籾や玄米での貯蔵状態が悪いものは搗精後の精米の品質も悪く，その場合，本研究で決定した賞味期限より短くなる可能性があると考えられます。