乾燥法，貯蔵法，精白法の違いによる米 の炊飯および食味特性

澤 山 茂

(東京農業大学応用生物科学部栄養科学科)

Drying, Storage and Milling Methods on Cooking Quality and Sensory Attributes of rice

Shigeru Sawayama

Department of Nutritional Science, Faculty of Applied Bioscience, Tokyo University of Agriculture.
Sakuragaoka 1 - 1 - 1, Setagaya-ku, Tokyo, 156 - 8502

〒156—8502 東京都世田谷区桜丘 1 - 1 - 1

Harvested nonglutinous rice “Tsukino-Hikari” was used for sample, which was different of the drying, milling method and storage temperature, was compared eating-quality with texture characteristics. And we used for an index of degree of gelatinization.

1) There was no difference in the property of the milled rice. As a result of the scanning electron microscope, the bran layer in the surface in the clean milled rice was being removed.

2) The water absorption and swelling power rate were high, and there were a few qualities of solid body in cleaned rice liquid.

3) As a result of measuring the difference between the gelatinization of the cooked rice, it was changed slightly, when the rice stored at 15℃.

4) There was the change on the ratio of adhesiveness and hardness ($-H/H$) in small, which rice preserved at -20℃.

5) In a sensory test of cooked rice, there were differences between samples, which are the item of the toughness of the rice preserved at 20℃ and the hardness of the rice of the ordinary-temperature saving.

1. 緒 言

新食糧法の施行から4年が経過し，消費者のニーズに合わせた米の生産と流通が行われている．すなわち，食生活に対する質的要求が高まる中，ブランド米の消費量が増加するに伴い，生産者の米の育成に対する考え方も変わらざるを得ない状況になっている¹⁾．米の食味に対する消費者の要求は今後ますます厳しくなることが予想

されるが，米の味と炊飯特性についての関連性についての研究データの蓄積は，収量性に関するものに比べて多くはない²⁾．

米は，多収獲性と貯蔵性に優れているため主食として定着してきた．米の食味特性に最も寄与するものは味の寛容性である．すなわち，米の淡泊な味わいが他の副菜

のもつ味と調和し、食文化を構成してきた。貯蔵性が高く、品質が劣化しにくい米の流通が望まれているが、米の乾燥法、貯蔵法、精白法、炊飯法の相違について、物性や食味特性までを一貫して行った研究報告は見あたらない。本研究は、とくに食味に影響をおよぼす要因の一つである炊飯米の糊化度の変化と食味特性、テクスチャー特性に着目して検討したので報告する。

2. 実験方法

1. 試料

貯蔵方法を異にする米の特性に関する実験には、東京農業大学厚木中央農場で栽培された水稲うるち米「月の光」を用いた。

(1) 試料調製条件

1) 乾燥および貯蔵方法

試料調製の概略と歩留まりを図1に示した。収穫後のもみの乾燥方法は、平型静置方式による常温通風乾燥(20℃)と立型静置方式による火力乾燥(40℃)の2方法を用いた。乾燥後の米は常法でもみすりを行い玄米とした。搗精方法は、常法の普通精白法と水を加えて精白する湿式精白法による研米精白(以下クリーン精白)により精白した。貯蔵方法は、シーリング袋に試料米とエージレスを入れ、卓上バキューマーで真空包装して6ヵ月間常温(20℃)、低温(15℃)および冷蔵(5℃)貯蔵した。

2) 炊飯方法

試料米1300gを計量し、脱イオン水を2リットル加え、竹べらで20回攪拌する操作を3回繰り返した。研ぎ汁は溶出固形物量の測定に用いた。水切り後、米の重量の

図1 米の精白工程と歩留りおよび貯蔵条件

1.5倍量の脱イオン水を加え、ガス自動炊飯器(リンナイ10号-A)を用いて炊飯し、消火後20分間蒸らしたものを炊飯試料とした。

(2) 測定条件

1) 精白米の性状試験

i) 米粒の形状 米粒の形状は常法³⁾により、①米粒の大きさ、②千粒重、③容量重、④米粒の吸水率、⑤膨潤率を測定した。また、走査型電子顕微鏡を用いて精白米の断面を観察した。

ii) 洗米時の溶出固形物量の測定 洗米後の研ぎ汁50mlをアルミカップに取り、105℃乾燥法で15時間乾燥させ残存固形物重量を求めた。

iii) 糊化度の測定 炊飯後の米飯は、炊飯直後と20℃、5℃および-20℃の条件下で24時間保存したものを試料とした。エタノールを加えて磨砕し、アセトンで脱水処理後、乾燥させ粉末化し、60メッシュに調製した。糊化度の測定は、貝沼らのβ-アミラーゼ・ブルナーゼ法⁴⁾を用いた。

iv) テクスチャーの測定 テクスチャー測定は前報⁵⁾と同様にテクスチャー・アナライザー(Stable micro Systems社製、TA・XT2型、英弘精機(株)日本総代理店)を用い、炊飯米を1粒法によってクリアランス50%、圧縮速度0.1mm/s、直径1/2インチシリンダーのプロープを用い、得られた曲線より最大荷重を硬さとして示した。測定を5回行い、平均値と標準偏差を求めた。-H/Hの値の算出方法は、硬さの値をHとし、付着性を示すマイナス側の曲線の深さを-Hとして求めた。

v) 炊飯米の官能評価 米飯の官能評価は、食糧庁方式の食味試験法⁶⁾を用いた。東京農業大学栄養科学科の教職員および学生、それぞれ男女12名ずつ、合計48名を判定者とした。男女差を考慮して男性24名、女性24名とした。判定者の順序効果を考慮して4×4のラテン方格を用いた。一度に提示する試料数は、基準米を火力乾燥普通精白米、冷蔵貯蔵(5℃)とし、他に3種類の試料を同時に提示した。官能評価用の試料は、炊飯後20℃、5℃および-20℃で24時間保存した。評価前に20℃に1時間放置したものを用いた。評価方法は、形容詞対の両極7点尺度法によるセマンティック・ディファレンシャル(SD)法を用いた。評価項目は、外観、香り、味、粘り、硬さおよび総合の6項目とし、二元配置分散分析により各試料間の有意差を検定した。

図2 精米時の溶出固形物量

A：火力乾燥普通精白米

B：火力乾燥クリーン精白米

C：常温乾燥普通精白米

D：常温乾燥クリーン精白米

3. 実験結果および考察

1. 精白米の諸性質

(1) 米粒の形状

写真1 米の走査型電子顕微鏡写真 (×500)

上：火力乾燥普通精白米

下：火力乾燥クリーン精白米

i) 搗精度 89%程度で市販精白米 (91%) より、やや搗精されたものである。精白米の性状は、乾燥法、精白法の違いによって差は全くなく、粒長 (5.00 ± 0.08 mm)、粒幅 (2.92 ± 0.01 mm) 粒厚 (2.01 ± 0.01 mm)、千粒重 (20.52 ± 0.29 g) であった。銘柄米であるあきたこまちに比較すると⁷⁾、やや粒長、粒幅、粒厚の値が大きい米である。容積重は、($879 \pm 2.64 \sim 901.1 \pm 3.31$ g) の範囲であった。常温乾燥法では890~901 gであったが、火力乾燥法では879~883 gであり、常温乾燥法による精白米の方がわずかに重い傾向を示したが、差はわずかであった。

ii) 溶出固形物量 洗米時の累積溶出固形物量の変化を図2に示した。3回の洗米による合計量を比較しても、常温乾燥クリーン精白米 (D) の溶出固形物量が最も少なかった。精白による歩留まりに大きな差はない

図3 米の吸水率および膨潤率

■：火力乾燥普通精白，□：火力乾燥クリーン精白

▲：常温乾燥普通精白，△：常温乾燥クリーン精白

が、水を添加したクリーン精白を行うことにより、米粒表層部の糠層が流出しているためであろう。クリーン精白は、集団給食や炊飯工場での大量洗米時に問題になる米の研ぎ汁を軽減するために有効な精白方法であると考えられる。

iii) 走査型電子顕微鏡観察 走査型電子顕微鏡による精白米の断面を観察した結果を写真1に示した。火力乾燥法と常温乾燥法の間には大きな違いが観察されなかったが、普通精白米に比較してクリーン精白米の断面は滑らかで、余分な糠層が除去されていることが観察された。

(2) 吸水率，膨潤率

吸水率及び膨潤率の変化を図3に示した。常温乾燥クリーン精白米(D)は、吸水率、膨潤率とも他の3種と比較して最も早く吸水、膨潤が進行した。吸水率は5分後で25%、膨潤率は15分後で117%であった。また、120分後でも126%の膨潤度を示しており、クリーン精米の効果により米表層部の構造が変化していることが示唆された。

2. 糊化度の変化

米の乾燥法、貯蔵法、精白法の相違による炊飯米の糊化度の変化を図4に示した。火力乾燥方法(上図)では、炊飯直後では、20℃保存のものでは大きな差は見られな

図4 米の乾燥法、貯蔵法、精白法の相違による炊飯米の糊化度の変化(上:火力乾燥法,下:普通乾燥法)

■ : 冷蔵貯蔵普通精白米 □ : 低温貯蔵普通精白米
 ▨ : 常温貯蔵普通精白米 ▩ : 冷蔵貯蔵クリーン精白米
 ▤ : 低温貯蔵クリーン精白米 ▦ : 常温貯蔵クリーン精白米

表1 米飯のテクスチャー測定値

1. 炊飯直後

試料	貯蔵方法	硬さ (kg)	付着性 (T.U.)	凝集性 (T.U.)	粘り (kg)	-H/H
収穫直後		0.68±0.13	0.13±0.03	0.63±0.00	0.058±0.019	0.085
A	冷蔵	0.61±0.04	0.15±0.02	0.77±0.02	0.071±0.011	0.116
	低温	0.46±0.07	0.12±0.01	0.65±0.01	0.053±0.010	0.115
	常温	0.63±0.07	0.15±0.02	0.57±0.01	0.071±0.011	0.113
収穫直後		0.62±0.10	0.14±0.02	0.67±0.01	0.063±0.015	0.102
B	冷蔵	0.67±0.08	0.16±0.02	0.65±0.01	0.067±0.010	0.100
	低温	0.52±0.08	0.09±0.01	0.51±0.01	0.044±0.009	0.085
	常温	0.51±0.05	0.13±0.01	0.62±0.01	0.061±0.009	0.120
収穫直後		0.54±0.10	0.12±0.02	0.63±0.01	0.048±0.016	0.089
C	冷蔵	0.59±0.06	0.20±0.02	0.65±0.01	0.072±0.009	0.122
	低温	0.46±0.03	0.08±0.00	0.61±0.02	0.032±0.006	0.070
	常温	0.55±0.07	0.17±0.01	0.53±0.03	0.072±0.007	0.130
収穫直後		0.60±0.07	0.13±0.03	0.68±0.01	0.050±0.018	0.083
D	冷蔵	0.56±0.08	0.16±0.02	0.60±0.01	0.063±0.016	0.123
	低温	0.48±0.04	0.12±0.01	0.65±0.01	0.048±0.006	0.100
	常温	0.50±0.05	0.12±0.01	0.45±0.02	0.063±0.008	0.126

2. 炊飯後20℃24時間保存

試料	貯蔵方法	硬さ (kg)	付着性 (T.U.)	凝集性 (T.U.)	粘り (kg)	-H/H
収穫直後		0.51±0.08	0.12±0.01	0.62±0.02	0.057±0.008	0.112
A	冷蔵	0.66±0.07	0.21±0.03	0.69±0.01	0.093±0.015	0.141
	低温	0.76±0.12	0.17±0.02	0.59±0.03	0.073±0.014	0.096
	常温	0.48±0.05	0.15±0.01	0.72±0.02	0.060±0.005	0.125
収穫直後		0.63±0.08	0.12±0.02	0.73±0.02	0.059±0.011	0.094
B	冷蔵	0.64±0.10	0.17±0.02	0.65±0.02	0.094±0.009	0.147
	低温	0.50±0.05	0.12±0.00	0.68±0.00	0.039±0.006	0.078
	常温	0.63±0.08	0.16±0.02	0.62±0.02	0.067±0.004	0.106
収穫直後		0.49±0.15	0.11±0.01	0.65±0.01	0.049±0.005	0.100
C	冷蔵	0.74±0.08	0.19±0.02	0.65±0.02	0.091±0.011	0.123
	低温	0.74±0.10	0.12±0.00	0.72±0.00	0.037±0.006	0.050
	常温	0.73±0.09	0.17±0.02	0.72±0.00	0.074±0.009	0.101
収穫直後		0.57±0.05	0.12±0.02	0.64±0.03	0.047±0.012	0.082
D	冷蔵	0.55±0.11	0.21±0.02	0.61±0.02	0.073±0.021	0.133
	低温	0.64±0.08	0.16±0.01	0.65±0.03	0.054±0.003	0.084
	常温	0.51±0.05	0.18±0.02	0.63±0.01	0.050±0.098	0.098

3. 炊飯後5℃24時間保存

試料	貯蔵方法	硬さ (kg)	付着性 (T.U.)	凝集性 (T.U.)	粘り (kg)	-H/H
A	冷蔵	0.62±0.09	0.27±0.00	0.70±0.01	0	—
	低温	0.79±0.23	0.24±0.03	0.72±0.00	0.063±0.002	0.080
	常温	0.72±0.07	0.29±0.01	0.72±.01	0.019±0.006	0.026
B	冷蔵	0.86±0.14	0.16±0.01	0.76±0.03	0.040±0.009	0.046
	低温	0.75±0.16	0.96±0.07	0.66±0.01	0.041±0.012	0.005
	常温	0.59±0.07	0.49±0.02	0.63±0.03	0.034±0.024	0.058
C	冷蔵	0.79±0.06	0.19±0.01	0.72±0.01	0.040±0.009	0.050
	低温	0.70±0.08	0.20±0.05	0.72±0.01	0.041±0.012	0.059
	常温	0.54±0.02	0.81±0.05	0.66±0.02	0.034±0.024	0.063
D	冷蔵	0.84±0.10	0.16±0.00	0.73±0.02	0.020±0.006	0.024
	低温	0.57±0.10	0.33±0.01	0.71±0.01	0.028±0.006	0.049
	常温	0.73±0.20	0.88±0.06	0.68±0.00	0.020±0.014	0.027

4. 炊飯後-20℃24時間保存

試料	貯蔵方法	硬さ (kg)	付着性 (T.U.)	凝集性 (T.U.)	粘り (kg)	-H/H
A	冷蔵	0.83 ± 0.05	0.15 ± 0.01	0.69 ± 0.01	0.042 ± 0.004	0.051
	低温	0.73 ± 0.14	0.24 ± 0.01	0.75 ± 0.04	0.075 ± 0.011	0.103
	常温	0.63 ± 0.08	0.22 ± 0.01	0.69 ± 0.02	0.053 ± 0.006	0.084
B	冷蔵	0.61 ± 0.14	0.29 ± 0.03	0.72 ± 0.02	0.094 ± 0.022	0.154
	低温	0.99 ± 0.12	0.32 ± 0.02	0.73 ± 0.00	0.078 ± 0.013	0.135
	常温	0.66 ± 0.07	0.18 ± 0.01	0.66 ± 0.00	0.067 ± 0.010	0.102
C	冷蔵	0.53 ± 0.07	0.23 ± 0.02	0.62 ± 0.01	0.060 ± 0.014	0.113
	低温	0.53 ± 0.04	0.10 ± 0.01	0.70 ± 0.00	0.037 ± 0.003	0.132
	常温	0.57 ± 0.08	0.18 ± 0.02	0.69 ± 0.00	0.060 ± 0.007	0.105
D	冷蔵	0.65 ± 0.08	0.26 ± 0.03	0.60 ± 0.03	0.073 ± 0.009	0.112
	低温	0.70 ± 0.05	0.19 ± 0.02	0.67 ± 0.01	0.061 ± 0.007	0.142
	常温	0.55 ± 0.08	0.15 ± 0.01	0.66 ± 0.03	0.053 ± 0.007	0.096

A : 火力乾燥普通精白米 B : 火力乾燥クリーン精白米 C : 常温乾燥普通精白米 D : 常温乾燥クリーン精白米

かったが、5℃保存および-20℃保存では低温貯蔵クリーン精白米の糊化度の低下が抑制されていることが認められた。普通乾燥方法（下図）では、同様に炊飯直後

と、20℃保存の試料には大きな差は見られなかったが、5℃貯蔵米の炊飯後5℃保存炊飯米の糊化度の低下が最も著しかった。冷蔵貯蔵法によるクリーン精白米の糊化

図5 炊飯米の官能評価

■ : 20℃保存 ◆ : 5℃保存 △ : -20℃保存

A : 火力乾燥普通精白米 B : 火力乾燥クリーン精白米 C : 常温乾燥普通精白米 D : 常温乾燥クリーン精白米

度の低下が著しいが、低温貯蔵方法では、総じて糊化度の低下が抑制されている。

炊飯米の保存方法には冷凍保存が効果的であると言われているが、5℃の冷蔵保存には当然のことながら、米澱粉の老化が促進されるため適さない。米の乾燥法やその後の貯蔵方法、さらには精白方法の相違によっても米澱粉の糊化度が変化する要因となっていることは興味深い。

3. 炊飯米のテクスチャーの変化

表1に乾燥法、貯蔵法、精白法別の6カ月貯蔵後の精白米を用いて炊飯した米のテクスチャーの測定結果を示した。炊飯直後の炊飯米では、低温貯蔵米が収穫直後の値と比較して、硬さ、粘り、 $-H/H$ の項目でやや低値を示した。炊飯後5℃保存のものは、いずれも $-H/H$ の値が著しく低値であるのに対し、 -20°C 保存の炊飯米にはこの値を回復しており、冷凍保存の効果がテクスチャー測定値にもよい影響を与えている。 $-H/H$ の値は炊飯米の食味に大きな影響を与える要因である。 $-H/H$ の値は日本人の米に対する粘り感覚に与える影響が大きく、0.15~0.2の範囲にあることが米飯の嗜好上好ましいとされている⁸⁾。しかし、今回使用した精白米は、収穫直後の値を見てもこの範囲と比較すると相対的に低い値を示している。このことは、米の品種、乾燥法、精白方法、貯蔵条件などの複雑な相互関係によるものと考えられる。また、この値が低下した理由としては、実験の構成条件として、すべての試料に対して同様な加水条件で炊飯試験を行ったことが原因であると思われる。江幡ら⁹⁾は、 $-H/H$ を食味の指標とした場合、軟らかく粘りの強い飯ほど、また加水量が多過ぎる飯でも0.15~0.2の範囲内に入ってしまうと述べていることから、この値だけを食味の指標とすることには問題があると思われる。今後、同様な炊飯試験を行う場合は、加水量を考慮した試験を行うべきであろう。

4. 炊飯米の官能評価

貯蔵期間を梅雨の時期に設定し、6カ月間貯蔵した精白米の官能評価による炊飯米の食味試験の結果を図5に示した。貯蔵試験の性格上、基準米として収穫直後の試料を用いることが事実上不可能なので、乾燥方法と精白方法、炊飯後の保存方法の相違を把握するための相対的な評価結果である。ここでは、基準米に火力乾燥普通精白米・冷蔵貯蔵の炊飯後5℃保存の試料を基準に用いた。男女差、年齢差別の集計を行ったが、大きな相違が見られなかったため、判定者全員の集計、統計処理の結果を示した。Aの火力乾燥普通精白米では、炊飯後の保

存方法で5℃保存時が最も老化して食味が低下していると考えられる試料を基準米とすると、20℃保存の炊飯米では粘りが有意に好まれた以外、香り、味総合評価の評価項目において、基準米より劣る評価であった。Bの火力乾燥クリーン精白米では15℃保存米で総合評価の項目が有意に好まれている結果であった。Cの常温乾燥普通精白米では、硬さの項目で20℃保存炊飯米が有意に好まれる傾向を示したが、Dの常温乾燥クリーン精白米では、炊飯米の保存方法の相違による評価項目間に有意差は見られなかった。

要 約

水稻うるち米の「月の光」を試料として収穫後の米の乾燥法、精白法、貯蔵法別試験を行い、炊飯米の食味に影響すると考えられる糊化度を指標として、食味特性、テクスチャー特性の面から検討した。

1) 精白米の諸性質には、大きな差は認められなかった。走査型電子顕微鏡観察で、クリーン精白米の表面のぬか層が除去されていることが観察された。

2) クリーン精白米は、吸水率、膨張率が高く、洗米水中の溶出固形物量が少なかった。

3) 乾燥法、貯蔵法、精白法の相違による炊飯米の糊化度の変化を調べた結果、米の貯蔵温度が15℃の低温貯蔵米が総じて炊飯米の糊化度低下を抑制した。

4) 炊飯米の硬さと粘りの指標である $-H/H$ の値は、 -20°C で保存することにより低下抑制効果が認められた。

5) 炊飯米の食味特性では、火力乾燥普通精白米では、20℃保存の粘りに、常温乾燥普通精白米の硬さに試料間の有意差が認められた。

引用文献

- 1) 大坪研一、堀米 登：食品工業，11/15，50（1995）
- 2) 武田 真：飯島記念食品化学研究振興財団年報，205（1992）
- 3) 日本穀物検定協会編：米の品種，日本穀物検定協会，p. 7，東京（1988）
- 4) 貝沼圭二，松永暁子，板川正秀，小林昭一：澱粉科学，28，235（1981）
- 5) 阿久澤さゆり，澤山 茂，川端晶子：日本食生活学会誌 7，2，45（1996）
- 6) 農林水産省農業研究センター編：稲と米〈品質を巡って〉，農林水産省技術情報協会，p. 150，東京（1987）
- 7) 澤山 茂，阿久澤さゆり，川端晶子：日本食生活学会誌 7，3，31（1996）
- 8) 福場博保：米と飯の科学，（財）全国米穀配給協会，p. 93，東京（1977）
- 9) 江幡守衛，平沢恵子：日作記，51，2，（1982）