小型精米機による各種酒米品種の精米特性評価

家村芳次・松永恒司・山下智子・*池上 勝・原 昌道
〈菊正宗酒造(株) 総合研究所, *兵庫県立中央農業技術センター酒米試験地〉

平成8年2月28日受理

Evaluation of Polishing Properties of Rice Varieties for Sake Brewing on the Laboratory-scale Polishing Machine

Studies on Quality Evaluation of Rice for Sake wrewing (Part 4)

Yoshitsugu IEMURA, Koji MATSUNAGA, Satoko YAMASHITA, Masaru IKEGAMI
and Shodo HARA

(General Research Laboratories of Kiku-Masamune Sake Brewing Co., Ltd.,
1-8-6 Uozaki-nishimachi, Higashinada-ku, Kobe, Hyogo 658, Japan

*Sake Brewer's Rice Experimental Farm, Hyogo Agricultural Research
Center, 591-1 Sawabe, Yashiro-cho, Kato-gun, Hyogo 673-14, Japan)

A simplified method using a laboratory-scale, small capacity polishing machine, for evaluation of polishing properties of rice varieties for sake brewing was studied. Of 12 methods studied, 3 methods: ratio of cracked rice grain, ratio of rice grain with residual embryo, and ratio of rice grain with residual groove, were found to be essential for the evaluation of polishing properties. By using these 3 methods the polishing properties of 20 rice varieties cultivated in the same conditions at *Sake Brewer's Rice Experimental Farm, Hyogo Agricultural Research Center* in 1992 and in 1993, were compared. As the results, the polishing properties of *Nipponbare* and *Shirayukihime* varieties were evaluated to be superior to those of the rest of the varieties tested for the two years. The relative evaluations of 1992 rice samples were almost equivalent to those of 1993 rice samples. The results suggest that the polishing properties are characteristic to each rice variety itself. Relative evaluation of the polishing properties of 2 rice varieties on the laboratory-scale polishing machine was found to be the same for that on the factory-scale polishing machine.

Key words: 小型精米機・特性評価・酒米

緒 言

精米の良否を判定する基準には無効精米歩合¹⁻³⁾, 碎米率⁴⁾, 精米時間⁵⁾, 残芽率^{6,7)}, 縦溝部の残糠指数⁸⁾, 除蛋白率, 除脂肪率^{9,10)}等の各種要因があり, これらを用いて清酒醸造に適した精米条件を設定する試みが多くなされてきたが, これらの精米条件は原料米の品種ごとの特性, すなわち, 精米特性により大きく影響を受けると考えられる。また, これまで実用レベルの大型精米機を用いた試験による米の産地別, 品種別の精米特性に関する報告は多く見られるが^{1,4,5,7,8,10)}, 少量のスケールでの報告は少なく, 荒巻他¹¹⁾の報告が見られるのみである。

酒造原料米の評価についての研究 (第4報)

そこで今回, 簡便かつ少量で行える精米特性評価法の確立を目的として, 小型試験精米機^{12,13)}を用いて各種酒米試料を精米し, 精米特性に関連すると考えられる各種項目について分析を行い, 精米特性を簡便に判定するにはどの分析項目を測定するのが適当か検討した。また, 設定した評価方法を用いて, 1992年および1993年に兵庫県立中央農業技術センター酒米試験地にて同一条件下で栽培された玄米試料各20点ずつについて, 精米特性の評価を試みたので, その結果を報告する。

実 験 方 法

1. 精米試験方法

精米機はチヨダエンジニアリング社製小型試験精米機

Table 1 Methods for evaluation of polishing properties of rice varieties

Item number	Method	Description
Brown rice		
1) Weight of 1,000 grain (g)		Brown rice grain at water content of 13.5%
2) Content of crude fat (% of dry matter)		
3) Content of crude protein (% of dry matter)		
Polished rice		
4) Loss of polishing ratio (%)		$\text{Loss of polishing ratio} = (\text{True polishing ratio}) - (\text{Apparent polishing ratio})$ $\text{True polishing ratio} = (\text{Weight of 1,000 grain of polished rice}) / (\text{Weight of 1,000 grain of Brown rice}) \times 100(\%)$ $\text{Apparent polishing ratio} = (\text{Weight of polished rice grain}) / (\text{Weight of Brown rice grain}) \times 100(\%)$
5) Ratio of cracked rice grain (%)		$\text{Ratio of cracked rice grain} = (\text{Weight of cracked rice grain}) / (\text{Weight of polished rice grain}) \times 100(\%)$
6) Ratio of rice grain with residual embryo (%)		$\text{Ratio of rice grain with residual embryo} = (\text{Number of polished rice grain with residual embryo}) / (\text{Number of polished rice grain}) \times 100(\%)$
7) Ratio of rice grain with residual groove (%)		$\text{Ratio of rice grain with residual groove} = (\text{Number of residual groove}) / [(\text{Number of polished rice grain}) \times 2] \times 100(\%)$
8) Ratio of white-core grain (%)		$\text{Ratio of white-core grain} = (\text{Weight of White-core grain}) / [(\text{Weight of polished rice grain}) - (\text{Weight of cracked rice grain})] \times 100(\%)$
9) Content of crude fat (% of dry matter)		
10) Ratio of residual crude fat (%)		$\text{Ratio of residual crude fat} = (\text{Crude fat content of polished rice}) / (\text{Crude fat content of brown rice}) \times 100(\%)$
11) Content of crude protein (% of dry matter)		
12) Ratio of residual crude protein (%)		$\text{Ratio of residual crude protein} = (\text{Crude protein content of polished rice}) / (\text{Crude protein content of brown rice}) \times 100(\%)$

HS-4 型¹²⁾を用い、玄米張り込み量 30g、ロールメッシュ #60、ロール回転数 1,000 rpm 一定で、精米歩合 70% まで精米した。なお、精米開始時には精米室温度を均一化することにより精米試験の再現性を高めるため 30g の白米を用いて 30 分間の慣らし運転を行った。

2. 玄米および白米の分析項目と分析方法

Table 1 に玄米および白米の分析項目を示した。胚芽残存率および縦溝残存率は、白米試料 3g (約 150 粒) を新 MG 染色法¹⁴⁾で染色して測定した。なお、胚芽残存率は 100 粒当たり胚芽が残った粒の割合で示し、一方縦溝残存率については白米の両側面に縦溝が残る可能性があるため両側面の縦溝とも計数し、次式により百分率で示した。

縦溝残存率 = $[(\text{残った縦溝の数}) \div (\text{白米粒数} \times 2)] \times 100(\%)$
 その他の分析項目については、国税庁所定分析法注解¹⁵⁾に従った。

3. 試料玄米

1992 年および 1993 年に兵庫県立中央農業技術センター酒米試験地にて同一条件下で栽培された玄米試料を用い精米試験を行った。また、精米試験の再現性を見るため各試料玄米について 3 回ずつ精米試験を行い、それぞれ前記の各種分析を実施し再現性を確認したうえで 3 回

の分析値の平均値を求めた。

実験結果

1. 精米による精米機のロール温度の上昇と冷却操作

予備実験として同一の試料玄米（日本晴）を用いて連続して精米試験を行ったところ、精米回数を重ねるごとに碎米率が増加する傾向が見られた。（1 回目：4.4%，2 回目：5.9%，3 回目：14.5%）これは米とロールの摩擦等によりロールと精米室の温度が上昇し、その結果、投入玄米と精米室内の温度差が大きくなり、投入玄米の品温が急激に上昇するために胚乳組織に亀裂が生じるのではないかと考えられた。そこで、精米および放冷中のロール表面温度の経時変化を測定した。結果は Fig. 1 に示すように慣らし運転直後のロール温度は 26.5℃ であったが、100 分間精米（精米歩合 70% まで精米する場合はほぼ 100 分間必要）後のロール温度は 32.4℃ に達した。そこで、精米終了後精米機のロールカバーを取り外し、ロールと精米室を放冷した。その結果、図のように 50 分以上放冷することにより精米開始前の温度までロールの温度が下がることが分かった。すなわち、精米後放冷操作を 50 分間行うことによりロールの初期温度が一定した精米試験が行えることが分かった。以上の結

Fig. 1 Changes in the temperature of roller of the polishing machine during polishing operation.

Polishing conditions: 30g of brown rice sample was supplied to the laboratory-scale polishing machine¹²⁾ (Chiyo-da engineering Co., Ltd.). #60 mesh roller and 1.2 mm sieve were used. Rotation frequency of the roller was 1,000 rpm. The sample was polished to 70% of apparent polishing ratio.

Test run: 30g of preliminary sample was polished for 30 min under the same conditions as described above.

Cooling of roller: The roller was cooled down by taking off its cover.

果から連続して精米を行う場合は1回精米が終わるごとに50分間の放冷時間を置いて精米試験を行うことにした。

2. 胚芽および縦溝残存量の比較

精米後の胚芽と縦溝の残存の程度を比較するためには、残った胚芽と縦溝の数とともに、それらの大きさも考慮する必要がある。従って、白米試料AとBについて比較する場合、胚芽残存率 x_A, y_B と残存している胚芽の大きさ（体積または重量）の平均値 $\bar{y}_A, \bar{y}_B$ を測定し、これより胚芽残存量 $x_A \times \bar{y}_A, x_B \times \bar{y}_B$ を求め比較する必要がある。しかし、もし胚芽残存率が大きい白米試料は残存する胚芽の大きさも大きい、もしくは大きさはあまり変わらない、すなわち下記の(1)が成立することが分かっているならば、その場合(2)式は必ず成立することから、胚芽残存率、 x_A, x_B の測定のみで $x_A \times \bar{y}_A$ と $x_B \times \bar{y}_B$ の相対的な大小関係を推定することができる。

$$x_A > x_B \text{ のとき } \bar{y}_A \geq \bar{y}_B \quad (1)$$

$$x_A \times \bar{y}_A > x_B \times \bar{y}_B \quad (2)$$

そこで(1)が成り立つかどうかを検討した。Fig. 2に精米後の白米を新MG染色法¹⁴⁾で染色し、胚芽が残った米粒の写真(胚芽がある側の米粒の先端方向より撮影)を示した。品種は上から、兵庫北錦、五百万石、山田錦、日本晴(何れも1993年産)であり、胚芽残存率はそれぞれ、84.5, 74.7, 35.5, 9.4%であった。写真より明らかなように、兵庫北錦や五百万石のように胚芽残存率が大きい試料は残存する胚芽の大きさも大きく、逆

Fig. 2 Relationship between the ratio of rice grain with residual embryo and the size of residual embryo.

Rice samples were cultivated in Sake Brewer's Rice Experimental Farm, Hyogo Agricultural Research Center in 1993 and polished to 70% of apparent polishing ratio under the same conditions as described in Fig. 1. The polished rice grain was stained with New MG Solution (Kanto Chemical Co., Inc.)¹⁴⁾ and their photograph was taken by placing their embryo sides up for easy view of each embryo residue which was stained densely.

Fig. 3 Relationship between the ratio of rice grain with residual groove and the size of the residual groove.

Conditions were the same as described in Fig. 2

に日本晴のように胚芽残存率が小さい試料は残存する胚芽の大きさも小さかった。また、他の試料についてもほぼ同様の傾向が見られた。これら残存する胚芽の大きさを比較する場合、正確に判定するには客観的な数値で比較する必要があるが、今回実験に用いた試料については目視の結果から、(1)がほぼ成り立つと考えられたため、簡易法として胚芽残存率のみの比較により、胚芽の残存量の相対的な比較、評価を行うことにした。

同様に、縦溝についても残存率と残存する縦溝の大きさとの関係を検討した。Fig. 3に縦溝が残った米粒の写真を示した。品種は上から、兵庫北錦、五百万石、山田錦、日本晴であり、縦溝残存率はそれぞれ、37.0, 33.2,

Table 2 Polishing properties of rice samples cultivated in 1992.

Rice variety	Brown rice			Polished rice								
	Weight of 1,000 grain (g)	Content of crude fat (%dry)	Content of crude protein (%dry)	Loss of polishing ratio (%)	Ratio of cracked grain*1 (%)	Ratio of residual embryo*2 (%)	Ratio of residual groove*3 (%)	Ratio of white-core grain (%)	Content of crude fat (%dry)	Ratio of residual crude fat (%)	Content of crude protein (%dry)	Ratio of residual protein*4 (%)
<i>Yamadanishiki</i>	27.4	2.49	7.55	1.2	8.6	19.5	32.0	60.9	0.10	4.13	4.84	64.2
<i>Gohyakumangoku</i>	25.5	3.11	8.46	0.4	2.2	29.3	31.4	74.4	0.14	4.34	5.77	68.2
<i>Hyogokitanishiki</i>	28.7	3.16	7.86	0.6	4.2	42.0	31.1	77.6	0.16	4.93	5.46	69.5
<i>Hyogoyumenishiki</i>	27.8	2.52	7.79	0.1	2.6	39.7	27.8	70.8	0.07	2.72	5.28	67.8
<i>Omachi</i>	26.3	2.32	7.52	1.4	9.0	12.3	11.4	55.0	0.06	2.43	5.14	68.3
<i>Aiyama</i>	27.9	2.73	7.43	0.5	5.7	21.8	16.6	93.9	0.10	3.63	4.86	65.4
<i>Hyoketsake 18-go</i>	29.4	2.58	7.92	1.6	20.4	11.9	70.5	81.1	0.06	2.58	5.49	69.4
<i>Shiragiku</i>	27.9	2.52	7.80	0.6	1.0	68.7	9.2	58.1	0.14	5.72	5.11	65.5
<i>Mikinishiki</i>	27.3	2.71	7.51	1.3	8.8	22.9	10.1	59.5	0.12	4.59	5.13	68.3
<i>Kinaomachi</i>	24.9	2.61	7.47	0.6	2.9	24.6	10.6	15.5	0.07	2.74	4.93	65.9
<i>Kairoyuyamadanishiki</i>	26.4	2.65	7.44	0.7	3.7	36.6	5.1	69.5	0.11	4.04	4.89	65.7
<i>Shinyamadaho 1-go</i>	24.9	2.13	7.35	1.2	13.2	14.5	23.5	47.4	0.05	2.15	4.82	65.5
<i>Saikai 134-go</i>	27.1	2.34	8.03	0.4	8.7	21.6	9.2	52.9	0.06	2.55	5.11	63.6
<i>67 R-2</i>	26.4	2.80	8.04	0.6	5.0	35.6	5.0	59.6	0.11	3.63	5.30	65.9
<i>Nipponbare</i>	22.7	2.76	7.89	0.7	5.1	3.9	3.9	0.3	0.07	2.63	5.10	64.7
<i>Kinnaze</i>	22.5	2.50	7.85	1.1	2.5	17.7	5.9	1.2	0.06	2.49	5.00	63.7
<i>Shirayukihime</i>	25.6	2.57	7.39	1.2	8.6	4.3	3.8	19.3	0.05	1.90	4.68	63.5
<i>Matsuyamamii</i>	25.4	2.37	7.61	0.4	4.2	24.9	7.7	6.5	0.06	2.73	5.09	66.9
<i>Norin 22-go</i>	22.3	2.63	7.73	1.1	1.0	15.9	23.6	1.1	0.07	2.51	5.22	67.5
<i>LA-100</i>	22.2	2.62	7.90	2.3	42.2	15.1	9.7	—	0.11	4.16	5.52	69.9

All rice samples were cultivated under the same conditions in *Sake Brewer's Rice Experimental Farm, Hyogo Agricultural Research Center*, and polished to 70% of apparent polishing ratio under the conditions as described in Fig.1.

*1 Ratio of cracked rice grain. *2 Ratio of rice grain with residual embryo. *3 Ratio of rice grain with residual groove.

*4 Ratio of residual crude protein.

Table 3 Correlations between methods

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(Brown rice)										
1. Content of crude fat	1.000									
2. Content of crude protein	0.522*	1.000								
(Polished rice)										
3. Loss of polishing ratio	-0.150	-0.180	1.000							
4. Ratio of cracked grain	-0.225	0.037	0.797**	1.000						
5. Ratio of residual embryo	0.159	0.200	-0.502*	-0.366	1.000					
6. Ratio of residual groove	0.040	0.239	0.156	0.178	-0.051	1.000				
7. Content of crude fat	0.542*	0.350	-0.138	-0.056	0.661**	0.036	1.000			
8. Ratio of residual fat	0.370	0.240	-0.071	-0.001	0.719**	0.005	0.951**	1.000		
9. Content of crude protein	0.440	0.826**	0.054	0.260	0.205	0.441*	0.456*	0.339	1.000	
10. Ratio of residual protein	0.146	0.259	0.304	0.404	0.119	0.479*	0.372	0.303	0.752**	1.000

**: 1% significant. *: 5% significant.

Values are correlation coefficients.

19.2, 8.9% であった。写真より明らかなように、兵庫北錦や五百万石のように縦溝残存率が大きい試料は残存する縦溝の大きさも大きく、一方、日本晴のように縦溝残存率が小さい試料は残存する縦溝の大きさも小さい傾向が見られた。この結果から、胚芽の場合と同様に、縦溝についても簡易法として縦溝残存率のみの比較により、縦溝の残存量の相対的な比較、評価を行うことにした。

3. 精米特性に関連する各種分析項目間の相関関係

兵庫県立中央農業技術センター酒米試験地で同一条件下で栽培された 1992 年産玄米試料 20 点について精米試験を行い、精米特性に関連する各種分析項目の測定を行った結果を Table 2 に示した。また、Table 2 の分析結果より分析項目間の相関分析を行い、その結果を Table 3 に示した。

ここで特に碎米率、胚芽残存率および縦溝残存率の 3 項目に着目した。まず、碎米率は無効精米歩合との相関が非常に高かった ($r=0.797^{**}$)。碎米率と無効精米歩合との関係は経験的によく知られているが、今回の実験でも確認された。また、碎米率は実際の酒造工程に与える影響も大きいため、精米特性を評価するうえで不可欠であると考えた。

次に注目されたのは、胚芽残存率と粗脂肪残存率との関係であり、両者の相関も非常に高かった ($r=0.719^{**}$)。従って、胚芽残存率は測定に手間のかかる粗脂肪残存率を推定する有効な目安になると考えた。また、粗脂肪と胚芽残存率との関係については次のような興味ある知見も得られた。すなわち、胚芽残存率と白米粗脂肪との相関係数は 0.661** で玄米粗脂肪と白米粗脂肪との相関係数 0.542* よりもかなり大きかった。これは粗脂肪の少ない白米が得られるかどうかは、玄米の粗脂肪が多いか少ないかよりも、胚芽の取れやすさによって、より強く

影響されることを示しており、精米特性を評価するうえで胚芽残存率が特に重要であることが示唆された。さらに、縦溝残存率も粗蛋白残存率と相関関係 ($r=0.479^{*}$) が認められたため評価項目の一つとした。以上の結果から精米特性を簡便に評価する分析項目として碎米率、胚芽残存率および縦溝残存率の 3 項目を採用することにした。

4. 胚芽残存率、縦溝残存率および碎米率から見た各種酒米の精米特性評価

兵庫県立中央農業技術センター酒米試験地で同一条件下で栽培された 1992 年産玄米試料 20 点の精米試験の結果のうち胚芽残存率、縦溝残存率および、碎米率の 3 項目の測定値を積み上げグラフとして Fig. 4 に示した。なお、白雪姫はかなり心白が見られたが、本来飯用米として開発された品種であり¹⁰⁾、酒造好適米として認められていないため、一般米に分類した。Fig. 4 は単純に測定値の合計を示したものであり、これをそのまま精米特性の総合評価と見なすことはできないが、日本晴と白雪姫は 3 項目の測定値すべてが低いため、今回の試料の中では最も精米特性が優れると考えられた。

また、分析した品種が一部異なるが同じく兵庫県立中央農業技術センター酒米試験地で同一条件下で栽培された 1993 年産玄米試料 20 点の精米試験の結果を Fig. 5 に示した。ここでも日本晴と白雪姫の精米特性が特に優れており、1992 年産の試料と同様の結果を得た。また、心白米の中では山田錦が比較的優れていた。

5. 小型試験精米機と大型実用精米機による精米特性の比較

以上のように今回設定した精米試験方法により、少量の玄米試料で精米特性がほぼ評価できると考えられたが、張り込み量 30 g という極めて少量スケールの試験

Fig. 4 Polishing properties of rice samples cultivated in 1992.

Ratio of rice grain with residual embryo, ratio of rice grain with residual groove, and ratio of cracked rice grain were shown in a layer diagram. All rice samples were cultivated under the same conditions in Sake Brewer's Rice Experimental Farm, Hyogo Agricultural Research Center.

Fig. 5 Polishing properties of rice samples cultivated in 1993.

Methods were the same as described in Fig. 4.

結果が実用スケールの大型精米機による精米特性と対応するかどうか、極めて重要な問題が残されている。そこで、同一ロットの玄米試料2種（福井県産五百万石および兵庫県産日本晴）を使用して、実用スケール大型精米機（（株）チョダエンジニアリング製桜号（玄米張り込み量：1,800 kg））、小型試験精米機として、全国酒米統一

分析¹⁷⁾で使用されている（株）佐竹製作所製テストミル（玄米張り込み量：150 g）、および今回用いた（株）チョダエンジニアリング製小型試験精米機 HS-4 型（玄米張り込み量：30 g）の3種類の精米機を用いて精米特性評価が一致するかどうか検討した。結果は、Table 4 に示すように測定値自体は用いる精米機により著しく異なっ

Table 4 Comparison of polishing properties on various scale of polishing machines

Polishing machine	Sample of brown rice	Ratio of rice grain with residual embryo (%)	Ratio of rice grain with residual groove (%)	Ratio of cracked rice grain (%)
Factory-scale polishing machine* ¹	<i>Gohyakumangoku</i> * ⁴	4.2	48.6	5.5
	<i>Nipponbare</i> * ⁵	2.5	13.3	4.9
Laboratory-scale polishing machine I* ²	<i>Gohyakumangoku</i> * ⁴	42.1	28.9	9.9
	<i>Nipponbare</i> * ⁵	15.7	5.1	5.0
Laboratory-scale polishing machine II* ³	<i>Gohyakumangoku</i> * ⁴	20.0	51.0	6.8
	<i>Nipponbare</i> * ⁵	13.1	15.4	4.4

Polishing ratio : 70% Mesh of the roller : #60

 *¹ Model *Sakura-go* (*Chiyoda Engineering Co., Ltd.*). Brown rice 1,800 kg was supplied.

 *² Model Testmill (*Satake Engineering Co., Ltd.*). Brown rice 150 g was supplied.

 *³ Model HS-4 (*Chiyoda Engineering Co., Ltd.*) Brown rice 30 g was supplied.

 *⁴ Cultivated in *Fukui* prefecture in 1993.

 *⁵ Cultivated in *Hyogo* prefecture in 1993.

たが、品種間の相対的な精米特性の評価はいずれの精米機を用いてもほぼ同じ結果が得られることが分かった。すなわち、五百万石より日本晴の方が胚芽、縦溝ともに取れやすく砕率が少ないという結果はいずれの精米機を用いても同じであった。以上の結果から小型精米機を用いた精米試験により、試料ごとの精米特性の相対的な比較、すなわち、相対評価は可能であることが分かった。

考 察

近年、米の育種技術の急速な進歩とともに酒米の新品種育成も全国各地で活発に行われている¹⁸⁾。米の新品種育成においては交配や人為的突然変異の誘発あるいはその他の育種技術による新しい変異の作出が最も重要な過程であるが、それとともに作出された個体、系統の中から優良な形質、すなわち、優れた酒造適性、栽培特性をもつ個体、系統をいかに効率良く選抜するかがきわめて重要な課題である¹⁹⁾。酒造特性の評価法として酒米統一分析法が最も一般的に用いられているが、この方法は酒造特性を評価するうえでは優れた方法であるが一点の分析に少なくとも玄米試料 150 g を要し、また、かなりの手間と時間を必要とするため、育種の初期世代における個体、系統の選抜方法としては利用しにくい。また近年吟醸、純米等特定名称酒の製造比率が増加し、それに伴い精米歩合が年々下がりがつあることから、新しい酒米品種にとって精米特性が優れていることは必須条件であり¹⁹⁾、精米特性の評価が特に重要になってきている。

そこで本報では、少量の試料で簡便に精米特性を判定できる評価方法を開発することを目的として、荒巻他¹²⁾により開発された小型試験精米機を用い、30 g の玄米で精米特性を評価する方法を検討した。まず、精米後各種

分析を行い分析項目間の相関関係を検討した。その結果、砕米率と無効精米歩合、および胚芽残存率と粗脂肪残存率との間に強い相関関係が認められ、また、縦溝残存率と粗蛋白残存率との間にも相関関係が認められた。

玄米の脂質のうち非デンプン脂質は主にスフェロソーム (lipid body と呼ばれることもある) として糊粉層 (アリュエロン層) と胚芽に多く分布していることが知られている²⁰⁻²⁴⁾。特に胚芽は、玄米の各組織のなかで脂質含有率が最も高く、重量の約 35% が脂質であり、その大部分が中性脂質で主にトリグリセリドからなっている²²⁻²⁴⁾。また胚芽 (胚盤) は、胚乳に深く埋まりこんでおり、特に胚乳内へ入り込みが深い米では、精米によって取り除きにくい^{22,25)}ことから、この部分が完全に取り除けるかどうかは白米の粗脂肪含量に与える影響が非常に大きいと考えられる。

一方玄米のタンパク質は、主にアリュエロン顆粒あるいはプロテインボディ (Type I および Type II) 等のタンパク性顆粒として、それぞれ糊粉層 (アリュエロン層) およびそのすぐ内側のサブアリュエロン層に多く分布している²⁶⁾。このうち糊粉層は精米によって除かれるが、完全に除かれるかどうかは糊粉層の厚さとともに、粒側面の縦溝の深さが強く影響することが知られている²⁵⁾。すなわち、米粒の充実がよく縦溝が浅い米は、周囲にそって平均に削れば糊粉層は除かれるが、同じ大きさの米でも縦溝が深いと、一番深い縦溝内の糊粉層は削られにくい。また、この縦溝の深さは品種や気象、登熟程度によって異なるが、一般に胚乳貯蔵物質の蓄積がわるく、完全に充実しなかった玄米は縦溝が深いとされている²⁵⁾。いずれにせよ縦溝残存率が高いことはタンパク性顆粒が多く分布する糊粉層や、そのすぐ内側のサブ

リユーロン層が多く残っていることを示す指標となると考えられる。

以上の結果から碎米率と胚芽残存率および縦溝残存率の3項目を測定することにより精米特性を評価する方法を設定した。この方法により、1992年および1993年に兵庫県立中央農業技術センター酒米試験地にて同一条件下で栽培された玄米試料各20点ずつについて精米特性の評価を試みたところ、2年とも一般米のなかでは日本晴と白雪姫の精米特性が優れ、また、心白米のうち兵庫県において生産量の多い山田錦、五百万石、兵庫北錦の3品種のなかでは山田錦が最も優れ、以下五百万石、兵庫北錦の順であった。1992年と1993年では夏期の気象条件が全く異なり、特に1993年は記録的な冷害の年であったが、同一品種についてはほぼ同様の評価（相対評価）が得られたことから、精米特性はそれぞれの品種固有の特性である可能性が考えられた。なおこの点については、今後より多くの試料について分析を行い、確認する必要がある。

さらに、二種類の同一ロットの玄米試料を用い、ここで用いた小型試験精米機と(株)佐竹製作所製テストミルおよび大型実用精米機において同一の精米特性評価が得られるか検討した。その結果、精米機により測定値自体はかなり異なった。すなわち、胚芽残存率は実用精米機で低く、縦溝残存率は(株)佐竹製作所製テストミルで低かった。この理由については、小型試験精米機の場合はいずれも1,000 rpm一定で精米したのに対し、実用精米機の場合は初期に高速で運転するため胚芽残存率が低かったと考えられる。また、(株)佐竹製作所製テストミルは横型精米機であるため他の2機種に比べ縦溝残存率が低かったと考えられる。しかしながら、玄米試料間の相対的な評価はいずれの精米機においてもほぼ一致したことから、試料ごとの精米特性の相対的な比較、すなわち、相対評価は可能であることが分かった。

本研究により設定した試験方法であれば玄米30gにより精米特性の評価が可能である。さらに、得られた白米を用い、精米特性とともに酒造特性として特に重要と考えられるタンパク含量^{27,28)}、心白率および吸水性²⁹⁻³¹⁾等を測定すれば、酒造特性に関するおおよその評価が可能であると考えられる。今後は本研究で設定した酒米の評価方法を用い新しい酒米の育成に取り組む予定である。

要 約

(1) 小型試験精米機を用いて玄米試料の精米特性を評価する方法を検討した。精米後、精米特性に関連する各種分析を行い、分析項目間の相関関係を検討したところ、碎米率と無効精米歩合、および胚芽残存率と粗脂肪

残存率との間に強い相関関係が認められ、また、縦溝残存率と粗蛋白残存率との間にも相関関係が認められた。この結果から、簡便法として碎米率、胚芽残存率および縦溝残存率の3項目を測定することにより精米特性を評価する方法を設定した。

(2) この方法により、1992年および1993年に兵庫県立中央農業技術センター酒米試験地にて同一条件下で栽培された玄米試料各20点ずつについて精米特性の評価を行ったところ、2年とも日本晴と白雪姫の精米特性が最も優れていた。また、他の同一品種についても2年ともほぼ同様の相対評価が得られた。

(3) 小型試験精米機と大型実用精米機と同一の精米特性評価が得られるか検討した結果、試料間の相対的な評価はほぼ一致した。

文 献

- 1) 豊沢 誠, 米崎治男: 醸工, 37, 64-68 (1959)
- 2) 米崎治男: 醸協, 59 (7), 546-550 (1964)
- 3) 丸山新次, 弥永俊次, 小林 健, 福田 央, 志垣邦雄, 大場俊輝: 醸協, 83 (4), 265-271 (1988)
- 4) 市川邦介, 安藤孝雄: 醸工, 42 (8), 492-502 (1964)
- 5) 吉沢 淑, 石川雄章, 野白喜久雄: 醸協, 68 (8), 614-617 (1964)
- 6) 高梨哲彦, 栗田 博: 醸協, 58 (12), 1224-1228 (1963)
- 7) 松本 豪, 辰巳忠次: 醸工, 44 (5), 271-275 (1966)
- 8) 松本 豪, 辰巳忠次: 醸工, 42 (6), 371-374 (1964)
- 9) 野白喜久雄, 松田真吉, 石井 治, 益田士郎: 醸協, 49 (5), 206-210 (1954)
- 10) 野白喜久雄, 石井 治, 萱島昭二, 中川清道, 青木光夫: 醸協, 51, 550-553 (1956)
- 11) 荒巻 功, 小川 清, 山本幸治, 鈴木潤一, 菅野正彦, 木崎康造, 岡崎直人: 生物工学, 73 (5), 381-386 (1995)
- 12) 荒巻 功, 武田俊久, 清水 明, 増井計彦, 木崎康造, 小林信也, 岡崎直人: 醸協, 88 (8), 639-644 (1993)
- 13) 武田俊久, 荒巻 功, 木崎康造, 岡崎直人: 醸協, 89 (6), 477-480 (1994)
- 14) 熊谷知栄子: 醸協, 74 (2), 99 (1979)
- 15) 注解委員会編: 第4回改正国税庁所定分析法注解 (1993)
- 16) 米品種大全: p.109, 米穀データバンク (1996)
- 17) 吉沢 淑: 醸協, 72 (5), 331-337 (1977), 77 (10), 656-661 (1982), 77 (11), 798-805 (1982)
- 18) 世古晴美: 第19回酒米懇談会講演要旨集, p.19-27 (1995)
- 19) 畠山俊彦: 醸協, 89 (1), 6-12 (1994)
- 20) D. B. BECHTEL, Y. POMERANZ: *Am. J. Botany*, 64, 966-973 (1977)

- 21) D. B. BECHTEL, Y. POMERANZ : *Am. J. Botany.*, 65, 75-85 (1978)
- 22) 藤野安彦：油化学, 32 (2), 67-81 (1983)
- 23) N. H. CHOUDHURY, B. O. JULIANO, *Phytochemistry*, 19, 1063-1069 (1980)
- 24) N. H. CHOUDHURY, B. O. JULIANO, *Phytochemistry*, 19, 1385-1389 (1980)
- 25) 星川清親著：イネの生長, p. 29, 299 (社)農山漁村文化協会 (1992)
- 26) 田中國介：化学と生物, 17 (12), 777-782(1979)
- 27) 家村芳次, 藤田栄信：醸協, 77 (4), 255-259 (1982)
- 28) 家村芳次, 太田ゆかり, 原 昌道：醸協, 90(12), 947-952 (1995)
- 29) 家村芳次, 藤田栄信：醸協, 77 (4), 260-264 (1982)
- 30) 影山由香里, 家村芳次, 古川彰久, 川崎 恒：平成2年度生物工学会大会講演要旨集, p.92(1990)
- 31) 家村芳次, 影山由香里, 松永恒司, 原 昌道：醸協, 91 (7), 515-520 (1996)