

〔生物工学会誌 第74巻 第2号 97-103. 1996〕

酒米特性に及ぼす酒造好適米の心白の影響[†]柳内 敏靖*・山本 拓美・宮崎 紀子
長野 知子・若井 芳則黄桜酒造株式会社
〒612 京都市伏見区塩屋町223

(平成7年6月22日受付 平成7年10月21日受理)

Influence of Grain Type on Physical and Chemical Properties of Rice for Sake Brewing[†]

TOSHIYASU YANAGIUCHI,* HIROMI YAMAMOTO, NORIKO MIYAZAKI, TOMOKO NAGANO, and YOSHINORI WAKAI (Kizakura Sake Brewing Co., Ltd., 223 Shiyo-machi, Fushimi-ku, Kyoto 612) Seibutsu-kogaku 74: 97-103, 1996.

The grains of rice varieties mainly used for sake brewing are of two types, one with a central white core (*shinpaku*) and one without such a core (*muhaku*). The differences between the properties of the two types of grain were investigated. With respect to their physical properties, differences were observed in the weight of 1,000 grains, total gap volume, dynamic viscoelasticity and specific gravity. In the case of their chemical components, however, the two types of grain showed no clear differences. In the polishing process, *shinpaku* grains were more breakable than *muhaku*. In a digestion test, *shinpaku* grains had a higher digestibility value [dissolved sugar concentration (Brix)] than *muhaku*. However, differences in digestibility were found to be more highly significant among rice varieties than between the two types of grain.

[Key words: *shinpaku*, rice for sake brewing, total gap volume, digestibility of steamed rice]

清酒醸造において用いられる原料米には、一般米と酒造好適米があり、このうち酒造好適米は一般米と比較して大粒であり、吸水性がよく、醪での溶解性がすぐれているなどの特徴がある。さらに、酒造好適米には粒の中心部に白色不透明の部分をもつ心白粒が混在しており、酒造用原料米としてもっとも重要な特徴であると考えられている。この心白部では登熟期の物質移動が悪く、他の部分に比べ細胞内のデンプン粒の充実度が小さいとされており、安藤と市川¹⁾は、電子顕微鏡による米粒の胚乳構造の観察を行い、心白部分はデンプン粒の蓄積が少なく、粒子間の間隙が大きいことを報告している。

酒造好適米は清酒醸造にたずさわる杜氏や技術者の間で尊重されているが、これは製麹時に破精込みが良く、麹が造りやすいこと、醪での溶解性がすぐれていること、望ましい蒸米と考えられている外硬内軟の蒸米が得られやすいこと、さらに吟醸酒醸造には山田錦などの酒造好適米品種が特に酒質が良好であることに因っている。このような酒造好適米の特性の要因は心白にあると考えられており、現在、各地の農業試験場などで行われている酒造好適米の新品種育成においては、^{2,3)}心白粒の発現率を高くすることが目標の一つにされている。しかしながら、心白粒が酒造適性に与える影響は、影山⁴⁾が心白粒と無白粒を分別し、吸水性に差異が見られることを報告している以外には、十分明らかにされているとは言えず、より詳細な検討が重要と考えられる。ここでは酒造好適米の心白粒と無白粒を分別し、物理的、化学的性質および酒造米とし

[†] 原料米の酒造適性に関する研究 (第2報)。

Studies on the suitability of rice for sake brewing (II).

* 連絡先, Corresponding author.

Table 1. Rice grain features analyzed.

Feature	Abbreviation
Weight of 1,000 brown rice grains (g)	Weight 1,000
Lateral area of brown rice grain (mm ²)	Area
Specific gravity of polished rice grain	Specific gravity
Crude protein content in polished rice grain (%)	Crude protein
Potassium content in polished rice grain (ppm)	Potassium
Manganese content in polished rice grain (ppm)	Manganese
Water absorption rate of polished rice grain after 20 min steeping (%)	Water absorption (20)
Water absorption rate of polished rice grain after 120 min steeping (%)	Water absorption (120)
Water absorption rate of polished rice grain after steaming (%)	Water absorption (ST)
Digestibility of polished rice grain (Brix)	Digestibility (Br)
Digestibility of polished rice grain (Formol-nitrogen)	Digestibility (FN)

て重要と考えられる特性について検討した。

実験方法

供試原料米 平成4年産および平成5年産の酒造好適米8品種11点を使用した。精米にはサタケ製テスト精米機を用い、目標精米歩合まで精米後、一定水分に調湿して使用した。

心白粒と無白粒の分別方法 酒造好適米における心白粒と無白粒の分別には、静岡製機株式会社製品質判定機を一次分別として用い、さらに目視によって完全な心白粒と心白が見られない無白粒に分けた。

原料米の物理的、化学的性質 分析項目を Table 1 に示した。千粒重、粗タンパク質、吸水性、消化性、カリウム含量の測定は国税庁所定分析法⁵⁾によった。

米粒の比重の測定は百瀬と吉沢⁶⁾の方法に従い、四塩化炭素—トルエン混液を用いる浮沈法で行った。白米のマンガン、カルシウム、マグネシウム含量の測定は原子吸光法によった。

動的粘弾性および玄米面積の測定 株式会社東洋精機製レオログラフマイクロ粘弾性測定装置⁷⁾を用いた。白米を15°C、16時間浸漬後、30分間蒸きょうした蒸米を用い、1粒ずつの弾性率、粘性率を測定した。この

Table 2. Influence of *shinpaku* on physical properties of rice.

Variety	Where harvested	Weight 1,000 (g)		Area (mm ²)		Specific gravity	
		<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>
<i>Gohyakumangoku</i>	Fukui	28.33	25.67	13.3	11.9	1.456	1.461
<i>Gohyakumangoku</i>	Kyoto	27.67	26.00	12.8	12.4	1.459	1.460
<i>Yamadanishiki</i>	Hyogo	28.67	27.67	13.9	12.7	1.456	1.462
<i>Yamadanishiki</i>	Fukuoka	27.67	26.33	13.2	12.5	1.450	1.465
<i>Okuhomare</i>	Fukui	31.33	28.67	13.9	13.1	1.447	1.462
<i>Tamazakae</i>	Shiga	30.33	28.33	13.4	12.5	1.456	1.464
<i>Iwai</i>	Kyoto	28.67	26.67	13.5	12.3	1.447	1.466
<i>Wakamizu</i>	Kyoto	26.33	26.00	13.2	12.2	1.454	1.465
<i>Shikeisake No. 56</i>	Shiga	28.67	24.33	13.3	11.7	1.449	1.469
Average		28.63	26.63	13.4	12.4	1.453	1.464
Result of variance analysis	Variety ^a	*					
	<i>Shinpaku</i> ^a	**		**		**	

^a Component of variance analysis.

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

装置の画像処理機能を用い、もっとも広い面に直角に光を当てた時の投影面積の測定もあわせて行った。

総空隙量の測定 Itoら⁹⁾の方法により測定した。すなわち、蒸米を15°Cで24時間浸漬したときの吸水量を総空隙量とした。

粉碎米による消化性試験 白米を餅日本精機製作所製遠心式粉碎機(レッチミル)を用い粉碎し、径0.5 mmのスクリーンを通過する区分を粉碎米として使用した。この場合乾式で粉碎した後、吸水率30%になるように水を加え蒸きょうし、その後は常法どおり消化性試験を行った。

実験結果

心白粒と無白粒の物理的性質の差異 7品種9点の酒造好適米を用い、心白粒と無白粒に分別後、物理的な性質の差異について検討を行った(Table 2)。玄米千粒重および玄米の投影面積は、いずれの品種においても心白粒において無白粒よりも大きくなった(危険率1%で有意)。これまでも、千粒重と心白の発現に正の相関関係があること⁹⁾が報告されており、同一品種においても、心白粒が無白粒に比べ発育がよいことが明らかとなった。これに対して、白米比重は心白粒で無白粒に比べ小さくなった(危険率1%で有意)。安藤と市川¹⁾の報告にあるように、心白粒では無白粒に比べデンプン粒子間の間隙が大きく、その結果比重が小さくなったと考えられた。

精米適性に及ぼす心白の影響 Fig. 1に五百万石をテスト精米機を用い、みかけ精米歩合50%まで精米した場合の、真精米歩合の変化を心白粒、無白粒それぞれについて計測した結果を示した。無白粒に比べ心

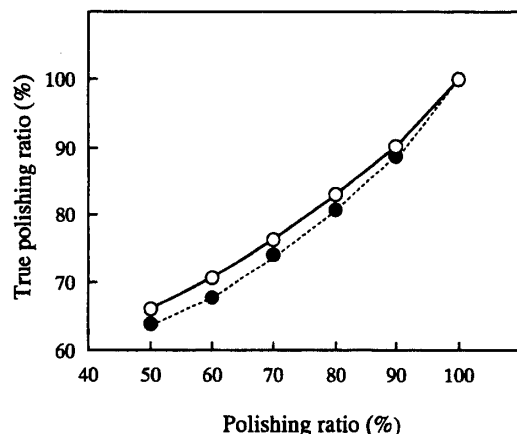


Fig. 1. Influence of *shinpaku* on true polishing ratio. Symbols: ○, *shinpaku*; ●, *muhaku*.

白粒において真精米歩合が高くなり、心白粒においては碎米の発生率が高く、無効精米歩合が高くなることと考えられた。さらに Fig. 2 には、各品種の無白粒歩合と50%精米時の完全粒歩合の関係を示した。無白粒歩合の大きい玉栄(滋賀)、山田錦(兵庫、福岡)などの品種において、完全粒歩合が高くなる傾向を示した。以上の結果は、心白粒が無白粒に比べ精米時に割れやすく、心白率が高い品種の場合には、精米適性、特に高度精米に対する適性が悪くなることを示唆していると考えられた。

心白粒と無白粒の化学的性質の差異 心白粒と無白粒の化学的性質の差異について検討を行った。ここでは酒造用で用いられる平均的な精米歩合70%の精白米について比較した。Table 3に粗タンパク質、カリウム含量、マンガン含量を示した。粗タンパク質、カリウム含量については、いずれの品種においても心白粒と無白粒の間で大きな差は見られなかった。品種間では、粗タンパク質は山田錦(兵庫、福岡)で低く、おくほまれ(福井)、幸玉(島根)、五百万石(京都)で高くなり、カリウム含量は祝(京都)で低く、五百万石(福井)、おくほまれ(福井)で高くなり、有意差が見られた。マンガン含量については心白粒で無白粒に比べ多く、分散分析の結果から両者の間は1%の危険率で有意となった。この他データは示さないが、デンプン価、粗脂肪、カルシウム、マグネシウム含量について測定を行った結果、心白粒と無白粒で有意な差は見られなかった。

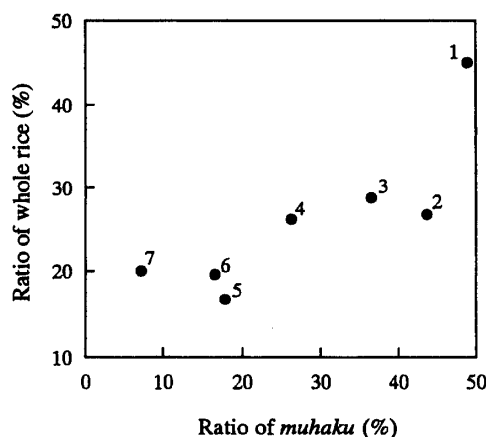


Fig. 2. Relationship between ratios of *muhaku* and whole rice. Ratio of whole rice (%) = 100 - cracked rice ratio. 1, *Tamazakae* (Shiga); 2, *Yamadanishiki* (Hyogo); 3, *Yamadanishiki* (Fukuoka); 4, *Gohyakumangoku* (Fukui); 5, *Okuhomare* (Fukui); 6, *Wakamizu* (Kyoto); 7, *Shikeisake No. 56* (Shiga).

Table 3. Influence of *shinpaku* on chemical properties of rice.

Variety	Where harvested	Crude protein (%)		Manganese (ppm)		Potassium (ppm)	
		<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>
<i>Gohyakumangoku</i>	Fukui	5.53	5.73	8.82	8.67	629	624
<i>Gohyakumangoku</i>	Kyoto	5.83	6.07	10.19	9.63	535	505
<i>Gohyakumangoku</i>	Niigata	5.03	5.16	7.77	7.53	561	528
<i>Yamadanishiki</i>	Hyogo	4.99	4.82	9.13	8.87	596	608
<i>Yamadanishiki</i>	Fukuoka	5.05	4.88	12.04	12.03	595	588
<i>Okuhomare</i>	Fukui	6.16	6.05	12.62	12.19	617	637
<i>Tamazakae</i>	Shiga	5.27	5.10	10.73	10.46	573	607
<i>Iwai</i>	Kyoto	5.26	5.12	14.78	13.64	503	514
<i>Wakamizu</i>	Kyoto	5.53	5.72	9.17	8.63	558	572
<i>Sachidama</i>	Shimane	6.04	5.75	7.83	7.49	540	615
Average		5.47	5.44	10.13	9.91	571	580
Result of variance analysis	Variety ^a	**		**		**	
	<i>Shinpaku</i> ^a			**			

^a Component of variance analysis.

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

心白の発現は肥料要素のなかでは窒素との関係が深く、適量の窒素施用が心白発現を増加させ、多窒素では減少すると考えられている。^{9,10)} また、カリは欠乏

により、心白の発現を著しく低下させ、珪酸石灰は発現率を高めることが報告されている。¹¹⁾ これらの効果は、光合成機能を増大させ、登熟を良くして粒張りを

Table 4. Influence of *shinpaku* on dynamic viscoelasticity and total gap volume of steamed rice.

Variety	Where harvested	Modulus of elasticity ($\times 10^6$ dyn/cm ²)		Modulus of viscosity ($\times 10^4$ dyn/cm ² ·s)		Loss tangent		Total gap volume (g water/g dry rice)	
		<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>
<i>Gohyakumangoku</i>	Fukui	2.50	1.94	6.58	7.79	0.284	0.338	1.71	1.44
<i>Gohyakumangoku</i>	Kyoto	2.03	2.31	5.18	6.09	0.315	0.336	1.60	1.42
<i>Gohyakumangoku</i>	Niigata	1.53	2.16	3.70	5.95	0.299	0.338	1.66	1.43
<i>Yamadanishiki</i>	Hyogo	1.53	1.56	3.92	4.86	0.266	0.267	2.02	1.79
<i>Yamadanishiki</i>	Fukuoka	2.42	2.52	5.68	6.51	0.297	0.321	1.92	1.86
<i>Okuhomare</i>	Fukui	1.89	2.06	4.87	5.30	0.314	0.324	1.45	1.34
<i>Tamazakae</i>	Shiga	2.36	2.57	6.12	6.99	0.334	0.342	1.54	1.23
<i>Iwai</i>	Kyoto	1.92	2.21	4.20	5.18	0.276	0.301	1.69	1.72
<i>Wakamizu</i>	Kyoto	1.31	1.94	3.02	5.24	0.299	0.363	1.79	1.48
<i>Sachidama</i>	Shimane	3.19	2.63	5.99	7.48	0.322	0.366	1.65	1.70
Average		2.07	2.19	4.93	6.14	0.301	0.330	1.70	1.54
Result of variance analysis	Variety ^a	*		**		*		**	
	<i>Shinpaku</i> ^a			**		**		**	

^a Component of variance analysis.

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

Table 5. Influence of *shinpaku* on water absorption rate and digestibility of rice.

Variety	Where harvested	Water absorption (20) (%)		Water absorption (120) (%)		Water absorption (ST) (%)		Digestibility (Br)		Digestibility (FN)	
		<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>
<i>Gohyakumangoku</i>	Fukui	29.5	22.7	29.9	25.5	29.7	24.4	12.4	10.6	2.1	2.0
<i>Gohyakumangoku</i>	Kyoto	24.9	23.9	25.8	26.1	25.9	26.2	11.4	11.4	2.1	2.4
<i>Gohyakumangoku</i>	Niigata	27.5	21.9	28.6	25.1	27.8	25.2	12.0	11.6	2.0	2.1
<i>Yamadanishiki</i>	Hyogo	26.9	25.7	27.8	27.3	30.0	29.4	14.6	14.9	2.0	2.0
<i>Yamadanishiki</i>	Fukuoka	27.1	25.4	27.7	26.9	29.4	29.6	14.2	13.7	2.2	2.1
<i>Okuhomare</i>	Fukui	25.3	22.9	26.2	25.3	26.7	24.3	11.8	10.4	2.5	2.3
<i>Tamazakae</i>	Shiga	25.5	20.4	27.2	25.9	26.9	24.8	11.3	10.0	2.1	2.1
<i>Iwai</i>	Kyoto	27.6	26.3	28.4	28.0	28.5	28.7	12.6	12.6	2.2	2.1
<i>Wakamizu</i>	Kyoto	29.4	23.7	29.8	27.3	32.8	29.2	13.7	12.0	2.2	2.1
<i>Sachidama</i>	Shimane	27.4	26.4	28.0	28.6	30.9	31.1	14.3	13.2	2.3	2.1
Average		27.1	23.9	27.9	26.6	28.9	27.3	12.8	12.0	2.2	2.1
Result of variance analysis		Variety ^a		Shinpaku ^a		*		**		**	
		**		*		*		**		**	

^a Component of variance analysis.

* Significant at 5% level. ** Significant at 1% level.

良くすることで、心白発現が良くなることにあると考えられる。今回、白米の心白粒と無白粒ではマンガンを除く成分で差は見られず、各肥料要素の米粒間での偏りは無く、発酵工程および酒質への影響は少ないと考えられた。マンガン含量が心白粒で多い理由は明らかではないが、その差は小さく、品種間の差の方が大きかった。

心白粒、無白粒の動的粘弾性および総空隙量 心白粒および無白粒の内部の組織構造について検討するため、蒸米の動的粘弾性および蒸米における総空隙量の比較結果を Table 4 に示した。損失正接は位相のずれにともなうエネルギーの損失の割合を表している。これらは蒸米内部のレオロジー的性質の指標として有効である。¹²⁾ 動的弾性率については有意水準には達しなかったが、五百万石(福井)、幸玉(島根)以外の品種では心白粒で小さくなった。動的粘性率および損失正接は、有意水準1%で心白粒が無白粒に比べ小さくなった。また、品種間でも動的弾性率、動的粘性率および損失正接のいずれも有意な差が認められた。これらの違いは、同一品種内での心白粒と無白粒間および品種間における内部組織構造の差異によると考えられた。

蒸米の総空隙量は心白粒において有意に多くなり、心白粒において無白粒に比べ比重が小さい(Table 2)理由として、内部空隙量が多いことが影響していると考えられた。また、品種間でも総空隙量に有意差が認められた。

白米吸水率および蒸米消化性 白米における20分吸水率、120分吸水率および蒸米消化性試験の結果を Table 5 に示した。20分吸水率はいずれの品種においても心白粒で多く(1%の危険率で有意)、120分吸水率についても品種により程度の差が見られたが、やはり心白粒でやや多い傾向があった(5%の危険率で有意)。蒸米消化性試験では蒸米吸水率、全糖(Brix)の生成が無白粒に比べ心白粒で多く、有意差が認められた。心白粒と無白粒では化学的性質に大きな違いが見られないことより(Table 3)、吸水性と消化性試験の溶解性における差異には、心白粒の内部の組織構造の違いが影響していると考えられた。一方、消化性試験の全糖の生成は品種間においても1%の危険率で有意差が見られ、山田錦(兵庫、福岡)、幸玉(島根)は心白粒および無白粒のいずれも他の品種に比べ溶解性がすぐれていた。アミノ酸度については心白粒と無白粒で差は見られず、白米成分において粗タンパク質に差

Table 6. Differences in digestibility of powdered polished rice between *shinpaku* and *muhaku*.

Variety	Where harvested	Water absorption (ST) (%)		Digestibility (Br)	
		<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>	<i>Shinpaku</i>	<i>Muhaku</i>
<i>Gohyakumangoku</i>	Kyoto	32.0	31.4	13.9	14.2
<i>Gohyakumangoku</i>	Fukui	34.8	28.6	13.7	13.2
<i>Yamadanishiki</i>	Hyogo	28.8	28.9	13.3	13.6
<i>Okuhomare</i>	Fukui	29.0	31.6	13.4	14.0
<i>Tamazakae</i>	Shiga	31.4	31.9	13.6	13.4
Average		31.2	30.5	13.6	13.7
Result of variance analysis	Variety ^a <i>Shinpaku</i> ^a				

^a Component of variance analysis.

* Significant at 5% level.

** Significant at 1% level.

がないことと一致した。

粉碎米による消化性試験 吉沢ら¹³⁾は米粒および米粉での消化性試験の比較から、米粒の構造と溶解性との関係について検討している。この中で米粒の場合に見られた、品種間での消化性試験での全糖生成の差異は、米粉にした場合見られなくなり、米粒の溶解性には胚乳細胞およびその配列が関係していることを報告している。そこで心白粒と無白粒を分別後粉碎し、吸水率30%になるように水を加え蒸きょうし、その後常法どおり消化性試験を行った (Table 6)。この場合には、心白粒と無白粒間で蒸米吸水率、全糖生成量にほぼ差が見られなくなった。心白粒と無白粒の溶解性の差異は、心白粒において内部のデンプン粒子間の間隙量が多い構造が、消化性試験における酵素の米粒内部への侵入のしやすさに影響した結果と考えられた。品種間においても、粉碎することにより消化性試験での溶解性に差は見られなくなり、品種間の内部組織構造の違いが溶解性に影響していると考えられた。また、吉沢ら¹³⁾が報告しているように、胚乳細胞膜が心白粒で損傷を受けた状態になっていることが考えられるが、これについては、より詳細に検討する必要があると考えられた。

考 察

清酒醸造用原料米は品種により、酒造好適米と一般米に分類され、酒造好適米は一般米に比べ大粒で吸水性、溶解性が良く、粗タンパク質含量が少ない¹⁴⁾ことから選択されてきた。このため酒造好適米が一般米

に比べ酒造適性がすぐれていることは明らかであり、筆者らも、酒造好適米の蒸米溶解性が良く、¹⁵⁾酒造好適米において製麴適性のすぐれた品種が存在する¹⁶⁾ことを報告している。一方、酒造好適米のデンプン組織の構造の大きな特徴として心白の存在があり、この心白構造が酒造好適米の性質にどのように関わっているかを検討することは重要である。岡崎ら¹⁷⁾は原料米品種が酒造適性のもっとも大きな変動要因であることを報告しており、心白構造が酒造適性に与える影響を知るためには同一品種での心白粒と無白粒の比較が必要であると考えられた。今回、心白粒と無白粒を分別比較した結果、心白粒は無白粒に比べ大粒であるが、比重が軽く、内部のデンプン粒子間の間隙量が多く、総空隙量の多い構造となっていることが明らかとなった (Table 2, 4)。

酒造適性として重要な性質である、吸水性、消化性試験での溶解性は心白粒で無白粒に比べすぐれており、有意差が認められた (Table 5)。これらの差異は心白構造に起因するものと考えられた。しかしながら、品種間での消化性試験の溶解性における差が大きく (Table 5)、品種間の内部組織構造の違いが溶解性に影響していることが示唆された。さらに、心白粒と無白粒で化学的性質に差は見られず、品種間で有意差が見られた (Table 3)。粗タンパク質、カリウム含量など発酵工程、酒質に大きな影響を与える成分については品種特性と考えられた。

吉沢ら¹⁸⁾は大粒米では精米時間が短く、無効精米歩合が高いことを報告している。今回、心白粒と無白

粒の無効精米歩合の比較および無白粒歩合と完全粒歩合との比較結果より (Fig. 1, 2), 精米時の碎米の発生には心白構造が関与していることが示唆された。

今回試験に供した山田錦 (兵庫, 福岡) を例にあげると, 心白粒の発現率は他の品種に比べ少なく, このため精米時の碎米の発生が少なく, また消化性試験の溶解性は心白粒, 無白粒とも高くなり, これまで言われているように, 酒造適性のすぐれた品種と考えられた。

安藤と市川¹⁾は, 外見上心白が認められない酒造好適米の無白粒においても, 中心部では粒子間の間隙が大きい心白構造が認められることを報告している。今回の試験でも, 心白構造は吸水性, 消化性試験での溶解性に影響が見られたが, 品種間での差が大きくなり, 同一品種であれば心白粒と無白粒はかなりよく似た酒米特性を示した。以上のことより, 目視で判定される心白粒の発現率の多少よりも, 個々の品種の持つ内部組織構造が, 酒造適性の優劣を左右していると考えられる。

酒造好適米の心白粒が, 清酒醪での掛米として使用された場合および製麴に与える影響については次報で報告する。

要 約

酒造好適米の心白粒と無白粒を分別し, 物理的性質および化学的性質について比較を行った。心白粒は無白粒に比べ千粒重が重く, 米粒の発育が良好であった。比重については心白粒で軽くなった。心白粒は無白粒に比べ精米時の碎米の発生が多く, 精米適性は劣っていると考えられた。化学的成分については心白粒と無白粒では差は見られなかった。心白粒は無白粒に比べ総空隙量が多く, 動的粘弾性にも差が見られた。これは心白粒の内部のデンプン粒子間の空隙量が多いことや, デンプン粒子の組織構造の違いによるものと考

えられた。心白粒は無白粒に比べ吸水性および蒸米消化性試験での溶解性が良好となった。この差は心白粒において内部のデンプン粒子間の空隙量が多い構造によると考えられた。しかしながら, 品種間の消化性試験での溶解性における差が大きく, 品種特性の影響がより大きいことが示唆された。

文 献

- 1) 安藤孝雄, 市川邦介: 醸酵工学, 52, 46-57 (1974).
- 2) 山根国男: 醸協, 75, 690-694 (1980).
- 3) 深谷伊和男: 醸協, 88, 250-257 (1993).
- 4) 影山由香里, 家村芳次, 古川彰久, 川崎 恒: 日本醸酵工学会大会要旨集, p. 92 (1990).
- 5) 国税庁所定分析法注解: 日本醸造協会, 東京 (1993).
- 6) 百瀬洋夫, 吉沢 淑: 醸協, 73, 661-662 (1978).
- 7) 若井芳則, 水間智哉, 宮崎紀子, 清川良文, 柳内敏靖: 生物工学, 73, 191-197 (1995).
- 8) Ito, K., Yoshida, K., Okazaki, N., Kobayashi, S.: *Agric. Biol. Chem.*, 52, 3001-3007 (1988).
- 9) 山根国男, 西田清数: 農業および園芸, 54, 1222-1226 (1979).
- 10) 上島脩志: 近畿作育談話会報, 24, 1-6 (1978).
- 11) 高野 久: 日作紀, 47, 111-112 (1978).
- 12) 吉井洋一, 乙部和紀, 杉山純一, 有坂将美, 菊地佑二: 日食工誌, 40, 236-243 (1993).
- 13) 吉沢 淑, 百瀬洋夫, 石川雄章: 醸協, 74, 190-193 (1979).
- 14) 吉沢 淑, 石川雄章, 木下 実, 武田荘一, 藤江勇: 醸協, 69, 581-583 (1974).
- 15) 柳内敏靖, 福田 潔, 中村智美, 水間智哉, 宮崎紀子, 長野知子, 若井芳則: 日本醸酵工学会大会要旨集, p. 144 (1991).
- 16) 柳内敏靖, 福田 潔, 長野知子, 中村智美, 宮崎紀子, 水間智哉, 清川良文, 若井芳則: 醸協, 88, 977-983 (1993).
- 17) 岡崎直人, 伊藤 清, 小林信也: 醸協, 83, 764-769 (1988).
- 18) 吉沢 淑, 石川雄章, 野白喜久雄: 醸協, 68, 614-617 (1973).