Keiichiro ISHIZUMI : The Origin and the History of Main Agronomic Characters of a Paddy-Rice Variety Koshihikari and its Sib Varieties. I. Derivation of growth characteristics and grain quality through the pedigree (English summary on p. 214)

コシヒカリおよびその姉妹品種の 主要特性の由来に関する研究

I. 生育特性および品質・食味の由来について

石 墨 慶 一 郎

(福井県農業試験場, 福井市)

コシヒカリおよびその姉妹品種の主要特性の由来を明らかにするため, これらの品種の育成過程における主要特性の選抜経過を取りまとめて先に報告した (石墨 1976)。

一方, これら姉妹品種の育成に関連した品種を純系淘汰によって育成された品種にさかのぼって栽培し, 主要特性を調査し, さらに玄米の品質および食味について, 官能検査による評価ならびに理化学的な検討を行なった。

その結果, 過去数 10 年間にわたる品種改良によって, 極長稈から中稈へ, 穂重型から穂数型へと重心を低くして倒伏抵抗性を強めるとともに, 受光体制を整えることによって穂重歩合が高くなり, 収量性を高めてきたことがわかった。さらに, 品質は一段とすぐれる方向に改良されているが, 食味は基本品種の良食味を伝えているにとどまり, 良食味を集積して一段とすぐれた方向に改良されたとは推定し難かった。また, 高蛋白性を森田早生から農林 1 号を経て, ホウネンワセやハツニシキに伝えていることを再確認するとともに, 低蛋白性は朝日から農林 8 号へ, さらに, 農林 22 号を経てコシヒカリに伝えていることが推定された。しかし, 低蛋白性と良食味の関係を見出すことはできなかった。

緒 言

ホウネンワセ・コシヒカリ・越路早生・ハツニシキ・ヤマセニシキの 5 品種は, 農林 22 号×農林 1 号から育成された姉妹品種である。これらの品種は 1964 年には北海道と青森・鳥取・広島 の 3 県を除く, 43 都府県で奨励品種に採用され, 1966 年の作付総面積は 42 万 6 千 ha におよんだ。このうち採用府県の最も多かったのはコシヒカリで, 産米改良の基幹品種として増加しつづけ, 育成以来 20 年目の 1973 年に 19 万 8 千 ha の最高作付面積を記録したが, 長稈で倒伏し易いため, 最近急速に普及しつつある機械収穫に適合せず, さらに, いもち病に弱いため農家に嫌われ作付面積は減少しつつある。しかし, 目下のところコシヒカリの良食味と耐病・強稈・多収性の結びつきの困難なことから, これに代わりうる品種が育成されていない。このため, 佐本 (1975) はこれまでと違った育種方法の採用を提唱している。こうしたことは, 姉妹品種のホウネンワセや越路早生についてもいわれる。

1976 年 9 月 7 日受領

一方、食糧政策の面から米の蛋白含有率を高める育種方法が研究されるようになってきた。平 (1975) はホウネンワセが概して蛋白質含量が高く、コシヒカリが低いことを報告し、東ら (1975) は高蛋白米品種の育種に関する基礎研究の中で、これらの系譜にかかわる品種について、玄米蛋白含有率を調査し、ホウネンワセとハツニシキの蛋白含有率が高く、これが父親の農林 1 号から、さらにさかのぼって森田早生から伝えられていることを明らかにした。

また、片岡 (1973) はこれら姉妹品種の育成にかかわる品種を栽培し、ディスク電気泳動法によって胚乳蛋白質の親縁度を調査し、ホウネンワセ・コシヒカリ・ハツニシキおよびヤマセニシキの 4 品種の泳動帯が、農林 1 号とバンドの数および位置関係において類似したパターンを示し、農林 1 号型であることを示唆している。さらに、富田 (1974) は生産年次および生産地を同じくする数品種を用い、白米の遊離アミノ酸を比較した結果、コシヒカリは抜群にグルタミン酸、アスパラギン酸を多く含んでいるのに対し、ホウネンワセは最も少ないことを認めている。

そこで、筆者はこれら姉妹品種の、中でもコシヒカリの良食味は両親のうま味が集積され、既存品種を上回るのではないかと想定のもとに、1975 年にこれらの品種の育成にかかわる品種を栽培し、生育上の形態的特性の品種間差異を調査するとともに、生産された玄米の品質・食味について、官能検査による評価に理化学的な検討を加え、コシヒカリおよびその姉妹品種の良食味の由来を考察し、これらの品種に代わりうる品種育成の手がかりを得ようとした。

材料および方法

コシヒカリおよびその姉妹品種とそれらの系譜にかかわる 16 品種を、農業技術研究所の種子貯蔵管理室から 1975 年 3 月に配布を受けた。なお、農林 6 号は中国農試より配布を受け、日本晴は最近育成された広域適応性品種として諸特性を比較するため、愛知農試より取寄せた。

これらの材料を 4 月 14 日にポリエチレントンネル折衷苗代に播種し、5 月 14 日に早・中・晩生に区分し、1 区 5.0 m²、m² 当たり 20 株 (27.3×18.2 cm) の栽植密度で 1 本植えた。試験区の配置は 1 区 3 行の 2 区制とした。供試圃場はグライ土壤粘土型の水田で、肥料は当場の標準施肥法により、a 当たり N・P・K とともに 0.9 kg とし、基肥に 6 割を施した。残りの 4 割はそれぞれの群別の幼穂形成期と推定される時期に施した。

出穂期・病虫害発生・倒伏の有無などの生育観察を行ない、それぞれの品種の登熟後期に止葉を含む上位 3 葉の葉身長と葉幅、ならびに穂軸に対する止葉の角度を測定した。成熟期に 1 区毎に 30 株を地ぎわから刈取り、乾燥後水稻育種試験の調査基準に基づき収穫調査を行なった。その後全株の穂を坪刈用籾摺機で籾摺し、摺下した玄米を東試式縦目篩にかけ、1.8 mm 以上の玄米を混合して以後の調査材料とした。粒形は完全粒 20 粒についてオリンパス万能投影器で測定した。玄米のみかけの品質は上の上 (1) から下の下 (9) までの 9 段階とし、透明度は農試式 RT-1 型米穀透明度検定器を用いた。

精白は Kett の TP-2 型搗精機を用い、1 回に 100 g ずつ供試し、それぞれの品種について 120

秒を中心に前後 15 秒間隔で合わせて 4 回行ない、観察によって適搗精度と判定した秒数では 5 回搗精して平均値を算出した。食味の判定は食糧庁の官能試験の基準により、ハウネンワセを標準として行なった。さらにテクスチュロメーターを用いて、米の食味の一要因である米飯の粘りと硬さについて測定した。試料は適搗精度で搗精し除糠した白米を 0.6 g とり、直径 30 mm、高さ 10 mm、肉厚 1.0 mm のアルミ製容器に入れ、1.2 ml の水を加え、30 分間水浸したのち、間熱式電気釜の外釜に水 50 ml を入れて炊飯した。炊飯後 10 分間むらし、容器を釜から出して、30℃ の定温器の中に入れ 30 分間放置したのち、テクスチュロメーターで測定を行なった。

蛋白含有率の調査は白米を 30 メッシュに粉碎したのち、マイクロ・ケルダール法により全窒素を定量し、これに蛋白質換算係数 5.95 を乗じて、蛋白質量とした。また、乾物換算のため水分定量は 135℃ 1 時間乾燥法によった (永原 1959)。

結 果

田植後の生育は良好で病害虫などによる被害もみられなかったが、8 月 23 日の台風 6 号によって、出穂直後の農林 8 号は全粒傷粒となり、一部の品種は倒伏した。

1. 主要形質の品種間差異

Table 1 に出穂期および収穫調査成績を示す。出穂期の最も早かったのが森田早生の 7 月 20 日で、最も遅いのが農林 8 号の 8 月 21 日で 1 か月の差があった。このうち、森田早生と農林 1 号は

Table 1. Several plant characters of tested varieties

No. Variety	Heading date		Culm length	Panicle length	No. of panicles	Plant weight per hill	Panicle weight per hill	Ear to plant weight ratio
			cm	cm		g	g	%
1 Ginbozu	Aug.	13	100	20.5	15.3	71	34	48
2 Asahi	//	20	89	18.5	15.5	82	29	36
3 Joshu	//	5	114	20.3	13.3	59	27	47
4 Sen-ichi	//	13	104	19.8	18.8	76	30	40
5 Aikoku-20	//	5	99	20.5	13.7	58	29	51
6 Kamenoo-1	July	23	109	20.2	13.1	60	35	58
7 Norin-8	Aug.	21	109	20.2	11.6	75	29	39
8 Norin-6	//	16	96	18.5	17.3	80	32	40
9 Moritawase	July	20	92	19.8	16.4	53	33	63
10 Rikuu-132	//	24	96	18.3	15.5	59	35	59
11 Norin-22	Aug.	13	101	20.1	16.1	78	35	45
12 Norin-1	July	21	86	17.5	20.8	58	35	60
13 Honenwase	//	23	87	18.1	21.8	61	35	57
14 Koshihikari	//	31	87	19.5	17.7	70	39	57
15 Koshijiwase	//	23	89	19.3	17.9	61	35	57
16 Hatsunishiki	//	22	91	18.2	21.3	70	37	58
17 Yamasenishiki	//	23	87	19.6	18.4	61	33	55
18 Nipponbare	Aug.	13	75	18.5	16.2	64	31	48

下葉の枯れ上りが甚だしく、収穫期にはわずかに止葉を残すのみであった。上州は極長稈で葉幅やや狭くて濃く、旱天が続くと葉身を巻き、下葉の枯れ上りも多かった。葉色は愛国 20 号が最も濃く、朝日は最も淡かった。また、愛国 20 号・森田早生は長芒を生じ、前者は特に量が多く芒色は赤褐色であった。森田早生と陸羽 132 号の止葉は垂れ穂が露出した。さらに、森田早生・亀の尾 4 号・コシヒカリ・上州・撰一は、収穫期が近づくにつれて、大きく垂れ込み、あるいはなびき倒伏した。熟色はハウネンワセ・ハツニシキ・越路早生・農林 22 号・農林 6 号・朝日が良好であった。

1 株全重は 7 月下旬までの出穂より 8 月以降出穂の品種が重く、一般に早生は概して茎葉が繊細で、中晩生になるに従って粗剛な感じを受けた。稈長の最も長いのは上州で、これに亀の尾 4 号・農林 8 号が続き、最も短い農林 1 号に比べて 20 数 cm、日本晴とでは 30 数 cm 長い。穂長の最も長いのは銀坊主と愛国 20 号で、逆に農林 1 号・ハツニシキ・ハウネンワセ・陸羽 132 号・農林

Fig. 1. Relations among culm length, the number of panicles and panicle weight.

Note : 1 Ginbozu	10 Rikuu-132
2 Asahi	11 Norin-22
3 Joshu	12 Norin-1
4 Sen-ichi	13 Honenwase
5 Aikoku-20	14 Koshihikari
6 Kamenoo-1	15 Koshijiwase
7 Norin-8	16 Hatsunishiki
8 Norin-6	17 Yamasenishiki
9 Moritawase	18 Nipponbare

6 号などは短かったが、それほど大きな差はなかった。穂数の最も多いのはハウネンワセで、これに農林 1 号やハツニシキが続き、最も少ない農林 8 号の約 2 倍あった。1 株穂重はコシヒカリが最も重く、上州が最も軽かった。これらのうち稈長と 1 株穂重および穂数の関係についてみたのが Fig. 1 である。稈長と 1 株穂重の間には相関はみられないが (-0.364), 稈長と穂数の間には高い負の相関 (-0.622^{**}) があり、稈長が長いほど穂数が少なく、1 株穂重が軽い傾向がある。短稈・多けっ化することによって機械的に倒伏を軽減するとともに、耐肥性をつけて多収化を計ってきたことがうかがわれる。

出穂期と全重に対する穂重の割合についてみたのが Fig. 2 である。これによると早生が高く、中晩生になるに従って穂重歩合が低く、両者の間には極めて高い

負の相関 (-0.955^{***}) がある。Table 2 と Fig. 3 にこれらの品種の代表株について穂相調査を行なった成績を示す。平均 1 穂粒数と平均穂長の関係を見ると、一般に平均穂長が長くなるに従って平均 1 穂着粒数が多くなり、両者の間にはきわめて高い正の相関 (0.815^{***}) が認められた。稔実歩合についてはコシヒカリなどの姉妹品種とその両親がいずれも高いことが認められる。平均 1 穂粒数の多い品種は 1 次・2 次枝梗数とも多く、特に 2 次枝梗数の多い品種は不稔歩合が高かっ

Fig. 2. Relations among culm length, ear to plant weight ratio and heading date.
*** Significant at 0.1% level.

Fig. 3. Relation between panicle length and the number of spikelets under various fertility of ripe grains.
** Significant at 0.5% level.

Table 2. Panicle characters of tested varieties

No. Variety	Single panicle weight	No. of spikelets per panicle	No. of primary branch	No. of secondary branch	% of fertile grains
	g				%
1 Ginbozu	2.0	83.6	9.3	10.0	93.7
2 Asahi	1.8	71.8	7.7	11.5	94.9
3 Joshu	2.3	108.8	11.5	14.5	96.4
4 Sen-ichi	1.3	67.4	8.1	10.0	90.4
5 Aikoku-20	1.8	89.7	10.2	12.5	91.0
6 Kamenoo-1	2.6	116.1	12.2	19.5	92.5
7 Norin-8	2.2	95.0	9.6	14.3	90.0
8 Norin-6	1.6	77.6	8.6	9.5	90.6
9 Moritawase	1.7	76.9	8.1	10.0	90.1
10 Rikuu-132	2.3	96.2	11.1	13.6	94.9
11 Norin-22	1.9	80.9	9.4	9.4	96.0
12 Norin-1	1.7	85.6	9.0	12.1	97.2
13 Honenwase	1.6	66.5	7.9	8.6	96.8
14 Koshihikari	2.2	98.2	8.5	15.9	94.1
15 Koshijiwase	2.0	78.5	8.5	10.7	95.2
16 Hatsunishiki	1.6	66.0	7.6	8.7	96.8
17 Yamasenishiki	1.6	62.1	7.7	7.4	98.4

た。最も 2 次枝梗数の多いのは亀の尾 4 号で、最も少ないヤマセニシキの 2.6 倍あった。これにコシヒカリ・上州・農林 8 号が続いて多かった。

2. 品質と精歩留り

Table 3 に玄米の品質調査の成績を示す。縦目篩で 2.0 mm 以上を占めた玄米比率についてみる

Table 3. Characteristics and quality of brown rice

No.	Grain size*			1000- grains weight	Grain character			Grain quality	Grain trans- parency
	2.2 mm >	2.1~	2.1~		perfect grains rate	Imperfect			
		2.2 mm	2.0 mm			grains	rate		
				g	%	%	%		%
1	16.2	49.1	24.2	21.9	86.3	4.9	3.0	4—5	58.3
2	0.6	18.8	50.8	22.8	81.4	1.3	0.7	5	46.0
3		0.1	0.6	19.5	80.5	3.5	0.8	5—6	33.7
4		0.1	4.2	19.4	90.9	0.8	1.3	5—6	28.0
5	5.1	31.9	37.8	21.2	34.2	40.6	4.6	7	37.3
6	1.1	13.6	40.9	21.2	76.1	8.9	0	8	31.3
7	3.2	27.7	41.6	23.3	46.3	30.1	0.8	7	12.3
8		0.9	27.8	19.7	84.0	0.7	0.8	3	58.0
9	0.5	8.4	37.0	23.2	0	83.4	10.1	9	17.0
10	19.7	49.2	22.9	22.4	59.8	15.3	1.1	5	41.3
11	0.5	13.9	53.6	22.3	83.3	0	0.8	2	62.7
12		0.2	13.3	18.7	77.4	7.8	10.0	4	51.3
13	0.2	7.9	49.4	20.7	90.8	2.1	1.7	2	68.0
14	0.2	4.8	30.2	20.0	78.7	5.0	5.3	4	49.0
15	0.3	6.9	47.7	20.9	84.2	9.2	2.1	3	63.3
16	1.0	17.4	58.2	21.5	79.1	10.6	4.3	3—4	59.7
17	9.2	44.8	39.6	22.6	56.4	38.8	0.3	4—5	23.7
18	0.3	9.8	56.6	21.3	87.9	1.7	1.7	3—4	46.3

Note : * 200 g brown rice samples were graded with a shaking sieves.

The average values of three replicated observations were presented in the tables.

と、ヤマセニシキが最も高く、これに陸羽 132 号・銀坊主・ハツニシキ・愛国 20 号・農林 8 号と続き、一般に粒形が丸くて厚みのある品種が多い。2.0 mm 以上の玄米重比率と、1.8 mm 以上の玄米で測定した玄米千粒重との相関は 0.790*** のきわめて高い正の相関がある。このうち、森田早生が 2.0 mm 以上の玄米の占める比率が少ないにもかかわらず、玄米千粒重が重いのは、1.8 mm 以下の玄米比率が高いことと、粒長が長い割に粒厚が薄いからである。玄米千粒重を測定した材料を完全米と不完全米に区分してみると、完全米の最も多いのは撰一で、これにハウネンワセ・銀坊主・越路早生が続いている。森田早生は 80% が腹白米で完全米はほとんどみられず、愛国 20 号・ヤマセニシキも腹白米がかなり多い。乳白米は森田早生・農林 22 号が多く、愛国 20 号・コシヒカリ・ハツニシキもやや多く、比較的早生品種に多い。茶米は逆に晩生に多かった。透明度ではハウネンワセが最も高く、これに越路早生・農林 22 号・ハツニシキ・銀坊主・農林 6 号・コシヒカリの順に続き、熟期との関係はみられなかった。

Fig. 4 はこれらの品種の a 当たり玄米重と出穂期の関係をみたものである。この中に福井食糧事務所で検査規格に基づいて、品質の最も良好と認めた品種を第 1 位に、最も劣る品種を第 18 位として順位を判定した成績を記入した。これによると早生に属する品種は一般に玄米収量が高く、品質が比較的良好である。最も収量の高いのはコシヒカリで、最も低い上州の 1.5 倍あった。このうち、農林 8 号は台風の被害で茶米や奇型米が多く、玄米光沢が劣り、品質・収量を減損しているばかりでなく、後述の食味にまで影響をおよぼしていることが推定された。

Table 4 に搗精試験成績を示す。こ

Fig. 4. Relations among heading date, yield and grain quality.

Note: Numbers in the circle indicate the order of visual grain quality.

* Significant at 1% level.

Table 4. Recovery rates of milled rice under various milling times.

No.	Variety	Milling time (second)					
		90	105	120	135	150	165
		%	%	%	%	%	%
1	Ginbozu	90.4	89.6	89.5	89.2*		
2	Asahi	90.8	90.7	90.4	90.1*		
3	Joshu		92.0	91.5	91.2*	90.8	
4	Sen-ichi	91.8	91.0	90.7*	90.0		
5	Aikoku-20			91.0	90.8	90.0	88.6*
6	Kamenoo-1	89.5	88.7	87.8	86.7*		
7	Norin-8		90.1	89.6	88.9	88.1*	
8	Norin-6	91.5	91.1	90.8	89.8*		
9	Moritawase	88.6	88.0*	87.2			
10	Rikuu-132	89.6	88.5	87.5	87.0*		
11	Norin-22	91.7	91.3	90.7*	90.3		
12	Norin-1			90.6	90.0	89.1*	88.8
13	Honenwase	90.6	89.5	89.8	89.1*		
14	Koshihikari		91.0	90.8	90.3	89.7*	
15	Koshijiwase	91.1	90.5	90.1	89.6*		
16	Hatsunishiki	89.7	89.0	88.5	88.2*		
17	Yamasenishiki	91.2	90.9	90.3	89.9*		
18	Nipponbare	92.0	91.1	90.9*	89.8		

Note: * Showing the appropriate recovery rate judging from the visual observation.

れによると愛国 20 号が最も搗精に時間を要し、上州・農林 8 号・農林 1 号も比較的多く要する部類に入る。一方、最も時間の短いのは森田早生で、大半が腹白粒でしかも腹白部分が大きく、粒質がもろいため碎米が多くこの結果搗精歩留りも低かった。また、撰一・農林 22 号・日本晴は搗精時間が短く、朝日とともに搗精時間の進展に伴う歩留りの低下が少ない。概して品質評価の劣る品種の搗精歩留りが低かった。さらに、胚芽残存歩合では愛国 20 号・上州・陸羽 132 号が高く、特に前 2 者は最も長い搗精時間でも取り除くことができなかった。逆に朝日・撰一・農林 8 号・農林 6 号・農林 22 号・ハツニシキ・日本晴は胚が落ちやすかった。

3. 食味と食味関連形質の品種間差異

食味試験の基準品種として北陸地方では一般にホウネンワセを用いているので（佐本 1975），この試験でもそれに従った。Table 5 にその成績を示す。これによるとうま味で標準品種を上回るのは朝日・農林 1 号・コシヒカリ・亀の尾 4 号で、農林 22 号とヤマセニシキはほぼ同等である。

Table 5. The organoleptic quality of cooked rice

No. Variety	Appearance	Odor	Taste	Cohesiveness	Hardness	Over-all evaluation
1 Ginbozu	0.111	0.056	-0.333	-0.222	0.167	-0.333
2 Asahi	0.111	0.222	0.389	0.333	-0.222	0.389
3 Joshu	-0.944	-0.111	-1.167	-0.833	-0.167	-1.222
4 Sen-ichi	-0.444	-0.056	-0.778	-0.5	0	-0.667
5 Aikoku-20	-0.278	-0.111	-0.889	-0.944	0.556	-1.056
6 Kamenoo-1	0.278	0.111	0.056	0.278	-0.278	0.111
7 Norin-8	-0.833	-0.056	-0.833	-0.5	-0.222	-0.889
8 Norin-6	-0.722	-0.278	-0.889	-0.5	-0.056	-0.833
9 Moritawase	-0.611	-0.222	-0.611	-0.389	-0.278	-0.722
10 Rikuu-132	-0.222	-0.222	-0.333	-0.667	0.056	-0.556
11 Norin-22	0.056	-0.111	0	-0.222	0.167	-0.056
12 Norin-1	0.222	0	0.333	0.111	0	0.222
13 Honenwase	0.056	0	-0.222	0	0.222	-0.167
14 Koshihikari	0	0.167	0.167	0.056	0	0.111
15 Koshijiwase	0.167	-0.056	-0.111	0.167	-0.111	0.111
16 Hatsunishiki	0.056	-0.111	-0.056	-0.111	0.222	0.056
17 Yamasenishiki	0.278	0	0	-0.056	-0.167	0.056
18 Nipponbare	-0.056	0	-0.111	0.056	-0.167	-0.056

Note : Honenwase is used as the standard, 0.

ねばりでは朝日・亀の尾 4 号・越路早生・農林 1 号・コシヒカリ・日本晴の順に標準品種を上回っている。さらに総合評価では朝日が最も高く、以下農林 1 号・亀の尾 4 号・コシヒカリ・越路早生・ハツニシキ・ヤマセニシキと続いている。一方、これら 3 項目について最も下位に評価されているのは上州で、次いで愛国 20 号・農林 6 号・農林 8 号・撰一の順に若干ずつ良くなっているが、標準品種よりかなり下回った。なお、総合評価とうま味との間に 0.978***, 総合評価とねばりの間には 0.906*** のきわめて高い正の相関関係が認められた。

Table 6. Texturogram characteristics of cooked rice

No. Variety	Hardness	Adhesive -ness	Cohesive -ness	F _{-3,-4,-5}	Hardness/ Cohesive -ness	Hardness/ Adhesive -ness
1 Ginbozu	75.6	19.8	15.6	22.8	4.86	4.00
2 Asahi	66.9	21.6	12.5	22.4	5.33	3.15
3 Joshu	63.4	13.9	9.5	16.6	6.85	4.63
4 Sen-ichi	60.2	21.5	24.9	23.2	2.85	2.86
5 Aikoku-20	64.0	14.0	10.2	16.9	6.09	4.57
6 Kamenoo-1	59.1	22.7	25.7	22.8	2.29	2.63
7 Norin-8	63.0	20.5	17.9	23.5	4.46	3.10
8 Norin-6	67.9	20.8	19.0	21.8	5.48	3.28
9 Moritawase	65.6	23.4	13.0	24.4	5.02	2.79
10 Rikuu-132	60.5	24.1	24.8	18.5	2.45	2.55
11 Norin-22	61.4	19.3	32.0	18.0	2.89	3.67
12 Norin-1	62.0	12.3	5.7	14.4	13.60	6.51
13 Honenwase	66.6	14.3	11.6	12.9	6.18	4.96
14 Koshihikari	56.6	18.0	19.2	20.5	3.87	3.68
15 Koshijiwase	65.4	14.9	11.2	15.6	9.04	5.03
16 Hatsunishiki	71.1	7.8	4.7	10.1	18.36	8.74
17 Yamasenishiki	91.1	18.0	12.2	20.0	5.18	3.51
18 Nipponbare	64.8	18.8	13.2	17.7	5.80	4.38

Table 6 にテクスチュロメーターの特性値を示す。遠藤 (1975) によると、テクスチュロメーターの各特性値と官能検査の総合評価との間には、粘着力・F_{-3,-4,-5} (負の波高値 3・4・5 の平均値)・

付着性が特に高い相関を示しており、硬さ／付着性がこれに続き、硬さは 5 % の危険率で有意なものの、あまり大きな相関を示さなかったとしている。しかし Table 6 では朝日・亀の尾 4 号・コシヒカリ・ヤマセニシキは食味の良い方で、銀坊主・上州・愛国 20 号は食味の劣る方で一致したが、農林 1 号・越路早生・ハツニシキは食味評価の劣る方に、撰一・農林 8 号・農林 6 号・森田早生・陸羽 132 号は優る方に逆転して、官能検査の総合評価と一致しなかった。このため、官能検査の総合評価と F_{-3,-4,-5} との間 (0.290)、硬さ／粘着力との間 (-0.274)、硬さ／付着性との間 (-0.201) にはいずれも相関が認められなかった。

Fig. 5. Genealogical relationships of paddy rice varieties used in the present investigation.

Note : * Showing the high protein varieties indicated by HIGASHI *et al* (1974).

The parenthesized numbers under the Variety names show protein content (%), grain yield and heading date from left to right.

東ら (1974) は玄米と白米の蛋白含有率の間には、きわめて高い正の相関が存在するとしているので、Fig. 5 にコシヒカリおよびその姉妹品種の育成にかかわる品種の白米蛋白含有率を示す。最も高いのは農林 6 号と森田早生で、これにハツニシキ・農林 1 号・ヤマセニシキ・ホウネンワセ・愛国 20 号・越路早生が続いている。一方、最も低いのは亀の尾 4 号と朝日で、銀坊主・コシヒカリ・陸羽 132 号も低い方に属している。

考 察

1. 品種改良群別の主要形質と系譜

銀坊主や農林 1 号が北陸地方で広く栽培されていた 1935 年前後の品種比較試験成績を調べてみると、4 月 23 日前後に水苗代に播種し、6 月 3 日前後に田植えを行っていた。出穂期は農林 1 号が 8 月 5 日、銀坊主が 8 月 30 日で Table 1 に比べてそれぞれ 10 数日おそい。当時の肥料は堆肥・大豆粕を主に硫安・過石・硫加を併用していたので、戦前に育成された品種は、高温条件下で遅効性の有機質肥料を積極的に吸収して成長していたものと思われる。従って、早播き早植えと速効性の化学肥料のもとでは、吸収と同化のバランスを崩した不利が上述の試験成績の中で想定される。そのことを考慮に入れながら、これらの供試品種を縁の遠いものから、品種改良の基本品種＝銀坊主・朝日・上州・撰一・愛国 20 号・亀の尾 4 号・森田早生、第 1 次改良品種群＝農林 8 号・農林 6 号・陸羽 132 号・農林 22 号・農林 1 号、第 2 次改良品種群＝ホウネンワセ・コシヒカリ・越路早生・ハツニシキ・ヤマセニシキの 3 群に大きく区分してみた。

その結果、稈長については基本品種群 101.0 cm > 第 1 次改良品種群 98.1 cm > 第 2 次改良品種群 88.0 cm (以下略して基本・1 次・2 次という) の順に短くなっており、短稈の方に改良されてきたことがわかる。なお、比較品種の日本晴は一段と短くなっている。穂長では基本 19.9 cm > 1 次 18.9 cm = 2 次 18.9 cm となり、大きな変化はみられない。しかし、これを平均穂長についてみると基本 18.1 cm > 1 次 17.8 cm > 2 次 16.7 cm となり、わずかに短穂化の傾向がうかがわれる。穂数では 2 次 19.4 本 > 1 次 16.3 本 > 基本 15.2 本と穂数化の方向をたどっている。

穂重歩合では 2 次 56.7% > 基本 48.9% ≥ 1 次 48.6% となり、第 2 次改良品種群が一段と高くなっている。これを Fig. 2 でみると、第 2 次改良品種群は早生に属しており、出穂期の早いものほど穂重歩合が高い。北陸地方の湿田地帯では、中・晩生品種は梅雨明け後の温度と乾土効果によって、後期過繁茂となり秋落ちし易い。この点早生品種は温度効果と乾土効果を、有効茎歩合や稈実歩合を高めるのに役立てるとともに、ニカメイガの 2 化期の被害や台風害を回避できる有利さがある。このため基本早生品種の穂重歩合の高い特性を、短稈化することによって倒伏に対して、より安定する方向に改良されたことがうかがえる。

Fig. 1 で基本品種又は第 1 次改良品種群が稈長の長いことをみたが、これを登熟期の止葉を含む上位 3 葉長の合計との関係についてみたのが Fig. 6 で、やや高い正の相関 (0.527**) がみられる。上位 3 葉の長さでは基本 122.9 cm > 1 次 118.6 cm > 2 次 108.7 cm となり、止葉の幅では基本 1.4 mm > 2 次 1.3 mm > 1 次 1.2 mm となる。また、早生の代表品種の穂軸に対する止葉の角度に

ついてみると、森田早生 69 度>陸羽 132 号 63 度>農林 1 号 52 度>ハウネンワセ 46 度と、改良が進むにつれて止葉が立ってきていることを示している。従って、基本品種又は第 1 次改良品種群は少肥条件下では受光面積を拡げ、同化能力を高めるのにふさわしい体制であったが、全量化学肥料施用のもとでは一時的な窒素の吸収によって、一層葉身長を長くして垂れ受光体制を不利にしていることは、同一出穂期の撰一と日本晴の穂重歩合の差からも推定できる(角田 1964)

Fig. 1~4 からコシヒカリを除く第 2 次改良品種群に属する 4 姉妹品種が早生で、比較的稈長が低く、穂数が多い割合には穂

長が短くなく、上位の葉身長も比較的短く、受光体制が良好で、穂重歩合と稈実歩合の高い特性をみたが、これらの諸特性は農林 1 号から、さらにさかのぼって森田早生や陸羽 132 号から、これら姉妹品種に伝えられていることが推定される。一方、コシヒカリは出穂期・平均穂長・平均 1 穂着粒数・葉身長などから、農林 22 号の特性を多く持ち込み、農林 22 号の稈長や穂長は農林 8 号から、穂数や葉身の形状は農林 6 号から伝えられたことがわかった。さらに上州と撰一のやや繊細でたわみ易い稈質は、農林 6 号から農林 22 号を経て、熟色とともにハウネンワセやハツニシキに伝えられていることが推定された。

2. 品質・食味と系譜

玄米千粒重を群別してみると基本 21.3 g=1 次 21.3 g≥2 次 21.1 g で、ほとんど差がないが、Table 3 では農林 1 号の玄米千粒重が最も軽く、コシヒカリおよびその姉妹品種との間に約 2 g の差がある。一方、農林 22 号の玄米千粒重は姉妹品種の平均値より 1 g 重く、玄米の長さ×幅についてみても、農林 22 号 15.8>姉妹品種の平均 15.1>農林 1 号 14.0 となり、コシヒカリおよびその姉妹品種の粒大は、農林 22 号から伝えられたものであることがわかった。しかし、ヤマセニシキは姉妹品種の中で玄米千粒重が最も重く、両親を超越しており、豊満な粒形から農林 8 号もしくは陸羽 132 号の影響を受けているものと推察された。次に透明度を群別してみると、2 次 52.7>1 次 45.1>基本 35.9 となり、より透明度の高い方向に改良されたことがわかる。また、みかけの品質について群別してみると、基本 6.4>1 次 4.2>2 次 3.4 となり、みかけの品質と透明度との間に $r=-0.838^{***}$ のきわめて高い負の相関があった。櫛淵 (1973) は腹白・心白・乳白米の多いほど透明度は低下し、みかけの品質と透明度の間には -0.900^{**} の高い負の相関があるとしているのと同じ傾向を認めた。腹白の発生は粒の長さに対して幅と厚みのある品種に多く、農林 22 号

Fig. 6. Relations among culm length, the total length of upper three leaves and flag leaf width.

* Significant at 1% level.

と愛国 20 号の玄米の幅と厚みが同じであるが、粒長の長い農林 22 号にはほとんど腹白がみられない。

Table 4 の適搗精度の搗精歩留りについて群別してみると、2 次 $89.3\% > \text{基本 } 89.1\% > 1 \text{ 次 } 88.9\%$ となるが、群別内の品種間差が大きくて判然とした傾向は認め難い。しかし、第 2 次改良品種群のコシヒカリおよびその姉妹品種は概して搗精歩留りが高く、胚の残存歩合が少なく、搗精に要する時間の短いのは農林 6 号から農林 22 号を経て伝えられていることがうかがわれた。なお、農林 6 号のわずかに長めで腹白・心白がなく光沢のある粒質は、上州と撰一から育成されたとは想像できず、いわゆる超越育種の成果と推定された。両品種とも粒が細長いため腹白・心白がほとんどなく、完全米歩合は上州が 80.5%，撰一が 90.9% と高いにもかかわらず、粒色が淡く光沢がないため、透明度は上州が 33.7・撰一が 28.0 と著しく低い。このため、食糧事務所では検査規格に基づく未熟粒とみなし、Fig. 4 では上州を第 17 位、撰一を第 16 位と最も劣る方へ位置づけたものと思われる。これに対して農林 6 号は完全粒が 84%，透明度は 58.0 と改良され品質順位は第 7 位にランクされている。しかし、農林 6 号のやや細長くて、腹白・心白の発生しにくい粒形と、光沢のある粒質は、農林 22 号を経てコシヒカリおよびその姉妹品種に伝えられている。なお、透明度と適搗精度との間には相関は認められなかった。

食味の総合評価を群別してみると、2 次 $0.033 > 1 \text{ 次 } -0.422 > \text{基本 } -0.500$ となり、改良の効果がうかがえる。Table 5 のうま味・粘り・総合評価から、亀の尾 4 号・農林 1 号・コシヒカリが標準品種を上回り、上州・愛国 20 号・農林 8 号・農林 6 号・森田早生・撰一・陸羽 132 号・銀坊主の食味が標準品種を下回ることをみたが、その他の品種については位置づけを明確にできなかった。

佐本 (1976) はコシヒカリの玄米品質は必ずしも最上でなく、腹白も若干みられ、光沢はハウネンワセに比べてわずかに鈍い。しかし、精白した場合の透明度は高く、炊飯した飯は光沢に富み、外観がよく、とくに粘り、うま味がすぐれ、ほとんどのテスターはこれを識別することができ、それがデーターに現われるとしているが、この試験ではとくに上位には評価されなかった。

また、農林 8 号が新品種に登録された当時の成績書 (兵庫県農試 1927) によると、10 数人にて数回試食せる結果、食味佳良にして早生朝日および農林 6 号に比しやや優り、銀坊主に比しはるかに優ると記されていることから、農林 8 号 $>$ 朝日 $=$ 農林 6 号 $>$ 銀坊主の関係がうかがわれるが、この試験ではこれら 4 品種のうち農林 8 号は最も低く、農林 6 号も銀坊主より低く評価されている。このうち、農林 8 号は台風による被害粒が多く、外観が著しく劣っていたので低く評価されたものと推定される。しかし、農林 6 号が陸羽 132 号とともに農林 1 号よりかなり低く評価されているのは、これまでの世評とやや異なるので、今後さらに確める必要がある。

しかし、農林 8 号と出穂期がそれほど差のない朝日が最も高く評価され、亀の尾 4 号と農林 1 号の評価も高いことから、朝日から農林 8 号を経て農林 22 号に伝えられた良食味と、亀の尾 4 号から陸羽 132 号を経て農林 1 号に伝えられた良食味が、これらの姉妹品種に、中でもコシヒカリにより多く伝えられたものと推定される。これらのことは Table 6 のテクスチュロメーターの特性値

からもうかがうことができるが、朝日や亀の尾4号の良食を集積したとは推定しがたい。

3. 蛋白含有率の系譜

米の蛋白含有率に関してわが国の栽培品種にも品種間差が存在することはこれまでに認められている。本庄(1971)はオイラセ・ハツニシキなどが高いとし、平ら(1971)はハウネンワセは高蛋白の部類に入るとしている。さらに、東ら(1975)はフクニシキの育成系譜図の中から高蛋白性の由来を調べた結果、森田早生から農林1号を経てハツニシキに、さらに、フクニシキへ高蛋白性が遺伝してきたとしている。福井県農試と農事試において供試した共通品種の蛋白含有率の間には、 0.675^{***} のきわめて高い正の相関があり、森田早生と農林1号およびコシヒカリを除く4姉妹品種が、いずれも高蛋白性品種であることが認められた。この際、東ら(1975)は森田早生から農林1号への段階で遺伝的な高蛋白性はほとんど低下しなかったと見た。しかし、本試験では、森田早生がハウネンワセにわずかに劣る収量をあげながら、供試品種の中では最も高い含有率を示していることから、森田早生から農林1号への段階でやや低下しながら、ハウネンワセやハツニシキに高蛋白性が遺伝したと推定される。

一方、平(1975)は高知県の農家より集めた早期栽培による玄米の品種別平均収穫日および平均蛋白質含量を調査し、出穂期がほぼ同程度であるにもかかわらず、コシヒカリはハウネンワセと越路早生に比べて1.0%程度低含量を示しており、当然、遺伝的な要因は無視できないとしている。本試験でもコシヒカリは姉妹品種に比べて1.0%程度低含量を示している。供試品種の中では比較的出穂期の遅い農林6号の蛋白含有率の高いことから、朝日の低蛋白性が農林8号から農林22号を経て、コシヒカリに伝えられていることが推定された。

次に、品種の蛋白質含量と食味の関係については、平(1975)は高含量でも比較的食味のよい品種、低含量で食味の悪い品種もあり、窒素施肥にみたような食味と蛋白質含量との関係は必ずしも成立しないとし、東ら(1975)も高蛋白のハウネンワセなどは、低蛋白のフジミノリなどより良質・美味といえようと述べている。本試験でも蛋白含有率と官能検査の総合評価との間には相関(0.241)は認められなかった。蛋白含有率とテクスチュロメーターの各特性値についてみても、硬さ／付着性との間に 0.441^* の正の相関が認められた程度であった。従って、米の良食味と低蛋白含有率との関係を見出すことはできなかった。なお、蛋白含有率と出穂期・収量・みかけの品質・玄米千粒重との間には、いずれも相関が認められなかった。

謝 辞

本論文の取りまとめに当たり、名古屋大学農学部栽培原論及び育種学研究室の清水正治教授ならびに蓬原雄三助教授には、貴重なご教示と校閲を賜わった。本試験の実施に当っては当场作物科高橋耕二科長と、育種科水野進科長および両科員の方々の多大の労を煩わした。テクスチュロメーターの特性値の測定については育種科の堀内久満技師、蛋白含有率の測定については農産加工科の稲木幸夫技師の援助を得た。さらに、データーの取りまとめについては松浦欣哉園芸部長と作物科の岩田忠寿博士より適切なご助言をいただいた。ここに記してこれらの方々に深甚の謝意を表する。

引用文献

- 東 正昭・櫛淵欽也・伊藤隆二 1974. 高蛋白米品種の育種に関する基礎的研究 I. 玄米蛋白含有率の品種間差異および諸形質とくに収量との関係について. 育雑 2: 88~96.
- 1975. ——— II. 高低蛋白品種間交雑による高蛋白性の遺伝分析. 育雑 1: 17~24.
- 遠藤 勲・竹生新治郎・鈴木 実・小林享一・中 正三 1975. 理化学的測定による米の食味評価. 食品総合研 31: 1~11.
- 外 3 名 1975. 専門別総括検討会議 (流通利用) 資料. 食品総合研: 284~285.
- 兵庫県農試 1937. 水稻農林 8 号に就て: 4.
- 本庄一雄 1971. 米のタンパク質含有量に関する研究 第 1 報タンパク質含有率に及ぼす気象環境. 日作紀 40: 183~189.
- 石墨慶一郎 1976. 北陸地方における水稻品種改良の経過と多収良質品種育成への一試案 育雑 26: 353~362.
- 片岡勝見 1973. 米粒の化学的品質に関する研究 IV. DiSc 電気泳動法による胚乳蛋白質の品種間差異. 玉大農研報 12: 77~83.
- 櫛淵欽也 1973. 米穀透明度検定器 (試作品) の開発. 農園 10: 1355~1356.
- 永原太郎・堤 忠一 1959. 乾燥法による米の水分定量. 食研報 14: 77~82.
- 佐本四郎・金井大吉 1975. イネの突然変異育種に関する研究 I. コシヒカリの強稈突然変異系統について. 育雑 1: 1~7.
- 平 和宏・平 春枝 1971. 水稻うるち玄米のタンパク質含量. 日作紀 40: 21~26.
- 1975. 米の化学成分を左右するもの. 化学と生物 12: 777~783.
- 角田重三郎 1964. 作物品種の多収性の研究——生育解析の立場より——: 35~42. 日本学術振興会. 東京. pp. 135.
- 富田豊雄・浪岡 実・長尾学禧 1974. 作物の診断学的研究とその応用——米の化学的特質と食味向上に関する研究——日作紀 4: 469~473.

Summary

Agronomic traits of one of leading paddy-rice variety *Koshihikari*, which is well known for its excellent quality of cooked rice and very popular in the central part of Japan, were investigated comparing with those of four sister varieties derived from the cross *Norin 22* × *Norin 1*, from which *Koshihikari* had been selected. In order to follow genetic progresses achieved in the course of developing the above five sister varieties including *Koshihikari*, *Honenwase*, *Koshijiwase*, *Hatsunisiki* and *Yamasenishiki*, agronomic traits of their ancestral varieties were compared with their own traits.

Experimental materials involved were five local varieties and their five descendants, two of which were parents of the five sister varieties, as well as the above five sisters (Fig. 5). The first groups of varieties was referred to as the native varieties, the second as the primary improved and the last as the secondary improved.

Relative to the agronomic traits such as maturity, culm length, plant type, number of panicles and harvest index, remarkable progresses were recognized in the steps of improvement from the native to the secondary improved varieties. The secondary improved sister varieties were earlier, shorter of stature, better in plant type with erect leaves and more panicles and higher in harvest index than the native or the primary improved ones (Tab. 1 and 2). It seems obvious that earliness, short stature and abundant tillering were transmitted by one of the local variety *Moritawase* to the sister varieties. Such de-

sirable traits as earliness, erect leaves and less-viviparity of *Koshihikari* seems to be inherited from one of parents *Norin 22*, which received long stature with long panicles from one parent *Norin 8* and desirable plant type from another parent *Norin 6*.

The five secondary improved varieties were better in visual grain quality and grain transparency than their less-improved ancestors (Tab. 3). Effects of improvement in cooking quality were evidently observed as the breeding steps proceeded (Tab. 5). Excellent quality of cooked rice of *Koshihikari*, however, could not be traced back to any specific ancestral variety. High protein content of *Moritawase* contributed to *Norin 1*, *Honenwase* and *Hatsunishiki*, while low protein content of *Asahi* to *Norin-8*, *Norin-22* and then to *Koshihikari*.

K. ISHIZUMI

Fukui Agricultural Experiment Station, Fukui, Fukui-ken 910