

戻し交雑による半矮性遺伝子のコシヒカリへの導入

高木 胖・岸川 英利・江頭 正義・瀬尾 裕一
苑田 浩信・松野 禎介
(生物工学講座)
平成2年10月8日受理

Transfer of Semidwarf Gene to Rice Variety Koshihikari by the Backcross Method

Yutaka TAKAGI, Hidetoshi KISHIKAWA, Masayoshi EGASHIRA, Yuuichi SEO,
Hironobu SONODA and Teisuke MATSUNO,
(Laboratory of Plant Breeding)
Received October 8, 1990

Summary

The rice cultivar Koshihikari has been grown as a leading variety for its good grain and eating quality. In 1989, 472,000 ha, about 23 % of total rice cultivation area in Japan, was covered by this variety. However, the lodging resistance of this variety is not sufficient enough, owing to long culm length. In order to improve its culm length, transfer of semidwarf gene was carried out by crossing between Koshihikari and Nishihomare as a short culm cultivar and by repeated backcrossing with Koshihikari as a recurrent parent. A semidwarf isogenic line, which differ significantly from Koshihikari in culm length, number of tillers and lodging resistance, was selected from B_3F_2 population, in 1988. Other agronomic characters, *e.g.*, heading date, panicle length, number of spiklets, yield and cooking quality remained similar to those of Koshihikari. The introduction of semidwarf gene would significantly improved the lodging resistance, without altering the good characteristics of the Koshihikari.

Key words: rice, semidwarf isogenic line, back cross method, short culm koshihikari

緒 言

水稻の多収品種の育成は、1960年の後半には短稈穂数型品種による単位面積当たりの収量の画期的向上として、従来の長稈穂重型品種に換わり実を結んだ。これは、半矮性遺伝子の導入により、多肥条件下での耐倒伏性の向上と草型の改善により、物質生産能力及び光合成生産物の子実への分配率の向上によってもたらされたものであった。このように米の生産量は半矮性遺伝子を導入した品種の育成によって増大したが、同時に、我国の食生活の多様化にともない、米の摂取量の漸減から、過剰生産が問題にされ、生産調整が行なわれる至り、コシヒカリ、ササニシキに代表される良食味の銘柄品種が好まれるようになり、米の生産は量から質の時代に変化してきた。

この研究に用いた水稻品種コシヒカリは、1956年の育成であるが、1989年には、北は福島県

から南は沖縄県まで栽培され、水稻品種中最も多い472,000haの約23%の作付面積を占めるに至っている。コシヒカリは、一方では長稈で耐倒伏性は極弱という大きな欠点を持ち、多肥多収に欠け、栽培しにくい特性を持ちながら作付面積を増大し続けることができたのは、これら欠点に優ってコシヒカリが良食味で広域に適応し得る栽培特性を具備する遺伝的特性を有するゆえと考えられる。

佐本ら¹⁾はγ線照射による突然変異により、コシヒカリの耐倒伏性を強化する短稈化を試みており、これはコシヒカリの良食味はそのまま残し、耐倒伏性をのみを改良しようとしたものであった。最近、このコシヒカリを片親とした良食味を導入しようとする品種育成が多く行なわれてきている。

この研究は戻し交雑により、コシヒカリに半矮性遺伝子を導入し、コシヒカリの良食味に係する優良な遺伝特性はそのまま、稈長を短くすることで耐倒伏性をのみを改良しようとするものである。すなわち、コシヒカリに半矮性遺伝子を導入する1回親としてニシホマレを交雑し、コシヒカリを連続戻し交雑することで、半矮性遺伝子を導入したコシヒカリの同質遺伝子系統を育成した。ここでは、その選抜経過とこの系統の特性調査の結果を報告する。

材料及び方法

この研究では、短稈性のニシホマレを1回親とし、コシヒカリを反復親として、1983年に行なったコシヒカリ×ニシホマレの交雑が始まる、年2回のコシヒカリへの戻し交雑と自殖とによる短稈個体の選抜をそれぞれ圃場と温室で行い、1987年までに9回の戻し交雑を行なうことで、コシヒカリに半矮性遺伝子を導入した同質遺伝子系統の短稈コシヒカリを作成した。各世代で供試した、あるいは選抜した個体数と系統数は一括して第1表に示した。

短稈コシヒカリの特性調査は、コシヒカリを5回以上を戻し交雑して、コシヒカリのホモ化が進んだと考えられる系統について行なった。1987年は B_5F_3 系統、1988年は B_7F_3 系統、1989年は B_9F_3 系統の各世代を用いて原品種のコシヒカリと比較した。

栽培に当っては、1987年は4月4日に播種し、5月20日に m^2 当り18.5株(29.7×18.2cm)の栽植密度で3本植、肥料は窒素の6kg/10aを施用し、一区3.6 m^2 、4反復の乱塊法で行なった。1988年と1989年の栽培は1987年に同じで、栽培時期のみ異にしている。すなわち1988年は、5月18日播種、6月21日移植であり、1989年は5月15日播種、6月16日移植であった。

特性調査に当っては、短稈コシヒカリとコシヒカリについて、1987、1988、1989年の各年は、出穂期、稈長、穂長、分けつ数、穂粒数、収量、倒伏程度、食味等の諸形質を調査し、1988年は、さらに出穂期にある上位3葉の長さや葉面積について、1989年は、上位より第1節間から第5節間までの各節間長を測定して比較した。

結 果

1. 半矮性遺伝子のコシヒカリへの導入

コシヒカリを短稈とする目的で交雑親に用いたニシホマレは十石に由来する半矮性遺伝子を持つ。この短稈は1個の劣性遺伝子に支配され、 F_2 では長稈と短稈が3:1に分離し、短稈では稈長が10~15cm短くなることから容易に長稈と区別することが出来る。

第1表に、ニシホマレを1回親として、コシヒカリを反復親とする9回の戻し交雑による半矮性遺伝子を導入した同質遺伝子系統の選抜経過を示す。1983年は、コシヒカリとニシホマレ

Table 1. Repeated backcross and selection procedure of short culm isogenic koshihikari lines.

Year	Cross and generation	No. of tested or selected plants	lines
1983	Koshihikari × Nishihomare	10	
	Koshihikari × F ₁	10	
	B ₁ F ₁	30	
1984	Koshihikari × B ₁ F ₂ (short culm)	260(28)*	
	Koshihikari × B ₂ F ₁	16	
	B ₃ F ₁	30	
1985	Koshihikari × B ₃ F ₂ (short culm)	260(34)	
	Koshihikari × B ₁ F ₁	10	
	B ₅ F ₁	30	
1986	Koshihikare × B ₅ F ₂ (short culm)	260(30)	8
	Koshihikari × B ₆ F ₁	10	
	B ₇ F ₁	30	
1987	Koshihikari × B ₇ F ₂ (short culm)	260(31)	6
	Koshihikari × B ₈ F ₁	10	
	B ₉ F ₁	30	
1988	B ₉ F ₂ (short culm)	260(30)	6
1989	B ₉ F ₃ (short culm)		6

* : Figures in parentheses show number of short culm segregants.

を交雑した F₁ をコシヒカリに戻し交雑して B₁F₁ を作り、次に B₁F₁ を自殖してから B₁F₂ 世代で分離してくる短稈個体を選抜する。このコシヒカリを 2 回戻し交雑した B₁F₂ は 8 分の 1 が短稈として分離することが期待され、B₁F₂ 世代では第 1 表に示すように 260 個体中 28 個体が短稈であった。次の、1984 年は、B₁F₂ で選抜した短稈個体をコシヒカリと交雑して B₂F₁ 作り、この B₂F₁ をコシヒカリと交雑して B₃F₁ とし、B₃F₁ を自殖してから B₃F₂ 世代で短稈個体を選抜する。このように、毎年、コシヒカリを 2 回交雑し、自殖してから短稈を選抜する操作を 5 年間繰り返した結果、1988 年には、コシヒカリを 9 回戻し交雑した、コシヒカリの遺伝的背景に半矮性遺伝子を導入した B₉F₂ 世代の同質遺伝子系統の短稈コシヒカリを選抜することが出来た。この戻し交雑から得られた短稈コシヒカリは、半矮性遺伝子に連鎖する他の遺伝子はないものと単純に仮定するとき、コシヒカリの遺伝子の占める割合は 99.9% 以上となる。第 1 図にこの戻し交雑によって得られた短稈コシヒカリの出穂時期の外観を示すが、原品種のコシヒカリに比べて草丈は短い。

2. 短稈コシヒカリの特性

半矮性遺伝子を導入し、コシヒカリを 5 回以上戻し交雑したコシヒカリについてある程度ホモ化が進んだと考えられる世代について、1987 年は B₅F₃、1988 年は B₇F₃、1989 年は B₉F₃ の各世代を用い、第 2 表に各系統の 3 ヶ年間の結果をコシヒカリと比較して示した。



Fig. 1 Short culm koshihikari(left) and its original variety Koshihikari(right) in heading stage.

3ヵ年間の各形質の平均値について、短稈コシヒカリの出穂期は原品種のコシヒカリと同時期であった。稈長は短稈コシヒカリで約13cm、穂長は約1cm、それぞれ原品種のコシヒカリに比較して短い。分げつ数は、短稈コシヒカリで多く3ヵ年間の平均値では株当たり1~2本増加している。1穂の着粒数は短稈コシヒカリでやや少ない。収量は、短稈コシヒカリで倒伏はなく多収が期待されたが両者は変ることはなかった。粒重は、短稈コシヒカリでやや小さい傾向にあるが差はみられなかった。耐倒伏性について、短稈であることから、コシヒカリとの間に明瞭な差がみられる。食味評価は食糧庁の官能試験の基準に従って行い、炊飯時の外観、香り、うま味、粘り、硬さの5形質についてそれぞれを評点し、さらに全体を総合評価して示した。日本晴を基準とした総合評価は、短稈コシヒカリとコシヒカリの間で差はなく両者は食味について同等であった。

短稈コシヒカリはコシヒカリと比較して稈長での短縮が著しい。第3表に穂長を含む第1節間から第5節間までの各節の長さを比較した。全稈長では短稈コシヒカリについて15%の短縮がみられ、第3節間と第4節間での短縮は著しく、特に、第4節間での20%の短縮は全稈長の短縮にともなって短稈コシヒカリの耐倒伏性の向上となっている。他方、穂長については、コシヒカリと比べてわずか4%の短縮であり、上位節間ほど短縮の程度は小さい。

次に止葉を含む上位3葉の長さとその葉面積について第4表に示した。合計した上位3葉の長さは短稈コシヒカリで8%減少したが、節間長に比べてその程度は小さく、止葉の葉幅ではコシヒカリと変ることはなく、上位3葉の葉面積はコシヒカリに比べて8%減少していた。

考 察

戻し交雑による育種では、遠縁種にあるわずかな有用遺伝子を導入するのに、適当な回数

Table 2. Characteristics of short culm isogenic koshihikari line in different generation and its original variety Koshihikari.

Name	Year	Genera-tion	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	No. of tillers ¹⁾	No. of spike-lets ²⁾	Yield ³⁾ (kg/a)	Grain weight ⁴⁾ (g)	Degree of lodging ⁵⁾	Cooking quality ⁶⁾
Short culm Koshihikari	1987	B ₅ F ₃	Jun. 15	73.9**	17.5	21.7**	109*	48.5	21.3	2	0.09
	1988	B ₇ F ₃	Aug. 19	80.1**	18.4*	18.2*	108	48.0	23.5	2	0.87
	1989	B ₉ F ₃	Aug. 18	68.8**	18.2	18.9	105	56.4	21.5	2	1.00
	Mean			74.3**	18.0	19.6*	107	51.0	21.1	2	0.65
Koshihikari	1987		Jun. 17	89.7	18.7	18.3	126	49.1	22.0	4	0.26
	1988		Aug. 17	90.7	19.7	15.9	112	47.1	23.9	4	0.69
	1989		Aug. 17	80.9	18.9	17.7	105	54.4	21.9	4	0.90
	Mean			87.1	19.1	17.3	114	50.2	22.6	4	0.62

Note : 1) No. of productive tillers per hill. 2) Main stem. 3) Brown rice. 4) 1000 grains.
 5) Evaluated from 0 to 4. 6) Values are evaluated with variety Niponbare as the standard, 0.
 *, **: Significant at 5 and 1 % level, respectively.

Table 3. Comparison of internode length(cm) between short culm koshihikari(B₉F₃) and Koshihikari.

Name	Panicle	First	Second	Third	Fourth	Fifth	Total
Short culm koshihikari	18.2 (96)	32.6 (87)	16.7 (85)	11.8 (81)	7.4 (80)	3.2 (94)	71.7 (85)
Koshihikari	18.9 (100)	37.4 (100)	19.6 (100)	14.6 (100)	9.3 (100)	3.4 (100)	84.3 (100)

Table 4. Comparison of leaf length and area of upper three leaves between short culm koshihikari(B₉F₃) and Koshihikari.

Name	Width of flag	Length(cm) of				Area(cm ²) of upper three
		flag	second	third	total	
Short culm koshihikari	1.25 (98)	27.7 (99)	37.5 (93)	43.5 (96)	108.7 (96)	97.2 (92)
Koshihikari	1.27 (100)	28.0 (100)	40.3 (100)	45.5 (100)	113.8 (100)	105.8 (100)

連続した戻し交雑によって反復親の優良な遺伝子型に復元し、目的とする遺伝子のみを優良品種に導入できる有利さがある²⁾。コシヒカリの良食味に関係する多くの優良遺伝子を保有するものと考えられることから、半矮性遺伝子のコシヒカリへの導入は、戻し交雑を繰り返すことによって、コシヒカリの良食味はそのまま、短稈化により、欠点とされる耐倒伏性のみを改良することが出来る。この研究は、コシヒカリを9回戻し交雑することで、半矮性遺伝子を導入したコシヒカリの遺伝的背景を持つ同質遺伝子系統を育成することが出来た。この系統は、コシヒカリの最大の特徴である良食味について変化はなく、コシヒカリの良食味はそのままであった。

戻し交雑によって特定の遺伝子だけを導入するとき、はたして特定遺伝子のみを導入できたかどうか、あるいは同時に導入されると考えられる連鎖した遺伝子の効果については、同質遺

伝子系統間の形質間の比較から知ることができる。岡³⁾によると、イネの木下糯に台中65号を7回の戻し交雑して育成した糯粳性の同質遺伝子系統間の比較から、収量には差はなく、糯粳性は収量と関係ないとしている。他方、Hirata⁴⁾は、青森糯14号に藤坂5号を6回戻し交雑した糯粳性の同質遺伝子系統の比較では、糯性で収量は低く、その他収量に関する形質についても有意差を認めている。これは糯性遺伝子に連鎖して収量を低下させる遺伝子の存在、あるいは糯性遺伝子の多面発現を示唆するものであった。このように、戻し交雑によって特定の遺伝子のみを導入しようとするとき、両系統の差の原因は、連鎖する遺伝子の効果と導入した遺伝子の多面的発現の両方に求められ、短稈コシヒカリとコシヒカリの形質間の比較では、分けつ数をのぞき、稈長及び各節間長の減少、上位3葉の長さの減少とそれともなう葉面積の減少、あるいは、有意とはならなかったが、穂長、玄米の大きさの減少など、長さに関連する形質での変化がみられた。半矮性遺伝子はこれら長さに関する形質の発現に多面的に作用するものと考えられ、連鎖する遺伝子による効果は少なく、その作用の程度は植物体の形質によって、あるいは部位によって異なるものと考えられる。

摘 要

コシヒカリは良食味で市場性が高いが、長稈で耐倒伏性は極弱という欠点を持っている。この欠点を改良するため、この研究では、コシヒカリを9回戻し交雑することで、半矮性遺伝子を導入したコシヒカリの遺伝的背景を持つ同質遺伝子系統を育成することが出来た。この系統は、コシヒカリの最大の特徴である良食味について変ることなく、短稈化にともなう耐倒伏性の向上がみられた。

引 用 文 献

1. 佐本四郎・金井大吉 (1975). イネ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. 育種, 25, 1~7.
2. 農業技術研究所生理遺伝部遺伝科遺伝第6研究室 (1972). 戻し交雑育種法. P 1~79.
3. 岡 彦一 (1959). 同一の遺伝子型をもち、モチ遺伝子だけ異なるイネの系統. 遺伝研年報 9, 110~111.
4. Hirata, H. (1966). Studies on the inheritance of some quantitative characters in rice by means of backcrossing. II. A comparison of characteristics in two varieties Fujisaka No. 5 and Aomori-Mochi No. 14, and in their F₂ plants up to the sixth repeatedly backcrossed generation. *Sci. Rep. Hirotsaki Univ.* 13, 16~69.