Masao Yokoo, Shigeru Saito, Tadaaki Higashi and Sadao Matsumoto (Tohoku Natl. Agr. Exp. Sta., Yotsuya, Ohmagari 014-01) : Use of a Korean Rice Cultivar Milyang 23 for Improving Japanese Rice

韓国の水稻品種「密陽 23 号」を育種母本に使う

横尾政雄¹⁾・斎藤 滋²⁾・東 正昭・松本定夫

(東北農業試験場 大曲市四ツ屋, 〒014-01

現 ¹⁾ 食品総合研究所 つくば市観音台 2-1-2, 〒305,

²⁾ 北海道農業試験場 札幌市豊平区羊ヶ丘 1, 〒062)

Key Words : *Oryza sativa*, Milyang 23, semi-dwarf, yield, breeding.

1. はじめに

いつの時代でも品種改良における最大の目標は、収量性向上の飽くなき追求にある。このことは水稻の品種改良でも例外ではない。1970 年代以降、米の生産量が消費量を上まわり、280 万 ha の水田の四分の一を減反せざるをえない現状ではあるが、将来、農地をさらに効率的に利用して穀物自給率を高めるために多収品種の育成は必要である。そこで、農林水産省では水田の高度利用の施策をとる一方、プロジェクト研究「超多収作物の開発と栽培技術の確立」を 1981 年から開始した。その具体的な目的は、将来の稲作を想定し、超多収品種の育成と栽培技術の開発によって米の収量水準を一段階も二段階も上げておくことであった。また、このプロジェクトでは、収量水準の向上に外国品種を積極的に利用することが意図された。

著者らはとくに韓国品種「密陽 23 号」の半矮性（草丈の低い）草型と多収性に着目した。その理由は、密陽 23 号が 1978 年、79 年と続けて韓国で最も広く栽培された水稻品種であり、韓国の『緑色革命』に寄与していた

からである。密陽 23 号は旺盛な分げつ、直立して長く厚い葉、剛直な稈、籾が多くて長い穂などの特徴をもっていたので、これらの特性を日本品種に導入すれば収量性をさらに向上できると期待した。この品種を交配母本に用い、農業研究センターが 1983 年に関東 138 号を育成して以来、1993 年までに合わせて 9 系統を地域農業試験場で育成した（第 1 表）。東北農業試験場でも 1986 年に奥羽 326 号を、1989 年には奥羽 335 号を育成した。

密陽 23 号を利用するに当たり、この品種の多収性を栽培生理学の側面から解析した研究成果は多数報告されているが、育種に必要な形質遺伝の知見についてはこれまでほとんど公表されていない。著者らは奥羽 326 号の育成の傍ら、密陽 23 号を用いた雑種の形質変異を調べたので、上記プロジェクト研究が 1989 年に一応終了し、また、この品種を直接に利用した育種が一段落したとみられる現在、今後の参考としてここにその概要を紹介する。

第 1 表 密陽 23 号を用いて育成した系統

系 統	育成年	育 成 機 関	交雑組合せ
関東 138 号	1983	農業研究センター	トヨニシキ／密陽 23 号／／トヨニシキ
奥羽 326 号	1986	東北農業試験場	密陽 23 号／2 ＊アキヒカリ
北海 262 号	1987	北海道農業試験場	密陽 23 号／空育 107 号／／キタヒカリ
北海 263 号	1987	北海道農業試験場	密陽 23 号／北海 243 号／／ともゆたか
奥羽 335 号	1989	東北農業試験場	奥羽 316 号／鴻 7 ¹⁾
中国 118 号	1989	中国農業試験場	中国 74 号／密陽 23 号／／中国 69 号／／あそみのり
北海 271 号	1990	北海道農業試験場	密陽 23 号／札 53 ー 22 ー 22 ともゆたか／／北海 244 号
北陸 149 号	1990	北陸農業試験場	密陽 23 号／アキヒカリ
西海 203 号	1992	九州農業試験場	奥羽 326 号／／水原 258 号／台農 67 号

¹⁾ 鴻 7：トヨニシキ／密陽 23 号／／トヨニシキ

2. 密陽 23 号／アキヒカリにおける形質変異

東北地方では多収品種「アキヒカリ」が早生の主流品種として広く栽培されていた。密陽 23 号はアキヒカリに比べ短稈・長穂で 1 穂粒数が多く、多収の可能性を示したが、幼苗期の低温に弱かったり、また、晩生で登熟不良となったり、脱粒しやすいなどの欠点ももっていた（第 2 表）。そこで、密陽 23 号の欠点を排除しつつアキヒカリに密陽 23 号の多収性を付加し、両親を超す優秀な多収品種の育成をねらって、両品種を交配した。育種における評価と選抜の作業は、雑種世代で個々の形質がどのように分離し遺伝するか、それらがたがいによいような関係にあるかということを知りつつ進めることであるから、密陽 23 号／アキヒカリの初期世代でいくつかの形質の変異を調べた。

出穂期

アキヒカリは 8 月 7 日に出穂し、密陽 23 号はさらに 10 日遅く 8 月 17 日に出穂した。F₁ の出穂期は 8 月 8 日で、アキヒカリに近かった。F₂ は中間親値にモードをもつ単頂型分布を示したが、両親よりも早生及び晩生の超越個体も少数出現した（第 1 図）。このような変異には少数の主働遺伝子が関与して、遺伝は比較的単純な場合が多いことから、試験地（秋田県大曲市）における出穂晩限の 8 月 15 日以前に出穂する個体・系統の選抜は困難ではないと考えた。

稈長と穂長

アキヒカリの稈長は 72.6 cm で、密陽 23 号は 65.4 cm であり、F₁ はアキヒカリよりも 3.9 cm 高かった。

F₂ における稈長の変異は大きく、アキヒカリよりも長稈の超越個体が多数出現した（第 2 図）。アキヒカリと密陽 23 号の穂長はそれぞれ 18.3 cm、22.6 cm であり、F₁ は密陽 23 号よりも 1.4 cm 長かった。F₂ ではアキヒカリよりも短穂の個体はほとんどなく、大多数の個体の穂長は密陽 23 号とほぼ等しかったが、それよりも長穂の個体も出現した。稈長や穂長のこのような変異には多数の遺伝子が関与し、その遺伝は比較的複雑な場合が多いが、この変異の分布からみて、アキヒカリよりも短稈で密陽 23 号と等しい穂長をもつ個体・系統の選抜は不可能ではないと考えた。

脱粒性

密陽 23 号の完熟した 1 穂を掌で握りしめると 5 粒以上の粒が穂から脱落し、脱粒性が易であった。一方、アキヒカリの脱粒性は難であった。F₁ は脱粒性易であり、F₂ では 227 個体が脱粒性易、71 個体が脱粒性難であった。また、アキヒカリを戻し交雑した次代の BC₁F₂ では 95 系統が脱粒性難で固定し、96 系統が脱粒性について

第 1 図 密陽 23 号×アキヒカリの F₂ における出穂日の変異

第 2 表 密陽 23 号とアキヒカリの特性比較

品 種	出穂期 月 日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本	脱粒性	籾のフェ ノール 反 応	幼苗期 耐冷性	いもち病抵抗性 レ ー ス				
								101	003	033	033-b+	037
密陽 23 号	8.17	65.4	22.6	14.6	易	+	弱	R	R	R	S	R
アキヒカリ	8.7	72.6	18.3	16.1	難	-	強	R	S	S	S	S

(R: 抵抗性 S: 罹病性)

第 2 図 密陽 23 号×アキヒカリの F₂ における脱粒性難易別の稈長と穂長の関係

て分離していた。このように脱粒性易は完全優性の 1 遺伝子によって支配されていた。

F₂ で脱粒性易の個体は短稈側に、脱粒性難の個体は長稈側に分布が偏り、脱粒性と稈長の間に密接な関係がみられた (第 2 図)。このような関係を考慮しないで、別途養成していた F₃ の 409 系統から短稈・直立葉に着目して 67 系統を選抜したところ、7 系統は脱粒性について分離していたが、60 系統は脱粒性易で固定していた。このように短稈で脱粒性難の個体を得る確率は低く、組換え型の選抜には、雑種集団の規模を大きくしなければならないと考えた。脱粒性と穂長との間には特別な関係はみられなかった。

種子稔性

密陽 23 号とアキヒカリの雑種には不稔が生じた。F₁ の種子稔性は 54.1 % であった。個体の種子稔性を達観によって判定して 10 段階に分けたとき、F₂ は 10 % 以下の低稔個体から完全稔性個体まで幅広く分離したが、その分布は高稔の方に偏っていた (第 3 表)。

籾のフェノール反応

籾を 2 % のフェノール水溶液に 24 時間浸漬すると密陽 23 号は濃茶色となったが、アキヒカリは反応しなかった。F₁ は着色し、F₂ では 309 個体が着色、97 個体が無着色であり、籾のフェノール反応は 1 個の優性遺伝子によって支配されていた。この遺伝子は第 4 染色体の *Ph* であると考えた。

幼苗期耐冷性

保温折衷苗代で F₃ 系統を養成していて異常低温に遭遇した。密陽 23 号の苗は黄白化し、その程度の甚しい個体は枯死したが、アキヒカリには外見上の異常はなかった。F₁ の苗色は両親の中間で淡緑であった。F₃ の 405 系統のうち 21 系統が密陽 23 号と同様に黄白色となったが、71 系統は緑色であり、313 系統は緑色個体が分離するか淡緑の中間色を示した。この分離状況から、幼苗期耐冷性は少数の、おそらく 2 個の遺伝子によって支配されていると推定した。

いもち病抵抗性

密陽 23 号は日本の多数のいもち病菌系に抵抗性を示したが、*Pi-b* 遺伝子の特異的に侵すレース 033-b⁺ には罹病性であり、密陽 23 号は *Pi-b* 遺伝子をもつことが明らかであった (第 2 表)。一方、アキヒカリは *Pi-a* 遺伝子をもつ。F₂ ではレース 101 に対して全個体が抵抗性であったが、第 2 回目の接種でレース 037 に対して 2

遺伝子性分離を示した。また、第 1 回目の接種でレース 003, 033, 037 に対しては 2 遺伝子性分離に近い値をとった。これらのうち抵抗性個体は第 2 回目の接種でレース 037 に対してすべて抵抗性であった (第 4 表)。この結果から、密陽 23 号は *Pi-a*, *Pi-b* 以外に 1 個の抵抗性遺伝子をもつと推測した。

第 4 表 密陽 23 号／アキヒカリの F₂ におけるいもち病抵抗性の分離

接 種	レース	個 体 数			密陽 23 号	F ₁	アキヒカリ
		抵抗性	中間	罹病性			
第 1 回	101	337	0	0	抵抗性	抵抗性	抵抗性
第 2 回	037	309		26	抵抗性		罹病性
第 1 回	003	242	17	13	抵抗性	抵抗性	罹病性
第 2 回	037	223		0	抵抗性		
第 1 回	033	228	27	26	抵抗性	抵抗性	罹病性
第 2 回	037	190		0	抵抗性		
第 1 回	037	243	21	28	抵抗性	抵抗性	罹病性
第 2 回	037	219		0	抵抗性		

生育弱勢

F₂ には両親からは想像できないような短くて細い稈・少げつ・細葉の弱勢個体が出現した。その次代 F₃ 系統ではすべての個体が弱勢となり、弱勢は遺伝的にホモとみなした。このような個体は育苗や田植えの際に淘汰されやすく、水田における出現頻度からこの形質の遺伝は推定できない。そこで、170 粒の F₂ 種子を苗箱に播いて 1 か月後に調査したところ、8 個体が矮小・細葉・無分げつの弱勢を示した。密陽 23 号を片親とする他の雑種組み合わせにおける弱勢個体の出現頻度も合わせ考え、弱勢は 2 遺伝子劣性によって発現すると推測した。

3. 奥羽 326 号の育成

密陽 23 号／アキヒカリの雑種を用い、幼苗期には葉色が緑で耐冷性が強く、苗丈も短く、また、成熟期には短剛稈、直立葉、長密穂、脱粒性難、いもち病抵抗性に注目し、さらに、ひこばえの再生量が多く、ごま葉枯病にかかっていない個体・系統を選抜して、弱勢、開株、疎穂、短穂、不稔、脱粒性易などの不良形質を淘汰することを意図した。

第 3 表 密陽 23 号／アキヒカリの F₂ における種子稔性の変異

種子稔性 (%)	0 ~ 10 ~ 20 ~ 30 ~ 40 ~ 50 ~ 60 ~ 70 ~ 80 ~ 90 ~ 100 (不稔 ← → 稔)										合計
個 体 数	8	1	10	13	27	46	75	146	130	8	464
						↑			↑	↑	
						F ₁			密陽	アキヒカリ	
									23 号		

第5表 奥羽 326 号の特性

品 種	出穂期 月 日	成熟期 月 日	稈 長 cm	穂 長 cm	1 株穂数 本	1 穂粒数 粒	粗玄米重 kg/a	玄 米 千粒重 g	品 質	穂孕期 耐冷性
奥羽 326 号	8.10	10. 2	82	20.9	12.0	102	74.2	24.3	下	中
アキヒカリ	8. 5	9.20	82	18.2	16.6	89	72.6	21.7	中	やや弱
トヨニシキ	8.11	9.29	93	19.8	18.1	78	71.6	22.1	上	やや弱

F₂ を 1980 年に養成し、その次代 F₃ の 405 系統を 1981 年に苗代に養成し、低温によって黄白色となって枯死した 21 系統を除く 384 系統を水田で栽培した。出穂晩限の 8 月 15 日までに収穫した系統は多かった。しかし、ほとんどの系統は半矮性の草型を示さず、種々の不良形質を単独にあるいは複合してもつ個体から成っていた。不良形質はたとえば、両親よりも著しく長稈であること、1 穂粒数が少なかったり粒着が疎らであること、葉色が淡くかつ葉が長く垂れること、分げつが直立せず、に株が開くこと、節が折れ曲がって穂揃いが悪いこと、脱粒しやすいことなどである。種々の形質が揃って優良な系統は得られなかったため、各形質が比較的揃った 32 系統を選び、1 個体 5 粒法による派生系統として F₄ 系統を 1982 年に栽培したが、優良形質を合わせもつ個体・系統は得られなかった。

一方、F₁ にアキヒカリを戻し交雑して 1981 年に BC₁F₁ 個体を養成し、その次代 BC₁F₂ の 191 系統を 1982 年に水田で栽培して、その中から種々の特性が比較的良好な 33 系統を選抜した。その後の 3 世代でさらに系統選抜をくりかえし、収量性を検定して、そのうちの 1 系統に 1986 年に奥羽 326 号と命名した。

奥羽 326 号の特性をアキヒカリやトヨニシキと比較すると、次のとおりである（第 5 表）。出穂期はアキヒカリよりも遅くトヨニシキと同じであるが、登熟に必要な日数はトヨニシキよりも数日多い。稈長はアキヒカリと同じである。穂はアキヒカリよりも長い。1 株穂数はアキヒカリよりも少ない。しかし、1 穂粒数はアキヒカリよりも多い。このように奥羽 326 号は短稈・穂重型で一般に多収である。玄米はアキヒカリよりも大きい。腹白が多く品質は良くなく、また、精白すると碎米が多く出る。いもち病抵抗性遺伝子 *Pi-a* と *Pi-b* をもつ。穂孕

期の耐冷性はアキヒカリやトヨニシキよりもやや強く、中程度である。

4. おわりに

密陽 23 号を交配母本として用い、これまでに 9 系統が育成された（第 1 表）。これらの多くは密陽 23 号の特性を受け継ぎ、従来の日本品種よりも多収である。しかし、米の品質や食味が良くないこと、この米の理化学的特性とそれを使った加工適性も詳しく調べられていないことなどによって、これらは都道府県の奨励品種としてまだ農家に栽培されていない。密陽 23 号のすべての長所がこれらの系統に導入されたとは考えられないが、これらの系統の育成によって日本品種の収量性が一歩前進したことは事実であって、密陽 23 号が日本品種の遺伝的基盤を広げ、育種家の経験を豊かにしたという意味で、日本の稲育種に果たした役割は大きい。一方、韓国では現在、密陽 23 号のような多収品種群は炊いた飯に粘りがなく食味不良であるがゆえに、もはや栽培されなくなった（横尾：農業技術 47 (7), 1992）。わが国における密陽 23 号利用の育種も専ら多収を追ってきたのであるが、今後は、日本品種の良食味との結合を意図した育種にこれらの系統が活用されるであろう。

Masao Yokoo¹⁾

Shigeru Saito²⁾

Tadaaki Higashi³⁾

Sadao Matsumoto³⁾

Present address

1) Natl. Food Res. Inst., Kannondai, Tsukuba 305

2) Hokkaido Natl. Agr. Exp. Sta., Hitsujigaoka, Sapporo 062

3) Tohoku Natl. Agr. Exp. Sta., Yotsuya, Ohmagari 014-01