Yuji HAMACHI, Minoru YOSHINO, Masahiko FURUSHO and Tomohiko YOSHIDA : Index of Screening for Wet Endurance in Malting Barley. (English summary on p. 366)

ビールオオムギにおける耐湿性選抜の指標形質

浜地勇次・吉野 稔・古庄雅彦・吉田智彦

(福岡県農業総合試験場, 福岡県筑紫野市, 〒818)

ビールオオムギの耐湿性を高める目的で, 耐湿性の異なる品種間で交配を行い, 雑種 $F_4 \sim F_6$ 世代での耐湿性の選抜結果から遺伝率を推定し, 耐湿性の選抜をよりの確に行うためにはどの形質を用いればよいかの検討を行った. 過湿処理は節間伸長期に行い, 過湿区の葉枯程度および稈長と子実重の対照区比 (過湿区/対照区, 以下同じ) を指標形質とした. 葉枯程度を指標とした場合, 供試した4組み合わせの遺伝率は0.12~0.48であった. 選抜次代の上位と下位の系統群の葉枯程度の平均値を比較すると, いずれの組み合わせとも上位の系統群の方が少なく, そのうち3組み合わせで有意差が認められた. 稈長および子実重の対照区比を指標とした場合, 供試した3組み合わせの遺伝率は前者が0.47, -0.02, 1.06 および後者が0.32, -0.12, 0.23 であった. 選抜次代の上位と下位の系統群の稈長および子実重の対照区比の平均値を比較すると, 前者は2組み合わせで上位の系統群の方が大きく, ともに有意差が認められ, 後者は2組み合わせで上位の系統群の方が大きく, そのうち1組み合わせで有意差が認められた.

以上の結果から, ビールオオムギにおける過湿区の葉枯程度は稈長および子実重の対照区比を指標とした場合よりも安定した選抜効果や遺伝率の推定値が得られるので, 雑種初期世代における耐湿性を選抜するための有効な指標形質である.

KEY WORDS : *Hordeum vulgare*, degree of dead leaf, wet endurance, malting barley, heritability, selection.

緒 言

前報 (浜地ら 1989) では, ビールオオムギの耐湿性を高める目的で, いくつかの交配集団について過湿処理を行い, 葉枯程度を耐湿性の強弱の選抜形質として雑種初期世代の遺伝率を推定した. その結果, $F_2 \rightarrow F_3$ および $F_4 \rightarrow F_5$ の選抜試験から推定した葉枯程度の遺伝率は0.07~0.28であった. また, 選抜次代の上位と下位の系統群の葉枯程度の平均値に有意差があり, 雑種初期世代における耐湿性に選抜効果があることを認めた.

前報 (浜地ら 1989) で用いた耐湿性の指標形質は葉枯程度のみで, 葉枯程度とその他の形質を指標とした場合の耐湿性の選抜効果との比較は行っていない.

そこで, 本研究では葉枯程度の他に稈長 (池田ら 1954, 佐々木 1980) と子実重 (桐山 1956, 時政 1952, 佐々木 1984) を指標として, 雑種 $F_4 \sim F_6$ 世代での各々の耐湿性の遺伝率を推定し, 耐湿性の選抜をよりの確に行うためにはどの形質を用いればよいかの検討を行った.

材料および方法

試験は1987~1988年 (播種年度) までの2年間行った. 過湿処理世代まで無選抜で養成した3~4組み合わせに由来する系統について, 後述の過湿区の葉枯程度, 稈長の対照区比および子

Table 1. Materials used for estimating heritability of wet endurance

No.	Cross combination		Gener- ation	No. of lines	Degree of dead leaf		Tolerance index ³⁾ of culm length		Tolerance index ³⁾ of yield	
	♀	♂			Higher	Lower	Higher	Lower	Higher	Lower
1	Seijo No.17									
	Haruna Nijo		F ₃ - F ₄	46	13 ⁴⁾	13 ⁵⁾	18 ⁴⁾	16 ⁵⁾	14 ⁴⁾	15 ⁵⁾
2	Seijo No.17									
	Haruna Nijo		F ₄ - F ₅	51	10	13	17	16	17	16
3	Akashinriki ²⁾									
	Suisho		F ₄ - F ₅	36	10	10	10	10	10	10
4	Seijo No.17									
	Haruna Nijo		F ₅ - F ₆	46	15	14	13	14	14	14

1) Seijo No.17 and Akashinriki were less damaged under excess soil moisture treatment.

2) Normal type.

3) The tolerance index was estimated from (the value of excess soil moisture plot/that of control plot × 100).

4) No. of lines selected for the higher value.

5) No. of lines selected for the lower value.

実重の対照区比を指標として、耐湿性が上位と下位の系統を1年目に選抜し、2年目（翌代）の結果から耐湿性の遺伝率を推定し、選抜効果を検討した。Table 1に組み合わせ別の供試系統数および上位と下位の選抜系統数を示した。播種日は、1年目は12月4日、2年目は12月8日であった。

栽培法は畦立て、畦幅100 cm、条間50 cmで2条に播種し、基肥として窒素成分で1アール当たり0.5 kg施用し、追肥は（1年目：2月19日、2年目：3月11日）に0.2 kg施用した。

試験区は1系統につき1条（20 cm）に10～20粒を播種し、出芽後間引いて5個体を栽培した。対照区と過湿区を設け、1系統当たり1反復とした。過湿区は節間伸長期に20日間（1年目：3月25日～4月14日、2年目：3月24日～4月13日）、畦間に湛水処理を行った。

耐湿性の強弱の選抜形質として葉枯程度、稈長および子実重を用いた。これらのうち、葉枯程度は各年とも観察によって0（無）～5（甚）を0.5単位に2回調査し（1年目：4月6日、2年目：4月14日）、平均値で表した。過湿区の葉枯程度が少ない系統を耐湿性強とした。また、稈長および子実重は対照区に対する過湿区の比率（以下、対照区比とする）で過湿処理による被害程度を表し、対照区比が大きい系統を耐湿性強とした。稈長は5個体のうち中庸の個体について、子実重は全個体を調査した。

遺伝率は上述の3形質を指標として、1年目に上位と下位に選抜した系統の平均値（各々 $\overline{M_1}$ 、 $\overline{M_2}$ ）と2年目のこれらの後代系統群の平均値（各々 $\overline{M'_1}$ 、 $\overline{M'_2}$ ）を用いて、 $(\overline{M'_1} - \overline{M'_2}) / (\overline{M_1} - \overline{M_2})$ で推定した。

結 果

1. 過湿区の葉枯程度を指標とした耐湿性の選抜効果

葉枯程度を指標とした耐湿性の遺伝率および選抜効果を Table 2 に示した。各組み合わせについて、1年目に耐湿性上位として各々2.0~2.5以下、下位として3.0~3.25以上の系統を選抜した。

2年目にこれらの上位と下位の選抜後代系統群の葉枯程度の平均値をみると、組み合わせ番号1が $\overline{M}_1=1.9$ と $\overline{M}_2=2.3$ 、番号2が $\overline{M}_1=2.8$ と $\overline{M}_2=3.0$ 、番号3が $\overline{M}_1=2.6$ と $\overline{M}_2=3.4$ 、番号4が $\overline{M}_1=2.3$ と $\overline{M}_2=3.0$ であり、いずれの組み合わせとも上位の選抜後代系統の方が葉枯程度は少なかった。葉枯程度の遺伝率は組み合わせ番号順に各々0.27, 0.12, 0.48, 0.36であった。耐湿性が上位と下位の選抜後代系統群の葉枯程度の平均値についてt検定を行った結果、4組み合わせのうち2組み合わせが5%水準で、1組み合わせが1%水準で有意差が認められた。また、葉枯程度が3(中)未満の割合は、上位の選抜後代系統群が組み合わせ番号順に各々90.9%, 52.0%, 46.7%, 56.0%に対し、下位の選抜後代系統群が各々87.5%, 34.6%, 27.3%, 35.0%と、いずれの組み合わせとも上位の選抜後代系統群の方が多かった。

2. 稈長の対照区比を指標とした耐湿性の選抜効果

稈長の対照区比を指標とした耐湿性の遺伝率および選抜効果を Table 3 に示した。各組み合わせについて、1年目に全系統のなかから対照区比の数値が大きい順に28~39%を上位として、数値が小さい順に28~35%を下位として選抜した。

2年目にこれらの上位と下位の選抜後代系統群の稈長の対照区比の平均値をみると、組み合わせ番号1が $\overline{M}_1=81.0\%$ と $\overline{M}_2=74.9\%$ 、番号2が $\overline{M}_1=69.9\%$ と $\overline{M}_2=70.4\%$ 、番号3が $\overline{M}_1=$

Table 2. Selection for wet endurance by using the degree of dead leaf¹⁾

No.	Cross combination		Gener- ation	²⁾ $\overline{M}_1$ $\overline{M}_2$		²⁾ $\overline{M}'_1$ $\overline{M}'_2$		³⁾ t	Genetic gain	Herita- ⁴⁾ bility
	♀	♂								
1	Seijo No.17									
	Haruna Nijo		F ₃ - F ₄	1.9	3.5	1.9	2.3	*	0.45	0.27
2	Seijo No.17									
	Haruna Nijo		F ₄ - F ₅	1.9	3.7	2.8	3.0	NS	0.21	0.21
3	Akashinriki									
	Suisho		F ₄ - F ₅	2.0	3.6	2.6	3.4	*	0.77	0.48
4	Seijo No.17									
	Haruna Nijo		F ₅ - F ₆	1.7	3.7	2.3	3.0	**	0.75	0.36

¹⁾ The degree of dead leaf was expressed by the score 0 (most tolerant) - 5 (most susceptible).

²⁾ $\overline{M}_1$ and $\overline{M}'_1$ were the mean value of selected lines for higher tolerance and their progenies, respectively. $\overline{M}_2$ and $\overline{M}'_2$ were the mean value of selected lines for lower tolerance and their progenies, respectively.

³⁾ ***, Significant at 0.01 and 0.05 levels of probability, respectively, by using t test between $\overline{M}'_1$ and $\overline{M}'_2$. NS: Not significant.

⁴⁾ Heritability of wet endurance was estimated by $(\overline{M}'_1 - \overline{M}'_2) / (\overline{M}_1 - \overline{M}_2)$.

74.8%と $\overline{M'_2}=64.0\%$ であり、3組み合わせのうち2組み合わせでは上位の選抜後代系統の方が稈長の対照区比の数値は大きく、1組み合わせでは同程度であった。稈長の対照区比の遺伝率は組み合わせ番号順に各々0.47, -0.02, 1.06であった。耐湿性が上位と下位の選抜系統群の稈長の対照区比の平均値についてt検定を行った結果、3組み合わせのうち1組み合わせが1%水準で、1組み合わせが5%水準で有意差が認められた。また、稈長の対照区比が後代系統全体の平均値以上を示す系統の割合をみると、上位の選抜後代系統群が組み合わせ番号順に各々72.2%, 66.7%, 70.0%に対し、下位の選抜後代系統群が各々31.3%, 62.5%, 20.0%と、いずれの組み合わせとも過湿処理の影響が小さい系統は上位の選抜後代系統群の方が多かった。

3. 子実重の対照区比を指標とした耐湿性の選抜効果

子実重の対照区比を指標とした耐湿性の遺伝率および選抜効果を Table 4 に示した。各組み合わせについて、1年目に、全系統のなかから対照区比の数値が大きい順に28~33%を上位として、数値が小さい順に28~33%を下位として選抜した。

2年目にこれらの上位と下位の選抜後代系統群の子実重の対照区比の平均値をみると、組み合わせ番号1が $\overline{M'_1}=37.6\%$ と $\overline{M'_2}=29.0\%$ 、番号2が $\overline{M'_1}=28.0\%$ と $\overline{M'_2}=31.5\%$ 、番号3が $\overline{M'_1}=20.3$ と $\overline{M'_2}=16.7$ であり、3組み合わせのうち2組み合わせでは上位の選抜後代系統群の

Table 3. Selection for wet endurance by using the tolerance index of culm length¹⁾

No.	Cross combination		Gener- ation	$\overline{M_1}^{2)}$ $\overline{M_2}^{2)}$		$\overline{M'_1}^{2)}$ $\overline{M'_2}^{2)}$		$t^{3)}$	Genetic gain	Herita- ⁴⁾ bility
	♀	♂								
1 Seijo No.17										
Haruna Nijo			F ₃ - F ₄	92.6	79.4	81.0	74.9	**	6.18	0.47
2 Seijo No.17										
Haruna Nijo			F ₄ - F ₅	84.1	66.9	69.9	70.4	NS	-0.42	-0.02
3 Akashinriki										
Suisho			F ₄ - F ₅	77.4	67.1	74.8	64.0	*	10.88	1.06

1) 2) 3) 4) See notes of Table 1 and Table 2.

Table 4. Selection for wet endurance by using the tolerance index of yield¹⁾

No.	Cross combination		Gener- ation	$\overline{M_1}^{2)}$ $\overline{M_2}^{2)}$		$\overline{M'_1}^{2)}$ $\overline{M'_2}^{2)}$		$t^{3)}$	Genetic gain	Herita- ⁴⁾ bility
	♀	♂								
1 Seijo No.17										
Haruna Nijo			F ₃ - F ₄	59.5	32.2	37.6	29.0	**	8.66	0.32
2 Seijo No.17										
Haruna Nijo			F ₄ - F ₅	45.6	17.9	28.0	31.5	NS	-3.45	-0.12
3 Akashinriki										
Suisho			F ₄ - F ₅	42.8	27.0	20.3	16.7	NS	3.56	0.23

1) 2) 3) 4) See notes of Table 1 and Table 2.

方が対照区比の数値が大きかった。1 組み合わせでは下位の選抜後代系統群の方が対照区比の数値がやや大きかった。子実重の対照区比の遺伝率は組み合わせ番号順に各々0.32, -0.12, 0.23であった。耐湿性が上位と下位の選抜後代系統群の子実重の対照区比の平均値についてt検定を行った結果, 3 組み合わせのうち1 組み合わせが1%水準で有意差が認められた。また, 子実重の対照区比が選抜後代系統全体の平均値以上を示す系統の割合を見ると, 上位の選抜後代系統群が組み合わせ番号順に各々78.6%, 41.2%, 50.0%であったのに対し, 下位の選抜後代系統群は20.0%, 62.5%, 40.0%となり, 耐湿性の強い系統は2 組み合わせで上位の選抜後代系統群の方が, 1 組み合わせで下位の選抜後代系統群の方が多かった。

考 察

葉枯程度を指標とした場合, 供試した4 組み合わせの遺伝率は0.12~0.48であった。選抜次代の上位と下位の系統群の葉枯程度の平均値を比較すると, いずれの組み合わせとも上位の系統群の方が少なかった。この結果は, 葉枯程度を指標として求めた耐湿性の遺伝率は小さいものの, 雑種初期世代における耐湿性の選抜効果が認められた前報(浜地ら1989)の結果と一致した。

稈長および子実重の対照区比を指標とした場合, 供試した3 組み合わせの遺伝率は前者が0.47, -0.02, 1.06 および後者が0.32, -0.12, 0.23であった。選抜次代の上位と下位の系統群の稈長および子実重の対照区比の平均値を比較すると, 前者は2 組み合わせで上位の系統群の方が大きく, ともに有意差が認められ, 後者は2 組み合わせで上位の系統群の方が大きく, そのうち1 組み合わせで有意差が認められた。

このことから, 稈長および子実重の対照区比を耐湿性の指標とした場合でも, 雑種初期世代における耐湿性の選抜効果が認められる組み合わせがあるものの, 葉枯程度を指標とした場合よりも遺伝率の変動が大きかった。なお, 稈長および子実重の対照区比を指標とした場合, 遺伝率が負の値になったことや1を越えた原因についてはよくわからないが, 1系統1反復の試験であるために場所による誤差が影響したことが一因であると考えられる。

これらの3形質のうち, 稈長と子実重の対照区比は対照区を設けなければならず, しかも遺伝率の変動が大きかった。これに対し, 過湿区の葉枯程度は1) 他の形質を指標とした場合よりも比較的安定した遺伝率の推定値が得られ, 耐湿性の選抜効果が認められたこと, 2) 対照区を設定しなくても大まかな判定ができること(浜地1989), 3) 稈長の対照区比および子実重の対照区比と相関が認められたこと(浜地ら1989)から, 多数の系統を扱わなければならない雑種初期世代における耐湿性を選抜するための有効な指標形質であると考えられる。

引用文献

- 浜地勇次・古庄雅彦・吉田智彦 1989. ビールオオムギの耐湿性の遺伝率. 育雑 39: 195-202.
池田利良・東 駿次・川出武夫・西郷昭三郎 1954. 麦類の耐湿性に関する研究. 第1報. 麦類品種の耐湿性検定に関する研究. 東海近畿農試研報・栽培部 1: 21-26.
佐々木昭博 1980. オオムギ数品種の生育時期を異にした湿害. 育雑 30(別2): 72-73.
——— 1984. オオムギの節間伸長期における耐湿性の品種間差異. 育雑 34: 79-86.
桐山 毅・井出義人・吉富健一・小西猛朗 1956. 麦類耐湿性の品種間差異(予報). 九州農業研究 17: 57-58.
時政文雄 1952. 麦類の湿害に関する研究. 第2報. 湿害に対する種類並に品種間差異. 日作紀 20: 266-267.

Summary

Heritability values of wet endurance in F_4 - F_6 populations were estimated to improve wet endurance of malting barley.

Materials were grown under excess soil moisture treatment (irrigated condition) at the internode elongation stage. Selected characters concerning wet endurance were the degree of dead leaf expressed by the score 0 (most tolerant) - 5 (most susceptible) and the tolerance index (the mean value of excess soil moisture plot/that of control plot) of grain yield and culm length.

Heritability of wet endurance in F_4 - F_6 populations was estimated by $(\overline{M'_1} - \overline{M'_2}) / (\overline{M_1} - \overline{M_2})$, where $\overline{M_1}$ and $\overline{M'_1}$ were mean value of selected lines for higher tolerance to excess soil moisture and their progenies, respectively, and $\overline{M_2}$ and $\overline{M'_2}$ were those for lower tolerance to excess soil moisture and their progenies, respectively.

Heritability values estimated by the degree of dead leaf in four populations were 0.12, 0.27, 0.36 and 0.48. Values of the degree of dead leaf in progenies with higher tolerance were lower than those in progenies with lower tolerance in four crosses and the differences were significant in three crosses.

Heritability values estimated by the tolerance index of culm length and grain yield were 0.47, -0.02, 10.6 and 0.32, -0.12, 0.23, respectively.

Though heritability values of wet endurance estimated by the degree of dead leaf and the tolerance index of grain yield and culm length were not so high, it was judged that the selection for wet endurance was effective. The degree of dead leaf under excess soil moisture treatment was considered to be a good and practical index of the screening in early generations, because the heritability values were relatively constant comparing with the other value estimated by yield and culm length, and the method of estimation was far less complicated.

Y. HAMACHI

M. YOSHINO

M. FURUSHO

T. YOSHIDA

Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818.