

一代雑種利用によるビール大麦の高品質，多収化の可能性

早乙女和彦・天谷正行・伊藤 浩*・吉田 久**

摘要：ビール大麦の雑種強勢の程度を収量性および麦芽品質の両面から把握するために，ミサトゴールデンを共通親とし，外国品種との人工交配から得られた21組合せのF₁雑種系統およびその親について生産力および麦芽品質の検定を行った。その結果，稈長，一穂粒数，一株当たりの収量，千粒重に良質親（BP）を超える組合せが多く，それらの形質ではF₁/BPの平均値が1以上となった。中でも一株当たりの整粒重は，F₁/BP値が1.01~2.02と供試した全ての組合せでBPを上回り，収量への強いヘテロシス効果が認められた。これらの生産物を製麦し，麦芽品質特性を調査したところ，主要な評価項目のF₁/BPの平均値は，0.95~0.99となりBPを超えるものはなかったが，中間親（両親の平均値）より優れるスタンダードヘテロシスがみられた。供試したF₁雑種の中には，整粒重×麦芽品質値がミサトゴールデンの2倍以上を示すものがあった。多収に最も貢献度の高い形質は，F₁雑種，親品種ともに穂数であった。しかし，BPの穂数とF₁のそれとの間に相関がなく，親品種の形質から，F₁雑種の収量性を予測することは困難であった。麦芽品質項目においては，中間親とF₁雑種との間に極めて強い相関が認められた。これらのことから，高品質親を片親に用い，収量性に対して雑種強勢の高い相手を選定することにより，優れた一代雑種ビール大麦を獲得できる可能性が示唆された。

キーワード：ビール大麦，一代雑種，ヘテロシス，多収，醸造用品質

Yielding Ability and Malting Quality in F₁ Hybrids of Two-rowed Barley

Kazuhiko SOHTOME, Masayuki AMAGAI, Hiroshi ITO and Hisashi YOSHIDA

Summary: We aimed to confirm heterosis not only on yielding ability but also on malting quality in two-rowed malting barley. Twenty-one F₁ hybrids were obtained by artificial cross between European or North American varieties and Japanese leading variety, Misato Golden, which was a common male parent. Performance tests were carried out for the F₁ hybrids and their parents. Yield components and other agronomic characters were investigated, and malting qualities were analyzed by applied EBC method. The results are as follows.

1. In yielding components, significant heterosis as measured from the better parents was observed for culm length, triplet number per spike, yield per plant, and a thousand grain weight. Especially for plump kernel weight per plant, heterosis was observed in all of the F₁ hybrids we tested.

2. In six main malting characters, the averages of the F₁ hybrids showed the intermediate levels between the parents. However, the F₁ hybrids were significantly better than the mid-parents (the average of parents) for malt T.N., diastatic power and malt quality index. For these characters and malt extract, the F₁ hybrids did not differ significantly from the average of their better parents.

3. Some F₁ hybrids showed the higher performance potential than Misato Golden.

4. Correlation coefficients between the F₁ hybrids and the mid-parents were significant in six malting characters. On the other hand, they were not significant in yielding components except triplet number per spike.

From mentioned above, F₁ hybrid barley with high malting quality and high yielding ability is expected from a cross between an excellent quality cultivar and one shows high specific combining ability for yield with that.

Key words: malting barley, F₁ hybrid, heterosis, high yielding ability, malting quality

I 緒言

雑種強勢（ヘテロシス）の効果は、他殖性作物ばかりでなく、イネやコムギなどの自殖性作物においても大きいことが知られている¹⁾。中国ではすでに1974年からハイブリッドライスが実用に供されてきたが、採種効率の問題や食味が十分でないことから、その普及は鈍化している。しかし、F₁品種のもつ収量性は、他殖性作物の場合ほどではないにしても、従来の固定品種と比較すると130%程度までに達し、多収を実現するための手段としては大きな魅力を備えている。

オオムギにおける雑種強勢に関する研究は、1950年代に緒につき、これまで多くの報告があるが、国内の例は僅かである。更にビール大麦については、以下のような理由から、一代雑種の実用性に関して検討すべき課題が多い。すなわち、わが国のビール大麦は、明治の初期に海外から導入されたという経緯から歴史が浅く、遺伝的変異が比較的乏しいこと、また、その用途である麦芽製造においては、発芽力の斉一性などが要求されるため、F₁ハイブリッドの生産物であるF₂分離世代の種子集団が使用に耐えるかどうかといった点である。筆者らは、いくつかの予備的な試験から、収量性において一定の雑種強勢がみられること、また、発芽のスピードは両親の中間になることを認めたい。

そこで本試験では、21組合せのF₁雑種を用い、ビール大麦における雑種強勢の程度を収量性および麦芽品質の両面から調査し、その利用に向けた可能性を検討した。

II 材料と方法

1. 組合せ

供試材料は、Table 1に示すヨーロッパ、北米およびオーストラリアの二条オオムギ品種21を母親にし、これらに日本の主要品種であるミサトゴールデンを父親とした交雑を行い、そのF₁と両親を用いた。

2. 耕種概要

これらのF₁および親品種をそれぞれ15~20個体ずつ11

月上旬に畦間60cm、株間10cmの個体植で圃場に播種した。共通親のミサトゴールデンは2、ないし3区を設け、解析には最隣接試験区のデータを採用した。肥培管理は、当場の生産力検定試験に準じて行った。調査は、圃場における成熟期調査の後、個体毎に抜き取り稈長、穂長、一穂当り粒数、一株穂数、一株収量およびその2.5mmの縦目篩歩留りである一株整粒収量を調査した。千粒重および麦芽品質特性は、脱穀したF₂種子を集団として調査した。なお、麦芽品質検定は当場の醸造用品質改善指定試験地が所定の60g製麦法で造られた麦芽について行った。Table 1に示した交配番号1~11までは1987/88年に、12~21は1988/89年にそれぞれ栽培を行い、麦芽品質分析はそれぞれの収穫年に行なった。

III 結果

1. 試験年次間差

2カ年にわたった試験について親品種群とF₁の分散および親子間差の現れ方について各年次毎に解析を行った結果、両年の分散比は千粒重と整粒歩合を除き有意差は認められず、また親子間差の現れ方については、形質毎にはほぼ同様の傾向であった。各形質の絶対値には年次間差がみられたものの、親子間の相対的な関係については年次間の影響は無視できるものと判断し、21組合せを同時に解析した。

2. 親品種ならびにF₁の平均値

Table 2に、非共通親、共通親（ミサトゴールデンの5区）およびそのF₁の各調査項目の平均値を示した。ミサトゴールデンに比べ、非共通親の平均値は、稈長、穂長とも3cm程度長く、一株穂数は多い。一株当たりの収量である一株粒重はミサトゴールデンより多いが、整粒歩合が低く、一株整粒重はミサトゴールデンより下回った。麦芽品質については、麦芽全窒素（T.N.；低い方が優れる）、ジアスターゼ力（WK/T.N.）を除く形質でミサトゴールデンより下回り、評点でも非共通親の平均値はミサトゴールデンを下回った。

Table 1. Cultivars used for uncommon parents(female) and original country (used Misato Golden for common male parent).

cross No.	name	origin	cross No.	name	origin	cross No.	name	origin
1	Ethiopian71-450	Ethiopia	8	Favorit	Czechoslovak	15	Ellice	Canada
2	Nordal	Denmark	9	Rapid	Czechoslovak	16	Elrose	Canada
3	Andor	Denmark	10	Spartan	U. S. A.	17	Harrington	Canada
4	Moravian	U. S. A.	11	Topas	Czechoslovak	18	Klages	U. S. A.
5	Novosadski183	Yugoslavia	12	Aura Gimpel	West Germany	19	Lara	Australia
6	Novosadski293	Yugoslavia	13	Berac	Netherlands	20	Menuet	Netherlands
7	Novosadski294	Yugoslavia	14	Crystal	Czechoslovak	21	Rubin	Czechoslovak

Table 2. Average values and standard deviations for the agronomic characters and for the malting quality characters of 22 parental varieties and 21 F₁ hybrids.

Parental varieties or F ₁ hybrids	Number of varieties	Maturing time avg.(S.D.)	Culm length cm avg.(S.D.)	Ear length cm avg.(S.D.)	Triplet n. avg.(S.D.)	Ear n./p. avg.(S.D.)	Grain y. /p avg.(S.D.)	Plump kernel w./p avg.(S.D.)
Female p. (P ₁)	21	6/13(2.75)	97.6(8.74)	10.2(0.90)	32.4(1.68)	24.8(4.27)	25.5(4.76)	19.6(5.99)
Male p. (P ₂)	1(5plots)	6/5(0.80)	94.4(3.26)	6.9(0.30)	30.2(0.92)	19.7(1.99)	23.9(1.60)	22.0(2.18)
F ₁ hybrid	21	6/7(1.10)	110.4(4.24)	9.6(0.56)	33.9(1.53)	23.8(3.06)	34(4.90)	31.3(5.14)

Parental varieties or F ₁ hybrids	1000grain w. avg.(S.D.)	Plump kernel w.% avg.(S.D.)	Malt ex. % avg.(S.D.)	Malt T.N. % avg.(S.D.)	Malt S.N. % avg.(S.D.)	Kolbach I. % avg.(S.D.)	Diastatic P. wk/TN avg.(S.D.)	Malt quality index avg.(S.D.)
Female p. (P ₁)	39.7(4.33)	75.7(14.94)	81.0(1.91)	2.02(0.18)	0.87(0.09)	43.5(6.08)	108(12.35)	34.7(17.99)
Male p. (P ₂)	44.6(1.94)	91.5(3.37)	82.3(1.31)	2.08(0.08)	0.97(0.07)	46.5(4.27)	94(2.63)	44.6(10.78)
F ₁ hybrid	48.5(3.61)	91.8(4.79)	81.7(1.59)	2.02(0.16)	0.90(0.06)	44.8(5.26)	107(13.3)	41.4(14.7)

F₁についてみると，稈長，一穂着粒数，一株粒重，千粒重などの農業形質に共通親，非共通親の平均値を上回る形質が見られる一方，麦芽品質特性の各項目の平均値は，全て両親の中間の値を示す。

3. ヘテロシスの程度；一般組合せ能力

Table 3 (a)には，Table 2に示した各形質について，へ

テロシスの程度をF₁と中間親 (Mid-parent；両親の平均値) との比 (F₁/MP) およびF₁と優れた親 (Better-parent) との比 (F₁/BP) によって表し，その平均値を示した。更に，それらの有意性を検討するため，対応するF₁と両親およびMPとの差について t-検定を行い，結果を Table 3 (b)に示した。

Table 3. Comparisons of average mid-parent(MP), better-parent(BP) and F₁ hybrid values for the agronomic and the malting characters.

(a) F₁/MP, F₁/BP

Item	Maturing time avg.(Max.)	Culm length cm avg.(Max.)	Ear length cm avg.(Max.)	Triplet n. avg.(Max.)	Ear n./p. avg.(Max.)	Grain y. /p avg.(Max.)	Plump kernel w./p avg.(Max.)	1000grain w. avg.(Max.)
F ₁ /MP	1.01(1.03)	1.16(1.25)	1.11(1.22)	1.08(1.15)	1.08(1.45)	1.39(2.10)	1.54(2.45)	1.15(1.46)
F ₁ /BP	0.98(0.99)	1.10(1.25)	0.94(1.09)	1.04(1.13)	0.99(1.35)	1.30(1.94)	1.38(2.02)	1.07(1.26)

Item	Plump kernel w.% avg.(Max.)	Malt ex. % avg.(Max.)	Malt T.N. % avg.(Max.)	Malt S.N. % avg.(Max.)	Kolbach I. % avg.(Max.)	Diastatic P. wk/TN avg.(Max.)	Malt quality index avg.(Max.)
F ₁ /MP	1.10(1.44)	1.00(1.04)	1.03(1.10)	0.99(1.10)	1.01(1.09)	1.06(1.26)	1.14(1.88)
F ₁ /BP	0.99(1.08)	0.99(1.04)	0.99(1.07)	0.95(1.03)	0.97(1.07)	0.99(1.17)	0.97(1.59)

(b) t-test for F₁-MP, F₁-BP, F₁-LP(lesser parent)

Item	Maturing time avg.	Culm length cm avg.	Ear length cm avg.	Triplet n. avg.	Ear n./p. avg.	Grain y. /p avg.	Plump kernel w./p avg.	1000grain w. avg.
BP	6/5	100.2	10.2	32.5	24.8	26.8	23.1	45.4
LP	6/13	91.1	7.0	30.3	19.7	23.1	18.9	39.1
F ₁	6/7	110.4	9.6	33.9	23.8	34.0	31.3	48.5
F ₁ -BP	2.5**	10.2**	-0.65**	1.41**	-1.0n.s.	7.3**	8.2**	3.2**
F ₁ -MP	-0.7n.s.	-	1.00*	-	1.4n.s.	-	-	-
F ₁ -LP	-5.8**	-	2.60**	-	4.1**	-	-	-

Item	Plump kernel w.% avg.	Malt ex. % avg.	Malt T.N. % avg.	Malt S.N. % avg.	Kolbach I. % avg.	Diastatic P. wk/TN avg.	Malt quality index avg.
BP	92.4	81.9	2.00	0.95	46.0	109	43.1
LP	75.7	80.7	2.14	0.87	42.3	93	32.5
F ₁	91.8	81.7	2.02	0.90	44.8	107	41.4
F ₁ -BP	-0.6n.s.	-0.02n.s.	0.02n.s.	-0.05**	-1.22*	-1.6n.s.	-1.7n.s.
F ₁ -MP	7.9**	0.45n.s.	-0.05*	0.01n.s.	0.63n.s.	6.2*	3.6**
F ₁ -LP	16.1**	1.07**	-0.12**	0.03*	2.50**	14.0**	8.9**

*, **, Significant at 5% and 1% levels, respectively.

収量構成要素である一穂着粒数、千粒重にBPを上回るヘテロシスが現れ、その結果、一株粒重ではF₁/BP値の平均で1.30(最大1.94)となり、一株整粒重では同1.38(最大2.02)の顕著なヘテロシスが認められた。穂数は、F₁/BP値は0.99となったが、MPを上回るスタンダードヘテロシスを示した。

麦芽品質を見ると、ほとんどのものがBPとMPの中間の値を示した。

Table 3 (b)のt-検定結果によれば、BPを上回るヘテロシスがみられた形質は、どれも1%水準で有意であった。また、麦芽品質特性では、麦芽エキス(EX.)とコールバツハ数(K.I.)でMPと同程度とみなされたが、その他の形質ではMPより有意に優れ、BPと有意差は認められなかった。

Fig.1に組合せ毎の一株整粒重に対するヘテロシスの程度を示す。21組合せの全てでBPを上回るヘテロシスが認められた。

4. 収量および品質評点への各構成要素の重要度

収量や麦芽品質を構成する各形質の重要性の度合いを知るために、非共通親およびF₁の一株粒重、一株整粒重および品質評点とそれらの構成要素との関係をTable 4に示した。F₁の収量構成要素では、相関係数および標準偏回帰係数のどちらからも穂数が一株粒重、一株整粒重に最もよく寄与しているといえる。非共通親においても、

穂数が最も収量に寄与しているが、F₁と比べると一株整粒重に対しては一穂粒数と千粒重の比重が高まる(Table 4 a)。また、F₁/BP値についても同様の解析を行った。これは各収量構成要素と収量の実数の関係からはなれ、各構成要素のヘテロシスの度合いが、どの程度、収量のヘテロシスに貢献するかを示すものである。結果は、実数の場合と同様に穂数に現れるヘテロシスが収量のヘテロシスに対して最も重要度が高く、次に千粒重が高い。一穂着粒数のヘテロシスは、収量のヘテロシスとの相関が低く、重要度は低かった(Table 4 c)。品質評点への寄与は非共通親、F₁ともに麦芽エキスが最も高く、続いてコールバツハ数となり、ジアスターゼ力の重要度は低かった(Table 4 b)。

5. ヘテロシスの程度；特定組合せ能力

実用的な視点からの特定組合せ能力を検討するため、収量性の代表形質として一株整粒重、麦芽品質特性の代表値として品質評点をそれぞれ用い、両者の積を求めて特定組合せ能力の指標とし、Table 5に示した。品質評点の絶対値にやや大きな年次間差がみられたので、それぞれの年次毎にみると1年目で組合せ番号9, 4, 5が、2年目で13, 17, 16が高かった。組合せ番号8, 6, 15, 18はそれらに続く大きな値であった。これらの組合せについて両親との関係をFig. 2に示す。

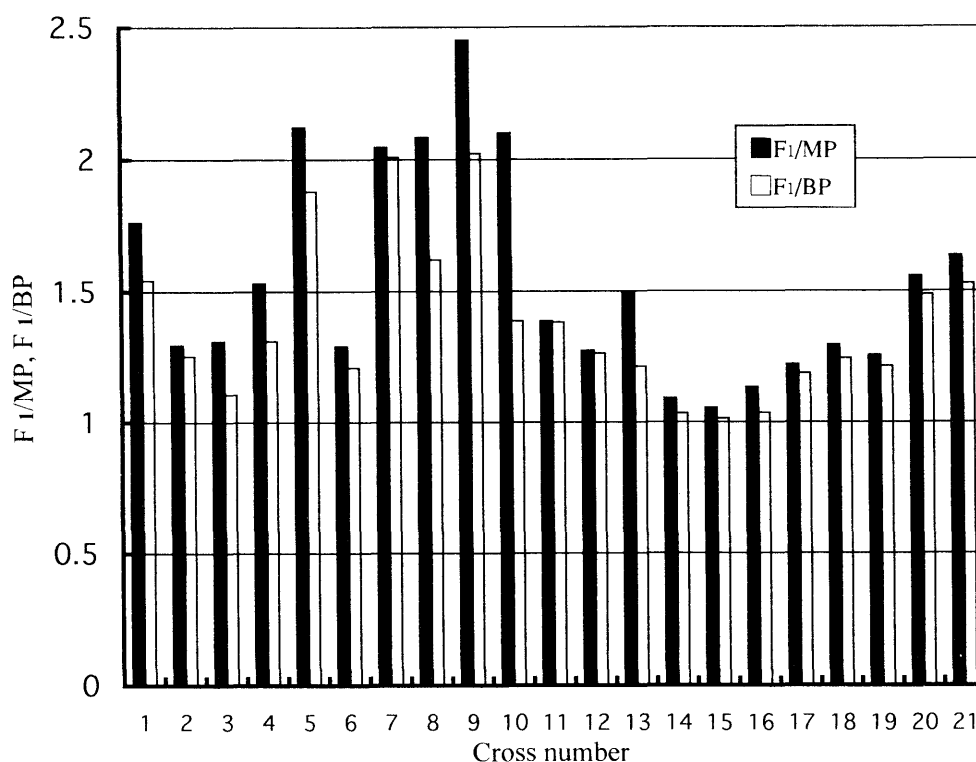


Fig. 1. Heterosis on plump kernel weight / plant in 21 crosses.

Table 4. Correlation coefficients (r) between grain yield (G), plump kernel yield(P), F1/BP of grain yield(G') and 3 characters (Xi), and between malting quality I. (Q) and 3characters(Yi) and their standard partial regression coefficients (b') of G, G', P on Xi and Q on Yi.

(a) grain yield (G) and Plump kernel yield(P)									
Item	grain yield (G)				Plump kernel yield(P)				
	Female parents		F1s		Female parents		F1s		
	r	b'	r	b'	r	b'	r	b'	
X1: No. of triplet	0.31	0.908	0.04	0.336	0.44*	2.183	0.10	0.619	
X2: No. of ear	0.81**	0.843	0.83**	0.962	0.64**	1.031	0.76**	1.015	
X3: 1000 grain w.	0.36	0.519	0.25	0.604	0.551**	1.345	0.39	0.977	

(b) Malting Quality I. (Q)					(c) F1/BP of grain yield (G')		
Item	Malting quality I. (Q)				Item	F1/BP of grain yield (G')	
	Female parents		F1s			F1s	
	r	b'	r	b'		r	b'
Y1: Malt ex.	0.93**	12.780	0.94**	11.152	X1	0.20	1.239
Y2: No. Kolbach I.	0.90**	1.163	0.87**	1.118	X2	0.87**	0.891
Y3: Diastatic P.	-0.12	0.534	0.23	0.291	X3	0.50*	0.361

*,**, Significant at 5% and 1% levels, respectively.

優れた特定組合せ能力を示す非共通親は，東欧，北米の原産であり，特定の地域のものが高いといった傾向はみられなかった。しかし，組合せ番号 9, 5および21は，2つの実用形質の内，収量性が高いために2形質の積が大きくなっており，これらの非共通親はそれぞれチェコスロバキアかユーゴスラビア原産のものであった。

6. 親品種とF1間の世代×形質間相関

特定組合せ能力の程度を親の形質から推測することが可能かどうか検討するために，7つの農業形質と6つの品

質評価項目における，非共通親とF1間の総当たりの相関を求めた。

Table 6に示した結果によると，7つの農業形質においては，稈長，穂長，一穂着粒数といった形態形質で世代（非共通親とF1）間の相関が高かった。しかし，F1雑種の収量に最も貢献する穂数については，その非共通親の穂数との間に相関は認められず，親の他の形質との間にも有意な世代×形質間相関は認められなかった。しかし，非共通親の稈長および一穂着粒数は，弱いながらもF1雑種の穂数や一株粒重と負の関係がうかがわれた。

Table 5. Estimation of specific combining ability by means of the product of a) Plump kernel w./p and b) Malting quality index.

cross No.	a x b				a) Plump kernel w./p			b) Malting quality index		
	F1	female	Misato	F1/Misato	F1	female	Misato	F1	female	Misato
1	776	304	626	1.24	31.4	15.3	20.4	24.7	19.9	30.7
2	734	536	626	1.17	25.5	19.0	20.4	28.8	28.2	30.7
3	729	342	626	1.16	22.5	14.0	20.4	32.4	24.4	30.7
4	1506	513	626	2.40	26.7	14.5	20.4	56.4	35.4	30.7
5	1294	342	611	2.12	37.5	15.4	19.9	34.5	22.2	30.7
6	812	381	611	1.33	24.1	17.4	19.9	33.7	21.9	30.7
7	972	668	611	1.59	40.0	19.2	19.9	24.3	34.8	30.7
8	1234	310	611	2.02	32.3	11.1	19.9	38.2	27.9	30.7
9	1546	197	635	2.43	42.0	13.5	20.7	36.8	14.6	30.7
10	374	131	635	0.59	28.8	6.7	20.7	13.0	19.6	30.7
11	691	-	635	1.09	28.9	20.9	20.7	23.9	-4.8	30.7
12	1725	1355	1447	1.19	33.1	26.2	25.8	52.1	51.7	56.1
13	1947	731	1447	1.35	31.3	16.0	25.8	62.2	45.7	56.1
14	1404	832	1447	0.97	29.8	28.9	25.8	47.1	28.8	56.1
15	1726	1638	1447	1.19	28.3	28.0	25.8	61.0	58.5	56.1
16	1762	1321	1447	1.22	26.7	21.3	25.8	66.0	62.0	56.1
17	1879	1832	1447	1.30	32.4	27.3	25.8	58.0	67.1	56.1
18	1745	1508	1095	1.59	31.0	25.0	23.0	56.3	60.3	47.6
19	1522	1279	1095	1.39	29.9	24.6	23.0	50.9	52.0	47.6
20	1269	696	1095	1.16	34.1	20.9	23.0	37.2	33.3	47.6
21	1326	647	1095	1.21	40.3	26.4	23.0	32.9	24.5	47.6

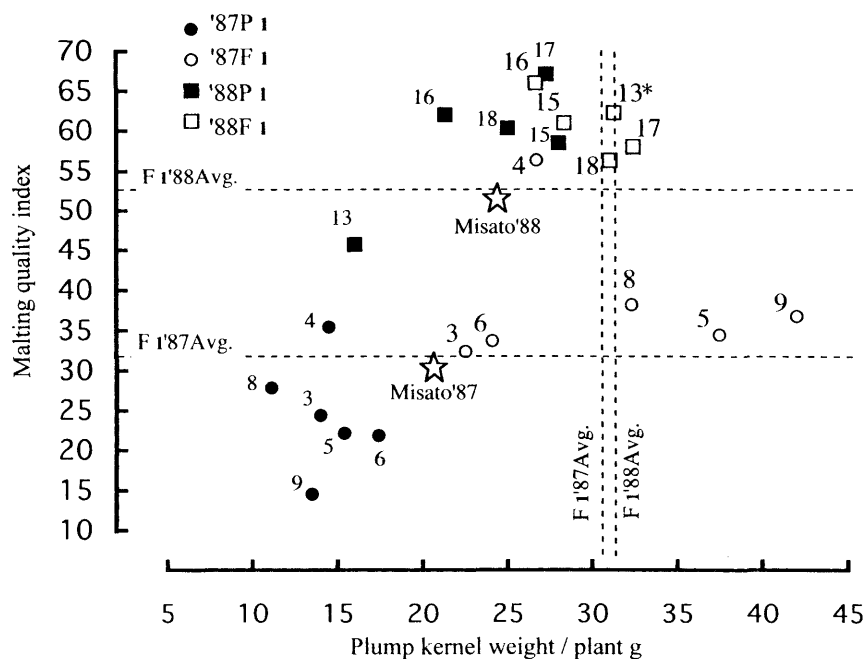


Fig. 2. Specific combining ability measured by 2 major commercial traits.
*:cross No.

麦芽品質項目においては、全ての形質で、同一形質の世代間相関が高かった。世代×形質間相関も多く見られ、これらの品質評価項目が互いに強い関連性をもつとはいえず、世代間でもその結びつきが強く現れることが明らかとなった。中でも、コールバツハ数および品質評点でその傾向が強く、ジアスターゼ力でやや弱かった。麦芽エキス、ジアスターゼ力および品質評点の世代間の分

布の様子をFig.3に示す。

同一形質の世代間での関係については、特にMPとの世代間回帰分析結果をTable 7に示した。世代間で有意な相関が見られた形質では、回帰係数は全て有意となった。この相関の弱いものは、ヘテロシス程度 (F₁/BP) が高い傾向にあった。

Table 6. Correlation coefficients between F₁ and female parents.

Character	F ₁ s						
	Culm length	Ear length	Triplet n.	Ear n./p.	Grain y. /p.	Plump kernel w./p.	1000grain w.
Culm length	0.49*	-0.11	-0.12	-0.34	-0.32	-0.33	-0.04
Ear length	0.58*	0.73**	0.55*	-0.37	-0.17	-0.07	0.33
female Triplet n.	0.47*	0.60**	0.53*	-0.33	-0.38	-0.28	-0.06
parent Ear n./p.	0.07	0.4	0.39	-0.14	-0.13	-0.14	-0.27
Grain y. /p	0.29	0.37	0.50*	-0.15	-0.19	-0.20	-0.24
Plump kernel w	0.38	0.46*	0.58*	-0.005	-0.02	0.08	-0.15
1000grain w.	0.12	-0.17	-0.01	0.05	0.07	0.10	0.08

Character	F ₁ s					
	Malt ex.	Malt T.N.	Malt S.N.	Kolbach I.	Diastatic P.	Malt quality I.
Malt ex.	0.63**	-0.66**	0.46*	0.70**	-0.05	0.69**
female Malt T.N.	-0.38	0.79**	-0.39	-0.75**	-0.03	-0.56*
parent Malt S.N.	0.52*	-0.28	0.65**	0.56*	0.19	0.59**
Kolbach I.	0.63**	-0.71**	0.73**	0.90**	0.19	0.80**
Diastatic P.	0.45*	-0.36	0.37	0.47*	0.65**	0.55*
Malt quality I	0.70**	-0.73**	0.62**	0.85**	0.10	0.82**

*,**;Significant at 5% and 1% levels, respectively.

IV 考察

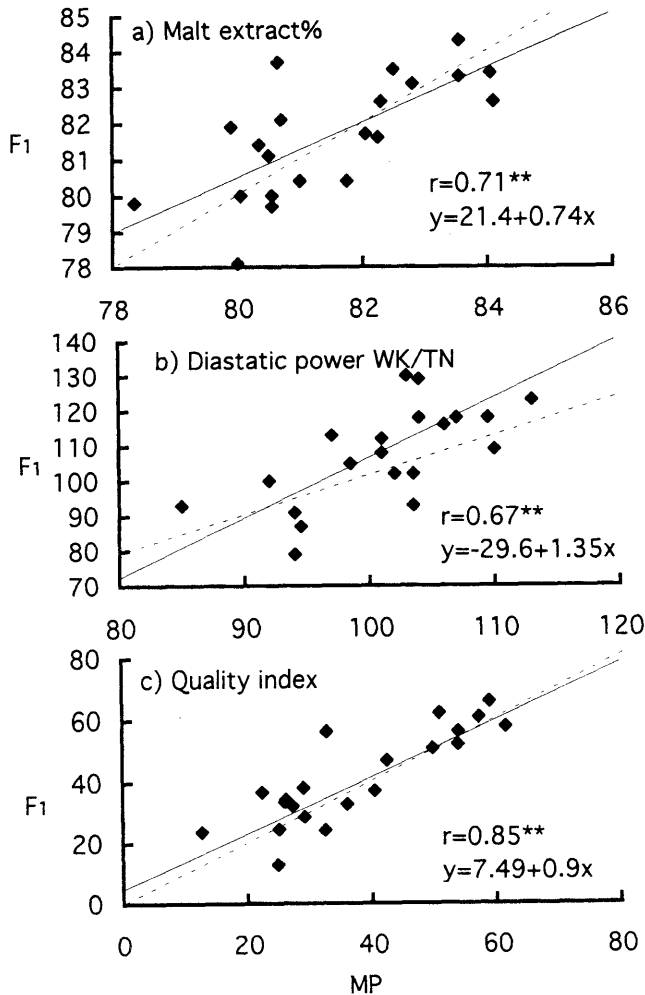


Fig. 3. Relationships of malting traits between MP and F1s

Table 7. Correlation coefficients (r) between MP and F1, regression coefficients (b), and section (a).

Character	r	b	a	F1/BP avg.
Culm length	0.40	-	-	1.10
Ear length	0.78**	0.82±0.15**	2.55	0.94
No. of triplet	0.73**	0.99±0.21**	2.90	1.04
No. of ear	0.03	-	-	0.99
Grain Yield	0.22	-	-	1.30
Plump kernel Y.	0.05	-	-	1.38
1000 grain w.	0.01	-	-	1.07
Malt ex.	0.71**	0.74±0.17**	21.4	0.99
Malt T. N.	0.84**	1.12±0.17**	-0.29	0.99
Malt S. N.	0.73**	0.66±0.14**	0.30	0.95
Kolbach I.	0.95**	1.02±0.08**	-0.47	0.97
Diastatic P.	0.67**	1.35±0.35**	-29.6	0.99
Quality I.	0.85**	0.90±0.13**	7.49	0.97

**; Significant at 1% levels

オオムギの農業形質，収量構成要素に現れるヘテロシスはこれまでも数多く報告されており^{3,4,9)}，今回の試験でみられた稈長，一穂粒数，千粒重，収量に現れたヘテロシスはこれまでの報告とほぼ同様の結果である。しかしながら，収量へのヘテロシスがどの収量構成要素によるものかは，報告によって異なっている。今回は，収量構成要素のなかで，穂数が最も高い重要度を示したが，イネでは，一穂粒数や千粒重が最も高いとする報告がある。また，オオムギでも穂数が最も高いとするもの¹¹⁾や千粒重の方が高いという報告もある¹¹⁾。コムギでは通常の固定品種についての解析で，穂数が最も強く影響するとの報告がある¹⁰⁾。安田らは二とおりの結果が出たことについて，気象変動による生育相の違いを指摘している。また，気象変動以外でも播種法などの耕種的要因で同様なことが起こると考えられる。たとえばイネにおいて播種密度を上げるとF1雑種の収量レベルは低下する²⁾が，一方でMURAYAMAら⁵⁾は，種々の栽培条件下でヘテロシスの程度を調査し，組み合わせ能力の高低はどの栽培条件でも認められることから，ヘテロシスは栽培条件に左右されないことを示唆している。本報告における播種密度は，実際には不可能に近い疎植となっており，分けつ能力を最大限に引き出せるように設定している。したがって，過繁茂になってもLAIの上昇が抑えられるので，呼吸による消耗，光合成の低下が少なく，千粒重へのヘテロシスがよく現れたものと思われる。

整粒重（子実重中の2.5mmの縦目篩歩留り）への千粒重の影響は極めて大きい，本試験では非共通親群の整粒重には穂数だけでなく千粒重，一穂着粒数も大きく貢献していたのに対し，F1雑種群では千粒重の効果は認められなかった。これは千粒重が極めて高い水準にまで達した結果，2.5mm縦目篩での選粒効果がほとんどなくなったためによると考えられた。

麦芽品質について本試験では，麦芽エキスおよびコーンバツハ数を除く各形質で良質親並となり，中間親を超えるヘテロシスが見られた。F1雑種の麦芽品質を調査した例は極めて少なく，唯一，Rasmussonら⁶⁾が28組合せのF1雑種の麦芽品質について報告している。それによるとF1の麦芽エキス，整粒歩合は中間親より高まり，麦芽全窒素は低下する⁶⁾。またその程度は麦芽エキスが良質親と中間親の中程になり，整粒歩合および麦芽全窒素は良質親と同等になったとしており，本試験での結果はこれに一致するものである。また更に，親品種とF1との間の相関は，α-アミラーゼ力を除いた全ての形質で高かったとしており，本試験においても同様の結果となった。全く異

なる親品種を用いたにも拘わらず、F₁雑種に現れる麦芽品質へのヘテロシス程度および親品種との関係に、このように極めて類似した傾向が認められたことは興味深い。麦芽品質の各形質は、ジアスターゼ力などの酵素力を除いて、多数の微働遺伝子の相加的支配を受けているとする考え方を指示するものである。一方、ジアスターゼ力は比較的親子間の相関が低く、やや大きな作用力をもつ少数の遺伝子に支配されていることが示唆された。

本試験に用いたF₁雑種系統の内、21組合せ中、12系統が収量性および麦芽品質の両面ともにミサトゴールデンを上回った。F₁雑種に求められる収量性のレベルや、ミサトゴールデンの麦芽品質がやや劣っていることを考慮すると、実用に耐えうる結果を示したのは交配番号9、8、4、5、18、19、13の7系統程度になるであろう。評価に用いた整粒重と品質評点の積についてこれらのミサトゴールデンとの比をみると1.35~2.43となり、ビール大麦としての麦芽品質まで考慮した生産力のポテンシャルはかなり高いものと思われる。

本試験では、親品種とF₁雑種の世代間相関をみたとき、農業形質と品質評価項目とは大きく様相が異なることが明らかになった。すなわち、BPを超えるヘテロシスがよく現れた稈長や収量などの農業形質では世代間に相関がみられないのに対して、スタンダードヘテロシス(MPとBPの中間)にとどまった品質評価項目では高い相関が認められた。このことから、優れたF₁雑種を得ようとするとき、第一に片親には麦芽品質の優れたものを設定し、次に農業形質面でそれと組み合わせ能力の高いものを選定するという手順が示唆される。その際、あまり長稈で一穂着粒数が多いものは好ましくないかもしれない。かなり弱いものながら、そのような親はF₁雑種の穂数を減らし、収量性を低下させる傾向が窺えたからである。

収量と品質評点という全く異なる二つの形質は、どちらも各々の複数の構成要素形質に依存し、多くの遺伝子が関与している点で共通している。しかしながら、親品種とF₁雑種の世代間の相関で、両形質が異なる挙動を示したことは極めて興味深い。上述のように、麦芽品質は、親品種とF₁雑種の世代間の相関が強く、遺伝子の相加的効果が強く働くと考えられた。他方、収量は世代間の相関がなく、同時に優良親をかなり上回るような際だったヘテロシスが現れることから、収量構成要素を支配する遺伝子群は優性効果が強く働く形質であると考えられる。

今回のデータを基に通常の固定品種育成の手がかりを考えてみると、高品質な系統を育成するためには、これまでも経験的に行われていることであるが、必ず高品質親を片親に用いる必要があるということが言えるであろう。

う。また、収量性に高く貢献する穂数については、母本の特徴からその後代を予測することが難しい可能性があるなどの点も挙げられる。当场における通常の固定品種の育成スキームにおいて、初期世代は世代促進操作など遠隔地で栽培されることが多く、十分な観察やデータ収集がなされているとは言い難い。F₁など極初期世代の情報も、その後の集団の推移に一定の示唆を与えるとすれば、それらを利用して育成初期の圃場展開面積の少ないうちに組合せ選抜を行うなど、育種の効率化を図るうえで極めて有効な情報となりうる可能性がある。初期世代とその後の世代の情報のリンケージについてもっと検討がなされるべきであろう。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、福田 暎主任研究員、石川 武主任技術員には、多大なご助力を賜った。ここに記して深甚なる感謝の意を表します。

引用文献

1. 天谷正行・早乙女和彦・吉田久(1989) ビールオオムギ一代雑種に現れた粒大のヘテロシス. 育種39別1.
2. Jennings, P. R. (1967) Rice heterosis at different growth stages in a tropical environment. *Int. Rice Comm. Newsl.* 16: 24-26.
3. Hagverg, A. (1953) Heterosis in Barley. *Hereditas* 39: 325-348.
4. Hayes, J. D. and Foster, C. A. (1976) Heterosis in self-pollinating crops, with particular reference to barley. *Heterosis in Plant Breeding*, 239-256.
5. Murayama, S. et. al. (1974) Basic studies on utilization of hybrid vigor in rice. IV Heterosis under different cultural conditions. *Jpn. J. Breed.*, 24: 287-290.
6. Rasmusson, D. C. et. al. (1966) Malting Quality in F₁ Hybrids of Barley. *Crop Sci.* 6: 339-340.
7. 早乙女和彦ら(1988) 醸造用二条オオムギにおける一代雑種利用の可能性. 育種38別1: 324-325.
8. 末永一博・中島皐介(1988) 大穂系統を片親とした一代雑種コムギの収量性. 育種38別1: 328-329.
9. Suneson, C. A. (1962) Hybrid barley promises high yield. *Crop Sci.* 2: 410-411.
10. 田谷省三(1993) 暖地における早生コムギ品種の収量性に関する育種学的研究. 九州農業試験場報告 27: 4; 333-398.
11. 安田昭三(1994) オオムギの雑種強勢に関する研究. 岡大生資研報2: 7-22.
12. 吉田久・藤巻宏(1985) イネ一代雑種利用のための雄性不稔系・稔性回復系の開発. 育種35別1: 98-99.