Masahiko FURUSHO and Tomohiko YOSHIDA : Agronomic Performance and Malting
Quality of Doubled Haploid Barley Lines Developed by the *Bulbosum* Method
(English Summary on p.639)

*Bulbosum*法により得られたビールオオムギの半数体倍加系統の
農業形質と麦芽品質

古庄雅彦¹⁾・吉田智彦²⁾

福岡県農業総合試験場, 筑紫野市 〒818

¹⁾現 農業研究センター, つくば市 〒305

²⁾現 九州大学農学部, 福岡市 〒812

野生オオムギ *Hordeum bulbosum* L. を利用した半数体育種法により作出したビールオオムギ固定系統の農業形質および麦芽品質を調べた。1988年1~2月に2組合せの栽培オオムギF₁と *H. bulbosum* を交雑し、コルヒチン処理によって同年6月にそれぞれ111個体と98個体の半数体倍加個体を得た。1988年度に一方の組合せからの78系統、他の組合せからの65系統について圃場試験を行った結果、子実重、千粒重および整粒歩合について系統間に大きな変異がみられた。これら2組合せからそれぞれ28系統を選抜し、1989年度に圃場試験と麦芽品質分析を行った結果、子実重、千粒重、整粒歩合および麦芽品質評点は前者がそれぞれ、35.2~50.5 kg/a, 44.0~50.9 g, 65.0~95.7%, -14.2~15.7, 後者は39.6~57.5 kg/a, 43.9~51.5 g, 70.8~93.4%, -7.5~13.3であった。2か年の結果から4系統を選抜し、地域適応性の検定を行った。これら4系統は、標準品種のあまぎ二条と比較して栽培特性が優れ、多収で、麦芽品質が良く、うどんこ病と萎縮病に複合抵抗性であった。交配から3か年で地域適応性検定試験に供試する系統を決定することができ、*bulbosum*法はビールオオムギにおいて、早期新品種育成の手段として有効に利用できると考えられた。

KEY WORDS : *Hordeum vulgare*, *bulbosum* method, doubled haploid, agronomic performance, malting quality, breeding program.

緒 言

栽培オオムギ (*Hordeum vulgare* L.) と野生オオムギ *H. bulbosum* L. を交雑すると、胚形成の過程で *H. bulbosum* の染色体だけが特異的に消失するので、オオムギの半数体を得ることができる (KASHA and KAO 1970) 半数体はその染色体を倍加すれば直ちに固定系統となり、新品種育成までの期間を大幅に短縮できるので、実際のオオムギ育種事業の中で用いれば効果的な手段となる。この *bulbosum* 法を飼料用オオムギ育種に利用して、カナダで Mingo (HO and JONES 1980), Rodeo (CAMPBELL *et al.* 1984) が育成され、ニュージーランドでは Gwylan (COLES 1986) が選定された。また、コムギにも *bulbosum* 法が利用できることが報告されており (BARCLAY 1975), 牛山 (1989) はコムギ育種に適用し、有望系統を作出している。しかし、国内ではオオムギ育種に半数体育種法を適用して新品種を育成した報告は未だない。

著者らは、1987年度よりビールオオムギに *bulbosum* 法を適用した半数体作出法を確立することと、本法を利用した新品種育成に着手した。その結果、これまでに *bulbosum* 法による効率的な半

1991年12月24日 受領

1992年5月25日 受理

数体作出法（古庄ら 1987）および半数体作出率の品種間差（FURUSHO *et al.* 1990）について研究を進め、ビールオオムギに適用可能であることを明らかにするとともに、半数体倍加固定系統を作出することができた。そこで、得られた半数体倍加固定系統について栽培特性や収量等の農業形質と麦芽品質を調査し、有望系統の選抜を行った。さらに、選抜した系統を地域適応性検定試験に供試したところ、これらの系統は育種目標どおりの特性を有しており、本法によって短期間に固定した有望系統を選抜できることを明らかにしたので、ここに報告する。

材料および方法

九州二条 10 号×関東二条 25 号と吉系 19×関東二条 25 号の 2 組合せの F_1 を用いた。母本の九州二条 10 号と吉系 19（いずれも当场育成系統）は栽培特性に優れているが麦芽品質が中程度、一方、共通父本の関東二条 25 号（栃木県農業試験場栃木分場育成）は麦芽品質が良く、大麦うどんこ病抵抗性を有するが、栽培特性がやや劣る系統であった。また、これらの系統はすべて大麦縞萎縮病抵抗性を持っていた。*H. bulbosum* の系統は Cb2920 ($2n = 2x = 14$, 新潟大学福山利範博士より分譲) を用いた。FURUSHO *et al.* (1990) の方法により半数体を作成した後、0.05% のコルヒチン溶液で 20°C 、5 時間株元を浸漬処理し、半数体倍加個体を得た。半数体の作出から圃場試験までの過程と比較として福岡県農業総合試験場で行っている従来の系統育種法による育成過程を Fig. 1 に示した。一連の試験は場内の温室および試験圃場で行った。1988 年 6 月に 2 組合せからそれぞれ 111 個体と 98 個体の半数体倍加個体を得た。各組合せからの半数体倍加個体には前者に DH 1、後者に DH 2 の組合せ番号を付けた。同年秋の播種までに種子増殖を温室内で行い、一定量以上の種子を確保できた DH 1 の 78 系統と DH 2 の 65 系統を各系統の種子量に応じて播種面積 ($0.5 \sim 2.8 \text{ m}^2$) を設定し、1988 年度（播種年度）の圃場試験および選抜を 1 反復で行った。1989 年度の圃場試験は各組合せから選抜した各々 28 系統を播種面積 7.0 m^2 、1 反復で行った。標準品種としてニシノゴールドを供試した。1990 年度に過去 2 か年の結果から 4 系統を選抜し、これらの地域適

Fig. 1. Scheme for the production and evaluation of doubled haploids (left) and comparison to the conventional pedigree method employed in Fukuoka Agric. Res. Cent. (right).

応性をみるために栃木県農業試験場栃木分場（栃木県栃木市）とビール4社の試験地（キリンビール㈱：栃木県喜連川町，サッポロビール㈱：群馬県新田町，アサヒビール㈱：滋賀県野洲町およびサントリー㈱：栃木県岡本町）に配付して農業形質を調査した。各試験地の播種面積は4.8～9.6 m²でいずれも2反復，標準品種はあまぎ二条であった。同時に，福岡農総試で播種面積7.5 m²，2反復で，標準品種にあまぎ二条，比較品種としてニシノゴールドを用い圃場試験を行った。なお，1990年度の福岡での稈長，穂長，穂数，倒伏程度，子実重，千粒重（2.5 mm以上の粒），整粒歩合（2.5 mm以上の粒の割合）および整粒重（子実重×整粒歩合）の各形質について分散分析を行い標準品種と比較した。さらに，うどんこ病は1988年に半数体が得られた段階で病菌を人工接種して抵抗性検定を行い，1988年度以降は圃場試験を行いながら自然発病させ検定した。縞萎縮病は1988年度以降に圃場試験に供試した系統を同病汚染圃場に同時に播種し，抵抗性を検定した。麦芽品質は1988年度は60 g製麦とし，DH 1から63系統，DH 2から37系統，1989年度は250 g製麦とし，DH 1から25系統，DH 2から22系統について，ニシノゴールドを標準品種として栃木県農業試験場栃木分場に分析を依頼した。

結 果

*H. bulbosum*との交雑により得られた植物体から，各組合せごとに任意に約50個体を選抜しその染色体を観察したところ，すべて染色体数7本のオオムギ半数体であった。さらに，コルヒチン処理後収穫した種子から養成した植物体の染色体を調査したところ，染色体数14本の2倍体であった。1988年度におけるDH 1およびDH 2の子実重，千粒重および整粒歩合の頻度分布をFig. 2に示した。DH 1は子実重が22.8～46.2 kg/aで平均は32.8 kg/a，千粒重は41.2～50.6 g，平均45.5 g，整粒歩合は65.0～96.6%で平均は86.8%であった。DH 2は子実重が25.6～53.2 kg/aで平均は38.3 kg/a，千粒重は44.0～54.8 g，平均47.3 g，整粒歩合は75.5～96.4%で平均は89.7%であった。各組合せともに子実重と千粒重の平均値は標準品種（ニシノゴールド）より大きかった。整粒歩合の平均は標準品種より小さかったが，80%以上の高い値を示す系統が多かった。稈長，倒伏程度，成熟期，千粒重，整粒歩合およびうどんこ病抵抗性をもとに各組合せからそれぞれ28系統を選抜した。それらの系統の1989年度における子実重，千粒重，整粒歩合および麦芽品質（1988年度材料）の頻度分布をFig. 3に示した。DH 1は子実重が35.2～50.5 kg/aで平均は41.8 kg/a，千粒重は44.0～50.9 g，平均47.3 g，整粒歩合は65.0～95.7%で平均は83.7%であった。DH 2は子実重が39.6～57.5 kg/aで平均は48.1 kg/a，千粒重は43.9～51.5 g，平均47.3 g，整粒歩合は70.8～93.4%で平均は86.3%であった。各組合せともにいずれの形質も平均値は標準品種より大きかった。それぞれ28系統の麦芽品質の評点はニシノゴールドに比較してDH 1が14.2～15.7，平均3.0，DH 2は7.5～13.3，平均4.7で高い評点を示す系統が多かった。1988年度および1989年度の圃場試験と麦芽品質分析の結果から，地域適応性検定試験に供試する系統として，千粒重と整粒歩合が高く，多収で，麦芽品質もニシノゴールド並かより優れた4系統（DH 1由来の吉系30，31，DH 2由来の吉系32，33）を選抜した。いずれの系統ともうどんこ病抵抗性検定を3回，縞萎縮病抵抗性検定を2回行ったが，すべて抵抗性を示した。吉系30，31，32，33の1989年度と1990年度の福岡での圃場試験結果をTable 1に示した。1989年度の結果によると，ニシノゴールドと比較していずれの系統とも成熟期は同じ，稈長は同等かやや短く，穂長はやや長かった。穂数は吉系31，32，33が多かった。倒伏は吉系31が微程度（試験区当りの倒伏株率が10%

Fig. 2. Frequency distributions of grain yield, 1000 grain weight and plump grain percentage in doubled haploids (1988).

Fig. 3. Frequency distributions of grain yield, 1000 grain weight, plump grain percentage and malting quality in doubled haploids (1989).

未満)であったが、他の系統では倒伏はみられなかった。子実重、千粒重、整粒歩合および整粒重はいずれも大きかった。1990年度は標準品種をあまぎ二条として比較したが成熟期は同じかやや早く、吉系30、32、33は稈長、穂長ともに有意に短かった。穂数は吉系32、33が有意に多く、倒伏に対してはいずれもあまぎ二条より強かった。子実重と千粒重は吉系31、32、33、整粒歩合は吉系30、32、33、整粒重はいずれの系統ともあまぎ二条に比べて有意に高かった。これら4系統の1988年度および1989年度材料の麦芽品質の値をTable 2に示した。1988年度は60g製麦であるが、いずれの系統とも品質はよく、高い麦芽品質を持つニシノゴールド並かそれを上回っていた。1989年度の250g製麦でも前年の結果と同様にニシノゴールドと同等かそれを上回っていた。

Table 1. Agronomic performance of doubled haploid lines and check cultivars

Year	Cultivar	Maturing date	Length		No. of spikes /m ²	Lodging ¹⁾	Grain yield (kg/a)	1000 grain weight (g)	Plump grain (%)	Plump yield (kg/a)
			Culm	Spike (cm)						
1989	Yoshikei 30	May 22	83.2	6.5	414	0	41.9(103) ²⁾	45.1	88.3	37.0(122) ²⁾
	Yoshikei 31	May 22	93.8	7.3	551	1.0	50.5(124)	48.7	88.5	44.7(147)
	Yoshikei 32	May 22	90.0	6.8	533	0	48.8(120)	46.7	83.8	40.9(135)
	Yoshikei 33	May 22	87.2	6.4	529	0	53.0(130)	47.2	85.2	45.2(149)
	Nishino Gold	May 22	93.4	6.1	492	0	40.8(100)	43.5	74.4	30.4(100)
1990	Yoshikei 30	May 24	83.5*	5.9*	539ns	0**	50.0(106)ns	42.3ns	82.3*	41.1(119)**
	Yoshikei 31	May 25	87.5ns	6.3ns	529ns	0.5*	53.7(115)**	46.2**	78.5ns	42.2(122)**
	Yoshikei 32	May 25	84.5*	5.8**	619**	0**	53.5(114)**	44.9**	84.5**	45.2(131)**
	Yoshikei 33	May 24	84.0*	5.3**	620**	0.3**	52.6(112)*	46.2**	81.5*	42.8(124)**
	Nishino Gold	May 23	89.0ns	5.4**	534ns	1.0ns	42.0(90)*	42.7ns	78.3ns	32.9(95)ns
	Amagi Nijo	May 25	88.0	6.2	517	1.5	46.9(100)	43.0	73.6	34.5(100)
	LSD (0.05) ³⁾		3.1	0.2	61	0.8	4.1	1.0	6.3	3.5
	(0.01)		4.7	0.3	93	1.2	6.2	1.4	9.6	5.4

¹⁾ Lodging evaluated by observed values as 0 : none, 1 : 1-10%, 2 : 10-30%, 3 : 30-50%, 4 : 50-70%, 5 : 70-100% lodging per plot.

²⁾ Figures in parentheses indicate the percentage comparing to the check cultivar.

³⁾ ANOVA was performed for the test in 1990. * and ** show that the differences from the check cultivar Amagi Nijo are significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

All doubled haploid lines were resistant to Barley Yellow Mosaic Virus (BaYMV) and Powdery mildew.

Table 2. Malting quality of doubled haploids and check cultivars¹⁾

Year	Cultivar	Malt extract (%)	Extract yield (%)	Nitrogen total (%)	Nitrogen soluble (%)	Kolbach index	Diastatic power (°WK) (°WK/TN)	Examination marks		
1988	Yoshikei 30	85.0	79.4	1.52	0.84	55.3	194	127	74.0(15.7) ²⁾	
	Nishino Gold	84.6	80.7	1.64	0.76	46.5	161	98	58.3	
	Yoshikei 31	84.9	80.2	1.37	0.86	62.6	192	140	79.7(0.0)	
	Nishino Gold	86.1	80.7	1.42	0.86	60.4	204	143	79.7	
	Yoshikei 32	85.4	79.2	1.64	0.85	52.0	201	123	69.9(7.9)	
	Yoshikei 33	84.2	79.3	1.54	0.86	56.1	201	131	75.3(13.3)	
	Nishino Gold	84.1	79.8	1.81	0.81	44.7	237	131	62.0	
	<hr/>									
	Yoshikei 30	85.1	79.5	1.64	0.80	48.8	219	133	66.5(1.0)	
	Yoshikei 31	82.7	77.2	1.57	0.79	50.6	222	142	64.7(−0.8)	
1989	Amagi Nijo	81.6	75.8	1.75	0.90	51.6	256	147	61.3(−4.2)	
	Nishino Gold	83.6	78.7	1.78	0.85	47.5	238	134	65.5	
	Yoshikei 32	83.4	77.1	1.62	0.78	48.3	209	129	63.0(6.5)	
	Yoshikei 33	82.7	77.1	1.58	0.83	52.2	224	141	68.3(11.8)	
	Amagi Nijo	81.3	75.0	1.77	0.85	48.2	226	128	54.3(−2.2)	
	Nishino Gold	82.5	75.8	1.87	0.85	45.5	218	117	56.5	

¹⁾ Malting quality was tested at *Tochigi Branch, Tochigi Agric. Exp. Station.*

²⁾ Figures in parentheses indicate the differences in examination marks from the check cultivar Nishino Gold.

1990 年度に地域適応性をみるため供試した系統の各試験地での子実重、千粒重、整粒歩合および整粒重をあまぎ二条に対する比率で比較した (Fig. 4)。子実重についてみると、試験地では滋賀県野洲町、系統では吉系 30 があまぎ二条を下回る成績を示すことがあったが、その他はいずれも多収であった。特に吉系 31 は各試験地で標準品種以上の子実重を示した。千粒重は栃木県喜連川町、群馬県新田町、栃木県岡本町で吉系 30 が小さかったが、他の系統は同じか大きかった。整粒歩合は喜連川町で 4 系統とも小さかったが、他の試験地では同じか高い値を示した。整粒重は喜連川町で吉系 30, 31 が、野洲町で吉系 30, 32, 33 が小さかったものの他の試験地ではいずれの系統ともあまぎ二条より大きかった。

考 察

本研究では、ビールオオムギ育種への *bulbosum* 法の利用および本法によって育成された系統の農業形質、麦芽品質および地域適応性について検討した。*bulbosum* 法によるオオムギ半数体育種法により短期間の内に通常の育種事業の中に組み込んで有望系統を育成することができた。半数体育種法を育種事業の中に組み込むにあたっては、通常の育種法との競合を避けるために秋の播種作業が完了した時点から半数体の作出に取りかかること、半数体倍加固定系統の採種は圃場の収穫作業が終了した後にできること等が必要であった。そこで、秋播性程度の高い *H. bulbosum* (KOLLER and HIGHKIN 1960) を 12 月から開花させるために、9 月から 8 週間の春化处理 (5 °C, 8 時間

Fig. 4. Agronomic performance of four doubled haploid lines (○: Yoshikei 30, ●: Yoshikei 31, △: Yoshikei 32, ▲: Yoshikei 33) compared to the check cultivar Amagi Nijo at 5 experiment stations (K: Kitsuregawa, S: Nitta, A: Yasu, Su: Okamoto, T: Tochigi) in 1990.

¹⁾ Figures in parentheses indicate the value for four agronomic traits of Amagi Nijo at each experiment station.

日長)を始めた。また、大型の人工気象器等の設備がない場合に大量に半数体倍加個体を得るためには3月上旬までにコルヒチン処理を行う必要があった(古庄ら1988)ので、*H. bulbosum*との交雑は1月中に終了するようにした。

半数体倍加固定系統を作出するにあたっては、栽培性と麦芽品質がよく、複合病害抵抗性を持つ系統の育成を目的とした。そこで、栽培特性は優れているが麦芽品質が中程度の系統と麦芽品質は優れているが栽培特性がやや劣る系統の組合せのF₁を半数体育種に使用し、所期の目標にかなった固定系統を選抜できた。本研究で得られた植物体は、染色体の観察結果から半数体と倍加半数体固定系統であった。HAMACHI *et al.* (1988) は日本の二条オオムギ品種の薬培養においては花粉からの不定胚の出現率が低く、再分化した植物体もアルビノが多いために緑色植物体の再生率も低いことを報告している。しかし、ここで用いた*bulbosum*法では、異常変異個体の出現はまったくなく、半数体の作出と染色体倍加を効率的に行うことができた(古庄ら1988, FURUSHO *et al.* 1990)ことから、ビールオオムギにおいて*bulbosum*法は実用的な育種技術として確立できたと考えられ

る。2 組合せの F_1 から得られた固定系統の収量、千粒重および整粒歩合はいずれの組合せにおいても幅広い変異を示し (Fig. 2), その中から優良な農業形質を持つ系統を選抜できた (Table 1)。したがって、ビールオオムギにおいては栽培オオムギ F_1 から半数体を作出し、遺伝的組換えを固定する本法は実用的に十分利用できると思われる。さらに、栽培オオムギの交配から地域適応性検定試験に供試する系統を決定するまでに3か年を要したが、これは通常の系統育種法よりも約2年育種年限を短縮でき (Fig. 1), 半数体育種法の利点を生かすことができた。本研究で得られた有望系統は農業形質、麦芽品質ともに標準品種を上回っていた (Table 1, 2)。また、地域適応性を検討した結果、1 系統を除いてどの系統とも収量や特に千粒重や整粒歩合が標準品種を上回っており、これらの系統は地域適応性が広いと考えられた (Fig. 4)。これまでに *bulbosum* 法によって育成された品種も栽培オオムギ F_1 から半数体を作出しており、地域適応性試験に供試するまでの期間も本試験の結果とほぼ同様であった (Ho and JONES 1980, CAMPBELL *et al.* 1984, COLES 1986)。

以上の結果から、ビールオオムギ品種育成において半数体育種法は育種年限を短縮し、有望系統を選抜できる効率的な手段であることが明らかとなった。なお、著者ら (1988, 1990) はうどんこ病と縞萎縮病は半数体段階で選抜が可能であることを報告した。したがって、半数体段階で耐病性の選抜を行った個体だけをコルヒチン処理すればよく、選抜効果をさらに高めることができると考えられる。また、半数体作出率が高く、春播型であるために春化处理なしで開花する *H. bulbosum* 系統の選抜 (FURUSHO *et al.* 1992) など、*bulbosum* 法の一層の効率化を図ってきた。残された問題としては、栽培オオムギの品種によっては半数体作出率が低い場合がある (FURUSHO *et al.* 1990) こと、秋播性程度の低いビールオオムギを材料として用いた本研究では半数体倍加系統を得るまでに春化处理を必要とはしなかったが、秋播性程度が高い材料を用いる場合は春化处理が必要となり、倍加半数体固定系統を得る効率が低下する可能性があること等がある。

謝 辞

本研究の遂行にあたって、福岡県農業総合試験場農産研究所育種部二条大麦育種研究室の方々に全面的な協力をいただいた。また、ここに発表する機会と本論文の校閲をいただいた。麦芽品質は栃木県農業試験場栃木分場で分析していただいた。地域適応性検定試験はビール大麦育成系統合同比較試験 (佐々木 1990) の一環としてなされたが、本試験には栃木県農業試験場栃木分場、キリンビール(株)、サッポロビール(株)、アサヒビール(株)およびサントリー(株)のビールオオムギ育種に関係する方々が参加された。各位に対し深い感謝の意を表する。

引用文献

- BARCLAY, I. R. 1975. High frequencies of haploid production in wheat (*Triticum aestivum*) by chromosome elimination. *Nature* **256** : 410~411.
- CAMPBELL, K. W., R. I. BRAWN and K. M. Ho 1984. Rodeo barley. *Can. J. Plant Sci.* **64** : 203~205.
- COLES, G. D. 1986. 'Gwylan' barley (*Hordeum vulgare* L.). *New Zealand J. Exptl. Agric.* **14** : 101~103.
- 古庄雅彦・浜地勇次・伊藤昌光 1987. 半数体利用によるビール大麦の育種方法. 1. 効率的な半数体の作出法. 日作九支会報 **54** : 92~94.
- ・——・吉田智彦 1988. オオムギ半数体倍加系統の大量作出法と半数体におけるうどんこ病抵抗性の選抜. 育種 **38** (別 2) : 336~337.
- ・——・——・中島卓介 1990. 半数体におけるオオムギ縞萎縮病の選抜. 育種 **40** (別 1) : 290~291.
- FURUSHO, M., Y. HAMACHI and T. YOSHIDA 1990. Varietal difference in crossability between Japanese two-rowed barley and *Hordeum bulbosum* L. *Japan. J. Breed.* **40** : 411~417.

- , M. YOSHINO and T. YOSHIDA 1992. Selection for spring-habit clones of *Hordeum bulbosum*. Crop Sci. 32 : 384~385.
- HAMACHI, Y., K. KOMATSUDA and K. NAKAJIMA 1988. Embryoid formation and plant regeneration in anther culture of two-rowed barley cultivar in Japan. Japan. J. Breed. 38 : 363~366.
- Ho, K. M. and G. H. JONES 1980. Mingo barley. Can. J. Plant Sci. 60 : 279~280.
- KASHA, K. J. and K. N. KAO 1970. High frequency haploid production in barley (*Hordeum vulgare* L.). Nature 225 : 874~876
- KOLLER, D. and H. R. HIGHKIN 1960. Environmental control of reproductive development in *Hordeum bulbosum*, a perennial pasture grass. Amer. J. Bot. 47 : 843-847.
- 佐々木昭博 1990. 作物育種と食品加工 [4] ビールオオムギ 農及園 65 : 537~542.
- 牛山智彦 1989. *bulbosum*法によるコムギ半数体育種と今後の展望 農業技術 44 : 289~293.

Summary

Barley (*Hordeum vulgare* L.) haploid can be obtained from interspecific hybridization between *H. vulgare* and *H. bulbosum* followed by the selective elimination of *H. bulbosum* chromosomes. The objective of this study was to evaluate the agronomic performance and malting quality of doubled haploid barley lines developed by the *bulbosum* method. F₁ plants derived from two cross combinations of barley cultivars were crossed with a strain of *H. bulbosum*, and their haploid hybrids were treated by 0.05% colchicine solution to produce the doubled haploids. As the results, 209 doubled haploid plants were obtained from 2 F₁'s (DH1, DH2) by the *bulbosum* method. Ranges for grain yield, 1000 grain weight and plump grain percentage of 143 lines tested in 1988 were 22.8~46.2 kg/a, 41.2~50.6 g, 65.0~96.6% (DH1) and 25.6~53.2 kg/a, 44.0~54.8 g, 75.5~96.4% (DH2), respectively (Fig. 2), and 56 lines were selected. Ranges for grain yield, 1000 grain weight, plump grain percentage and malting quality of the 56 lines tested in 1989 were 35.2~50.5 kg/a, 44.0~50.9g, 65.0~95.7%, -14.2~15.7 (DH1) and 39.6~57.5 kg/a, 43.9~51.5 g, 70.8~93.4%, -7.5~13.3 (DH2), respectively (Fig. 3). Four superior lines were selected to test the local adaptability from the experimental results in 1988 and 1989 (Tables 1 and 2). These lines had superior to the check cultivars in agronomic performance and malting quality, and were resistant to powdery mildew and Barley Yellow Mosaic Virus (BaYMV). The tests at 5 experiment stations in 1990 showed that agronomic performance of the 4 lines were moderately superior to the check cultivar Amagi Nijo (Fig. 4) with local adaptability. In conclusion, highly promising lines were obtained in a short period by the *bulbosum* method, suggesting that the method is useful for malting barley breeding.

M. FURUSHO¹⁾

T. YOSHIDA²⁾

Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, 818

Present address:

¹⁾ National Agriculture Research Center, Tsukuba, 305

²⁾ Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, 812