栃木農試研報　No.44：67～82（1996）
Bull.Tochigi Agr.Exp.Stn. No.44：67～82（1996）

醸造用低タンパク質二条大麦中間母本「大系HC-15」（二条大麦中間母本農1号）の育成

石川直幸・大塚　勝・徳江紀子[1]・小玉雅晴・加藤常夫[2]・神永　明[1]・佐々木昭博[3]・桐生光広[4]
田谷省三[5]・伊藤　浩[6]・天谷正行・早乙女和彦・小松田美津留[7]・氏原和人[8]・関口忠男[9]

摘要：醸造用二条大麦はタンパク質含有率が高すぎると醸造適性が悪くなるので，タンパク質含有率の低い品種の育成が求められている．アメリカ合衆国の六条大麦Karlはタンパク質含有率が特異的に低いことが知られているが，日本の二条大麦の中にはそのような低タンパク質遺伝資源がない．そこで，Karlの低タンパク質性を日本の醸造用二条大麦に取り込むことを目的に，Karl／野洲二条3号（後のさつきばれ）のF_1に吉系8（後のニシノゴールド）を交配し，「大系HC-15」を育成した．1995年12月に農林水産省育成農作物の中間母本として認定され，「二条大麦中間母本農1号」と登録番号を付して登録された．

本系統は，年次や栽培条件に関わらず，原麦タンパク質含有率(%)が標準品種ミカモゴールデンより平均して2.1ポイント低い．Karlは六条，晩生，長稈，倒伏弱，縞萎縮病弱であり，日本での栽培には適さないが，大系HC-15はそれらの形質が日本の普通の二条大麦並に改良されている．出穂期は早，成熟期はやや早，稈長は中，耐倒伏性はやや弱，縞萎縮病抵抗性は極強で，粒色はやや劣る．麦芽エキスは極多，麦芽全窒素と可溶性窒素は極少，コールバッハ数はやや大，ジアスターゼ力は中，全窒素当りジアスターゼ力は大で，麦芽品質の総合評点はミカモゴールデンより優れる．

キーワード：二条大麦，ビール麦，醸造用，品質，低タンパク質，中間母本

Breeding of Low-Protein Two-rowed Malting Barley Parental Line 'Daikei HC-15'

Naoyuki ISHIKAWA, Masaru OHTSUKA, Michiko TOKUE, Masaharu KODAMA, Tsuneo KATO, Akira KAMINAGA, Akihiro SASAKI, Mitsuhiro KIRYU, Shozo TAYA, Hiroshi ITO, Masayuki AMAGAI, Kazuhiko SOHTOME, Mitsuru KOMATSUDA, Kazuto UJIHARA, Tadao SEKIGUCHI

Summary: High protein content of barley grain is undesirable for malting. Six-rowed Amlerican barley 'Karl' is inherently low in protein content; however, no Japanese cultivar is low as Karl. So we developed a low protein two-rowed malting barley 'Daikei HC-15' from a cross of Karl/'Yasu Nijo 3(Satsukibare)'//'Yoshikei 8(Nishino Gold)', and it was registered as 'Two-rowed barley parental line No. 1' in December 1995.

The average protein percentage of Daikei HC-15 was 2.1 points lower than standard cultivar 'Mikamo Golden' independent of year and cultivation methods. While Karl is six-rowed, late maturing, tall, easy to lodge and susceptible to BaYMV, these agronomic characters of Daikei HC-15 are similar to Japanese improved two-rowed cultivars. Daikei HC-15 is early heading, moderately early maturing, medium in culm length, resistant to BaYMV. Lodging resistance and kernel color are not good enough for commercial cultivar. Malting quality of Daikei HC-15 is; very high in malt extract, very low in total nitrogen and soluble nitrogen, moderately high in Kolbach index, medium in diastatic power. The overall malt quality of Daikei HC- 15 is better than Mikamo Golden.

Key words: two-rowed malting barley, low protein content, parental line, *Hordeum vulgare*

[1] 現栃木県足利農政事務所，[2] 現農業研究センター，[3] 現九州農業試験場，[4] 現栃木県鹿沼農改，
[5] 現中国農業試験場，[6] 現栃木県普及教育課，[7] 現茨城県在住，[8] 現北陸農業試験場，[9] 現栃木県消防防災課

（1996.7.31 受理）

Ⅰ 緒 言

醸造用二条大麦はタンパク質含有率が高すぎると麦芽エキスの低下や麦芽の溶けの不良，麦汁濾過の遅延，ビールの混濁等を引き起こし，醸造原料として適さなくなる．また低すぎると酵素力や酵母の栄養源が不足する．そのため，適正範囲は9.5～11.5%と定められている．通常の栽培，とりわけ主産地である関東地方では，低すぎて問題になることは少ないが，高タンパク質麦がしばしば問題になっている．適正上限以下に抑えるために施肥量を少なくし，追肥は行わないように指導しているが，施肥量の抑制は収量の低下をもたらし，追肥の抑制は生育調節を困難にさせる[8]．

遺伝的にタンパク質含有率が低い品種を育成すれば，施肥量を現行より増やしても適正タンパク質含有率の二条大麦を生産でき，高品質多収化に役立つ．とりわけ畑作地帯では水田裏作地帯と比べて高タンパク質化しやすく，品質悪化の要因として問題になっているので，そのような地帯に向いた高品質醸造用二条大麦の生産に寄与できる．これまで日本の二条大麦の中にはそのような低タンパク質性を持った品種・系統はなかった．

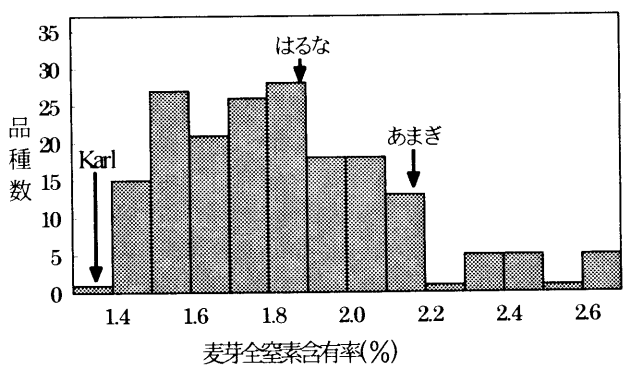
そこで，1983年度(1984年4月)，栃木県農業試験場栃木分場において，アメリカ合衆国の低タンパク質六条大麦「Karl」[4]の低タンパク質性を日本の醸造用二条大麦に取り込むことを目的に，Karl／野洲二条3号（後のさつきばれ）のF_1に吉系8（後のニシノゴールド）を交配した．F_4以降，低タンパク質かつ大麦縞萎縮病抵抗性で，麦芽品質と栽培特性が優れた系統を選抜し，1989年度に「大系HC-15」と命名した．以降，収量調査，固定度調査，後代検定等を行い，醸造用低タンパク質二条大麦品種を育成するための中間母本として適していることが明らかになったので，1995年12月5日に農林水産省育成農作物の中間母本として認定され，「二条大麦中間母本農１号」と登録番号を付し，中間母本登録簿に登録された．ここに，本中間母本の育成経過，特性等について報告する．

Ⅱ 育成経過

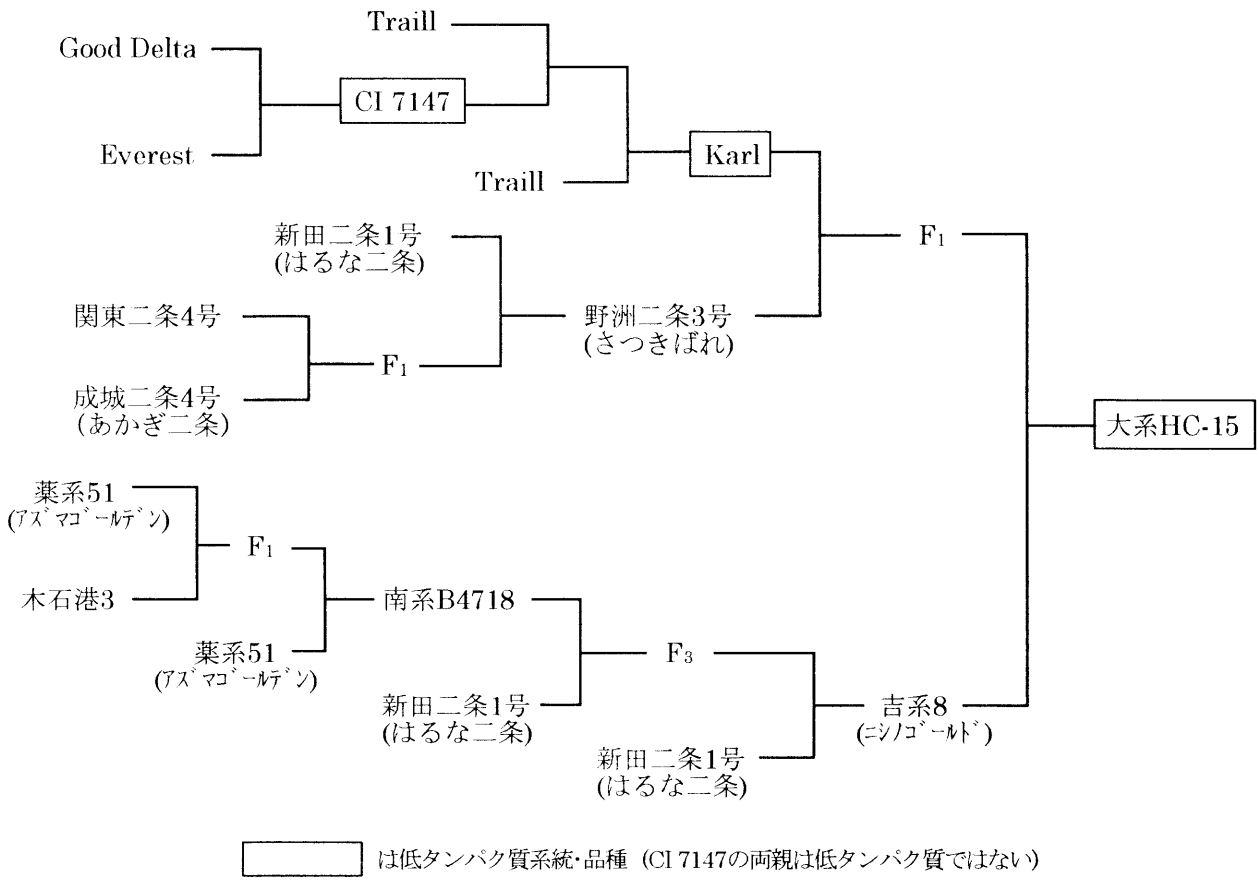
1974年にアメリカ合衆国アイダホ農業試験場で育成された醸造用春播六条大麦「Karl」はタンパク質含有率が低いことが知られている[9]．栃木県農業試験場栃木分場においても，低タンパク質遺伝資源を探索するため，外国品種167，日本品種17の計184点の大麦（二条および六条）を1982年度に同一条件で栽培し，麦芽全窒素含有率（原麦全窒素とほぼ同じ）を調査した．その結果，第１図に示すようにKarlが最も麦芽全窒素含有率が低かった．

そこで，Karlの低タンパク質性を日本の醸造用二条大麦に取り込むことを目的に，1983年春及び84年春に，Karlを用いた交配を26組合せ行った．その内の一つとして，1983年度（1984年4月）に，Karl／野洲二条3号（後のさつきばれ）のF_1に吉系8（後のニシノゴールド）を交配し（第2図），この組合せから大系HC-15が育成された．交配親の特性は第1表に示したとおりであり，Karlから低タンパク質性を，野洲二条3号から耐倒伏性を，吉系８から醸造品質と縞萎縮病抵抗性を導入することをねらった．F_1を冷房ガラス温室で，F_2を鹿児島県種子島で，F_3を北海道北見で世代促進し，1985年度にF_4穂別系統を栃木分場内の大麦縞萎縮病常発圃場で栽培し，大麦縞萎縮病に抵抗性で，かつ原麦タンパク質含有率の低い系統を選抜した．

F_5以降，栽培特性，タンパク質含有率および麦芽品質等に関して系統選抜を行い，1989年度に「大系HC-15」と命名した[5]．収量調査を1991～92年度，固定度調査を1993年度，後代検定を1993年度に行った．各世代における供試・選抜数等を第２表に，耕種概要を第３表に示した．



第１図 外国品種等184点の大麦品種の麦芽全窒素含有率



第2図　大系HC-15の系譜図

第1表　交配親の特性

系統名 品種名	稈長	稈の細太	粒着の 粗密	条性	底刺毛茸 の長短	原麦粒の見 かけの品質	播性	出穂期
♀ Karl	長	太	粗	六条	短	下の中	I	やや晩
♀ 野洲二条3号 (さつきばれ)	短	中	密	二条	長	中の中	I	早
♂ 吉系8 (ニシノゴールド)	中	やや細	密	二条	長	中の中	I	早
大系HC-15	中	中	密	二条	長	中の下	I	早

系統名 品種名	成熟期	耐倒伏性	整粒歩合	麦芽 エキス	麦芽 全窒素	ジアスターゼ 力	全窒素当り ジアスターゼ力	縞萎縮病 抵抗性
♀ Karl	晩	極弱	極少	多	極少	中	大	弱
♀ 野洲二条3号 (さつきばれ)	早	やや強	中	多	中	大	大	弱
♂ 吉系8 (ニシノゴールド)	早	中	中	多	中	大	大	極強
大系HC-15	やや早	弱	中	極多	極少	中	大	極強

注) Karlの稈長と耐倒伏性は縞萎縮病が発病しなかった株の特性を記した.
Karlは六条大麦であるが二条大麦と同じ基準で評価したので, 整粒歩合が「極小」となった.

第2表　選抜経過

播種年度	世代	供試数	選抜数	選抜形質	備　考
1983	交配		255粒		薬交1367
1984	F_1	80個体	2,338粒	全刈り	冷房ガラス室（世代促進）
〃	F_2	2,338個体	300穂	無作為抽出	鹿児島県（世代促進）
〃	F_3	2,000個体	490穂	無作為抽出	北海道（世代促進）
1985	F_4	490系統	30系統	縞萎縮病抵抗性，原麦タンパク質	穂別系統
1986	F_5	30系統	12系統	原麦タンパク質	単独系統
1987	F_6	12系統	5系統	原麦タンパク質，醸造品質	単独系統
1988	F_7	5系統	3系統	原麦タンパク質，醸造品質	単独系統
1989	F_8	3系統群 15系統	2系統群 2系統	原麦タンパク質，醸造品質	大系HC-15と命名
1990	F_9	2系統群 10系統	1系統群 1系統	原麦タンパク質	施肥試験
1991					収量調査，タンパク質蓄積特性調査
1992	F_{10}	1系統群 10系統	1系統群 3系統	原麦タンパク質	収量調査，施肥試験
1993	F_{11}	3系統群 30系統	1系統群 3系統	原麦タンパク質	固定度調査，後代検定，特性検定
1994	F_{12}	3系統群 15系統	1系統群 1系統	原麦タンパク質	特性検定，播種期試験

第3表　耕種概要

栽培方法：畦間60cm，条間10cm，株間5cmの二条千鳥点播栽培

播種年度	播種期 月/日	1区 面積m^2	反復	施肥量 kg/a（全量基肥） N	P	K	石灰	堆肥	夏期作
1986	10/25	0.60	1	0.20	1.20	0.80	8	200	
1987	11/07	1.20	1	0.30	0.95	0.35	4	100	大豆
1988	10/29	1.20	1	0.30	0.86	0.60	6	120	大豆
1989	10/28	1.20	1	0.50	1.13	1.00	8	100	湛水
1990	10/27	1.20	1	0.20	1.20	1.00	8	100	湛水
1991	11/19	7.20	2	0.20	1.20	1.00	8	100	湛水
1992	11/06	7.20	2	0.30	0.65	0.60	8	100	湛水
1993	11/01	1.20	1	0.21	1.07	0.83	8	0	湛水
1994	10/29	1.20	1	0.00	1.20	0.80	15	0	湛水

注）栽培圃場は窒素の供給力が高く，高タンパク質化・倒伏が発生しやすいので，一般の圃場より施肥量が少ない．
栽培圃場は大麦縞萎縮(I型)に汚染されているので，罹病性品種Karlは毎年多少罹病した．

第4表　原麦タンパク質含有率の累年成績

単位：乾物重当り%

品種系統名	86年	87年	88年	89年	90年	91年	92年	93年	94年	全平均	平均＊
大系HC-15	11.8	9.4	11.1	10.5	10.0	11.3	10.1	9.6	9.6	10.4	10.6
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	14.4	11.8	12.9	12.4	12.5	13.7	11.6	12.1	11.2	12.5	12.6
Karl	11.4	8.1	10.6	—	10.9	10.3	10.2	—	8.9	10.1	9.9

注）タンパク質含有率＝全窒素含有率×6.25.
90年度のKarlは縞萎縮病に中程度に罹病したためタンパク質含有率が大系HC-15を上回った．
そのため，90年度およびKarlの欠測年(89，93年度)を除外した平均を「平均＊」に示した．

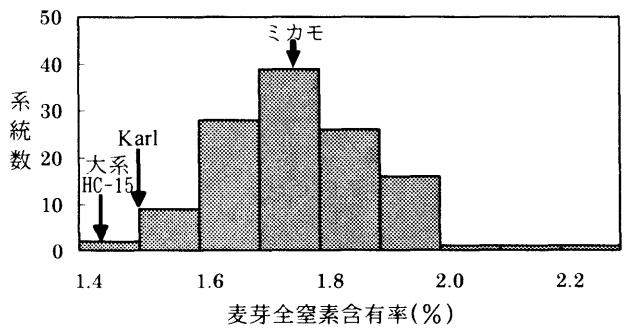
Ⅲ　タンパク質特性

１．タンパク質含有率

原麦タンパク質含有率は年次により変動するが，標準品種ミカモゴールデン（９年間の平均12.5%）との差は年次や栽培条件が異なっても比較的安定しており，平均して2.1ポイント低い10.4%であった（第４表）．Karlと比較すると（Karlの欠測年および縞萎縮病の被害が大きかった年を除外）平均して0.7ポイント高かった．栽培圃場は窒素の供給力が高く，高タンパク質化・倒伏が発生しやすいため，一般の圃場より施肥量を減らした（第３表）にも関わらず，普通の品種（ミカモゴールデン）はタンパク質含有率が適正範囲を超える結果となった．

1992年度にビール麦醸造用品質改善指定試験地で育成中の二条大麦系統125点（低タンパク質，高ジアスターゼ力，溶け良等の中間母本育成を目標にした系統）の麦芽全窒素を比較したところ，第３図に示すように，大系HC-15が他のKarlに由来する系統と並んで最も麦芽全窒素含有率が低かった．

タンパク質含有率は一般的に多肥・晩播によって高くなるが，大系HC-15も標準品種ミカモゴールデンと同様に多肥・晩播によってタンパク質含有率が高まった．多肥栽培しても大系HC-15とミカモゴールデンの差はほとんど変わらなかった（第５表）．



第3図　育成系統等125点の二条大麦系統の麦芽全窒素含有率

第5表　施肥量および播種期の影響

単位：乾物重当り原麦タンパク質含有率%

播種年度	1990年度		1992年度		1994年度	
処　理	基肥のみ (N 0.2kg/a)	基肥＋追肥 (N 0.5kg/a)	基肥のみ (N 0.3kg/a)	基肥＋追肥 (N 0.6kg/a)	早播き (10/29)	遅播き (11/17)
大系HC-15	10.0	10.7	10.1	10.3	10.1	11.5
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	12.5	13.4	11.6	11.8	10.8	13.1
Karl	10.9	10.7	10.2	10.6	9.1	9.7

注）追肥時期は1990年度が3月7日，1992年度が4月2日．　追肥量はともにN 0.3kg/a.　耕種概要は第3表参照

２．タンパク質含有率の後代検定

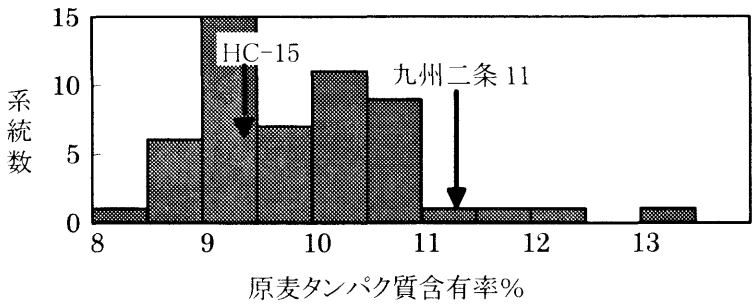
大系HC-15の低タンパク質性が交配により後代に伝わることを確かめるため，1990年４月，大系HC-15に普通の二条大麦２品種（九州二条11号，ヤチホゴールデン）を交配し，F_1からF_3までを集団で世代促進し，F_4で各組合せ53系統を無作為抽出し，その後代F_5系統を1993年度に栽培し（１系統0.6㎡，その他の栽培条件は第３表と同じ），原麦タンパク質含有率を測定した．また比較のために普通の二条大麦同士の交配２組合せ（きぬゆたか／九州二条11号，きぬゆたか／ヤチホゴールデン）も同様に養成，分析した．

その結果，第６表に示すように，日本の二条大麦の中ではタンパク質含有率が比較的低い品種であるヤチホゴールデンと比較して５%水準で有意にタンパク質含有率が低い系統の出現率は，大系HC-15を交配親に使うことにより２倍以上に高まった．また第４図に示すF_5系統のタンパク質含有率の頻度分布からも，大系HC-15の低タンパク質性が交雑後代に伝わることが確かめられた．

なお遺伝様式については，タンパク質含有率の環境変動が大きいため，結論を出すには至らなかった．

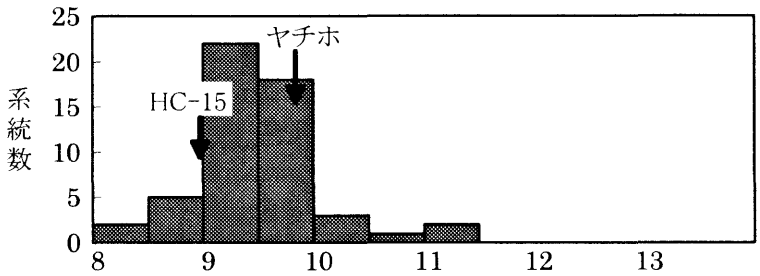
第6表　雑種F_5世代において，ヤチホゴールデンと比較して5%水準で有意にタンパク質含有率が低い系統の出現率

		父　親	
		九州二条11号	ヤチホゴールデン
母親	大系HC-15	43%	32%
	きぬゆたか	18%	15%



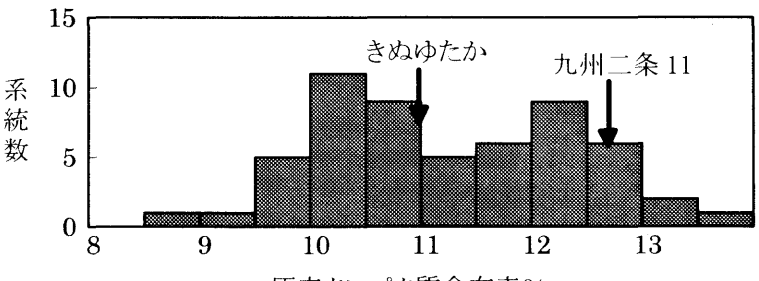
		タンパク質%
P_1	大系HC-15	9.4
P_2	九州二条11号	11.3
比)	ﾔﾁﾎｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	10.3
F_5	最低値	8.0
	平均値	10.0
	最高値	13.1

大系 HC-15／九州二条 11 号 F_5



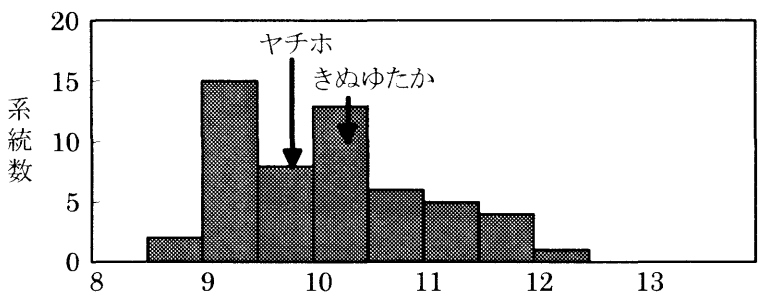
		タンパク質%
P_1	大系HC-15	9.0
P_2	ﾔﾁﾎｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	9.8
比)	ﾔﾁﾎｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	9.8
F_5	最低値	8.3
	平均値	9.5
	最高値	11.3

大系 HC-15／ﾔﾁﾎｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ F_5



		タンパク質%
P_1	きぬゆたか	11.0
P_2	九州二条11号	12.7
比)	ﾔﾁﾎｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	10.7
F_5	最低値	9.0
	平均値	11.3
	最高値	13.5

きぬゆたか／九州二条 11 号 F_5



		タンパク質%
P_1	きぬゆたか	10.3
P_2	ﾔﾁﾎｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	9.8
比)	ﾔﾁﾎｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	9.8
F_5	最低値	8.7
	平均値	10.1
	最高値	12.2

きぬゆたか／ﾔﾁﾎｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ F_5

注) 比較のために12反復で栽培したヤチホゴールデンのタンパク質含有率の標準偏差は0.24であった.

第４図　無選抜F_5集団における原麦タンパク質含有率の頻度分布

３．茎葉のタンパク質含有率

出穂１週間後，３週間後，５週間後および成熟期の穀粒と茎葉（葉身，葉鞘，最上位節間の稈）の乾物当り窒素含有率を測定した結果を第５図に示した．

穀粒の窒素含有率は，出穂１週間後には品種系統間で差がなかったが，成熟期にはミカモゴールデンが高く，KarlとHC-15が低くなった．

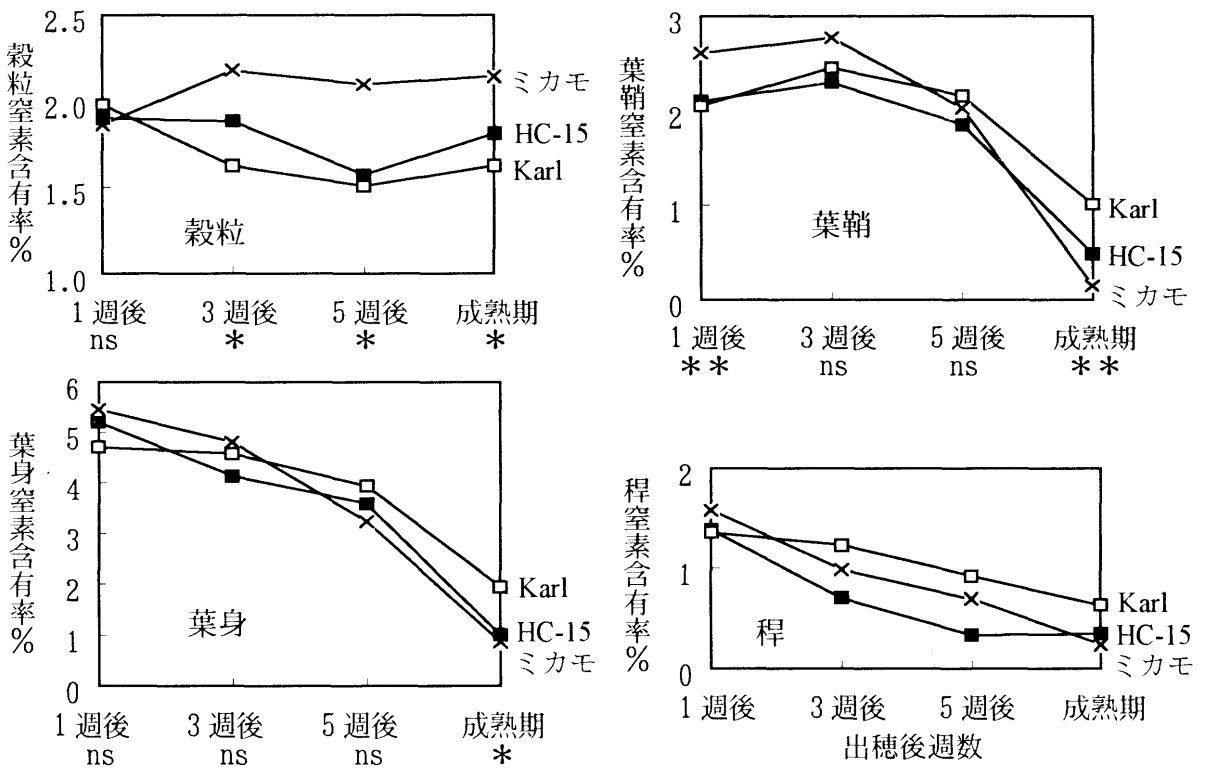
一方，茎葉の窒素含有率は，出穂１週間後には品種系統間で差がない（葉身）か，あるいはミカモゴールデンが高かった（葉鞘）が，成熟期にはKarlの方がミカモゴールデンより高くなった．大系HC-15はKarlとミカモゴールデンの中間的な推移を示した．

このように，Karlは茎葉から穀粒への窒素の転流がミカモゴールデンより少なく，大系HC-15はKarlとミカモゴールデンの中間であった．このことが，Karl及び大系HC-15の穀粒タンパク質含有率が低い原因となっている可能性がある[6,7]．

４．原麦タンパク質組成

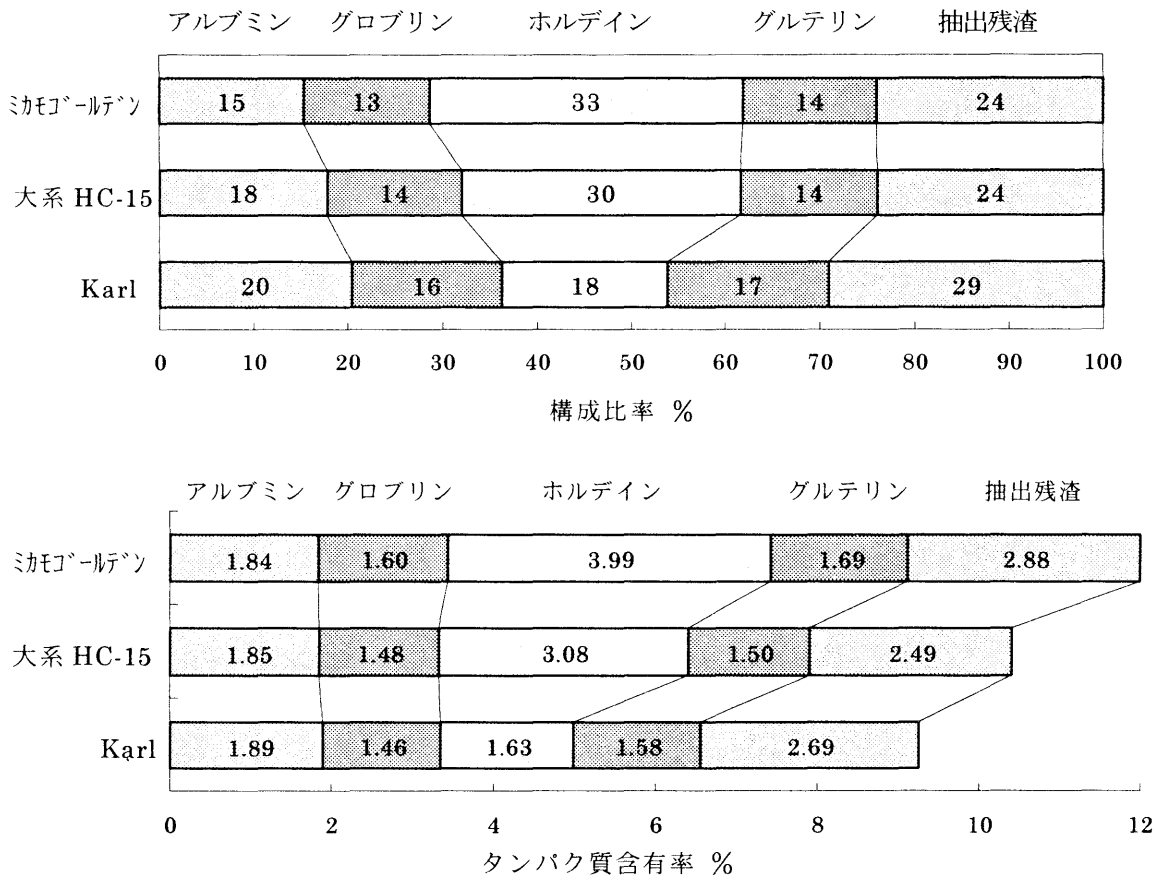
1992年産（1991年度）の穀粒を粉砕し，ジエチルエーテルで脱脂後，水，0.5M塩化ナトリウム，55%イソプロパノール，0.043M水酸化ナトリウムとドデシル硫酸ナトリウムを含む0.125Mホウ砂溶液の順に抽出を行い，それぞれアルブミン（水溶性非タンパク質態窒素化合物を含む），グロブリン，ホルデイン，グルテリンとした．各画分の窒素含有率を測定し，それに6.25を乗じてタンパク質含有率とした．また抽出残渣についても同様にタンパク質含有率を求めた[7]．

第６図に示すように，大系HC-15およびKarlはミカモゴールデンと比べてホルデインの構成比率のみが減少しており，大系HC-15においてはアルブミンとグロブリンの，Karlにおいてはホルデイン以外のすべてのタンパク質の構成比率が増加していた．ホルデインが多いと麦芽の溶けや糖化を妨げ，アルブミンとグロブリンが多いと酵素力や泡保ち性が高まり酵母の栄養源としても利用されやすいので，ホルデインの比率が減少してアルブミンとグロブリンの比率が増加することは醸造原料として好ましいことである．Karlのホルデイン比率が低いことは既に報告されているが[1]，大系HC-15のホルデイン比率はKarlとミカモゴールデンの中間的な値を示した．



注）試験年度は1991年度（1992年産）．　横軸は出穂後の週数．
穀粒，葉身，葉鞘は２区の平均で，＊＊，＊は1%，5%水準で品種間差が有意．　稈は１区のみの値．

第5図　登熟期における穀粒および茎葉の窒素含有率の推移



第6図　原麦タンパク質組成

5．ホルデイン遺伝子型

1994年産の穀粒を粉砕し，メルカプトエタノールとドデシル硫酸ナトリウム(SDS)を含む55%イソプロパノールを用いて室温でホルデインを抽出し，12%SDSポリアクリルアミドゲル電気泳動で分離し，クマシーブリリアントブルーで染色した[4]．

その結果，第7表に示すように，大系HC-15のHor2とHor3の遺伝子型はKarlとは異なり，他方の親である吉系8（ニシノゴールド）と野洲二条3号（さつきばれ），およびそれらの親である新田二条1号（はるな二条）と同じであった．またミカモゴールデンとも同じであった．Karlの遺伝子型は，Karlの親のTraill（低タンパク質ではない）と同じであった．従って，大系HC-15の低タンパク質性はホルデイン遺伝子に由来するのではないと思われる．

第7表　ホルデイン遺伝子型

品種系統名	Hor1 (Cﾎﾙﾃﾞｲﾝ)	Hor2 (Bﾎﾙﾃﾞｲﾝ)	Hor3 (Dﾎﾙﾃﾞｲﾝ)
大系HC-15	Pr	Ca	L
吉系8（ニシノゴールド）	Pr	Ca	L
野洲二条3号（さつきばれ）	Pr	Ca	L
新田二条1号（はるな二条）	Pr	Ca	L
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	Pr	Ca	L
Karl	Pr	Ni	L2
Traill	Pr	Ni	L2
Everest	*	*	L2

注）Hor1, Hor2の遺伝子名はJohansenら[3]によった．　Hor3の遺伝子にはまだ正式な名前が与えられていないので，分子量によってS(小)，L(大)，L2(Lよりわずかに大)とした．

＊：遺伝子名は決定されていないが，表に掲げた他の品種とは異なる．

Ⅳ　その他の特性

1．生育特性及び収量性

特性一覧を第8表に，生育調査成績を第9表に示した．Karlは六条，晩生，長稈，倒伏弱，縞萎縮弱であり，日本での栽培には適さず，交配母本としても使いにくいが，大系HC-15はそれらの形質が日本の改良された二条大麦並に改善されている．ミカモゴールデンと比較すると出穂期は同程度の「早」，成熟期はやや遅い「やや早」，稈長は同程度で穂長はやや長く，穂数は同程度．叢性は直立，稈の太さは中，穂型は矢羽根，原麦粒の見かけの品質は粒色がやや黒ずんでいるために中の下である．Karl及びKarl後代の粒色が良くないことはアメリカ合衆国でも指摘されている[2]．大系HC-15の粒色はKarlと比べるとかなり改善されているものの，やや不良である．耐倒伏性もKarlと比較すればかなり改善されているものの，まだ不十分であり，実用品種には適さない．

第8表　特性一覧

1）形態的特性

系統名または品種名	1-1 叢性	1-2 株の開閉	1-3 並渦性	2-1 稈長	2-2 稈の細太	2-3 稈の剛柔	2-4 稈のﾜｯｸｽの多少	3-1 葉耳の有無
大系HC-15	直立 (3)	やや閉 (4)	並 (2)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	有 (1)
あまぎ二条	やや直立 (4)	やや閉 (4)	並 (2)	中 (5)	やや細 (4)	やや柔 (6)	やや少 (4)	有 (1)
はるな二条	直立 (3)	やや閉 (4)	並 (2)	中 (5)	やや細 (4)	中 (5)	やや多 (6)	有 (1)
ﾐｻﾄｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	直立 (3)	やや閉 (4)	並 (2)	中 (5)	中 (5)	やや剛 (4)	中 (5)	有 (1)
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	直立 (3)	やや閉 (4)	並 (2)	中 (5)	やや細 (4)	中 (5)	やや多 (6)	有 (1)

系統名または品種名	3-2 葉色	3-3 葉鞘のﾜｯｸｽの多少	3-4 葉鞘の毛の有無多少	4-1 穂型	4-2 穂長	4-3 着粒の粗密	4-4 穂の抽出度	4-5 条性
大系HC-15	やや淡 (4)	やや多 (6)	無 (0)	矢羽根 (8)	短 (3)	密 (7)	中 (5)	二条 (2)
あまぎ二条	やや淡 (4)	中 (5)	無 (0)	矢羽根 (8)	中 (5)	やや密 (6)	中 (5)	二条 (2)
はるな二条	やや淡 (4)	やや多 (6)	無 (0)	矢羽根 (8)	短 (3)	密 (7)	中 (5)	二条 (2)
ﾐｻﾄｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	中 (5)	やや多 (6)	無 (0)	矢羽根 (8)	短 (3)	密 (7)	中 (5)	二条 (2)
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	やや淡 (4)	やや多 (6)	無 (0)	矢羽根 (8)	短 (3)	密 (7)	中 (5)	二条 (2)

系統名または品種名	4-6 穂の下垂度	5-1 芒の有無多少	5-2 芒長	5-3 芒の粗滑	6 ふ色	7-1 粒の形	7-2 粒の大小	7-4 穀皮の厚さ
大系HC-15	直 (3)	多 (7)	中 (5)	やや粗 (6)	淡黄 (1)	中 (5)	中 (5)	やや薄 (4)
あまぎ二条	直 (3)	多 (7)	中 (5)	やや粗 (6)	淡黄 (1)	中 (5)	中 (5)	薄 (3)
はるな二条	直 (3)	多 (7)	中 (5)	やや粗 (6)	淡黄 (1)	中 (5)	中 (5)	薄 (3)
ﾐｻﾄｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	直 (3)	多 (7)	中 (5)	やや粗 (6)	淡黄 (1)	中 (5)	中 (5)	中 (5)
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	直 (3)	多 (7)	中 (5)	やや粗 (6)	淡黄 (1)	中 (5)	やや小 (4)	やや薄 (4)

系統名または品種名	7-5 底刺毛茸の長短	7-6 外穎基部横溝の有無	7-7 腹溝の幅	7-8 鱗皮の毛の長短	8-1 千粒重	8-2 ﾘｯﾄﾙ重	9-1 原麦粒の見かけの品質
大系HC-15	長 (8)	有 (1)	中 (5)	長 (8)	中 (5)	中 (5)	中の下 (4)
あまぎ二条	短 (2)	有 (1)	中 (5)	短 (2)	中 (5)	中 (5)	中の中 (5)
はるな二条	長 (8)	有 (1)	中 (5)	長 (8)	中 (5)	中 (5)	中の中 (5)
ﾐｻﾄｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	長 (8)	有 (1)	中 (5)	長 (8)	やや大 (6)	中 (5)	中の中 (5)
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	長 (8)	有 (1)	中 (5)	長 (8)	中 (5)	中 (5)	中の中 (5)

2）生態的特性

系統名または品種名	1 播性	2 茎立性	3-1 出穂期	3-2 成熟期	4-1 粳糯の別	4-2 皮裸性	4-3 脱芒性	5 穂発芽性	6 脱粒性
大系HC-15	I (1)	早 (3)	早 (3)	やや早 (4)	粳 (2)	皮性 (2)	やや易 (6)	やや易 (6)	やや難 (4)
あまぎ二条	I (1)	やや早 (4)	中 (5)	中 (5)	粳 (2)	皮性 (2)	やや易 (6)	やや易 (6)	中 (5)
はるな二条	I (1)	早 (3)	早 (3)	早 (3)	粳 (2)	皮性 (2)	やや易 (6)	中 (5)	やや難 (4)
ﾐｻﾄｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	I (1)	早 (3)	早 (3)	早 (3)	粳 (2)	皮性 (2)	やや易 (6)	中 (5)	やや難 (4)
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	I (1)	早 (3)	早 (3)	早 (3)	粳 (2)	皮性 (2)	やや易 (6)	やや易 (6)	やや難 (4)

系統名または品種名	7 耐倒伏性	9 収量性	11-1 整粒歩合	11-2 浸麦時間	11-3 麦芽収量率	11-4 麦芽エキス	11-5 エキス収量	11-6 麦芽全窒素	11-7 可溶性窒素
大系HC-15	弱 (7)	やや多 (6)	中 (5)	やや短 (4)	中 (5)	極多 (8)	極多 (8)	極少 (2)	極少 (2)
あまぎ二条	やや弱 (6)	やや多 (6)	やや少 (4)	やや短 (4)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	多 (7)
はるな二条	中 (5)	中 (5)	中 (5)	やや短 (4)	中 (5)	多 (7)	多 (7)	中 (5)	多 (7)
ﾐｻﾄｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	強 (3)	多 (7)	中 (5)	やや短 (4)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	中 (5)	やや多 (6)
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	中 (5)	中 (5)	やや少 (4)	やや短 (4)	中 (5)	多 (7)	多 (7)	中 (5)	多 (7)

系統名または品種名	11-8 ｺｰﾙﾊﾞｯﾊ数	11-9 ｼﾞｱｽﾀｰｾﾞ力	11-10 全窒素当りｼﾞｱｽﾀｰｾﾞ力	11-11 最終発酵度	11-12 麦汁色度	12-1 縞萎縮病抵抗性	12-2 赤かび病抵抗性	12-3 うどんこ病抵抗性
大系HC-15	やや大 (6)	中 (5)	大 (7)	やや多 (6)	やや淡 (4)	極強 (2)	やや強 (4)	やや弱 (6)
あまぎ二条	大 (7)	やや大 (6)	中 (5)	やや多 (6)	やや淡 (4)	弱 (7)	やや強 (4)	中 (5)
はるな二条	やや大 (6)	大 (7)	大 (7)	やや多 (6)	やや淡 (4)	やや弱 (6)	やや強 (4)	やや弱 (6)
ﾐｻﾄｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	やや大 (6)	中 (5)	やや小 (4)	やや多 (6)	やや淡 (4)	極強 (2)	やや強 (4)	やや弱 (6)
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	大 (7)	大 (7)	大 (7)	やや多 (6)	やや淡 (4)	極強 (2)	やや強 (4)	弱 (7)

注）特性形質の上の数字は「大麦種苗特性分類調査報告書（1980年3月）」の項目番号である．
（ ）の数字は同分類調査基準の階級値を示す．

第9表　生育調査成績

品種系統名	播種年度	出穂期 月/日	成熟期 月/日	稈長 cm	穂長 cm	1穂粒数	穂数 本/㎡	倒伏程度
大系HC-15	1988	4/21	—	93	6.9	30	—	—
	1989	4/16	6/03	96	6.9	30	787	2.0
	1990	4/17	6/01	86	6.4	28	670	3.0
	1991	4/22	6/12	84	6.1	26	703	0.5
	1992	4/23	6/10	93	6.1	28	830	3.0
	1993	4/21	6/03	95	6.3	—	693	0.0
	1994	4/18	6/03	93	5.7	27	791	1.0
ミカモゴールデン	1988	4/20	—	84	6.0	24	—	—
	1989	4/16	5/29	92	6.1	27	680	0.0
	1990	4/17	5/28	86	5.5	26	912	1.0
	1991	4/23	6/10	88	6.1	24	624	0.6
	1992	4/22	6/08	91	5.9	25	868	2.5
	1993	4/22	6/02	93	6.2	—	837	0.0
	1994	4/18	6/02	85	5.4	24	613	0.5
大系HC-15	平均	4/19	6/05	91	6.3	28	746	1.6
ミカモゴールデン	平均	4/19	6/02	88	5.9	25	756	0.8
(参考) Karl	1990	4/20	6/08	59	6.2	51	155	0.0
	1991	4/26	6/17	83	7.4	60	330	0.0
	1992	4/26	—	78	8.5	64	346	0.0
	1993	—	—	—	—	—	—	—
	1994	4/21	6/04	92	7.3	60	509	2.0
	平均	4/23	6/09	78	7.4	59	335	0.5

注) 縞萎縮病発病圃場で栽培したため，Karlは罹病して短稈化した．縞萎縮病に罹病しなかった株の生育状況から推測すると，Karlはミカモゴールデンよりかなり長稈・長穂で，耐倒伏性は弱いと思われる．

収量調査成績を第10表に示した．この調査は畦立点播栽培で1区7.2㎡×2反復×2カ年と小規模のため精度は高くないが，大系HC-15はミカモゴールデン（現在の奨励品種の中では収量性がやや低い品種）と比較して子実重，整粒歩合，リットル重，千粒重ともにやや高く，整粒重では10%多収である．

特性検定試験成績を第11表に示した．大系HC-15は縞萎縮病のⅠ型には高度抵抗性だが，縞萎縮病Ⅲ型にはミサトゴールデンやミカモゴールデンと同様，罹病する．うどんこ病にはミカモゴールデンよりは強いものの罹病する．播性はⅠの春播型である．

第10表　収量調査成績

品種系統名	播種年度	子実重 kg/a	藁重 kg/a	収穫指数%	整粒歩合%	整粒重 kg/a	同左標準比%	ﾘｯﾄﾙ重 g	千粒重 g
大系HC-15	1991	46.2	38.7	54.4	90.4	41.8	99	676	40.8
	1992	67.0	60.1	52.7	92.5	62.0	120	669	43.6
ミカモゴールデン	1991	47.3	42.8	52.5	89.3	42.2	100	663	40.3
	1992	57.9	57.3	50.3	89.5	51.8	100	660	41.5
大系HC-15	平均	56.6	49.4	53.6	91.5	51.8	110	673	42.2
ミカモゴールデン	平均	52.6	50.1	51.4	89.4	47.0	100	662	40.9
(参考) Karl	1991	23.5	17.2	57.8	51.2	12.0	28	588	31.8
	1992	29.0	24.7	54.0	54.4	15.8	30	549	30.8
	平均	26.3	20.9	55.9	52.8	13.9	29	569	31.3

注) Karlは縞萎縮病に罹病して低収になった．
標肥区と多肥区（基肥は同量で，追肥の有無が異なる）を設けたが，タンパク質含有率も子実重も差がなかったので，標肥区の成績のみ掲げた．

第11表　特性検定試験成績

品種系統名	縞萎縮病(I型)抵抗性	縞萎縮病(III型)発病程度	うどんこ病発病程度	播性
大系HC-15	RR	4	1.4	I
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	RR	4	2.5	I
Karl	S	—	2.9	I
試験年度	1985～94年	1994年	1993～94年	1993年
試験地	栃木分場	栃木県壬生町	栃木分場	栃木分場

注) 縞萎縮病(I型)抵抗性は，汚染圃場におけるモザイク病斑の発症程度からRR(極強)～SS(極弱)の7段階で判定．
縞萎縮病(III型)発病程度は，汚染圃場におけるモザイク病斑の発症程度から0(無)～6(激甚)の7段階で判定（圃場内の発病程度が均一でないので，抵抗性の判定はしなかった）．
うどんこ病発病程度は，圃場における自然発病の病斑程度から，0(無)～5(穂まで発病)の6段階で判定．

2．麦芽品質特性

第12表に麦芽品質調査成績を示した．一般的に，原麦タンパク質が低いと麦芽全窒素，可溶性窒素およびジアスターゼ力が低くなり，麦芽エキスは高くなる傾向がある．大系HC-15はその傾向を反映し，麦芽エキスが極めて高く，麦芽全窒素，可溶性窒素およびジアスターゼ力が低い．全窒素当りジアスターゼ力はミカモゴールデンとほぼ同程度である．従って，普通の品種と同じように，タンパク質含有率が適正下限以下になるとジアスターゼ力が不足することが予想される．麦芽品質の総合評点はミカモゴールデンより優れる．

第12表　麦芽品質調査成績

系統名 品種名	播種年度	浸麦時間	浸麦度%	麦芽収量率%	麦芽ｴｷｽ%	ｴｷｽ収量%	麦芽全窒素%	可溶性窒素%	ｺｰﾙﾊﾞｯﾊ数%	ｼﾞｱｽﾀｰｾﾞ力 WK	全窒素当りｼﾞｱｽﾀｰｾﾞ力 WK	最終発酵度%	麦汁色度	総合評点
大系 HC-15	87	59	—	—	84.2	—	1.85	0.81	43.4	364	197	—		66.0
	88	42	43.4	94.7	84.5	80.0	1.88	0.74	39.3	284	151	—		56.5
	89	57	43.6	92.9	84.0	78.1	1.75	0.83	47.1	257	147	85.7		67.0
	91	58	43.4	91.4	82.7	75.6	1.73	0.72	41.6	232	134	84.0	4.3	50.5
	92	48	41.1	93.8	82.7	77.6	1.43	0.60	42.1	249	174	83.1	3.5	55.0
ﾐｶﾓ ｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	87	59	—	—	81.8	—	2.14	0.99	46.5	397	185	—		59.3
	88	39	44.1	94.0	83.0	78.0	2.30	1.09	47.3	367	160	—		62.5
	89	51	44.0	92.2	81.5	75.2	2.16	0.97	44.8	325	151	83.8		56.3
	91	56	43.2	91.4	80.8	73.9	2.09	0.97	46.3	336	161	83.8	4.1	50.1
	92	45	40.6	93.3	80.9	75.4	1.76	0.73	41.3	268	152	84.5	3.5	45.0
大系HC-15	平均	53	42.9	93.2	83.6	77.8	1.73	0.74	42.7	277	161	84.3	3.9	59.0
ﾐｶﾓｺﾞｰﾙﾃﾞﾝ	平均	50	43.0	92.7	81.6	75.6	2.09	0.95	45.2	339	162	84.0	3.8	54.6
(参考) Karl	91	48	43.2	89.4	82.0	73.3	1.54	0.78	50.4	270	175	84.0	4.7	60.8
	92	42	41.4	92.4	81.2	75.1	1.50	0.75	49.9	295	197	82.7	4.0	59.5
	平均	45	42.3	90.9	81.6	74.2	1.52	0.77	50.2	283	186	83.4	4.4	60.2

注) 総合評点とは，ビール業界との取り決めにより，麦芽エキス，エキス収量，麦芽全窒素，可溶性窒素，コールバッハ数，全窒素当りジアスターゼ力，最終発酵度の7項目から計算される値である．
Karlは六条であるために粒が小さいので，麦芽エキスは大系HC-15より少ない．

3．固定度

固定度調査成績を第13表に示した．大系HC-15の出穂期，成熟期はよく揃っており，稈長，穂長，穂数の変動係数はミカモゴールデンよりやや小さいので，実用上支障のない程度に固定していると思われる．大系HC-15の原麦タンパク質の変動係数はミカモゴールデンより大きいが，これは圃場内の栽植位置の差によるもので，実用上支障のない程度に固定していると思われる．

第13表　固定度調査成績

系統名 品種名	系統 番号	タンパク質%	出穂期 月/日	成熟期 月/日	稈長 cm		穂長 cm		穂数 本/株	
					平均	CV%	平均	CV%	平均	CV%
大系 HC-15	1	9.0	4/21	6/03	94.7	3.2	6.2	4.9	9.9	26
	2	9.1	4/21	6/03	94.9	4.2	6.2	5.3	8.8	25
	3	8.9	4/21	6/03	95.1	3.3	6.2	5.9	9.6	25
	4	9.1	4/21	6/03	95.4	3.2	6.2	5.8	11.5	33
	5	9.9	4/21	6/03	96.6	3.4	6.3	6.8	11.1	29
	6	10.1	4/21	6/04	95.9	2.6	6.3	4.3	11.8	29
	7	10.3	4/21	6/04	95.6	2.8	6.5	4.8	10.1	23
	9	10.2	4/21	6/04	91.8	3.4	6.3	5.1	10.7	29
	10	9.9	4/21	6/03	92.4	3.9	6.3	5.7	9.8	26
	平均	9.6	4/21	6/03	94.7	3.3	6.3	5.4	10.4	27
	系統間 CV%	6.2				1.7		1.4		9.3
ミカモ ゴールデン	1	11.4	4/22	6/02	93.8	3.7	6.2	5.4	11.0	28
	2	12.2	4/22	6/02	95.9	3.3	6.1	5.3	10.7	31
	3	11.9	4/22	6/02	96.4	3.4	6.2	5.0	14.4	30
	4	12.3	4/22	6/02	93.0	3.8	6.3	5.7	11.3	34
	5	12.4	4/22	6/02	90.2	5.0	5.9	7.9	12.2	27
	6	12.3	4/22	6/02	91.4	3.1	6.2	6.1	15.6	37
	平均	12.1	4/22	6/02	93.4	3.7	6.2	5.9	12.6	31
	系統間 CV%	3.1				2.6		2.0		16.1

注) 調査個体数は各系統約50個体. 調査年度は1993年度.
大系HC-15は系統番号1～4と5～10で原麦タンパク質含有率がやや異なるが, これは圃場内の栽植位置の差によると思われる.

V　中間母本登録の理由及び利用上の留意点

1．中間母本登録の理由

醸造用二条大麦はタンパク質含有率が高すぎると麦芽エキスの低下や麦芽の溶けの不良, 麦汁濾過の遅延, ビールの混濁等を引き起こし, 醸造原料として適さなくなる. また低すぎると酵素力や酵母の栄養源が不足する. そのため, 適正範囲は9.5～11.5%と定められている. 通常の栽培, とりわけ主産地である関東地方では, 低すぎて問題になることは少なく, 適正上限以下に抑えるために施肥量を少なくし, 追肥は行わないように指導されている. しかし施肥量の抑制は収量の低下をもたらし, 追肥の抑制は生育調節を困難にさせる. 大系HC-15の低タンパク質性を持った品種を育成すれば, 施肥量を現行より増やしても適正タンパク質含有率の醸造用二条大麦を生産でき, 高品質多収化に役立つ. とりわけ畑作地帯では水田裏作地帯と比べて高タンパク質化しやすく, 品質悪化の要因として問題になっているので, そのような地帯に向いた高品質醸造用二条大麦の生産に寄与できる. これまでの日本の二条大麦の中にはこのような低タンパク質性を持った品種・系統はなかった.

低タンパク質の原品種Karlは六条, 晩生, 長稈, 縞萎縮病罹病性であるため, 日本の醸造用二条大麦の交配母本としては極めて使いにくい. 大系HC-15はそれらの形質が日本の優良な醸造用二条大麦に近いところまで改善されているので, 交配母本として使いやすい. ただし, 本系統は耐倒伏性が弱く, また原麦粒がやや黒っぽく, 見かけの品質がやや劣るので, 実用品種に適さない.

2．母本として利用する上の注意

本系統は耐倒伏性が弱いので, 交配相手の選定に当たっては耐倒伏性に留意すること.

謝　辞

本研究は, 栃木県農業試験場栃木分場ビール麦醸造用品質改善指定試験地において, 農林水産省指定試験事業として行われた. また, 歴代の栃木県農業試験場長及び栃木分場長, ビール麦育種部長からは終始変わらぬ指導と励ましをいただいた. ここに厚く感謝の意を表する.

引用文献

1．Burger, W. C., Wesenberg, D. M., Carden, J. E. and Pawlish, P. E. (1979) Protein content and composition of Karl and related barley. Crop Science 19: 235-238.

2．Goblirsch, C. A., Horsley, R. D. and Schwarz, P. B. (1996) A strategy to breed low-protein barley with acceptable kernel color and diastatic power.

3．Johansen, H. B. and Shewry, P. R. (1986) Recommended designations for hordein alleles. Barley Genetics Newsletter 16: 9-11.

4．長嶋　等・石川直幸(1995)日本のオオムギ品種における種子貯蔵タンパク質ホルデインの遺伝変異. 育雑45：87-90.

5．佐々木昭博 他(1991)Karl由来の低蛋白ビール麦系統の育成. 栃木農試研報38：27-36.

6．佐々木昭博・桐生光広・加藤常夫・神永　明(1992)低タンパクオオムギ品種Karlおよびその雑種後代系統における穀粒窒素と乾物の蓄積. 育雑42：853-862.

7．佐々木昭博・大塚　勝・加藤常夫・神永　明(1994)二条オオムギ低タンパク系統の部位別窒素含有率の変化と種子貯蔵タンパク質の分画. 日作紀63：247-253.

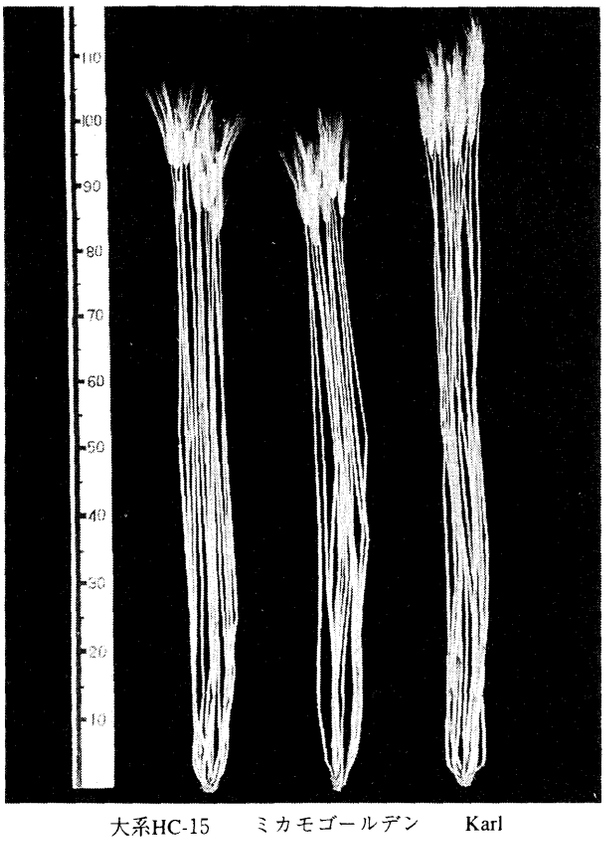
8．佐々木昭博(1994)醸造用低蛋白二条オオムギの育成に関する育種学的研究. 栃木農試研報41：1-49.

9．Wesenberg, D. M. et. al. (1976) Registration of Karl barley. Crop Science 16: 737.

付表　育成従事者（ビール麦醸造用品質指定試験地職員）

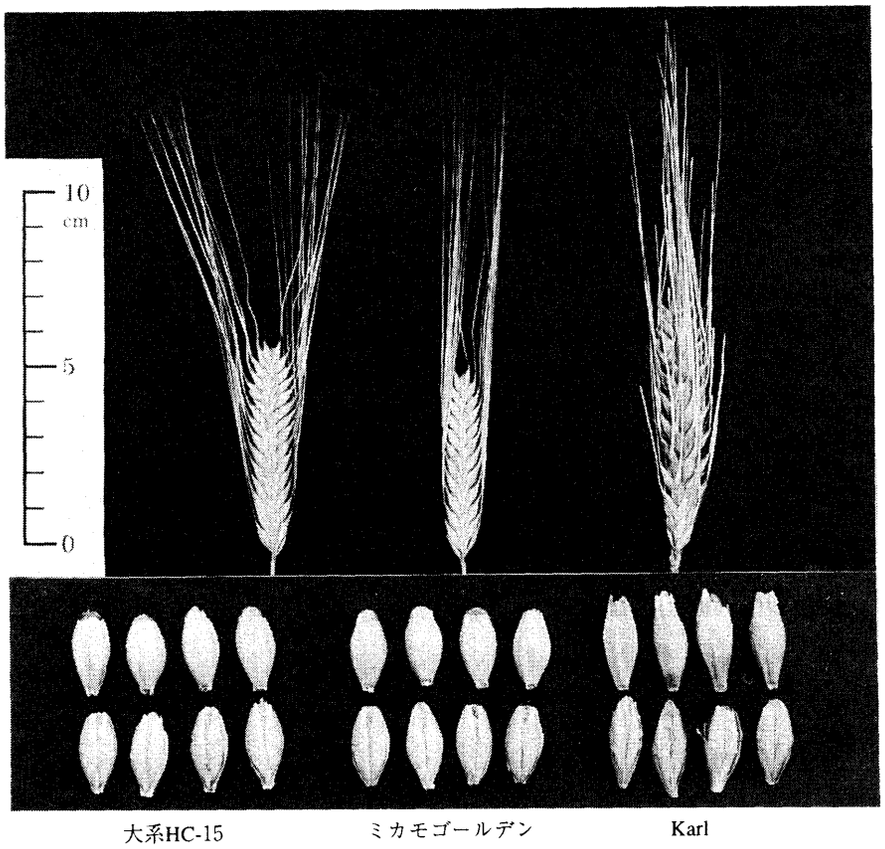
氏名	年度 83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	備考
	世代 交配	$F_{1\sim3}$	F_4	F_5	F_6	F_7	F_8	F_9	—	F_{10}	F_{11}	F_{12}	
石川　直幸											●	●	現在員
大塚　勝									●			●	現在員
徳江　紀子											●	●	現栃木県足利農政事務所
小玉　雅晴												●	現在員
加藤　常夫				●								●	現農業研究センター
神永　明						●					●		現栃木県足利農政事務所
佐々木昭博						●				●			現九州農業試験場
桐生　光広	●								●				現栃木県鹿沼農改
田谷　省三		●				●							現中国農業試験場
伊藤　浩	●					●							現栃木県普及教育課
天谷　正行			●	●									現栃木県農試生物工学部
早乙女和彦	●		●										現栃木県農試栃木分場
小松田美津留		●	●										現茨城県在住
氏原　和人	●	●											現北陸農業試験場
関口　忠男	●	●											現栃木県消防防災課

上記の他に，栃木県農試栃木分場二条大麦育種指定試験地の職員の方々に協力していただいた．
また野沢清一（1983～94年，現栃木県農試栃木分場）が主任として，石川武（1985～94年，現栃木県農試栃木分場），舘沼伸一（1993～94年，現栃木県農試栃木分場），山中英明（1983～85年，現栃木県小山市在住），尾林通夫（1983～84年，現栃木県農試）が主任技術員又は技術員として従事した．



大系HC-15　　ミカモゴールデン　　Karl

写真1　草姿



大系HC-15　　ミカモゴールデン　　Karl

写真2　穂型および子実