

# 高蛋白質・高リジン系統“裸麦中間母本農1号”の育成について

誌名	四國農業試験場報告 = Bulletin of the Shikoku Agricultural Experiment Station
ISSN	00373702
著者	加藤, 一郎 片山, 正 瀬古, 秀文 吉川, 亮 堤, 忠宏
巻/号	49号
掲載ページ	p. 1-16
発行年月	1987年11月

## 高蛋白質・高リジン系統“稗麦中間母本農1号”の育成について

加藤一郎\*・片山 正・瀬古秀文\*・吉川 亮\*\*・堤 忠宏\*\*

目		次	
I 緒言	1	VI 摘要	13
II 育種目標と育成経過	1	引用文献	14
III 成分特性	4	英文摘要	16
IV 一般特性	10	写真図版	11
V 利用上の注意	13		

### I 緒言

麦類は澱粉食糧として重要であるが、その成分を改良してさらに栄養価のすぐれたものにする必要がある。穀類蛋白質を量的・質的に改良しようとする試みは古くから行われており、トウモロコシにおけるOpaque 2の発見(Mertzら, 1964)が質的改良のきっかけとなった<sup>3)</sup>。大麦では1969年にHiprolyが<sup>1)</sup>、1973年にRisø Mutant 1508が発見<sup>2)</sup>されたが、これらは蛋白質中の必須アミノ酸であるリジン含量が増加したことによって栄養価が高くなっているものである。

稗麦においても、飼料用、精麦用を問わず高栄養品種の作出が必要と考えられたので、1969年にスウェーデンで発見された<sup>1)</sup>高蛋白質、高リジン大麦Hiprolyを(主として)利用して、高蛋白質で、かつ高リジンな実用品種の育成をねらいとして育種をすすめた<sup>6)</sup>。

ここに本系統の育成経過、特性などを報告するに当たり、長年にわたって御協力をいただいた当场圃場管理業務職員、ならびに系統適応性検定試験、特性検定試験を担当された関係各試験場所の各位、また、アミノ酸分析について格別のご援助をいただいた当场福井春雄業務科長、現草地試験場加藤忠司室長の両氏に対し心から感謝の意を表したい。

最後に本稿の御校閲をいただいた増田澄夫場長ならびに吉田堯栽培部長に厚く御礼を申し上げる。

### II 育種目標と育成経過

#### 1. 育種目標と方法

エチオピア原産の大麦品種 Hiproly は高蛋白質、高リジンの遺伝子をもつが、成熟がおそく粒色が黒く、粒が扁平でやや長粒であるほか収量性、耐倒伏性、穂発芽性などの農業形質が劣っているため、そのままでは実用品種として利用できない。そこで、片親に日本の早熟多収品種ナンブウハダカを選び、これにHiprolyの高蛋白質、高リジン遺伝子を取り入れて実用的な高蛋白質品種を育成しようとした。

育種方法は、経済品種ナンブウハダカの戻し交配を2回行い、ナンブウハダカ型の早熟多収性を保持し、かつ高蛋白質成分の系統選抜をくり返しつつ固定化をはかった。なお、戻し交配過程におけるF<sub>1</sub>(特四交36)は二条並性、B<sub>1</sub>F<sub>1</sub>(特四交45)は不完全二条並性で、いずれも底刺長毛個体であった。

以上のような交配によって得られた稗麦中間母本農1号の両親の特性および系譜は第1表、第1図に示した。

各成分の分析機器及び手順は次のとおりである。

#### 1) 粗蛋白質含量

B<sub>2</sub>F<sub>3</sub>(1975)～B<sub>2</sub>F<sub>4</sub>(1976)の2カ年は Grain Quality Analyzer(ネオティック、G・Q・A、以下G・Q・Aと略記)、B<sub>2</sub>F<sub>5</sub>(1977)～B<sub>2</sub>F<sub>10</sub>(1982)の6カ年はテクニコン・オートアナライザー(テクニコン、AAⅡ型)で測定した。

\* 現農業研究センター  
\*\* 現九州農業試験場  
昭和61年10月21日受付

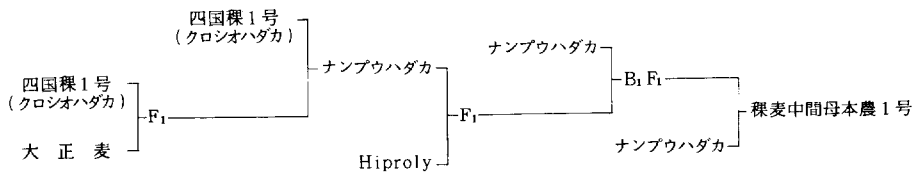
第1表 両親の特性

両親名	出穂期 月・日	成熟期 月・日	稈 長 cm	倒 伏 程 度	伏 度	春播性 程度	穂発芽 性程度	子実重 kg/a	対標準 比%	条 性	縞萎縮 病	赤かび 病	うどん こ 病
Hiproly	4.16	5.26	94	4.7	齒	I	92.0	27.1	48	二条	極強	やや強	弱
ナンブウハダカ	4.6	5.19	84	1.7	少	V	0	56.7	100	六条	強	中	弱

両親名	葉色	並渦性	株の開閉	茎立性	粒着粗密	粒大	粒形	粒色	精麦少留%	精麦時間分・秒	精麦白度%	粗蛋白質含量%	リジン含量%
Hiproly	淡	並	やや開	中	密	大	扁平や長	赤褐	67.7	17.10	27.2	16.20	0.44
ナンブウハダカ	濃	渦	中	早	中	中	中	黄	61.5	11.30	43.1	12.72	0.30

注) 1981年度育成地調査成績による。



第1図 稈麦中間母本農1号の系譜図

測定手順: 材料500mg→硫酸10cc注入→200℃で30分間、350℃で2.5時間加温分解→テクニコン・オートアナライザーで比色測定。

2) リジン含量

B<sub>2</sub>F<sub>5</sub> (1977) ~ B<sub>2</sub>F<sub>9</sub> (1981) の5か年は液体クロマト (柳本製L-7型アミノ酸分析計) を使用した。

測定手順: 材料50mg→6N・HCl 5ccを注入→真空密封→110℃で加温分解→湯せん器100℃で煮沸→B-buffer (PH 2.2) 10cc注入→遠心器で分離→上澄液→液体クロマトL-7型で測定。

また、B<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (1974) ~ B<sub>2</sub>F<sub>10</sub> (1982) の9か年は Dye Binding Capacity (テクニコン, UDY-TECM型, 以下D・B・Cと略記) による簡易検定法を用いた。なお、得られたD・B・C (mg/1g. sample) より蛋白質1g当りに結合したオレンジ12のモル濃度を算出した。(オレンジ12の分子量は327)。

測定手順: 材料400mg→オレンジ12溶液20cc注入→1時間振とう→濾過上澄液→比色計で測定。

3) 全アミノ酸含量

全アミノ酸含量についてはB<sub>2</sub>F<sub>7</sub> (1979) ~ B<sub>2</sub>F<sub>9</sub> (1981) の3か年、上記液体クロマトL-7型を使用した。

測定手順: 上記リジン含量の測定手順と同じである。

2. 育成経過

1) 交配 (1972)

1973年4月 (1972播種年度, 以下播種年度をもつ

て示す。) 四国農業試験場において、ナンブウハダカ × Hiproly のF<sub>1</sub> にナンブウハダカを母として戻し交配し、そのB<sub>1</sub>F<sub>1</sub>を再度母とし、ナンブウハダカを父として人工交配を行い、45穂 (320粒) の種子を得た。

交配番号は特四交56で、以後は系統育種法によって農業形質がナンブウハダカ型で、かつ高蛋白質、高リジンな系統を目標にして選抜をすすめた。選抜の経過は第2表のとおりである。

2) B<sub>2</sub>F<sub>1</sub> (1973)

B<sub>2</sub>F<sub>1</sub> は、畦幅55cm, 株間9cmの1条点播とし、45系統、320個体を栽植した。そのうち、六条種渦性の固定系統を全個体と、分離系統では早生六条種の渦性と早生二条種および並性の底刺短毛個体合計31系統を選抜した。二条種の並性で底刺が長毛であった14系統は廃棄した。

3) B<sub>2</sub>F<sub>2</sub> (1974)

B<sub>2</sub>F<sub>2</sub> の耕種法は前年どおりで、31系統群120系統を供試し、六条種渦性と底刺短毛35系統を選び、底刺長毛と二条種は全部廃棄した。

なお、前年のB<sub>2</sub>F<sub>1</sub>選抜個体の穂上で硬質粒と軟質粒に分離したものの各39系統について系統対で供試した結果、硬質粒は底刺短毛で農業形質は劣るがD・B・Cの高いことを認めた。また、D・B・Cはリジン含量との相関が高く、高リジン個体の選抜には、粗蛋白質含量の高い個体を選抜する必要があることを確認した<sup>1)</sup>。

第2表 選 抜 経 過 一 覧

項 目	1972 昭・47 交 配	'73 48 B <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	'74 49 B <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	'75 50 B <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	'76 51 B <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	'77 52 B <sub>2</sub> F <sub>5</sub>	'78 53 B <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	'79 54 B <sub>2</sub> F <sub>7</sub>	'80 55 B <sub>2</sub> F <sub>8</sub>	'81 56 B <sub>2</sub> F <sub>9</sub>	'82 57 B <sub>2</sub> F <sub>10</sub>	'83 58 B <sub>2</sub> F <sub>11</sub>
供試	系統群数		31	35	39	31	15	9	11	6	5	3
	系統数	45	120	202	189	87	75	45	53	30	25	15
	系統群数		31	35	31	15	9	9	6	5	3	3
選抜	系統数	31	35	39	31	15	9	11	6	5	3	3
	個体数 ( <sup>45種</sup> 320粒)		202	189	87	75	45	53	30	25	15	15
備 考	交配 (特四交) 56)	底刺短毛 個体選抜	底刺短毛 個体選抜	系統選抜 成分分析	系統選抜 成分分析	予検 (四系八四二二)	予検	生検 ・系適 ・特検	生検	生検	生検 (中間母本登録申請)	採種栽培 (裸麦中間母本農1号)

注) 1. 予検は生産力検定予備試験，生検は生産力検定試験，系適は系統適応性検定試験，特検は特性検定試験を示す。  
2. B<sub>2</sub>F<sub>1</sub>，B<sub>2</sub>F<sub>2</sub>……のB<sub>2</sub>は戻し交配を2回行ったことを示す。

4) B<sub>2</sub>F<sub>3</sub> (1975)

B<sub>2</sub>F<sub>3</sub>では畦幅50cm，株間9cm，1条点播とし，1系統30個体ずつ35系統群202系統を栽植した。

圃場における第1次選抜では66系統を，第2次選抜は粗蛋白質含量の測定およびD・B・Cの測定により39系統に再選抜した。

5) B<sub>2</sub>F<sub>4</sub> (1976)

B<sub>2</sub>F<sub>4</sub>以降は畦幅60cm，株間9cm，1条点播とした。栽植系統数は39系統群189系統で，圃場における第1次選抜では農業形質の良好と思われるもの65系統を選び，第2次選抜では，G・Q・Aで粗蛋白質含量の測定とD・B・Cによるリジン含量の推定を行い31系統を再選抜した。

6) B<sub>2</sub>F<sub>5</sub> (1977)

B<sub>2</sub>F<sub>5</sub>からは系統選抜と並行して生産力検定予備試験を実施し，成分分析ではテクニコン・オートアナライザーによる粗蛋白質の分析ならびに液体クロマトL-7型およびD・B・Cによるリジン含量の測定を行った。

生産力検定予備試験に編入の系統には収量試験番号を付け，早生種のみ20系統を供試した。その結果，収量性のよい高成分系統として四系8413，四系8414，四系8417，四系8419，四系8420，四系8421，四系8422，四系8423，四系8424，四系8379の10系統を選んだ。また，そのほか粗蛋白質やリジン含量は充分でないが，極多収系統として3系統(四系8390，四系8415，四系8416)を加え計13系統を選抜した。

生産力検定予備予備試験では11系統を供試したが，リジン含量の高かった2系統(四系8381，四系8432)以外は，いずれも収量性や成分含量が劣っていたので廃棄した。

系統養成では以上の結果を参考にし，栽植系統数87のうち15系統75個体を選抜した。

7) B<sub>2</sub>F<sub>6</sub> (1978)

B<sub>2</sub>F<sub>6</sub>では15系統群75系統を養成するとともに前年に引き続き生産力検定予備試験に15系統を供試した。その結果，収量および成分含量で有望な系統として四系8379，四系8413，四系8414，四系8417，四系8422，四系8421，四系8423，四系8424，四系8476の9系統を選んだ。廃棄した6系統はいずれも倒伏し易く収量が劣った。系統養成では9系統，45個体を選抜した。

8) B<sub>2</sub>F<sub>7</sub> (1979)

B<sub>2</sub>F<sub>7</sub>では特に有望な系統として四系8422，四系8424を生産力検定試験に編入し，同時に系統適応性検定試験および特性検定試験に供試した。

育成地の生産力検定試験では四系8422の発芽が悪く，そのため穂数が劣り，本来の収量性を確認し難いものであったが標準比は90%であった。テクニコン・オートアナライザーによる粗蛋白質分析，液体クロマトL-7型でアミノ酸分析，D・B・Cの簡易成分分析を実施し，粗蛋白質含量及びアミノ酸構成のよいことを確めた。

系統適応性検定試験では四系8422を岡山、徳島、佐賀、宮崎の各県で供試し、特性検定試験では四系8422、四系8413、四系8476の3系統を各関係場所で検討したが、いずれも支障なく順調な検定結果を得た。

系統養成では9系統群45系統を供試し、そのうち粒質で分離した2系統で四系8424~1(硬質),同8424~2(軟質),と四系8379~1(硬質),同8379~2(底刺長毛),同8379~3(底刺短毛)はそれぞれ番号で区別,合計11系統53個体を選抜し,不稔粒の多かった四系8417系統を廃棄した。

9) B<sub>2</sub>F<sub>8</sub> (1980)

B<sub>2</sub>F<sub>8</sub>は前年に引き続き生産力検定試験ならびにアミノ酸などの成分分析を行い,四系8422が子実収量,成分含量ともに高い系統であることを確認した。系統養成では11系統群53系統を供試し,そのうち四系8379~1(低収),同8379~2(低蛋白質),同8379~3(耐倒伏性弱),四系8423(低収),四系8421(低収)の系統を廃棄し6系統を選抜した。

10) B<sub>2</sub>F<sub>9</sub> (1981)

B<sub>2</sub>F<sub>9</sub>では6系統群30系統を養成し,生産力検定試験に四系8422,四系8424~1の2系統を供試した。また,四系8422については特定検定試験として凍上性,凍霜害抵抗性検定を長野県および埼玉県の両検定試験地で行ったが,いずれもその抵抗性は弱く,凍上,凍霜地帯には適さないことがわかった。

成分分析では粗蛋白質やD・B・Cの測定ならびに液体クロマトL-7型によるアミノ酸分析を行った。

系統養成では30系統のうち,低蛋白質に分離した四系8424~2を廃棄し5系統を選抜した。

11) B<sub>2</sub>F<sub>10</sub> (1982)

B<sub>2</sub>F<sub>10</sub>では5系統群25系統を供試し,生産力検定試験に四系8422,四系8424-1,四系8413の3系統を供試した。成分特性については前年に引き続きテクニコン・オートアナライザーによる粗蛋白質の分析ならびにD・B・C含量の測定を行った。

系統養成では5系統群25系統のうち3系統を選抜し,2系統は収量性が充分でなかったので廃棄した。なお,四系8422はこれまでの成績から早生・多収で高成分を保有していることが確認されたので,1983年10月に中間母本として登録申請を行った。

12) B<sub>2</sub>F<sub>11</sub> (1983)

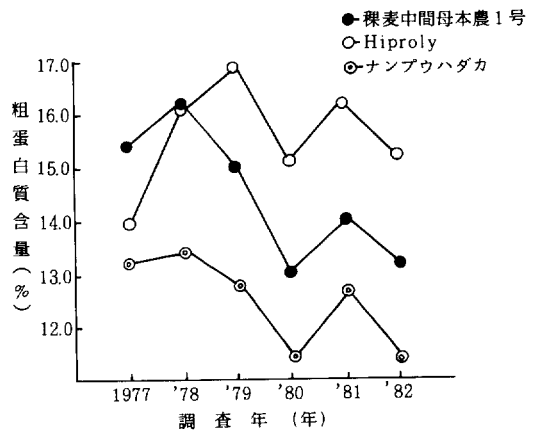
B<sub>2</sub>F<sub>11</sub>では四系8422の系統養成ならびに採種栽培を行った。なお,本系統は1984年1月「稗麦中間母本農1号」に登録された。

Ⅲ 成分特性

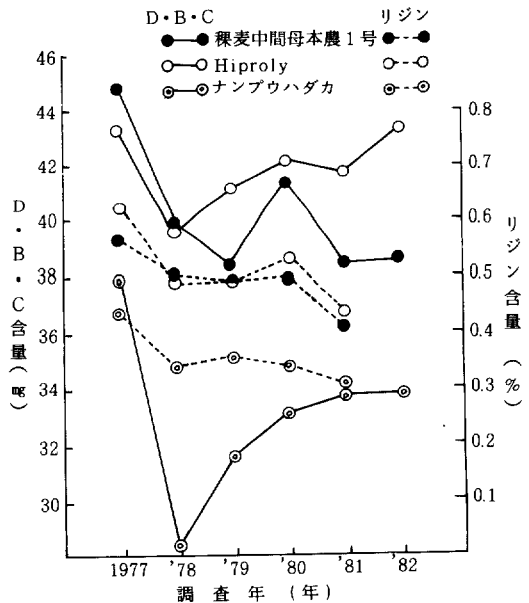
1. 子実中の成分含量

米・麦など穀類の蛋白質は動物性蛋白質に比べ栄養価の面で劣っているが,それは植物性蛋白質では構成アミノ酸のうち,特にリジンなどの必須アミノ酸の割合が低いといわれている<sup>1)</sup>。そこで,粗蛋白質ならびに塩基性必須アミノ酸であるリジン,ヒスチジン,アルギニンなどの成分分析を行った。なお,リジン含量についてはD・B・C法の簡易検定法も併用した。

分析結果は第3表及び第2図に示すとおり,稗麦中



第2図 子実中の粗蛋白質含量



第3図 子実中のD・B・Cおよびリジン含量

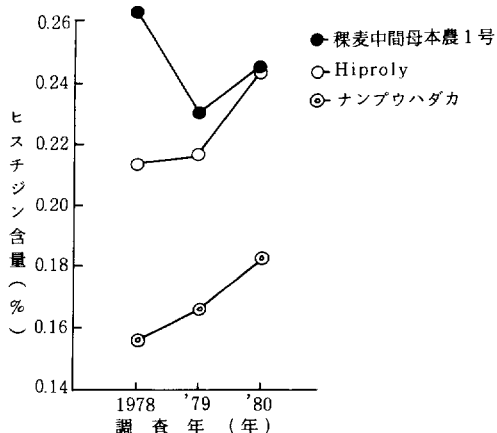
第3表 子実中の成分含量

品 種 名	年 度	粗蛋白質含量 %	同 左 標準比 %	D・B・C 含量 略 / g	同 左 標準比 %	リジン 含量 %	同 左 標準比 %	ヒスチジン 含量 %	同 左 標準比 %	アルギニン 含量 %	同 左 標準比 %
裸麦中間母本農 1 号	1977	15.45	117	44.78	118	0.56	127	-	-	-	-
	1978	16.20	121	39.90	140	0.50	147	0.263	169	0.670	156
	1979	15.01	117	38.25	121	0.50	139	0.231	139	0.640	115
	1980	13.00	114	41.40	125	0.50	147	0.246	134	0.638	127
	1981	14.02	110	38.35	113	0.41	137	-	-	-	-
	1982	13.13	115	38.73	115	-	-	-	-	-	-
	平均	14.47	116	40.24	122	0.49	136	0.247	147	0.649	131
Hiproly	1977	13.98	106	43.35	114	0.62	141	-	-	-	-
	1978	16.13	121	39.70	140	0.49	144	0.214	137	0.534	124
	1979	16.90	132	41.68	132	0.50	139	0.217	131	0.632	113
	1980	15.08	132	42.20	128	0.53	156	0.245	134	0.553	110
	1981	16.20	127	41.85	124	0.44	147	-	-	-	-
	1982	15.25	134	43.37	128	-	-	-	-	-	-
	平均	15.59	125	42.03	127	0.52	144	0.225	134	0.573	115
標)ナンプウハダカ	1977	13.22	100	37.98	100	0.44	100	-	-	-	-
	1978	13.38	100	28.40	100	0.34	100	0.156	100	0.430	100
	1979	12.79	100	31.60	100	0.36	100	0.166	100	0.557	100
	1980	11.40	100	33.05	100	0.34	100	0.183	100	0.504	100
	1981	12.72	100	33.85	100	0.30	100	-	-	-	-
	1982	11.37	100	33.80	100	-	-	-	-	-	-
	平均	12.48	100	33.11	100	0.36	100	0.168	100	0.497	100

注) D・B・C含量は Sample 1g 当たりの色素結合量。

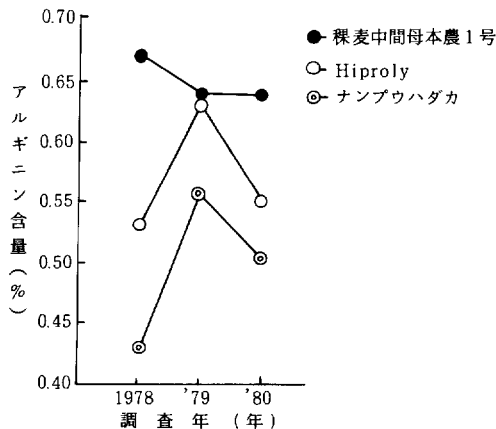
間母本農1号（以下農1号と略記）の子実中の粗蛋白質は13.13%から16.20%と年次間の変動がやや大きい、標準品種ナンプウハダカに対比すると例年110%以上の値であった。6か年平均では14.47%でHiprolyの15.59%よりやや低いが、ナンプウハダカの12.48%に比べると2%も高い。

リジンの簡易推定法として有用性が確認されている



第4図 子実中のヒスチジン含量

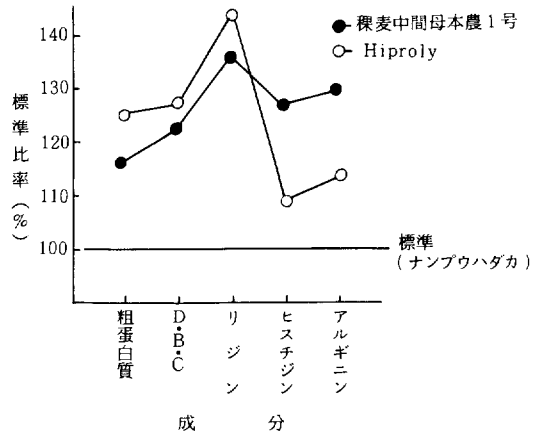
1) 5) D・B・C含量を第3図に示したが、D・B・C含量もリジン含量も標準品種ナンプウハダカより常に優っている。第3表のリジン含量の5か年平均をみると農1号は0.49%、Hiprolyは0.52%、ナンプウハダカは0.36%で農1号のリジン含量はHiprolyと大差がない。また、ヒスチジン、アルギニン含量は第3表と第4図、第5図にみられるとおり、年次による含量の



第5図 子実中のアルギニン含量

変動はやや大きいですが、各年次とも農1号の含量が著しく高く、ナンブウハダカに対比して、農1号のヒスチジン含量は147%、アルギニン含量は131%と大差がみられた。第6図は粗蛋白質、D・B・C、リジン、ヒスチジン、アルギニン含量をナンブウハダカに対比して示したが、農1号のヒスチジン、アルギニン含量が目立って高いことがわかる。

次にアミノ酸の分析結果を第4表および第7図に示した。農1号の子実中の各アミノ酸含量は、ナンブウハダカに比べてシスチンを除きいずれも高く、特に必須アミノ酸のイソロイシンは183%、フェニールアラニンは199%で著しく高い。また、9種類すべての必須アミノ酸の合計値でも農1号は52.58%と58%上回っている。このように本系統はアミノ酸のうちでも必須アミノ酸含量の高いことなどがわかった。



第6図 子実中の成分含量標準比率

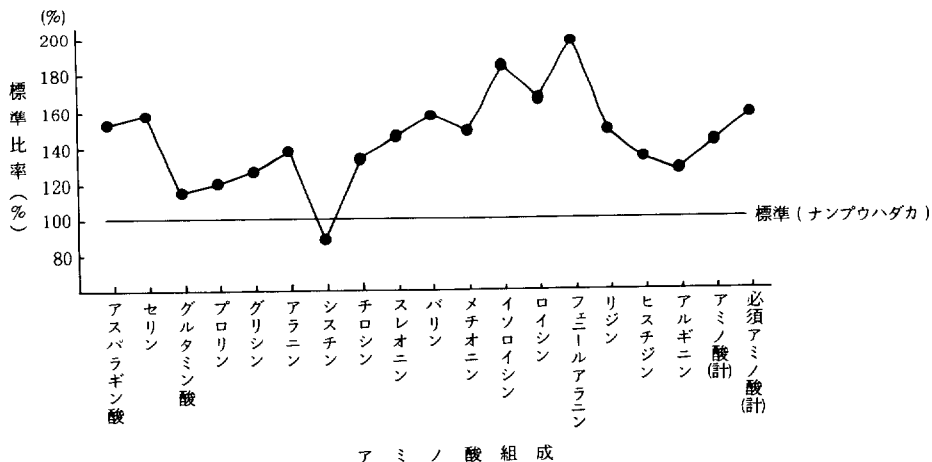
注) 粗蛋白質D・B・Cは1977~1982年度の6か年平均、リジンは1977~1981年度の5か年平均、ヒスチジン、アルギニンは1978~1980年度の3か年平均。

第4表 子実中の全アミノ酸含量(㎎/g)

品 種 名	アスパラギン酸	セリン	グルタミン酸	アロリン	グリシン	アラニン	シスチン	チロシン	スレオニン*	バリン*
裸麦中間母本農1号	8.76	6.50	19.63	4.05	6.13	7.57	0.25	3.05	5.24	9.88
標) ナンブウハダカ	5.76	4.11	17.17	3.38	4.82	5.48	0.28	3.30	3.60	6.29
標準比(%)	152	158	114	120	127	138	89	133	146	157

品 種 名	メチオニン*	イソロイシン*	ロイシン*	フェニールアラニン*	リジン*	ヒスチジン*	アルギニン*	アミノ酸計	必須アミノ酸計	必須アミノ酸全アミノ酸
裸麦中間母本農1号	0.59	5.43	9.83	7.75	5.02	2.46	6.38	108.52	52.58	(48.5%)
標) ナンブウハダカ	0.40	2.97	5.91	3.89	3.39	1.83	5.04	76.62	33.32	(43.5%)
標準比(%)	148	183	166	199	148	134	127	142	158	

注) 1980年度の育成地分析結果による。\*は必須アミノ酸。



第7図 子実中の全アミノ酸含量の標準比率(1980年度)

第5表 他作物とのアミノ酸含量の比較(%)

アミノ酸組成	裸麦中間母本農1号	大麦	小麦	ライムギ	エンバク	玄米	トウモロコシ	アワ
スレオニン*	0.52	0.36	0.34	0.38	0.29	0.37	0.32	0.34
セリン	0.65	0.46	0.56	0.51	0.45	0.45	0.45	0.85
グリシン	0.61	0.44	0.52	0.49	0.45	0.40	0.35	0.28
シスチン	0.25	0.14	0.26	0.27	0.22	0.10	0.22	0.20
バリン*	0.99	0.53	0.54	0.55	0.45	0.59	0.45	0.52
メチオニン*	0.06	0.13	0.16	0.13	0.16	0.22	0.17	0.28
イソロイシン*	0.54	0.37	0.40	0.37	0.34	0.41	0.32	0.41
ロイシン*	0.98	0.76	0.81	0.70	0.66	0.69	1.11	1.33
チロシン	0.31	0.27	0.38	0.31	0.26	0.23	0.42	0.23
フェニールアラニン*	0.78	0.52	0.52	0.50	0.45	0.40	0.43	0.64
リジン*	0.50	0.37	0.38	0.37	0.35	0.39	0.24	0.19
ヒスチジン*	0.25	0.21	0.28	0.23	0.34	0.19	0.24	0.22
アルギニン*	0.64	0.46	0.60	0.53	0.56	0.52	0.49	0.38
合計	7.08	5.02	5.75	5.34	4.98	4.96	5.21	5.87
必須アミノ酸*合計	5.26	3.71	4.03	3.76	3.60	3.78	3.77	4.31

注) アミノ酸含量は子実中の%, \*は必須アミノ酸.

裸麦中間母本農1号以外の数値は1980年版, 日本標準飼料成分表(農林水産技術会議事務局, 1980)より抜粋し作成.

第5表は他作物の標準的成分含量との比較をしてみたものであるが<sup>4)</sup>, 農1号のアミノ酸含量が他に比しすぐれていることが確認された.

## 2. 粗蛋白質中の成分含量

デンマークの原子力研究施設で大麦Bomiを原品種としてエチレンイミン処理により誘導された系統, Risφ Mutant 1508は低蛋白質であるが高リジン系統と報告されている<sup>2)</sup>. 筆者らの分析結果でも第6表に示すとおり, Risφ Mutant 1508は粗蛋白質含量は低い, 粗蛋白質当たりのリジン含量の高いことを確認した. そこで, 農1号についても粗蛋白質中における必須アミノ酸, 特にD・B・C, リジン, ヒスチジン, アルギニン含量について調査を行った.

第6表にみられるように農1号の粗蛋白質(14.47%)中のD・B・C含量は0.86 mMで, 標準ナンブウハダカに比べ7%高く, Hiprolyよりも約4%高い. リジン含

量は農1号の3.37%, Hiprolyの3.32%, ナンプウハダカの2.81%, Risφ Mutant 1508の3.62%で, ナンプウハダカに比べると農1号は20%高く, Hiproly並かそれ以上である. このことは高蛋白質であるとともに高リジンであるということがいえる. また, ヒスチジン含量は農1号で1.68%, ナンプウハダカで1.36%, アルギニン含量は農1号で4.49%, ナンプウハダカで4.01%であり, 両成分とも粗蛋白質当たりの含量は農1号の方がナンブウハダカより優っている.

第8図は, 標準ナンブウハダカに比べて農1号のリジン, ヒスチジン, アルギニンの蛋白質中の含量が特に高かったことを示すものであるが, 高蛋白質品種Hiprolyではアルギニン含量(91%)がやや低く, 低蛋白質品種のナンブウハダカではやや高目のようであった.

第7表および第9図に粗蛋白質中の各アミノ酸含量を示した. 17種類のアミノ酸のうち, 量的に極めて少い

第6表 粗蛋白質中の成分含量

品 種 名	粗蛋白質 %	D・B・C mM/g	標準比 %	リジン %	標準比 %	ヒスチジン %	標準比 %	アルギニン %	標準比 %
裸麦中間母本農1号	14.47	0.86	107	3.37	120	1.68	124	4.49	112
Hiproly	15.59	0.83	104	3.32	118	1.41	104	3.66	91
標) ナンプウハダカ	12.48	0.80	100	2.81	100	1.36	100	4.01	100
参) Risφ 1508	11.91	1.02	128	3.62	129	1.50	110	4.20	105

注) D・B・Cは1977~1982年度の6か年平均.

リジンは1977~1981年度の5か年平均.

ヒスチジン, アルギニンは1978~1980年度の3か年平均.



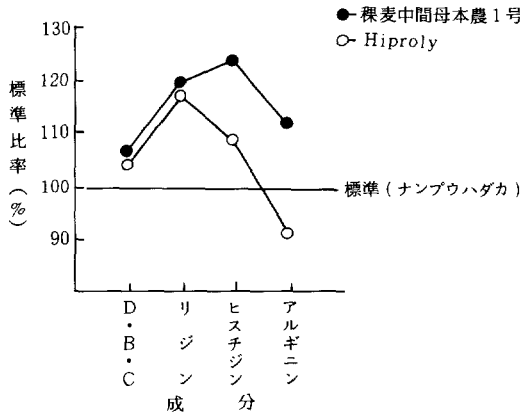
シスチンを除き粗蛋白質当たり各成分含量はナンブウハダカよりも高い、特にアスパラギン酸、セリン、バ

リン、イソロイシン、ロイシン、フェニールアラニン、リジンの7種類のアミノ酸は130%以上と高かった。また、各必須アミノ酸も高く、その合計値は、ナンブウハダカの29.23gに対し40.34gと38%上回っている。このように農1号は蛋白質中における必須アミノ酸の成分含量が高く、アミノ酸組成がよかった。

3. 成分収量

粗蛋白質およびその各アミノ酸成分のオール当たり収量は、年次による子実生産の変動によって大きく影響されるので、高成分であることと同時に子実生産の安定して高いものでなければならない。第8表および第10図、第11図に子実収量ならびに粗蛋白質などの成分収量を示した。

農1号の6か年平均粗蛋白質収量はオール当たり6.68kgで、ナンブウハダカの6.04kgに比べると111%、Hiprolyの4.08kgと対比すると164%で、いずれに比



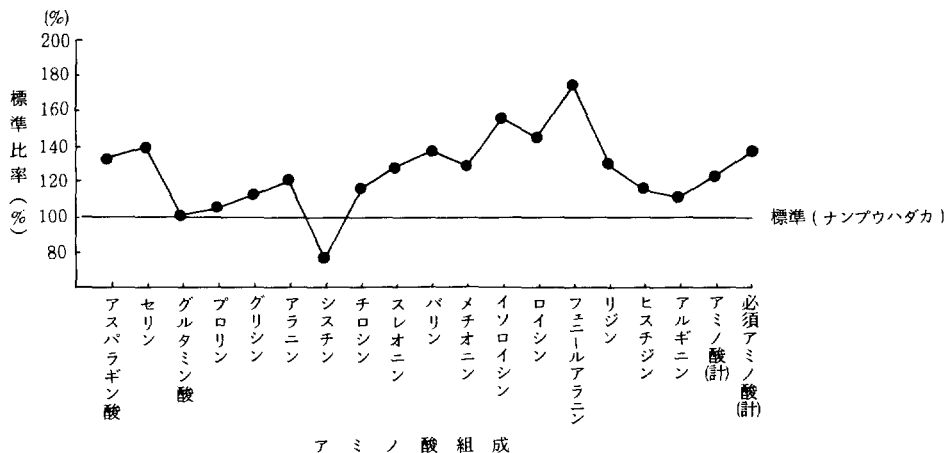
第8図 粗蛋白質中の成分含量標準比率

第7表 粗蛋白質中の各アミノ酸含量 (g/100g)

品 種 名	アスパラギン酸	セリン	グルタミン酸	プロリン	グリシン	アラニン	シスチン	チロシン	スレオニン*
標麦中間母本農1号	6.74	5.00	15.10	3.12	4.72	5.82	0.19	2.35	4.03
標) ナンブウハダカ	5.05	3.61	15.06	2.96	4.32	4.81	0.25	2.02	3.16
標 準 比 (%)	133	139	100	105	112	121	76	116	128

品 種 名	バリン*	メチオニン*	イソロイシン*	ロイシン*	フェニールアラニン*	リジン*	ヒスチジン*	アルギニン*	アミノ酸計	必須アミノ酸計
標麦中間母本農1号	7.60	0.45	4.08	7.56	5.96	3.86	1.89	4.91	83.38	40.34
標) ナンブウハダカ	5.52	0.35	2.61	5.18	3.41	2.97	1.61	4.42	67.22	29.23
標 準 比 (%)	138	129	156	146	175	130	117	111	124	138

注) 1980年度の育成地分析結果による。\*は必須アミノ酸。



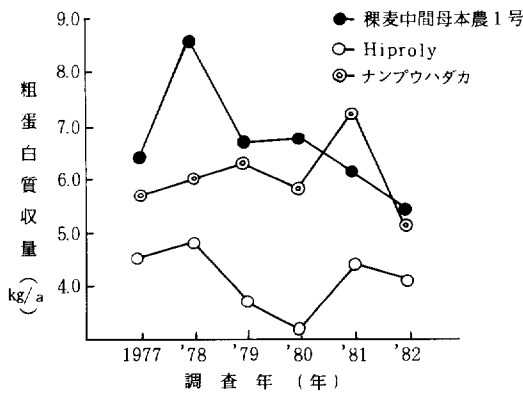
第9図 粗蛋白質中の全アミノ酸含量の標準比率 (1980年度)

第8表 成分収量

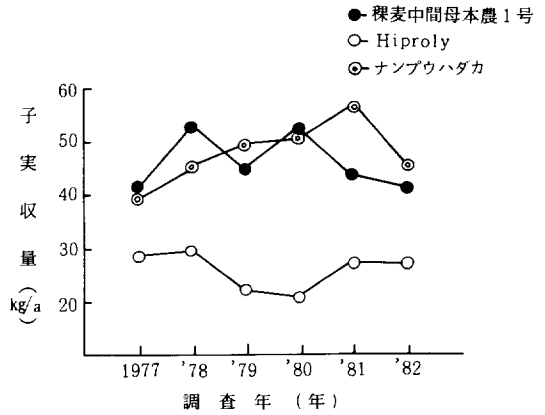
品 種 名	子実収量 kg/a	ナンブウ ハダカ 対比 %	Hiproly 対比 %	粗蛋白質 収量 kg/a	ナンブウ ハダカ 対比 %	Hiproly 対比 %	D・B・C kg/a	ナンブウ ハダカ 対比 %	Hiproly 対比 %
裸麦中間母本農1号	46.1	96	179	6.68	111	164	1.85	117	171
Hiproly	25.7	54	100	4.08	68	100	1.08	68	100
ナンブウハダカ	47.8	100	186	6.04	100	148	1.58	100	146

品 種 名	リジン 収量 kg/a	ナンブウ ハダカ 対比 %	Hiproly 対比 %	ヒスチジン 収量 kg/a	ナンブウ ハダカ 対比 %	Hiproly 対比 %	アルギニン 収量 kg/a	ナンブウ ハダカ 対比 %	Hiproly 対比 %
裸麦中間母本農1号	2.32	136	169	1.24	151	234	3.25	134	239
Hiproly	1.37	81	100	0.53	65	100	1.36	62	100
ナンブウハダカ	1.70	100	124	0.82	100	155	2.42	100	178

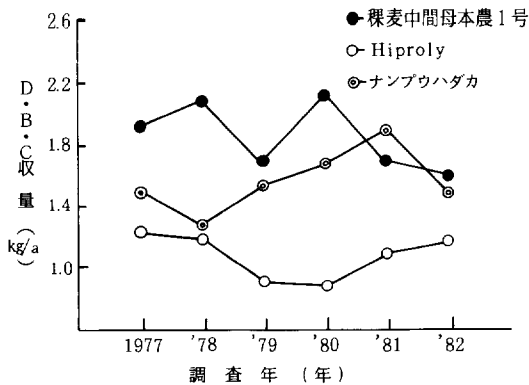
注) 子実収量, 粗蛋白質収量, D・B・C収量は1979～1982年度の6か年平均。  
リジン収量は1977～1981年度の5か年平均。  
ヒスチジン, アルギニンの収量は1978～1980年度の3か年平均。



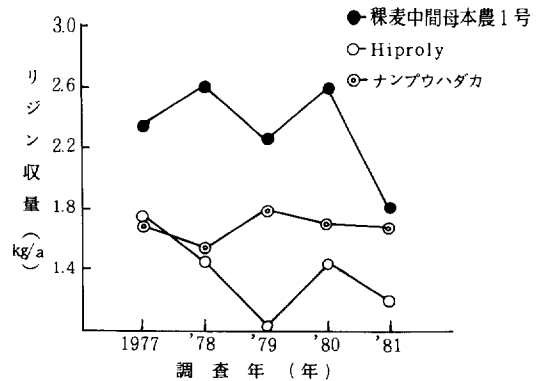
第10図 年次別粗蛋白質収量



第11図 年次別子実収量



第12図 年次別D・B・C収量



第13図 年次別リジン収量

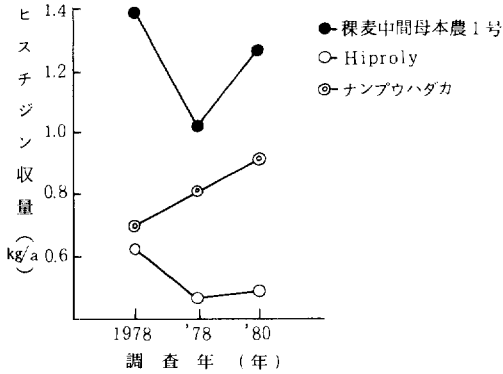
べても多収である。これは第11図にみられるように子実収量がほぼナンブウハダカ並に推移していることと、粗蛋白質含量が高いことによるものである。

農1号のD・B・C収量, リジン収量は第12図, 第13図にも明らかとなっており, ナンブウハダカ, Hiprolyのいずれよりも高く, 特にリジン収量はナンブウハダカ

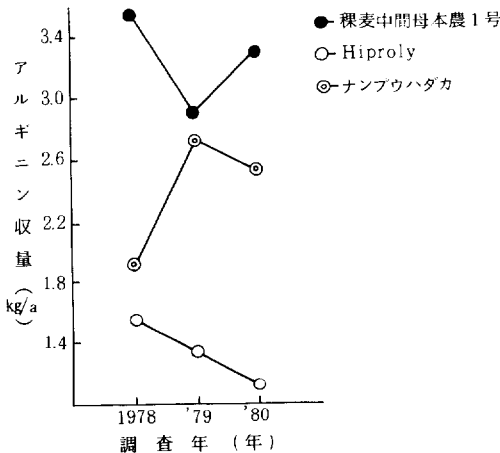
に比べて136%, Hiprolyに対比して169%と格段の差がみられる。また、第14図、第15図のヒスチジン、アルギニン収量についても農1号は他の2品種より常に

上位にある。これらを3か年平均でみると、農1号のヒスチジン収量はナンブウハダカ対比で151%, Hiproly対比では234%の増収となる。また、アルギニン収量もナンブウハダカに比べ134%, Hiproly対比では239%と顕著な増収がみられる。

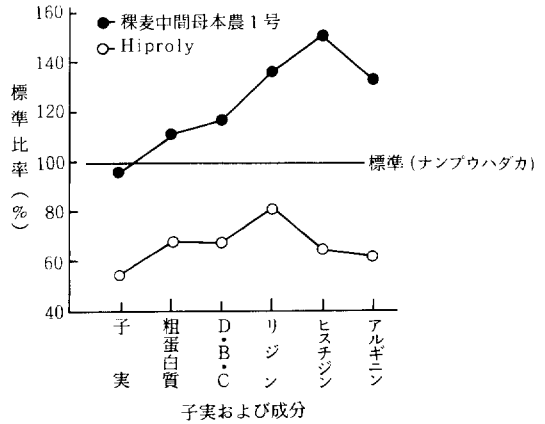
以上の結果を第16図にまとめたが、粗蛋白質ならびに各アミノ酸収量は常に標準品種ナンブウハダカを上回っていることが認められる。



第14図 年次別ヒスチジン収量



第15図 年次別アルギニン収量



第16図 子実および蛋白質関係成分収量の標準比率

注) 子実, 粗蛋白質, D・B・Cは1977~1982年度の6か年平均, リジンは1977~1981年度の5か年平均, ヒスチジン, アルギニンは1978~1980年の3か年平均。

IV 一般特性

1. 形態的特性

第9表および写真-1の草型でみられるように、農

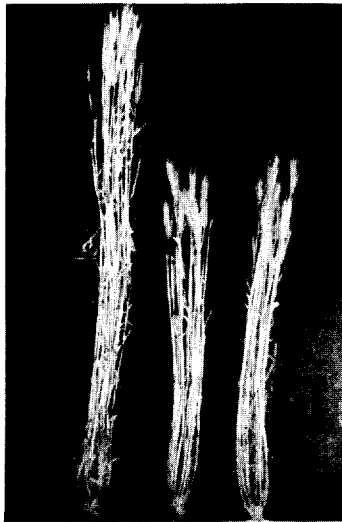
第9表 形態的特性一覧

品 種 名	叢 性	株の開閉	並・渦性	稈 長	稈の細太	葉 色	穂 長	粒着粗密	穂の抽出度	条 性	芒の多少
裸麦中間母本農1号	直 (3)	やや閉 (4)	渦 (8)	短 (3)	やや細 (4)	中 (5)	長 (7)	中 (5)	中 (5)	六条 (8)	中 (5)
Hiproly	やや伏 (6)	やや開 (6)	並 (2)	長 (7)	やや太 (6)	淡 (3)	長 (7)	密 (7)	やや短 (4)	二条 (2)	中 (5)
ナンブウハダカ	直 (3)	中 (5)	渦 (8)	短 (3)	細 (3)	濃 (7)	長 (7)	中 (5)	中 (5)	六条 (8)	中 (5)

品 種 名	芒 長	芒の粗滑	稈 色	粒 形	粒 大	粒 色	千粒重	l 重	原麦品質	原麦白度
裸麦中間母本農1号	中 (5)	粗 (7)	黄 (2)	やや長 (6)	やや少 (4)	褐 (4)	中 (5)	中 (5)	中下 (6)	やや低 (4)
Hiproly	長 (7)	粗 (7)	淡黄 (1)	扁平や長 (6)	大 (7)	赤褐 (5)	大 (7)	やや小 (4)	下中 (8)	極低 (2)
ナンブウハダカ	中 (5)	粗 (7)	黄 (2)	中 (5)	中 (5)	黄 (2)	中 (5)	中 (5)	中上 (4)	極高 (8)

注) 1977~1982年度間における調査成績, ( )内は大麥種苗特性分類基準による階級値。

1号は反覆親品種ナンブウハダカに極めてよく似た直立型の叢性を示す六条種渦性の系統である。稈長は84 cm程度の短稈種で、Hiprolyの92cmより8 cmほど短く、やや細稈ではあるが倒伏にはかなり強い。穂は写真-2で示すとおり長穂で、粒着密度はナンブウハダカ並の中位である。また、粒は褐色で粒の大きさはやや小さく、やや長粒であるがHiprolyのような扁平粒ではない。原麦白度は低く、見かけの品質は中の下であるため食用麦としての等級は劣る。



Hiproly ナンブウ 裸麦中間  
ハダカ 母本農1号  
写真-1 草 型

## 2. 生態的特性

### 1) 生育特性

第10表にみられるとおり、出穂期、成熟期ともにナンブウハダカ並であるが、Hiprolyに比べると出穂期で10日早く、成熟期で4日早い早生種である。登熟期間でみると44日でHiprolyの38日に比べて6日間長い。このことは親品種ナンブウハダカの特性によく似



Hiproly ナンブウ 裸麦中間  
ハダカ 母本農1号

写真-2 穂型・粒形および粒の横断面

て、登熟中の生体の活力がいつまでも旺盛で子実生産に役立っているものと考えられる。

播性程度はVで、秋播型の早生種であるため暖冬年における幼穂凍死の危険性が少なく、また、穂発芽性では6か年平均7.6%と、Hiprolyの76.0%に比べ極めて低く、穂発芽による減収や品質低下を招くことも少ない。

稈は短稈でやや細稈であるが耐倒伏性はHiprolyよりも強い。稈が比較的柔軟性のある強さをもっているのは、登熟期の茎葉の活力や根張りのよいことなどで支えられているのであろう。また、穂数型で、 $m^2$ 当たり669本の穂数はHiprolyの533本に比べはるかに多く、穂長も長いので立毛草姿は極めて良好である。

### 2) 耐病性およびその他の抵抗性

第10表 生育の特性

品 種 名	出穂期 月・日	成熟期 月・日	結日期間 日	春播性 程 度	稈 長 cm	穂 長 cm	穂 数 本/ $m^2$	倒 伏 程 度	穂発芽 性程度	立 毛 評 価
裸麦中間母本農1号	4.7	5.21	44	V	84	5.7	669	1.2	7.6	6.3
Hiproly	4.17	5.25	38	I	92	5.7	533	1.8	76.0	2.8
ナンブウハダカ	4.7	5.21	44	V	83	5.5	684	2.2	4.8	6.1

注) 1. 1977～1982年度の6か年平均。  
2. 倒伏程度は無から甚へ0～5段階。  
3. 立毛評価は10点満点とした場合の指数を示す。

第11表に耐病性およびその他の障害に対する抵抗性を示した。

大麦縞萎縮病の抵抗性は育成地で“強”，愛媛県農業試験場では極強と判定された。これは両親のナンブウハダカ，Hiprolyがもっている縞萎縮病抵抗性遺伝子をそのまま受け継いだことによるものであろう。

赤かび病抵抗性については育成地および九州農業試験場とも“やや強”と判定した。九州農業試験場で赤かび病原菌の人工接種による発病率を調査した結果では，標準品種キカイハダカの発病率が59%であったのに対し農1号では31%であった。キカイハダカは中の品種であることから，人工接種試験からもやや強と判定した。

うどんこ病の抵抗性については育成地および長崎県農業試験場においてともに“弱”と判定されたので，常発地帯では防除に留意する必要がある。

凍上性ならびに凍霜害抵抗性については，長野県中信農業試験場，埼玉県農業試験場でいずれも“弱”と判定されているので，これに該当する地帯での栽培には適さない。

3) 品質特性

一般的な品質に関係する特性を第12表に示した。

農1号の $l$ 重，千粒重は標準品種のナンブウハダカ並であるが，硝子率は98%で，粉質のナンブウハダカの14%に比べて明りような差がみられる。また，ナン

ブウハダカに比べて粒の大きさは幾分小さ目で，やや長粒であること，粒が硬質粒特有の褐色あめ色なため原麦白度が低いことなどから見かけの品質は劣る。さらに硬質粒であるため精麦所要時間が長く，その白度も低いことなどから精麦加工には不適である。

4) 収量性

第13表は岡山県北部，徳島県，佐賀県，宮崎県の各農業試験場における系統適応性検定試験の結果である。

農1号のオール当たり子実重量は34kg~39kgで，各県の代表的標準品種の41kg~45kgにはややおよばないが，いずれも標準品種対比で82%~95%の収量性で，早生種としては概ね良好な結果かと思われる。この試験では各県とも畦立栽培としたため農1号本来の収量性が十分に発揮できなかったのではないかと考えられる。本系統は穂数型であるため多条播栽培あるいは全面全層播栽培に適しているようであり，第14表に示した育成地での成績では，全面全層播栽培において常にオール当たり40kg以上の収量性を示し，1977年~1982年の6カ年平均ではオール当たり46.1kgとナンブウハダカの47.8kgにほぼ近い多収性を示している。Hiprolyに比べると約80%也多収で格段の差がみられる。

5) 固定度

固定度調査のための系統養成は，降雨により圃場条件が不良となったため，播種は適期より10日以上も遅

第11表 耐病性およびその他の抵抗性

品 種 名	大麦縞萎縮病				赤かび病			うどんこ病		凍上性	凍霜害
	育成地 観 察	愛 媛		育成地 観 察	九 州		育成地 観 察	長 崎 罹 病 率 %	長 野	埼 玉	
		発 病	被 害		黄 化	発 病 率 %					判 定
稈麦中間母本農1号	強	極強	0.13	無~微	やや強	31	やや強	弱	30.0	弱	弱
キカイハダカ	やや弱	極弱	0.25	微	やや強	59	中~やや強	強	-	-	-
ナンブウハダカ	強	極強	0	無	中	-	-	弱	-	-	-
Hiproly	極強	-	-	-	やや強	-	-	弱	-	-	-

注) 1. 育成地観察は1977~1982年度の6カ年平均をもって示す。  
2. 愛媛，九州，長崎，埼玉の成績は1981年度の特性検定試験成績による。

第12表 品質特性

品 種 名	$l$ 重	千粒重	粒 大	硝子率	原 麦 加 工 適 性					
					品 質	白 度	7分搗 精歩留 %	精 歩 留 率 %	精 麦 時 間 分・秒	精 白 度 率 %
稈麦中間母本農1号	791	23.5	やや小	98	3.9	14.9	82.0	67.0	14.36	30.7
Hiproly	735	37.6	大	100	4.7	11.2	82.0	68.3	17.40	27.0
ナンブウハダカ	793	23.5	中	14	2.9	17.4	78.0	61.5	11.55	40.2

注) 硝子率は1980~1982年度の3カ年平均。精麦歩留，精麦時間，精麦白度は1979~1982年度の4カ年平均で，その他は1977~1982年度の6カ年平均。

第13表 系統適応性検定試験の子実収量

品 種 名	岡 山 北 部		徳 島		佐 賀		宮 崎	
	子実重量 kg/a	標 準 比 %	子実重量 kg/a	標 準 比 %	子実重量 kg/a	標 準 比 %	子実重量 kg/a	標 準 比 %
裸麦中間母本農1号	38.9	85	36.0	82	34.1	82	39.3	95
標) キカイハダカ	45.9	100	—	—	—	—	—	—
標) ビワイロハダカ	—	—	44.1	100	—	—	—	—
標) ユウナギハダカ	—	—	—	—	41.8	100	—	—
標) 宮 崎 裸	—	—	—	—	—	—	41.3	100

注) 1. 供試年度は1979年度, 標) は標準品種.  
2. 栽培法は各県とも畦立栽培.

第14表 育成地における子実収量

品 種 名	1977	'78	'79	'80	'81	'82	平 均	ナンブウ ハダカ 対 比	Hiproly 対 比
	B <sub>2</sub> F <sub>5</sub> kg/a	B <sub>2</sub> F <sub>6</sub> kg/a	B <sub>2</sub> F <sub>7</sub> kg/a	B <sub>2</sub> F <sub>8</sub> kg/a	B <sub>2</sub> F <sub>9</sub> kg/a	B <sub>2</sub> F <sub>10</sub> kg/a			
裸麦中間母本農1号	41.7	53.2	44.7	52.0	43.6	41.3	46.1	96	179
Hiproly	28.3	29.5	21.7	20.4	27.1	27.0	25.7	54	100
ナンブウハダカ	39.5	44.9	49.5	50.9	56.7	45.4	47.8	100	186

注) 栽培法は全面全層播栽培.

第15表 固定度調査成績 (1982年度)

品 種 名	出 穂 期	稈 長	穂 長	穂 数	D・B・C					
	C. V.					C. V.	C. V.	C. V.	C. V.	
	$\bar{x}$ 月・日	$\bar{x}$ cm	$\bar{x}$ cm	$\bar{x}$ 本	$\bar{x}$ mg/g					
裸麦中間母本農1号	4. 13	7.04	78.7	6.3	5.78	10.1	24.17	40.02	2.53	
Hiproly	4. 29	3.63	79.0	2.15	6.5	5.34	10.5	21.81	43.97	1.96
ナンブウハダカ	4. 13	7.30	77.0	3.15	5.9	8.44	11.9	32.23	32.86	5.28

注) 1. 各品種ともに10系統を供試し, 1系統20個体調査による平均値をもって示した.  
2. D・B・Cはサンプル当たりを示す.

れて11月25日に播種された。そのため出穂期は約1週間のおくれをみた。また、暖冬により春播性の強いHiproly (播性I)は例年と異った生育を示し、約10cmも短稈化した。

調査の結果は第15表のとおりで、主要形質の変異係数(C・V)は両親品種に比べて大きな差がみられないので、実用的に支障のない範囲で固定したものと考えられる。

### V 利用上の注意

農1号は、これまでの試験結果からみて次の点に注意したい。

1. 硬質粒であるため精麦加工による飯用麦としての利用は不適當であり、飼料用または食品加工の面での開発が必要である。
2. 栽培上の問題では、従来の裸麦品種と粒質特性が全く異なるので採種栽培には特に留意し、混種や自然

交雑による成分低下を防ぐことが重要である。

3. 耐病性ではうどんこ病に弱いので、激発地帯では適期防除につとめる。

なお、本系統の育成従事者を第16表に示した。

### IV 摘 要

裸麦中間母本「農1号」は、1973年4月(1972播種年度)、四国農業試験場において、ナンブウハダカ、Hiprolyの組み合せにナンブウハダカを2回戻し交配を行い、早熟、多収な高蛋白質品種の育成をねらいとし、系統育種法によって育成された。

B<sub>2</sub>F<sub>1</sub>およびB<sub>2</sub>F<sub>2</sub>では高蛋白質と強い連鎖のある底刺短毛の選抜や粒質の硬・軟ならびにD・B・C法(Dye Binding Capacity)による高蛋白質、高リジン個体の選抜を行い、B<sub>2</sub>F<sub>3</sub>からはD・B・C法とともにGrain Quality Analyzerによる粗蛋白質含量の分析結果にもとずいて系統選抜を行った。B<sub>2</sub>F<sub>5</sub>以

第16表 育成従事者

年 度	世 代	加藤 一 郎	片 山 正	瀬古 秀 文	吉 川 亮	堤 忠 宏	備 考
1972	交 配	○	○	○			
1973	B <sub>2</sub> F <sub>1</sub>	○	○	○			
1974	B <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	○	○	○			
1975	B <sub>2</sub> F <sub>3</sub>	○	○	○			
1976	B <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	○	○	○			
1977	B <sub>2</sub> F <sub>5</sub>	○	○	○			
1978	B <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	○	○	○			予 検
1979	B <sub>2</sub> F <sub>7</sub>	○	○	○			予 検
1980	B <sub>2</sub> F <sub>8</sub>	○	○	○			生検, 系通, 特検
1981	B <sub>2</sub> F <sub>9</sub>	○	○	○			生 検
1982	B <sub>2</sub> F <sub>10</sub>	○	○	○			生検, 特検
1983	B <sub>2</sub> F <sub>11</sub>	○	○	○			中間母本登録申請
							稗麦中間母本農1号登録
1986年現在の勤務先		農 業 研 究 セ ン タ ー	四 国 農 業 試 験 場	農 業 研 究 セ ン タ ー	九 州 農 業 試 験 場	九 州 農 業 試 験 場	

降は「四系8422」として生産力検定試験, 系統適応性検定試験, 特性検定試験を行うとともにテクニコン・オートアナライザーによる粗蛋白質含量の分析, 液体クロマトL-7型によるアミノ酸分析などにより高成分で農業形質のよい系統を選抜した。B<sub>2</sub>F<sub>10</sub>(1982)に至って中間母本として登録を申請し, 1984年1月稗麦中間母本農1号に登録された。その特性の概要は次の通りである。

1. ナンプウハダカに比べ粗蛋白質含量は116%, D・B・C含量122%, リジン含量136%, ヒスチジン含量147%, アルギニン131%といずれも高い。
2. 9種類の必須アミノ酸は, いずれもナンプウハダカに比べて127%以上の高い含有量を示す。
3. 粗蛋白質当りの必須アミノ酸(9種類)含量もほぼ同傾向を示し, ナンプウハダカ対比で111%~175%を示す。
4. アール当たりの粗蛋白質収量は農1号が6.68kgを示し, ナンプウハダカ6.04 kg, Hiproly 4.08 kgのいずれよりも高い。また, 必須アミノ酸でリジン, ヒスチジン, アルギニンなどもナンプウハダカに比べ134%以上の高い成分収量がみられた。
5. 稈長は84cmほどの短稈種で穂長が長く, 穂数の多い直立型の草姿で立毛評価がよい。

6. 出穂期・成熟期はナンプウハダカ並の秋播型早生種(播性V)で, 登熟日数(44日)はやや長い, 穂発芽性は難である。

7. 耐倒伏性では柔軟性のある強さがみられ, 耐病性では大麦縞萎縮病, 赤かび病に強いが, うどんこ病に弱い。また, 凍上性, 凍霜害抵抗性は弱い。

8. アール当たり子実収量は農1号が46.1kgを示し, ナンプウハダカの47.8kgにはほぼ近い多収性を示す。

9. 粒の大きさは幾分小さく, やや長粒であり, 硝子率98%の硬質粒である。また, 原麦白度が低く, 見かけの品質が劣るので, 精麦用には適さない。

10. 利用上の注意としては, 硬質粒であるため精麦用としての利用は不適當である。栽培に当っては, 混種や自然交雑などによる成分低下をきたし易いため, 異型個体の抜き取りを充分に行うことと, うどんこ病の適期防除に留意することなどである。

### 引用文献

- 1) Hagberg, A. and Karlsson, K.-E. (1969) : Breeding for high protein and quality in barley. New Approaches to Breeding for Improved Plant Protein, 17-21, IAEA/FAO STI/PUB/212, Vienna.

- 2) Ingversen, j., Koie, B. and Doll, H. (1973)  
: Induced seed protein mutant of barley.  
*Experientia* **29**, 1151 - 1152.
- 3) Mertz, E. T., Bates, L. S. and Nelson, O. E. (1964): Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content in maize endosperm. *Science* **145**, 279-280.
- 4) 農林水産省農林水産技術会議事務局編 (1980):  
日本標準飼料成分表, 112 - 123.
- 5) 農林水産省四国農業試験場 (1977): 高蛋白成分育種に関する研究, 麦育種試験成績書, 66.
- 6) Seko, H. and Kato, I. (1981): Breeding for high-lysine hull-less barley. *Proceedings of IV Inter. Barley Genetics Symp.*, 336 - 340.



Breeding of High Protein, High Lysine Naked Barley  
Parental Line "No 1"

Ichiro KATO, Tadashi KATAYAMA, Hidefumi SEKO,

Ryo YOSHIKAWA and Tadahiro TSUTSUMI

*(Received ; October 21, 1986)*

Summary

Yonkei 8422, a parental line of naked barley, is the breeding line developed at the Shikoku National Agricultural Experiment Station and registered as Parental Line No 1 of Naked Barley in 1984.

To incorporate high protein quality of an Ethiopian local variety, Hiproly, into Japanese cultivars, a recurrent parent, variety Nanpuuhadaka was crossed three times to Hiproly. In early hybrid generations, the progenies with high protein and lysine contents were selected according to the morphological characters of short rachilla hair and seed hardness, and the dye binding capacity.

Technicon Autoanalyzer and Amino Acid Analyzer were also applied for line selection in the further generations.

No 1 is comparable to Nanpuuhadaka in the agronomic characters of earliness, plant height and yielding performance. On the protein quality, No 1 contains 16 per cent more crude protein, and 27 per cent more essential amino acids than Nanpuuhadaka.