

## 北陸地域における精麦用オオムギの収量性と 精麦品質における年次変動の品種間差

中村恵美子<sup>1)</sup>・伊藤誠治<sup>1)</sup>・林敬子<sup>1)</sup>・馬場孝秀<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>中央農業総合研究センター, <sup>2)</sup>福岡県農業総合試験場)

**要旨**：北陸地域においてより安定的な収量性、精麦品質をもつ新品種を育成するために、現在栽培されているミノリムギとファイバースノウを含む精麦用オオムギ4品種を用い、収量や精麦品質の年次変動の品種間差を調査した。その結果、穂数、千粒重、整粒歩合、粗蛋白含有率、硝子率、硬度差の各形質では、品種と年次との交互作用は検出されなかった。一方、整粒重、リットル重、55%搗精白度、55%搗精時間には交互作用があった。ミノリムギはオオムギの生育に良好な年では整粒重が多かったが、多雪年や登熟期に降雨が多い年では整粒重の低下が著しかった。一方、北陸皮35号は整粒重の年次変動が少なく安定的な品種であった。リットル重は年次によって最も重い品種と軽い品種が異なっていた。55%搗精白度と55%搗精時間においては、シュンライが年次変動が最も小さく安定していた。ミノリムギは年次にかかわらず55%搗精白度が最も低く、55%搗精時間が最も長かった。整粒重には登熟期の降水量や積雪の多少が、リットル重、55%搗精白度、55%搗精時間には登熟期の降水量がそれぞれ影響を及ぼし、その程度は品種により異なっていた。整粒重、リットル重、精麦品質が安定して高位である形質をもった品種育成のためには、多雪年を含み登熟期の降水量の異なる複数年の試験を行うことが必要であると考えられた。雲形病発病程度は年次間差のみあり、罹病性品種は自然感染の条件下では安定して発病しなかった。

**キーワード**：交互作用、収量、精麦品質、精麦用オオムギ、年次変動、北陸地域。

北陸4県の六条オオムギの作付面積は7905 ha (2002年産)で、全国の作付面積17600 haの約5割を占め(農林水産省総合食料局2004a)、その生産量の6割以上は主食用に出荷され(農林水産省北陸農政局2003)、精麦用オオムギの主要生産地となっている。しかしながら、北陸地域の単収は関東・東山地域と比べて低位であり(桑原2003、農林水産省総合食料局2004a)、年次間の変動が大きく、作柄は不安定である(堤1992、農林水産省北陸農政局2003)。これは、北陸地域が積雪地帯であり、降水量が冬に多く、また麦作のほとんどが転換畑で重粘土地帯が多く、雪害、湿害、雲形病が発生するためである。このため、多収で、雪害や湿害、雲形病に強いといった栽培特性をもつ品種の育成が望まれている(堤1992)。近年、オオムギの栄養的な再評価がなされ(加藤1994)、精麦生産量は増加している(農林水産省総合食料局2004b)。精麦業界では国産原料を優先的に使用しているため、良品質の原料を数量的に安定確保する必要がある(加藤1994)。精麦用としては、白く炊きあがり食感がよいことが望まれ、精麦白度を高めることが要求されている。また、黒条線が細く、精麦時間が短く、切断性が良くて碎麦が少ないといった品質が重要視されている(久保田1992、加藤1994)。このように北陸地域においては、安定して多収で良質な精麦用オオムギの品種育成が急務となっている。

収量や精麦品質の年次による品種の反応の違いについて把握することは、安定的に望ましい形質をもつ新品種を育成していく上で、試験方法を検討したり、形質の評価を正しく行ったりするために重要である。これまで、収量や品

質に関して年次、場所、栽培条件、土壌条件など環境要因と品種の交互作用について、各作物で研究が行われており、品種育成や選定に関する考察がなされている(大里ら1996、今林ら1997a, b、馬場ら1998、森下・手塚2001)。一方、精麦用オオムギについては、東北地域における主要品種について上田ら(1992)が品種と年次の交互作用について報告した一例があるが、北陸地域は東北地域とは気象や土壌など栽培環境も異なっている。

そこで、本研究では、北陸4県で栽培されている2品種を含む4品種を用いた5年間の生産力検定試験において、収量関連形質、精麦品質、および雲形病発病程度について解析を行い、年次による品種間差を比較した。

### 材料と方法

試験は1999~2003年(播種年度、以下同じ)の5カ年に、中央農業総合研究センター北陸研究センター(新潟県上越市)の壤土の圃場において、生産力検定試験として実施した。供試品種は、ミノリムギ、ファイバースノウ、シュンライと当センターで育成した北陸皮35号の4品種を用いた。各品種における5ヶ年の平均出穂期は、ミノリムギが4月27日、ファイバースノウが4月25日、シュンライが4月19日、北陸皮35号が4月22日で、4品種の中ではシュンライが最も早く、ミノリムギが最も遅かった。また、成熟期は、ミノリムギが6月3日、ファイバースノウが6月1日、シュンライと北陸皮35号が5月30日であった。5カ年とも、10月上旬に、畦巾1.4 m、条間0.7 m、幅幅0.2 m、長さ4 mで条播した。肥料はa当たり窒素成分で、基

肥0.8kg, 追肥0.6kgを施用した。試験区は、1区が5.6m<sup>2</sup>で、3反復とした。

収量調査は、1m<sup>2</sup>当たり穂数、千粒重、整粒重(粒厚2.2mm以上の子実重)、リットル重、整粒歩合(粒厚2.2mm以上の粒の割合)について行った。精麦品質に関する調査は55%搗精白度、55%搗精時間、粗蛋白含有率、硝子率、硬度差について行った。搗精白度は、試験用搗精機(サタケTM-05, サタケ社)により55%に搗精した材料を、光電管白度計(C-300-3, Kett Electric Laboratory)で測定した。粗蛋白含有率は近赤外線多成分分析装置(インフラテック1241, フォス・ジャパン株式会社)で測定した。硝子率は、穀粒横断機(ハインストルフ式, 藤原製作所)に50粒を入れて切断し、切断面を観察し、硝子質が断面の70%を超えるものを硝子質粒、30%未満のものを粉状質粒、その中間のものを中間質粒とし、50粒2反復、合計100粒についてその数を数え、硝子質粒数+中間質粒数÷2により算出した。硬度差は、穀粒を硬度計(木屋式硬度計50kg, 藤原製作所)で加圧し、穀粒にひびが入ったときの圧力を挫折強度、完全に粉砕したときの圧力を破壊強度とし、その差である破壊強度-挫折強度で求めた。雲形病発病程度は、穂揃期に葉身の病害程度を達観で0(無)から5(甚)までの6段階で判定した。

## 結 果

### 1. 気象および生育概況

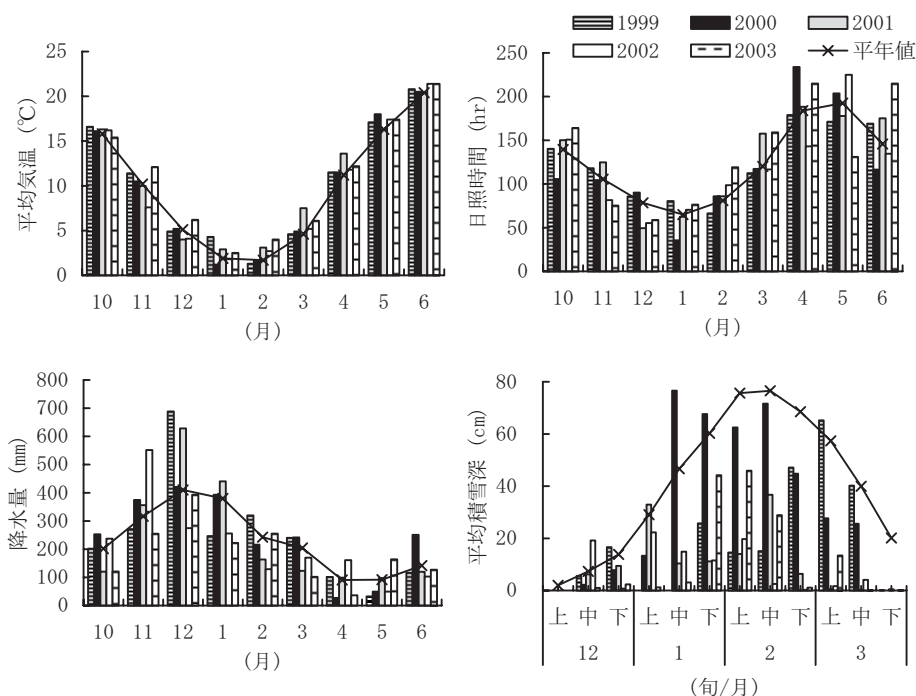
試験期間中の平均気温、降水量、日照時間、旬別平均積

雪深(北陸研究センター農業気象災害研究チーム露場観測データ)を第1図に示した。

1999年は、出穂期までの気温は1月が平年より2.4℃高く、それ以外の月は平年並みであった。日照時間は10月から1月にかけてやや多く、2月から出穂期までは少なかった。降水量は12月と2月が平年より多く、1月が少なかった。積雪は12月中旬から始まり、1月中旬に一度消雪した後、1月下旬から再び降雪が多くなり3月下旬に消失した。積雪日数は76日であった。消雪が遅かったため、出穂期は遅かった。登熟期である5月は気温が平年と比べて0.8℃高く、日照時間が89%でやや少なく、降水量が平年の35%で著しく少なかった。成熟期は5ヶ年で最も遅く、4品種のうち最も早いシュンライで6月1日、最も遅いミノリムギで6月6日であった。

2000年は、出穂期までの気温は平年並であり、日照時間は4月を除いて平年より少ない傾向であった。降水量は積雪前の10月、11月に多く、消雪後の4月と5月は少なかった。積雪は12月中旬から始まり、3月中旬に消雪し、積雪日数は87日で5ヶ年で最も多かった。消雪が遅かったため、出穂期は5カ年のうちで最も遅く、4品種のうち最も早いシュンライで4月30日、最も遅いミノリムギで5月4日であった。5月は平均気温が平年より1.7℃高く、日照時間が106%であったことから、登熟がすすみ、登熟日数は5カ年で最も短くなった。

2001年は、出穂前の気温は、11月、12月がやや低く、1月から4月まで高かった。特に3月は平年より2.9℃、4



第1図 試験期間中の平均気温、日照時間、降水量、旬別平均積雪深。

気温と降水量の平年値は1950~2003年の54年間の平均値、日照時間の平年値は1987年~2003年の17年間の平均値、積雪深の平年値は1967~2003年の37年間の平均値(すべて北陸研究センター農業気象災害研究チーム)である。

月は2.4°C高かった。日照時間は12月、1月を除いて平年より多かった。降水量は11月から1月までは多く、特に12月は平年の153%であったが、10月、2月、3月は少なかった。積雪は12月中旬から始まり、積雪日数は62日であった。暖冬で消雪が早かったため出穂期は早く、各品種の出穂期はミノリムギが4月20日、ファイバースノウが4月18日、シュンライと北陸皮35号が4月16日であった。5月は日照時間が平年の92%とやや少なく、登熟日数は5カ年中最も長くなった。

2002年は、11月の気温が平年より2.6°C低く、日照時間は平年の77%と少なく、降水量が平年値の174%と多かったため、初期生育が遅れた。積雪は12月中旬から始まり、積雪日数は55日であった。消雪から出穂期までは気温がやや高く、日照時間が少なかった。4月の降水量は平年の178%で多かった。5月の気温は平年より1.1°C高く、日照時間は平年の117%で多かった。出穂期、成熟期とも5ヶ年の平均的な値であった。

2003年は播種前の断続的な降雨により、湿潤条件下で播種作業が行われたため、発芽後の初期生育が抑制された。気温は10月を除いて高く、特に2月は平年より2.3°C高かった。日照時間は11月、12月が平年より少なかった。生育期間を通じた降水量は5カ年で最も少なく、平年の81%であった。積雪は1月下旬から始まり、積雪日数は51日であった。2月の気温が高く、日照時間も多かったため、消雪は早かった。このため出穂期は早く、4品種のうち最も早いシュンライで4月12日、最も遅いミノリムギで4月21日であった。5月は平年より気温が高かったものの、日照時間が平年の68%と少なく、降水量も平年の179%と多かった。このため登熟期間は長くなった。

## 2. 収量関連形質における穂数、千粒重、整粒重、リットル重、整粒歩合の年次による変動

### (1) 穂数

穂数について分散分析を行ったところ、品種間差は5%水準で、年次間差は1%水準で有意であったが、年次と品種との交互作用は検出されなかった(第1表)。年次間差は2000年が188本 $m^{-2}$ で、他の4ヶ年と比べて有意に少

なく、2002年が337本 $m^{-2}$ で、他の年次と比べて有意に多かった(第2表)。品種別ではシュンライの平均値が300本 $m^{-2}$ で最も多く、ファイバースノウとともに、ミノリムギ、北陸皮35号より有意に多かった。各品種の変動係数は19.9~22.3%で、年次変動にはほとんど品種間差が認められなかった。

### (2) 千粒重

分散分析の結果、品種間差と年次間差はともに1%水準で有意であったが、年次と品種との交互作用は検出されなかった(第1表)。年次別では2000年が39.4gで他の年次より有意に重く、2003年が31.3gで有意に軽かった(第2表)。品種別では、ミノリムギが平均33.7gで、他の3品種より有意に軽かった。ファイバースノウ、シュンライ、北陸皮35号の千粒重は同程度であった。

### (3) 整粒重

分散分析の結果、年次間差は1%水準で有意であったが、品種間差は認められなかった。品種と年次との交互作用は、1%水準で有意となった。また反復間に5%水準で有意差が検出された(第1表)。年次別では、2003年の整粒重が他の4ヶ年と比べて有意に少なく、2002年が有意に多かった(第2表)。各品種の整粒重は372~389g $m^{-2}$ で品種間に有意差は認められなかったが、変動係数は北陸皮35号の11.5%からミノリムギの35.2%と大きな変異が認められ、気象など環境要因による反応が品種によって異なっていた。とくに、ミノリムギは1999年~2002年では他品種と同程度の収量性を示したが、2003年では他品種より有意に少なかった。一方、北陸皮35号は年次変動が小さく安定した収量性を示し、低収となった2000年、2003年では他品種より有意に高かった。

### (4) リットル重

分散分析の結果、品種間差は5%水準で有意であり、年次間差は1%水準で有意であった。品種と年次との交互作用は1%水準で有意であった。また反復間に5%水準で有意差が認められた(第1表)。年次間差は2002年が他の年

第1表 収量構成要素における分散分析.

要因	自由度	平均平方				
		穂数	千粒重	整粒重	リットル重	整粒歩合
全体	59					
反復	2	2477.15ns <sup>1)</sup>	3.56ns	5945.89*	1162.92*	13.39ns
品種	3	6199.04* <sup>1)</sup>	25.18**	769.40ns	679.22*	56.93*
年次	4	38471.23** <sup>1)</sup>	108.91**	98125.99**	4189.77**	1012.29**
交互作用	12	1066.72ns	3.47ns	5636.55**	852.11**	25.09ns
誤差	38	1651.91	2.94	1579.21	243.25	16.23

<sup>1)</sup> \*\*, \*: 1%水準, 5%水準でそれぞれ有意. ns: 有意差無し.

第2表 年次別の各品種の穂数, 千粒重, 整粒重, リットル重, 整粒歩合.

形質	品種	年度					平均	標準 偏差	変動 係数 (%)
		1999	2000	2001	2002	2003			
穂数 (本 m <sup>-2</sup> )	ミノリムギ	271	184	275	333	283	269a <sup>2)</sup>	54	19.9
	ファイバースノウ	290	201	317	371	303	296b	62	20.8
	シュンライ	313	195	334	356	304	300b	62	20.7
	北陸皮 35 号	230	171	293	290	311	259a	58	22.3
	年平均	276b <sup>2)</sup>	188a	305c	337d	300c			
千粒重 <sup>1)</sup> (g)	ミノリムギ	31.5	38.4	35.2	34.0	29.3	33.7a	3.5	10.3
	ファイバースノウ	36.0	39.4	38.6	36.2	31.1	36.3b	3.2	8.9
	シュンライ	36.2	39.5	37.5	36.9	31.3	36.3b	3.0	8.3
	北陸皮 35 号	36.3	40.1	35.4	36.2	33.3	36.2b	2.5	6.9
	年平均	35.0b	39.4d	36.7c	35.8bc	31.3a			
整粒重 <sup>1)</sup> (g m <sup>-2</sup> )	ミノリムギ	434b <sup>2)</sup>	319a	463c	479b	166a	372	131	35.2
	ファイバースノウ	428b	319a	436b	483b	220b	377	106	28.2
	シュンライ	398a	312a	467c	457a	266c	380	89	23.3
	北陸皮 35 号	389a	346b	408a	455a	351d	389	45	11.5
	年平均	412c	324b	443d	468e	251a			
リットル 重 <sup>1)</sup> (g L <sup>-1</sup> )	ミノリムギ	687b	668a	678c	726bc	621a	676a	38	5.6
	ファイバースノウ	680b	699b	696d	718b	655b	690b	24	3.4
	シュンライ	658a	698b	651a	707a	661b	675a	26	3.8
	北陸皮 35 号	655a	709b	667b	728c	679c	688b	30	4.4
	年平均	670b	694c	673b	720d	654a			
整粒歩合 (%)	ミノリムギ	91.7	97.6	93.3	90.8	66.6	88.0a	12.2	13.9
	ファイバースノウ	95.7	98.9	95.9	94.6	77.1	92.4c	8.7	9.4
	シュンライ	92.3	97.5	94.1	94.7	72.5	90.2b	10.1	11.2
	北陸皮 35 号	93.3	97.7	91.5	94.0	81.8	91.7bc	5.9	6.5
	年平均	93.3b	97.9c	93.7b	93.5b	74.5a			

<sup>1)</sup> 千粒重, 整粒重, リットル重は水分13.5%換算値である.

<sup>2)</sup> 各項目の年平均間, 品種平均間, 各年次の品種間において, 同一英文字はそれぞれ5%レベルで有意差がないことを示す (最小有意差法). 第4表, 第6表とも同じである.

次と比べて有意に重く, 2003年が有意に軽かった (第2表). 品種別では, ファイバースノウと北陸皮 35号が, シュンライ, ミノリムギより有意に重かった. 各品種における年次間の変動係数は 3.4~5.6%で小さかったが, 年次によって最も重い品種と軽い品種が異なっていた. ミノリムギは年次変動が最も大きく, 1999年, 2001年, 2002年ではリットル重が4品種の中で高位であったが, 2000年, 2003年では他品種より有意に少なかった. 最も年次変動が小さかったファイバースノウのリットル重は, 1999~2001年では4品種の中で有意に重く, 2002年, 2003年では低位であった. 北陸皮 35号のリットル重は, 1999年, 2001年では4品種の中で低位であったが, 2000年, 2002年, 2003年では有意に重かった. シュンライは2000年を除いて他品種よりリットル重が軽い傾向があった.

### (5) 整粒歩合

分散分析の結果, 品種間差は5%水準で, 年次間差は1%水準で有意であったが, 品種と年次との交互作用は検出されなかった (第1表). 年次別では, 2000年の整粒歩合が97.9%と他の年次に比べて有意に高く, 2003年が74.5%で有意に低かった (第2表). 品種別ではファイバースノウの整粒歩合が最も高く, その平均値は92.4%であった. また, ミノリムギの5ヶ年平均値は88.0%で他品種より有意に低かった.

## 3. 精麦品質関連形質における55%搗精白度, 55%搗精時間, 粗蛋白含有率, 硝子率, 硬度差の年次による変動

### (1) 55%搗精白度

分散分析の結果, 品種間差と年次間差は1%水準で有意

であった。また品種と年次との交互作用は5%水準で有意であった(第3表)。年次別では2000年が他の年次と比べて有意に高く、2002年と2003年が有意に低かった(第4表)。

各品種の年次変動はミノリムギ、シュンライ、北陸皮35号が1.0~1.4%と非常に小さく、ファイバースノウが2.6%で3品種と比べてやや大きかった。いずれの年次で

第3表 精麦品質における分散分析.

要因	自由度	平均平方				
		55% 搗精白度	55% 搗精時間	粗蛋白 含有率	硝子率	硬度差
全体	59					
反復	2	0.19ns <sup>1)</sup>	14.62ns	0.24ns	0.17ns	2.43ns
品種	3	9.80** <sup>1)</sup>	20580.40**	3.80**	1650.36**	20.00**
年次	4	2.76**	19474.77**	14.11**	431.81**	7.85**
交互作用	12	1.22* <sup>1)</sup>	1982.01*	0.12ns	132.07ns	1.80ns
誤差	38	0.52	597.21	0.12	98.33	1.20

1) \*\*, \*: 1%水準, 5%水準でそれぞれ有意. ns: 有意差無し.

第4表 年次別の各品種の55%搗精白度, 55%搗精時間, 粗蛋白含有率, 硝子率, 硬度差.

形質	品種	年度					平均	標準 偏差	変動 係数 (%)
		1999	2000	2001	2002	2003			
55%搗精 白度	ミノリムギ	42.8a	42.6a	42.9a	41.6a	42.1a	42.4a	0.5	1.2
	ファイバースノウ	44.0c	44.7b	43.9b	42.1b	42.4a	43.4b	1.1	2.6
	シュンライ	44.3c	44.4b	44.7c	44.6d	43.6b	44.3c	0.4	1.0
	北陸皮35号	43.3b	44.7b	43.1a	43.7c	43.8b	43.7b	0.6	1.4
	年平均	43.6b	44.1c	43.6b	43.0a	43.0a			
55%搗精 時間 (sec)	ミノリムギ	909c	908c	834c	856c	792c	860d	50	5.8
	ファイバースノウ	818a	824a	780b	694a	750a	773a	53	6.9
	シュンライ	817a	829a	759a	788b	770b	793b	30	3.8
	北陸皮35号	848b	860b	826c	789b	744a	813c	47	5.8
	年平均	848d	855d	800c	782b	764a			
粗蛋白含 有率 <sup>1)</sup> (%)	ミノリムギ	7.3	9.3	7.1	7.4	9.5	8.1a	1.2	14.8
	ファイバースノウ	8.0	9.8	8.0	8.4	10.3	8.9b	1.1	12.3
	シュンライ	8.4	9.8	8.2	8.8	10.4	9.1c	1.0	10.5
	北陸皮35号	8.5	10.6	8.2	8.6	10.3	9.2c	1.1	12.2
	年平均	8.0a	9.9c	7.9a	8.3b	10.2d			
硝子率 (%)	ミノリムギ	42.3	81.8	55.3	69.0	57.5	61.2ab	14.9	24.4
	ファイバースノウ	61.0	76.7	60.0	72.8	57.2	65.5b	8.6	13.2
	シュンライ	59.3	83.7	46.3	55.3	50.0	58.9a	14.7	24.9
	北陸皮35号	82.8	98.2	77.5	80.2	72.0	82.1c	9.8	11.9
	年平均	61.4a	85.1c	59.8a	69.3b	59.2a			
硬度差 <sup>2)</sup> (kg)	ミノリムギ	9.9	11.3	9.2	10.7	9.0	10.0b	1.0	9.7
	ファイバースノウ	9.2	8.8	7.7	9.2	7.1	8.4a	0.9	11.2
	シュンライ	10.9	10.9	10.4	11.3	9.2	10.5b	0.8	7.8
	北陸皮35号	9.0	10.0	6.6	7.2	8.4	8.2a	1.4	16.7
	年平均	9.8b	10.2b	8.5a	9.6b	8.4a			

<sup>1)</sup> 粗蛋白含有率は穀粒水分13.5%換算値で示した.

<sup>2)</sup> 硬度差は粒の粘りを示し, 数値が高いほど粘りが強いことを示す.

もシュンライの55%搗精白度が最も高く、5ヶ年平均は44.3で、他品種と比べて有意に高かった。一方、年次にかかわらず最も低かったのはミノリムギで、平均が42.4と他品種より有意に低かった。ファイバースノウの55%搗精白度は、2003年にはミノリムギと同程度に低かったが、1999年と2000年にはシュンライ並みに高かった。北陸皮35号は、2001年ではミノリムギと同程度に低かったが、2000年と2003年ではシュンライ並みに高かった。

### (2) 55%搗精時間

分散分析の結果、品種間差と年次間差は1%水準で有意であり、交互作用は5%水準で有意であった(第3表)。年次別では、2003年の55%搗精時間が1999~2002年と比べて有意に短く、764秒であった(第4表)。1999年と2000年が他年次より有意に長く、最も短かった2003年と比べると約90秒の差があった。品種の年次変動はシュンライが3.8%で最も安定しており、ファイバースノウが6.9%で最も変動が大きかった。55%搗精時間が最も短かった品種はファイバースノウで、5ヶ年平均は773秒で他の3品種より有意に短かった。とくに2002年では、ファイバースノウの55%搗精時間は、シュンライより94秒、北陸皮35号より95秒、ミノリムギより162秒短く、その差は有意であった。一方、ミノリムギの55%搗精時間は、年次にかかわらず他品種より有意に長く、5ヶ年平均は860秒であった。北陸皮35号は、1999~2002年の4カ年では、ミノリムギに次いで55%搗精時間が長かったが、2003年はファイバースノウと同程度に短かった。シュンライの55%搗精時間は1999年と2000年ではファイバースノウと同程度に短かったが、2001年は4品種の中で最も短く、2002年、2003年はファイバースノウより有意に長かった。

### (3) 粗蛋白含有率

分散分析の結果、品種間差、年次間差ともに1%水準で有意であった。また、品種と年次との交互作用は検出されなかった(第3表)。年次別では2003年が10.2%と他の年次より有意に高く、1999年と2001年が有意に低かった(第4表)。品種別では、シュンライと北陸皮35号の平均

値がそれぞれ9.1%、9.2%で他の2品種より有意に高く、ミノリムギが8.1%で有意に低かった。ファイバースノウの平均値は8.9%であった。

### (4) 硝子率

分散分析の結果、品種間差、年次間差は1%水準で有意であったが、品種と年次との交互作用は検出されなかった(第3表)。年次別では2000年の硝子率が85.1%と他の年次に比べて有意に高かった(第4表)。最も低かったのは2001年と2003年で、それぞれ59.8%、59.2%であった。品種別では5ヶ年とも北陸皮35号の硝子率が最も高く、平均は82.1%で有意に高かった。5ヶ年平均で最も硝子率が低かったのはシュンライで、58.9%と他品種に比べて有意に低かった。

### (5) 硬度差

分散分析の結果、品種間差、年次間差とも1%水準で有意であった。品種と年次との交互作用は検出されなかった(第3表)。年次別では1999年、2000年、2002年の硬度差が他の2ヶ年と比べて有意に高かった(第4表)。品種別では、ミノリムギとシュンライの硬度差が、ファイバースノウと北陸皮35号より有意に高かった。

## 4. 雲形病発病程度の年次による変動

分散分析の結果、品種間差は有意ではなかったが、年次間差は1%水準で有意であった。また、品種と年次との交

第5表 雲形病発病程度における分散分析。

要因	自由度	平均平方
全体	59	
反復	2	0.067ns <sup>1)</sup>
品種	3	0.861ns
年次	4	3.917** <sup>1)</sup>
交互作用	12	0.361ns
誤差	38	0.470

<sup>1)</sup> \*\*: 1%水準で有意。ns: 有意差無し。

第6表 年次別の各品種の雲形病発病程度<sup>1)</sup>。

品種	年度					平均	標準偏差	変動係数 (%)
	1999	2000	2001	2002	2003			
ミノリムギ	0.0	0.0	0.0	1.7	1.3	0.6	0.8	138.3
ファイバースノウ	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	0.5	0.7	136.9
シュンライ	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3	0.5	0.6	139.2
北陸皮35号	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	223.6
年平均	0.0a	0.0a	0.0a	1.1b	1.0b			

<sup>1)</sup> 発病程度は0(無)~5(甚)の6段階で評価した。1999, 2000, 2001年にはいずれの品種でも雲形病が発病しなかった。

相互作用は検出されなかった (第5表). 年次別にみると, 2002年と2003年の発病程度が他の3ヶ年より有意に高かった (第6表). 1999~2001年の3カ年はいずれの品種も雲形病の発病がみられなかった. 2002年の発病程度はミノリムギが1.7で最も高く, 北陸皮35号が0.3で最も低かった. ファイバースノウ, シュンライの発病程度は, それぞれ1.3, 1.0であった. 2003年の発病程度は, ミノリムギ, ファイバースノウ, シュンライは等しく1.3で, 北陸皮35号は0で発病が見られなかった.

## 考 察

本研究では, 精麦用オオムギの生産力検定試験の結果から, 共通する5カ年, 4品種のデータを基に, 収量関連形質, 精麦品質関連形質, および雲形病発病程度について, 年次による品種間差を比較検討した.

収量関連形質のうち, 穂数, 千粒重, 整粒歩合では, 品種間差と年次間差が有意であったが, 品種と年次との有意な交互作用は検出されなかった. 一方, 整粒重では品種間差がなく, 年次間差と交互作用が有意であり, またリットル重では品種間差, 年次間差とともに, 交互作用が有意であった. 石田 (1986a) は, 北陸地域で生育収量を不安定にしている最も大きな気象要因として, 積雪を指摘している. 積雪の影響に関しては, これまでに雪害面積とオオムギの穂数や上麦重には負の相関関係があること (柏倉ら 1959) や, 90日以上根雪が収量を極端に低下させること (藤村・猪刈 1951, 石田 1986b) が報告されている. 積雪以外の気象要因に関しては, 降水量は気温や日照時間に比べて収量に大きく影響し, 出穂前, とくに分けつ期の多雨によって穂数が減少すること (浜地・吉田 1989, 松江ら 2000), 登熟期の降雨により粒が発育不良になること (宮林 1949, 桐山・田谷 1975, 松江ら 2000) が報告されている. また, コムギでもリットル重が登熟期の降雨により低下することが明らかとなっている (平野ら 1964, 内村ら 2004). 本研究において2000年の整粒重が低下したのは, 積雪日数が87日と5カ年中最も長く, 分けつが抑制され, 穂数が少なくなったことによると考えられた. 一方, 2003年は登熟期に降雨が多く, 粒の発育不良により千粒重や整粒歩合が他の4カ年と比べて有意に小さく, 整粒重やリットル重が低下したことが考えられた.

整粒重の品種間差は5ヶ年平均値では認められなかったが, 各品種の年次変動には大きな差があった. 年次変動の最も大きかったミノリムギは, 1999年, 2001年, 2002年のようにオオムギの生育に良好な年では, 4品種の中で整粒重が多かったが, 多雪年の2000年と登熟期に多雨であった2003年では, 生育良好な年に比べて整粒重の低下が著しかった. 一方, 北陸皮35号は, 2000年や2003年の低収年でも他品種と比べて整粒重の低下程度は小さく, 安定的な品種であった.

リットル重では, 年次によって最も重い品種と軽い品種

が異なっていた. 1999年に最も重かったミノリムギは, 2000年や2003年では他品種と比べて有意に軽く, 特に登熟期に多雨であった2003年では, 低下程度が著しかった. 一方, 北陸皮35号は1999年では最も軽かったが, 2000年, 2002年, 2003年は最も重く, 特に2003年は他の3品種より有意に重かった.

以上のことから, 収量関連形質のうち, 整粒重やリットル重は, 積雪や登熟期の降雨といった気象要因の年次変動に大きく影響を受け, これらに対する品種の反応が異なることが明らかとなった. したがって, 今後収量関連形質が安定して高い品種を育成するためには, 複数年の収量試験を行い, 多雪年や登熟期の多雨年においても収量関連形質が高位で, これらの低下程度が小さい系統を選抜することが重要である. また, コムギにおいては, 出穂期から成熟期の散水処理によってリットル重が低下することが示されている (内村ら 2004). そのため, オオムギでも, リットル重が高位でその低下程度が小さい系統を選抜する方法として, 登熟期の散水処理が有効である可能性が考えられた.

精麦品質関連形質においては, 粗蛋白含有率, 硝子率, 硬度差は品種間差と年次間差が有意であったが, 交互作用は検出されなかった. 55%搗精白度と55%搗精時間においては, 品種間差, 年次間差, 交互作用が有意であった. 上田ら (1992) は, 55%搗精粒の搗精白度には年次間差があり, 搗精白度の低下は, 千粒重が軽くなったことによると推察した. また, 同一品種では粒厚が大きいほど搗精白度が高くなることが報告されている (水上・小林 1993). 本研究においても, 整粒歩合が高く, 千粒重が重く, 粒が充実している2000年には55%搗精白度は高かった. また, 登熟期に降水量が多く, 粒の充実が著しく劣った2003年では55%搗精白度が低くなった. これらのことから, 登熟期の降水量の多少が粒の充実やそれに伴う55%搗精白度の良否に影響を及ぼしていることが示唆された. しかし, 2003年の北陸皮35号では, 千粒重や整粒歩合が著しく低下したのにもかかわらず, 55%搗精白度は他の年次と同程度であった. また, 2002年のミノリムギとファイバースノウは, 粒の充実が著しく劣っていないのにもかかわらず, 2003年より55%搗精白度が低かった. このことから, 品種によっては粒の充実に関係なく, 登熟期の降雨以外に搗精白度に影響を与える他の要因があることが示唆された. 品種ごとの年次変動をみると, ファイバースノウが他の3品種より変動しやすく, 登熟期の降水量や他の環境の影響を強く受けていることが推察された.

搗精時間に関しては, 千粒重が小さい品種ほど搗精時間が長くなることが報告されている (管・片山 1963, Edneyら 2002). 本研究においても, 千粒重が他品種より有意に軽かったミノリムギは, いずれの年次においても他の3品種と比べて55%搗精時間が長かった. 一方, 千粒重がほぼ等しい3品種の搗精時間を比較したところ, 品種間差が検出され, 5ヶ年平均ではファイバースノウ, シュンライ,

北陸皮 35 号の順に、55%搗精時間が短かった。搗精時間の長短は粒の大小の他、胚乳の硬軟質性が関与している。胚乳の $\beta$ -グルカン含量は遺伝要因によって決定され、硬軟質性と $\beta$ -グルカン含量は、品種間で高い正の相関を示すことが報告されている (Töhno-oka ら 2004)。一方、登熟期の降雨によって $\beta$ -グルカン含量は低下し (Aastrup 1979, Stuart ら 1988)、その低下程度は品種によって異なることが報告されている (Aastrup 1979)。5ヶ年のうち 2003 年の 55%搗精時間が他の年次より有意に短かったのは、登熟期にあたる 5 月の降水量が非常に多く、 $\beta$ -グルカン含量が低下し粒が軟質化したことによると推察された。また、ミノリムギを除く 3 品種では、年次によって搗精時間が最も短い品種が異なっていた。3 品種の出穂期は 2~7 日、成熟期は 1~5 日の差があり、降雨条件の違いや、降雨に対する品種の反応が異なっていたことが考えられた。

以上のように、精麦品質関連形質のうち、55%搗精白度と 55%搗精時間では、年次によって品種間差が変動し、その変動は主として登熟期の降水量の多少が影響することが示唆された。したがって、精麦品質が安定して高い品種を育成するためには、登熟期の降雨の多少が異なる複数年の試験を行い、精麦品質関連形質が高位で、その低下程度が小さい系統を選抜することが重要である。また、これらの形質については、登熟期の降水量以外の環境の影響を受けていることが推察されたが、気象条件や収量関連形質との関係についてこれまで詳細に検討された事例は少なく (管・片山 1963, 水上・小林 1993, Edney ら 2002)、今後解析を進めることは重要であると考えられた。

オオムギ雲形病は北陸地域では重要な病害で、多発生すると収量の減少を引き起こすため (佐々木・川瀬 1952, 尾添 1956)、生産が不安定となる一因となっている。また本研究で用いた 4 品種すべてが雲形病に対して罹病性を示す (荒井ら 2001, 牛山ら 2002) にもかかわらず、1999~2001 年の 3 カ年では全く発病しなかった。一方、2002 年と 2003 年では発病が認められ、また品種によって発病程度が異なった。分散分析の結果、年次間では有意であったが、品種間差と交互作用は有意ではなかった。雲形病の発生面積や程度は、越冬前の菌密度、越冬前と融雪後の降雨、積雪によって影響を受け、年次間差が大きく (荒井 1991)、2002 年は秋期の降雨が多かったこと、2003 年は出穂以降に降水量が多かったことが影響していると考えられた。生産力検定試験では、雲形病は自然感染での結果を調査しており、感染源の投入は行っていない。このため、このような条件下では毎年安定して品種間差を評価するのが困難であると思われた。圃場での雲形病の抵抗性に関する遺伝様式については明らかにされていない部分が多いが、これまでの報告 (荒井ら 2001) では圃場での品種による発病程度は小さいものから大きいものまで幅広く存在している。したがって、品種の雲形病発生の多少を効率的に評価するた

めには、毎年安定的に雲形病を発生させるための試験方法の確立が必要であり、越冬前に菌密度を高くするために感染源を投入したり、人工的に散水を行ったりするなど試験方法の検討が必要である。

以上のことから、北陸地域におけるオオムギの収量、および精麦品質関連形質、雲形病発病程度には年次間差があり、積雪や登熟期の降雨の影響を強く受けていた。特に、整粒重、リットル重、55%搗精白度、55%搗精時間は、品種と年次の交互作用が検出され、年次により品種間差が異なっていた。このため収量関連形質と精麦品質でより高位に安定した品種を育成するためには、多雪年を含む登熟期の降水量の多少が異なる数年間の試験が必要である。また、品種の雲形病発病程度を評価するためには、感染源の投入や散水などによって、毎年安定して雲形病を発生させることのできる試験方法を検討することが必要であると考えられる。

## 引用文献

- Aastrup, S. 1979. The effect of rain on  $\beta$ -glucan content in barley grains. *Carlsberg Res. Commun.* 44: 381-393.
- 荒井治喜 1991. 発病推移からみたオオムギ雲形病の防除. *農及園* 66: 1293-1299.
- 荒井治喜・森脇丈治・伊藤誠治・馬場孝秀 2001. 北陸農試新規育成大麦系統の雲形病抵抗性 (第 3 報). *北陸作報* 37: 72-74.
- 馬場孝秀・山口修・古庄雅彦 1998. ビール大麦の収量及び外観品質における品種×年次交互作用. *日作紀* 67: 510-515.
- Edney, M.J., B.G. Rossnagel, Y. Endo, S. Ozawa and M. Brophy 2002. Pearl quality of Canadian barley varieties and their potential use as rise extenders. *J. Cereal Sci.* 36: 295-305.
- 藤村忠・猪狩敬三 1951. 岩手県における麦類の豊凶に就いて (第 1 報). *東北農業* 4: 141-142.
- 浜地勇次・吉田智彦 1989. 暖地のビール大麦の収量と気象条件の関係の統計的解析. *日作紀* 58: 1-6.
- 平野寿助・後藤虎男・江口昭彦・橋本隆・海妻矩彦・江口久夫 1964. 登熟期間の降雨が小麦の品質に及ぼす影響. II. 長雨被害小麦の品質について. *日作紀* 33: 151-155.
- 今林惣一郎・松江勇次・浜地勇次・吉田智彦 1997a. 北部九州の早生良食味水稲における品種と環境の交互作用. 第 1 報 収量について. *日作紀* 66: 538-544.
- 今林惣一郎・松江勇次・浜地勇次・吉田智彦 1997b. 北部九州の早生良食味水稲における品種と環境の交互作用. 第 2 報 出穂期と稈長について. *日作紀* 66: 545-550.
- 石田良作 1986a. 北陸地域における大麦栽培の現状と問題点. *北陸農業研究資料* 16: 1-6.
- 石田良作 1986b. 積雪と大麦の作期. *北陸農業研究資料* 16: 47-50.
- 管益次郎・片山正 1963. 裸麦の品質に関する研究. 第 4 報 品種の原麦・精麦諸形質間における相関関係について. *四国農試報* 8: 135-139.
- 柏倉真一郎・西城文男・菅原昭二 1959. 雪害による麦の被害様相, 被害歩合等の調査成績. *農及園* 34: 65-66.
- 加藤欽一郎 1994. 精麦用大・はだか麦の現状と課題. *米麦改良* 7: 12-22.



- 桐山毅・田谷省三 1975. 麦類の生育時期と湿害について. 九州農研 37: 77-78.
- 久保田基成 1992. 大麦新品種「シュンライ」の育成と生産振興の取り組み. 米麦改良 12: 24-33.
- 桑原達雄 2003. 麦の品種改良—現状と展望—. 米麦改良 1: 7-16.
- 松江勇次・山口修・佐藤大和・馬場孝秀・田中浩平・古庄雅彦・尾形武文・福島裕助 2000. 1998年における北部九州の麦類不作の要因解析とその技術対策. 日作紀 69: 102-109.
- 宮林達夫 1949. 大麦の発育期と湿害. 農及園 24: 779-780.
- 水上ゆかり・小林恭一 1993. 大麦の精麦加工適性と原麦の性状(硝子質割合, 粒厚)との関係. 北陸作報 28: 66-68.
- 森下敏和・手塚隆久 2001. 九州における普通ソバの農業関連形質の年次変動と品種間差異. 日作紀 70: 379-386.
- 農林水産省北陸農政局 2003. 第5節 農産物需給の現状, 課題及び主要対策. 平成14年度北陸食料・農業・農村情勢報告. 113-116.
- 農林水産省総合食料局 2004a. 生産編 4. 大麦の収穫量. 食料統計年報平成14年度版. 東京. 12-14.
- 農林水産省総合食料局 2004b. 加工食品編 2. 麦類. 食料統計年報平成14年度版. 東京. 123-126.
- 大里久美・浜地勇次・松江勇次・吉田智彦 1996. 品種と環境要因の交互作用からみた米の食味評価. 日作紀 65: 585-589.
- 尾添茂 1956. 大麦雲形病に関する研究. 島根農試報 1: 1-122.
- 佐々木孝司・川瀬譲 1952. 麦類雲紋病の被害が収量に及ぼす影響. 農業技術 7: 36-37.
- Stuart, I.M., L. Loi and G.B. Fincher 1988. Varietal and environmental variations in (1-3, 1-4)- $\beta$ -glucan levels and (1-3, 1-4)- $\beta$ -glucanase potential in barley: Relationships to malting quality. J. Cereal Sci. 7: 61-71.
- Tohno-oka, T., N. Kawada and T. Yoshioka 2004. Relationship between grain hardness and endosperm cell wall polysaccharides in barley. 9th International Barley Genomics Symposium Proceedings 595-600.
- 堤忠宏 1992. 北陸地域の麦作の現状と課題及び改善の方策. 米麦改良 9: 36-41.
- 上田邦彦・谷口義則・星野次汪 1992. 大麦の品質検定法の策定と東北地域における品種・系統の品質評価. 東北農試研究資料 12: 53-62.
- 牛山智彦・細野哲・久保田基成・桑原達雄 2002. 大麦新品種「ファイバースノウ」の育成. 北陸作報 37: 60-62.
- 内村要介・佐藤大和・尾形武文・松江勇次 2004. 成熟期の降雨処理によるコムギの子実水分含有率の変化と品質低下の品種間差. 日作紀 73: 29-34.

**Varietal Differences in Annual Variation of Barley Yield and Pearling Quality in Hokuriku Region:** Emiko NAKAMURA<sup>1)</sup>, Seiji ITO<sup>1)</sup>, Keiko HAYASHI<sup>1)</sup> and Takahide BABA<sup>2)</sup> (<sup>1)</sup> *Natl. Agric. Res. Cent., Joetsu 943-0193, Japan;* <sup>2)</sup> *Fukuoka Agr. Res. Cent.*)

**Abstract:** The varietal difference of the yield components and pearling quality in four varieties used as pearled barley in the Hokuriku region were analyzed for five years, to breed new varieties that stably exhibit superior traits. There were no significant genotype  $\times$  year interactions in the number of panicles, 1000-grain weight, plump-grain rate, crude protein content, steely-grain rate and rigidity value. Significant interactions were detected in plump-grain yield, 1-liter-grain weight, pearl whiteness, and pearling time. 'Minorimugi' had high plump-grain yield in the years suitable for barley growth, but markedly low plump-grain yield in the years with much snow or rain at the ripening stage. 'Hokuriku kawa 35' was the most stable variety in yield. Varieties with the heaviest or lightest 1-liter-grain weight varied with the year. 'Shunrai' was the most stable variety in pearling quality. The pearl whiteness was the lowest and pearling time was the longest in 'Minorimugi' every year. We suggest that the annual variations of plump-grain yield, 1-liter-grain weight, and pearling quality were mainly caused by precipitation during the ripening stage, and that the effects of environmental factors varied with the variety. It is necessary to examine these traits for several years including the years with undesirable conditions to breed fine varieties stably. The rate of infection with scald varied with the year, but even susceptible varieties did not show the symptom every year under ordinary cultivation conditions.

**Key words:** Annual variation, Genotype  $\times$  year interaction, Hokuriku region, Pearled barley, Pearling quality, Yield.