

世界各地から収集した秋播ライコムギの北海道における生育特性 第1報. 有望品種と低収品種の収量関連形質の比較

義平大樹¹⁾・荒木和哉²⁾・中司啓二³⁾

Growth characteristics of winter triticale in Hokkaido collected from various countries I. Comparison of yields and related characteristics of promising varieties and low-yielding varieties

Taiki YOSHIHIRA¹⁾, Kazuya ARAKI²⁾ and Keiji NAKATSUKA³⁾
(November 2003)

緒 論

ライコムギは2001年現在、ヨーロッパ、オーストラリア、中国、北米、メキシコを中心に328万haの栽培があり¹⁾、主として飼料作物として利用されている²⁾。これらの生産国から北海道に秋播ライコムギを導入した場合、一部の品種は道内のコムギ基幹品種のホクシンによりも3割以上、多収を示すことが知られている³⁾。その反面、冬枯れや有効茎歩合の低さによる穂数不足や晩熟による登熟不良のため、低収となる品種も多いこと⁴⁾も報告されている。しかし、これらの報告は、ポーランド、ロシアのごく一部の品種を中心とした狭い遺伝的背景の中での品種比較試験の結果である。北海道への導入を前提としてライコムギの遺伝資源をより正確に評価するには、さらに広範囲に品種、系統を収集し、生育特性を調べる必要がある。

ライコムギを北海道における飼料作物とする場合、その用途は2種類が考えられる。1つは濃厚飼料としての子実利用、他方はわらを敷料に利用する方法である。日本の酪農は輸入濃厚飼料に大きく依存している¹⁰⁾。輸出国の食糧戦略や他の国際情勢から今後とも将来にわたって安価な飼料用穀物が輸入され続ける保証はない。また、食糧自給率の向上にとって濃厚飼料となりうる多収の新規作物の導入は極めて有意義である。

他方はわらを敷料として利用する方法である。北海道において天北地方の一部や釧路、根室地方にお

いては、積算気温が低いためにサイレージ用トウモロコシが栽培できず、牧草を主体とした草地酪農が形成されている。これらの地域には麦作農家がないことから、敷料は、飼料としては低品質となった牧草を代用するか、麦稈をロール単位で購入している⁸⁾のが現状である。ライコムギの地上部重はコムギよりかなり大きく、低温時の生長速度が高い¹⁵⁾ことから、これら積算気温が低い地域での有効な敷料供給作物になり得る可能性がある。

北海道の気象環境に近い高緯度・寒冷地における秋播ライコムギ栽培地域としては、ロシア、ポーランド、ウクライナなどの東欧諸国の一部³⁾およびアメリカ北西部²⁾があげられ、主として中小家畜用の濃厚飼料として用いられている。また、標高が高く寒冷な地域での栽培例としては中国南西部の雲南省周辺の山岳地帯があり、8倍体ライコムギが主に作付けされている³⁾。

しかし、これらの地域は基本的に少雪土壌凍結地帯であり、北海道のように平地で積雪期間が4ヶ月以上に及ぶ寒冷長期多雪地帯において、ライコムギの導入試験がおこなわれた例は、世界的にはほとんどみられない。

そこで、世界各地より秋播ライコムギの遺伝資源を収集し、子実利用、敷料利用を前提に多収品種と低収品種に分けて収量関連形質の違いを検討し、北海道のような寒冷長期多雪地帯で、多収を示す品種に共通する生育特性を明確にし、将来の適応品種の選抜、育種する際の基礎的知見と得ようとした。

¹⁾ 酪農学園大学酪農学部酪農学科飼料作物学研究室

Department of Dairy Science, Forage Crop Science, Rakuno Gakuen University, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501, Japan

²⁾ 北海道立滝川植物遺伝資源センター (現北海道立北見農業試験場)

Hokkaido Prefecture Plant Gene Bank Station, Takikawa, 073-0013, Japan (Hokkaido Prefecture Kitami Agriculture Station, Kunneppu, 099-1496, Japan)

³⁾ 北海道農業研究センター

National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Sapporo, 062-8555, Japan

材料および方法

1. 供試品種

ライコムギの遺伝資源としてはさまざま秋播性程度のもが存在し、オーストラリア、カナダ、メキシコ、南ヨーロッパでは春播品種、ポーランドを中心とした東欧諸国やドイツにおいては秋播品種が主としては栽培されている³⁾。越冬性の不安定なライコムギ品種において、晩播や排水不良畑などの劣悪な条件では冬枯が多発する可能性が高い¹²⁾ことから、春播品種の導入を考えた方が有利であると思われる。

しかし、ライコムギ品種の赤カビ病抵抗性や穂発芽耐性は、一般的にコムギより劣っている場合が多く^{4,5)}、黄熟期の遅い春播品種を、8月以降に降雨量が多くなる北海道へ導入することは、栽培上極めて難しい。また、ポーランド育成の一部の品種がコムギ品種に比べて北海道で多収を示すのは、起生期から出穂期までの乾物重増加速度、葉面積指数がコムギに比べて優れることに起因する¹⁵⁾。分けつが発生と節間伸長が同時に進み、栄養生長期が秋播品種に比べて短い春播ライコムギ品種では多収性が十分に発揮されないと考えられる。それゆえ、本報においては秋播品種の収集につとめ、試験に供した。

供試品種には、ロシア、ウクライナ、ポーランド、フランス、カナダ、中国、および日本の育成の88品種を用いた(表1, 2, 3)。ロシアの遺伝資源として、ハビロフ植物育種研究所育成21品種と、ロシア南部のクラスノダール農業試験場育成10品種を用いた。ハビロフ植物育種研究所育成品種の内訳は、南部のダゲスタン支所育成の10品種、モスクワ支所育成の9品種、カザフスタンに近い中西部のスタプロポリ育成1品種、中央部のタラスタン育成1品種である。ポーランドの18品種は、すべてダンコ社育成品種である。また、ウクライナの3品種はすべてハリコフ農業試験場育成である。アメリカの遺伝資源として、オレゴン州育成23品種、メリーランド州育成1品種、ネブラスカ州育成1品種、カリフォルニア州育成1品種の計26品種を供試した。フランス、カナダ、韓国育成の各1品種ずつを用い、それぞれ、国立農業試験場クレルモンフェラン支所、アルバータ州立農業試験場、国立農業試験場育成品種である。中国の品種は、北京農業科学院作物育種栽培研究所育成3品種を供試した。日本の品種は、すべて東北農業試験場(現、東北農業研究センター)で育成された4品種を用いた。なお、フランス、韓国育成の秋播品種は越冬性が極端に劣り、冬枯れの

ためすべて枯死し、調査に供することができなかった(表4)。

2. 栽培方法および調査方法

試験は農林水産省北海道農業試験場遺伝資源利用研究室紋別分室(現北海道農業研究センター、紋別市小向、以下、紋別とする)および北海道立植物遺伝資源センター(滝川市東滝川、以下、滝川とする)にて1999年秋から2000年夏にかけておこなった。試験圃場は紋別がグライ台地土、滝川が灰色台地土である。前作は、紋別がダットンソバ、滝川がキカラシである。播種日は、滝川、紋別ともに9月5日である。栽植様式は両試験地ともに、畦幅30cm、畦長2m、9cmの千鳥播(4.5cm間隔でジグザクに点播)で、試験区1区につき4条とした。

両試験地とも、出穂期、黄熟期、冬枯程度、稈長を調査した。融雪日の4日後を起生期とし、起生期から出穂期までの日数を栄養生長日数、出穂期から黄熟期までの日数を登熟日数とした。冬枯程度は無、少、中、多、甚、完全枯死を、倒伏程度は無、少、中、多を、それぞれ、0、1、2、3、4、5および0、1、2、3、4スコア一化して区ごとに評価した。紋別においてのみ、黄熟期に試験区をすべて刈り取り収量調査を行った。刈り取り後、網室で2週間以上風乾し、地上部重、わら重を測定した。子実重、千粒重は脱穀・乾燥後、水分13%換算した値を用いた。一穂粒数は子実重÷(穂数×千粒重/1000)、収穫指数は風乾地上部重占める風乾子実重の割合(%),一穂重は一穂粒数と千粒重の積として計算した。

さらに、子実利用を前提とした多収品種の特徴を把握するため、ホクシンよりも高い子実量を示したライコムギ15品種をHG(high-grain yield variety group)、ホクシンよりも子実収量が低いが、ホクシンの子実収量の1/2以上を示す37品種をMG(middle-grain yield variety group)、ホクシンの子実収量の1/2未満の31品種をLG(low-grain yield variety group)品種群とし、その収量関連形質・生育期節を品種群に分けて比較した(図2-a)。次に、敷料用の多収品種の特性を把握するため、わら重がホクシンよりも大きかった36品種をHS(high-straw yield variety group)、ホクシンよりも小さく、ホクシンの1/2以上31品種をMS(middle-straw yield variety group)、ホクシンの1/2未満の18品種をLS(low-straw yield variety group)品種群とし、その関連形質を品種群間で比較した(図5-a)。

表1 紋別においてホクシンより多収を示したライコムギ品種の生育期節, 子実重およびその関連形質

品種・系統名 (n=15)	育成国	育成地域または機関	倍数性	紋別						滝川				
				子実重 (gm ⁻²)	千粒重 (g)	出穂期 (月.日)	黄熟期 (月.日)	稈長 (cm)	冬枯程度 (0-5)	千粒重 (g)	出穂期 (月.日)	黄熟期 (月.日)	稈長 (cm)	冬枯程度 (0-5)
Diso	ポーランド	ダンコ社	6	831	38.3	6.24	8.5	105	1	42.6	6.9	7.28	94	4
Almo	ポーランド	ダンコ社	6	822	40.4	6.25	8.5	112	1	46.0	6.10	7.27	102	4
M86-6027	アメリカ	オレゴン州立農試	6	746	34.6	6.27	8.8	106	1	36.9	6.15	7.29	108	2
Slavianin	ロシア	クラスノダール農試	6	721	42.8	6.28	8.6	99	1	45.5	6.13	7.27	97	4
Chrono	ポーランド	ダンコ社	6	705	37.3	6.25	8.4	94	2					
Pinokio	ポーランド	ダンコ社	6	703	41.0	6.29	8.9	88	1	43.6	6.16	7.29	87	4
Lamberto	ポーランド	ダンコ社	6	700	38.0	6.25	8.5	102	2	34.8	6.11	7.29	92	5
Presto	ポーランド	ダンコ社	6	696	35.3	6.22	8.2	103	1	44.6	6.7	7.28	98	4
Ugo	ポーランド	ダンコ社	6	687	38.0	6.24	8.4	105	1					
Grenader	ロシア	クラスノダール農試	6	674	47.2	6.25	8.4	150	1	56.3	6.14	7.28	123	3
Moniko	ポーランド	ダンコ社	6	660	35.5	6.25	8.4	101	1	42.9	6.9	7.28	99	4
Fideilo	ポーランド	ダンコ社	6	660	39.8	6.28	8.6	84	1	42.2	6.14	7.30	83	3
Strelets	ロシア	クラスノダール農試	6	657	49.7	6.29	8.6	99	1	51.8	6.18	7.29	95	4
Krasnodarski Zernokormovoi	ロシア	クラスノダール農試	6	651	49.1	6.29	8.6	97	2	51.7	6.17	7.28	102	4
Eldorado	ポーランド	ダンコ社	6	639	37.3	6.24	8.4	97	1	45.2	6.8	7.29	100	2
		平均		717	39.0	6.25	8.5	104	1.2	44	6.11	7.28	98	3.7
		標準偏差		57	3.5			17	0.4	5.8			11	0.8
ホクシン(コムギ)	北海道			759	29.8	6.27	7.30	78	1.0	40	6.9	7.14	76	1.0

表2 紋別においてホクシンの1/2以上から同等の子実重を示したライコムギ品種の生育期節, 子実重およびその関連形質

品種・系統名 (n=40)	育成国	育成地域または機関	倍数性	紋別						滝川				
				子実重 (gm ⁻²)	千粒重 (g)	出穂期 (月.日)	黄熟期 (月.日)	稈長 (cm)	冬枯程度 (0-5)	千粒重 (g)	出穂期 (月.日)	黄熟期 (月.日)	稈長 (cm)	冬枯程度 (0-5)
Vero	ポーランド	ダンコ社	6	631	38.9	6.25	8.5	100	4					
AD3/5	ウクライナ	ハリコフ農試	6	605	41.4	6.24	8.4	126	1	51.9	6.14	7.27	113	4
Tewo	ポーランド	ダンコ社	6	603	32.4	6.25	8.2	101	1	37.2	6.13	7.28	87	5
Konveier	ロシア	クラスノダール農試	6	597	39.7	6.29	8.6	85	3	44.1	6.18	7.28	95	4
Prego	ポーランド	ダンコ社	6	593	31.0	6.27	8.6	96	1	39.4	6.13	7.28	103	5
M86-6068	アメリカ	オレゴン州立農試	6	586	36.7	6.23	8.3	85	3	38.8	6.12	7.27	92	5
Bob	アメリカ	オレゴン州立農試	6	579	31.1	6.30	8.8	93	1	36.3	6.19	7.28	102	3
Sojuz	ロシア	クラスノダール農試	6	556	32.6	6.29	8.6	88	2	35.8	6.18	7.29	86	5
Adzelen	ロシア	クラスノダール農試	6	552	47.9	6.29	8.8	98	1	51.2	6.16	7.28	88	4
Tewo-M1	日本	北海道農試	6	548	35.6	6.25	8.2	98	1	37.0	6.12	7.29	85	5
Moreno	ポーランド	ダンコ社	6	542	34.1	6.23	8.4	99	2	35.9	6.8	7.24	102	4
M86-6071	アメリカ	オレゴン州立農試	6	526	11.0	6.28	8.4	96	1	37.7	6.16	7.27	120	5
M86-6047	アメリカ	オレゴン州立農試	6	507	30.1	6.30	8.8	63	1	29.6	6.18	7.28	69	3
Pushkinskil	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	6	474	35.8	7.5	8.13	150	1	39.8	6.24	8.4	141	2
M86-6051	アメリカ	オレゴン州立農試	6	457	38.2	6.27	8.6	119	3	44.2	6.14	7.28	128	4
AD 550	ウクライナ	ハリコフ農試	6	430	36.9	6.23	8.3	159	1	43.7	6.14	8.2	132	5
M86-6030	アメリカ	オレゴン州立農試	6	425	35.9	6.25	8.6	96	3	39.2	6.13	7.25	99	5
Pika	カナダ	アルバータ州立農試	6	423	28.8	6.30	8.8	136	2	37.5	6.19	7.28	141	5
Lasko	ポーランド	ダンコ社	6	420	33.4	6.24	8.5	99	4	39.8	6.9	7.28	106	5
Dargo	ポーランド	ダンコ社	6	420	41.1	6.25	8.8	94	2					
Malno	ポーランド	ダンコ社	6	415	35.4	6.24	8.4	96	4	43.6	6.20	7.26	129	3
Breaker	アメリカ	オレゴン州立農試	6	406	37.8	6.28	8.6	143	2	47.2	6.17	7.29	137	4
M86-6106	アメリカ	オレゴン州立農試	6	394	36.2	6.28	8.5	57	1	35.0	6.13	7.27	65	4
ADP-2	ロシア	クラスノダール農試	6	393	47.3	6.29	8.4	90	4	37.5	6.13	7.17	81	
AD322(1)	ロシア	バビロフ研(モスクワ)	6	392	42.1	6.30	8.6	140	1	33.8	6.22	7.31	114	5
Prag 54/1	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	6	381	33.2	6.29	8.8	152	2	41.8	6.19	7.30	136	4
Had 435	ロシア	バビロフ研(モスクワ)	6	381	33.3	6.29	8.6	137	2	39.3	6.18	7.29	129	4
M86-6060	アメリカ	オレゴン州立農試	6	378	36.7	6.30	8.8	101	2	38.8	6.21	8.4	101	5
Mir	ロシア	クラスノダール農試	6	376	46.8	7.1	8.6	92	2	49.1	6.18	7.29	87	5
Newcale	アメリカ	ネブラスカ州立農試	6	367	35.7	6.20	7.30	92	3	40.5	6.2	7.21	117	2
M86-6171	アメリカ	オレゴン州立農試	6	365	33.4	6.29	8.8	122	3	42.4	6.15	7.28	124	3
56Xp-ag236	ロシア	バビロフ研(モスクワ)	8	364	34.6	7.1	8.5	122	1					
Prad39/1	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	8	354	34.1	6.29	8.4	146	2	44.7	6.16	7.28	148	3
No.830	中国	育種栽培研(北京)	6	340	42.2	6.21	8.6	131	4					
M86-6037	アメリカ	オレゴン州立農試	6	332	31.7	6.29	8.8	97	4	37.5	6.18	7.30	94	5
AD236	ロシア	バビロフ研(モスクワ)	8	327	35.0	6.29	8.5	136	1	46.1	6.20	7.27	137	2
Kazanski4	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	6	326	31.2	6.29	8.8	161	1	38.1	6.17	7.28	147	3
AD206	ウクライナ	ハリコフ農試	6	324	34.4	6.27	8.6	147	2					
AD350	ウクライナ	ハリコフ農試	8	321	32.6	6.30	8.8	116	2	46.9	6.19	7.29	120	4
Prad2	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	8	313	31.4	7.2	8.8	149	1	38.5	6.22	7.29	149	2
		平均		370	37.4	6.28	8.5	117	2.3	41	6.16	7.27	113	3.8
		標準偏差		24	5.0			27	1.1	4.7			26	1.1
ホクシン(コムギ)	北海道			759	29.8	6.27	7.30	78	1.0	40	6.9	7.14	76	1.0

バビロフ研はバビロフ植物育種研究所の略, 中国の育種栽培研は作物育種栽培研究所の略, それぞれ()内は支所名を示す。

北海道農試は現北海道農業研究センターを示す。

表3 紋別においてホクシンの1/2未満の子実重を示したライコムギ品種の生育期節、子実重およびその関連形質

品種・系統名 (n=33)	育成国	育成地域または機関	倍数性	紋別					滝川					
				子実重 (gm ⁻²)	千粒重 (g)	出穂期 (月.日)	黄熟期 (月.日)	稈長 (cm)	冬枯程度 (0-5)	千粒重 (g)	出穂期 (月.日)	黄熟期 (月.日)	稈長 (cm)	冬枯程度 (0-5)
M86-6044	アメリカ	オレゴン州立農試	6	282	37.2	6.30	8.6	53	1	34.7	6.15	7.26	61	4
10MAD120	ロシア	バビロフ研(モスクワ)	8	274	32.0	7.1	8.6	146	1	40.6	6.22	7.30	139	4
Hu-53/1	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	6	266	29.8	6.29	8.5	142	1	36.4	6.15	7.29	124	3
Prad 39/1	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	8	264	34.2	6.28	8.4	134	2	43.7	6.16	7.25	143	3
Parma	アメリカ	オレゴン州立農試	6	261	35.3	6.29	8.9	98	4	34.8	6.18	7.29	97	3
M86-6053	アメリカ	オレゴン州立農試	6	247	30.9	6.29	8.9	93	4	38.9	6.17	7.29	94	5
Prad 6/1	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	8	237	27.1	6.27	8.3	116	2	34.5	6.14	7.25	120	4
Prag 56/1	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	6	227	30.5	6.27	8.5	104	1	37.4	6.14	7.28	126	3
Rus	ロシア	クラスノダール農試	6	227	40.3	6.26	8.8	81	4	38.7	6.9	7.27	107	5
Oktoderzavina	ロシア	バビロフ研(スタプロボリ)	8	192	31.5	6.30	8.4	113	1	37.2	6.16	7.29	127	1
2 HAD121	ロシア	バビロフ研(モスクワ)	8	181	24.7	6.30	8.8	129	1	31.7	6.21	7.30	129	5
M86-6052	アメリカ	オレゴン州立農試	6	169	35.7	6.28	8.6	89	4	42.6	6.11	7.28	105	5
M86-6032	アメリカ	オレゴン州立農試	6	168	26.6	7.1	8.6	53	2	25.9	6.19	7.28	51	5
M86-6070	アメリカ	オレゴン州立農試	6	152	24.5	7.1	8.7	56	4	27.7	6.18	7.29	68	4
8A-131	アメリカ	メリーランド	8	146	36.7	6.27	8.5	122	1			8.4	95	5
No.1890	中国	育種栽培研(北京)	6	123	38.0	6.27	8.6	136	4					
AD2384	ロシア	バビロフ研(モスクワ)	6	118	31.0	7.2	8.8	138	3	34.1	6.24	8.2	141	5
No.828	中国	育種栽培研(北京)	6	110	40.7	6.25	8.10	138	4					
6TA-522	アメリカ	カリフォルニア	6	108	36.1	6.29	8.6	125	4	42.6	6.21	7.30	118	5
M86-6174	アメリカ	オレゴン州立農試	6	102	35.5	6.28	8.9	101	4	43.2	6.14	7.31	116	2
77-309	東北農試	盛岡	6	77	37.1	6.28	8.10	107	4	41.5	6.16	7.28	106	5
M86-6109	アメリカ	オレゴン州立農試	6	36	36.4	6.29	8.9	59	4	37.4	6.14	7.29	88	5
AD322(2)	ロシア	バビロフ研(モスクワ)	6	34	30.8	6.30	8.8	119	4	48.2	6.18	7.28	137	2
Prag46/1	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	6	29	36.4	6.29	8.10	72	4	50.4	6.13	7.31	107	2
Prag 46/3	ロシア	バビロフ研(ダゲスタン)	6	29	35.8	6.29	8.9	72	4					
77-97	東北農試	盛岡	6	28	37.6	6.25	8.11	87	4		6.11	8.1	104	5
8/Raikomugl	東北農試	盛岡	8	16	52.5	6.27	8.10	68	4		6.11	7.28	108	5
H85-743	アメリカ	オレゴン州立農試	6						5					
Cela	アメリカ	オレゴン州立農試	6						5					
Grado	アメリカ	オレゴン州立農試	6						5					
77-295	東北農試	盛岡	6						5					
Clercal	フランス	クレルモンフェラン	6						5					
Sinkinhomil	韓国	ソウル	6						5					
平均				74	37.3	6.28	8.8	103	3.9	42	6.15	7.30	112	4.1
標準偏差				46	5.3			29	0.9	5.7			17	1.4
ホクシン(コムギ) 北海道				759	29.8	6.27	7.30	78	1.0	40	6.9	7.14	76	1.0

バビロフ研はバビロフ植物育種研究所の略、中国の育種栽培研は作物育種栽培研究所の略、それぞれ()内は支所名を示す。
東北農試は東北農業研究センターを示す。

表4 子実重とその関連形質および冬枯程度との関係

	穂数	一穂粒数	千粒重	地上部重	収穫指数	冬枯程度
子実重	0.708***	0.131	0.199	0.816***	0.742***	-0.623***
冬枯程度	-0.764***	0.271	0.120	0.744***	0.112	

表中の数字は相関係数を示し、***は0.1%水準で有意であることを表す。

結 果

1. 気象概要

図1に滝川と紋別の試験期間の気象概要を比較した。紋別の平均気温は、滝川に比べて播種期からハーディング期間に当る9月から11月にかけてやや高かったが、逆に、起生期から成熟期に相当する4月から8月にかけては大幅に低く推移した。特に、節間伸長期に相当する5月上中旬の平均気温の試験地間差異は4℃以上に達した。次に日照時間をみると、秋期は紋別が滝川に比べて長かった。4月から7月にかけては、紋別の旬別の変動が滝川に比べて非常に大きかった。降水量は、登熟前半に当る6月上旬から7月上旬にかけて、紋別が滝川に比べて少なく推移した。以上、気象概要の試験地間差をまとめる

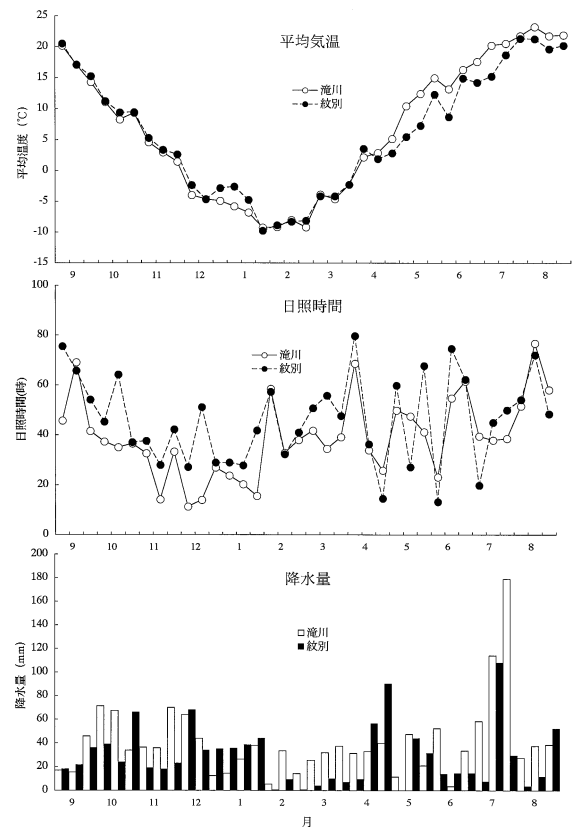


図1 試験期間の気象概要

と、紋別の気象は、滝川に比べて起生期以降の低温、日照時間の変動の大きさ、登熟前半の少雨として特徴づけられた。

2. 子実利用を前提とした場合の収量関連形質の品種群間差異

子実重レベルで分けた品種群間で収量関連形質を比較した(図2)。地上部重の品種群の平均は、子実重の順位と同様、HG>ホクシン、MG>LG(図2-b)であった。収穫指数はHG、ホクシン>MG>LGで(図2-c)、LG品種群の地上部重は他の品種群に比べて品種間差異が大きかった。子実重は地上部重と収穫指数の積で表されることから、ホクシンと子実収量の差の生じる要因をこの2因子から検討すると、HGは地上部重の差に、MGは収穫指数の差に、

LGは地上部重と収穫指数の両方の差に基づくといえる。

次に、穂数はいずれの品種群もホクシンよりも少なく、また、低収品種群ほど少なかった(図2-d)。これに対して、一穂粒数はいずれの品種群もホクシンよりも高く(図1-e)、MG品種群がHG、LGに対してやや高い傾向にあった。千粒重も一穂粒数と同様にすべての品種群においてホクシンよりも高かった(図2-f)。子実重は穂数、一穂粒数、千粒重の積で表されることから、ホクシンとの子実重の差が生じる要因をこれら3因子から検討すると、HG品種群は穂数の差以上に一穂重(=一穂粒数×千粒重/1000)が大きいため、ホクシンよりも多収であり、MG、LG品種群はホクシンと比較して一穂重が大きくても、穂数が極端に少ないため、低収にとどまる

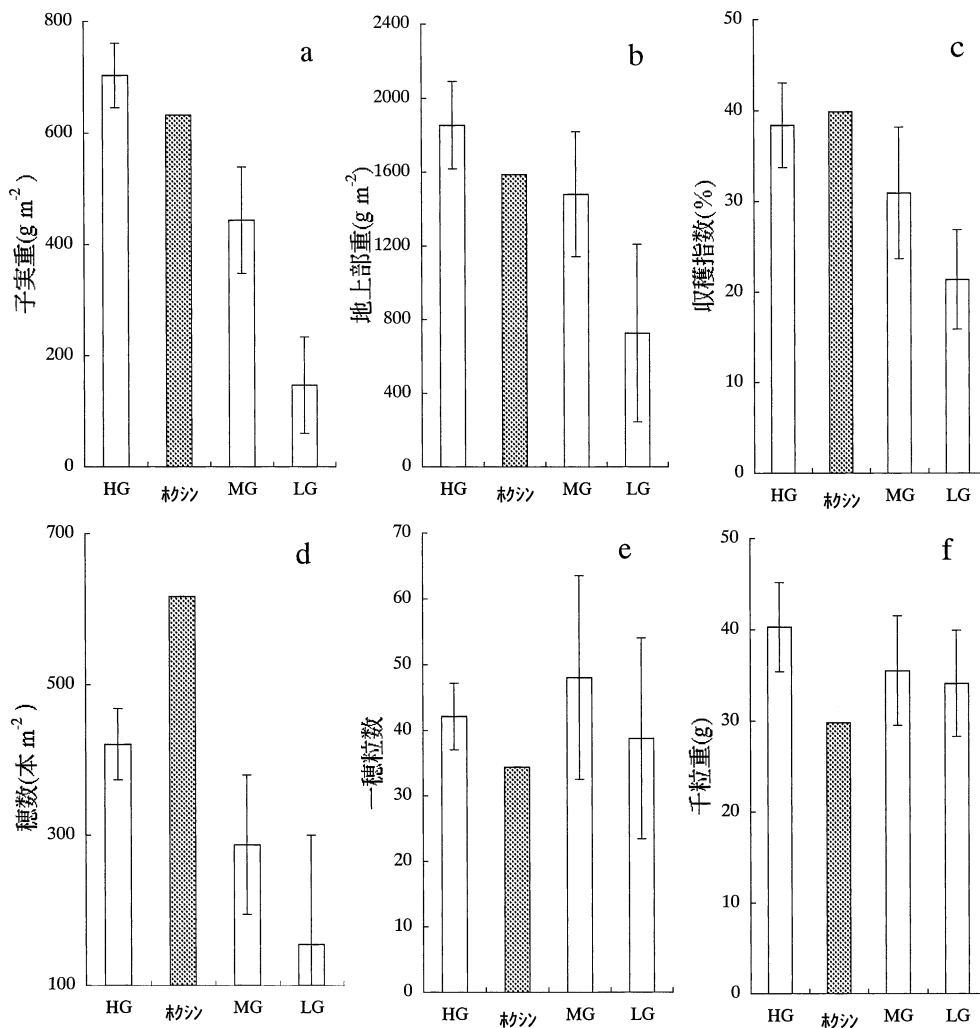


図2 子実重およびその関連形質

HG : ホクシンより子実重の高かったライコムギ品種
 MG : 子実重がホクシンの1/2以上のライコムギ品種
 LG : 子実重がホクシンの1/2未満のライコムギ品種
 工 は標準偏差を示す。

と考えられた。

3. 子実利用を前提とした場合の冬枯程度、栄養生長期間、倒伏程度の品種群間差異

子実重レベルで品種群に分けた時の冬枯程度、栄養生長期間、倒伏程度を図3に示した。どの品種群の冬枯程度も、滝川の方が紋別よりも高かった(図3-a, b)。これには、滝川の根雪期間が紋別より半月程度も長いことが関係していると思われる。紋別における冬枯程度はHG<MG<LGで、HG品種群の冬枯程度はホクシンとほぼ同等であった。しかし、滝川においては、全品種群でホクシンに比べてかなり大きかった。

栄養生長期間をみると、生育期間の積算温度は紋

別が滝川よりもはるかに低いため、すべての品種の栄養生長期間は紋別の方が長かった(図3-c, d)。栄養生長期間の品種群の平均値は紋別においてはHG<ホクシン<MG<LGで、子実重の高い品種群ほど栄養生長期間が短く、早生の傾向がみられた。しかし、どの品種群も品種間差異が大きかった。一方、滝川のHGの栄養生長期間の平均値はホクシンよりも長かった。積算気温がある程度確保されるコムギ栽培地帯では、ホクシンの出穂期よりも一週以上遅れることがない品種が子実用として多収品種であると言い換えることができる。紋別の倒伏程度は、HG品種群がMG, LG品種群よりも明らかに小さかった(図3-e)。しかし、MG, LG品種群は品種間差異が非常に大きかった。

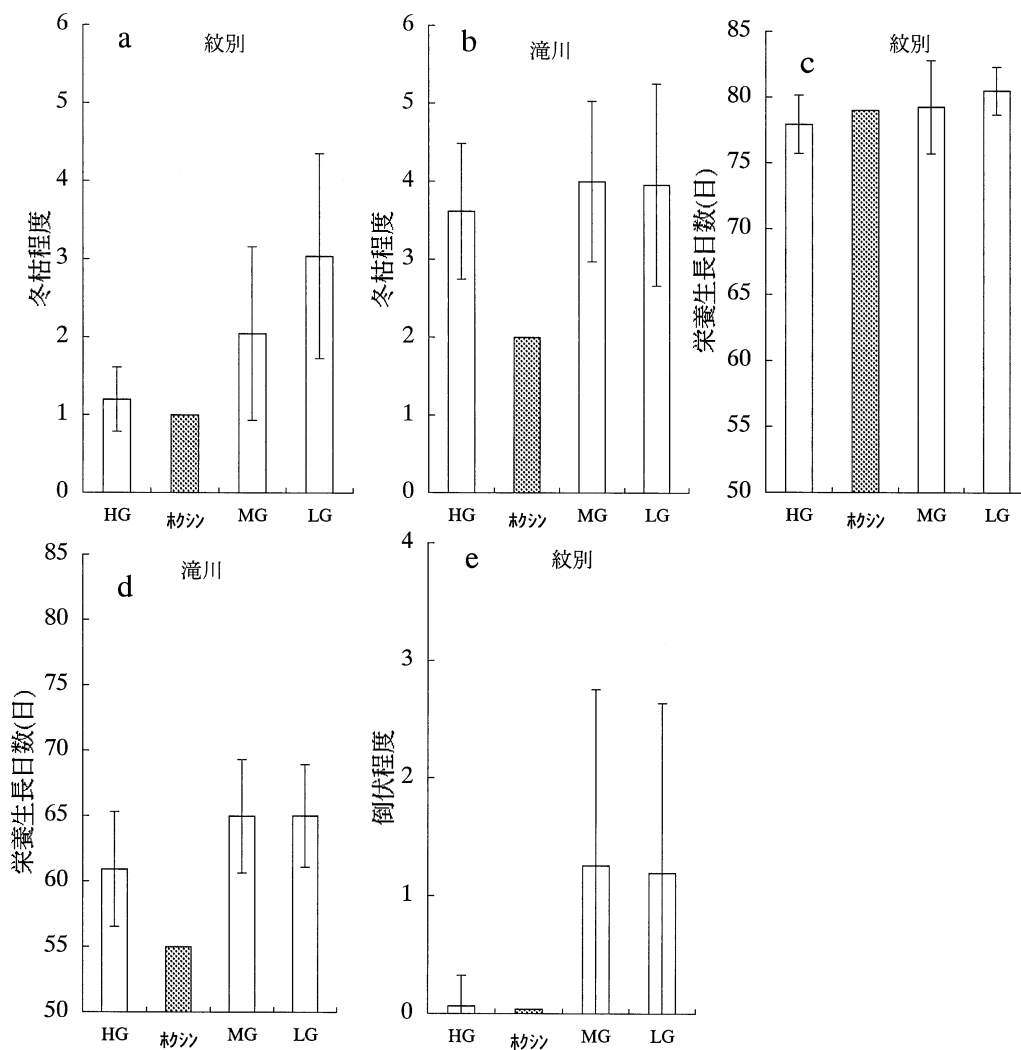


図3 冬枯程度、栄養生長期間および倒伏程度

HG : ホクシンより子実重の高かったライコムギ品種,
 MG : 子実重がホクシンの1/2以上のライコムギ品種
 LG : 子実重がホクシンの1/2未満のライコムギ品種
 工 は標準偏差を示す。

4. 栄養生長日数, 稈長, 千粒重の試験地間差異
 滝川と紋別における栄養生長日数, 稈長, 千粒重の関係を収量レベル別に比較した(図4)。まず, 栄養生長期間について検討すると, 紋別と滝川の栄養生長日数の間にはどの品種群においても有意な正の相関関係がみとめられた(図4-a, b, c)。紋別における栄養生長日数は収量レベルによって差が小さいのに対して, 滝川においては収量性の高い品種群ほど短い傾向がみられた。したがって, 紋別の栄養生

長期間を従属変数とした場合の回帰直線の傾きは $HG > MG > LG$ であった。

稈長についてみると, HG 品種群の稈長は紋別 > 滝川であったが, MG, LG においては両試験地で大差がみられなかった(図4-d, e, f)。千粒重については, 両試験地とも $HG > MG > LG$ で, 両者の間には有意な正の相関関係がみられた。千粒重の品種群間差異は滝川よりも紋別において大きいため, 回帰直線の傾きは $HG > MG > LG$ となった。

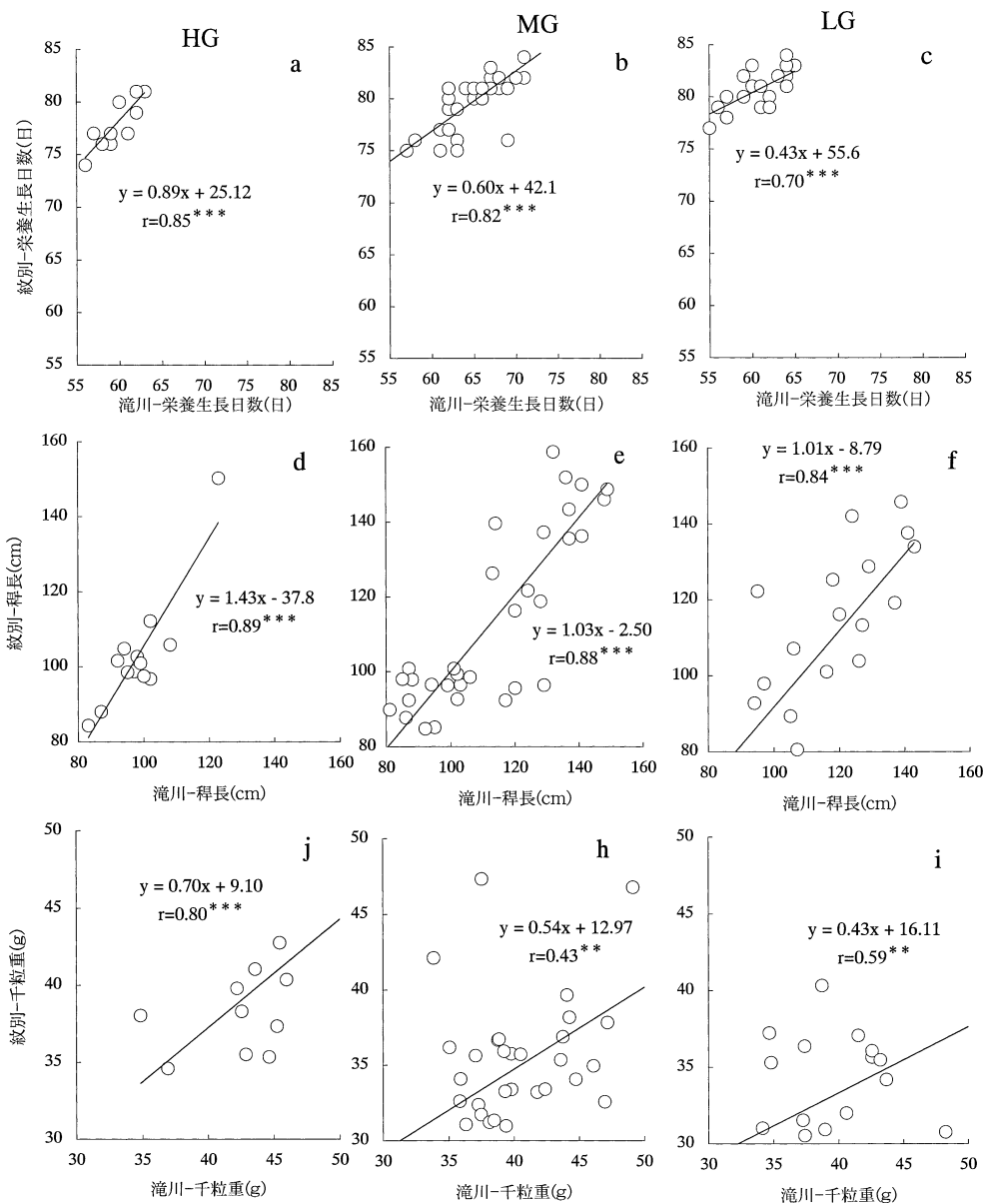


図4 子実重レベル別にみたライコムギ品種の農業形質の試験地間差異

HG : ホクシンより子実重の高かったライコムギ品種,
 MG : 子実重がホクシンの1/2以上のライコムギ品種
 LG : 子実重がホクシンの1/2未満のライコムギ品種

栄養生長日数は消雪日4日後を起生期とし, 起生期から出穂期までの日数, 登熟日数は出穂期から成熟期までの日数とした。

***, ** はそれぞれ0.1, 1%水準で有意であることを表す。

以上より、子実収量の高いライコムギ品種は、積算温度が確保される条件では、栄養生長期が短く、稈長がおさえられ、スムーズに生殖生長に移行し登熟でき、千粒重が大きくなるのに対して、収量性の低い品種群では積算気温が高い滝川においても紋別と同様に、生殖生長への移行が遅いため長稈となり、登熟が遅くなる傾向にあった。紋別においては登熟温度が十分に確保されないため、弱勢穎果が未熟に終わり、子実重、千粒重を低下させる要因の一つとなっていると考えられる。

5. 敷料利用を前提とした場合の関連形質の品種群間差異

子実重の品種群の平均値は、わら重の順位と同様に $HS > MS > LS$ であり (図 5-b)。わら重/子実重比の品種群の平均は HS と LS の間では大差がみられず、 MS は他の品種群に比べて小さく、わら重/子

実重比 $\approx (1/\text{収穫指数}) - 1$ であることから、収穫指数の高い HG に分類された品種が多く含まれていた (図 5-c)。また、全品種群において品種間差異がかなり大きかった。

次に、稈長を品種群の平均値で比較すると、 $HS > MS, LS > \text{ホクシン}$ となり (図 5-d)、わら重の高い品種群は稈長も長い傾向がみられた。しかし、 MS, LS の品種間差異は大きかった。冬枯程度の品種群の平均は $HS > MS > LS$ で (図 5-f)、わら重の大きな品種群ほど冬枯程度が低かった。倒伏程度は HS と LS の間で大差がなく、 MS は他の品種群に比べて小さかった。しかし、各群の品種間差異が大きかった (図 5-e)。すなわち、わら重の高い品種は冬枯程度が少なく、稈長が長い特性を持つが、倒伏程度に関しては品種間差がかなり大きかった。

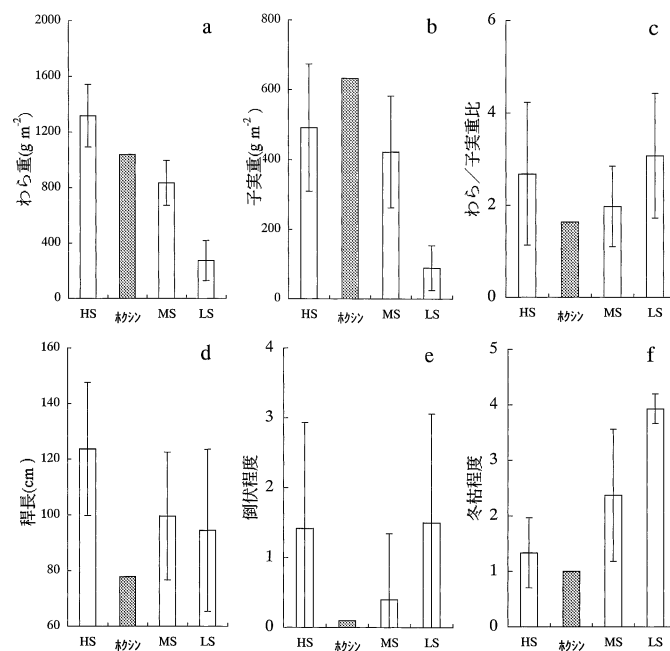


図 5 わら重とその関連形質

HG : ホクシンより子実重の高かったライコムギ品種,
 MG : 子実重がホクシンの 1/2 以上のライコムギ品種
 LG : 子実重がホクシンの 1/2 未満のライコムギ品種
 Ⅰ は標準偏差を示す。

考 察

1. 子実利用を前提とした場合の低収品種群の低収要因

紋別におけるライコムギの子実重を規定する要因を、収量関連形質との関係から検討した(表4)。穂数は子実重、冬枯程度との間にそれぞれ $r=0.708$, $r=-0.764$ の高い負の相関関係がみとめられた。つまり、収量構成要素(穂数、一穂粒数、千粒数)のうちライコムギ品種の子実重を最も規定しているのは穂数で、その穂数は冬枯程度に大きく左右されていた。この関係を収量レベル別にみると(表5)、MG, LGにおいて穂数と子実収量との関係が強く、特にLGの穂数は冬枯程度との間に高い負の相関関係を示した($r=-0.698$)。

子実重は地上部重と収穫指数の積で表されるが。この両者と子実収量との関係をみると(表4)、両者とも子実収量との間には $r=0.816$, $r=0.744$ の0.1%水準で有意な正の相関関係がみとめられた。さらに、収量レベル別にみると(表5)、LGにおいて子実収量と地上部重との間の関係が強く、MGにおいては収穫指数との関係が高かった。

以上より、低収品種群の低収要因は第一に冬枯れによる穂数不足であり、最も収量の低いLG品種群においては、冬枯れにより地上部重もかなり減じていた。また、MGにおいては地上部に影響するほどの冬枯程度を示す品種は少なく、むしろ、収穫指数の低さが低収に関与しているといえる。

表4 子実重とその関連形質および冬枯程度との関係

	穂数	一穂粒数	千粒重	地上部重	収穫指数	冬枯程度
子実重	0.708***	0.131	0.199	0.816***	0.742***	-0.623***
冬枯程度	-0.764***	0.271	0.120	0.744***	0.112	

表中の数字は相関係数を示し、***は0.1%水準で有意であることを表す。

表5 品種群別にみた子実重とその関連形質との関係

品種群	穂数	地上部重	収穫指数	冬枯程度
HG(n=15)	-0.187	0.267	0.324	-0.162
MG(n=40)	-0.507**	0.348	0.506**	-0.217
LG(n=27)	-0.698***	0.765***	0.239	-0.696***

HGはホクシンより子実重の高かった品種、MGは子実重がホクシンの1/2以上の品種、LGは子実重がホクシンの1/2未満のライコムギ品種を示す。

表中の数字は各品種群の子実重との相関係数、()内の数字は各品種群の品種数を示し、***, **はそれぞれ0.1, 1%水準で有意であることを表す。

2. 敷料利用を前提とした場合のわら重の規定要因

敷料用ライコムギ品種を選抜する際の基準を検討するため、わら重とその関連形質との間の関係について検討した(表6)。ライコムギ品種全体ではわら重は稈長、倒伏程度、冬枯程度との間に有意な相関関係がみとめられた。これをわら量レベル別にみると(表7)、冬枯程度は品種群間の差が大きく、品種群内の差が小さいため、特定の傾向はみられなかった。しかし、倒伏程度は低わら重品種群LSにおいて高い負の相関関係($r=-0.983$)が、稈長においては多わら重品種群HSにおいて正の相関関係($r=0.442$)がみとめられた。すなわち、敷料用として適しているライコムギ品種の前提条件は冬枯に耐性を示し、長稈でもある程度の強靱性を示し、倒伏しにくい特性を備えていることであるといえる。

3. コムギと比較した利用目的別多収品種の多収要因

地上部重と収穫指数の関係からHGの多収要因をみると、子実重と、地上部重および収穫指数との間に相関関係がみられず(表5)、HG全体では統一して、多収要因をこの2因子から論ずることはできなかった。しかし、育成国別に分けて検討すると、ロシアの多収品種は、収穫指数はホクシンよりも低いながらも地上部重が大きいため子実重が大きく(図6)、またポーランド・アメリカの多収品種は、収穫指数はホクシン並みであるが、地上部重が高い分だけ多収となると判断できる。この特性から用途を考えると、ロシアの多収品種は敷料利用に向

表6 わら重とその関連形質および冬枯程度との関係

	稈長	倒伏程度	冬枯程度
わら重	0.488**	0.971***	-0.732***

表中の数字は相関係数を示し、***, **はそれぞれ0.1, 1%水準で有意であることを表す。

表7 品種群別にみたわら重と関連形質との関係

品種群	稈長	倒伏程度	冬枯程度
HS(n=36)	0.442**	-0.223	-0.242
MS(n=31)	0.340	-0.024	-0.391
LS(n=17)	0.378	-0.983***	-0.219

HSはホクシンよりわら量の高かった品種、MSはわら量がホクシンの1/2以上の品種、LSはわら量がホクシンの1/2未満のライコムギ品種を示す。

表中の数字は各品種群の子実収量との相関係数、()内の数字は各品種群の品種数を示し、***, **はそれぞれ0.1, 1%水準で有意であることを表す。

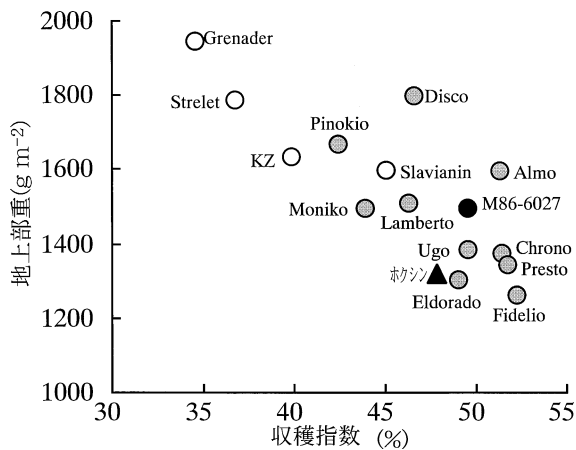


図6 多収品種における地上部重と収穫指数との関係
○, ○, ●はそれぞれロシアクラスノダール農業試験場, ポーランドダンコ社, 合衆国オレゴン州育成のライコムギ品種, ▲はホクシン (コムギ) を表す。

く品種が多いと考えられ、特に、Grenaderはホクシンよりも45%以上、地上部重が大きかった。また、ポーランド・アメリカの多収品種は子実利用に向くものが多かった。さらに、ポーランドの多収品種の中には、Discoのように地上部重、収穫指数ともに高い品種は両用途を兼用できるものも存在した。

4. 結 論

以上より、北海道にライコムギ品種を導入する場合、子実利用、敷料利用を問わず、冬枯に強いことが適応品種の前提条件である。次に、子実利用を考える場合は、穂数がホクシンと同等かやや下回る程度に確保され、収穫指数が高く、出穂期がホクシンよりも一週間以上遅くならないことが必要であるといえる。さらに、敷料利用を目的とする際には、長稈ではあるが、ある程度の強稈性を備え、倒伏程度が低いものを基準に選抜していくことが必要である。現在、保有している遺伝資源の中では、ポーランド育成の多収品種が子実利用として、ロシア育成の多収品種が敷料として有望であった。

5. 既往の研究との比較と今後の検討課題

本報における子実用および敷料用の多収品種の生育特性はロシア、ポーランドに限られた遺伝資源において、北海道での適応性を調べた報告¹⁴⁾の結論とほぼ一致した。ここで最も問題になるのは、北海道のような多雪地帯で、高い越冬性を示すライコムギの遺伝資源が少ないことである。ロシア、カナダ、ポーランドのような亜寒帯で育成されたライコムギ品種は、少雪土壤凍結地帯に対する適応性、すなわち耐凍性を備えていても、耐雪性が不十分であるこ

とが予想される。次に、子実収量の規定要因を収量構成要素からみると、穂数が制限因子となっている品種が多い。穂数不足は雪腐病の被害による場合もあるが、有効茎歩合の低さも関係していると考えられる。このことは、越冬前の茎数が多く、冬枯が軽微であるにもかかわらず、出穂期以降の穂数が少ない品種が存在することから確認することができる。ライムギはコムギに比べて、有効茎歩合が低く、このことがライムギの子実重を規程する1つの要因であることも指摘されている⁹⁾。有効茎歩合が低いため、低収にとどまるライコムギ品種は、ライムギのこの性質を色濃く残していると推察される。

また、出穂期が遅く長稈となるため収穫指数が低く、低収にとどまる品種は、ロシア、ウクライナ、カナダなどの高緯度地方の育成品種が多いことから、これらの品種の低収要因には日長感応性が関与していることも類推される。つまり、北海道の6、7月の長日条件であっても、これらの品種の出穂には、日長が不十分で、生殖生長への移行が遅延すると考えられる。

さらに、HG品種群の平均の出穂期は積算気温が確保される滝川においては、ホクシンよりも遅いが、積算気温の低い紋別において、この関係が逆転する。これはコムギとライコムギの栄養生長期間における感温性の違いを示していると思われる。言い換えると、ライコムギとホクシンの間に主稈葉数の差がない場合、積算気温の低い条件下では、ライコムギの展葉速度がコムギに比べて早い¹⁴⁾ためであると考えられる。

以上より、現在の所、ライコムギ品種を海外より輸入しただけでは、全道全域を対象に安定多収が実現できると目処のたつライコムギの遺伝資源は少なく、収量を安定させ、実用性を高めるためには、雪腐病抵抗性、生理的耐雪性を含めた、耐雪性と早生化の育種が不可欠であると考えられる。

また、本報においては、ライコムギ品種の収量性のみ論議してきたが、生産者段階の利用場面も想定すると、ライコムギの実用普及にはいくつかの問題が存在する。子実利用の場合は、赤カビ病や穂発芽の発生を軽減する方策が不可避である。特に、濃厚飼料を供給する飼料作物として考える場合は、無防除での栽培が前提である。2002年より赤カビ病の発生するマイコトキシンの毒性基準が厳しくなったことともあわせて考えると、最重要課題であるといえる。また、敷料利用の場合もライコムギおよびライムギ稈は、コムギ稈よりも長稈のため、切断の必要性が指摘されている⁹⁾。これに対応するためには、

カッティングローラーを購入する必要がある。

謝 辞

ライコムギの遺伝資源収集に当たっては、多くの方に協力して頂いた。アメリカ合衆国およびロシアバビロフ植物育種研究所育成品種については、アメリカ農務省遺伝資源センターの Blockelman 博士に、ロシアのクラスノダール農業試験場育成品種については同試験場の Timofeev 博士に、ポーランド育成品種についてはダンコ社の Pojmaj および Bnaszack 両博士に、中国育成品種については中国農業科学院作物育種栽培研究所の孫教授に、カナダ育成品種についてはアルバータ州立農業試験場の Salmon 博士に、韓国育成品種については安城産業大学の尹教授に、東北農業研究センター育種品種については元小麦育種研究室の佐藤暁子博士に心暖まる協力に頂いた。ウクライナ、ポーランドの一部の品種については元北海道農業試験場養分動態研究室室長水落勤美博士が収集したものを引き継ぎ供試させて頂いた。ともに心より感謝する。

引用文献

- 1) Arseniuk, E. and T. Oleksiak. 2002. Production and breeding of cereals in Poland. Proc. 5th Int. Triticale Symp. Radzikow, Poland. 1: 14.
- 2) Brown, W.L., R. Bressani, D.V. Glover, A.R. Hallauer, V.A. Johnson and C.O. Qualset. 1989. Triticale today. In Vietmeyer, N.T. ed., Triticale: a promising addition to the world's cereal grains, National Academy Press, Washington. 14-29.
- 3) Brown, W.L., R. Bressani, D.V. Glover, A.R. Hallauer, V.A. Johnson and C.O. Qualset. 1989. Experiences around the world. In Vietmeyer, N.T. ed., Triticale: a promising addition to the world's cereal grains, National Academy Press, Washington. 53-61.
- 4) Fretzdorff, B. 1992. Lipolytic enzyme activities in germinating wheat, rye and triticale. In Walker-Simmons, M.K. and J.L. Ried, Pre-harvest sprouting in cereals, American association of cereal chemists, Washington. 270-277.
- 5) Goral, T., J. Perkowski and E. Arseniuk. 2002. Study of Fusarium head blight of winter triticale. Proc. 5th Int. Triticale Symp. Radzikow, Poland. 179-184.
- 6) 岩渕慶・太田二郎・桑原誠・中司啓二. 2001. ライ麦・ライ小麦の敷料用資材としての検討. 畜産の研究 55: 970-974.
- 7) Juskiw, P. 1998. Triticale production by country 1997/1998. Proc. 4th Int. Triticale Symp. Red Deer, Alberta. 2: 1.
- 8) 萬田富治・村井勝・鶴川洋樹・山崎昭夫. 1992. 総論. 麦稈・稲わら飼料化の新技術. 新アンモニア処理システム「ほくのう・S」北海道農業試験場研究資料. 48: 1-17.
- 9) 永山雅章・義平大樹・山本嘉彦. 2001. 江別市におけるライムギの生育, 収量性の品種間差異. 日育・日作北海道談話会報 42: 61-62.
- 10) 農林水産省. 2003. 我が国の食料自給率 —平成 13 年度 食料自給率レポート・食料需給表—.
- 11) 米田瞳・義平大樹. 2002. 秋播ライコムギの光合成速度および葉面積拡大速度に及ぼす温度, 窒素の影響—コムギ, ライムギとの比較—. 日育・日作北海道談話会報 43: 79-80.
- 12) 義平大樹・唐澤敏彦・中司啓二・阿部二郎. 1996. 北海道における秋播ライコムギの越冬性. 第 2 報. 播種期がライコムギ, コムギ, ライムギの初冬の耐凍性および越冬個体率に及ぼす影響. 酪農学園大学紀要 21: 109-113.
- 13) 義平大樹・田原義久・唐澤敏彦・中司啓二・有原丈二. 1997. 秋播ライコムギ(×*Triticosecale* Wittmack)の収量性に関する基礎的研究. 第 1 報. 収量および収量関連形質のコムギ, ライムギとの比較. 酪農学園大学紀要 21: 193-200.
- 14) 義平大樹・唐澤敏彦・中司啓二. 2000. 道央多雪地帯における秋播ライコムギの収量性. 日作紀 69: 165-174.
- 15) 義平大樹・唐澤敏彦・中司啓二. 2000. 北海道における秋播ライコムギの多収要因解明に関する研究. 第 1 報. 生長解析. 日作紀 69(別 2): 124-125.

要 約

世界各地(ロシア, ウクライナ, ポーランド, アメリカ, カナダ, 中国, 韓国, フランス)から秋播ライコムギ 88 品種を収集し, 子実利用および敷料利用を前提に, 多収品種群と低収品種群に分けて, 収量関連形質の違いを検討し, 将来の適応品種選抜, 育種の基礎的知見を得ようとした。子実利用, 敷料

利用にかかわらず，多収品種に共通するのは，まず冬枯れに強いことである。さらに，子実利用を前提とする場合には，道内のコムギ基幹品種ホクシンと同等かやや下回る程度に穂数を確保し，収穫指数が高く，出穂期がホクシンよりも1週間以上遅くならない早生品種が適当であると考えられた。ポーランド

ドダンコ社育成品種の中にこれらの条件を満たす品種が複数存在した。次に，敷料利用を前提とする場合には，ある程度長稈であっても強稈性を備え，倒伏程度の低いものを選抜していく必要があり，ロシアクラスノダール農業試験場育成品種の中にこれに該当するものがあつた。

Summary

Eight-eight varieties of winter triticale from various countries (Russia, Ukraine, Poland, United States, Canada, China, South Korea and France) to be cultivated for use as food and concentrate feed or as bedding material were divided into high-yielding variety group and low-yielding variety group, and differences in yields and related characteristics were investigated to obtain basic data that will be useful for selection of adaptive varieties and for breeding. High-yielding varieties for both uses were winter-hardy. High grain-yielding varieties have ear numbers similar to or only slightly less than that of Hokushin (the leading variety in Hokkaido) and high harvest index and for which the heading date was no more than one week after that of Hokushin. Several varieties bred by Danko company in Poland fulfilled those traits. On the other hand, high straw-yielding varieties to be used as bedding material should have straw stiffness even if they are relatively long-culmed and should have lodging resistance. Some varieties bred at the Krasnodarskii agricultural experimental station in Russia have those traits.