

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2報. 有望品種の耐凍性および生理的耐雪性

于 華 栄¹⁾・義 平 大 樹¹⁾・中 司 啓 二²⁾・小 阪 進 一³⁾

Growth characteristics of winter triticale in Hokkaido collected from various countries II. Freezing tolerance and physiological snow tolerance of promising varieties

Huarong YU, Taiki YOSHIHIRA, Keiji NAKATSUKA and Shinichi KOSAKA
(November 2003)

緒 論

著者らは前報²⁰⁾において、ロシア、ポーランド、アメリカ、カナダ、中国、韓国、フランスなどから88品種を導入して北海道で栽培した結果、子実利用、敷料利用にかかわらず、多収品種に最も求められる能力は、冬枯れに対する耐性であることを確認した。冬枯れに対する耐性は、一般的には越冬性と呼ばれ、耐凍性、耐雪性、耐湿性および再生力などのさまざまな生理的要因が関与し、これらが複雑に絡みあって発現する現象である¹¹⁾。ライコムギはどの性質が劣っているため、北海道での越冬性が安定しない品種が多いかを明らかにすることは、秋播ライコムギの越冬性向上のための育種、栽培を考えるうえで不可欠である。

北海道は、北欧、アメリカ・カナダ東部の五大湖周辺地域と並び、積雪期間が平地で4ヶ月以上に及ぶ世界有数の多雪地帯であり^{8,17)}、このような寒冷多雪地帯における越冬性には、ある程度の耐凍性、耐雪性、再生力が重要である¹¹⁾とされている。

ライコムギの耐凍性の知見として、初冬の耐凍性は地域のコムギ、ライムギ基幹品種に比べて劣るとするという報告^{4,7,9,12)}が多い。これらの報告のライコムギは、育種母材としてライムギの基幹品種を使っている品種が含まれることから、ライムギの優れた耐凍性が育成されたライコムギに反映されていないと解釈できる。しかし、秋播性Ⅶのカナダのライコムギ品種はホクシンに比べて初冬の耐凍性が同等、もしくはそれ以上である²²⁾ことも確認されてお

り、寒冷地域で栽培可能なライコムギの耐凍性は、品種間差異が大きいと予想される。

秋播ライコムギの耐雪性については、知見が極めて乏しい。これは、寒冷地における秋播ライコムギが、雪が少なく土壌凍結をともなう亜寒帯を中心に栽培されている^{2,3)}ことに関係すると考えられる。耐雪性は生理的耐雪性と雪腐病抵抗性に分けられる。一部のポーランドおよびカナダ育成の秋播ライコムギが、ホクシンに比べ、生理的耐雪性¹⁹⁾、黒色小粒菌核病²²⁾および褐色雪腐病抵抗性¹³⁾が劣ることが報告されている。しかし、これは、ポーランド、カナダの少数の品種に限られた成績であり、ライコムギの耐雪性を正確に把握するためには、遺伝的背景がより広い品種を収集し、試験に供する必要がある。

また、秋播ライコムギの融雪後の再生力についての報告も少ない。しかし、冬枯程度が軽い場合、多くの品種で起生期以降の個体群生長速度がホクシンより極めて高いことが圃場²³⁾と人工気象室^{6,15)}の両方で、明らかになっていることから、ライコムギの融雪後の再生力は極めて優れていると判断できる。それゆえ、本報では検討の対象から除外することとした。

そこで、前報において圃場での越冬個体率と収量性から有望と判断されたライコムギ7品種について、初冬の耐凍性と生理的耐雪性をコムギ、ライムギ品種と比較検討し、北海道における秋播ライコムギの越冬性向上のための育種、栽培に関する基礎的知見を得ようとした。

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⁾ 北海道農業研究センター

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

³⁾ 酪農学園大学酪農学部酪農学科草地学研究室

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

材料および方法

1. 供試品種

試験には、秋播ライコムギ7品種を供試した（表1）。Krasnodarskii Zernokomovoi（以下、KZ）、Slavianin および Stiniism-3（以下、Stiniism）は、ロシア南部のクラスノダール農業試験場育成品種、Presto, Eldorado はポーランドダンコ社育成品種、Bob, Newcale はそれぞれアメリカオレゴン州、ネブラスカ州育成品種である。これらのライコムギの比較対象品種として、越冬性が良好な秋播コムギ品種ホクシン、Munstertaler および秋播ライムギ4R507を用いた。ホクシンは北海道の基幹品種、Munstertaler は耐雪性極強のスイスの在来品種である。また、4R507は中国科学院作物育種栽培研究所育成の耐雪性に優れた4倍体のライムギ品種である。

2. 栽培方法

供試品種を酪農学園大学実験圃場（以下、江別）と北海道農業研究センター遺伝資源利用研究室紋別分室（以下、紋別）の2ヶ所で栽培した。江別ではバットによる栽培で試験を行った。方法は直径10~11 cmのシャーレに供試品種を100粒播種し、25℃一定のインキュベータ内で2~3日置き催芽させた。その後、北海三共の園芸培土（N-340, P₂O₅-1350, K₂O-220, Mg-150 mg/l）を、内径30 cm×32 cm、厚さ7 cmのバットにつめ、畦間3 cm、株間2 cmの間隔で催芽種子を一粒（バット当り90粒）播種した。播種は2001年10月3日に行った。幼芽の長さが1 cm程度の徒長していない催芽種子を使用したため、出芽率はほぼ100%近く、良好であった。幼苗は11月下旬まで野外でハードニングさせた。紋別では圃場に、畦幅30 cm、畦長4 m、播種量1 m²当り340粒の栽植密度で、2001年9月10日に播種した。根雪前の11月下旬に雪腐病防除を行い、江別ではバシタックベフラン1000倍を、紋別ではフロンサイド1000倍を散布した。栽培期間中には雪腐病の発生はみとめられず、積雪下での生理的变化は雪腐病の影響を除いたものとして解釈できた。

3. 調査方法

1) 半数個体致死温度

半数致死個体温度（以下、LT₅₀）は、江別で12月24日、2月24日、3月23日にバッドを積雪下より堀りおこして測定した。LT₅₀の測定は、採取した個体に付着した土を落とし、冠部と茎部をあわせて4

cm なるように切り取り脱脂綿で包み、さらにアルミホイルで被い、冷凍庫で凍結処理を行った。-3℃で8時間植水した後、1時間に1℃ずつ温度を下降させて、2℃間隔で5段階の温度処理を加えた。バーミキュライトをつめたバッドに移植し、20℃一定の温室に3週間おき、発根した個体を生存個体とした。5段階の温度の生存率を求め、プロビット法によりLT₅₀を計算した。江別の2001年の根雪始めは12月12日で、また、大部分の越冬作物の耐凍性は根雪前後に最も優れる^{1,10)}ことから、12月24日のLT₅₀を最大の耐凍性を示す指標とした。また、積雪下で作物は貯蔵炭水化物を消耗し、耐凍性を低下させることから、2月23日や3月23日と12月24日のLT₅₀の差を生理的耐雪性の指標とした。

2) 水分含有量および糖含有量

耐凍性、耐雪性との関連が指摘されている形質として、糖含有量、単二糖含量、フラクタン含有量および水分含有量を測定した。まず、積雪下から個体を採取し、採取直後の生重と80℃、72時間で通風乾燥後の乾物重の比（以下、水分乾物比）を求め、水分含有量を表す指標とした。また、サンプルの一部を採取直後より-20℃以下で凍結して保存した。その後、凍結サンプル1~2 gを70%エタノール80 mlに炭酸カルシウムを加えた液に浸漬し、30分間湯せん抽出し、それを3回繰り返した。さらに、純水80 mlで30分湯せん抽出をおこなった。両者の混合液を適宜希釈し、アンスロン試薬4 mlと蒸留水1 mlを加え、冷水中で攪拌した。その後、10分間100℃で湯せんし、分光光度計により630 nmで比色定量し、サンプル生重、抽出液量から全糖含有量を算出した。

さらに、全糖量含有量に応じて抽出液を希釈し、その1 mlを高速陰イオン交換クロマトグラフィー（Dionex社DX300）に供し、グルコース、フラクース、シュークロース含有量を定量した。カラムはCarbopakPA-1（4.0×250 mm、Dionex社）を用い、溶離液には150 mM水酸化ナトリウム（グラジェント溶出25 mM~200 mM酢酸ナトリウム）を使用した。検出器にはPAD（パルスアンペロメトリー検出器）を用いた。その電圧設定は0.1 V（0~0.5秒）、0.6 V（0.5~0.6秒）、-0.6 V（0.5~0.6秒）とし、0.3~0.5秒を積算した。クロマトグラムは島津クロマトパックCR6Aにより記録した。単糖類（グルコースとフラクース）、二糖類（シュークロース）の合計を単二糖類含有量、全糖含有量と単二糖含有量の差をフラクタン含有量とした。

3) 低温要求性

直径 11 cm のシャーレに供試品種を 50 粒播種し、25℃で発芽させた。その後、シャーレを低温恒温温室に移し、0～4℃の暗黒条件で 42, 49, 56, 63 日間低温処理をおこなった。所定の低温処理期間が終了後、催芽種子を 1/5000 a のワグネルポットに播種し、人工気象室にて 20℃, 24 時間全日長の条件で栽培し、播種から止葉完全展開期までの日数(以下、止葉日数)を測定した。後藤⁵⁾の方法に従い、この条件で止葉日数が 34 日以下になるのに必要な低温期間を、秋播性程度(以下、低温要求性とする)と定義した。

結 果

1. 耐凍性およびその関連形質の推移

表 1 に LT₅₀ の推移を示した。12 月の LT₅₀ は有意な品種間差異がみとめられ、Bob, Newcale, Munstertaler<4R507, ホクシン, Eldorado, Presto, Slavianin, Stiniism<KZ の順で低かった。であった。ホクシンを基準に供試品種の初冬の耐凍性を比較すると、ホクシンよりも耐凍性が優れたのはアメリカ品種 Newcale, Bob, ホクシンと同程度の耐凍性を示したのがポーランド品種 Eldorado, Presto および KZ 以外のロシア品種、ホクシンよりもやや劣るのが KZ であった。

2 月の LT₅₀ をみると、Bob の耐凍性が最も優れ、次いでホクシン, Munstertaler が続き、Bob 以外のライコムギ品種の LT₅₀ はいずれも高かった。特に Presto は全品種の中でもきわだって高かった。3 月もライコムギ品種の LT₅₀ もコムギより高く、その中でも Presto とロシア育成品種の LT₅₀ の高さが顕著であった。

また、低温要求性は、Presto, Newcale, KZ, Stiniism およびホクシンが秋播性程度Ⅵにあたる 49～51 日、Eldorado, Slavianin は秋播性程度Ⅵ～Ⅶに相当する 56 日、Bob, Munstertaler, 4R507 が秋播性程度Ⅶにあたる 63 日であった。

江別における積雪下の LT₅₀ の推移を各作物の平均で比較すると(図 1-a), 12 月の LT₅₀ は作物間で大差がみられなかったが、2 月、3 月においてはコムギ<ライムギ<ライコムギの順で低かった。また、ライコムギの LT₅₀ を育成国別に比較すると(図 1-b), アメリカ品種の LT₅₀ が 12 月、2 月において他の国に比べて低く推移したが、2 月から 3 月にかけての上昇量が大きいため、3 月における LT₅₀ の品種間差異は小さくなった。

次に、積雪下での乾物重の推移をみると、すべての作物で、積雪期間にともなって減少した(図 1-c)。作物間で比較すると、12 月の乾物重はライムギ>ライコムギ>コムギの順で大きく、ライムギとコムギの間には有意差がみとめられた。しかし、積雪期間にともなう乾物重の減少は、コムギがライコムギ、ライムギに比べて小さかったために、3 月の乾物重はコムギがライムギ、ライコムギを上回った。育成国別に比較すると(図 1-d), アメリカ品種の乾物重が積雪期間を通して、ポーランドの品種よりも大きかった。ロシア品種は、積雪期間にともなう乾物重の減少量が、他の 2 国のものと比較して少ない傾向にあった。

水分乾物比は、すべての作物で積雪期間にともなって上昇した。作物別に比較すると(図 1-e), ライコムギ, コムギの水分乾物比は 2 月から 3 月にかけての上昇がライムギに比べて大きかった。3 月の融雪前の水分乾物比はライコムギがコムギ、ライム

表 1 耐凍性の推移および低温要求性

作物	品種	育成国 または地域	LT ₅₀ (℃)			低温要求 性(日)
			12月	2月	3月	
ライコムギ	Presto	ポーランド	-20.4 b	-9.6 d	-4.7 f	49 c
	Eldorado	ポーランド	-22.0 b	-14.0 c	-9.2abcd	56 b
	KZ	ロシア	-17.8 c	-12.8cd	-6.1ef	49 c
	Slavianin	ロシア	-20.6 b	-14.3 c	-6.0ef	56 b
	Stiniism	ロシア	-20.2 b	-13.2cd	-6.7ef	49 c
	Newcale	アメリカ	-23.8 a	-13.1cd	-9.9abc	51 c
	Bob	アメリカ	-24.1 a	-18.0 a	-7.0def	63 a
コムギ	ホクシン	北海道	-21.4 b	-16.1 b	-10.5ab	49 c
	Munstertaler	スイス	-23.6 a	-16.1 b	-10.7 a	64 a
ライムギ	4R507	中国	-22.4ab	-14.6 c	-8.9bcde	63 a

LT₅₀ は半数個体致死温度を表し、低温要求性は低温処理後、止葉日数が 34 日以下になるのに必要な 4℃以下の低温日数を示す。

a, b, c, d, e, f はそれぞれ有意水準 5% で差異があることを示す。

KZ は Krasnodarskii Zernokormovoi, Stiniism: Stiniism-3 の略称を表す。

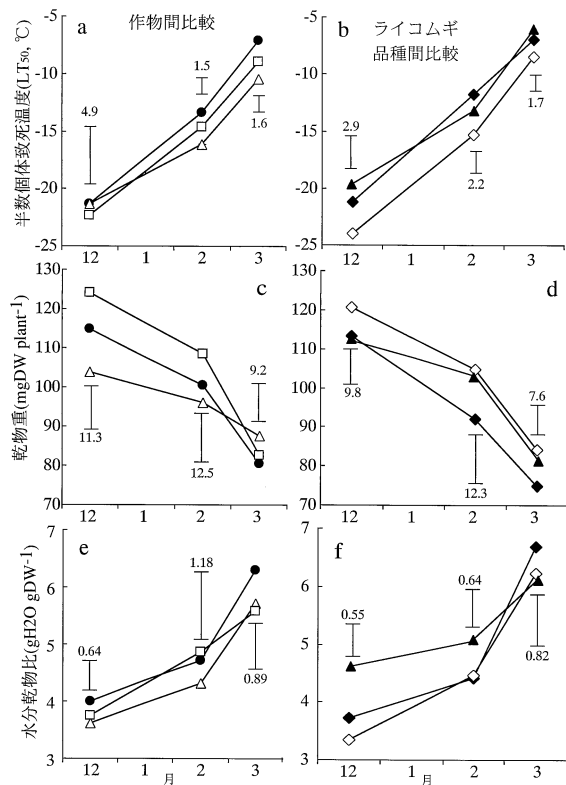


図1 半数個体致死温度(LT_{50}), 個体当り乾物重, 水分乾物比の推移

左の図は作物間比較で, 凡例は●—ライコムギ7品種平均, ▲—コムギ2品種平均, □—ライムギを示す。
右の図はライコムギ品種間比較で, ◆, ▲, ◇はそれぞれポーランドダンコ社, ロシアクラスノダール農業試験場, アメリカオレゴン州育成品種の平均を示す。
⊥は5%水準LSDを示す。

ギよりもやや高かった。ライコムギの水分乾物比を育成国別に比較すると(図1-f), 12月と2月でロシア品種の水分乾物比がアメリカ, ポーランドの品種よりやや高かった。アメリカの品種は, 12月の水分乾物比は最も低い, 積雪下における増加が著しく, 3月の水分乾物比は他国の品種と差がみられなかった。

2. 積雪期間にともなう貯蔵炭水化物の推移

江別, 紋別両地域における積雪期間にともなう単二糖類およびフラクタン含有量の推移を各作物の平均で比較した。単二糖類の推移には大きな作物間差異はみられなかった(図2-a), 2月, 3月のフラクタン含有量は, コムギ, ライムギがライコムギより明らかに高く, 有意差がみとめられた(図2-b)。

それに対して紋別における単二糖類含有量は, 12月に大きな差がみとめられ, ライコムギ>ライムギ>コムギの順に多かったが, 積雪期間にともない

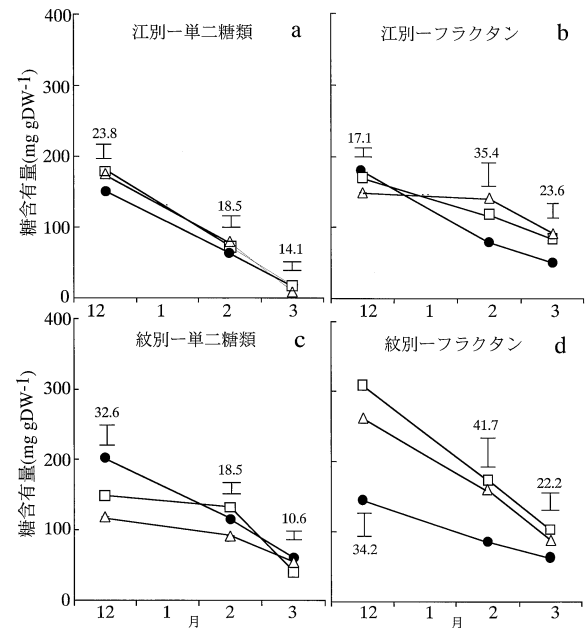


図2 単二糖類, フラクタン含有量の作物間比較

●—ライコムギ7品種平均, ▲—コムギ2品種平均, □—ライムギ品種
⊥は5%水準LSDを示す。

作物間差異は小さくなった(図2-c)。また, フラクタン含有量は, 積雪期間を通してライコムギ<ライムギ<コムギの順に少なかった(図2-d)。コムギとライムギは江別に比べてはるかに高かったのに対して, ライコムギでは両試験地で大きな差異はみられなかった。

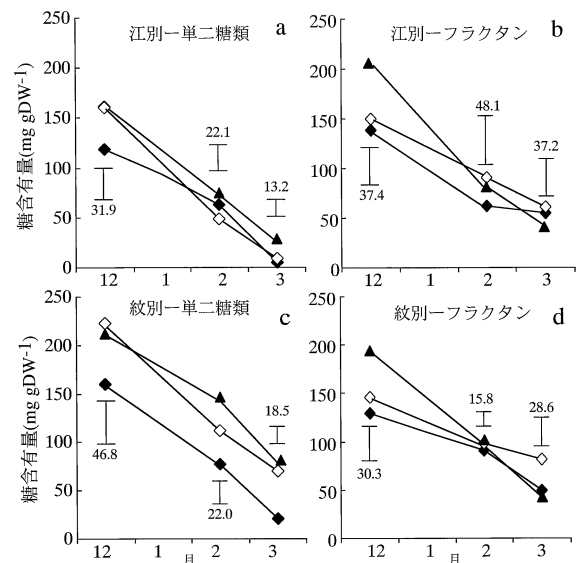


図3 単二糖類, フラクタン含有量のライコムギ品種間の比較

◆, ▲, ◇はそれぞれポーランドダンコ社, ロシアクラスノダール, アメリカオレゴン州育成品種の平均を示す。
⊥は5%水準LSDを示す。

単二糖類およびフラクタン含有量をライコムギ品種間で比較すると、江別の12月の単二糖類含有量は、ポーランド育成品種が他に比べてやや低く（図3-a）、フラクタン含有量はロシア品種が他の品種に比べて高かった（図3-b）。しかし、2月、3月においては有意な品種間差異はみとめられなかった。紋別における単二糖類は、積雪期間を通してポーランド品種が有意に低く（図3-c）、フラクタン含量は江別と同様の傾向がみられた（図3-d）。

3. 初冬の耐凍性とその関連形質との関係

図4に12月のLT₅₀とその関連形質との関係を示した。低温要求性との関係についてみると（図4-a）、全供試品種では、両者の間には $r=-0.659$ の負の相関関係がみとめられた。糖含有量のうち、単二糖類含有量との間には $r=-0.731$ の負の相関関係が、フラクタン含有量との間には $r=0.751$ の正の相関関係がみとめられた（図4-b, c）。水分乾物比との間には $r=0.842$ の正の相関関係が確認された（図4-d）。

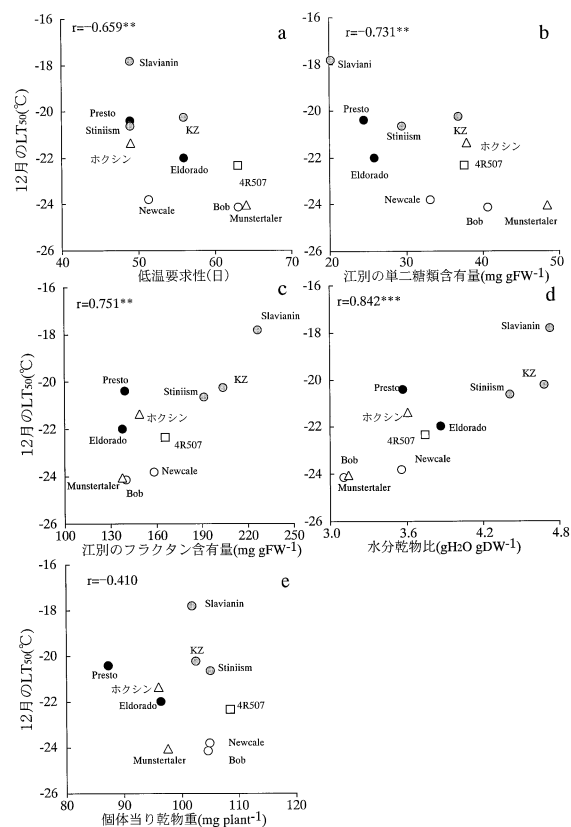


図4 12月の半数個体致死温度 (LT₅₀) と関連形質との関係

●ポーランドダンコ社育成ライコムギ, ○アメリカオレゴン州育成ライコムギ, ○ロシアクラスノダール農業試験場育成ライコムギ, △コムギ, ▲ライムギ
LT₅₀ は半数個体致死温度, r は相関係数, **, *** は 5, 1%水準で有意であることを示す。

4-d)。しかし、個体当たり乾物重との間には一定の関係はみられなかった（図4-e）。つまり、初冬の耐凍性に優れた品種は低温要求性が大きく、この時期の水分含量が少なく、貯蔵炭水化物としては単二糖類含有量が多く、相対的にフラクタン含有量が少ないことが特徴である。

ライコムギの品種間差異に注目すると、ロシア品種は低温要求性がやや小さく、水分含有量が高めで、相対的にフラクタン含有量が多く、単二糖類含有量が低いため、初冬の耐凍性が他国に比べて劣り、アメリカの品種は水分含有量が低く、単二糖類含有量が高いため、初冬の耐凍性が優れると考えられた。ポーランドの品種はロシアとアメリカの中間的な傾向を示した。

4. 生理的耐雪性とその関連形質との関係

生理的消耗を示す3月のLT₅₀と糖含有量との関係を図5に示した。全供試品種の場合、3月のLT₅₀と単二糖類との間には $r=0.540$ の正の相関関係が、フラクタン含有量との間には $r=-0.681$ の負の相関関係がみとめられた。すなわち、フラクタン含有量の多い品種が耐雪性にすぐれ、ライコムギはコムギ、ライムギに比べてフラクタン含有量が低いため、生理的耐雪性が劣ると考えられる。

ライコムギの品種間差異について検討すると、ロシアの品種は3月のLT₅₀が他国の品種に比べて高く、かつ単二糖類含有量が高く、Slavianinを除きフラクタン含有量が低かった。アメリカ、ポーランド育成品種の中では、単二糖類およびフラクタン含有量に大きな品種間差異がみられなかった。

次に、12月から2月のLT₅₀の上昇量と同期間の関連形質の間の関係を図6に示した。12月から2月のLT₅₀の上昇量は、個体当たり乾物重の減少量と

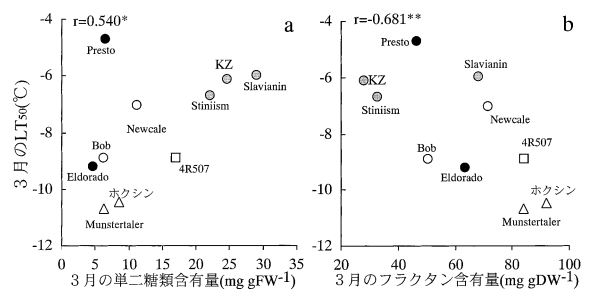


図5 3月の半数個体致死温度 (LT₅₀) と関連形質との関係

●ポーランドダンコ社育成ライコムギ, ○アメリカオレゴン州育成ライコムギ, ○ロシアクラスノダール農業試験場育成ライコムギ, △コムギ, □ライムギ
LT₅₀ は半数個体致死温度, r は相関係数, *, ** は 10, 5%水準で有意であることを示す。

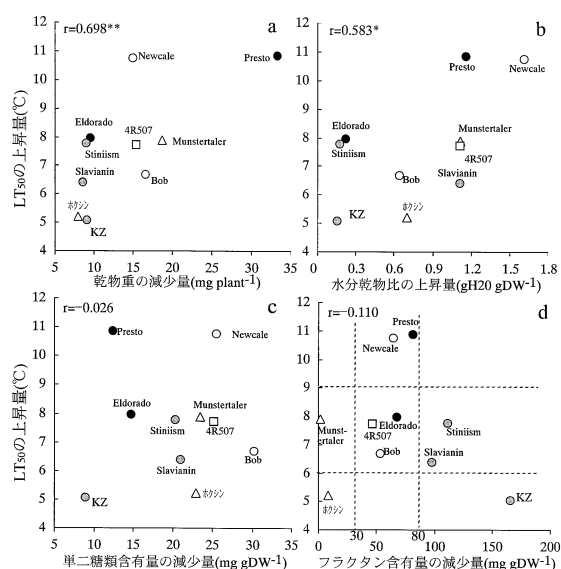


図6 12月から2月までの半数個体致死温度 (LT_{50}) の上昇量とその関連形質の変化量との関係

●ポーランド育成ダンコ社ライコムギ, ○アメリカオレゴン州育成ライコムギ, ○ロシアクラスノダール農業試験場育成ライコムギ, △コムギ, □ライムギ

LT_{50} は半数個体致死温度, r は相関係数, *, ** は 10, 5% 水準で有意であることを示す。

d の点線は LT_{50} およびフラクタン含有量の減少による品種区分の境界線を示す。

$r=0.698$ の正の相関関係が、水分乾物比の増加量とも $r=0.583$ の正の相関関係がみとめられた (図 6-a, b)。これに対して単二糖類およびフラクタン含有量との間には、一定の相関関係がみとめられなかった (図 6-c, d)。しかし、 LT_{50} の上昇量が 6°C 以下の品種 (Munstertaler, KZ)、 $6 \sim 9^{\circ}\text{C}$ の品種 (ホクシン, Stiniism, Bob, Slavianin)、 9°C 以上の品種 (Presto, Newcale) に分け、さらに、フラクタン含有量の減少量は 30 mg gFW^{-1} の品種 (Munstertaler, ホクシン)、 $30 \text{ mg} \sim 80 \text{ mg gFW}^{-1}$ の品種 (4R507, Eldorado, Presto)、 80 mg gFW^{-1} 以上の品種 (Presto, KZ, Slavianin, Stiniism) に区分したところ (図 6-d)、圃場での越冬性を反映するグループ分けができた。

考 察

ライコムギの初冬の耐凍性には品種間差異が存在し、ロシア<ポーランド<アメリカ育成品種の順で優れ、中でもアメリカ品種 Bob はホクシンに比べ、明らかに初冬の耐凍性が優れた。この要因は 12 月の単二糖類含有量の多さと水分含有量の低さに基づいていた (図 4-b, d)。

これを低温要求性からみても、ホクシンの秋播性程度は VI, Bob は VII であり、秋播性 VII のライコムギ

品種の中には道内のコムギより越冬性が優れるものがあるという米田ら¹⁴⁾の報告と一致した。しかし、同じ秋播性程度ならば、ライコムギの初冬の耐凍性はコムギに比べて劣るという結果は、既往の研究^{18,19,21,22)}と同様であった。カナダを中心に秋播ライコムギの初冬の耐凍性が、コムギの基幹品種に比べて劣るとする報告^{7,9,12)}がみられるのは、カナダのような寒冷地において用いられる秋播麦類はすべて秋播性程度 VII であり、同じ VII レベルで比較すると、ライコムギの初冬の耐凍性がコムギを下回るためであると推察される。

次に、生理的耐雪性について、 LT_{50} の上昇量から評価すると、Presto, Newcale とそれ以外の品種に区分でき、後者は前者に比べて優れていた。この要因の一つは、積雪期間にともなう水分乾物比の上昇量で、後者が前者よりも少ないからであると考えられる。さらに、Presto, Newcale を除いた品種について、フラクタン含有量の減少量から評価すると、Bob, Eldorado とロシアの品種に区分され、前者の生理的耐雪性は後者よりも優れているといえる。

供試したコムギ品種は、ライコムギに比べてフラクタン含有量の減少が少なかった。Yoshida ら¹⁶⁾は、コムギの品種は育成地により耐凍型と耐雪型に分けられ、カナダ西部、アメリカ中西部のような少雪土壌凍結地帯で選抜された品種は耐凍型、北海道のような多雪地帯で選抜された場合には耐雪型品種が多く選拔されるとしている。この区分をライコムギ品種に適用してみると、ロシアの黒海沿岸のクラスノダール農業試験場で選抜された品種は、積雪期間にともなう水分乾物比、 LT_{50} の上昇量、乾物重の減少程度が他国の品種に比べてやや少なかったことから耐雪型、アメリカのネブラスカ州育成の Newcale, オレゴン州育成の Bob は、初冬の耐凍性が優れるが、フラクタン含有量の減少が大きいことから耐凍型に区別できる。しかし、ロシアの品種は相対的に耐雪型に区分できるが、耐雪性のレベルは低く、ホクシンに比べて劣ると判断できた。また、同じ育成国の耐凍型ライコムギ品種であっても、低温要求性の大きい Eldorado, Bob は Presto, Newcale に比べて、 LT_{50} の上昇量およびフラクタン含有量の減少量から考えて、ある程度の生理的耐雪性を備えていると考えられた。このことは、Eldorado, Bob が実際の圃場試験において、越冬性が良好であることから裏付けられる。

これまで収集されてきたライコムギ、ライムギは、越冬期間の耐凍性、貯蔵性炭水化物の推移から考えると、コムギの区分でいう耐凍型品種が大部分を占

めるといえる。しかし、生理的耐雪性のレベルは低いが、ロシアクラスノダール農業試験場育成ライコムギ品種のように、相対的に耐雪型と考えられる品種の存在は興味深い。本報の結果や他の報告から考えて、北海道における秋播ライコムギの越冬性向上のためには、耐凍性の育種よりも耐雪性の育種が最重要課題といえる。その際には、レベルの高い耐雪型ライコムギの遺伝資源が必要となる。

以上より、海外から導入されたライコムギで、収量性が期待できる品種を選抜して試験に供したところ、初冬の耐凍性については、コムギより優れたものがみられた。しかし、生理的耐雪性はいずれもホクシンよりも劣っていた。北海道における秋播ライコムギの越冬性を向上させるためには、耐雪性育種が極めて重要であり、ライコムギの潜在的な多収性を安定的に実現するためには、耐雪性育種を行うことが不可欠である。現在有している遺伝資源の中から、そのような可能性を持つライコムギ品種を選ぶとすれば、ポーランド育成の Eldorado、アメリカオレゴン州育成の Bob が有望であろう。

謝 辞

播種作業ならびに積雪下のサンプリングにおいて、本学酪農学部酪農学科飼料作物研究室の4年目学生諸氏に多大な協力を頂いた。また、植物体の糖の分析に関しては本学酪農学部食品科学科食物栄養研究室の高速陰イオン交換クロマトグラフィーをお借りし、小野寺助教授には懇切丁寧にご指導して頂いた。ともに心より感謝申し上げる。

引用文献

- 1) 阿部二郎 1996. 作物の耐凍性の季節的变化. 低温生物工学会誌 42 (1) : 1-5.
- 2) Arseniuk, E. and T. Oleksiak 2002. Production and breeding of cereals in Poland. Proc. 5th Int. Triticale Symp. Radzikow, Poland. 1: 14.
- 3) 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.
- 4) Dvorak J. and D. B. Fowler 1978. Cold hardiness potential of triticale and tetraploid rye. Crop Sci. 18: 477-478.
- 5) 後籾虎男. 1976. コムギにおける春化要求度の品種差異に関する研究. 育種学雑誌 26 (4) : 307-327.
- 6) 君塚郁子・義平大樹. 1998. 秋播ライコムギに対する窒素施用量が生育, 光合成速度に及ぼす影響—コムギ, ライムギとの比較—. 日育・日作北海道談話会報 38 : 57-58.
- 7) Limin, A.E., J. Dvorak and D. B. Fowler 1985. Cold hardiness in hexaploid triticale. Can. J. Plant. Sci. 65: 487-490.
- 8) 松田一. 1992. 北海道の気候の地域性. 北海道農業における気象情報と先端的利用 (堀口邦夫監修). 日本気象学会北海道支部. 北海道 : 28-36.
- 9) McIntyre, B.L., T.H. Chen, and M.F. Merick. 1988. Physiological traits associated with winter survival of winter wheat and winter triticale in Alberta. Can. J. Plant. Sci. 68: 361-366.
- 10) Moriyama, M., J. Abe, M. Yoshida, Y. Tsurumi and S. Nakayama. 1995. Seasonal changes in freezing tolerance moisture content and dry weight of three temperate grasses. Jpn. J. Grassl. Sci. 41: 21-25.
- 11) 岡部俊. 1975. イタリアンライグラスの育種に関する基礎的研究. 北陸農業試験場報告 第17号. 129-284.
- 12) Poysa, V. W., C. J. Knoblauch, B.D. McKersie, and E. Reinbergs. 1983. Low temperature tolerance of octoploid triticale and its parental species grown in southern Ontario. Can. J. Plant. Sci. 64: 451-456.
- 13) 津川香里・岡本英竜・宮川栄一・義平大樹. 2001. 秋播ライコムギの越冬性. 第3報. 褐色雪腐病抵抗性. 日育・日作北海道談話会報 41 : 59-60.
- 14) 米田瞳・義平大樹. 2001. 秋播ライコムギの越冬性. 第2報. 秋播性程度と初冬の耐凍性との関係. 日育・日作北海道談話会報 41 : 57-58.
- 15) 米田瞳・義平大樹. 2002. 秋播ライコムギの生長速度に及ぼす温度の影響—コムギ・ライムギとの比較—. 日育・日作北海道談話会報 42 : 79-80.
- 16) Yoshida, M., J. Abe, M. Moriyama, S. Shimokawa and Y. Nakamura. 1997. Seasonal changes in the physical state of crown water associated with freezing tolerance in winter wheat. Pysiol. Plant. 99(3): 363-370.
- 17) 吉田武彦. 1985. 湿润亜寒帯農業試論. 北農 52

- (1): 1-12.
- 18) 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.
- 19) Yoshihira, T., T.Karasawa, K.Nakatsuka and S. Onodera. 1998. Winter hardiness in triticale in Hokkaido, Japan. Freezing tolerance and snow mold resistance. Proc.4th Int. Triticale Sym. Red Deer, Canada. 2: 258-266.
- 20) 義平大樹・荒木和哉・中司啓二, 2004. 世界各地より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. 酪農学園大学紀要 28 (2): (投稿中)
- 21) 義平大樹・唐澤敏彦・中司啓二, 2001. 秋播ライコムギの越冬性. 第1報. 播種期が初冬の耐凍性, 越冬性個体率に及ぼす影響. 日育・日作北海道談話会報 41: 55-56.
- 22) 義平大樹・唐澤敏彦・中司啓二・阿部二郎・桑原達雄, 1996. 北海道における秋播ライコムギの越冬性. 第1報. 耐凍性および雪腐病抵抗性のコムギ, ライムギとの比較. 酪農学園大学紀要 21 (1): 101-107.

- 23) 義平大樹・唐澤敏彦・中司啓二, 2000. 秋播ライコムギの多収要因の解明に関する研究. 第1報. 生長解析. 日作紀 69 (別2): 124-125.

要 約

海外から導入したライコムギ品種のうち, 収量性と越冬性が比較的良好なライコムギ7品種 (アメリカ育成2品種, ロシア育成3品種, ポーランド育成2品種) の耐凍性, 生理的耐雪性のレベルを把握するため, 積雪条件下の半数個体致死温度とその関連形質の推移を, 越冬性に優れるコムギ品種やライムギ品種と比較した。初冬の耐凍性は, アメリカで育成されたライコムギ品種がコムギと同等, もしくは優れていたが, 他の品種はコムギよりも劣っていた。これらの品種間差異は, 単二糖類含有量と水分含有量を基準に判定できた。生理的耐雪性はいずれのライコムギ品種も劣っており, ライコムギ品種の中では低温要求性の大きいアメリカ (Bob) およびポーランド (Eldorado) 品種が優れていた。これは LT_{50} の温度上昇とフラクタン含有量の減少量で判定できた。Bob, Eldorado はライコムギの越冬性向上のための育種素材として有効であると考えられた。

Summary

In order to determine the degrees of freezing tolerance and physiological snow tolerance of triticale varieties with relatively good yields and winter hardiness (2 varieties bred in the United States, 3 varieties bred in Russia and 2 varieties bred in Poland), the lethal dose temperature (LT_{50} value) and related characteristics of those triticale varieties under the snow cover condition were compared with those of wheat and rye varieties that have good winter hardiness. The degrees of freezing tolerance in the early winter of the two triticale varieties bred in the United States were similar or even superior to those of the wheat varieties, but the freezing tolerance of other triticale varieties was inferior to that of wheat. These differences between triticale varieties were determined on the basis of mono- and di-saccharides content and water content. The degrees of physiological snow tolerance of all of the triticale varieties were less than those of the wheat and rye varieties, though the US triticale variety Bob and the Polish variety Eldorado, both of which have a large chilling requirement, showed relatively good physiological snow tolerance, as measured by the rise in LT_{50} and decrease in fructan content. The triticale varieties Bob and Eldorado were considered to be appropriate breeding materials for improving in winter hardiness of triticale.