

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 9 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26450025

研究課題名(和文) オオムギの幼穂形成早晩の解析による耐雪性品種間差異の要因解明

研究課題名(英文) Investigation to determine the cause of snow tolerance variation in barley cultivars by analyses of spike initiation earliness

研究代表者

関 昌子 (SEKI, Masako)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業研究センター 作物開発研究領域・上級研究員

研究者番号：50414636

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：オオムギの耐雪性の品種間差異には、低温要求性および日長反応性による幼穂形成の早晩が非構造性炭水化物(NSC)の蓄積性に影響することが関係していると考えられる。そこで、積雪前および消雪後におけるオオムギの幼穂形成とNSC含有率、耐雪性との関係を解析した。その結果、1.オオムギ茎葉のNSC含有率が高いほど雪害程度が低くなること、2.NSC含有率は早晩性、とくに幼穂の生育と明瞭な関係があり、生育が早いほどNSC含有率が低くなること、3.低温要求性遺伝子と日長反応性遺伝子の組合せによりNSC含有率に差があること、が示され、幼穂形成早晩が耐雪性品種間差異の一因であることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：To confirm the cause of snow tolerance variation in barley cultivars, concentrations of non-structural carbohydrate and stages of spike initiation were investigated before and after snow cover. It was indicated that low concentration of non-structural carbohydrate lead to heavier snow injure, that cultivars with earlier spike initiation were lower concentration of non-structural carbohydrate, and that there was the difference of concentration of non-structural carbohydrate depended on the combination of vernalization allele and photoperiod responsibility allele. It was revealed that the earliness of spike initiation was one of factors inducing the snow tolerance variation among barley cultivars.

研究分野：作物育種

キーワード：オオムギ 幼穂形成 早晩性 耐雪性 非構造性炭水化物 低温要求性 日長反応性

1. 研究開始当初の背景

(1)非構造的炭水化物の蓄積と耐雪性

植物体に含まれる非構造的炭水化物(以下NSC)という糖類は、次世代再生や越冬のエネルギー源として植物に広く利用されている。これまでに、オオムギを含む冬作物において、積雪前の生育量によりNSCの含有率や耐雪性に差異があることが報告されている(田村ら 1985、湯川・渡邊 1995、渡邊 2010)。しかし、耐雪性の品種間差異の要因については解明されていない。また、次世代再生に関わる幼穂形成過程とNSC含有率、耐雪性との関係についても解析されていない。

(2)オオムギの生育過程とNSC蓄積性

オオムギでは、積雪前に幼穂形成を開始していること、積雪中にも幼穂生長していることが示されている(後藤 1975、折坂・高橋 1985)。すなわち、NSCを合成、蓄積している越冬準備期間中や積雪下でも、幼穂形成によりNSCを消費しており、幼穂形成の早晚が、NSCの蓄積量や含有率に関与していると推測される。オオムギの幼穂形成早晚は、低温要求性、日長反応性という特性に主に支配されていることから、「オオムギの耐雪性の品種間差異には、低温要求性、日長反応性の品種間差異による幼穂形成の早晚が、NSC蓄積性に影響することが関係している」と考えられる。

2. 研究の目的

- (1) 積雪前および消雪後における、オオムギの幼穂形成過程と、NSC含有率との関係を明らかにする。
- (2) 供試するオオムギ品種の低温要求性および日長反応性を評価するとともに、遺伝子型を同定する。
- (3) 積雪前および消雪後のNSC蓄積性と耐雪性との関係を明らかにする。
- (4) 以上より、オオムギの低温要求性および日長反応性が幼穂形成早晚を介してNSCの蓄積性、耐雪性に及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 耐雪性および早晚性の異なるオオムギ品種の幼穂形成、NSC含有率、雪害程度調査

早晚性の異なるオオムギ品種をポットで栽培し、積雪前および消雪後に、幼穂分化程度(稲村ら 1965) 幼穂長、稈長、を調査した。また、NSC含有率を、大西・堀江(1999)の方法に準じて重量法で測定した。具体的には、粉碎した試料に蒸留水を加え、NSCを分解する酵素を反応させて濾過し、残渣を乾燥させて重量を測定した。供試量から乾燥した残差を差し引いた重量をNSC量とした。消雪後に、緑色で残った葉を残葉として、残葉数を調査した。

(2) 低温要求性および日長反応性の評価と

遺伝子型調査

供試したオオムギ品種について、コムギで確立されている評価方法(Kato and Yamagata 1988、Kato and Yamashita 1991)により低温要求性と日長反応性を評価した。具体的には、催芽した苗を5-24時間日長で低温処理を行ったあと、20-24時間日長で養成し、止葉展開日を調査した。低温処理期間は0-60日間の間で10段階設けた。催芽後止葉展開日数が統計計算上最短となる低温処理期間を、低温要求性を満たすのに必要な日数と推定した。また、日長反応性の評価は、低温要求性を満たす低温処理を行ったあと、20-12時間日長で養成したときの止葉展開日数から24時間日長のときの日数を差し引くことで行った。さらにDNAマーカーにより、既知の低温要求性遺伝子3種類と、日長反応性遺伝子4種類の遺伝子型を判定した。

4. 研究成果

(1)NSC含有率と耐雪性

葉身部NSC含有率は、積雪前、消雪後ともに、消雪後の残葉数と高い相関を示した。茎部については、積雪前NSC含有率は消雪後の残葉数との関係がみられなかったが、消雪後NSC含有率は消雪後の残葉数と有意な相関があった(図1)。

オオムギにおいても、ほかの冬作物と同様に、NSC蓄積性に品種間差異があることや、NSC蓄積性と耐雪性に関係があることが確認された。

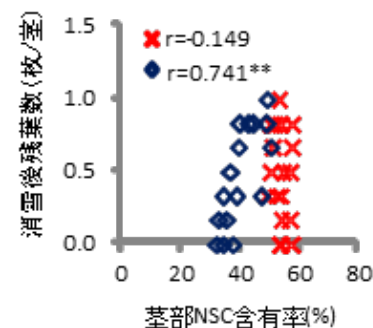
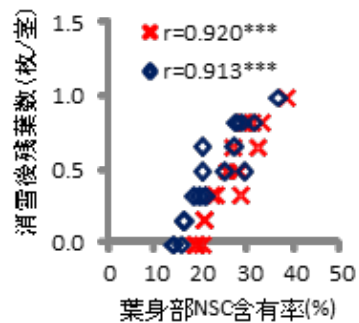


図1 NSC含有率と雪害程度の関係

×:積雪前NSC含有率
◇:消雪後NSC含有率

rは相関係数、***と**は0.1%と1%水準で有意であることを示す。

(2) 幼穂形成と NSC 蓄積性

消雪後の残葉数と相関がみられた積雪前の葉身部の NSC 含有率は、積雪前の幼穂長、幼穂分化程度、消雪後の稈長、幼穂分化程度との間に関係があり、生育が進んでいるほど、NSC 含有率は低かった (図 2)。

オオムギの幼穂形成の早晩が、NSC 蓄積性の品種間差異の一要因であることが示された。

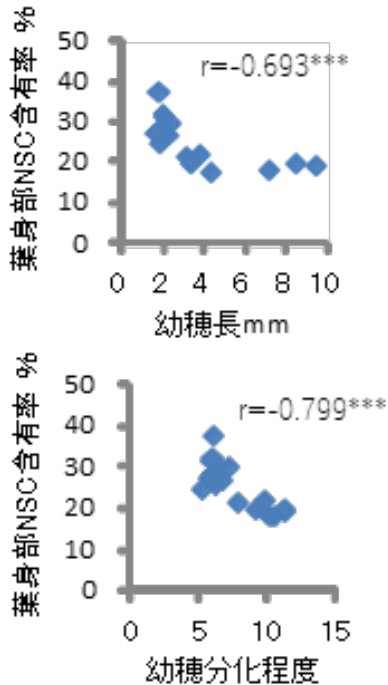


図2 積雪前の幼穂生長と葉身部NSC含有率の関係

幼穂分化程度は、稲村ら(1959)の基準で判定した

(3) 低温要求性と日長反応性の評価

低温処理期間 17 日以下では、低温要求性の大きい品種グループ (ファイバースノウ~シルキースノウ) と低温要求性の小さい品種グループ (はがねむぎ~シュンライ) で、催芽後止葉展開迄日数に明確な差があった (図 3)。しかし、低温要求性の小さい品種も、シュンライを除いて、低温処理期間が長くなるほど止葉展開迄日数が短くなり、コムギとは異なる傾向であった。低温要求性を満たす低温処理期間は、シュンライを除いて、31-45 日とあまり差がなかった。

日長反応性について評価したところ、積雪地で育成された品種間の早晩性の違いは、日長反応性の違いによるものと推察される結果を得た。

本研究では、コムギで確立されている評価方法によりオオムギの低温要求性と日長反応性の評価を試みたが、コムギとは異なる傾向があり、この評価方法による耐雪性との関連は解析できなかった。コムギとオオムギの

違いについては、今後検証する必要がある。

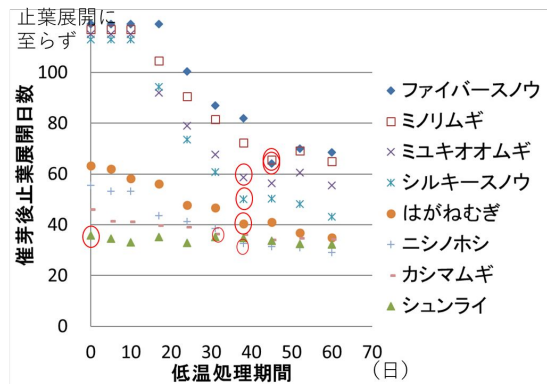


図3 低温処理期間と止葉展開迄日数
赤丸が低温要求性を満たす日数

(4) 低温要求性遺伝子型および日長反応性遺伝子型と NSC 蓄積性

供出したオオムギ品種について、3 種類の低温要求性遺伝子と、4 種類の日長反応性遺伝子の遺伝子型を調査した。低温要求性遺伝子 3 種類のうち、0 個もしくは 1 個が早生型であった。日長反応性遺伝子は 4 種類のうち 1 個のみ早生型のものが 1 品種、残りの品種は 2-4 個で 0 個の品種はなかった。

低温要求性遺伝子と日長反応性遺伝子の組合せにより、NSC 含有率に差がみられた (図 4)。

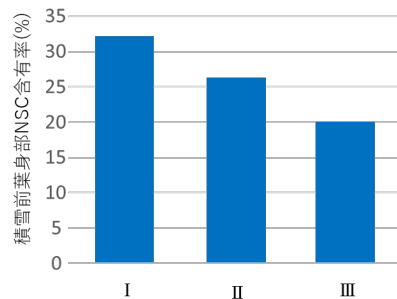


図4 低温要求性遺伝子と日長反応性遺伝子の組合せによる積雪前葉身部NSC含有率の差 (分類ごとの平均値)

遺伝子型組合せ分類	I	II	III
低温要求性遺伝子早生型	0	0 または 1	1
日長反応性遺伝子早生型	2	3-4 1-2	3-4
品種数	5	6	6

また、積雪地で育成された品種内では、先の日長反応性の評価で差がみられたにもかかわらず、日長反応性遺伝子には違いが見られなかった。積雪地で育成された品種の日長反応性には、未知の遺伝子がかかわっている可能性があり、今後解析を進める。

以上により、本研究を通して、オオムギの幼穂形成早晩が耐雪性品種間差異の一因であることが明らかとなった。わが国の日本海

側地域はオオムギ栽培地としては世界有数の積雪地であり、耐雪性品種間差異については重要な特性でありながら研究報告は限られたものであった。一方で、幼穂形成早晚にかかわる低温要求性や日長反応性は、世界各地のオオムギ栽培地において適応するための重要な特性であり、日々数多くの新たな研究報告がなされている。これらの最新研究を取り入れながら今後さらに耐雪性研究を進めるとともに、積雪地域でより安定栽培できるオオムギ品種の育成に資する。また、低温要求性遺伝子や日長反応性遺伝子は、ムギ類の進化、伝播とも関連づけた研究も多く行われており、これらの遺伝子が耐雪性とも関係することが明らかになったことで、進化、伝播の研究分野への波及効果も期待される。

本研究において、幼穂形成が同程度で耐雪性が異なる現象も部分的に観察された。耐雪性品種間差異には、幼穂形成早晚のほかにも多数の因子が関与していると推察されるが、そのうちのひとつとして、糖類の合成酵素や分解酵素の違いが関係している可能性が考えられる。今後、この分野の研究者と連携して耐雪性機構の解明に資する。

<引用文献>

- 田村ら(1985) 北陸農試報告 27, 7-79
湯川・渡邊(1995) 北陸農試報告 37, 1-66
渡邊(2010) 東北農研報告 112, 41-83
後藤(1975) 育種学雑誌 25, 221-228
折坂・高橋(1985) 日作東北支部報 28, 82-83
稲村ら(1965) 関東東山農試研報 8, 75-81
大西・堀江(1999) 日作紀 68, 126-136
Kato and Yamagata (1988) Japan. J. Breed. 38, 172-186
Kato and Yamashita (1991) Japan. J. Breed. 41, 475-484

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

関昌子, 長嶺敬, 池永幸子, 古畑昌己 (2014) オオムギの非構造性炭水化物の蓄積と耐雪性の関係から見た品種間差異. 北陸作物学会報. 49: 45-47. (査読有)

〔学会発表〕(計3件)

関昌子, 長嶺敬. オオムギ品種の低温要求性および純粋早晚性の評価. 日本育種学会. 2015.9.12 新潟大学(新潟県・新潟市)

関昌子, 長嶺敬, 島崎由美. 北陸地域におけるオオムギの幼穂形成早晚の品種間差異. 日本作物学会. 2015.9.6 信州大学(長野県・長野市)

関昌子, 島崎由美, 長嶺敬, 平将人, 吉岡藤治, 高橋飛鳥. オオムギの条性および播性が生育特性と非構造性炭水化物含有率との関係に及ぼす影響. 日本作物学会 2015.3.27 日本大学(神奈川県・藤沢市)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

関 昌子 (SEKI, Masako)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業研究センター 作物開発研究領域・上級研究員

研究者番号: 50414636