

氏 名	西村 努
本籍（国籍）	北海道
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第 763 号
学位授与年月日	令和 2 年 3 月 2 3 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物資源科学専攻
学位論文題目	コムギの穂発芽性の評価法および育種的手法を用いた耐性系統作出に関する研究（Studies on selection method and development of highly tolerant varieties to pre-harvest sprouting in wheat）
学位審査委員	主査 帯広畜産大学教授 三浦 秀穂 副査 森 正彦(帯広 助教), 笹沼 恒男(山形 准教授), 千田 峰生 (弘前 教授)

論文の内容の要旨

コムギ穂発芽にはさまざまな環境条件や遺伝形質が複雑にかかわっている。穂発芽による被害を減らすために、種子休眠性の強い穂発芽耐性をもつコムギを開発する必要がある。本研究はその基礎的知見を得るために、穂発芽性と種子休眠性に関与する遺伝的要因と環境的要因を解析しまとめたものである。第 2 章では穂発芽性極難系統「北系 1802」の育成経過を、第 3 章では「北系 1802」を含む穂発芽耐性の異なる秋播きコムギにおける成熟期の気象要因と種子休眠性との関係、第 4 章では成熟期の気温に対応した穂発芽性極難系統の選抜法、第 5 章では穂発芽性極難に関わる穂発芽耐性 QTL および種子休眠性 QTL の検出について記載した。

穂発芽性極難系統「北系 1802」の育成

秋まきコムギの穂発芽耐性育種母本の早期開発と穂発芽耐性の年次安定性を評価するため、北系 1616/ニシカゼコムギ由来の半数体倍加した 1000 系統から穂発芽検定と種子休眠性による発芽率により穂発芽性“極難”の「北系 1802」を選抜した。異なる登熟環境下での種子休眠性は比較品種と比べ安定して優り、15℃10～12 日間にわたる低温降雨処理によってもフォーリングナンバーは 300 秒を上回り、低アミロ耐性は優っていた。「北系 1802」の穂発芽性はその両親間の穂発芽性が“極難”に達しておらず、超越分離の可能性が示唆された。種子休眠性に対する種皮の影響について、種子休眠性への影響は小さいと判断された。「北系 1802」の種子休眠性には胚の高い ABA 感受性が関与していた。

登熟期の気象要因と種子休眠性との関係

コムギの種子休眠性は一般に登熟期後半の気温に大きく影響を受けることが知られている。この期間高温であれば休眠は浅く、低温であれば休眠は深くなる。第 3 章では穂発芽性の異なる北海道の秋播き品種について、登熟期間中の気象要因が種子休眠性に及ぼす影響を明らかにしようとした。試験には 6 品種・系統を用いて、最長で 14 年間成熟期刈り種子と休眠がより覚めやすい晩刈り種子の休眠性を発芽温度 15℃と 10℃で調査した。それぞれの品種・系統について日平均気温と発芽率との関連を検討した。成熟期刈り種子では穂発芽性“極難”の「北系

1802」は両温度とも発芽率は成熟期前 20 日以降の日平均気温と常に正の有意な相関を示し、” やや難 “の「きたほなみ」も同様の傾向を示した。一方、他の 4 品種・系統では日平均気温との関係が必ずしも明確でなかった。晩刈り種子では、各品種・系統とも 15°C、10°Cでの発芽率と成熟期前 10 日間の日平均気温との間で高い有意な正の相関を示した。日照時間や降雨日数など他の気象要因との間には明確な関連はなかった。よって、晩刈り種子では成熟期前 10 日間の日平均気温が大きく影響することが分かった。

登熟期の気温に対応した穂発芽性極難系統の選抜法

登熟環境が異なる年には遺伝子型と環境との相互作用により穂発芽性の系統間差を的確に評価できないことがある。この章では登熟期間の気温がコムギの種子休眠性に及ぼす影響を考慮し、穂発芽性“極難”コムギのより効果的な選抜手法を構築する目的で、前章のデータをもとに検討した。成熟期前 10 日間の日平均気温が 15~20°Cで登熟した穂発芽性“極難”系統は“やや難”品種や“中”品種に比べ、晩刈り 10°C処理で発芽率が年次間で安定して低かった。しかし、日平均気温が 20°C以上で登熟した“極難”コムギの発芽率は 10°Cで“やや難”品種並に発芽率が高く、差が見いだせなくなる年次があった。15°C処理では 3 グループの類別が明瞭で、既知の穂発芽性ランクと一致した。よって、穂発芽性“極難”コムギを効率的に選抜するには、晩刈り種子を用いて、日平均気温が 15~20°Cで登熟した時は晩刈り種子の 10°Cでの発芽率により、また登熟気温が 20°C以上の場合は、10°Cと 15°Cでの発芽率を併用して行うのが妥当と考えられた。

穂発芽性極難に関わる穂発芽耐性および種子休眠性 QTL の検出

これまでの研究で穂発芽性“極難”ランクの解析はほとんどなされていない。第 5 章では穂発芽性“極難”に関わる遺伝的要因を解明することを目的に、「北系 1802」を片親とする分離集団を北海道内の地域と年次の異なる 6 環境下で栽培し、穂発芽耐性と種子休眠性に対する QTL の探索を行った。晩刈りした切り穂を用いて人工降雨処理した穂発芽検定と同じく晩刈りした種子を用いて休眠打破を誘導する 10°Cと 15°Cでの発芽試験を実施した。穂発芽検定では 4 個の QTL が検出できた。そのうち 2D 染色体長腕の QTL (以下 *QPhs-2D*) 効果は、6 環境条件全てで安定して認められた。種子休眠性遺伝子 *MFT-3A* の穂発芽耐性に対する効果は 3 環境で認められ、加えて 1A 染色体と 7B 染色体にもそれぞれ 1 環境で QTL 効果が認められた。これら QTL はいずれも「北系 1802」アレルが耐性を高めていた。種子休眠性は発芽温度によって検出された QTL に違いがあった。15°Cでは栽培環境全てで *MFT-3A* へのみ明確な効果が認められ、「北系 1802」アレルが発芽率を抑えていた。一方、10°Cでは 2 環境で *MFT-3A* の効果が認められ、加えて計 7 個の QTL がいずれか 1 環境でのみ検出された。穂発芽耐性 QTL、*QPhs-2D* はいずれの条件でも種子休眠性に対しては明らかな効果を示さなかった。これらの結果から、穂発芽性“極難”には穂発芽耐性と種子休眠性が複合的に影響し、穂発芽耐性には *QPhs-2D* と *MFT-3A* が、種子休眠性には *MFT-3A* が大きく貢献していることが明らかになった。

論文審査の結果の要旨

コムギ穂発芽にはさまざまな環境条件や遺伝形質が複雑にかかわっている。穂発芽は減収とともに品質低下を引き起こす。穂発芽被害回避には種子休眠性が強く穂発芽耐性をもつ品種の開発が最も有効である。本論文は、穂発芽性と種子休眠性に関与する環境要因と遺伝的要因を解

析し、育種改良に役立つ基礎的知見をまとめたものである。

1. 穂発芽性極難系統「北系 1802」の育成

「北系 1616」/「ニシカゼコムギ」の交雑から薬培養によって育成された倍加半数体 1,923 系統を母集団として、切り穂を用いた穂発芽検定と発芽試験による種子休眠性評価により穂発芽性“極難”の「北系 1802」を選抜した。この系統は低温降雨処理によっても低アミロ化し難く、胚のアブシシン酸感受性が高いことが一因であると分かった。

2. 登熟期の気象要因と種子休眠性との関係

コムギの種子休眠性は一般に登熟期後半の気温に大きく影響を受け、この期間高温であれば休眠は浅く、低温であれば休眠は深くなる。穂発芽性の異なる北海道の秋播き 6 品種を用い、登熟期間中の気象要因が種子休眠性に及ぼす影響を明らかにしようと、最長で 14 年間にわたって休眠性を調査した。品種・系統によって登熟期の気温に対する感受性に差異があることと成熟期前 10 日間の日平均気温と最も強く相関することが判明した。

3. 登熟期の気温に対応した穂発芽性極難系統の選抜法

登熟環境が異なると遺伝子型と環境との相互作用により穂発芽性の系統間差を的確に評価できないことがある。その解決策として、晩刈り種子を用いて、日平均気温が 15~20°C で登熟した時は 10°C での発芽率により、また登熟気温が 20°C 以上の場合は、10°C と 15°C での発芽率を併用することが極難系統の選抜に有効であることを示した。

4. 穂発芽性極難に関わる穂発芽耐性および種子休眠性 QTL の検出

これまで穂発芽性“極難”ランクの遺伝的解析はなされていなかった。「北系 1802」を片親とする分離集団を地域と年次の異なる 6 環境で栽培し、穂発芽性と種子休眠性に対する QTL の探索を行った。穂発芽性に対して新規の QTL、*QPhs-2D*(仮称)が全ての環境で検出できた。種子休眠性遺伝子 *MFT-3A* の穂発芽耐性に対する効果も認められ、穂発芽性“極難”には *QPhs-2D* と *MFT-3A* が穂発芽耐性に、*MFT-3A* が種子休眠性に大きく寄与することを明らかにした。

本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

西村 努・森 正彦・鎌田貴大・中根わかな・小嶺壺慶・大西一光・帛田淳史・神野裕信・三浦秀穂 (2019) 穂発芽性極難コムギのもつ穂発芽耐性 QTL と種子休眠性 QTL の検出. 育種学研究 21(2):115-123.