

国内向けBNI強化コムギの開発の加速化 【令和5年度研究概要及び成果】

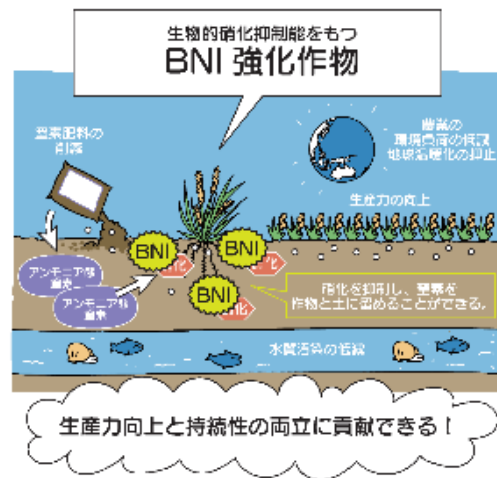
研究代表機関：（国研）国際農林水産業研究センター

共同研究機関：（国研）農研機構 北海道農業研究センター、長野県農業試験場、
ホクレン農業総合研究所、道総研 北見農業試験場

1. 研究背景・目的

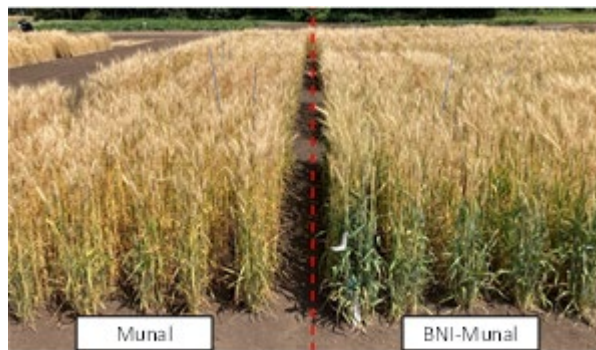
コムギ生産には工業的窒素固定に由来する窒素肥料が大量に使用されている。このような作物生産における窒素肥料の使用は、地球の環境負荷の許容量を既に超えていると言われている。国際農研は土壌微生物による硝化を抑制し、窒素を土壌に留め、効率よく作物に吸収させる生物的硝化抑制（BNI）強化作物の研究を推進している。野生コムギ（*Leymus racemosus*）が持つ高いBNI能を南アジア向け国際コムギ品種”Munal”に導入して開発したBNI強化コムギは、圃場試験にて少ない窒素施肥でも収量を確保できることを証明した。

本研究では、国内向けBNI強化コムギを育成するため、戻し交配による野生コムギ由来のBNI能の導入を開始し、評価が難しいBNI能の適切な評価を可能にすることで、国内向けBNI強化コムギ開発の加速を図る。



2. 研究内容と研究成果

- ①野生コムギ由来のBNI能を制御する遺伝子に由来する硝化抑制物質の同定のため、BNI強化Munal及び親系統Munalの親水性根浸出画分について、50,000ATU以上を調製。
- ②コムギ育種過程でのBNI能評価体系を標準化、迅速化するため、土壌硝化菌*Nitrosomonas*によるアッセイ系の再検討を実施し、硝化菌生育ステージの影響を確認すると共に、小スケール化に成功。
- ③現世代野生コムギ由来の遺伝子に比べ、1.5倍のBNI能を持つ次世代BNI強化コムギ”Tr.#7”を国際農研に導入し作付けを開始。評価後、国内向けコムギ品種の育成に使用する予定。
- ④国内向けコムギ品種（北海道向け秋播パン用コムギ、本州向けコムギ、北海道向け春播パン用コムギ、北海道向け秋播麺用コムギ）へのBNI強化Munalとの交配を開始。



春播き条件下での
BNI強化Munalと親系統Munalの生育

2023年7月28日

3. 達成目標と達成状況

達成目標

- 1.野生コムギ由来の遺伝子に由来する、根圏土壌にコムギ根から放出されるBNI物質の特定。
- 2.次世代BNI強化コムギTr.#7が圃場で評価され、国内向けBNI強化コムギ育成に導入。
- 3.国内向けBNI強化コムギの中間系統1系統以上が作出。

令和5年度達成状況

- 1.BNI物質特定のための親水性根浸出画分を調製済。
- 2.次世代BNI強化コムギTr.#7系統の圃場評価を開始。
- 3.国内向けBNI強化コムギ中間系統の作出に向けた交配を開始。

BNI物質特定のため、必要とされる親水性根浸出画分をBNI強化Munal及び親系統Munalから調製した。疎水性画分についても調製した。

課題2：硝化抑制を評価する*Nitrosomonas*アッセイの多検体化 【令和5年度研究概要及び成果】

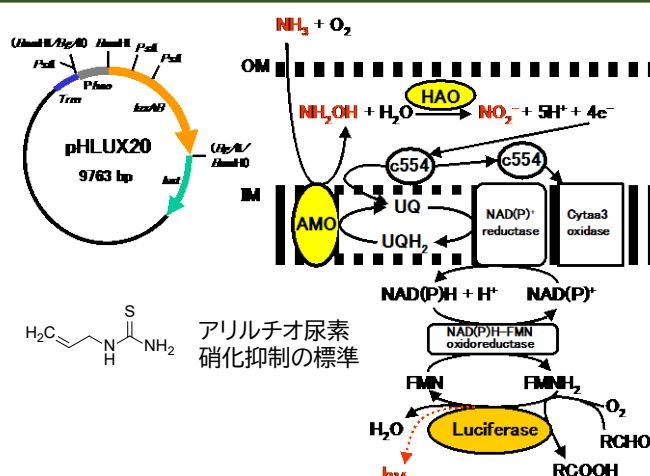
対象品目：コムギ

担当研究機関：（国研）国際農林水産業研究センター

1. 研究背景・目的

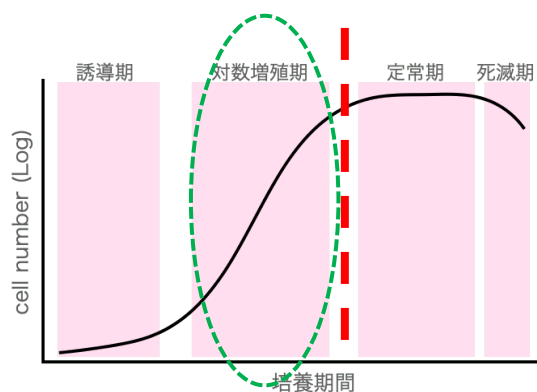
BNIの評価は、作物水耕栽培から滲出液を調製し、これを濃縮後、土壤微生物 *Nitrosomonas* による評価を実施している。本手法は比較的大量の試料を必要とし、BNI評価のボトルネックとなっているが、評価系の高感度化・多検体化により、評価効率を向上することが可能と考えられる。

そのため本研究では、多検体での測定が可能な高感度な評価系を開発することで、処理能力を飛躍的に向上させることを目的とする。

組換え *Nitrosomonas* での硝化抑制アッセイ系

2. 研究内容と研究成果

土壌硝化細菌である *Nitrosomonas* を使い、硝化に同期させた遺伝子組換え体を用いてルシフェラーゼアッセイを行うことで、硝化を司るアンモニアモノオキシゲナーゼとヒドロキシルアミノオキシレダクターゼの抑止を測定することが出来る。土壌硝化細菌の生育ステージとアッセイ系の応答（発光）を確認したところ、対数増殖期の *Nitrosomonas europaea* を使用すると安定的にアッセイ可能となることが判明した。このステージの *Nitrosomonas* を使用すると小スケールでアッセイを実施可能なことも分かった。



*Nitrosomonas europaea*の増殖曲線と
アッセイ適期

3. 達成目標と達成状況

達成目標

*Nitrosomonas*アッセイの多検体化、
小スケール化

令和5年度達成状況

*Nitrosomonas*アッセイの多検体化のため、アッセイの安定化の検証と、小スケール化を達成した。

課題3：より高いBNI活性を持つ次世代BNI強化コムギ(Tr. #7)の活用 【令和5年度研究概要及び成果】

対象品目：コムギ

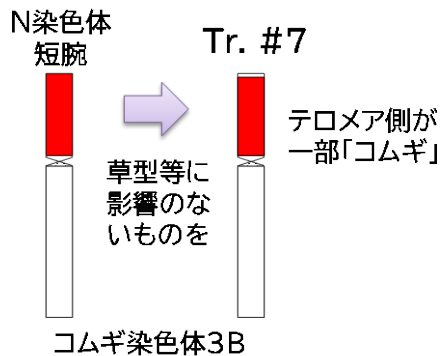
担当研究機関：（国研）国際農林水産業研究センター

1. 研究背景・目的

現世代のBNI強化コムギは野生コムギ (*Leymus racemosus*) の N染色体短腕(Lr#N-SA)を基盤としている。一方で、これまでにN染色体短腕をさらに短縮した系統をCIMMYT（国際トウモロコシ・コムギ改良センター）との共同研究により作出しており、現世代(Lr#N-SA)の1.5倍程度のBNI活性を持つ遺伝領域（Tr.#7）置換系統を見出している。

圃場におけるTr.#7置換系統の知見取得。

そのため本研究では、次世代BNI強化コムギであるTr.#7置換系統を導入し、圃場試験を実施し詳細な評価をすると共に、課題4の共同研究機関と共有し、国内向け次世代BNI強化コムギの開発を図る。

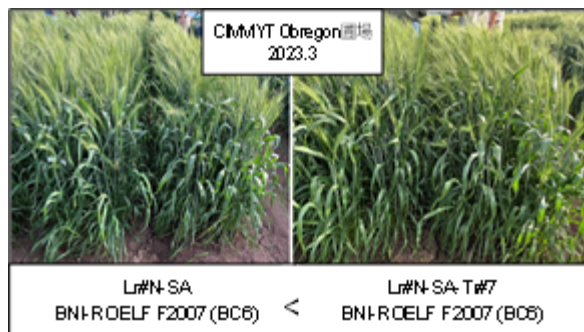


Tr. #7の染色体（テロメア側がコムギ3B）

2. 研究内容と研究成果

Tr.#7置換系統は、*Leymus racemosus* N染色体短腕の一部をコムギ3B染色体に戻した系統から選抜された。BNI強化コムギでは、自然に発生する野生コムギとの染色体置換系統を活用しているため、BNI能以外の機能についても野生コムギから導入されており、BNIに関連する機能のみを導入することでその機能が向上することが期待される。

CIMMYTから国際農研圃場にBNI-Roelf F2007を導入し、作付けを開始した。評価後、国内向けBNIコムギ育成機関と共有する予定。



CIMMYTでのTr.#7系統の様子

3. 達成目標と達成状況

達成目標

Tr.#7置換系統のBNI能確認
圃場におけるTr.#7置換系統の知見取得

令和5年度達成状況

Tr.#7の国際農研八幡台圃場での試験を開始し、圃場でのBNI能の確認中

課題4：国内コムギ品種へのBNI能の導入 【令和5年度研究概要及び成果】

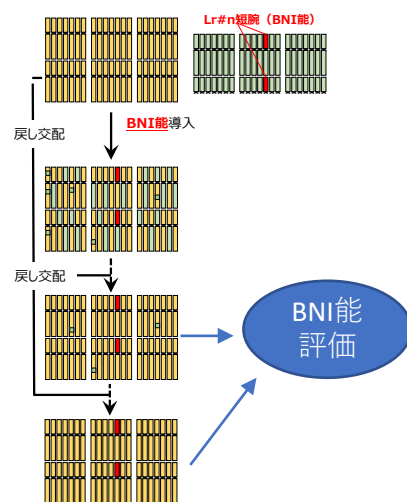
対象品目：コムギ

担当研究機関：（国研）国際農林水産業研究センター・（国研）農研機構 北海道農業研究センター、
長野県農業試験場、ホクレン農業総合研究所、道総研 北見農業試験場

1. 研究背景・目的

コムギは日本の農地の5%を占め、国内のコムギの消費の16%が国産コムギで占める。コムギ品種はそれぞれ、生産に適した地域が異なり、求められる品種の特性が異なることが特徴であり、これらの品種に野生コムギ由来のBNI能を導入し、国内向けの優良形質を持つBNI強化コムギを作出し、化学肥料投入の削減と環境負荷低減を図る必要がある。

BNI能導入には、親系統の相性があり、これについては科学的な解明が進んでいないことから、多くの優良品種へのLr#N-SA導入を試み、後代のBNI能を検証する必要がある。



戻し交配によるBNI能(Lr#N-SA) 導入

2. 研究内容と研究成果

各研究機関にて、BNI強化コムギから、国内優良品種へのBNI能の導入に向けた交配を開始

① 北海道向け秋播パン用コムギへのBNI能の導入と評価

② 本州向けコムギへのBNI能の導入

③ 北海道向け春播パン用コムギへのBNI能の導入

④ 北海道向け秋播麺用コムギへのBNI能の導入



共同研究機関の位置

3. 達成目標・期待される効果

達成目標

野生コムギ由来BNI能を導入した国内向けBNI強化コムギの中間系統を作出する。

Tr.#7置換系統導入後、BNI活性の高い国内向け次世代BNI強化コムギの育成が開始される。

令和5年度達成状況

BNI強化MunalからのLr#N-SAの導入（交配）を開始。