国内向けBNI強化コムギの開発の加速化
【研究概要】

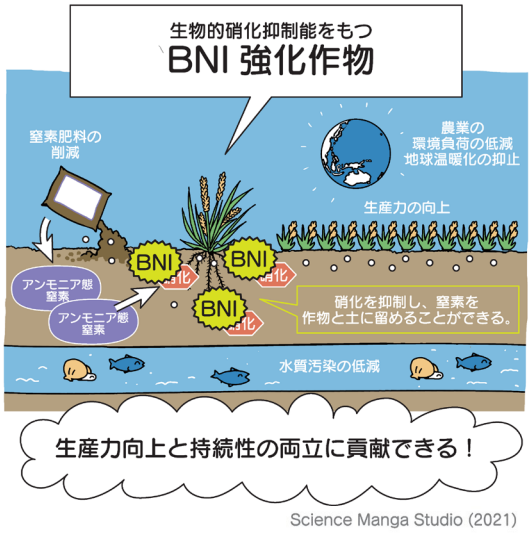
研究代表機関：国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター

共同研究機関：国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（北海道農業研究センター、西日本農業研究センター）、長野県農業試験場、ホクレン農業総合研究所、北海道立総合研究機構（北見農業試験場、中央農業試験場）

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。

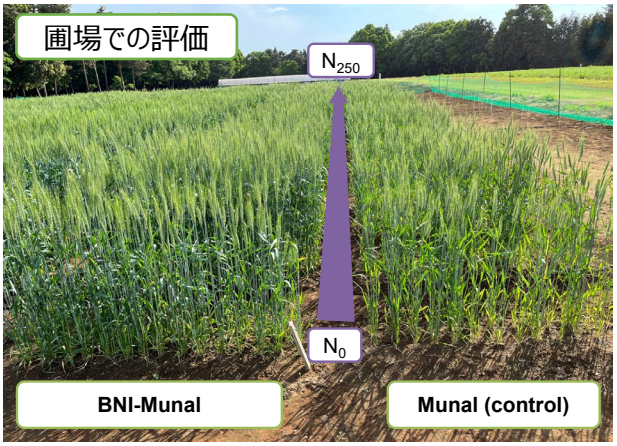
本研究では、国内向けBNI強化コムギを育成するため、戻し交配による野生コムギ由来のBNI能の導入を開始し、評価が難しいBNI能の適切な評価を可能にすることで、国内向けBNI強化コムギ開発の加速を図る。



Science Manga Studio (2021)

2．研究内容

①野生コムギ由来のBNI能を制御する遺伝領域(Lr#N-SA)に由来する硝化抑制物質の同定。
②コムギ育種でのBNI能評価体系を標準化、迅速化するため、土壌硝化菌*Nitrosomonas*による評価系の効率化。
③野生コムギ由来の遺伝領域(Lr#N-SA)に比べ、1.5倍のBNI能を持つ次世代BNI強化コムギの遺伝領域(Tr.#7)の導入による高BNI能活用に向けた基盤の整備。
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能の導入による国内向けBNI強化コムギ開発。



国際農研八幡台圃場でのBNI強化コムギ評価

3．達成目標・期待される効果

達成目標

1.野生コムギ由来の遺伝領域(Lr#N-SA)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.遺伝領域(Tr.#7)を導入した次世代BNI強化コムギのBNI能や特性が圃場で確認され、国内向けBNI強化コムギ育成に活用。
3.国内向けBNI強化コムギの中間系統1系統以上を開発。

期待される効果

- 国内向けの優良形質を備えたBNI強化コムギの開発が加速化する。
- BNI強化コムギの利用による国内コムギ生産での窒素施用量の削減とこれに由来する環境負荷が軽減される。

生産力向上と環境負荷軽減の両立へ

課題1：BNI強化コムギのBNI物質の同定
【研究概要】

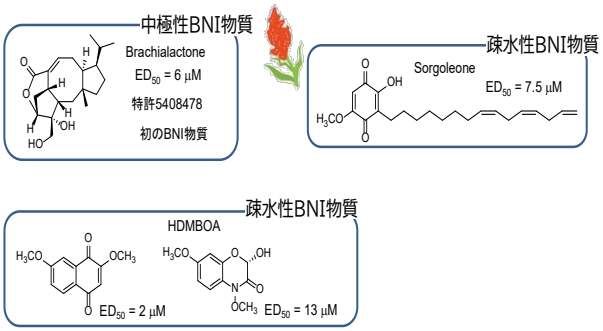
対象品目：コムギ

担当研究機関：国際農林水産業研究センター

1．研究背景・目的

BNI強化コムギでは、野生コムギ（*Leymus racemosus*）の N染色体短腕(Lr#N-SA)がコムギ3B染色体短腕と置換されており、この野生コムギ染色体の一部がBNI能の発揮を担う。主要なBNI物質は根から分泌される水溶性の物質であることが分かっているが、BNI物質の単離同定には至っていない。

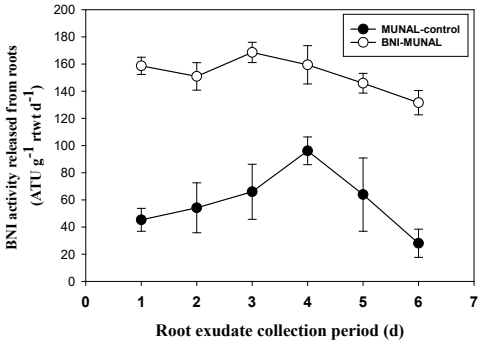
そのため、本研究では、野生コムギ由来の遺伝領域(Lr#N-SA)に由来するBNI物質を土壌微生物*Nitrosomonas*による評価系に基づき単離・同定し、BNI強化コムギのBNI能を評価する指標とすることを目的とする。



報告のあるBNI物質の例（イネ科作物）

2．研究内容

BNI能は、作物から根圏土壌に放出されるBNI物質により発揮される。生物的硝化抑制を初めて証明したブラキアリア牧草では、ブラキアラクトン、ソルガムではソルゴレオンなど、BNI物質の化学構造はそれぞれの作物により異なるため、BNI強化コムギと親系統の根分泌物成分の比較と、硝化抑制を高感度で検出できる評価系の組み合わせにより、BNI物質を特定する。また、BNI強化コムギのBNI能を評価する指標とするために、特定したBNI物質の迅速分析手法を確立し、土壌におけるBNI物質の動態を明らかにする。



BNI強化コムギでは親系統の2.5倍程度のBNI能が発揮される

3．達成目標・期待される効果

達成目標

野生コムギ*Leymus racemosus* N染色体短腕に由来するBNI強化コムギの根から根圏土壌に放出されるBNI物質の特定。

期待される効果

BNI強化コムギのBNI能の指標として活用出来るBNI物質の特定とその分析手法の確立により、圃場レベルでのBNI能の迅速評価技術が確立される。

課題2：硝化抑制を評価する*Nitrosomonas*アッセイの多検体化【研究概要】

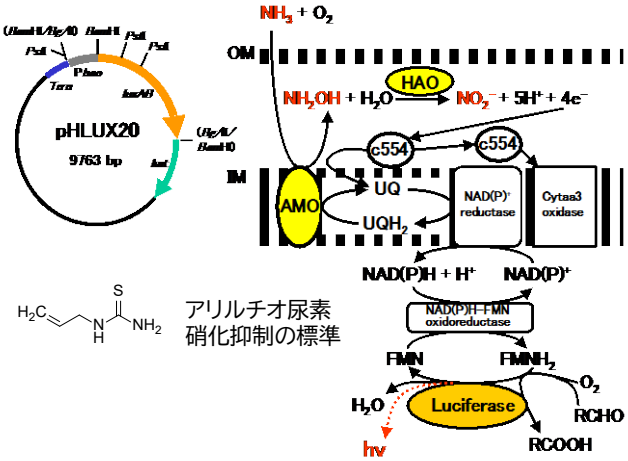
対象品目：コムギ

担当研究機関：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、土壌微生物*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。

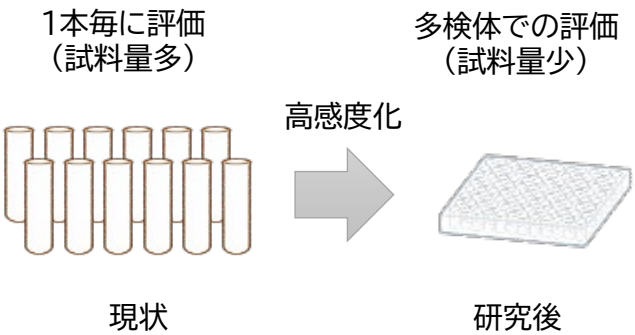
そのため本研究では、多検体での測定が可能な高感度な評価系を開発することで、処理能力を飛躍的に向上させることを目的とする。



組換え*Nitrosomonas*での硝化抑制評価系

2．研究内容

BNI能の評価に使用される、土壌硝化細菌である*Nitrosomonas*を利用した評価系では、硝化関連遺伝子の調節を化学発光により評価している。しかし、評価に必要な試料量が多く、多検体化が困難である。本研究では、この評価系の高感度化・多検体化を図ることで、BNI能の評価の効率化を実現する。



BNI強化コムギのBNI能の効率的な評価に向けて多検体化が必要

3．達成目標・期待される効果

達成目標

土壌微生物*Nitrosomonas*によるBNI能の評価系の高感度化・多検体化。

期待される効果

国内向けBNI強化コムギ評価の効率化。
BNI強化コムギBNI物質単離精製の加速。

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【研究概要】

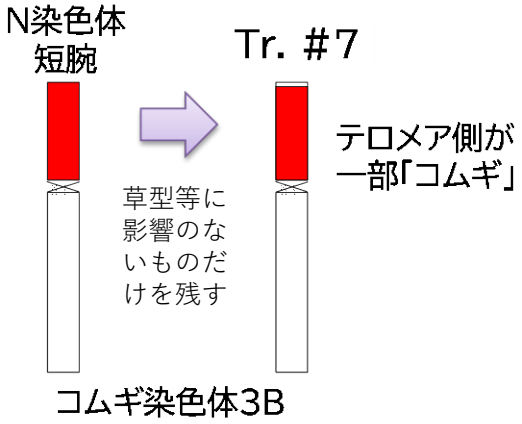
対象品目：コムギ

担当研究機関：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。

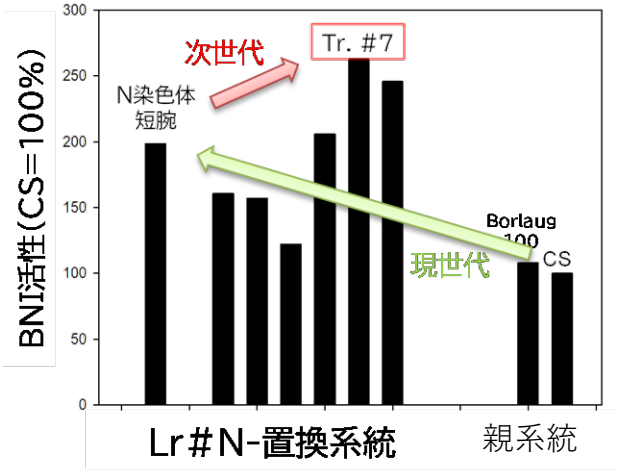
そのため本研究では、次世代BNI強化コムギであるTr.#7置換系統を導入し、圃場試験を実施し詳細な評価をすると共に、課題４の共同研究機関と共有し、国内向け次世代BNI強化コムギの開発を図る。



Lr＃N-SAによる現世代BNI強化コムギと次世代となるTr.＃7置換系統
（テロメア側がコムギ3B染色体に置換）

2．研究内容

Tr.#7置換系統は、野生コムギから導入されたBNI能以外の機能の影響が少なくなることで、BNI能が向上することが期待される。本研究では、このTr.#7置換系統のBNI能および特性を圃場試験により確認し、課題４の共同研究機関と共有することで、次世代BNI強化コムギの育成を図る基盤としての活用を開始する。



次世代BNI強化コムギとなるTr.#7置換系統は現世代(Lr#N-SA)の1.5倍程度のBNI能を発揮する

3．達成目標・期待される効果

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。

期待される効果

より高いBNI能を持つ次世代BNI強化コムギの育成。
国内向けコムギへのTr.#7遺伝領域の導入。

課題4：国内コムギ品種へのBNI能の導入
【研究概要】

対象品目：コムギ

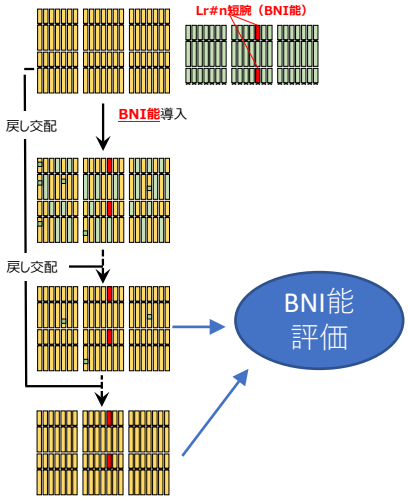
担当研究機関：国際農林水産業研究センター

共同研究機関：農研機構（北海道農業研究センター、西日本農業研究センター）、長野県農業試験場、ホクレン農業総合研究所、北海道立総合研究機構（北見農業試験場、中央農業試験場）

1．研究背景・目的

コムギは日本の農地の5%で栽培され、国内のコムギの消費の16%が国産コムギで占める。日本国内にはコムギ生産に適した地域が複数あり、それぞれ求められる品種の特性が異なる。そこで、各地域で利用される品種に、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、親系統との相性があり、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

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 北海道向け春播麺用コムギへのBNI能の導入

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 (Lr#N-SA)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。
さらにTr.#7置換系統を活用したBNI活性の高い国内向け次世代BNI強化コムギの開発が開始される。

期待される効果

野生コムギ由来のBNI能を活用した国内向けBNI強化コムギの開発の加速化
現世代及び次世代BNI強化コムギ有望中間系統の開発。