

植物-微生物相互作用による共生栄養供給能の向上と安定制御の実現

25023A

分野 適応地域
農業-畑作物 全国

【研究グループ】
自然科学研究機構 基礎生物学研究所
共生システム研究部門
【研究総括者】
基礎生物学研究所 武田 直也

【研究タイプ】
Bタイプ
【研究期間】
平成25年～27年(3年間)

キーワード ダイズ・ネギ、アーバスキュラー菌根共生、根粒共生、共生促進剤、微生物肥料

1 研究の背景・目的・目標

植物は「根粒菌」との根粒共生によりチッソ源を、「菌根菌」との菌根共生によりリン源を得ることができるようになる。このような微生物との共生による栄養供給は低肥料・低農薬型の農業を目指すうえで特筆すべき生物機能であり、これらの機能を有効に利用することで従来の施肥技術の改善が期待できる。植物の生育に大きな利益をもたらす共生栄養供給の大規模な利用を可能とするためには、安定した生物間相互作用の制御と共生効果のさらなる向上にむけた技術開発が必要となる。

2 研究の内容・主要な成果

- ① チアミン合成酵素遺伝子の研究とチアミン添加による根粒形成への影響を解析することで、根粒形成におけるチアミンの機能を明らかとした。
- ② 菌根共生・根粒共生へのジベレリンの作用は、ジベレリンシグナルが共生シグナルに干渉し、共生遺伝子発現を制御することで生じることを明らかとした。
- ③ 「共生促進剤」としてのチアミン・ジベレリンの添加実験から、これらの物質の外部からの投与による共生能の調整が可能であることを確認した。
- ④ さまざまな作物種におけるチアミン・ジベレリン合成阻害剤の評価を行い、これらの共生促進剤の農業利用に向けた基盤を整えた。

公表した主な特許・論文

- ① 特願 2015-163062「共生促進方法及び共生促進剤」 武田直也(基礎生物学研究所)(出願中)
- ② Nagae, M. *et al.* Common symbiosis genes *CERBERUS* and *NSP1* provide additional insight into the establishment of arbuscular mycorrhizal and root nodule symbioses in *Lotus japonicus*. *Plant Signaling & Behavior* e28544 (2014).
- ③ Takeda, N. *et al.* Gibberellins Interfere with Symbiosis Signaling and Gene Expression, and Alter Colonization by Arbuscular Mycorrhizal Fungi in *Lotus japonicus*. *Plant Physiol.* 167(2) 545-57 (2015).

3 今後の展開方向、見込まれる波及効果

- ① 実験室レベルに留めるのではなく、実際の農業利用に耐えうる技術となりうるかを検討していくために、圃場試験などでの問題点の発見と、解決にむけた基礎研究へのフィードバックによる発展を図る。
- ② この技術によって推進される共生栄養供給は、化成肥料の代替・補助的用途としての利用が見込まれる微生物肥料の普及に貢献することができる。

4 開発した技術・成果が活用されることによる国民生活への貢献

- ① 微生物肥料としての共生栄養供給能の利用は、化成肥料に依存した現代農業の脱却に貢献し、植物生産性の向上と環境低負荷型農業という相反する問題を解決する有効な手段となりうる。
- ② 生物のもつ自己増殖機能を利用した技術として、肥料などが十分に使用できない海外の国・地域における農業技術としても活用できる。

(25023A) 植物-微生物相互作用による 共生栄養供給能の向上と安定制御の実現

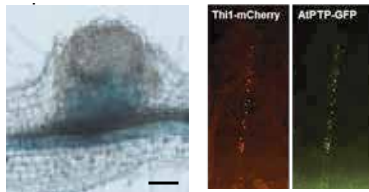
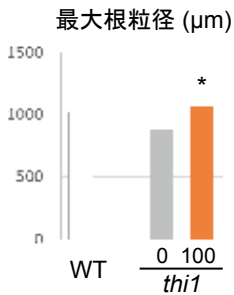
達成目標 根粒共生・菌根共生を利用した微生物肥料の普及を目指し、共生作用の向上と安定化をもたらす共生促進剤の開発を行う

共生促進候補物質の作用機構の解明

チアミンの根粒共生への作用を解明

チアミン合成酵素変異体 *thi1* の根粒径減少

THI1の根粒分裂細胞での発現誘導とプラスチド局在



THI1pro:GUSの根粒中での発現と根毛中THI1-mCherryの局在解析

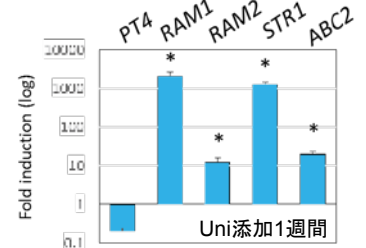
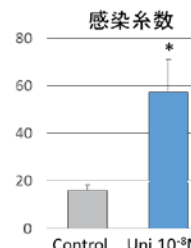
0,100:チアミン添加 (mg/ml)

ジベレリン(GA)の両共生への作用機構を解明

ジベレリン合成阻害剤添加

根粒菌の感染経路である感染糸数の向上

非感染状態においても菌根共生遺伝子発現を誘導

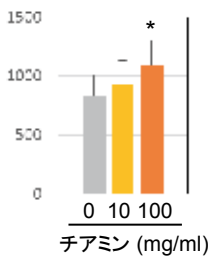


Uniconazole-P (Uni); GA合成阻害剤

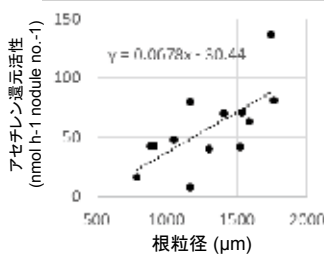
共生促進物質による共生能の向上

チアミンによる根粒共生促進

最大根粒径 (μm)



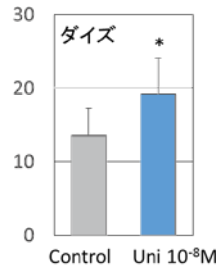
根粒径と窒素固定活性の相関



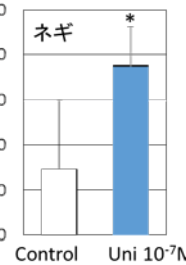
チアミンの添加は根粒径を増加させ、より高い窒素固定活性を付与する

GA合成阻害剤による根粒・菌根共生促進

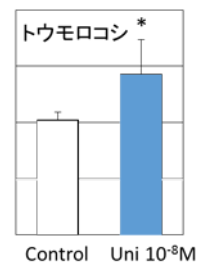
根粒数



菌根菌感染率%



菌根菌感染率%



ダイズにおける根粒形成、ネギ、トウモロコシにおける菌根共生など作物種においても促進効果が見られる

物質添加による外部からの共生制御が可能となった。

今後の展開方向、波及効果

共生促進剤の実用化にむけた畑土壌等における効果の実証研究
共生促進剤を利用した共生栄養供給効果の増強による収量増加

国民生活への貢献

化成肥料の代替・補完としての微生物肥料の利用促進に貢献
植物生産性の向上と環境低負荷型農業という相反する問題を解決