

2024年5月14日

報道機関 各位

国立大学法人東北大学

植物品種に適した微生物の活用が求められる 植物の生育には品種ごとに異なる土壤微生物との関係が大切

【発表のポイント】

- 植物の生育促進や農地由来の温室効果ガス削減のために土壤微生物群集との効果的な関係を活用する機運が高まっています。
- マメ科植物ミヤコグサを用いて植物品種、土壤微生物群集、生育環境を分離して評価できる実験系を構築し、植物成長への影響を評価しました。
- 植物の生育に対する効果において、植物品種と土壤微生物群集の組合せの影響が大きいことが示されました。
- ヒトにおける個別化医療のように、植物においても品種ごとに土壤微生物群集をマネジメントすることが農業生産を最大化する上で有効である可能性が示唆されました。

【概要】

持続可能な農業を推進する上で、植物と土壤微生物の関係を理解することは不可欠であり、これまで数多くの研究が行われてきました。しかし、土壤微生物群集が植物の生育に及ぼす影響の詳細については明らかにされていませんでした。

東北大学大学院生命科学研究科の番場大助教と佐藤修正教授、およびオーフス大学（デンマーク）の国際共同研究グループは、マメ科植物ミヤコグサを用いて、植物品種、土壤微生物群集、土壤環境の三つの要素とそれらの相互作用が植物生育に及ぼす影響を実験室内で評価する系を確立しました。研究結果から、植物品種と微生物群集の組み合わせが、微生物群集の差異よりも生育への影響が大きいことが明らかになりました。

この発見は、植物品種と土壤微生物群集の組合せを最適化することで植物の生育を向上するという新たな農業戦略を促進し、持続可能な農業の実現への貢献が期待されます。

本研究結果は科学誌 FEMS Microbiology Ecology に 5 月 3 日付で掲載されました。

【詳細な説明】

研究の背景

植物は根を介して多様な土壌生物（微生物、ウイルス、昆虫などの微細動物）と相互作用を行います。この相互作用には、植物の栄養吸収を助けたり、環境ストレスへの耐性を向上させたりする共生的な関係から、植物に害を与える寄生的な関係に至るまで、幅広い関係が含まれます。そのため、土壌微生物群集との関係を効果的に管理し、化学肥料や農薬への依存を減らしつつ植物の生産性を向上させる環境負荷の低い農業技術の開発が近年注目を集めています。しかし、植物と土壌微生物群集の相互作用は未だ不安定であり、実際の農業現場での活用には未だ多くの課題が残っています。

植物と土壌微生物群集の相互作用は、植物の品種（Plant genotype、G）、土壌に含まれる微生物群集（Microbiome、M）、生育する環境（Growth environment、E）の3つの要素から成ります。これらの要素が複雑に絡み合いながら、植物の根の内部や周囲に特有の微生物群集を形成し、植物の生育に影響を及ぼします。今までに多くの研究がこれらの要素の効果を報告していますが、実際の野外条件下でこれらの要素を正確に評価することは困難でした。そのため、どの要因が植物の生育に特に重要なのかを明らかにするためには、これらの要因を分離し互いの組み合わせ効果を考慮して植物の生育への影響を評価することが必要でした。

今回の取り組み

東北大学大学院生命科学研究科の番場大助教と佐藤修正教授らとデンマークのオーフス大学の研究者の国際共同研究グループは、植物品種 [G]、土壌微生物群集 [M]、生育環境 [E] を自由に設計可能な *in vitro* 実験系を確立し、これらの要因が植物の生育と根に形成される微生物群集に与える影響を評価しました（図1）。実験にはマメ科のモデル植物であるミヤコグサ *Lotus japonicus* とその近縁種である *L. burttii* を含んだ9品種を用いました。土壌微生物群集は、東北大学大学院生命科学研究科付属の灌水生態系野外実験施設（宮城県大崎市）の圃場土壌より抽出した微生物群集を使用しました。灌水生態系野外実験施設においては、2017年から2019年までの3年間にわたって塩水灌漑を施した高塩分圃場と隣接した非加塩圃場が利用可能であり、本研究ではこれら2つの圃場から抽出した土壌微生物群集とこれらを混合した微生物群集、および微生物群集非存在の4条件を用いました。また、環境条件として塩分添加と非添加の環境を作成し、全72組合せで合計749個体を成育させました。そして、成育後の植物成長量を測定、根微生物群集を16Sアンプリコンシーケンス^(注1)を用いて検出し、統計解析を通してG、M、Eおよび交互作用の効果を評価しました。

その結果、根の微生物群集の大部分は土壌に存在する微生物群集 [M] と生育環境 [E] によって規定されていることが明らかとなり、植物品種 [G] の違いは大きく影響しないことが示されました。対照的に植物の生育においては、植物品種 [G] と土壌微生物群集 [M] の組合せ効果 [G×M] が土壌微生物群集単体 [M] の

効果よりも大きいことが明らかとなりました（図 2）。このことは、土壤微生物群集の違いに依存する大部分の微生物群集との相互作用は植物の生育に大きな影響を及ぼさず、植物品種ごとに土壤微生物群集との相互作用効果が大きく異なることを示唆しています。また、これらの [G×M] 効果および [M] 効果は植物地下部の方が地上部に比べて大きいことから、植物品種と微生物群集の効果はそれぞれの植物品種ごとに根から地上部へ緩衝/促進されつつ広がっている可能性が考えられます。

今後の展開

本研究は、植物と土壤微生物群集の関係を活用する際には、植物品種間の違いを考慮する必要があるという重要な知見です。これは持続可能な農業を目指しつつ、農業生産を最大化する際には必要不可欠な要素となります。また、特定の植物品種において観察される有益な土壤微生物相互作用を検出することができれば、その相互作用を司る植物遺伝基盤を明らかにすることが可能となり、将来的には有益な植物-土壤微生物相互作用を育種的に選抜することにもつながります。

また、これらの知見は農業だけでなく植物の保全や生態学研究にも役立つ可能性があります。本研究では、どのような遺伝子型を持つ植物品種がどのような土着の土壤微生物群集と出会うかどうかが、植物がその場所で生育するのに重要な要素であることを示しています。このような知見は、特に絶滅危惧植物の生息域外保全を行う場合に役立てられる可能性があります。

植物品種 [G] 土壌微生物群集 [M] 4 条件

9 系統

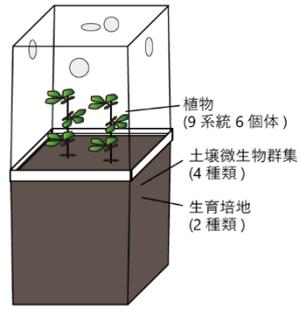
- 1: MG020
- 2: Gifu
- 3: *L. burttii*
- 4: MG011
- 5: MG046
- 6: MG056
- 7: MG063
- 8: MG067
- 9: MG068

東北大学灌水生態系野外施設

- 1: F5C (非加塩土壌)
- 2: F5S (加塩土壌)
- 3: MIX (F5C と F5S の混合)
- 4: Cont (微生物非存在)

生育環境 [E] 2 種類

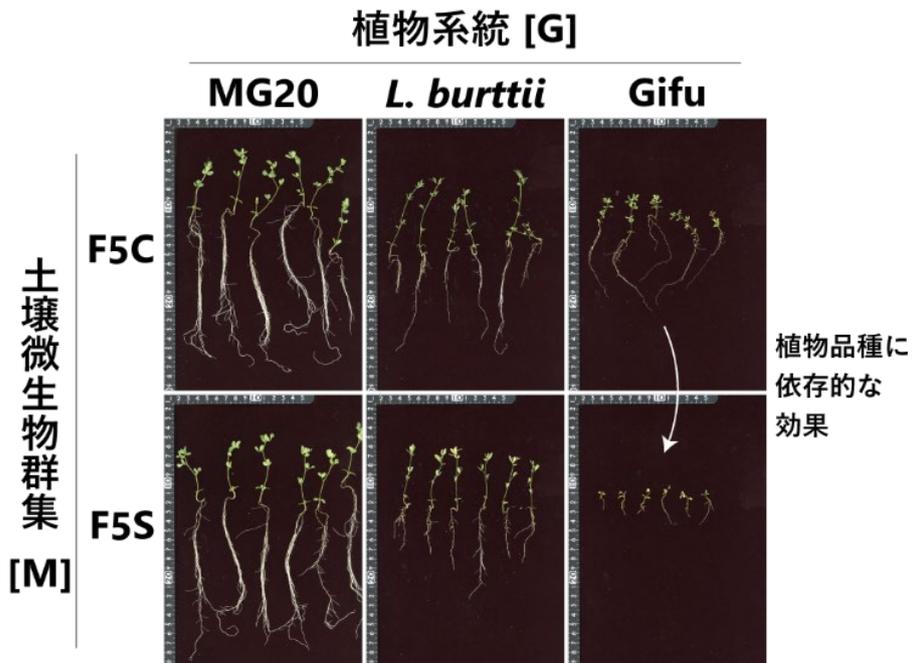
- 1: 非塩添加
- 2: 塩添加 (100 mM NaCl)



合計 $9 \times 4 \times 2 = 72$ 組合せ (2 反復 144 ポット)

4 週間生育後の植物 749 個体の成長量と根微生物群集を調査した

図 1. 本研究で用いた *In vitro* 実験系の概要



地上部成長量への効果量 $[\eta^2]$

土壌微生物群集 [M]	<	植物品種 × 微生物群集 [G × M]
0.0084		0.0411

図 2. 植物品種依存的に変化する植物表現型とその効果量

【謝辞】

本研究はナショナルバイオリソースプロジェクト ミヤコグサ・ダイズからのリソース提供を受け、JSPS 科研費 (JP21K14763、JP20H2884)、The Novo Nordisk Foundation Grant (NNF129SA0059362)の助成を受けて行われました。

【用語説明】

注1. 16S アンプリコンシーケンス

メタゲノム DNA (多数の生物由来の DNA が含まれる DNA) 中の細菌の分類に広く利用される DNA シーケンシング手法。

【論文情報】

タイトル : Synergistic effects of plant genotype and soil microbiome on growth in *Lotus japonicus*

著者 : Masaru Bamba*, Turgut Yigit Akyol, Yusuke Azuma, Johan Quilbe, Stig Uggerhøj Andersen, Shusei Sato

*責任著者 : 東北大学大学院生命科学研究科 助教 番場大

掲載誌 : FEMS Microbiology Ecology

DOI : 10.1093/femsec/fiae056

URL: <https://doi.org/10.1093/femsec/fiae056>

【問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科

助教 番場大 (ばんば まさる)

TEL: 022-217-5713

Email: masaru.bamba.b2@tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学大学院生命科学研究科広報室

高橋さやか

TEL: 022-217-6193

Email: lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp