

学校産エンドファイトを活用したソバにおける施肥削減技術の開発

山形県立村山産業高等学校 農業科学部エンドファイト研究班
五十嵐旭人、菊池健太、鈴木実那、辻村怜奏、加賀 悠也、石川篤志、武田凱、今野颯也

取組の背景

ソバ生産の現状

山形県におけるソバ生産の課題

- 収量が不安定。肥料コストの上昇などが課題。
- 環境保全型農業の導入が遅れている。

植物共生微生物「エンドファイト」

- 植物の生育を促進する働きを持つ微生物。役割は多様で、様々な種類が存在する。メカニズムも不明。
- 国内でソバへのエンドファイトの活用事例はない。

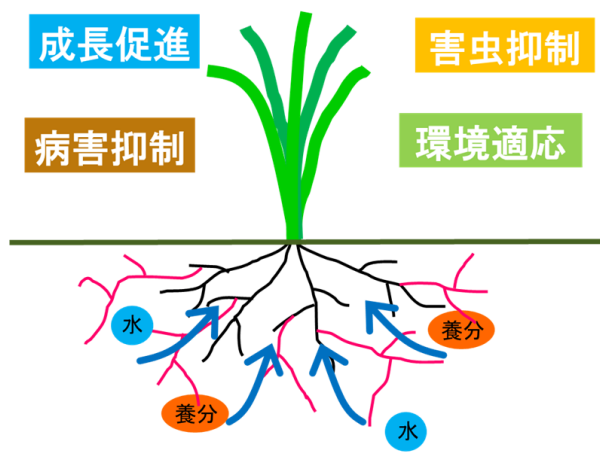


図1：エンドファイトの働き

みどり戦略への貢献を目標に

研究目標

- ソバに対応したエンドファイトを探索し、生育促進効果の評価やそのメカニズムを解明する。
 - 野外条件におけるソバ栽培にエンドファイトが利用可能かを評価する。
- また、みどり戦略を参考に本研究独自の目標設定を下記の通り、行った。
- エンドファイトの活用により、ソバ栽培における
化学肥料の使用量を30%以上削減する菌株を見つける！
→みどり戦略（KPI2030年目標）では、20%削減

取組内容・結果

研究段階1 生育促進効果の高いエンドファイトを単離する！

①学校敷地内からエンドファイトを見つける！ ②見つけた菌株がソバに与える影響を評価する！

- 本校の敷地は約50ha。水田や牧草地、森林などの多様な生態系が存在する。
- それらの場所から様々な土壌を採取し、ソバ栽培に有用な菌株を探索した。



図2：土壌採取から菌株の単離までの流れ

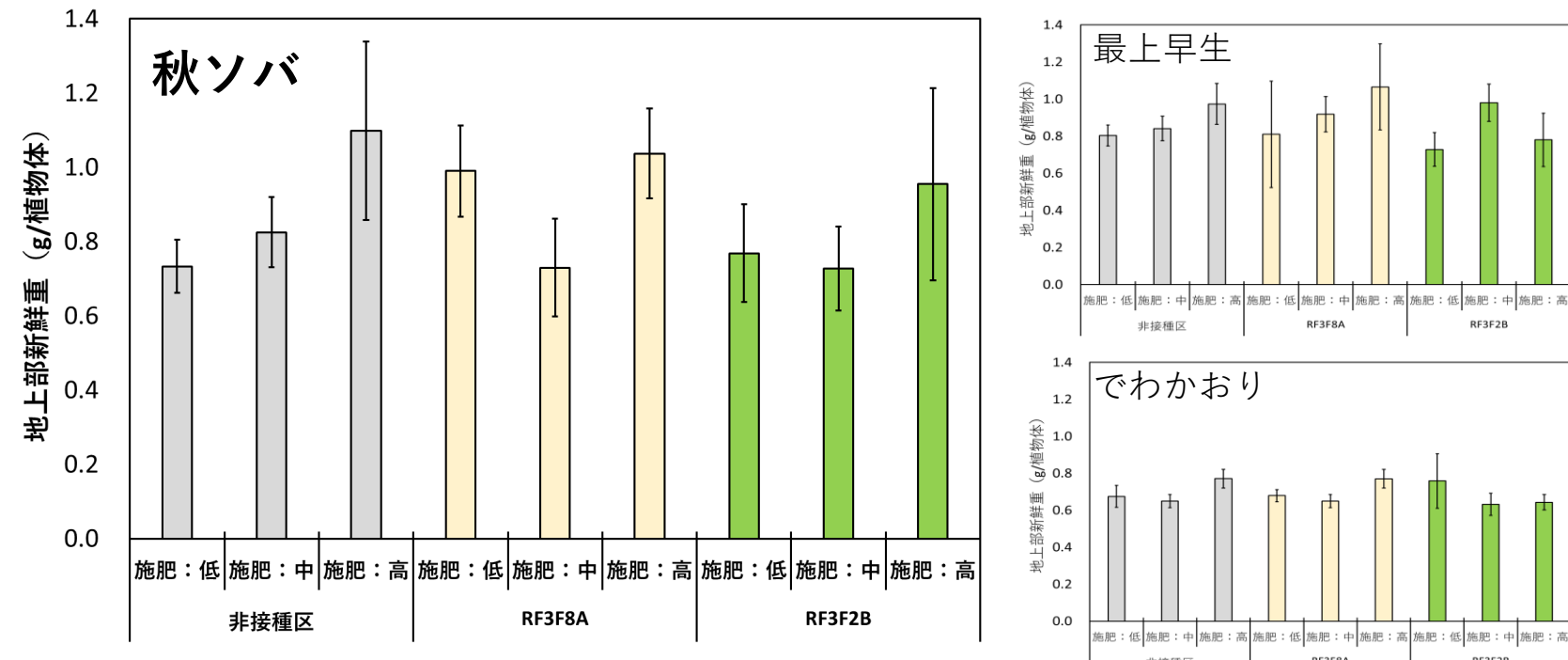


図3：秋ソバ・最上早生・でわかおりにおける地上部新鮮重の比較

結果

- 学校の敷地内から約100菌株を単離し、それらをソバに接種し、8菌株について生育促進効果を検証してきた。
- RF3F8A菌株やRF3F2B菌株などが生育促進効果を示すことがわかった。
- RF3F8A菌株では、品種：秋ソバにおいて、生育促進を示すが、その他の品種では示さなかった。このように、ソバ品種や施肥条件によって、生育促進効果に違いが見られた。

今後の課題・展望

- より多くの単離菌株の生育促進効果について検証を進める。このペースでは、あと31年で終了予定。
- 効率的に生育促進効果を示す菌株を見つけるためには、判断基準として微生物の生理学的知見が必要であると考えている。そのための手法を開発していきたい。

研究段階3 生育促進効果の要因を探る！

①生育促進効果の高い菌株の同定 ②生育促進の要因はリン供給！ ③ソバ品種の根系発達の違い

- 生育促進効果：高のRF3F8A菌株について、MALDI-TOFMSで菌種の同定を行った。



図4：RF3F8A菌株の同定作業

- RF3F8A菌株の難溶性リン（リン酸鉄、リン酸アルミニウム）の溶解性について検証した。

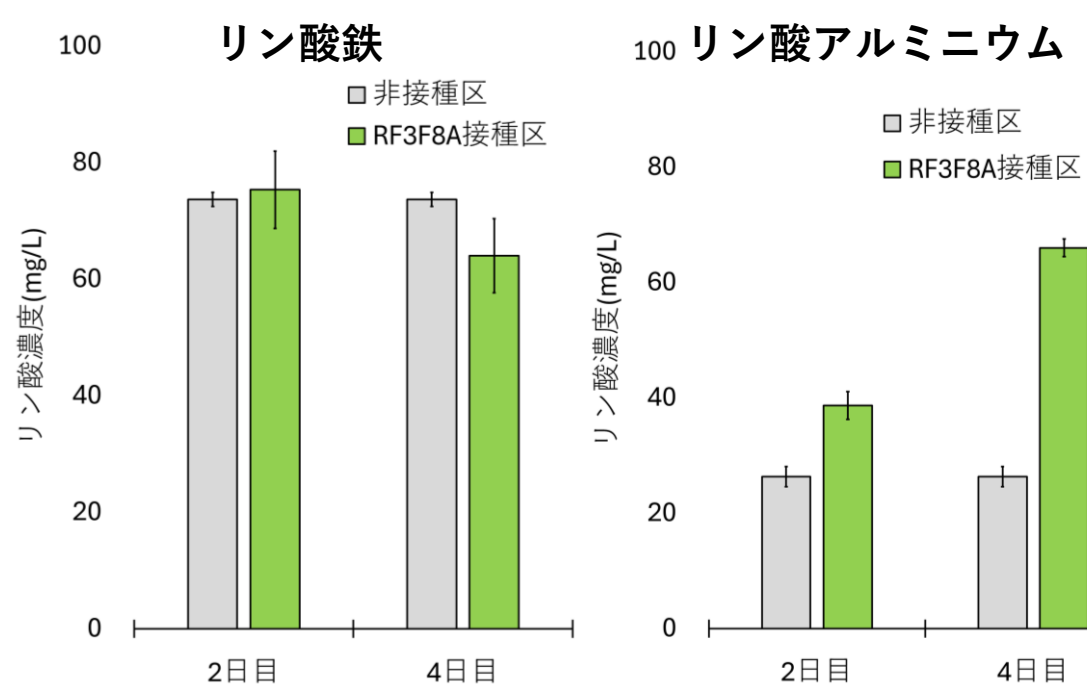


図5：RF3F8A菌株における難溶性リンの溶解

- ソバ品種による根系の発達程度について水耕栽培で評価した。

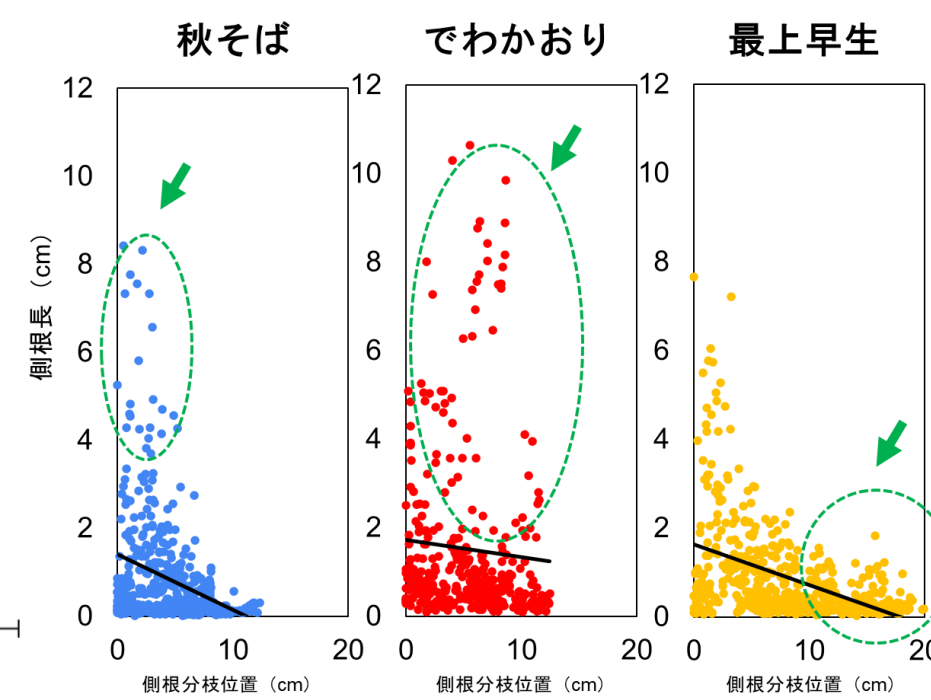


図6：ソバ品種における根系発達の違い

結果

- RF3F8A菌株は、*Talaromyces*属であった。既知の報告より、同属の種で「リン溶解性」が見られた。
- 上記のことから、RF3F8A菌株のリン溶解性について検証し、リン酸アルミニウムでは、接種後にリン酸濃度が2.5倍に増加し、リン溶解性が見られた。
- 品種：秋そばは根系の発達が多品種よりも乏しかった。生育促進効果を左右する植物側の要因として、根系の発達度合いが関係すると考えられた。

今後の課題・展望

- 菌株の特性評価や生育促進効果を左右する植物・微生物の要因などについて、より詳細に評価する必要がある。ただし、これらの解明には生化学や分子生物学的なアプローチが必要であり、大学などにより緊密に連携する必要がある。また、チームのメンバーが、頑張って勉強するしかない。

研究段階4 社会実装を想定した検証に挑戦する！

①RF3F8A菌株の野外条件での接種試験

- RF3F8A菌株が野外条件でも生育促進効果を示すのかを検証した。本校の金谷農場に施肥条件を4段階に設けた圃場を作り、2024年と2025年に接種試験を行った。2025年収穫分については、収量は現在分析中である。



図7：野外圃場での接種の様子

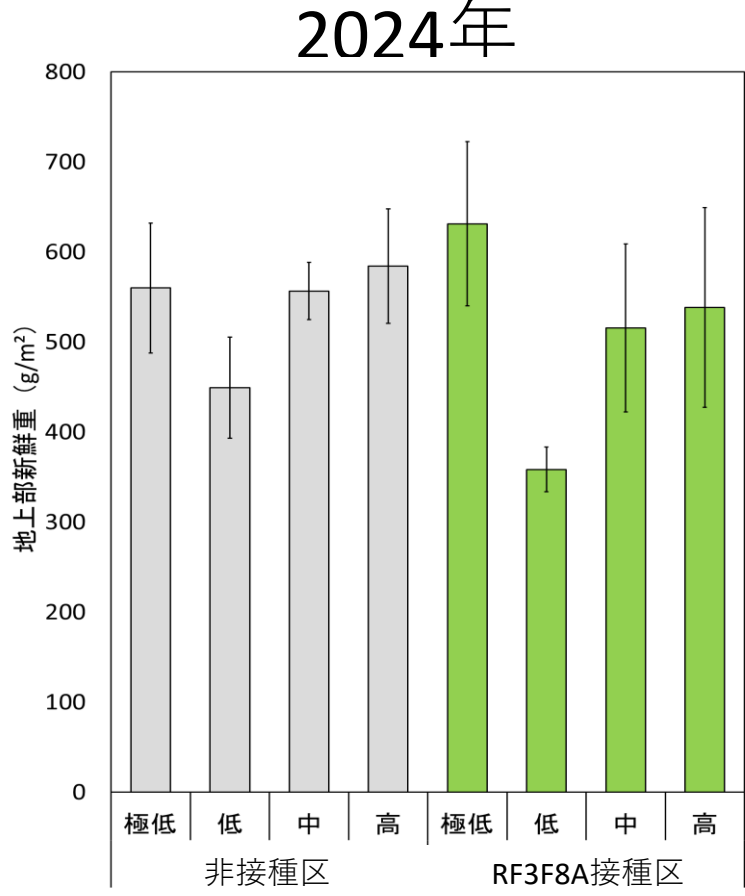


図8：2024年の地上部新鮮重の比較

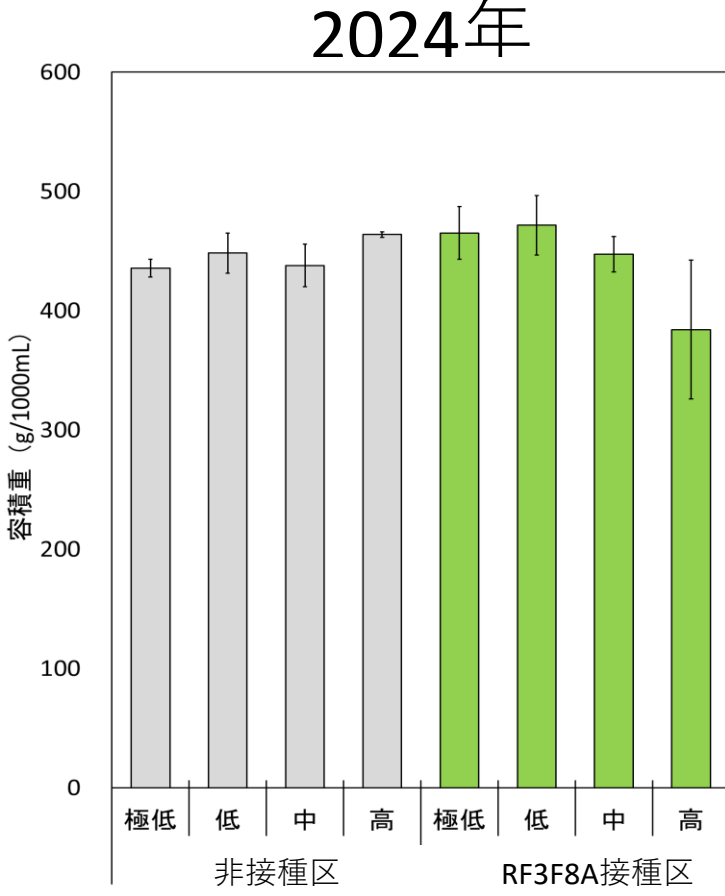


図9：2024年の容積重の比較

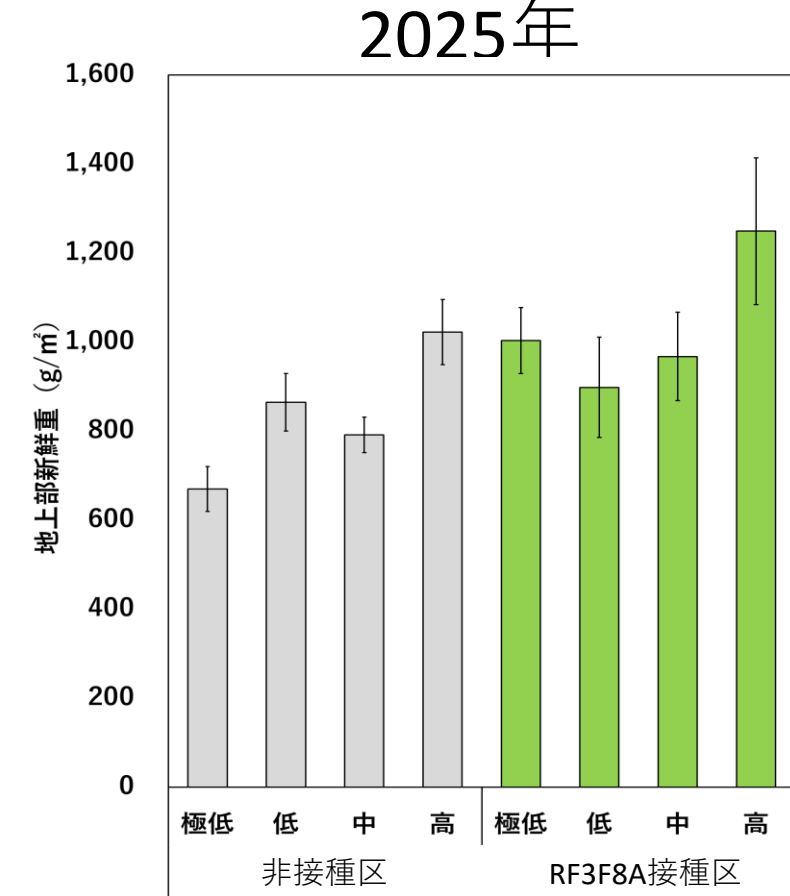


図10：2025年の地上部新鮮重の比較

結果

- 2024年は、多雨により、圃場の一部が浸水した。地上部新鮮重では、極低施肥区で接種区が大きく増加した。また、収量や品質を示す容積重では、接種区の極低施肥区で増加し、他の処理区でも増加する傾向が見られた。
- 2025年は、収穫時の地上部新鮮重が2024年よりも大幅に増加。さらに、極低施肥区で接種区が大きく増加した。他の処理区でも増加する傾向が見られた。
- これはRF3F8A菌株によって、土壌中の難溶性リンが無機化され、ソバが吸収しやすい状態となり、生育促進を招いたと考えられる。

今後の課題

- 現在は1つの土壌タイプのみ（黒ぼく土）での実験である。今後はより多様な土壌タイプで接種試験を行いたい。
- 野外条件で生育促進効果を示しやすい環境条件の検討を行っていきたい。

まとめ

農業利用が可能なエンドファイト「RF3F8A菌株」を発見！

- ポット条件で品種：秋そばにおいて、生育促進効果を示す菌株としてRF3F8A菌株を発見し、*Talaromyces*属と同定。
- ソバ品種や施肥条件によって、生育促進効果に変化することが分かった。
- RF3F8A菌株はリン酸アルミニウムを無機態リンに溶解し、植物に供給し、その結果、ソバのリン吸収が促進され、生育が改善するというモデルが考えられる。
- 野外条件では、RF3F8A菌株を接種することで、2年間にわたって、秋そばにおいて、極低施肥区で地上部新鮮重が大幅に増加した。他の施肥条件でも増加する傾向を示した。品質を示す容積重も増加した。

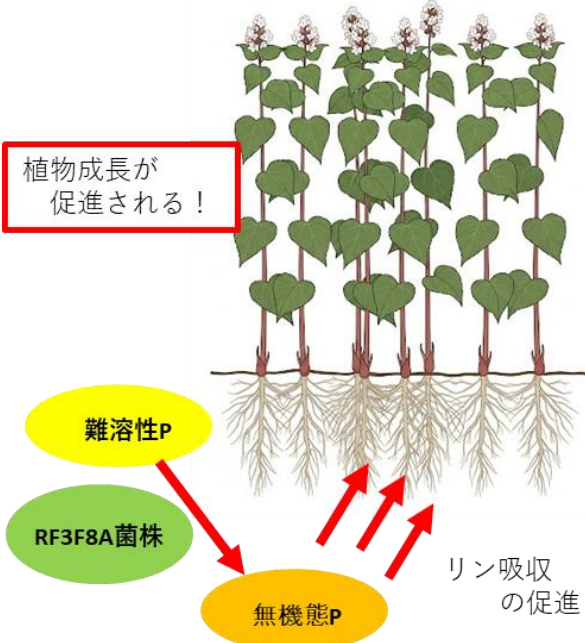


図11：生育促進モデル

みどり戦略目標設定への到達度の評価

- 本研究で単離したRF3F8A菌株を、試験結果から試算すると以下の通りとなる。
 - 全国のソバ栽培に換算すると必要なリン肥料を4600tの削減（約77%削減、肥料コスト22億円削減）
 - リン肥料の製造・流通に関わるCO₂排出量9000tの削減
- 目標達成を実現できたが、これは試算である。様々な環境・土壌タイプで目標達成できるように、研究活動を深化させる。

今後、地域でエンドファイトの活用が進むために...

- エンドファイトの認知度向上を目指して、地域のマルシェイベントなどで、研究の説明や顕微鏡による観察などのワークショップを行い、エンドファイトの普及を行っている。



本研究は、山形大学農学部俵谷教授、地域農業者の皆様、農薬・肥料販売業者の皆様にご協力を頂いております。この場を借りてお礼申し上げます。