

菌根菌を使った栽培技術

齋藤雅典

東北地域農林水産食品ハイテク研究会

東北大学 名誉教授

植物の根には菌根菌という菌類(カビ)が共生している
植物は“根”ではなく、“菌根”を有している



菌根、菌根菌とは何か？

菌根(定義):

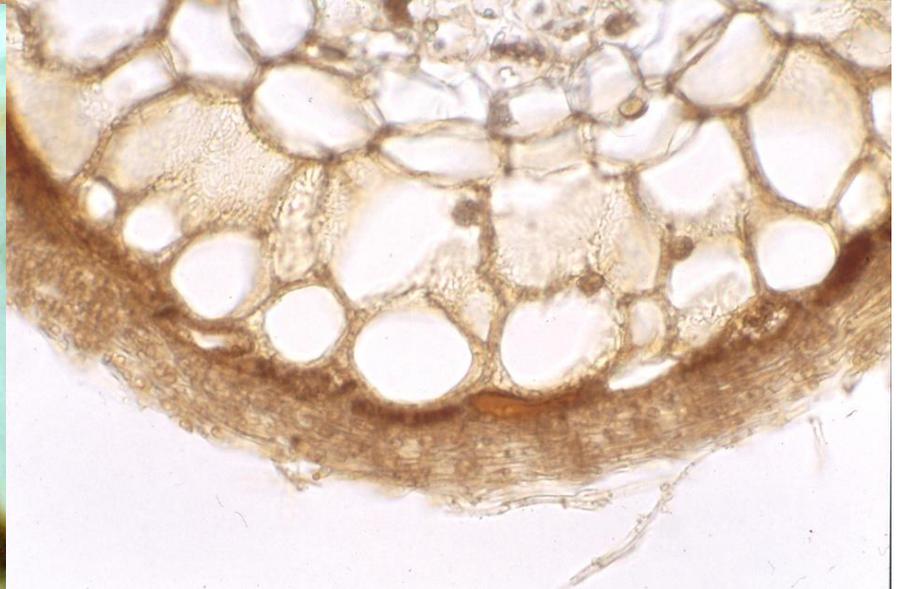
植物根に菌類が共生し、植物と菌の一体となった共生体

- 菌根 = Mycorrhiza
- 菌根菌: 菌根を形成する菌類
- 菌根菌 = Mycorrhizal Fungi

いろいろな菌根と菌根菌

- 外生菌根: 主に樹木の根。菌が根の表面を覆う。
キノコを形成する。
- 内生菌根: 主に草本類の根。菌が根の内部に入る。
 - アーバスキュラー菌根(VA菌根)
 - ラン菌根
 - ツツジ菌根

いろいろな外生菌根



外生菌根菌：樹木の根に共生、キノコを形成する

アマタケ



マツタケ



Wikipedia

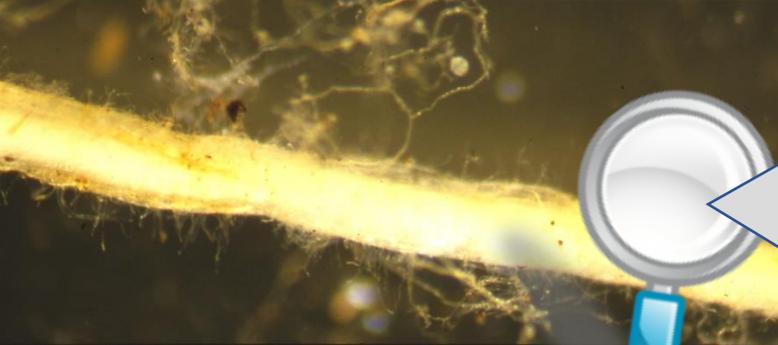


オウシュウアカマツ *Pinus sylvestris* に共生するアマタケ (*Suillus bovinus*) の菌糸

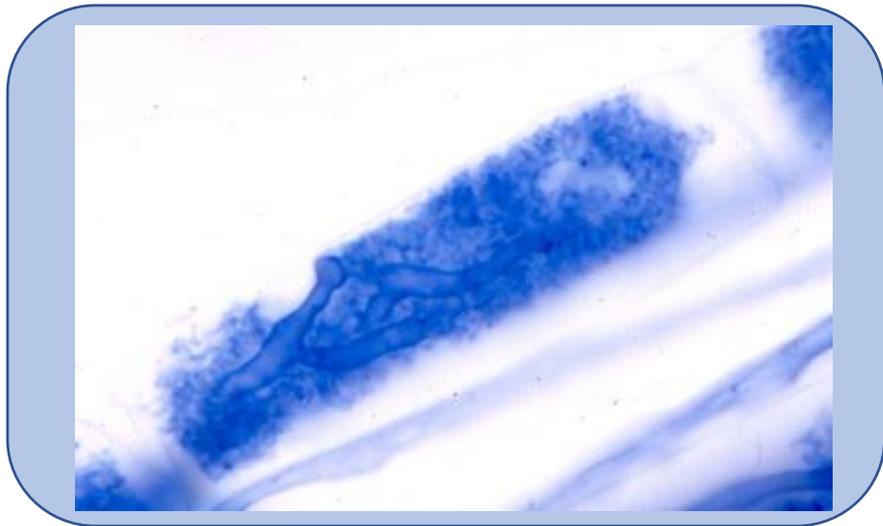
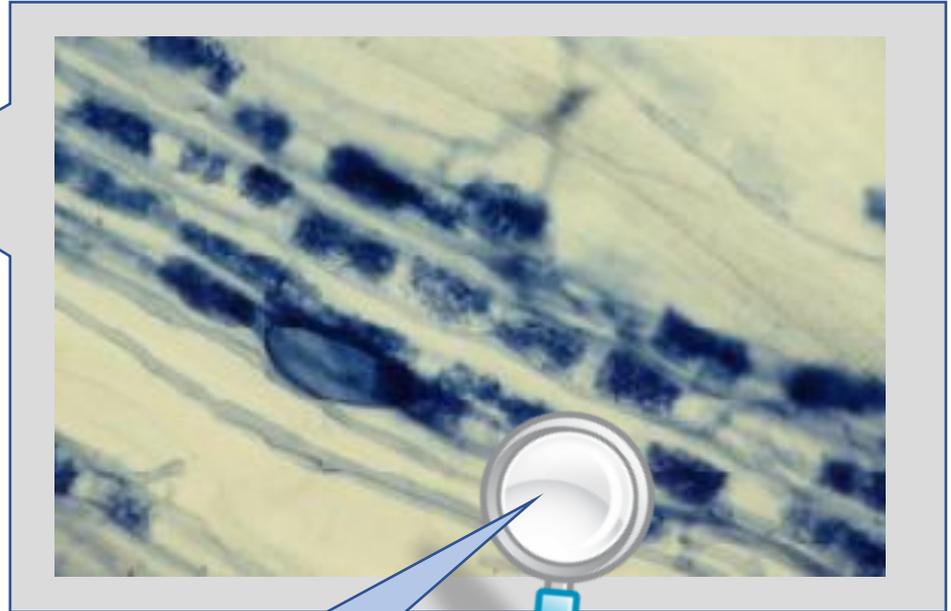


茨城県林業試験場

内生菌根菌：外見では区別できないけれど、根の中に菌が共生している。



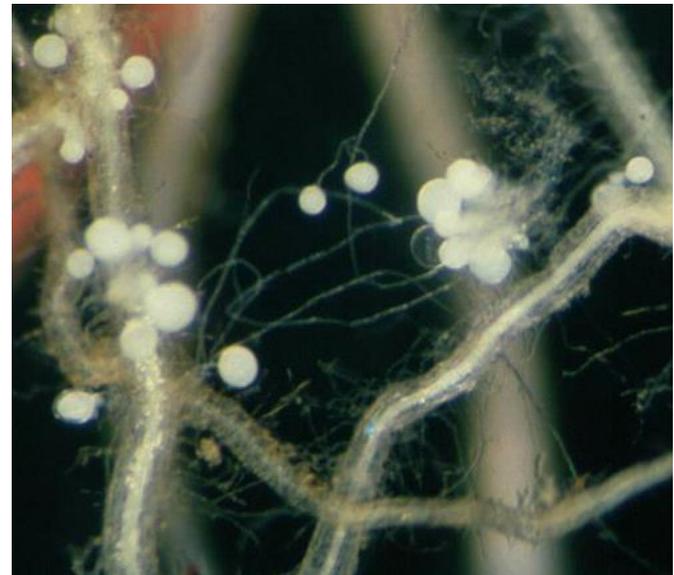
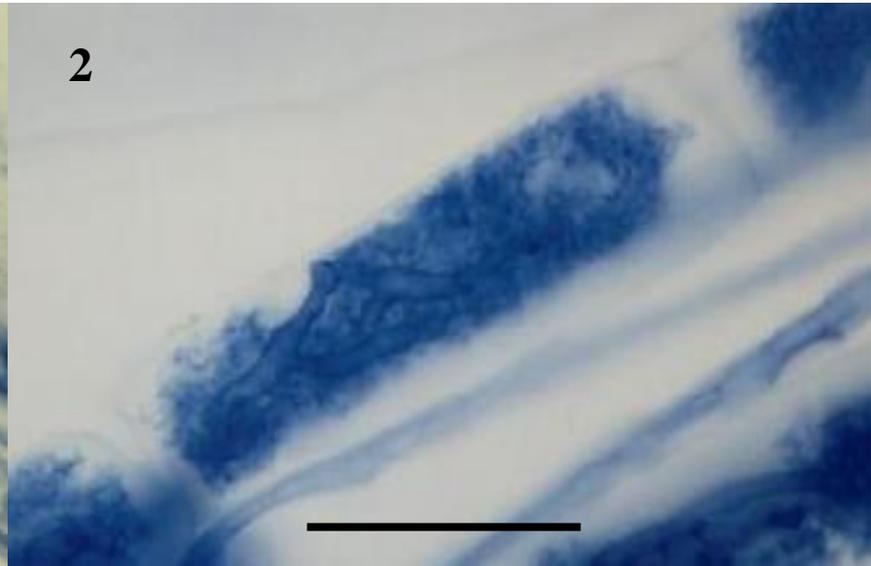
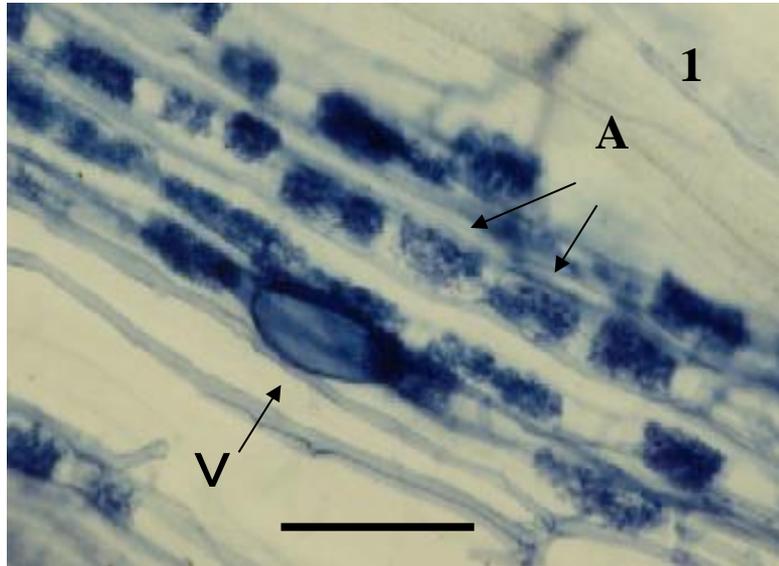
根の外観は普通

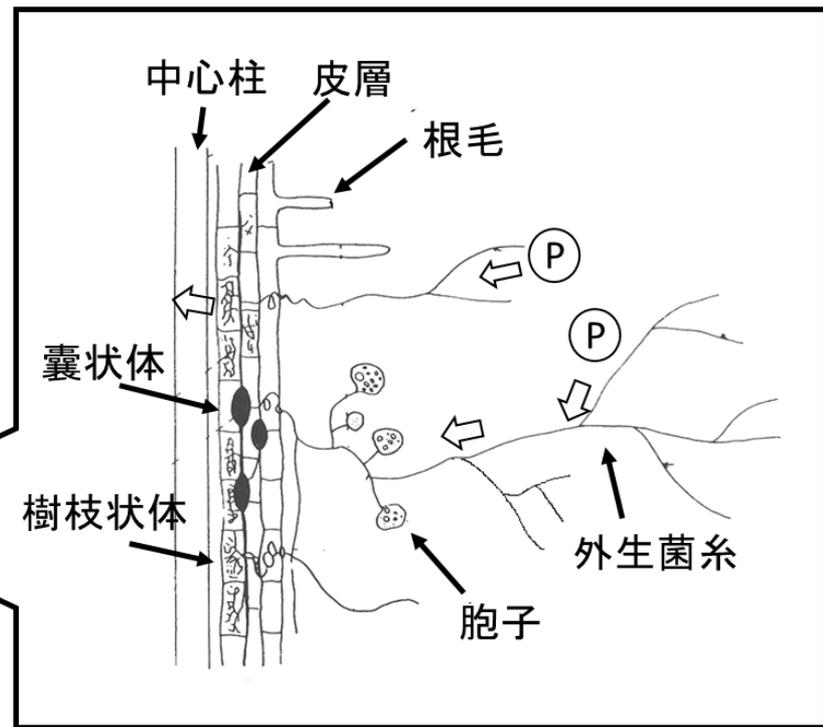
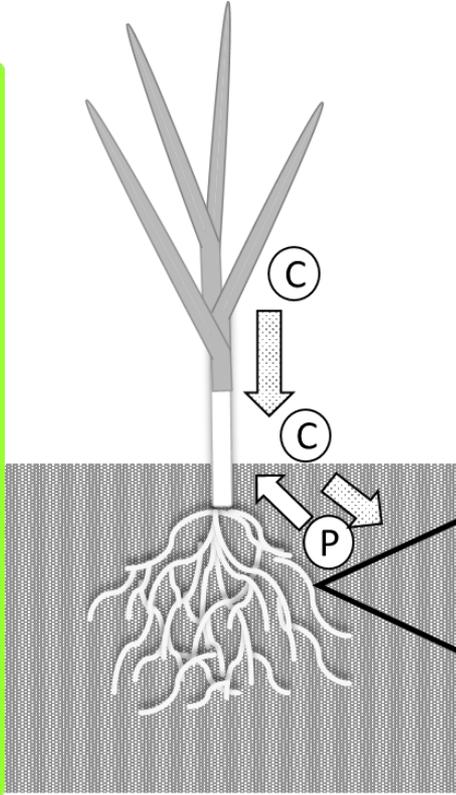
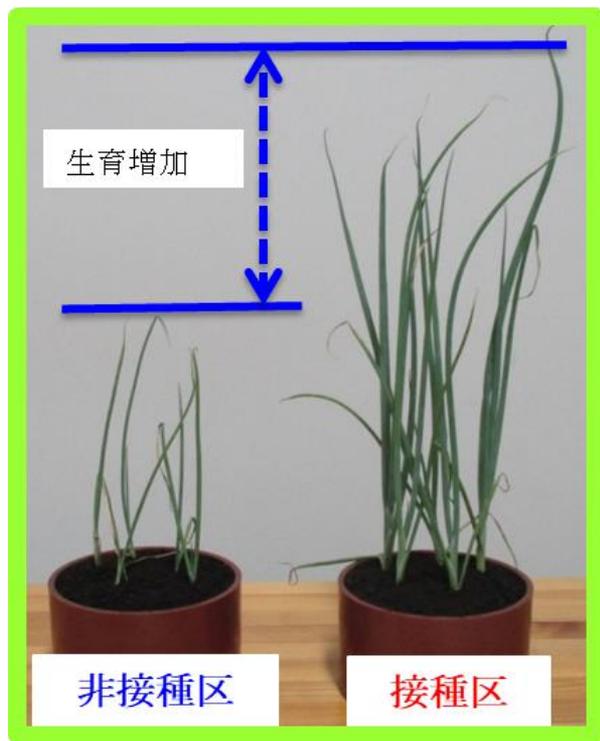


アーバスキュル
(樹枝状体)

* Arbre (フランス語で「樹」)

内生菌根:アーバスキュラー菌根 (VA菌根) 陸上植物の種の7-8割に共生





アーバスキュラー菌根の模式図(右)とアーバスキュラー菌根菌のネギへの接種効果(左)

菌根菌は土のリンを吸収して、植物に供給。代わりに、植物から光合成産物を提供される。宿主である植物へリンを供給することによって植物の生育が促進される

土壤中のリンの有効利用→→リン肥料の節減の可能性

アーバスキュラー菌根菌 (VA菌根菌) の特徴

- グロムス菌亜門という下等なグループの菌類で、植物の根の内部に共生する。土壤中に孢子を形成する。
- 絶対共生：植物と共生しないと増殖できない。実験室で菌根菌だけを培養することができない*。
- 宿主特異性が低い（多様な植物種に共生する）が、アブラナ科など一部の植物種に共生しない。
- 植物へリン酸等を供給し、植物の生育を改善する……リン肥料節減に活用できる可能性

* 日本のグループが、世界に先駆けて、一部の菌根菌の培養に成功している。

アーバスキュラー菌根菌 (VA菌根菌) 資材: 政令指定土壌改良資材 (地力増進法)



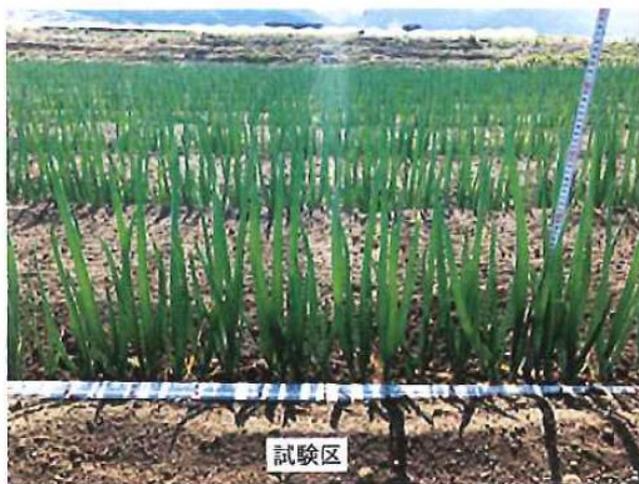
アーバスキュラー菌根菌は絶対共生であり、培養に宿主植物の栽培を必要とするために、資材製造にコストがかかる

菌根菌の利用：ネギ 育苗段階で資材を施用



写真4 A菌根菌資材「育苗用G2」施用の様子

(長野県松本市)



(忠地、2022)

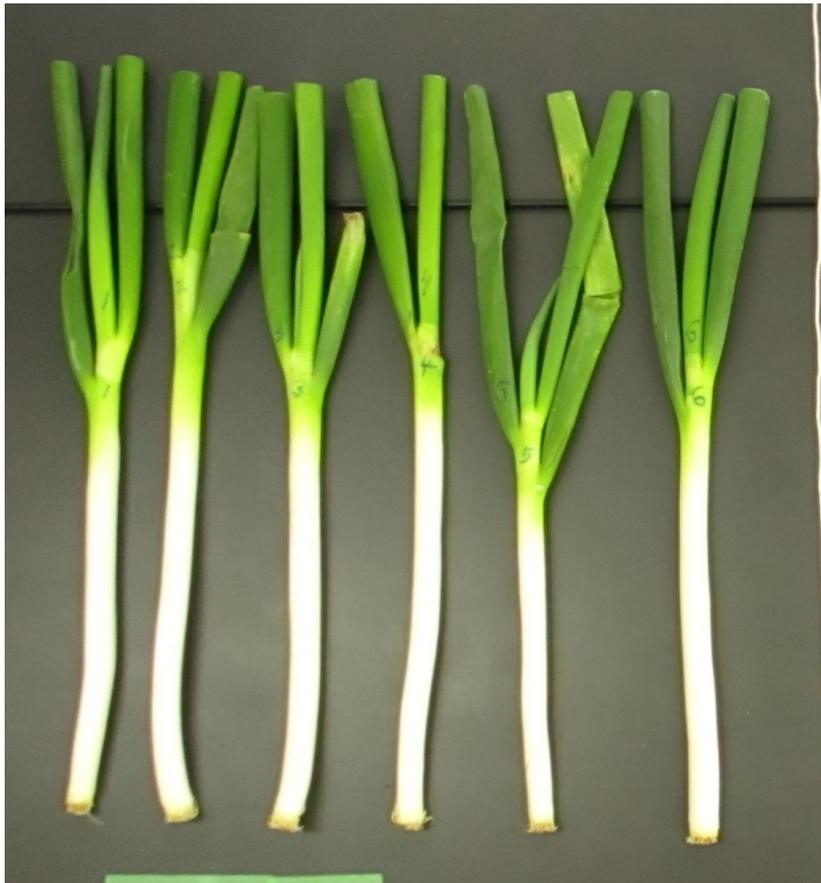
写真5 定植後45日目の生育調査

左写真が試験区、右写真が対照区の生育の様子。試験区は対照区に比べて生育が旺盛なのが観察されました。

菌根菌の利用:ネギ

東北大・川渡フィールドセンター(宮城県大崎市)における試験結果の一例 (2016)

非接種区



接種区

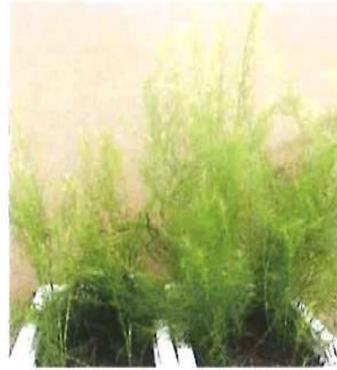


(鈴木ら、2016)

その他の作物への接種効果:



菌根菌感染状態



アスパラガス (品種: ウェルカム)



イチゴ (品種: 紅ほっぺ)



レモンバーム (シソ科ハーブ)



オタネニンジン (薬用植物)



茶 (品種: やぶきた)

写真1 菌根菌共生による植物体成長促進
左: 対照区、右: 菌根菌区

(松原、2022)

菌根菌接種



対照



2023年4月（播種後962日）

樹高 (cm)	280.4±2.7	227.0±7.4
幹周 (cm)	5.5±0.2	4.2±0.2
開花	Yes	No
開花枝数	20.2±5.5	—
花叢数	60.8±22.2	—

2023年9月



リンゴ野生種 *Malus hupehensis* 実生苗への菌根菌接種

(川原田ら、2023)

菌根菌の利用:ネギ

リン酸施肥量が少ない場合に効果

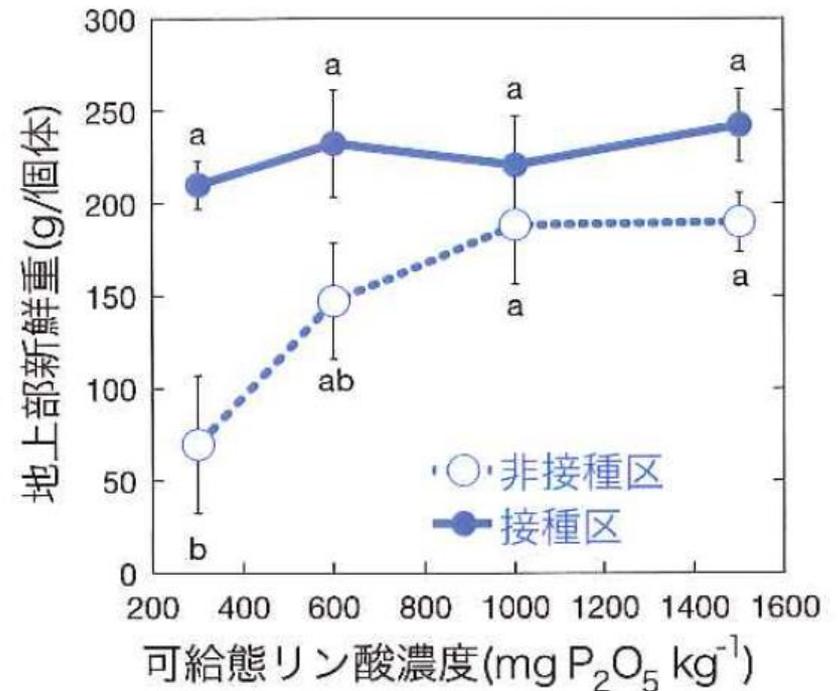
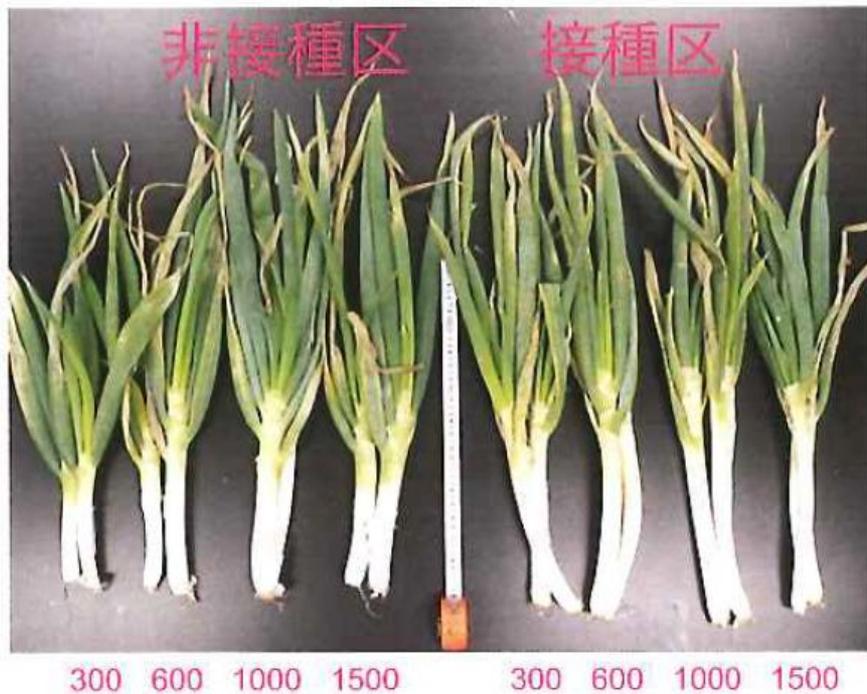


図2 4段階のリン酸施肥レベルの圃場におけるアーバスキュラー菌根菌 Glomus R-10 を接種したネギの生育

異なるアルファベットは有意差 (P<0.05) を示す。

(俵谷:2022)

菌根菌の農業利用：接種資材の利用の問題

- 高価である（製造コスト）
- 効果が限定的（微生物資材の宿命）：特に、**土着菌根菌との競合** → → **土着菌の利用**
- リン酸肥沃度の高い圃場、**リン酸施肥の多い**場合には**効果なし**（共生の阻害）
- 対象作物が限定（**アブラナ科、アカザ科に菌根菌は共生しない**）
- 資材の品質評価が不十分
- どのような条件で接種効果が期待できるかが不明瞭・・・

輪作体系と土着菌根菌

非宿主植物: テンサイ、ソバ、アブラナ科
宿主植物: ヒマワリ、マメ科、イネ科

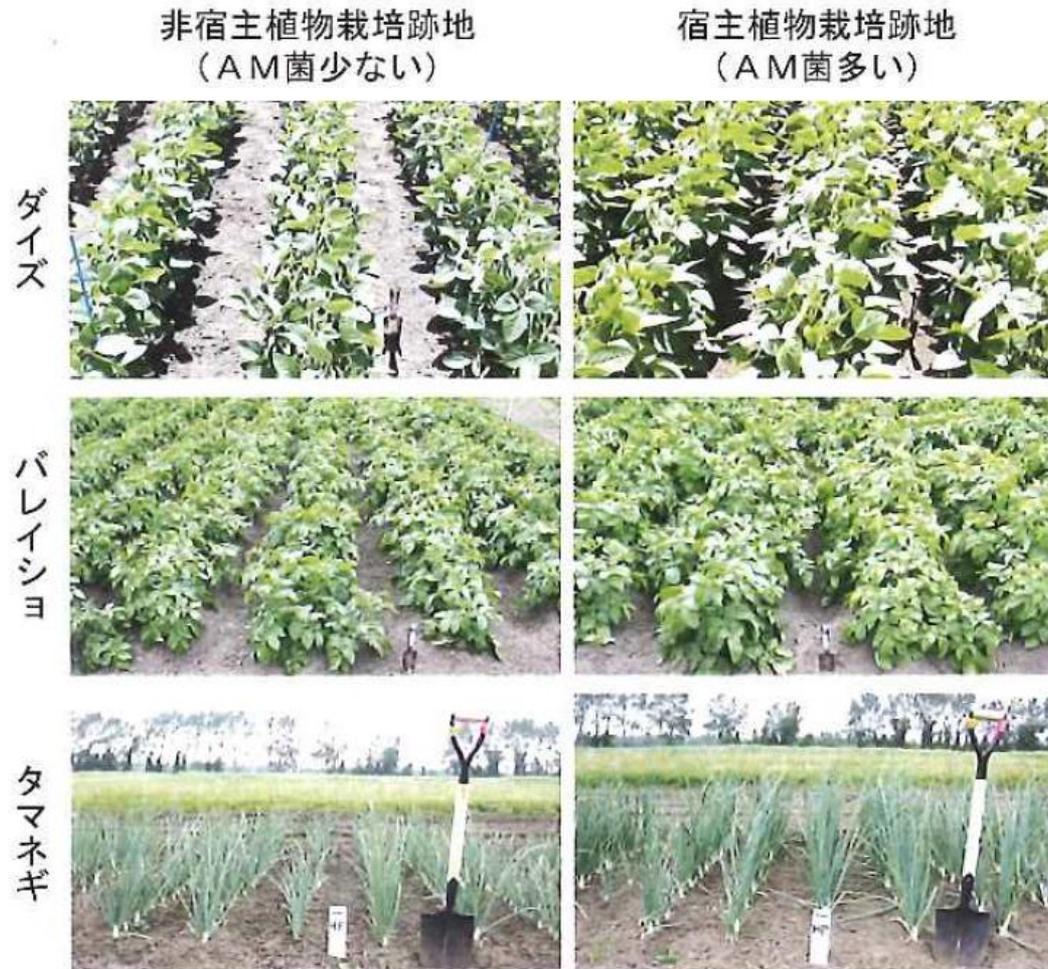


図2 さまざまな作物に見られる前作効果

(大友、2022)

輪作体系と土着菌根菌

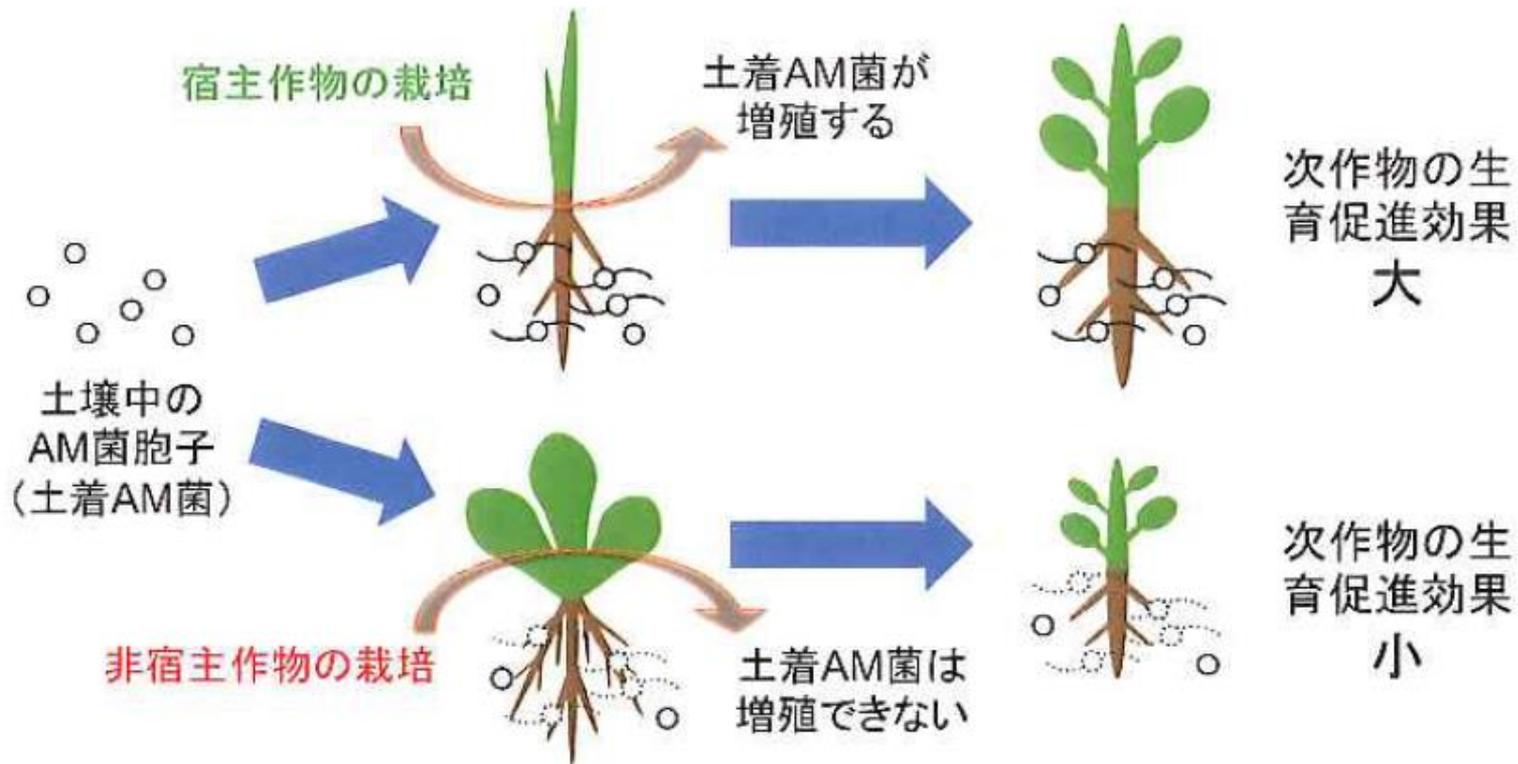


図1 前作効果のしくみ

(大友、2022)

輪作体系と土着菌根菌

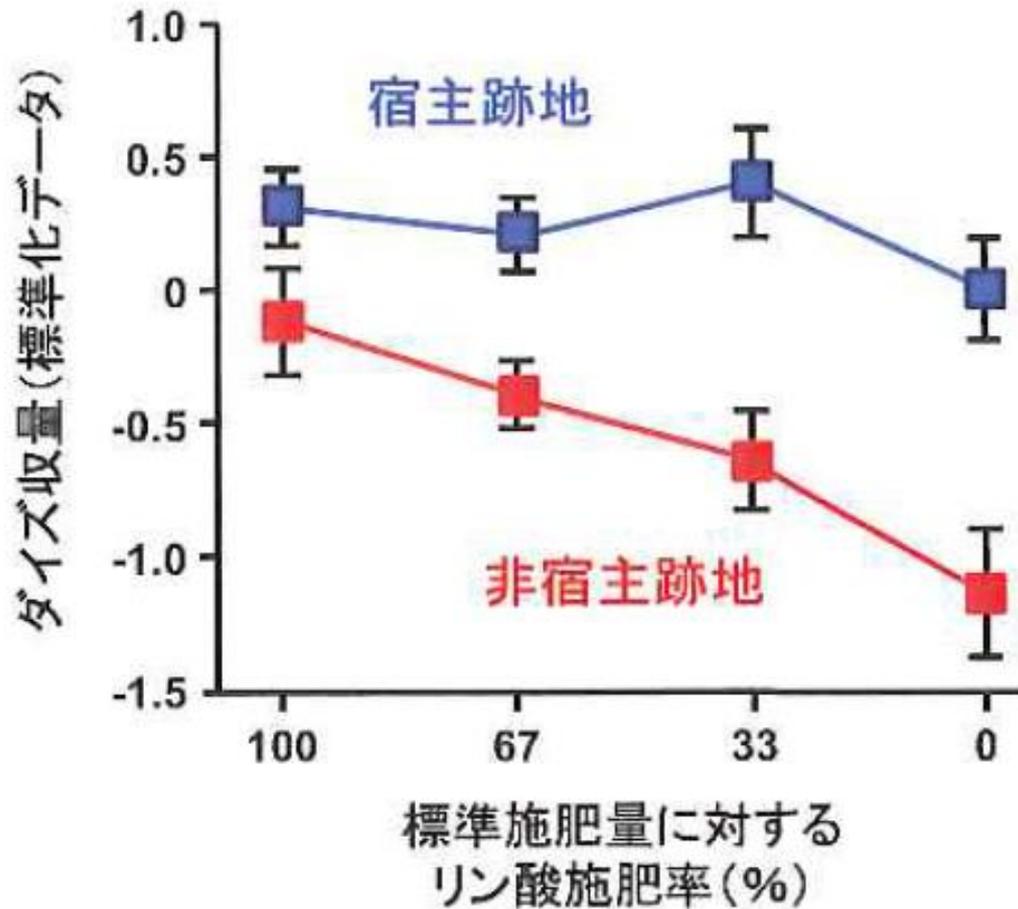
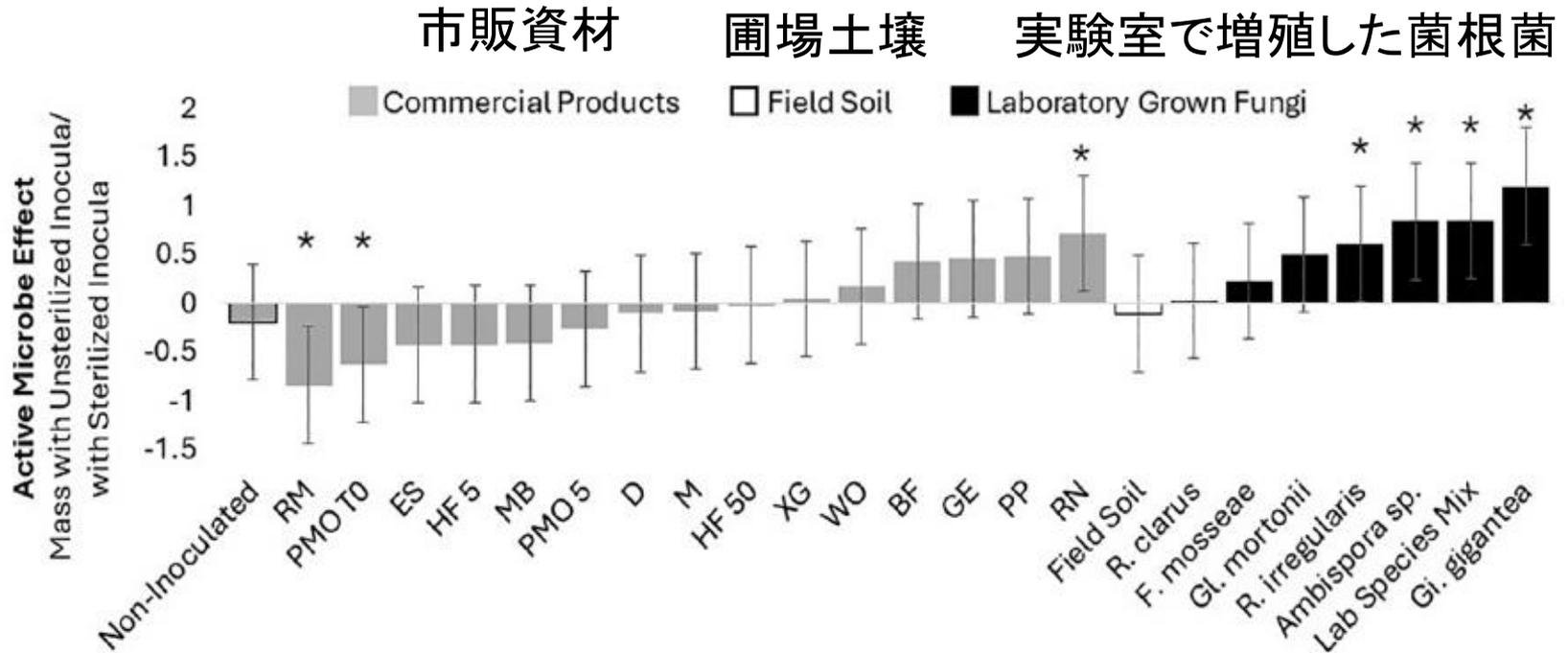


図3 前作効果を用いたリン酸減肥

北米における菌根菌資材の品質評価

接種効果



Applied Soil Ecology, Volume 202, 2024, 105559,
<https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2024.105559>

菌根菌の農業利用:

接種資材

- ネギへの育苗期接種は効果が期待できる。土壤可給態リン酸、リン酸施肥量に最適域がある。
- リン酸肥沃度の高い圃場、リン酸施肥の多い場合には効果なし(共生の阻害)
- ダイズ、トウモロコシの播種時の資材接種では効果は限定的
- 高価である(製造コスト)
- どのような条件で接種効果が期待できるかが不明瞭
 - ・・・複雑な土壤環境と多様な土壤生物叢との相互作用を解明する必要
 - ・・・最新の研究手法の導入によって新たな展開

土着菌根菌の利活用

- 豆類、トウモロコシなどは、宿主作物の後に栽培→土着菌根菌をリン吸収・生育の促進、土着菌根菌の利用により、リン酸減肥能