

令和 6 年 6 月 8 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05572

研究課題名（和文）菌根を介したブルーベリーの土壌からのリン獲得機構の解明と栽培への応用

研究課題名（英文）Mechanism of mycorrhizal acquisition of phosphorus from soil by blueberry and its application to cultivation

研究代表者

伴 琢也（Takuya, Ban）

東京農工大学・農学部・准教授

研究者番号：20325046

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：リン低投入型のブルーベリーの経済栽培技術の確立を最終目標として、国内圃場におけるリンの分布様式、難溶性リンの資化能に優れるエリコイド菌根菌の選抜とその接種が園芸作物の成長に及ぼす影響を調査した。土壌におけるリンの分布は土壌の種類により異なり、長期間の栽培が難溶性リン含量を増加させることが明らかになった。日本に自生するツツジ科植物より単離したエリコイド菌根菌の難溶性リン（リン酸鉄）の分解能を調査し、資化能に優れる2株を選抜した。菌株をレタスおよびブルーベリーに接種したところ、宿主植物の成長が促進された。以上の結果は本菌根菌を活用したリン低投入型の作物栽培体系の確立を示唆するものである。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界的にリン資源の枯渇が問題となっている現状に対し、耕地土壌には植物が直接吸収できない形態のリン（以下、難溶性リン）が多量に蓄積している。その一方で、ブルーベリーなどのツツジ科植物に普遍的に共生するエリコイド菌根菌の中には、難溶性リンを分解し、ホスト植物へ供給できるものが存在する。本研究では国内ブルーベリー圃場におけるリンの分布様式を解明し、難溶性リンの資化能に優れたエリコイド菌根菌を選抜した点が学術的意義である。また、本研究のリン低投入型の園芸作物の栽培体系の確立に基礎的な知見を提供したところで社会的意義がある。

研究成果の概要（英文）：Establishing an economic cultivation method for blueberry with low phosphorus input, we investigated (1) the distribution pattern of phosphorus in domestic fields, and (2) the effect of selection and inoculation with an ericoid mycorrhizal fungus that has excellent ability to capitalize on insoluble phosphorus on the growth of a horticultural crop. The distribution of phosphorus in the soil varied with soil type, and long-term cultivation increased the content of insoluble phosphorus. Two strains of mycorrhizal fungi isolated from Japanese azalea plants were selected for their ability to utilize insoluble phosphorus (iron phosphate). When the strains were inoculated on lettuce and blueberries, the growth of the host plants was promoted. These results suggest that mycorrhizal fungi can be used to establish a low phosphorus input cropping system.

研究分野：果樹園芸学

キーワード：ブルーベリー エリコイド菌根菌 難溶性リン 低投入型 経済栽培技術

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、世界的規模でブルーベリーの栽培面積は増加しており、今後もこの傾向は続くものと予想されている。園芸作物の中でも、特に果樹は高い収益性から高投入型の栽培体系をとる場合が多い。そのため、本果樹の持続的な低投入型栽培体系の確立は重要な課題である。リンは作物の生育にとって必要不可欠な多量要素であり、植物は根を通じて土壌から吸収している。土壌養液に含まれるリンの濃度は非常に低いが、これは施肥したリンが土壌中に存在する金属イオンと容易に結合して難溶性リンへと変化するためである。その結果、作物生産において施用されるリンの80%が植物に利用されることなく土壌に蓄積する(Holford, 1997)。地殻中の全ての土壌および岩石中にリンは存在するが、その大部分は酸性条件下ではアルミニウムあるいは鉄、アルカリ条件下ではカルシウムと結合して難溶化している。農作物のなかでは、キマメが難溶性リンを分解利用できることが知られているが、果樹に関する詳細な報告は少ない(Maruyama and Wazaki, 2017)。ツツジ科植物の一種であるブルーベリーはpH4.5前後の酸性土壌に自生する。酸性土壌では慢性的なリン欠乏が発生しているが、これはアルミニウムなどの金属がイオンとして存在しており、これらのイオンが容易にリン酸と結合して難溶性リンへと変化するためである。また、金属イオンは植物の根の成長を阻害することから、酸性土壌を要求する植物の根系発達特性は、弱酸性から中性の土壌を至適とする一般的な植物とは大きく異なる場合が多い。そのなかで、ブルーベリーのリン吸収や金属イオンに対する耐性の獲得には、根系に普遍的に共生するエリコイド菌根菌が非常に重要な役割を果たしているものと考えられている。エリコイド菌根菌は子嚢菌・担子菌門に分類される菌類であり、ツツジ科植物の細根に共生する。エリコイド菌根菌は植物から光合成産物の供給を受け、共生した表皮細胞から土中へ菌糸を展開する。菌根(菌根菌が共生した根)は土壌中の難溶性リンを可溶化して吸収し、植物体へ供給しているものと推測されるが、その機構や菌種毎の資可能については不明な点が多い(Smith・Read, 2008)。

2. 研究の目的

本研究は、特に難溶性リンの資化能に優れたエリコイド菌根菌を活用した「リン低投入型のブルーベリーの栽培体系」の確立に基礎的知見を提供するため、国内栽培圃場における難溶性リンの分布様式、日本在来のエリコイド菌根菌の難溶性リンの分解能、エリコイド菌根菌の共生が数種園芸作物の成長に及ぼす影響を明らかにする。

3. 研究の方法

国内栽培圃場における難溶性リンの分布様式

調査は東京都府中市(東京農工大学, アロフェン質黒ボク土)、宮城県大崎市(東北大学, 非アロフェン質黒ボク土)、島根県松江市(島根大学, 黄赤色土)、島根県雲南市(民間圃場, 灰色低地土)にあるラビットアイブルーベリーの圃場で実施した。各圃場から深度別に土壌を採取し、基本的な化学特性(pH, EC, C/N比他)とリンの存在形態(Hedley法)・含量を調査した。

日本在来のエリコイド菌根菌の難溶性リンの分解能

研究協力者である日本大学・廣瀬大教授より提供いただいたエリコイド菌根菌約200種を供試した。これらの菌株は国内40地点に自生するツツジ科植物の根系から単離したものである。前田ら(2009)の報告を参考に、これら菌株のリン酸鉄の分解能を調査した。その結果から、リン酸鉄の資化能に優れた23種を本研究に供試した。選抜した23種の菌株をリン酸鉄を含有する液体培地で培養し、培地の水溶性リン酸含量および有機酸含量を定性・定量した。

エリコイド菌根菌の共生が数種園芸作物の成長に及ぼす影響

で選抜した2種の菌根菌を培養土(水溶性リン酸を除去するために塩酸で洗浄したバーミキュライトを供試した。No plant区とし、リン源としてリン酸鉄のみを含有する。)に接種し、培養土の水溶性リン酸含量を調査した。さらに、これら菌株をレタス実生(In vitro)およびラビットアイブルーベリーの幼苗(野外管理の挿し木苗)に接種し、植物体の成長を調査した。

4. 研究成果

国内栽培圃場における難溶性リンの分布様式

調査を行った圃場のラビットアイブルーベリーの成長は良好であり、土壌のpHは4.76~6.00の範囲にあった。全リン含量について、アロフェン質黒ボク土(東京都府中市)および灰色低地土(島根県雲南市)では地表から30~60cm、非アロフェン質黒ボク土(宮城県大崎市)および黄赤色土(島根県松江市)では地表から0~30cmの濃度が高かった。難溶性リン画分(NaOH-Pi, NaOH-Po, HCl-Pi, Residual-P)について、アロフェン質黒ボク土(東京都府中市)の含量が他の土壌と比較して有意に高かった。また、長期間にわたるラビットアイブルーベリーの栽培は浅い土壌深度における難溶性リン含量を増加させることが明らかになった。

日本在来のエリコイド菌根菌の難溶性リンの分解能

リン源としてリン酸鉄のみを含有する液体培地に菌株を接種し培養したところ、菌株 EF1895 を培養した培養液の水溶性リン酸含量が他の接種区および対照区と比較して有意に高かった。また、菌株 EF1840 を培養した培養液には酒石酸・クエン酸・シュウ酸が含まれていた。以上の結果はエリコイド菌根菌は菌糸よりこれらの有機酸を分泌し、リン酸鉄を可溶化していることを示唆するものである。

エリコイド菌根菌の共生が数種園芸作物の成長に及ぼす影響

培養土のリン含量は全ての処理区において有意差がなかった。これに対し、菌株 EF405 を接種した培養土の水溶性リン酸含量は対照区（無接種）よりも有意に高かった。培養土に対する菌株 EF405 と EF1895 の接種は、対照区と比較してレタスの地上部新鮮重を有意に増加させた。また、培養土に対する菌株 EF405 の接種は対照区と比較してブルーベリーの地上部新鮮重を有意に増加させた。

まとめ

本研究により、日本のブルーベリー圃場には難溶性リンが蓄積していることが明らかになった。国内に自生するエリコイド菌根菌から難溶性リンの資化能に優れる菌株 EF405 を選抜し、その接種がレタス実生とブルーベリー幼苗の地上部の成長を促進することが明らかになった。園芸作物の経済栽培において、菌株 EF405 を活用することにより、低投入型の栽培体系が確立できるかもしれない。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石橋政三・小林身柚季・桂 圭祐・杉原 創・酒井憲司・乃万 了・伴 琢也
2. 発表標題 ブルーベリー圃場における根圏土壌水中の肥料成分の時間的推移
3. 学会等名 園芸学会令和4年度春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 石橋政三・府金佑佳・桂 圭祐・杉原 創・田中治夫・酒井憲司・乃万 了・伴 琢也
2. 発表標題 ブルーベリー圃場における根圏土壌水中の肥料成分の時間的推移（第2報）
3. 学会等名 園芸学会令和4年度秋季大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------