

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24658132

研究課題名(和文) ストレスに対する植物の防御応答シグナルは菌根菌ネットワークを介して伝達されるか？

研究課題名(英文) Can stress signals of plant defense be transported through common mycorrhizal networks?

研究代表者

練 春蘭 (Lian, Chunlan)

東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授

研究者番号：40376695

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円、(間接経費) 900,000円

研究成果の概要(和文)：自然生態系では、80%以上の種子植物が菌根菌と共生しており、複数の植物個体が菌根菌の菌糸によって結ばれ、菌根菌ネットワーク(CMN)が形成されている。本研究課題は、ストレスに対する植物の防御応答シグナルが菌根菌ネットワークを介して伝達されるかどうかを明らかにしようとするものである。

外生菌根菌 *P. tinctorius* と *C. geophilum* で繋がったアカマツ苗のネットワークを構築したが、感染した6カ月のアカマツに、それぞれ、CuとNaClのストレスを与えた結果、それぞれの処理でアカマツ葉のSA、JAとET含量の差が見られなかった。

研究成果の概要(英文)：In natural ecosystem, more than 80% of seed plants form symbiotic associations with mycorrhizal fungi and several plant individuals can be connected by underground mycelia of mycorrhizal fungi (known as common mycorrhizal networks - CMN). The CMN can transfer water, carbon, and nutrients between connected plant individuals. In this study, we investigated whether stress signals of plant defense can be transported through common mycorrhizal networks.

研究分野：農学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：菌根菌ネットワーク 防御応答 応答シグナル 菌根菌共生系 ストレス

1. 研究開始当初の背景

傷害や病害などによって植物が傷を受けた場合、傷口付近の組織で起こる局所的な防御応答とともに、直接傷を受けていない離れた部位にも情報が伝達され、全身的な獲得抵抗性 (systemic acquired resistance、SAR) や誘導抵抗性 (systemic induced resistance、SIR) が誘導されることが知られている。SAR 誘導によって生産されるエリシターとして、ジャスモン酸 (JA)、サリチル酸 (SA)、アブシジン酸 (ABA) やエチレン (ET) などがある。虫病害を受けた植物では、これらの物質を介してシグナルが伝達され、PRタンパク質などの防御関連タンパク質群が誘導されることが示唆されている。JAやSAなどのエリシターは篩部を通じて移動することも明らかにされている。

一方、自然界においては、80%以上の種子植物が菌根菌と共生している。菌根菌は土壌中のリン酸やミネラルを吸収して植物の根に与える代わりに、植物が光合成で生産した糖をもらうことによって生活する共生微生物である。菌根菌が共生することによって植物の成長は促進され、病原菌抵抗性も増加することが知られる。自然生態系では、複数の植物個体が菌根菌の菌糸によって結ばれ、菌根菌ネットワーク (common mycorrhizal networks、CMN) が形成されている。このようなCMNを通じて、植物から植物へCやNなどが移動することが示されている。

これまで、揮発性物質による植物間あるいは植物と昆虫の間でのケミカルコミュニケーション (Chemical communication) が存在することはよく知られているが、それらは全て地上部での現象で、地下部における植物間のケミカルコミュニケーションは知られていない。しかし、CやNが菌根菌ネットワークによって植物個体間を移動す

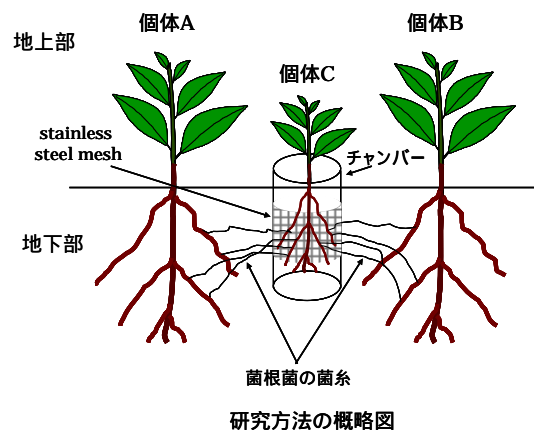
ることを考えると、一つの植物個体において誘導された防御応答シグナルが、地下部の菌根菌ネットワークを通じて周囲の植物個体にも伝達される可能性は高いものと考えられる。

2. 研究の目的

本研究課題は、ストレスに対する植物の防御応答シグナルが菌根菌ネットワークを介して伝達されるかどうかを明らかにしようとするものである。

3. 研究の方法

一つの植物個体で誘導された病原に対する防御シグナルが、菌根菌ネットワークを経由して隣接する植物個体へ転送されるか、それによって隣接個体の病原抵抗性が向上するかどうかを明らかにするため、単純化した実験系での解析を行う。共通の菌根菌に感染させた一組の植物個体の一方に病原接種や防御シグナル処理を行い、もう一方の植物個体内の防御シグナルや誘導される防御タンパク質遺伝子発現を経時的に定量する。また、病原を接種していない個体にも、一定期間後に病原を接種することにより、誘導抵抗性が獲得されるかどうかをも明らかにする。



4. 研究成果

1) 菌根菌で繋がったアカマツの構築方法

の検討

25×20 cm (直径×高さ) のポットの間中に 61 μm の stainless steel mesh で覆った 600ml (高さ: 14 cm) プラスチックカップを置き、プラスチックカップとポットの隙間にそれぞれ滅菌した土 (ピートモス: 土 = 1:1) を入れ、プラスチックカップに滅菌したアカマツ種を播いた。また、カップとポットの隙間に外生菌根菌 *Pisolithus tinctorius* と *Cenococcum geophilum* それぞれに、感染したアカマツ苗を植えた。2 か月後、カップに生育しているアカマツ苗が *P. tinctorius* と *C. geophilum* に感染されたことを確認した。

2) アカマツ葉の salicylic acid (SA)、jasmonic acid (JA) と aethylene (ET) 含量の測定法の確立

P. tinctorius と *C. geophilum* に感染した 6 カ月のアカマツに、それぞれ、Cu (0、100、500、1000 mg/kg) と NaCl (0、50、100 mM) を処理した結果、それぞれの処理でアカマツ葉の SA、JA と ET 含量の差が見られなかった。

今まで、樹木アカマツを使って、菌根菌で繋がったシステムを構築したが、これはかなり期間がかかった。実験処理の材料を多く作ることが難しかった。また、異なったストレス処理でアカマツ葉の SA、JA と ET 含量の差が見られなかったので、アカマツを用いてストレスに対する防御シグナルが、菌根菌ネットワークを経由して隣接する植物個体へ転送されるかどうかを検証するのは難しいと考えられる。今後、より短期間において菌根菌で繋がったシステムやストレスで誘導される防御タンパク質遺伝子発現を検出することを検討する必要がある。

3) 外生菌根菌 *P. tinctorius* と *C. geophilum* に感染したアカマツと非感染のアカマツを重金属ストレス下 (Cu、Zn、Cd)

において生育させ、ABA 添加の影響を調べた。また、菌系培養実験系を用いて 50 種の外生菌根菌について、それぞれの重金属ストレス下 (Cu、Zn、Cd) における ABA の影響も調べた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0 件)

[学会発表](計 1 件)

Liu L, Lian L 2014 ECM and non-ECM seedlings of *Pinus densiflora* response to exogenous ABA under Cu and Zn stresses. 第 125 回日本森林学会大会。大宮ソニックシティ

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

練 春蘭 (LIAN, Chunlan)

東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授

研究者番号: 40376695

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

奈良 一秀 (NARA, Kazuhide)
東京大学・新領域創成科学研究科・准教授
研究者番号：60270899

(4) 研究協力者

コウ ロウ (GAO, Lu)
東京大学・アジア生物資源環境研究センター・研究員

リュウ ラク (LIU, Le)
東京大学・農学生命科学研究科・大学院生