



# 岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

## 菌根共生系によるアブラマツの乾燥ストレス回避効果に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 呉, 炳雲 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/2468">http://hdl.handle.net/20.500.12099/2468</a>

氏名（国籍）	吳炳雲（中華人民共和国）
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	農博甲第127号
学位授与年月日	平成10年3月13日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物資源科学専攻
研究指導を受けた大学	静岡大学
学位論文題目	菌根共生系によるアブラマツの乾燥ストレス回避効果に関する研究
審査委員	主査 静岡大学教授 仁王以智夫 副査 静岡大学助教授 早津雅仁 副査 岐阜大学教授 高見澤一裕 副査 信州大学教授 俣野敏子

## 論文の内容の要旨

外生菌根はマツ類を含む多くの樹木の生長や栄養に関係する重要な共生関係である。アブラマツ *Pinus tabulaeformis* は中国の主要な造林樹種として華北、西北地方で広く用いられている。この地方は乾燥地、あるいは半乾燥地に属し、水分ストレスにともなう生長抑制はこの地方の造林の大きな制限要因となっている。樹木が外生菌根菌と共生関係を持つことによって不適当な環境下においても生長が促進されることは古くから知られている。しかしアブラマツに関しては、乾燥耐性と共生系の関係について十分な検討がなされていない。本研究ではアブラマツと乾燥ストレスに対する外生菌根の影響についての基本的な知見を得るため、1)菌根菌の接種実験を通じてアブラマツの生長、針葉水ポテンシャル、光合成、蒸散および水分利用効率に対する菌根形成の効果を検討した。また、2)菌根の形成と無機窒素吸収との関係について検討を行った。さらに3)菌根の周辺環境に着目し、菌根共生系の成り立ちと機能に重要な影響を与えることが推察されている共生細菌についても若干の検討を行った。

菌根菌 *Suillus luteus*, *Gomphidius viscidus* を用いたアブラマツの生長促進とそれに関する生理的諸特性の検討においては、菌根の着生によって植物の生長が大きく増加するとともに、乾燥ストレスを与えた場合、非菌根植物の生長が大きく低下するのに対し、菌根化すれば乾燥ストレスの影響をほとんど受けないことを明らかにした。また、アブラマツの根茎比は乾燥ストレスによって増加し、菌根化すればこの比は減少する事が示された。乾燥ストレスを与えたアブラマツの根茎比が増加することは植物が根の割合を増加させることによって乾燥条件に適応するためと理解され、菌根化による減少は菌根による効率的な水分の利用によるという植物の合目的性を示すものと考えられた。アブラマツの針葉

水ポテンシャル、光合成速度、蒸散作用、水分利用効率とともに土壌の水ポテンシャルを低下させることによって低下したが、菌根が着生すればストレスが緩和され、いずれの特性も非着生植物と比べて増加することが示された。この傾向はアブラマツとの共生が未だ報告されていない菌根菌 *Cenococcum graniforme* による菌根の場合についても示された。これらの菌根菌の純粋培養を用い、培地に種々の濃度の polyethylene glycol4000を加えて水分ストレスを与え、その生長に及ぼすストレスの影響を検討した。その結果いずれの菌も低ポテンシャル条件で生育したが、特に *G. viscidus* は-2.0MPaにおいても生育した。これは菌根を着生したアブラマツの乾燥耐性の少なくとも一部は菌根菌の耐性と関連することを示唆していた。

アブラマツに菌根菌 *C. graniforme* を接種して菌根を形成させ、重窒素で標識した無機窒素を与えて土壌と菌根における窒素の動態を検討した。*C. graniforme* の外部菌糸は土壌からアンモニア態、および硝酸態窒素を直接吸収し、植物に輸送する事が示された。硝酸態窒素は土壌水分が減少すると移動しにくくなる。それにもかかわらず乾燥ストレス下で硝酸吸収が増加したことは、乾燥ストレス条件下で菌根菌の菌糸が硝酸態窒素の吸収に特に有効に作用することを示していた。また、乾燥ストレス条件下の植物がより高い濃度の窒素、リン及びカリを含むことも外部菌糸の吸収、輸送によると見なしうることが示された。

菌根とその生物的環境を含む菌根圏の解析と乾燥ストレスについて検討を行った。菌根菌 *C. graniforme* によって形成された菌根から分離される細菌の数と種構成は非菌根の根と比べて著しく異なっていた。菌根から分離された全細菌数および窒素固定菌数は非菌根の数と比べて約1/10であった。菌根から分離される細菌のほとんどがグラム陽性菌であったのに対し、非菌根の根から分離された細菌は大部分がグラム陰性菌であった。単離菌の菌体脂肪酸の型および菌学的性質から、土壌の乾燥状態に関わらず菌根由来の細菌群は非菌根のものとは比べてより複雑であった。細菌の数や種構成は乾燥ストレスによって減少した。*C. graniforme* 自体、およびその菌根から単離した細菌の一部は植物病原菌の *Fusarium* および *Pythium* に対し抗菌作用を示した。*C. graniforme* と細菌では抗菌スペクトルに差があり、両者が共存して植物病原菌による感染を防ぐことが推察された。

## 審 査 結 果 の 要 旨

平成10年1月26日15時30分より、静岡大学農学部において約40分の口頭発表、質疑応答があった後、上記4名の審査委員によって論文の審査が行われた。論文の要旨は、現在地球規模で大きな問題となっている砂漠化問題に対処するため、微生物と樹木との共生系を積極的に利用して、乾燥ストレスを受けた土壌の緑化のための基礎的検討を行ったものである。本研究では中国産のアブラマツ (*Pinus tabulaeformis*) を用い、菌根菌が着生することによって宿主植物の乾燥ストレス耐性がどのように増大するかを、アブラマツの成長、針葉水ポテンシャル、光合成、蒸散及び水分利用効率の面から検討した。菌根菌 *Suillus luteus* または *Gonphidius viscidus* によって菌根化されたアブラマツは乾燥ストレス条件下で対照と比べて成長や光合成、水分利用効率などを促進することが認められ、菌根のストレス耐性増進効果は未だ検討されたことのなかったアブラマツ-*Cenococcum graniforme*

共生系においても確認された。また無機窒素吸収に対してもストレス条件下でこの共生系は有効であった。本実験においては、植物を二重ポット（ポットの内側にナイロンメッシュの袋を設置したもの）のナイロンメッシュ内で栽培し、外部に重窒素で標識したアンモニウム塩および硝酸塩を与えて、宿主が吸収した窒素を分析するという方法で植物の窒素吸収に対する菌根形成の効果を検討した。この方法によれば根はナイロンメッシュから外部に出ることができないのに対し、菌糸は外側に向かって菌糸を伸ばすので菌根菌の影響を検出することが可能になる。乾燥ストレスの影響は硝酸イオンの吸収で著しく、菌根が着生しない植物では吸収は顕著に減少したのに対し、菌根が着生すれば減少の程度は僅かであった。これは乾燥ストレス下で硝酸イオンの移動が妨げられるような条件で菌根が有効に作用することを示している。

菌根着生植物における耐乾燥性の増加の一部は共生する菌根菌自体の耐性とも関わることを示された。この実験では、ポリエチレングリコールを添加して水分ストレスを与えた培養液に3種の菌根菌を培養し、生育と水分ストレスとの関係を検討した。その結果いずれの菌根菌も一定のストレス耐性を示すこと、特に *Gomphidius viscidus* では-2.0MPaのストレスにも耐えることが明らかにされた。

近年になって植物根圏に生息する細菌の役割について新しい展望が開けつつある。根圏細菌は根からの分泌物に依存するのみでなく、ホルモン状物質やキレート化合物など、種々の物質を介して植物に寄与している。外生菌根は宿主と糸状菌との共生体であるが、自然界ではさらに土壌細菌の存在が共生系に何らかの意義を持つことが示唆され、菌根圏の概念が生まれている。本研究では、アブラマツと菌根菌 *Cenococcum graniforme* 間に生成した菌根より細菌を分離し、菌根圏を構成する共生細菌の量や菌学的、生理的性質についても検討を加え、その生態的意義について考察を加えた。菌根を着生しない根の根圏細菌のほとんどがグラム陰性細菌であったのに対し、菌根を着生した根では非菌根の根と比較して根の単位重量当たりの数は大きく減少するとともにその大部分がグラム陽性菌であった。これらのあるものは植物病原菌に対し抗菌活性を示した。また、乾燥ストレスによって両者の菌相は変化した。乾燥ストレスを与えた植物の菌根から単離された細菌のあるもの (*Bacillus* sp.) は菌根形成率の向上に大きく関与することが明らかになった。これらの実験を通じて菌根圏における共存細菌の役割の一部が解明された。

以上の結果から、本研究は乾燥ストレスを受けた地域の緑化について、基本的で重要な知見を与えたものと評価され、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文としての価値を有するものと認めた。

#### 基礎となる学術論文

1. Wu, B. and Nioh, I.: Growth and water relations of *P. tabulaeformis* seedlings inoculated with ectomycorrhizal fungi. *Microbes and Environments*, 12(3), 69-74(1997).

2. Wu.B. and Nioh,I.: Some characteristics of bacteria isolated from the ectomycorrhiza of Chinese Pine inoculated with *Cenococcum graniforme*. *Microbes and Environments*, 13(1), in press