

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月30日現在

機関番号：82105

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21580198

研究課題名（和文） 倒木上に成立したヒノキ実生の養分獲得における菌根の寄与の解明

研究課題名（英文） The role of mycorrhizae in nutrient acquirement by Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) seedlings on fallen logs

研究代表者

溝口 岳男 (MIZOGUCHI TAKEO)

独立行政法人森林総合研究所・関西支所・グループ長

研究者番号：60353869

研究成果の概要（和文）：森林の粗大木質有機物上でヒノキの天然更新実生が地表（土壌）と遜色ない菌根形成を行うこと、また実生の窒素濃度は菌根化率とは連動しないことが明らかになった。ヒノキにおいては、初期更新立地としての木質有機物は菌根化の観点からは地表（土壌）と変わらない。積雪や病害回避サイトとしての木質有機物の意義を裏付けることができた。一方で、実生の成長・栄養獲得に対する菌根化の意義については十分明らかにまでには至らず、今後さらに検証と応用技術の開発が必要である。

研究成果の概要（英文）：We observed a mycorrhizal status of Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) seedlings naturally raised on coarse woody debris (stumps or fallen logs) in two sites. In both sites, roots of those seedlings were highly infected by arbuscular mycorrhizal fungi and mycorrhizal colonization rate was not far different from that of seedlings raised on the adjacent mineral soil. However, nitrogen concentration of current year leaves of the seedlings were not significantly correlated with mycorrhizal colonization rate, thus advance of mycorrhizal colonization on the nitrogen nutrition was unclear. At least, coarse woody debris did not exclude or limit of the activity of arbuscular mycorrhizal fungi, and mycorrhizal fungi may perform same as in the soil. Woody debris is often thought as a safe site of natural regeneration for Hinoki, and we showed a new fact of its mycorrhizal potential. Hereafter, further observation must be needed to clarify the role of mycorrhizal fungi on natural regeneration of Hinoki, particularly in the meaning of its nutritional contribution.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	800,000	240,000	1,040,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：森林科学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：ヒノキ、倒木、粗大有機物、天然更新、更新立地、菌根形成、窒素濃度

### 1. 研究開始当初の背景

従来から倒木や根株は針葉樹類の天然更新立地として重要視されてきた。これまでその更新立地としての特性は、おもに種子の物理的な定着と発芽、光環境、水分環境、菌害回避などの面から注目されてきた。しかし、栄養学的な意義や菌根の栄養獲得との関係については未知である。

### 2. 研究の目的

倒木など林床に存在する木質粗大有機物は、ヒノキの更新立地として経験的に認識されているが、おもに種子の定着場所(種子の保定)や光環境、水分環境と言った物理的な特性面のみが注目されてきた。一方、養分の獲得という側面から見た更新立地としてのクオリティは十分に検証されているとは言えない。ヒノキの栄養獲得に菌根の寄与があることは報告されているが、木質粗大有機物における菌根の有無や菌根菌の挙動、実生の栄養獲得への菌根の寄与については知見が乏しい。そこで木質粗大有機物について、実生の菌根形成の実態と実生の栄養獲得への寄与を地表発生実生との比較調査を行うことで明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1) 倒木・菌株上に発生したヒノキ実生の生存、成長に及ぼす菌根の影響を解明するため、長野県木曾町三岳、および滋賀県大津市比叡山の80~90年生の2か所の壮齢ヒノキ林において、林内の倒木および根株上に発生した実生、およびそれに近接して地上に発生している実生を採取し、その細根における菌根形成状況を染色法で調査するとともに、当年生葉の窒素濃度との関連を解析した。また、実生の根圏の基質を採取し、その中に含まれているアーバスキュラー菌根菌胞子をウェットシービング法で分離し、胞子密度を測定するとともに同定を試みた。

(2) 三岳の倒木上に更新していた実生の周辺の基質を接種源とし、ライムギを宿主に用いてトラップカルチャー法によるアーバスキュラー菌根菌の釣菌、胞子増殖と菌種の同定を試みた。

### 4. 研究成果

(1) 倒木、根株上の実生細根の菌根定着率は、両サイトとも根長あたり1~95%の範囲であり、平均70%前後であった(図1)。比叡山の実生で三岳よりやや低い傾向があったが、統計的に有意な差は見られなかった。倒木、根株上の実生と地上に発生した実生における菌根定着率には有意な違いは見られなかった。しかし、倒木上実生の方が菌根定着率のばらつきが大きい傾向が見られた。

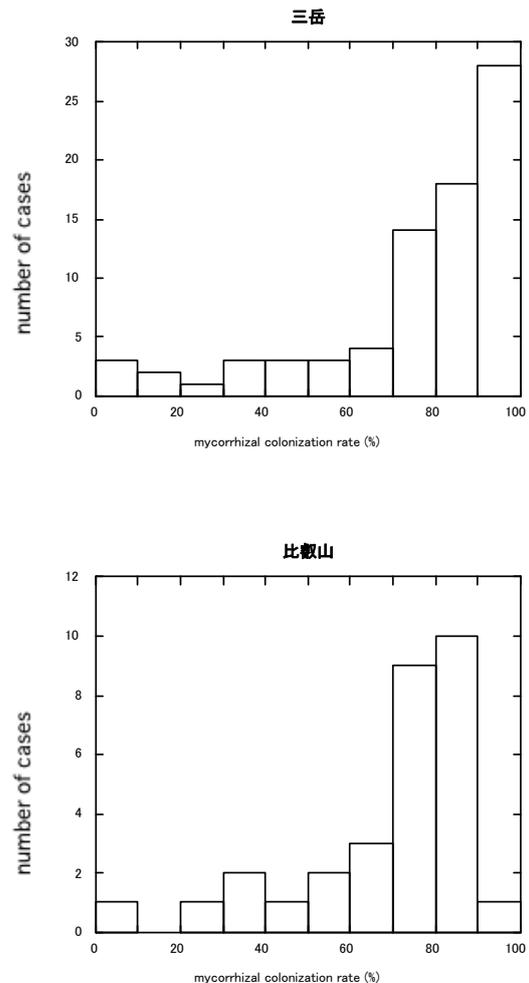


図1 三岳、比叡山両サイトにおける倒木・根株上の実生の細根における菌根定着率のヒストグラム

(2) 倒木・根株上の実生の当年生葉の窒素濃度は三岳、比叡山ともおおよそ0.8~1.2%の範囲で、その平均値の間には両サイト間に有意な差は見られなかった。両サイトとも、菌根定着率と当年生葉の窒素濃度との間には有意な相関関係は見られなかった(図2)。このことから、少なくとも窒素に関しては、実生が菌根を形成することによる栄養的な利得は顕著ではないことが示唆された。

(3) 倒木上実生細根の菌根定着率とそれに関与しうる諸環境要因との関係を、カテゴリーデータの数量化手法を用いて解析した。その結果、菌根定着率は、斜面位置や倒木の腐朽度、母樹細根との接触の有無、コケによる被覆の有無、土壌やリターの被覆の有無等には大きく左右されなかった(表1)。したがって、菌根菌のイノキュラムが特定条件に依存して遍在した分布をしているわけではな

く、地表のみならず倒木や菌株にも広範に分布していることが示唆された。

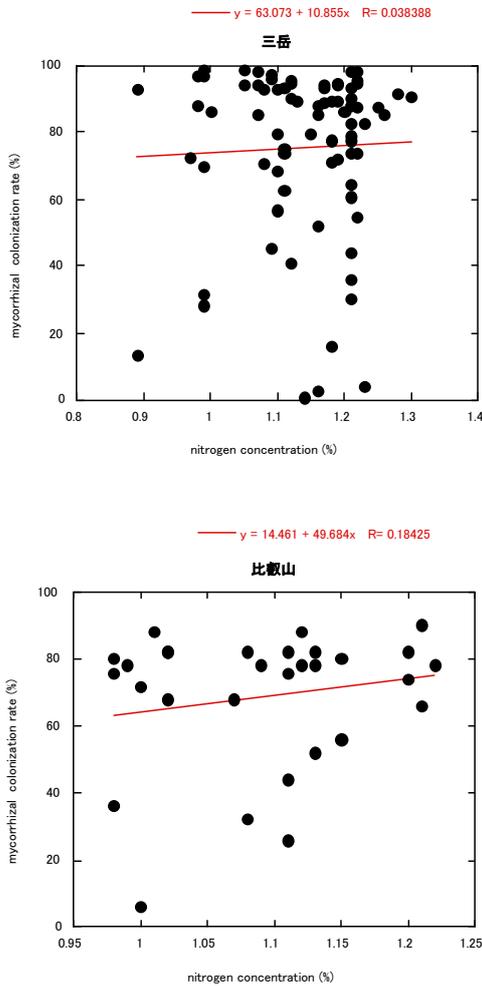


図2 三岳、比叡山両サイトにおける倒木・根株上の実生の細根の菌根定着率と実生当年葉窒素濃度との相関関係

(4) ウェットシービング法によって、採取した基質からの胞子の直接分離を試みた。その結果、地表に発生した実生の根圏土からは、両サイトとも土壌 10 グラムあたり 1~25 個のアーバスキュラー菌根菌胞子が検出されたが、倒木・根株上の実生の根圏基質からはほとんど胞子が分離されなかった。木質基質は土壌よりも比重が小さいため、胞子の効果的な分離を行うには在来法の改良が必要であると考えられた。分離された胞子の多くは *Glomus* 属、*Acaulospora* 属の菌に類似していた (図3)。

表1 ダミー変数を用いた重回帰分析(数量化1類)による菌根形成率と倒木・根株のカテゴリデータとの関係の解析

ダミー変数としてのカテゴリデータ	クラス	菌根形成率	
		partial correlation	range
C1	根株か倒木か stump=1 log=2	0.131	8.355
C2	斜面位置 top=1 middle=2 bottom=3	0.085	6.888
C3	光環境 bright=1 moderate=2 shaded=3	0.348	29.649
C4	倒木の樹種 oak=1 fir=2 cypress=3 unidentified=4	0.227	18.539
C5	倒木・根株の幅 0-20=1 20-40=2 40-60=3 60=4	0.24	20.234
C6	倒木・根株の高さ 0-10=1 10-20=2 20-30=3 30=4	0.183	9.71
C7	コケ被覆の有無 absent=3	0.274	13.923
C8	積 absent=1 litter=2 soil=3 both=4	0.293	14.488
C9	腐朽程度 weak=1 moderate=2 well=3	0.149	13.792
C10	腐朽タイプ brown=1 white=2 mix=3	0.229	19.904
C11	樹皮の有無 exist=1 absent=2	0.187	16.056
C12	母樹の根上がり有無 exist=1 absent=2	0.209	12.215
C13	その他の植物根の有無 exist=1 absent=2	0.115	5.366
multiple correlation		0.573	

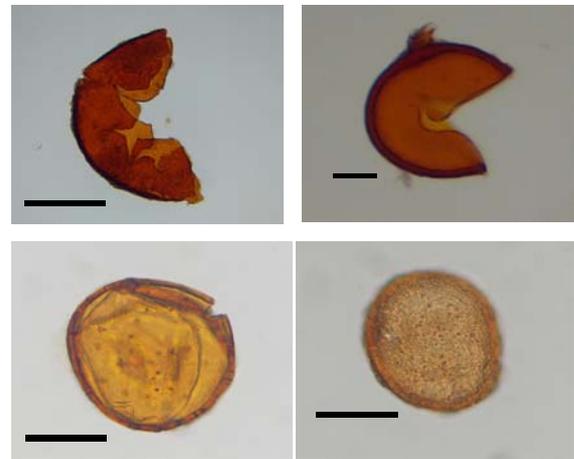


図3 比叡山のヒノキ実生根圏土から分離されたアーバスキュラー菌根菌胞子の一部 (バーの長さは 50 μm)

(5) アーバスキュラー菌根菌以外の共生菌の根への感染が、両サイトの倒木上実生に共通して見られたが、地表に発生した実生との間での有意な感染率の差は見られなかった。また、その感染にはアーバスキュラー菌根菌との拮抗的な関係は見られなかった。

(6) 三岳の倒木上に更新していた実生の周辺の基質を接種源とし、ライムギを用いてトラップカルチャーによる菌根菌の増殖と菌種の同定を試みた。その結果、ライムギの根にアーバスキュラー菌根の形成が確認され、基質中に菌根菌の繁殖体が存在することが裏付けられた。また、ヒノキ実生の根を接種源としてトラップカルチャーを行った場合でも、同様にライムギ根に菌根形成が見られ、

倒木・根株上に菌根菌が持続して存続、拡大しうる可能性が示唆された。しかし、トラップカルチャーに用いた土壤中への菌根菌胞子の形成は極めて乏しく、菌根菌種の同定には至らなかった。

(7) 以上の結果から、ヒノキにおいては、初期更新立地としての木質有機物は菌根化の観点からは地表（土壌）と変わらないポテンシャルを有していることが明らかになった。これは、積雪や病害を回避するサイトとしての木質有機物の意義をさらに補強するものである。今後は、粗大木質有機物の種類およびその腐朽度と、実生の菌根化および栄養獲得との関係について、窒素以外の栄養元素も含めて解析を深化させるとともに、さらに調査事例を増やしてその関係を解明して行く必要がある。

#### 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2件)

- ① 溝口岳男・平野恭弘・谷川東子・壁谷大介・長谷川元洋、局所分布する窒素に対するヒノキ、カラマツ細根の成長反応、日本森林学会、2010年4月4日、筑波大学(つくば市)
- ② 牧田直樹・杉元貴信・平野恭弘・谷川東子・溝口岳男・石井弘明、異質土壌環境下におけるヒノキの細根およびシュートの形態的・生理的可塑性、日本森林学会、2010年4月4日、筑波大学(つくば市)

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

溝口 岳男 (MIZOGUCHI TAKEO)

独立行政法人森林総合研究所・関西支所・グループ長

研究者番号：60353869