

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：32658

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K07486

研究課題名(和文) 針葉樹人工林の外生菌根菌群集-広葉樹導入における埋土胞子の寄与可能性-

研究課題名(英文) Ectomycorrhizal fungal community of arbuscular mycorrhizal tree plantation  
-Ability of soil propagule bank in the introducing broad-leaved tree species-

研究代表者

田中 恵 (TANAKA, Megumi)

東京農業大学・地域環境科学部・准教授

研究者番号：40401301

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：アーバスキュラー菌根性のヒノキ人工林内に、主要広葉樹と共生する外生菌根菌が存在するか、感染源別に調べた。ヒノキ林と広葉樹林の境界域では、ヒノキ側5m程度までは広葉樹側と類似した種構成の外生菌根菌群集が見られ、根外菌糸による影響と見られる。埋土胞子群集は境界から10mまで検出されたが、いずれも境界から離れた場所では外生菌根形成が困難と考えられる。菌根形成の見られない植栽広葉樹は成長が小さく、特に実生はほぼ全て枯死したことから、菌根形成の可否が広葉樹の生育や実生の生残に影響を及ぼすと思われる。また、外生菌根菌への感染が、根圏におけるバクテリア群集の多様性に影響を与えている可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We investigated whether or not ectomycorrhizal fungal infection resources with broadleaf tree species (Fagaceae, Betulaceae) exist in arbuscular mycorrhizal cypress artificial forest. In the boundary area between the cypress plantation and secondary forests, ectomycorrhizal communities were similar to broadleaf tree side observed up to 5 m on cypress side, which is thought to be the effect of extraradical mycelium. Soil propagule bank communities were detected in samples up to 10 m from the boundary, but both infection resources are considered to be difficult ectomycorrhizal formation such as places far from the boundary. Planted broad-leaved saplings which had no mycorrhizal formation were small in growth, and almost seedlings have died, that indicates whether or not ectomycorrhizal formation is important affects the growth and survival. Also, it was suggested that the colonization of ectomycorrhizal fungi may influence the diversity of the rhizosphere bacterial community.

研究分野：森林微生物学

キーワード：針葉樹人工林 外生菌根菌 埋土胞子 根圏バクテリア 境界域

### 1. 研究開始当初の背景

針葉樹人工林の針広混交林化や広葉樹林化は、森林の多様で健全な発達のための手段であり、公益的機能を発揮させるものとして期待されている。その手法は針葉樹一斉人工林を帯状・群状に伐採し、跡地に広葉樹を天然更新させるものが一般的である。しかしながら、スギやヒノキといった樹種で構成されている人工林伐採跡地に広葉樹を更新あるいは植栽する際に、問題となるのが菌根の種類の違いである。

菌根とは、樹木を宿主とする共生系の一形態であり、樹木は菌根菌と共生することにより環境適応性を高めている。スギやヒノキにはアーバスキュラー菌根菌といわれる内生菌根菌が共生しているのに対して、ブナ科やカバノキ科などの広葉樹は普遍的に外生菌根菌と共生関係を結んでいる。外生菌根菌へは樹木の光合成産物の約2割が供給され(Wu *et al.* 2001)、外生菌根菌からは土壤養分が受け渡される。また、野外環境においては樹体に含まれる窒素やリンのほぼ100%が菌根菌によって吸収されたものである(Smith & Read 2008)。このように、外生菌根性の樹種にとって外生菌根菌の存在は非常に重要であり、菌根共生ができない個体は生き残ることができない。

スギやヒノキが長期間生育している林地に、感染可能な外生菌根菌が十分に存在しているか調べた研究は乏しい。ヒノキ林分に自生するブナ科実生を調べた例では、外生菌根菌は潜在するが、種多様性が低下している可能性がある(Matsuda *et al.* 2013)とされている。また、林内における実生の菌根菌感染源は根外菌糸による影響が大きく、近傍成木から離れたところでの発芽は菌根形成に不利である(石田ら 2007)ことから、林縁などの近傍に外生菌根性樹種がないスギ・ヒノキ人工林においては、外生菌根菌の感染源として、根外菌糸よりも実体から散布される埋土胞子の存在が重要であると考えられるが、これまでに針葉樹人工林において外生菌根菌の埋土胞子を調べた例はない。

また、菌根菌の感染には菌根菌だけでなく、その根圏に存在するバクテリアが関与する可能性が考えられている。申請者はこれまでの研究から、樹木の成長と根圏バクテリアの密度には強い相関があり、樹木の成長促進に寄与している可能性があること(田中・奈良 2006)、菌根圏バクテリアは共生する菌根菌の種類によっても異なり(田中・奈良 2007)、非根圏環境とも異なる(Tanaka & Nara 2009)特殊なバクテリアであることなどを明らかにしてきた。そのため、針葉樹人工林に生息する根圏バクテリアも本来の菌根圏に存在するものとは異なる群集構造を持つ可能性がある。しかし、針葉樹人工林における外生菌根圏バクテリア群集については全く調べられていない。

### 2. 研究の目的

(1) 周辺広葉樹によるヒノキ人工林への外生菌根菌の供給

ヒノキ人工林と広葉樹二次林の境界域を対象とし、林分の変化に伴う外生菌根菌種構成の変化を調べる。また採取した土壌を用いた埋土胞子の釣り上げ試験を行い、境界域において埋土胞子がどの程度存在しているのかを明らかにする。

(2) ヒノキ人工林伐採地に植栽された広葉樹の外生菌根菌群集

ヒノキ人工林内に植栽された広葉樹の菌根菌群集を調べ、埋土胞子の結果とあわせて針葉樹人工林全体の外生菌根菌群集を明らかにし、外生菌根菌群集の多様性が針葉樹人工林においてどの程度保たれているのかについて解析する。

(3) 菌根感染様式の違いが根圏バクテリア群集に及ぼす影響

外生菌根性樹種として針葉樹からカラマツ、広葉樹からミズナラ、アーバスキュラー菌根性樹種としてヒノキを選び、それぞれの根圏および非根圏土壌からバクテリアを分離し、菌根感染様式の違いが根圏バクテリアに及ぼす影響を明らかにする。

### 3. 研究の方法

(1) 周辺広葉樹によるヒノキ人工林への外生菌根菌の供給

ヒノキ人工林・広葉樹二次林境界における外生菌根菌相

東京都青梅市市有林の、ヒノキ人工林とコナラ(*Q. serrata*)が優占する広葉樹二次林(その他アラカシ(*Q. glauca*)、シラカシ(*Q. myrsinifolia*)、アカシデ(*C. laxiflora*)等で構成)との境界で調査を行った。ヒノキ人工林と広葉樹林の境界をまたぐように境界から各林分方向に20mのラインを2本設定し、一定間隔で土壌を採取した。採取土壌からコナラ属根糸を取りだし、外生菌根菌の感染率および感染菌種を調べた。

ヒノキ人工林・広葉樹二次林境界における埋土胞子由来外生菌根菌相

埋土胞子の釣り上げ試験に用いる土壌は東京都西多摩郡奥多摩町の東京農業大学奥多摩演習林及び山梨県小菅村のヒノキ人工林と広葉樹林(ミズナラ(*Quercus crispula*)、イヌシデ(*Carpinus tschonoskii*)、クマシデ(*C. japonica*)等で構成)の境界で採取した。境界をまたぐように各林分方向に30mのラインを4本設定し、1mごとに土壌を採取した。採取土壌は根外菌糸を死滅させるため風乾した後、アカマツ(*Pinus densiflora*)実生を用いた釣り上げ試験を行った。6ヶ月間生育した後、実生の菌根形成率と乾燥重量について調べた。また、広葉樹林側からミズナラ実生を採取し、外生菌根菌の感染率及び感染菌種を推定し、埋土胞子由来菌根菌種との比較

に用いた。

全ての調査において、採取した菌根はDNAを抽出し、ITS領域のシーケンスを行うことにより菌根菌種を推定した。

#### (2) ヒノキ人工林伐採地に植栽された広葉樹の外生菌根菌群集

調査は静岡県富士宮市の東京農業大学富士農場試験林で行った。試験区は45年生ヒノキ人工林を30m×30mに群状伐採した後、広葉樹を植栽し、調査時点で7年が経過している。試験区外周は鹿柵で囲われ、周囲は約50年生のヒノキ人工林に広く囲まれており、近傍に外生菌根性成木はなく根外菌糸による感染はないとみられる。植栽樹種8種のうちクマシデ、ミズナラが外生菌根性樹種である。クマシデは植栽された全木、ミズナラはクマシデと隣接して植栽された個体を中心に選び、土壌ごと根系を採取した。採取した細根は実体顕微鏡下で形態的分類を行ったのち、ITS領域のシーケンスを行い、菌根菌種の推定を行った。

採取・風乾した土壌はクマシデ、コナラ、ミズナラ実生を用いた釣り上げ試験を行い、埋土孢子由来の外生菌根菌種が試験区に存在するか調べた。

#### (3) 菌根感染様式の違いが根圏バクテリア群集に及ぼす影響

東京農業大学奥多摩演習林において、外生菌根性樹種として針葉樹からカラマツ(*Larix kaempferi*)、広葉樹からミズナラを選び、根圏から培養可能なバクテリアを分離した。アーバスキュラー菌根性のヒノキ根圏及び近傍の非根圏土壌(以下土壌)についても同様の分離同定を行い、比較対照とした。

根系から根端を採取し滅菌水で洗浄後、希釈平板法を用いて計数を行う。培地にはYG培地を使用した。得られたコロニーは分離培養後、16S rRNAのコロニーPCR、シーケンスを行い、バクテリアを属レベルで推定した。得られた培養可能な外生菌根性樹種(カラマツ・ミズナラ)根圏・ヒノキ根圏・非根圏土壌バクテリアデータをまとめ、根圏バクテリア全体の群集構造を調べた。

#### 4. 研究成果

##### (1) 周辺広葉樹によるヒノキ人工林への外生菌根菌の供給

ヒノキ人工林・広葉樹二次林境界における外生菌根菌相

681菌根を観察し、15科15属81種を検出した。菌根化率、形態タイプ数ともに針葉樹人工林内の土壌コアの方が広葉樹二次林内の土壌コアより低い傾向が見られた。種数について見ると、広葉樹林側は76種、針葉樹側で13種と観察された菌根菌の種数は大きく異なった(表-1)。距離別に見ると、広葉樹林側20-6m側で40種、5-0mで48種が観察されたのに対して、人工林側では境界か

ら5mまでで11種、6-20mまで離れると7種に減少した。

ヒノキ人工林・広葉樹二次林境界における埋土孢子由来外生菌根菌相

菌根形成率はヒノキ林内と比較を行ったところ広葉樹林内の方が有意に多く見られた。ヒノキ林内で確認された菌根菌種は、*Cenococcum*属とシヨウロ属(*Rhizopogon*)であり、実生の成長では菌根形成の有無によって地下部乾重量に差が出ることが示唆された。また、菌根形成個体は主に*Cenococcum*の菌核によって感染しており、境界から10m先までのサンプルに集中しているため、境界から離れた場所では菌根形成が困難である可能性が考えられる。

広葉樹林側に存在するミズナラ実生35本のうち、菌根菌に感染していなかった個体は1本のみであった。確認された菌種は、ラシャタケ属(*Tomentella*)、ベニタケ属(*Russula*)、ロウタケ属(*Sebacina*)、*Cenococcum*等に属し、釣り上げ試験により検出された埋土孢子とは異なっていた。

##### (2) ヒノキ人工林伐採地に植栽された広葉樹の外生菌根菌群集

クマシデ、ミズナラの各樹種について検出された菌根菌の属数を表-2に示す。クマシデは14属、ミズナラは11属検出された。このうちクマシデではキツネタケ属(*Laccaria*)が27個体中8個体、*Tomentella*が11個体と優占していた。また、クマシデについては植栽位置の違いにより、*Laccaria*・アセタケ属(*Inocybe*)と*Russula*の異なる菌根菌群集が存在することがわかった。外生菌根菌種は共生する樹種の植生遷移の進行によって変化する傾向があるが、本試験区においては、植栽された位置により菌根菌相が異なることがわかった。また、ミズナラにおいても同様の傾向が見られたが、隣接するクマシデと同じ菌根菌を共有することはなかった。

また、両樹種共に孢子散布を動物によって行う地下生菌(アカダマタケ属*Melanogaster*)による感染が散発的にみられた。林床にはウサギの糞が多く確認されている他、周辺林内でもタヌキやアナグマなどの動物がしばしば観察されていることから、本調査地のアカダマタケ属菌根菌感染は入口近辺から侵入した動物による孢子散布が影響していることが考えられる。

菌根形成別のクマシデ胸高直径成長量を図-1に示す。地上部成長の極端に小さい個体は菌根がみられず、感染する菌根菌の種類に関わらず、菌根形成が野外の植栽木においても重要な成長因子となっていることが伺えた。

広葉樹実生を用いた埋土孢子的釣り上げ試験を行ったところ、用いる樹種により、菌根形成率は異なるが4-6割の実生が菌根を形成した(表-3)。一方、菌根形成のない実生は殆ど全てが枯死したことから、このよう

表 - 1 ヒノキ人工林・広葉樹二次林境界域の推定外生菌根菌種

	広葉樹		ヒノキ	
	A	B	A	B
<i>Amanita griseofolia</i>				
<i>Amanita</i> sp. 1				
<i>Amanita</i> sp. 2				
<i>Amanita</i> sp. 3				
<i>Amanita</i> sp. 4				
<i>Amanita subglobosa</i>				
<i>Amanita sychnopyraxis</i> f. <i>subannulate</i>				
<i>Amanitaceae</i> sp.				
<i>Aureoboletus</i> sp.				
<i>Boletus</i> sp. 1				
<i>Boletus</i> sp. 2				
<i>Boletus</i> sp. 3				
<i>Cenococcum geophilum</i> 1				
<i>Cenococcum geophilum</i> 2				
<i>Cenococcum geophilum</i> 3				
<i>Cenococcum geophilum</i> 4				
<i>Cenococcum</i> sp.				
<i>Clavulina</i> sp. 1				
<i>Clavulina</i> sp. 2				
<i>Clavulina</i> sp. 3				
<i>Cortinariaceae</i> sp. 1				
<i>Cortinariaceae</i> sp. 2				
<i>Cortinarius</i> sp. 1				
<i>Cortinarius neofurvolaeus</i>				
<i>Cortinarius</i> sp. 2				
<i>Cortinarius</i> sp. 3				
<i>Cortinarius</i> sp. 4				
<i>Cortinarius</i> sp. 5				
<i>Elaphomycetaceae</i> sp.				
<i>Entoloma rhodopolium</i> 1				
<i>Entoloma rhodopolium</i> 2				
<i>Gyroporaceae</i> sp.				
<i>Inocybe polytrichi-norvegici</i>				
<i>Inocybe</i> sp.				
<i>Laccaria amethystina</i>				
<i>Laccaria laccata</i>				
<i>Laccaria proxima</i>				
<i>Lactarius chrysorrheus</i> 1				
<i>Lactarius chrysorrheus</i> 2				
<i>Lactarius</i> sp. 1				
<i>Lactarius</i> sp. 2				
<i>Melanogaster ambiguus</i>				
<i>Russula</i> sp. 1				
<i>Russula</i> sp. 2				
<i>Russula</i> sp. 3				
<i>Russula</i> sp. 4				
<i>Russula</i> sp. 5				
<i>Russula</i> sp. 6				
<i>Russula</i> sp. 7				
<i>Russula</i> sp. 8				
<i>Russula</i> sp. 9				
<i>Russulaceae</i> sp. 1				
<i>Russulaceae</i> sp. 2				
<i>Russulaceae</i> sp. 3				
<i>Russulaceae</i> sp. 4				
<i>Russulaceae</i> sp. 5				
<i>Russulaceae</i> sp. 6				
<i>Russulaceae</i> sp. 7				
<i>Russulaceae</i> sp. 8				
<i>Sarcodon scabrosus</i>				
<i>Sebacina</i> sp. 1				
<i>Sebacina</i> sp. 2				
<i>Sebacinaceae</i> sp. 1				
<i>Sebacinaceae</i> sp. 2				
<i>Thelephora</i> sp. 1				
<i>Thelephora</i> sp. 2				
<i>Thelephoraceae</i> sp. 1				
<i>Thelephoraceae</i> sp. 2				
<i>Thelephoraceae</i> sp. 3				
<i>Thelephoraceae</i> sp. 4				
<i>Thelephoraceae</i> sp. 5				
<i>Tomentella lapida</i>				
<i>Tomentella</i> sp. 1				
<i>Tomentella</i> sp. 2				
<i>Tomentella</i> sp. 3				
<i>Tomentella</i> sp. 4				
<i>Tomentella</i> sp. 5				
<i>Tomentella</i> sp. 6				
<i>Tomentella stuposa</i>				
<i>Tylopilus balloui</i>				
<i>Tylopilus</i> sp.				

表 - 2 植栽クマシデ・ミズナラの胸高直径及び推定菌根菌種

Host species	<i>C. japonica</i>	<i>Q. crispula</i>
Number of trees examined	27	14
Range of DBH (cm)	1.0-4.2	1.1-5.0
Number of morphotypes	68	38
Number of Genera	14	11
Genus name	<i>Cortinarius</i>	<i>Clavulina</i>
	<i>Inocybe</i>	<i>Inocybe</i>
	<i>Laccaria</i>	<i>Laccaria</i>
	<i>Lactarius</i>	<i>Lactarius</i>
	<i>Melanogaster</i>	<i>Melanogaster</i>
	<i>Naucoria</i>	<i>Russula</i>
	<i>Paxillus</i>	<i>Scleroderma</i>
	<i>Russula</i>	<i>Sebacina</i>
	<i>Sebacina</i>	<i>Thelephoraceae</i>
	<i>Sebacinaceae</i>	<i>Tomentella</i>
	<i>Thelephora</i>	<i>Xerocomus</i>
	<i>Thelephoraceae</i>	
	<i>Tomentella</i>	
	<i>Xerocomus</i>	

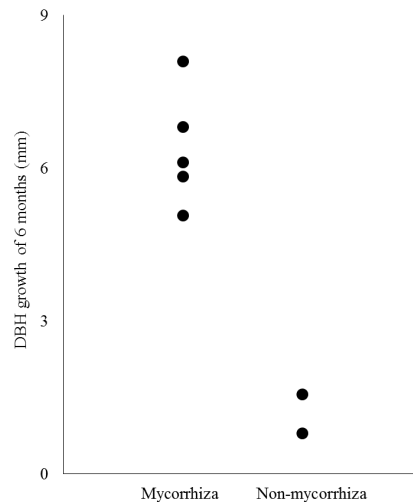


図 - 1 植栽クマシデの胸高直径成長量 (左：菌根菌感染あり 右：感染なし)

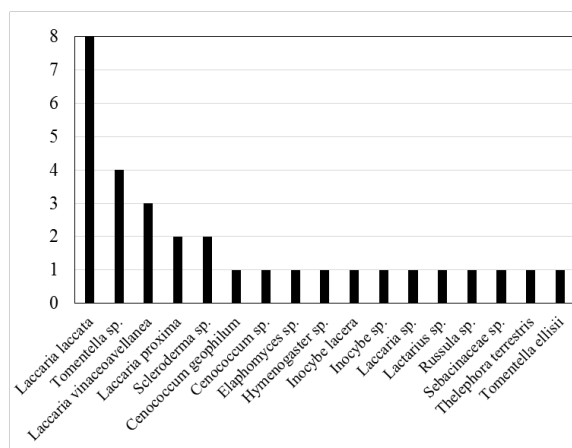


図 - 2 埋土胞子由来の推定菌根菌種

表 - 3 感染宿主樹種別菌根形成率

Host species	No. seedlings	Mycorrhizas	Non-mycorrhiza	rate (%)
<i>C. japonica</i>	41	26	15	63.4
<i>Q. serrata</i>	15	8	7	53.3
<i>Q. crispula</i>	5	2	3	40
total	61	36	25	59

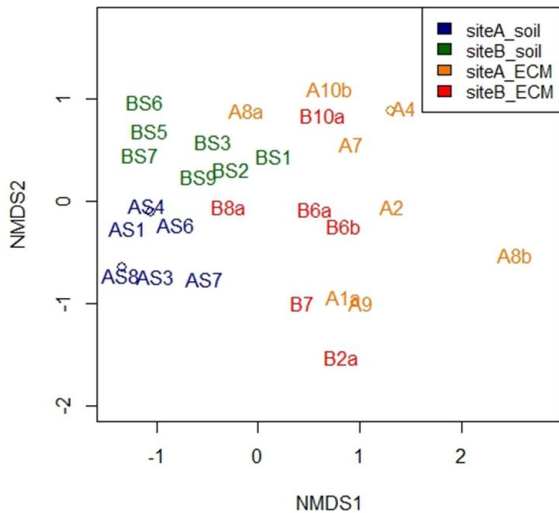


図 - 3 NMDS によるバクテリア群集の序列化 (赤/橙：カラマツ根圏 青/緑：土壌)  
PerMANOVA  $p < 0.001$  (根圏・土壌)

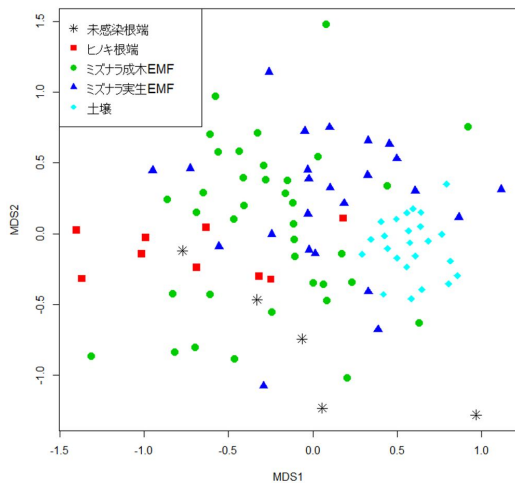


図 - 4 NMDS によるバクテリア群集の序列化 (赤：ヒノキ根圏 青/緑：ミズナラ根圏 黒：ミズナラ未感染根圏 薄青：土壌)

な場所では菌根形成の可否が実生の生残に影響を及ぼす可能性がある。埋土孢子由来の推定菌根菌種 (図 - 2) はキツネタケ属が多く、植栽された広葉樹といち早く共生した菌根菌が早いサイクルで子実体を形成し、試験地内に孢子散布を行っている可能性が考えられる。

(3) 菌根感染様式の違いが根圏バクテリア群集に及ぼす影響  
カラマツ根圏と土壌由来をあわせて 24 属が

検出され、カラマツ根圏では *Paraburkholderia* 属、*Collimonas* 属が、土壌では *Bacillus* 属が優占していた。NMDS による序列化 (図 - 3) ではカラマツ根圏バクテリアは土壌とは有意に異なる群集を持つことが示された。

次に、それぞれ菌根タイプの異なるミズナラ (外生) とヒノキ (アーバスキュラー) について根圏バクテリア群集を調べた結果、ヒノキ根圏に対してミズナラ根圏のバクテリア群集の多様性は高く、NMDS による序列化 (図 - 4) では土壌由来及びヒノキ根圏由来のバクテリア群集はまとまっているのに対し、ミズナラ根圏ではサンプルごとに多様なバクテリア群集が存在することが伺えた。これらのことから、外生菌根菌の感染が根圏バクテリア群集に影響を与えている可能性が示唆された。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 12 件)

田中恵：ヒノキ人工林伐採後の広葉樹植栽地における埋土孢子由来外生菌根菌の探索. 関東森林研究 69 2018. 受理 査読有

石川陽, 上原巖, 田中恵：カラマツ人工林内の実生定着における外生菌根菌の影響. 関東森林研究 69 2018. 受理 査読有

淵上拓朗, 上原巖, 田中恵：異なる樹種の落葉の混合とその分解に関わる菌類群集. 関東森林研究 69 2018. 受理 査読有

田中恵：ヒノキ人工林群状伐採地に植栽された広葉樹の地下部微生物群集. 関東森林研究 68(1): 5-8, 2017. 査読有

白川誠, 上原巖, 田中恵：カラマツ-ハナイグチ共生系における根圏バクテリア接種の影響. 関東森林研究 68(1): 29-32, 2017. 学生優秀論文賞 査読有

Uehara, I., Tanaka, M., and Sugawara, I.: Seminar and practice of silviculture laboratory of Tokyo University of Agriculture (TUA). Chubu Forestry Research 65: 55-58, 2017. 査読有

猪俣麻美, 田中恵, 上原巖：林床植生の有無によるミズナラ類の個体数と種組成. 関東森林研究 67(2): 207-210, 2016. 査読有

Uehara, I., and Tanaka, M.: Antibacterial effect of the pyroligneous acid of dumped mushroom bed. Applied Forest Science 25(2): 1-3, 2016. 査読有

Uehara, I., Tanaka, M., and Sugawara, I.: Prospect and subjects of silviculture training at practice forest of Tokyo University of Agriculture (TUA). Chubu Forestry Research 64: 21-24, 2016. 査読有

田中恵, 奈良一秀：アカマツ針葉および形成層から得られた endophytic bacteria の特徴. 関東森林研究 67(1): 121-124, 2016. 査読有

河鍋直樹, 小田紘己, 石川溪太, 田中恵, 上原巖: 夏期の針葉樹人工林におけるヤマ

グワの種子散布. 関東森林研究 67(1) : 13-16, 2016. 査読有  
田中恵 : 外生菌根圏バクテリアの構造と多様性. 樹木医学研究 20(1) : 9-10, 2016. 査読無

[学会発表](計 23 件)

千葉紗登子, 上原巖, 田中恵 : 南足柄市里山林内におけるクヌギ(*Quercus acutissima*)の菌根菌群集の把握. 日本地球惑星科学連合 2018 年大会 HCG30-P03, 2018.

石川陽, 上原巖, 田中恵 : 広葉樹二次林と針葉樹人工林の境界における外生菌根菌群集. 第 129 回日本森林学会大会学術講演集 P1-250, 2018.

田中恵 : ヒノキ人工林伐採後の広葉樹植栽地における外生菌根菌埋土胞子の探索. 第 7 回関東森林学会大会講演要旨集 5, 2017.

石川陽, 上原巖, 田中恵 : カラマツ人工林内の実生定着における外生菌根菌の影響. 第 7 回関東森林学会大会講演要旨集 6, 2017.

淵上拓朗, 上原巖, 田中恵 : 異なる樹種の落葉の混合とその分解に関わる菌類群集. 第 7 回関東森林学会大会講演要旨集 8, 2017.

白川誠, 上原巖, 田中恵 : 根圏バクテリア群集決定要因の検討: アカマツ根端の粘性滲出物が根圏バクテリアに及ぼす影響. 環境微生物系学会合同大会 2017 P-287, 2017.

田中恵 : アカマツ種子に内在するバクテリアの特徴と器官選択性. 第 128 回日本森林学会大会学術講演集 L9, 2017.

白川誠, 上原巖, 田中恵 : 根圏バクテリア群集決定要因の検討: バクテリアの外生菌根菌に対する反応. 第 128 回日本森林学会大会学術講演集 L7, 2017.

淵上拓朗, 上原巖, 田中恵 : スギ葉における木化組織と緑葉部の内生菌群集. 第 128 回日本森林学会大会学術講演集 L10, 2017.

家塚祐太, 上原巖, 田中恵 : 複数菌根菌接種がクロマツ実生の成長に及ぼす影響. 第 128 回日本森林学会大会学術講演集 P1-144, 2017.

石川陽, 上原巖, 田中恵 : カラマツ林における成木と実生の外生菌根菌群集: 実生の定着に菌根共生は寄与しているのか. 第 128 回日本森林学会大会学術講演集 L4, 2017.

後藤花織, 上原巖, 田中恵 : 根圏バクテリア群集決定要因の検討: 微小環境の違いが及ぼす影響. 第 128 回日本森林学会大会学術講演集 L8, 2017.

芳井明子, 上原巖, 田中恵 : アカマツ根との二員培養による外生菌根菌の菌糸成長及び菌叢の特徴. 第 128 回日本森林学会大会学術講演集 L3, 2017.

田中恵 : ヒノキ人工林群状伐採地に植栽された広葉樹の地下部微生物群集. 第 6 回

関東森林学会大会講演要旨集 97, 2016.

白川誠, 上原巖, 田中恵 : カラマツ-ハナイグチ共生系における根圏バクテリア接種の影響. 第 6 回関東森林学会大会講演要旨集 95, 2016.

白川誠, 上原巖, 田中恵 : カラマツ根圏におけるバクテリア群集の把握. 第 127 回日本森林学会大会学術講演集 P1-062, 2016.

細谷棕子, 上原巖, 田中恵 : 感染様式の違いが菌根圏バクテリア群集に及ぼす影響. 第 127 回日本森林学会大会学術講演集 P1-060, 2016.

吉澤潤也, 上原巖, 田中恵 : 外生菌根菌の接種がアカマツ実生の成長並びに根圏バクテリアに及ぼす影響. 第 127 回日本森林学会大会学術講演集 P1-063, 2016.

渡邊啓太, 上原巖, 田中恵 : 針葉樹人工林における外生菌根菌の埋土胞子群集. 第 127 回日本森林学会大会学術講演集 P1-061, 2016.

渡邊裕太, 上原巖, 田中恵 : 東京都奥多摩地域におけるミズナラ実生の菌根菌相について. 第 127 回日本森林学会大会学術講演集 P1-064, 2016.

21 田中恵 : 外生菌根圏バクテリアの構造と多様性. 樹木医学会第 20 回大会, 2015.

22 田中恵, 奈良一秀 : アカマツ針葉および形成層から得られた endophytic bacteria の特徴. 第 5 回関東森林学会大会講演要旨集 61, 2015.

23 Tanaka, M., and Nara, K. : Bacterial communities associated with ectomycorrhizal roots of pioneer dwarf willow in a primary successional volcanic desert. 8th International Conference on Mycorrhiza (ICOM8) 2015. 査読有

[図書](計 4 件)

田中恵 : 図解 知識ゼロからの林業入門. 46-49, 家の光協会 189pp, 2016.

田中恵 : 生物多様性を重視した森づくりにおける樹木菌根共生の意義. 現代における民有林経営の課題と展開方向 61-64, 東京農業大学出版会 128pp, 2016.

田中恵 : 大きな森の小さなバクテリア 森林生態系を支える微生物群集の力. はかる・つくる・えがく・そだてる みどりの地域を育む~地域環境科学がわかる本 41, 東京農業大学出版会 96pp, 2015.

田中恵 : 新版 森林総合科学用語辞典. 分担執筆, 東京農業大学出版会 612pp, 2015.

[その他]

<https://sites.google.com/site/megumitanakar/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中 恵 (TANAKA, Megumi)

東京農業大学・地域環境科学部・准教授  
研究者番号: 40401301