

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26850093

研究課題名(和文) トウヒの実生更新を制御する生物間相互作用解明のための微生物群集の構造と機能の解析

研究課題名(英文) Functional importance of microbial community in biotic interactions controlling spruce seedling regeneration

研究代表者

深澤 遊 (Fukasawa, Yu)

東北大学・農学研究科・助教

研究者番号：30594808

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)：トウヒ属は北半球の温帯以北の地域において優占する林業上重要な針葉樹であり、倒木上に実生が更新するという特徴をもつが、トウヒの倒木上更新に関わる生物間の相互作用に関しては不明な点が多い。近年、菌類による木材の分解様式である「腐朽型」が、倒木に生息する様々な生物に影響することが筆者らの研究により明らかになってきた。腐朽型には、リグニンが分解されて白色化する白色腐朽と、リグニンが分解されずに蓄積する褐色腐朽が知られている。本研究では、倒木の分解に関わる菌類群集とその分解機能に注目し、トウヒ実生の倒木上での更新に関わる生物間相互作用に及ぼす影響を明らかにする。

研究成果の概要(英文)：Picea is a dominant tree genus in boreal and subalpine area in Northern hemisphere, and includes important timber species as well. A unique feature of this genus is its regeneration mainly occurs on coarse woody materials such as logs and stumps. However, biotic interactions between wood inhabiting diverse organisms and Picea seedlings are poorly understood. Recently, the authors revealed that wood decay type strongly determines seedling regeneration on deadwood. Wood decay type is a categorization of fungal decay preference for wood structural components, lignin and holocellulose. If lignin was decayed, the wood becomes whitish and fibrous texture and is called white rot, whereas if lignin was not decayed, the wood becomes brown and cubic texture and is called brown rot. In this study, I focus on the wood decay fungal community and their decay function, and its effects on biotic interactions necessary for Picea seedling regeneration on deadwood.

研究分野：森林微生物生態学

キーワード：枯死木 倒木更新 菌類 分解 トウヒ

1. 研究開始当初の背景

(1) トウヒ属は北半球の温帯以北の地域において優占する林業上重要な針葉樹であり、倒木上に実生が更新するという特徴をもつ。本邦におけるトウヒの分布南限である紀伊半島の大台ヶ原では、近年トウヒの実生更新が阻害される現象が知られており、トウヒ林の存続が危惧されているが、その原因にはまだ不明な点が多い。

(2) 近年、菌類による木材の分解様式である「腐朽型」が、倒木に生息する様々な生物に影響することが筆者らの研究により明らかになってきた。腐朽型には、リグニンが分解されて白色化する白色腐朽と、リグニンが分解されずに蓄積する褐色腐朽が知られている。トウヒが生息する複数の調査地において、これら腐朽型の割合と、それが倒木上の実生やそれに関係する生物間相互作用に与える影響を評価することにより、微生物による材分解がトウヒ実生の倒木更新に与える影響とそのメカニズムを解明することができる。

2. 研究の目的

本研究では、倒木の分解に関わる菌類群集とその分解機能に注目し、トウヒ実生の倒木上での更新に関わる生物間相互作用に及ぼす影響を明らかにする。トウヒ実生の良好な更新が確認されている他の調査地との比較から、大台ヶ原などにおけるトウヒの更新阻害に関する微生物学的要因の解明を目指す。

3. 研究の方法

(1) 日本国内の気候条件の異なる複数の調査地において、トウヒ倒木の腐朽型と菌類やトウヒ実生、他の生物の関係を調査し、野外におけるパターンを検出する。

(2) 検出された生物間相互作用のパターンをもたらしているメカニズムを探るため、実験系において検証を行う。

4. 研究成果

(1) 大台ヶ原においてトウヒ林の衰退度合いと倒木の腐朽型の割合の関係を調査した。その結果、森林の衰退が激しい正木峠では褐色腐朽の割合が高かったのに対し、衰退の程度が低いサイトでは褐色腐朽の割合が低くなっていた(図1)。また、倒木上のトウヒ実生密度およびコケの被度は正木峠ではほぼゼロに近かったのに対し、衰退の程度が低いサイトではそれぞれ一定の値が得られた。森林の衰退の程度により倒木の腐朽型が異なるという結果は、全く新しい知見であり、倒木の分解に関わる微生物が森林の動態と深く結びついていることを示していると共に、それが次世代の実生更新にも強い影響を与えうることを示す結果といえる。

(2) 長野県の御嶽山にある亜高山帯針葉樹林において、倒木の腐朽型と倒木上のコケ、

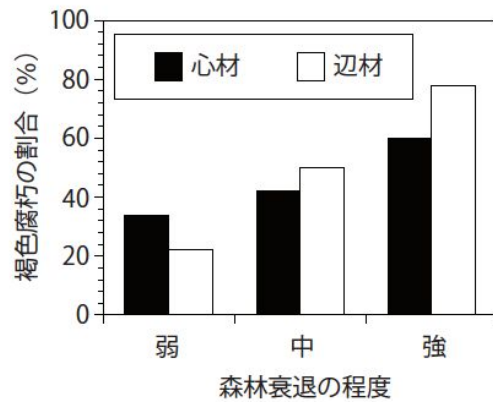


図1 大台ヶ原における森林衰退の程度と倒木の褐色腐朽の割合の関係

トウヒ実生の関係を調査した。その結果、倒木の褐色腐朽は、直接的にはトウヒの実生密度に負の影響を与えていたが、倒木上のコケを介してトウヒ実生に正の影響を与えていることが明らかになった。

調査地では倒木上にキヒシヤクゴケとタチハイゴケという2種類のコケが優占していたが、褐色腐朽はキヒシヤクゴケの被度に有意な正の影響を与えていた。コケの種とトウヒ実生密度の関係を調べたところ、キヒシヤクゴケ上ではタチハイゴケ上よりも実生密度が有意に高かった。これら、腐朽型、コケ、トウヒ実生の関係を共分散構造分析によりモデル化したところ、褐色腐朽からキヒシヤクゴケ、トウヒ実生に至る有意な正の影響が検出された(図2)。

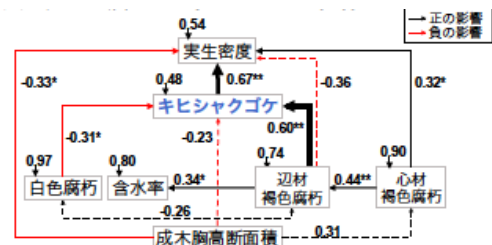


図2 トウヒ実生密度と環境変数の因果関係(SEM)
 χ^2 値:0.551, CFI:1.000, RMSEA:0.000, SRMR:0.025
 片側矢線: *P<0.05, **P<0.01 片側矢線(点線): P<0.1 両側矢線(点線):共変量 P<0.1

(3) 褐色腐朽が2種のコケに与える影響を実験的に検証するため、ポット実験を行なった。褐色腐朽材および白色腐朽材をそれぞれ粉碎して木粉とし、これを赤玉土と1:1の体積比率で混合したものを培養基質として用いた。キヒシヤクゴケおよびタチハイゴケをそれぞれ5mm程度の長さで細断し、これを木粉と混合したものを培養気質の上に敷き詰め、8ヶ月間野外で生育させ、その後の各コケの被度を比較した。その結果、キヒシヤクゴケの被度は白色腐朽材に比べ褐色腐朽材に置いて有意に大きくなっていたのに対し、タチハイゴケの被度は腐朽型間で差がなかった(図3)。この結果から、倒木の腐朽型はコケの植物体の成長に影響することで、褐色腐朽した倒木上でのキヒシヤクゴケの優占をもたらしていることが明らかとなった。

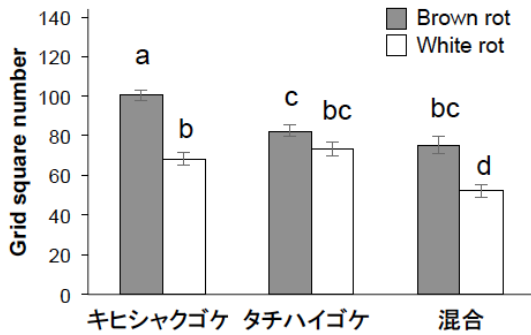


図3 ポット上でのコケの被度

(4) さらに、コケの種によってトウヒの実生密度が影響を受けるメカニズムに関して、野外調査をおこなった。キヒシャクゴケとタチハイゴケでは植物体の高さが顕著に異なる。背の高いタチハイゴケの上では被陰などにより実生の更新が阻害される可能性もあるが、高さ以外の要因が影響している可能性もある。そこで、様々な発達段階のコケ上で実生密度を比較することで、高さの相対的な重要性を評価した。その結果、コケの高さよりもコケの種自体の影響が強いことがわかった。

(5) (4)の結果を受け、コケの種によって異なる性質として、コケと関係する菌類群集に注目し、これをコケの種間およびコケ上に生育しているトウヒ実生の根で比較した。その結果、菌類群集はコケの種間で有意に異なっていた。また、トウヒ実生の根の菌類群集の一部の共生菌は、コケの菌類群集と共通していた。この結果は、コケとトウヒ実生が共生菌を共有している可能性を示唆しており、コケの種による実生への影響は、コケ群集を介したものである可能性が新たな仮説として提示された。今後は、トウヒ実生への菌類の摂取実験などを行い、この仮説を検証していくことが必要となる。

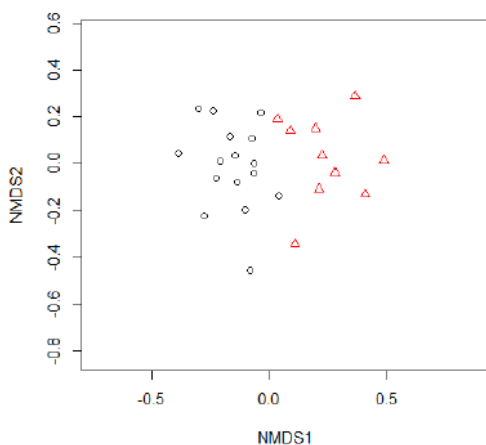


図4 コケ2種における菌類群集の非多次元尺度計量法によるプロット。丸:キヒシャクゴケ、三角:タチハイゴケ。

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13件)

- S. Kato, Y. Fukasawa, K. Seiwa. Canopy tree species and openness affect foliar endophytic fungal communities of understory seedlings. *Ecological Research* 32, 2017, 157-162, doi: 10.1007/s11284-016-1426-z (査読有)
- Y. Ando, Y. Fukasawa, Y. Oishi. Interactive effects of wood decomposer fungal activities and bryophytes on spruce seedling regeneration on coarse woody debris. *Ecological Research* 32, 2017, 173-182, doi: 10.1007/s11284-016-1427-y (査読有)
- Y. Fukasawa, Y. Komagata, S. Ushijima. Fungal wood decomposer activity induces niche separation between two dominant tree species seedlings regenerating on coarse woody material. *Canadian Journal of Forest Research* 47, 2017, 106-112, doi: org/10.1139/cjfr-2016-0218 (査読有)
- Y. Fukasawa. Seedling regeneration on decayed pine logs after the deforestation events caused by pine wilt disease. *Annals of Forest Science* 59, 2016, 191-198, doi: 10.15287/afr.2016.572 (査読有)
- Bayandala, Y. Fukasawa, K. Seiwa. Roles of pathogens on replacement of tree seedlings in heterogeneous light environments in a temperate forest: a reciprocal seed sowing experiment. *Journal of Ecology* 104, 2016, 765-772, doi:10.1111/1365-2745.12552 (査読有)
- 深澤遊、枯死木分解に関わる菌類群集の動態と機能、*日本菌学会会報*、56、2015、83-94 (査読有)
- Y. Fukasawa, K. Takahashi, T. Arikawa, T. Hattori, N. Maekawa. Fungal wood decomposer activities influence community structures of myxomycetes and bryophytes on coarse woody debris. *Fungal Ecology* 14, 2015, 44-52 (査読有)
- Y. Fukasawa. The geographical gradient of pine log decomposition in Japan. *Forest Ecology and Management* 349, 2015, 29-35, doi: org/10.1016/j.foreco.2015.04.010 (査読有)
- Y. Fukasawa. Basidiomycetous ectomycorrhizal fungal communities of current-year *Pinus densiflora* seedlings that regenerated on decayed logs and on the forest floor soil. *Journal of Integrated Field Science* 12, 2015, 19-30 (査読有)
- T. Hishinuma, T. Osono, Y. Fukasawa,

J.I. Azuma, H. Takeda. Application of ¹³C NMR spectroscopy to characterize organic chemical components of decomposing coarse woody debris from different climatic regions. *Annals of Forest Research* 58, 2015, 3-13 (査読有)

Y. Fukasawa, S. Matsuoka. Communities of wood-inhabiting fungi in dead pine logs along a geographical gradient in Japan. *Fungal Ecology* 18, 2015, 75-82 (査読有)

N. Sagara, Y. Fukasawa. Inhabitant changes in long-term mole nesting at the same site, revealed by observing mushroom fruiting at the site. *Mammalia* 78, 2014, 383-391 (査読有)

Y. Fukasawa, S. Katsumata, A.S. Mori, T. Osono, H. Takeda. Accumulation and decay dynamics of coarse woody debris in a Japanese old-growth subalpine coniferous forest. *Ecological Research* 29, 2014, 383-391 (査読有)

〔学会発表〕(計 11 件)

安藤洋子、深澤遊、大石善隆、Zewei Song、菌類による材分解がコケを介してトウヒ実生の倒木更新に与える間接効果、2017年3月14~18日、第64回日本生態学会大会、東京

深澤遊、駒形泰之、川上新一、変形菌イタモジホコリの変形体による養分無機化作用、2016年9月16~18日、日本菌学会第60回大会、京都

安藤洋子、深澤遊、倒木嫌のコケがトウヒ実生の定着に与える間接効果の実証、2016年10月29~30日、日本生態学会東北地区会、山形

Y. Fukasawa. Fungal decomposition of wood: Effects on forest biodiversity, 2-4 November 2016, Korea-Japan Joint Symposium, Daefa, South Korea

Y. Fukasawa, S. Matsuoka. Communities of wood-inhabiting fungi in dead pine logs along a geographical gradient in Japan, 2015年9月28~30日、17th Congress of European Microbiologists, Funchal, Portugal

深澤遊、枯死木分解に関わる菌類群集の動態と機能に関する研究、2015年5月15~18日、日本菌学会第59回大会、那覇(奨励賞受賞講演)

辻田有紀、深澤遊、馬田英隆、遊川知久、菌従属栄養植物タカツルランの菌根菌の特性評価：単離菌株を用いた木材分解能力および共生発芽能力の評価、2015年5月15~18日、日本菌学会第59回大会、那覇

深澤遊、木材腐朽菌が倒木上における樹木実生の更新に与える影響、2015年3月

27~30日、日本森林学会大会(奨励賞受賞講演) 札幌

深澤遊、鈴木智之、小林真、樹木の大量枯死が森林生態系に与える影響、企画シンポジウム、2015年3月27~30日、日本森林学会大会、札幌

深澤遊、病害虫による樹木の大量枯死が森林の更新に与える影響、企画シンポジウム、2015年3月27~30日、日本森林学会大会、札幌

駒形泰之、深澤遊、アカマツ倒木上におけるスギ実生の更新に影響を与える要因の解明、2015年12月5~6日、日本生態学会東北地区大会、秋田

〔図書〕(計 3 件)

深澤遊、吉原佑、松木悠、東海大学出版部、地上と地下のつながりの生態学、2016、1-322pp

深澤遊、山下聡、京都大学学術出版会、枯死木の中の生物多様性、2014、1-553pp

深澤遊、文永堂、基盤サービス、教養としての森林学、2014、115-122pp

6. 研究組織

(1) 研究代表者

深澤 遊 (FUKASAWA, Yu)

東北大学・大学院農学研究科・助教

研究者番号：30594808