

令和 2 年 6 月 3 日現在

機関番号：11301

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）

研究期間：2016～2019

課題番号：15KK0271

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（国際共同研究強化）

研究課題名（英文）Latitudinal gradient in fungal decomposition of wood and their effects on spruce seedling establishment(Fostering Joint International Research)

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） 10,800,000円

渡航期間： 22ヶ月

研究成果の概要（和文）：ヨーロッパの6カ国（ノルウェー、ポーランド、チェコ、ルーマニア、ブルガリア、ギリシャ）の合計16カ所において、ドイツトウヒ倒木の腐朽型、菌類群集、ドイツトウヒ実生の更新状況を調査した。腐朽型とは、木材の主要成分であるリグニンとホロセルロースの分解比率により、白色腐朽と褐色腐朽に大別される。調査の結果、高緯度（ノルウェー）と低緯度（ギリシャ）では褐色腐朽の頻度が高かったのに対し、中緯度（チェコなど）では褐色腐朽の頻度が低かった。倒木上でのドイツトウヒ実生の更新密度は中緯度で大きく、白色腐朽の頻度と有意な正の関係があった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果、ヨーロッパの緯度に沿ってドイツトウヒ倒木の腐朽型が異なり、腐朽型の違いが倒木上のドイツトウヒ実生の更新に影響を与えている可能性があることがわかりました。気象条件との関係を解析した結果、降水量の違いが主に腐朽型に影響していることがわかりました。この結果は、将来の気候変動により倒木の分解プロセスが変化することにより、ドイツトウヒ実生の倒木上での更新が正常に行われなくなる可能性を示唆しています。

研究成果の概要（英文）：Spruce seedling colonization, wood decay type, and fungal community in spruce logs were surveyed in 6 European countries (Norway, Poland, Czech, Romania, Bulgaria, Greece). Decay type is a categorization of wood decay preference for lignin and holocellulose - two big chemical components of tree cell wall. I found that frequency of brown rot, which accumulate lignin, was high in Norway and Greece. In contrast, frequency of brown rot was relatively low in Central Europe. Spruce seedling density on dead spruce logs was also the largest in Central Europe, and was positively correlated with frequency of white rot, in which lignin was decomposed.

研究分野：森林生態学

キーワード：菌類群集 倒木 分解 トウヒ 気候変動 微生物の知能

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 1. 研究開始当初の背景

トウヒ属は北半球の温帯以北の地域において広く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。その原因を究明するために研究代表者は、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更新に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、科研費若手研究 B「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」を実施した。その結果、**低緯度地域ではトウヒの実生更新に不適な分解様式の倒木が多く、これがトウヒの実生更新を阻害している可能性がある**ことが分かってきた。菌類による倒木の分解様式は、倒木の構成成分であるリグニンとホロセルロースに対する分解比率の違いを類型化した「腐朽型」に区分され、褐色腐朽と白色腐朽が主に知られている。このうち褐色腐朽は pH が低下することなどによりトウヒ属実生の定着を阻害することが知られている。大台ヶ原では褐色腐朽している倒木の頻度がより高緯度の調査地に比べ高い。申請者がこれまでに行ったアカマツ倒木を対象とした調査でも、緯度による気候条件の違いが倒木の菌類群集に影響し、これにより低緯度ほど褐色腐朽の頻度が高く、そのことが倒木上の樹木実生群集に影響することが分かっている。本邦におけるこれらの研究結果から、**今後温暖化が進行すると、高緯度地域における倒木の褐色腐朽の頻度が増加し、それによりトウヒの実生更新が阻害され他の樹種の定着が促進されることで、森林植生に大きな影響を与えることが予想される。**しかし、本邦よりも高緯度の地域における倒木の腐朽型の分布パターンや樹木実生との関係はまったく分かっておらず、世界規模での温暖化影響予測には至っていない。

## 2. 研究の目的

本研究では、本邦よりも高緯度に位置する欧州の森林において、トウヒと同属のドイツウヒおよびアカマツと同属のヨーロッパアカマツの倒木を対象として、腐朽型の分布パターンと樹木実生の関係を緯度に沿って明らかにする。さらに、倒木の腐朽型を決定している菌類群集の発達メカニズムの解明を目指し、菌類生理学的な室内実験を行う。

## 3. 研究の方法

野外調査では、ノルウェーからギリシャまで、6カ国 16カ所の調査地を設定し、ドイツウヒ倒木の腐朽型を調査する。各調査地では、倒木 50本を対象として、手斧で倒木の一部を削り、内部の材を露出させて目視およびアルカリ溶解法により腐朽型を評価する。さらに、倒木上に定着している樹木実生の樹種と本数を記録し、倒木の表面積から倒木上の実生密度を樹種ごとに算出する。

培養実験では、白色腐朽菌(*Bjerkandera adusta*, *Hypholoma fasciculare*, *Phanerochaete velutina*, *Stereum hirsutum*, *Trametes versicolor*, *Vuilleminia comedens*)・褐色腐朽菌(*Coniophora puteana*, *Laetiporus sulphureus*, *Fomitopsis pinicola*, *Piptoporus betulinus*, *Fistulina hepatica*, *Daedalea dickinsii*) の培養菌株を用い、10、20、30 の 3段階の温度で培養した時のブナ材分解

力、種間競争力を比較する。

#### 4 . 研究成果

野外調査から、褐色腐朽の発生頻度はノルウェーおよびギリシャで高く、中欧で低かった。気候条件との関係を解析すると、降水量の季節格差が腐朽型に有意に影響していることがわかった。季節格差が小さいノルウェーやギリシャに比べ、中欧の山岳地帯は季節格差が大きい。ドイツウヒ実生の密度は、高さ 10cm 以下の小さいサイズの実生は低緯度ほど実生密度が大きかったが、10cm 以上の大きいサイズの実生密度は低緯度・高緯度よりも中欧でもっとも大きかった。実生密度に影響する要因は、倒木の直径や倒木上のコケ被度などに加え、白色腐朽が有意に正の影響を与えていた。以上から、ヨーロッパのドイツウヒ林においては、降水量に影響された倒木の腐朽型の違いが倒木上の実生定着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17件（うち査読付論文 17件／うち国際共著 3件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Fukasawa Yu, Ando Yoko	4. 巻 33
2. 論文標題 Species effects of bryophyte colonies on tree seeding regeneration on coarse woody debris	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 191 ~ 197
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11284-017-1524-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Yu, Ando Yoko	4. 巻 40
2. 論文標題 The effects of wood decay type on the growth of bryophyte gametophytes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Bryology	6. 最初と最後の頁 159 ~ 162
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/03736687.2017.1417778	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Yu	4. 巻 33
2. 論文標題 Pine stumps act as hotspots for seedling regeneration after pine dieback in a mixed natural forest dominated by <i>Chamaecyparis obtusa</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 1169 ~ 1179
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11284-018-1631-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Yu, Hyodo Fujio, Kawakami Shin-ichi	4. 巻 121
2. 論文標題 Foraging association between myxomycetes and fungal communities on coarse woody debris	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Soil Biology and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 95 ~ 102
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.soilbio.2018.03.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Yu	4. 巻 33
2. 論文標題 Fungal succession and decomposition of Pinus densiflora snags	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 435 ~ 444
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11284-017-1557-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Yu	4. 巻 59
2. 論文標題 Temperature effects on hyphal growth of wood-decay basidiomycetes isolated from Pinus densiflora deadwood	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 259 ~ 262
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.myc.2018.02.006	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ogura-Tsujita Yuki, Gebauer Gerhard, Xu Hui, Fukasawa Yu, Umata Hidetaka, Tetsuka Kenshi, Kubota Miho, Schweiger Julienne M.-I., Yamashita Satoshi, Maekawa Nitaro, Maki Masayuki, Isshiki Shiro, Yukawa Tomohisa	4. 巻 27
2. 論文標題 The giant mycoheterotrophic orchid Erythrorchis altissima is associated mainly with a divergent set of wood-decaying fungi	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular Ecology	6. 最初と最後の頁 1324 ~ 1337
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/mec.14524	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Fukasawa Yu, Ando Yoko, Oishi Yoshitaka, Suzuki Satoshi N., Matsukura Kimiyo, Okano Kunihiro, Song Zewei	4. 巻 432
2. 論文標題 Does typhoon disturbance in subalpine forest have long-lasting impacts on saproxylic fungi, bryophytes, and seedling regeneration on coarse woody debris?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 309 ~ 318
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2018.09.036	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Takahashi Kazunari, Harakon Yuichi, Fukasawa Yu	4. 巻 59
2. 論文標題 Geographical distribution of myxomycetes living on Cryptomeria japonica bark in Japan	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 379 ~ 385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.myc.2018.02.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 SHIROUZU TAKASHI, FUKASAWA YU, NAKAMURA YASUhide	4. 巻 312
2. 論文標題 Femsjonia uniseptata (Dacrymycetes, Basidiomycota), a new species collected from Pinus densiflora forests in Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Phytotaxa	6. 最初と最後の頁 271 ~ 271
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11646/phytotaxa.312.2.10	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Yu, Komagata Yasuyuki, Kawakami Shin-ichi	4. 巻 29
2. 論文標題 Nutrient mobilization by plasmodium of myxomycete Physarum rigidum in deadwood	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fungal Ecology	6. 最初と最後の頁 42 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.funeco.2017.05.005	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Yu, Komagata Yasuyuki	4. 巻 22
2. 論文標題 Regeneration of Cryptomeria japonica seedlings on pine logs in a forest damaged by pine wilt disease: effects of wood decomposer fungi on seedling survival and growth	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 375 ~ 379
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2017.1380398	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kato Saya, Fukasawa Yu, Seiwa Kenji	4. 巻 32
2. 論文標題 Canopy tree species and openness affect foliar endophytic fungal communities of understory seedlings	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 157 ~ 162
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11284-016-1426-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Yu Fukasawa	4. 巻 14
2. 論文標題 The Growth of Four Tree Species Seedlings on Soil and Decayed Wood of Pinus densiflora	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Integrated Field Science	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Y., Komagata Y., Ushijima S.	4. 巻 47
2. 論文標題 Fungal wood decomposer activity induces niche separation between two dominant tree species seedlings regenerating on coarse woody material	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Canadian Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 106 ~ 112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1139/cjfr-2016-0218	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Fukasawa Yu, Ando Yoko, Song Zewei	4. 巻 30
2. 論文標題 Comparison of fungal communities associated with spruce seedling roots and bryophyte carpets on logs in an old-growth subalpine coniferous forest in Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fungal Ecology	6. 最初と最後の頁 122 ~ 131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.funeco.2017.10.001	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ando Yoko, Fukasawa Yu, Oishi Yoshitaka	4. 巻 32
2. 論文標題 Interactive effects of wood decomposer fungal activities and bryophytes on spruce seedling regeneration on coarse woody debris	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 173 ~ 182
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11284-016-1427-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 9件)

1. 発表者名 Yu Fukasawa, Yoko Ando, Satoshi Suzuki, Yoshitaka Oishi, Kimiyo Matsukura, Kunihiro Okano, Zewei Song
2. 発表標題 A long-term impact of forest disturbance on spruce seedling regeneration on coarse woody debris
3. 学会等名 5th European Congress of Conservation Biology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Fukasawa, Fujio Hyodo, Shin-ichi Kawakami
2. 発表標題 Foraging association between myxomycetes and fungal communities on coarse woody debris
3. 学会等名 Ecology of Soil Microorganisms (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Fukasawa, Yoko Ando, Yoshitaka Oishi, Kimiyo Matsukura, Kunihiro Okano, Zewei Song, Daisuke Sakuma
2. 発表標題 Forest dieback affects spruce seedling regeneration on coarse woody debris by altering wood decomposer fungal community
3. 学会等名 11th International Mycological Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Fukasawa
2. 発表標題 Linking fungal community functions to forest dynamics: a geographical gradient of fungal community and wood decay in pine logs, and its possible effects on forest regeneration
3. 学会等名 11th International Mycological Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fukasawa, Y., Ando, Y., Oishi, Y., Matsukura, K., Okano, K., Song, Z., Sakuma, D.
2. 発表標題 Forest dieback affects spruce seedling regeneration on coarse woody debris by altering wood decomposer fungal community
3. 学会等名 States of the World Fungi Symposium (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Fukasawa, Lewis Jones, Fawwaz Ghafar, Lynne Boddy
2. 発表標題 How does a fungal mycelium respond to the quantity and direction of new resources?
3. 学会等名 Annual meeting of the British Ecological Society 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yu Fukasawa, Kimiyo Matsukura, Yoko Ando, Satoshi N. Suzuki, Kunihiko Okano, Zewei Song, Mineaki Aizawa
2. 発表標題 Factors affecting functional composition of fungal communities in spruce logs among patchily located five subalpine forests in central Japan
3. 学会等名 FORESTS AT RISK: BIALOWIEZA AND BEYOND (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 深澤遊, 小南裕志, 高木正博, 松倉君子, 田中延亮, 鈴木智之, 小林真, 竹本周平, 衣浦晴生, 上村真由子, 門脇浩明, 宮崎怜, 山下聡, 潮雅之, 岡野邦宏
2. 発表標題 コナラ枯死木の分解過程にナラ枯れが与える影響
3. 学会等名 日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小南裕志, 深澤遊, 高木正博, 松倉君子, 田中延亮, 鈴木智之, 小林真, 竹本周平, 衣浦晴生, 上村真由子, 門脇浩明, 宮崎怜, 山下聡, 潮雅之, 岡野邦宏
2. 発表標題 ナラ枯れ枯死木の分解CO2放出量の広域環境応答
3. 学会等名 日本生態学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 深澤 遊
2. 発表標題 木材腐朽菌群集の分解機能と森林の動態をつなぐ
3. 学会等名 日本生態学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yu Fukasawa
2. 発表標題 The geographical gradient of pine log decomposition in Japan
3. 学会等名 BIOGEMON (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yu Fukasawa, Vaclav Pouska, Radek Bace, Lucie Zibarova, Olga Orman, Kamil Kral, Miroslav Svoboda, Lynne Boddy
2. 発表標題 Effects of fungal wood decomposers on Picea abies seedling establishment on coarse woody debris
3. 学会等名 Joint Annual Meeting: Ecology Across Borders with BES, GFO, NECOV & EEF (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 深澤 遊、大園 享司	4. 発行年 2017年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 176
3. 書名 キノコとカビの生態学	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
主たる渡航先の主たる海外共同研究者	ボッディー リン  (Boddy Lynne)	カーディフ大学・School of Biosciences・Professor	