

令和 2 年 6 月 2 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04937

研究課題名(和文) 窒素安定同位体比の変化に基づく外生菌根菌から樹木への窒素供給機能の評価手法の開発

研究課題名(英文) Development of estimation method for evaluating N transfer from ectomycorrhizal fungi to host trees based on the fractionation of N stable isotope

研究代表者

鶴川 信(Ugawa, Shin)

鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・准教授

研究者番号：30582738

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、森林生態系における土壌-樹木間の窒素安定同位体比( $^{15}\text{N}$ )の変化と $^{15}\text{N}$ 決定因子を明らかにした。外生菌根を形成する樹種の生葉の $^{15}\text{N}$ はアーバスキュラー菌根を形成する樹種よりも高く、外生菌根菌による同位体分別はアーバスキュラー菌根よりも弱いことを示した。また、土壌の $^{15}\text{N}$ は土壌の深さにともなって増加し、土壌表層の $^{15}\text{N}$ は樹木の生葉の $^{15}\text{N}$ と同程度であった。一方、各種形態の窒素の $^{15}\text{N}$ と生葉の $^{15}\text{N}$ との関係は不明瞭であった。以上のことから、同位体分別に基づく窒素動態モデルの構築には、外生菌根以外の共生タイプと土壌深度を考慮する必要性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、外生菌根菌、土壌の深さ、窒素形態が樹木の生葉の窒素安定同位体比( $^{15}\text{N}$ )にどのように影響するのかが明らかになった。とくに、亜寒帯で確認されている外生菌根菌による窒素安定同位体の分別現象が、冷温帯、暖温帯、亜熱帯では確認されず、当該分野に新しい疑問を投げかけた。一方で、データの蓄積とそれにそった窒素循環プロセスモデルの構築は、外生菌根菌を介した窒素循環の理解へ1つのステップを提供するとともに、今後、当該モデルの完成に必要な知見およびデータについて一定の方向を示した。

研究成果の概要(英文)：We clarified the changes in N stable isotope ( $^{15}\text{N}$ ) between soil and tree leaf in forest ecosystems, and the factors influencing them. The  $^{15}\text{N}$  of leaves of tree species forming ectomycorrhiza was higher than those of tree species forming VA mycorrhiza. The  $^{15}\text{N}$  of soils increased with soil depth, and  $^{15}\text{N}$  of leaves was similar to that of surface soils. However, the relationship between  $^{15}\text{N}$  of each form of N and  $^{15}\text{N}$  of leaves was not clear. Based on these results, we indicated the necessity that symbiotic types other than ectomycorrhiza and increase in  $^{15}\text{N}$  with soil depth are incorporated into N dynamics models, which expresses the dynamics of N stable isotopes.

研究分野：森林生態学

キーワード：窒素安定同位体 窒素循環 外生菌根 窒素無機化速度 土壌深度

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

外生菌根菌は、マツ科、ブナ科、フタバガキ科など各森林生態系を代表する樹種と共生し、樹木が吸収する窒素の3~6割を供給するという予測があることから、森林生態系の健全性に大きく寄与すると考えられている。一方で、夏季の少雨が外生菌根菌群集のバイオマス量を低下させることから、気候変動による外生菌根菌群集の機能低下が樹木の窒素欠乏を介した森林生態系の劣化を引き起こす可能性が指摘されている。現在進行している地球温暖化を鑑みれば、外生菌根菌群集の機能低下を視点とした森林生態系の変動予測と対応策の立案が急がれる。

外生菌根菌群集の機能低下による窒素欠乏の影響予測には、外生菌根菌の窒素供給機能の定量的評価が必要不可欠である。近年、窒素循環プロセスを捉えるツールとして窒素安定同位体比を用いる研究が行われる中、土壌-樹木間で窒素安定同位体比が変化し、それが外生菌根菌による同位体分別(外生菌根菌が $^{15}\text{N}$ を選択的に固定するため、樹木へ供給する窒素の $^{15}\text{N}$ の割合が低くなる)によって引き起こされることが発見された。この現象に基づき、土壌、樹木、外生菌根菌の窒素安定同位体比 $\delta^{15}\text{N}$ の違いを組み込んだ窒素フローのプロセスモデルを用いて、外生菌根菌から樹木への窒素フローを推定する試みが行われている。しかし、当該手法には、プロセスモデルの構築に膨大な実測データが必要であること、外生菌根菌以外の $\delta^{15}\text{N}$ 決定因子(土壌深度および窒素形態)を考慮していないことなどの問題が存在する。

2. 研究の目的

本研究では、土壌-樹木間の窒素安定同位体比の変化が3つの因子(外生菌根菌による同位体分別、土壌中に偏在する窒素安定同位体の不均一な吸収、窒素無機化プロセスでの同位体分別)によって引き起こされることに着目し、この関係に基づく統計モデルを構築することで、樹木が吸収する窒素量のうち外生菌根菌が供給する窒素量の割合を簡易かつ高精度に推定する手法を開発することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究では、外生菌根菌の窒素供給率を簡易かつ高精度に推定する手法を開発するために、以下の3つの項目について研究を実施する。

- (1) 土壌-樹木間の窒素安定同位体比の変化および $\delta^{15}\text{N}$ 決定因子における森林生態系内および森林生態系間の変異の理解
- (2) 室内での操作実験による土壌-樹木間の窒素安定同位体比の変化に各 $\delta^{15}\text{N}$ 決定因子が及ぼす影響のメカニズム解明
- (3) 土壌-樹木間の窒素安定同位体比の変化を $\delta^{15}\text{N}$ 決定因子によって説明する統計モデルおよびプロセスモデルの構築とそれに基づく外生菌根菌の窒素供給率の推定

4. 研究成果

- (1) 土壌-樹木間の窒素安定同位体比の変化および $\delta^{15}\text{N}$ 決定因子における森林生態系内および森林生態系間の変異の理解

各種森林における土壌-樹木間の窒素安定同位体比の変化を明らかにするため、冷温帯針広混交林(北海道大学中川研究林)、冷温帯針広混交林(岩手大学御明神演習林)、暖温帯常緑広葉樹林(鹿児島大学高隈演習林)、亜熱帯常緑広葉樹林(徳之島三京岳国有林)にて、各樹種の生葉および対象個体周辺のリターと土壌を採取し、窒素安定同位体比( $\delta^{15}\text{N}$ )や炭素濃度・窒素濃度の測定を行った。その結果、リターや土壌の $\delta^{15}\text{N}$ は、調査地間で大きく異なっていたが、同一調査地内では大きな差異は見られなかった(図1)。一方、生葉の $\delta^{15}\text{N}$ は同一調査地内でも樹種間で大きく異なっていた。生葉の $\delta^{15}\text{N}$ は根に共生する微生物のタイプによって異なり、外生菌根やエリコイド菌根を形成する樹種は、アーバスキュラー菌根を形成する樹種より生

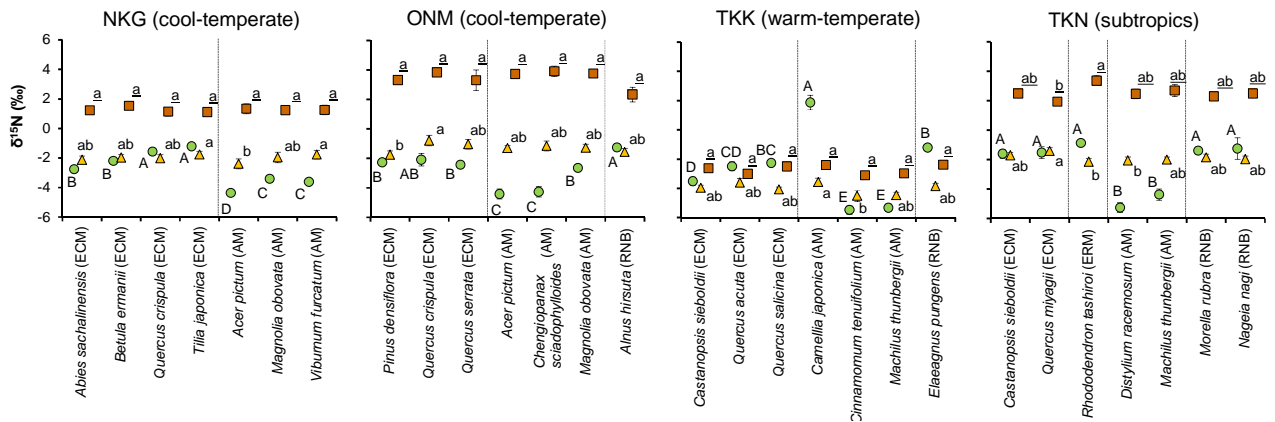


図1 冷温帯針広混交林(北海道大学中川研究林:NKG) 冷温帯針広混交林(岩手大学御明神演習林: ONM) 暖温帯常緑広葉樹林(鹿児島大学高隈演習林:TKK) 亜熱帯常緑広葉樹林(徳之島三京岳国有林:TKN)における各樹種の生葉の $\delta^{15}\text{N}$ および周辺のリターおよび土壌の $\delta^{15}\text{N}$ .

葉の  $\delta^{15}\text{N}$  が高くなる傾向がみられた。また、根粒を形成する樹種の  $\delta^{15}\text{N}$  は、ゼロに近くなった。亜寒帯の針葉樹林では、外生菌根を形成する樹種の生葉の  $\delta^{15}\text{N}$  がアーバスキュラー菌根を形成する樹種より低いことが報告されているが、冷温帯、暖温帯、亜熱帯の森林では異なる結果になることが示された。亜寒帯に比べ窒素獲得が容易な気候帯では、外生菌根菌経由の窒素供給量が減るのかもしれない。

(2) 土壌 - 樹木間の窒素安定同位体比の変化に各  $\delta^{15}\text{N}$  決定因子が及ぼす影響のメカニズム解明

土壌 - 樹木間の窒素安定同位体比の変化に対する各  $\delta^{15}\text{N}$  決定因子の影響を明らかにするため、冷温帯針広混交林(北海道大学中川研究林)、冷温帯落葉広葉樹林(京都大学北海道研究林)、暖温帯常緑広葉樹林(鹿児島大学高隈演習林)にて、各深度(Ao層、0-10cm、10-30cm、30-50cm)の土壌を採取し、各種窒素形態の  $\delta^{15}\text{N}$  を測定した。その結果、サンプル全体(bulk)の  $\delta^{15}\text{N}$  は土壌の深さにもなって増加した(図2)。この傾向は、全溶存窒素化合物(Total dissolved nitrogen: TDN)、溶存有機態窒素(Dissolved organic nitrogen: DON)、アンモニウム態窒素( $\text{NH}_4$ )の  $\delta^{15}\text{N}$  でも確認された。さらに、土壌の深さにもなう  $\delta^{15}\text{N}$  の増加量は窒素形態間で異なっており、Ao層ではアンモニウム態窒素の  $\delta^{15}\text{N}$  が溶存有機態窒素よりも高かったが、深さ30cm以下の土壌層位では逆の傾向がみられた。各種形態の窒素の  $\delta^{15}\text{N}$  と各樹種の生葉の  $\delta^{15}\text{N}$  を比較すると、外生菌根やアーバスキュラー菌根を形成する樹種の生葉の  $\delta^{15}\text{N}$  は、Ao層や深さ0-10cmの土壌の  $\delta^{15}\text{N}$  に類似しており、これらの樹種が主に土壌表層から窒素を吸収していることが窺われた。一方で、各種窒素形態による吸収量の差異は明瞭ではなかった。

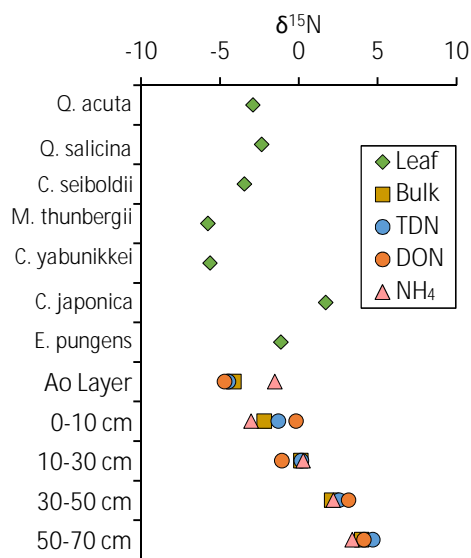


図2 高隈演習林における各樹種の生葉の  $\delta^{15}\text{N}$  と、各土壌層位の窒素形態ごとの  $\delta^{15}\text{N}$ 。

(3) 土壌 - 樹木間の窒素安定同位体比の変化を  $\delta^{15}\text{N}$  決定因子によって説明する統計モデルおよびプロセスモデルの構築とそれに基づく外生菌根菌の窒素供給率の推定

土壌 - 樹木間の窒素安定同位体比の変化を  $\delta^{15}\text{N}$  決定因子によって説明するプロセスモデルをニューハンプシャー大学のエリックホビー博士と共同で開発した。既存の PnET モデルのプログラムを改変し、窒素安定同位体  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  のフローを組み込んだ。さらに、同位体分別を表現するため、モデルに同位体分別係数を組み込むことで、各窒素動態プロセスで  $^{14}\text{N}$  と  $^{15}\text{N}$  のフローの比率を変化できるようにした(図3)。統計モデルの構築では、野外調査の実測値として、外生菌根を形成する樹種よりもアーバスキュラー菌根を形成する樹種の方が生葉の  $\delta^{15}\text{N}$  が高くなる結果を得たため、外生菌根菌による同位体分別が表現できなかった。同様に、プロセスモデルでも、実測値を用いて、外生菌根菌による同位体分別を表現することは不可能であった。一方で、これらの問題を解決する上で、微生物との共生タイプ(外生菌根、アーバスキュラー菌根、エリコイド菌根、根粒菌)を個別に組み込んだ統計モデルおよびプロセスモデルを構築する必要性が示された。

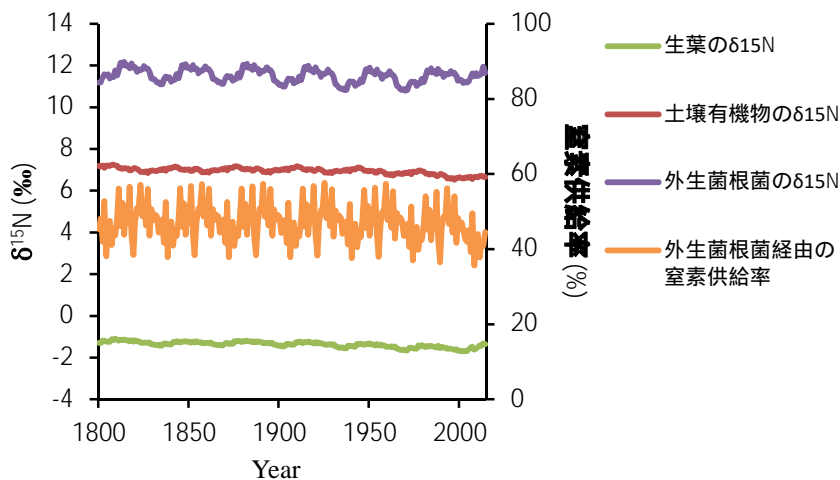


図3 プロセスモデル PnET-isotope の起動テスト。デフォルト設定における各種プールの窒素安定同位体比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) の変動と外生菌根菌経由の窒素供給率を示す。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 14件／うち国際共著 6件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ugawa Shin, Miura Satoru, Hashimoto Shoji, Iwamoto Kojiro, Fukuda Kenji	4. 巻 23
2. 論文標題 Changes in quantity, morphology and nitrogen content of fine roots with stand development in a subalpine fir-wave forest	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 336 ~ 345
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2018.1516919	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 Tateno Ryunosuke, Tatsumi Chikae, Nakayama Masataka, Takahashi Koichi, Kerfahi Dorsaf, Adams Jonathan	4. 巻 172
2. 論文標題 Temperature effects on the first three years of soil ecosystem development on volcanic ash	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 CATENA	6. 最初と最後の頁 1 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.catena.2018.08.009	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 Tateno Ryunosuke, Imada Shogo, Watanabe Tsunehiro, Fukuzawa Karibu, Shibata Hideaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Reduced snow cover changes nitrogen use in canopy and understory vegetation during the subsequent growing season	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Plant and Soil	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11104-019-04011-2	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 Hosokawa Nanae, Isobe Kazuo, Urakawa Rieko, Tateno Ryunosuke, Fukuzawa Karibu, Watanabe Tsunehiro, Shibata Hideaki	4. 巻 114
2. 論文標題 Soil freeze-thaw with root litter alters N transformations during the dormant season in soils under two temperate forests in northern Japan	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Soil Biology and Biochemistry	6. 最初と最後の頁 270 ~ 278
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.soilbio.2017.07.025	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 Kerfahi Dorsaf, Tateno Ryunosuke, Takahashi Koichi, Cho HyunJun, Kim Hyoki, Adams Jonathan M	4. 巻 73
2. 論文標題 Development of Soil Bacterial Communities in Volcanic Ash Microcosms in a Range of Climates	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Microbial Ecology	6. 最初と最後の頁 775 ~ 790
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00248-016-0873-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 該当する

1. 著者名 Urakawa R, Ohte N, Shibata H, Tateno R, Inagaki Y, Oda T, Toda H, Fukuzawa K, Watanabe T, Hishi T, Oyanagi N, Nakata M, Fukushima K, Nakanishi A	4. 巻 32
2. 論文標題 Estimation of field soil nitrogen mineralization and nitrification rates using soil N transformation parameters obtained through laboratory incubation	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 279-285
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11284-016-1420-5	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 Watanabe T, Fukuzawa K, Shibata H	4. 巻 5
2. 論文標題 Short-term response of Sasa dwarf bamboo to a change of soil nitrogen fertility in a forest ecosystem in northern Hokkaido, Japan	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Plants	6. 最初と最後の頁 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/plants5020019	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 Ugawa S, Inagaki Y, Fukuzawa K, Tateno R	4. 巻 -
2. 論文標題 Effects of soil compaction by a forestry machine and slash dispersal on soil N mineralization in Cryptomeria japonica plantations under high precipitation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 New Forests	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11056-019-09768-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 Tateno R, Nakayama M, Yano M, Fukuzawa K, Inagaki Y, Koba K, Ugawa S	4. 巻 -
2. 論文標題 Nitrogen source utilization in co-existing canopy tree and dwarf bamboo in a northern hardwood forest in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trees - Structure and Function	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00468-020-01980-1	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 Nakayama Masataka, Imamura Shihomi, Taniguchi Takeshi, Tateno Ryunosuke	4. 巻 446
2. 論文標題 Does conversion from natural forest to plantation affect fungal and bacterial biodiversity, community structure, and co-occurrence networks in the organic horizon and mineral soil?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Forest Ecology and Management	6. 最初と最後の頁 238 ~ 250
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.foreco.2019.05.042	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 Tatsumi Chikae, Taniguchi Takeshi, Du Sheng, Yamanaka Norikazu, Tateno Ryunosuke	4. 巻 101
2. 論文標題 Soil nitrogen cycling is determined by the competition between mycorrhiza and ammonia oxidizing prokaryotes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecology	6. 最初と最後の頁 e02963
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ecy.2963	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 Tatsumi Chikae, Imada Shogo, Taniguchi Takeshi, Du Sheng, Yamanaka Norikazu, Tateno Ryunosuke	4. 巻 176
2. 論文標題 Soil prokaryotic community structure is determined by a plant-induced soil salinity gradient rather than other environmental parameters associated with plant presence in a saline grassland	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Arid Environments	6. 最初と最後の頁 104100 ~ 104100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jaridenv.2020.104100	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 Inagaki Y, Nakanishi A, Tange T	4. 巻 34
2. 論文標題 A simple method for leaf and branch biomass estimation in Japanese cedar plantations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Trees - Structure and Function	6. 最初と最後の頁 349 ~ 356
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00468-019-01920-8	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 Fukuzawa Karibu, Satoh Fuyuki, Shibata Hideaki, Kamiura Tatsuya, Kozuka Chikara, Takanishi Toshikazu, Hayakashi Shintaro, Hirano Yuya, Mamiya Wataru, Yabuhara Yuri, Sakai Rei, Sugiyama Hiroshi, Masumoto Hiroshi, Fukuzawa Naoko, Takeda Tetsuji, Morita Hideaki, Yamanouchi Makoto, Hasegawa Junko, Yoshida Toshiya	4. 巻 -
2. 論文標題 Stream water quality in relation to watershed scale practical forest management in a cool temperate natural forest in northern Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12094	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10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 Nakayama M, Imamura S, Taniguchi T, Tateno R
2. 発表標題 The microbial community structures of surface soil and organic layer of three different types of forests in northeast of Japan
3. 学会等名 The 8th East Asian Federation of Ecological Societies (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中山 理智, 今村 志帆美, 谷口 武士, 館野 隆之輔
2. 発表標題 北海道東部の天然林及び人工林の土壌細菌・真菌群集構造と共存ネットワーク
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 福澤加里部, 谷口武士, 野村睦
2. 発表標題 冷温帯林におけるササの除去は土壤水分と窒素動態を変えるか?
3. 学会等名 第129回日本森林学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chikae Iwaoka, Takeshi Taniguch, Sheng Du, Norikazu Yamanaka, Ryunosuke Tateno
2. 発表標題 Soil microbial communities associated with each step in nitrogen transformation along a rainfall gradient in semiarid forests
3. 学会等名 第65回日本生態学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Chikae Iwaoka, Fujio Hyodo, Takeshi Taniguchi, Weiyu Shi, Sheng Du, Norikazu Yamanaka and Ryunosuke Tateno
2. 発表標題 The symbiotic relationship between dominant canopy trees and soil microbes affects the nitrogen source utilization of co-existing understory trees.
3. 学会等名 2017 AGU Fall meeting
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福澤 加里部・谷口 武士
2. 発表標題 北海道北部の冷温帯林における樹木とササの細根分布
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年



1. 発表者名 Ugawa Shin、Inagaki Yoshiyuki、Fukuzawa Karibu、Koba Keisuke、Tateno Ryunosuke、Hobbie Erik
2. 発表標題 Difference in leaf 15N among tree species with different type of microbial symbiosis in subtropical, warm-temperate and cooltemperate forests
3. 学会等名 XXV IUFRO World Congress (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tatsumi Chikae、Taniguchi Takeshi、Du Shen、Yamanaka Norikazu、Tateno Ryunosuke
2. 発表標題 Soil nitrogen cycling is determined by mycorrhizal fungi rather than soil physicochemical properties due to the nitrogen competition between mycorrhiza and free-living microbes
3. 学会等名 2019 ESA Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中山理智・今村志帆美・龍見史恵・谷口武士・館野隆之輔
2. 発表標題 北海道東部の森林における土壌微生物群集と窒素無機化ポテンシャルの関係
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 館野隆之輔・龍見史恵・兵藤不二夫・谷口武士・山中典和・杜盛
2. 発表標題 リターの起源と降水量がリターの真菌群集と分解速度に与える影響
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔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
研究分担者	稲垣 善之 (INAGAKI Yoshiyuki) (00353590)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等  (82105)	
研究分担者	福澤 加里部 (FUKUZAWA Karibu) (10456824)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授  (10101)	
研究分担者	館野 隆之輔 (TATEN0 Ryunosuke) (60390712)	京都大学・フィールド科学教育研究センター・准教授  (14301)	
研究分担者	木庭 啓介 (K0BA Keisuke) (90311745)	京都大学・生態学研究センター・教授  (14301)	
研究協力者	ホビー エリック (H0BBIE Erik)	ニューハンプシャー大学・Earth Systems Research Center・Research Professor	
研究協力者	ワン ラシーダ (WAN Rasidah)	マレーシア森林研究所・Forestry Biotechnology Division・Head of Forest Plantation Programme	