

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02241

研究課題名（和文）未利用木材の利用拡大に向けた新しい施業体系が森林の物質循環機能に与える影響評価

研究課題名（英文）The effects of promoting utilization of logging residue biomass on the nutrients cycling in forest ecosystems.

研究代表者

舘野 隆之輔（TATEN0, Ryunosuke）

京都大学・フィールド科学教育研究センター・准教授

研究者番号：60390712

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：木質バイオマスの安定供給や林業の収益改善などの問題を解決するために、先進的な林業機械を活用して林地の残材を集め、バイオマス発電所で活用されることが増えています。しかし、林地からの木質バイオマスの持ち出しや先進的な林業機械による土壌変化が森林生態系に与える影響の評価はこれまで十分行われていませんでした。そこで本研究では、特に土壌の理化学性と土壌微生物の関係性の観点から評価し、林業機械の使用や木質バイオマスの除去などの伐採影響のメカニズムを解明することを目的として行いました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

森林生態系の持つ多面的な機能を維持しつつ、森林資源を利用することは、地域の活性化や持続型社会の構築に不可欠であり今後も推進する必要性は高いですが、森林伐採が森林の様々な機能にどのような影響を与えるのかを適切に評価する手法は、未だ開発されていません。本課題の成果を活用して、伐採影響の評価を事前に簡易に行うことが可能になれば、本研究の社会的な意義は大きいと考えます。また物質循環に密接に関わる微生物群集の量や組成と土壌の理化学性の相互関係の一般性を明らかにすることは、森林科学分野に限らず生物多様性と生態系機能の関連性の理解にも繋がるため、環境科学関連の幅広い分野への学術的な意義も大きいと考えます。

研究成果の概要（英文）：For the stable supply of woody biomass and the improvement of forestry profits, advanced forestry machines are increasingly being introduced to collect remaining small thinned woods and other forest residues from logging area which used at wood biomass power station. However, the impact of woody biomass removal from logging areas and soil modification by advanced forestry machines on forest ecosystems has not been fully assessed. This study aimed to investigate the mechanisms concerning the impacts of logging using forest machines and the removal of woody biomass on soil physicochemical properties and soil microbial communities.

研究分野：森林生態学

キーワード：森林伐採 土壌微生物 窒素循環 酵素活性 窒素無機化 硝化 林地残材 伐採影響

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、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

我が国では、近年木材自給率の向上に向けて、低生産効率・高コストな体制から脱却すべく、先進的林業機械を活用した施業が進められている。生産性の高い作業システムにより、従来は切り捨て間伐で林地に放置されていた小径木の利用も盛んに行われている。さらに自然再生エネルギーへの転換に向けて大規模なバイオマス発電所が建設され稼働開始しつつある。FIT 制度（固定価格買い取り制度）を活用した木質バイオマスの買い取りは、山元の収益改善に貢献することが期待される一方で、木質バイオマスの安定供給が大きな課題となり、とりわけ大規模な施設が稼働・計画されている地域では、木質バイオマスの供給不足が懸念されている。林地残材の持ち出しには、多大な労力がかかり、従来の作業システムでは難しかったが、先進的な林業機械を活用した作業システムへの変換により実現可能となってきた。

しかし、作業システムの変化は、林業機械による圧密や林道開設に伴う林地土壌への攪乱、枝条や残材の持ち出しなど、森林土壌や下流の環境、生態系の物質循環に大きな影響を及ぼす。例えば、林業機械による林地の圧密は、微生物群集や土壌動物群集の変化を介して窒素循環に影響を及ぼし、また林地残材の持ち出しは、土壌への有機物供給に影響を与える結果、土壌炭素循環にも大きな影響を及ぼす可能性がある。森林生態系の持つ多面的な機能を維持しつつ、森林資源を利用することは、地域の活性化や持続型社会を構築するために不可欠であり今後も推進する必要性は高いが、森林や流域の物質循環にどのような影響を与えるのかを適切に評価する手法は、未だ開発されていないのが現状である。伐採影響の評価を簡易に行うことが可能になれば、本研究の社会的な波及効果も大きいと考える。さらに、物質循環に密接に関わる微生物群集の量や組成、生化学的な機能の相互関係の一般性を明らかにすることは、森林科学分野に限らず広く生物多様性と生態系機能の関連性の理解に繋がるため、環境科学関連の幅広い分野への学術的な波及効果も大きいと考える。

本研究では、土壌理化学性による影響評価に、土壌 DNA を活用した微生物群集解析や機能遺伝子解析を組み合わせることにより、これまでブラックボックスとして扱われた土壌微生物群集と土壌機能を同時に解析し、森林伐採に伴い土壌中のどのような微生物群がどのくらい変化し、その結果、どのように物質循環が変化するのかという「問い」に答えることを目指した。

## 2. 研究の目的

本研究は、林地からの有機物の持ち出しや先進的な林業機械による土壌物理性の改変が、森林生態系の物質循環に与える影響を土壌の理化学性、微生物の群集組成や機能の観点から評価し、伐採影響のメカニズムを解明することを目的として行った。

伐採地での林地からの材・枝条の持ち出しや先進林業機械を用いた土壌物理性の改変が土壌の窒素動態や窒素流出などの物質循環に与える短期的・長期的な影響を評価し、その上で、地域ごとの気候や土壌母材などの自然環境、地域特有の樹種や作業システムの選択などを加味した上で、伐採影響の受け易さを評価し、実現可能な新しい施業方法の提案を行うことを目指した。

本研究では、具体的には、土壌理化学性、土壌微生物群集、土壌動物群集に与える短期的な影響評価、長期的な影響評価、実験室培養における炭素・窒素動態と微生物群集の相互関係の解明などの課題に取り組んだ。

## 3. 研究の方法

### (1) 調査地

調査は、北海道研究林（京都大学）、天塩研究林（北海道大学）、高隈演習林（鹿児島大学）、宮崎演習林（九州大学）の 4 か所をコア研究サイトとし、その周辺域の人工林も活用して行った。北海道研究林と高隈演習林は火山灰土壌で、天塩研究林と宮崎演習林は非火山灰土壌のサイトとして位置付けた。また、当初予定していなかったが、森林総研北海道支所や北大農学院の協力を得て札幌市郊外に非火山灰土壌の「羊ヶ丘試験地」を追加した。

### (2) 短期的な影響評価

伐採や伐採後の後処理に対する短期応答を明らかにする野外操作実験に関して、研究当初は、施業履歴や森林環境に関する知見が豊富な大学研究林や演習林を調査地として活用することで、施業時期や地形、土壌条件などの様々な要因をコントロールして、施業方法のみを変化させる野外操作実験を統一的方法で行うことが出来ると想定したが、実際には、伐採の規模や時期、伐採方法、関心が高い伐採影響の項目、想定されるインパクトなどが地域によって様々であり、方法を統一することが難しく、検討の結果、以下の通り、地域性を考慮した上で、それぞれ別の野外操作実験を行うこととした。ただし、伐採から 1 か月以内（もしくは積雪下で半年以内で雪解けの直後）に後処理を行う点と、各処理区設置後 1 か月から 3 か月後程度までの比較的短期間の応答を調べる点は統一した。

#### 高隈演習林

高隈演習林では、施業の機械化による土壌攪乱と林地残材の種類を両方を組み合わせた影響に特に着目して研究を行った。高隈演習林内の平坦地において 59 年生のスギ人工林に 5m×9m

の小プロットを設け、林地残材の種類（枝条残材放置、枝条のみ放置、枝条残材放置無し）と林業機械による土壌攪乱（プロット内走行有り、プロット内走行無し）が異なる6種類（3×2）の後処理を行った。伐採は、2019年7月29日から8月2日にかけて行われ、測定日は伐採前の7月24日、伐採直後の8月4日、伐採後約1か月後の9月2日、約6か月後の2020年2月1日、約1年後の8月2日に現地調査と土壌の採取を行った。土壌物理性に関して、土壌硬度計による土壌硬度、土壌水分測定器により体積含水率、土壌容積重の測定を行った。また土壌化学性として、炭素・窒素含量、pH、無機態窒素の現存量と実験室培養による窒素無機化速度・硝化速度の測定を行った。また一部のサンプルは、次世代シーケンサーを用いて16SrRNAによるアンプリコンシーケンスを行い、土壌細菌群集の群集構造や多様性の評価を行った。

#### 天塩研究林

天塩研究林では、ササが植生の更新を妨げることが多い地域であるため、ササの掻き起こし処理と林地残材の種類に着目した研究を行った。樹種はトドマツやエゾマツの人工林が多い地域であるが、実験処理を行うのに好都合な伐採予定林分が無かったため、エゾマツと同属のヨーロッパトウヒ伐採跡地を調査地とした。

2019年10月に5×6mのプロットを6区画設置し、伐採は、2020年の積雪期の1-2月にかけて皆伐を行った。2020年6月の雪解け後に、各区画内に80cm×80cmのコドラートを設置し、Intact (I)、Fine debris(枝の元口径<2cm)のみ (F)、Coarse debris(枝の元口径≥2cm)のみ (C)、No treatment (N)、Scarification 掻き起こし(S)の5個の処理区を設けた。なお、掻き起こし処理は2020年9月2日に実施した。また処理区設置時に各コドラートに付加された乾重ベースの枝条量を算出した。2019年11月の伐採前に調査区全域から、2020年6月のコドラート設置時、2020年7月(1か月後)、9月(3か月後)に各処理区より、表層5cmの土壌を採取した。さらに、各処理区の深さ5cmの地温をデータロガーで連続測定するとともに、堆積する有機物層の厚さを測定し、土壌化学性は、炭素・窒素含量、pH、無機態窒素現存量の測定を行った。

#### 宮崎演習林

宮崎演習林では、急傾斜地が多い九州の人工林を想定し、現地で伐倒し、その場で枝払いをした後に全幹集材する施業と、近年盛んに行われる全木集材する施業の影響をそれぞれ評価することを目指した。75年生のヒノキ人工林を伐採し、全木集材した場所に全木集材区を設け、さらに隣接した場所に土場で枝払いした枝条を持ち込み堆積させ全幹集材を模した全幹集材区を設けた。また伐採の効果を見るため、隣接する伐採していないヒノキ人工林に森林区を設けた。伐採2-3週間後の2020年2月20日に表層5cmの土壌を採取し、土壌化学性としてpH、全炭素・窒素含量、無機態窒素現存量の測定を行った。さらに施業法の土壌動物群集への影響を明らかにするために、伐採から7か月後の2020年10月に全幹集材区と全木集材区で有機物層を採取し、土壌動物群集をツルグレン装置で抽出し、抽出されたトビムシ個体を顕微鏡下で体長を測定し、種ごとに個体数をカウントした。

#### 羊ヶ丘試験地

羊ヶ丘試験地においては、掻き起こし処理と機械による踏み付け回数の違いに着目した研究を行った。2019年6月11日の伐採処理前に調査地全域から、また伐採後約3か月の2019年10月3日に森林区、踏圧区、地掻き区で化学性と微生物組成を調べるため、土壌を採取した。土壌化学性については、pH、全炭素・窒素含量、無機態窒素現存量の測定を行った。また一部のサンプルについて、次世代シーケンサーを用いて16SrRNAによるアンプリコンシーケンスを行い、細菌群集の群集構造や多様性の評価を行った。

#### (3) 長期的な影響評価

伐採後の再造林などの長期影響に関しては、京都大学北海道研究林で行った。人工林への転換前の自然植生として落葉広葉樹の天然林、主要な造林樹種であるカラマツとトドマツの人工林に調査区を設け、土壌調査を行った。トドマツ林・カラマツ林とも天然林を皆伐した後に植林され、調査時の林齢はトドマツ林で28-44年生、カラマツ林で29-55年生であった。本課題では、各調査区から採取し、冷凍保存されていた土壌を活用し、16SrRNA および ITS 領域の次世代シーケンスを行い、人工林化に伴う真菌類と細菌類の群集構造や多様性、微生物同士の共起ネットワーク構造を明らかにした。

#### (4) 実験室培養

本課題で野外実験を行ったサイトを一部含む全国6か所の土壌を対象として、過去に土壌圧密を模した室内培養試験を行い、冷凍庫で保管していた培養初期の土壌から土壌DNAを抽出し、16SrRNAによるアンプリコンシーケンスを行い、土壌細菌群集の群集構造や多様性と培養過程との関連を検討した。

## 4. 研究成果

### (1) 地域ごとの伐採や後処理に対する短期的な応答

#### 高隅演習林

土壌物理性に関して、伐採後に踏圧によって土壌硬度や含水率は高くなっており、これらは透水性や通気性に影響を与える可能性がある。さらに伐採及び踏圧による土壌物理性への影響は、1年程度の期間では回復しないことが明らかとなった。林地残材による土壌物理性への影響は、踏圧を受けた土壌に限って、林地残材による土壌硬度の低下が認められた。一方、土壌の化学性に関しては、踏圧や林地残材の処理区間で、ほとんどの項目で違いが見られず、傾斜地で行った

過去の研究 (Ugawa *et al.* 2020) とは異なる結果となった。経時的な変化では、土壌炭素・窒素含量の大きな変化は見られなかったが、無機態窒素現存量や窒素無機化・硝化速度は、伐採前から伐採直後、処理後 1 か月後までに比べ、処理後 6 か月や 1 年後で大きく変化する傾向が見られたため、踏圧や有機物付加の処理の影響は明確ではないものの、伐採そのものが無機態窒素の動態に何らかの影響を及ぼしていると推察された。

#### 天塩研究林

天塩研究林では、各種の有機物堆積の後処理に関して、処理間で土壌炭素・窒素含量、土壌 CN 比、含水率などの顕著な差は見られなかった。しかし、処理区設置の 1 か月後で処理間や同一処理の繰り返し間のばらつきが大きくなる傾向が見られ、特に硝酸態窒素やアンモニウム態窒素、全無機態窒素の現存量のばらつきが 1 か月後で大きくなる傾向が見られた。一方で、ササの掻き起こし処理に関しては、土壌炭素・窒素含量や土壌 CN 比の劇的な減少や pH の上昇が見られたが、硝酸態窒素やアンモニウム態窒素、全無機態窒素の現存量については、処理後 3 か月後の各有機物堆積処理区とも大きな違いは見られなかった。無機態窒素など枝条からの溶脱の影響を受けやすい項目は、マイクロスケールで大きくばらつく傾向があり、その影響は処理後 1 か月くらいまでは見られるが、比較的短期間でその影響は収束すると考えられた。一方で、土壌炭素や窒素などに有機物堆積処理の影響が十分に見られるようになるには、このサイトの場合は 3 か月程度では短い可能性が示された。

#### 宮崎演習林

宮崎演習林のヒノキ人工林伐採地では、全木集材区で土壌炭素・窒素含量が少なく、含水率が低い傾向が見られた。また土壌中の硝酸態窒素現存量や無機態窒素の総量が、全幹集材区で全木集材区や森林区と比べてやや高い一方で、pH が低くなる傾向が見られ、処理直後に枝条堆積の有無の何らかの影響が見られた。また本調査地では、土壌動物群集の中でも特にトビムシに着目して、集材方式の影響を評価した。伐採後 7 か月経過した段階で、枝条を積むことで、地表性トビムシが周囲から集まり、無施業のヒノキ人工林と比較しても個体数、種数、機能的多様性の高いトビムシ群集が形成された。一方で全木集材区では、土壌の深い層に生息する真土壌性の種類が僅かに生き残るのみで、個体数、種数とも極めて小さかった。

#### 羊ヶ丘試験地

羊ヶ丘試験地では、伐採後の踏圧処理を行った処理区では、土壌炭素・窒素含量、CN 比が低くなったが、踏み付け回数の明瞭な違いは土壌化学性に関しては見られなかった。また pH の処理間の違いは顕著ではなかった。土壌細菌群集は、伐採前や隣接する森林区と比較して、掻き起こし処理区と機械による踏み付け処理区で、それぞれ少し異なる組成となった。土壌微生物の多様性に関しては、踏圧処理を行ったサイトで有意ではないが高くなる傾向が見られた。

#### (3) 長期的な影響評価

伐採後の再造林などの長期影響に関しては、いずれの人工林サイトも伐採から相当年数が経過しており、施業そのものの影響かその後の植栽樹種の影響であるかは明らかではないが、人工林化により微生物の多様性に違いは見られないが、群集構造が異なっており、さらに人工林では天然林と比べ、共存ネットワークが単純化し、その影響は、元々天然分布しないが北海道に導入された国内外来種であるカラマツで顕著であった。人工林化によって、長期的には多様性に影響が見られない場合でも、土壌中の微生物同士の関係性に影響を及ぼすことが明らかとなった。

#### (4) 実験室培養

土壌細菌群集は、全国のサイトごとに大きく異なり、群集構造に pH や土壌炭素含量や CN 比、無機態窒素現存量などが関係していた。また細菌群集の多様性は、pH が高く、CN 比が低い所ほど高くなる傾向が見られた。土壌細菌群集構造はサイトごとに大きく異なったが、圧密処理が窒素無機化や硝化に与える影響は、ほとんどの土壌で顕著には見られなかった。

#### (5) まとめ

本研究では、日本国内の様々な地域で伐採後の林分で踏圧や林地残材の後処理を変えて、土壌の物理化学性や土壌微生物群集に与える短期的な影響を野外実験により検証することを目指した。土壌化学性の応答は様々であったが、土壌炭素・窒素含量などは、掻き起こしなど表土を取り除くような処理以外は、踏圧や有機物付加の影響は顕著には見られなかったが、今回の調査でも傾斜の急な宮崎演習林の全木集材区、過去に高隈演習林で行った同様の調査でも (Ugawa *et al.* 2020)、比較的短期間でも降雨の強度や地形により、表土流出の影響を受けることもあるため、今後は、表土の流出プロセスにも着目した研究を行う必要があるだろう。一方で、無機態窒素の動態に関しては、後処理直後には枝条からの溶脱と考えられる何らかの影響が見られたが、その影響は非常にばらつきも大きく、評価方法をもう少し精密に行う必要があると考える。

また今回の長期影響の研究では、人工林化により微生物同士のネットワーク構造が単純化する影響が見つかったが、伐採や後処理などの直接的な影響なのか、長期間にわたる植栽種の影響なのかを評価することは難しい。今回、野外操作実験のすべてのサンプルで微生物群集を評価できていないが、処理後 3 か月程度で群集構造に違いが見られるサイトもあった一方で、微生物群集に影響を及ぼす pH や CN 比は多くのサイトで短期間では変化していなかった。今後、調査を継続していくことで、詳細なメカニズムの解明に繋がるのではないかと考えている。

#### <引用文献>

Ugawa, S *et al.* (2020). Effects of soil compaction by a forestry machine and slash dispersal on soil N mineralization in *Cryptomeria japonica* plantations under high precipitation. *New Forests*, 51:887-907.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Isobe Kazuo, Ise Yuta, Kato Hiroyu, Oda Tomoki, Vincenot Christian E., Koba Keisuke, Tateno Ryunosuke, Senoo Keishi, Ohte Nobuhito	4. 巻 14
2. 論文標題 Consequences of microbial diversity in forest nitrogen cycling: diverse ammonifiers and specialized ammonia oxidizers	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The ISME Journal	6. 最初と最後の頁 12 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41396-019-0500-2	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	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, 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 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 Ugawa Shin、Inagaki Yoshiyuki、Karibu Fukuzawa、Tateno Ryunosuke	4. 巻 51
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 887 ~ 907
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 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 35
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 742 ~ 749
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 -

1. 著者名 Nakayama Masataka、Tateno Ryunosuke	4. 巻 32
2. 論文標題 Solar radiation strongly influences the quantity of forest tree root exudates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Trees	6. 最初と最後の頁 871 ~ 879
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00468-018-1685-0	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、Imada Shogo、Watanabe Tsunehiro、Fukuzawa Karibu、Shibata Hideaki	4. 巻 438
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 157 ~ 172
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 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 Chiwa Masaaki, Tateno Ryunosuke, Hishi Takuo, Shibata Hideaki	4. 巻 24
2. 論文標題 Nitrate leaching from Japanese temperate forest ecosystems in response to elevated atmospheric N deposition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 1~15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2018.1530082	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, Fukuzawa Karibu, Tateno Ryunosuke, Shibata Hideaki	4. 巻 25
2. 論文標題 Effect of snow removal on the fine root biomass, dynamics, and carbon and nitrogen concentrations of oak and dwarf bamboo, Sasa in eastern Hokkaido, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 405~412
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2020.1826622	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 35
2. 論文標題 Effect of root litter addition on nitrogen mineralization rate under laboratory low temperature conditions in soil from a Japanese northern hardwood forest	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 888~899
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12154	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, Nakayama Masataka, Yano Midori, Fukuzawa Karibu, Inagaki Yoshiyuki, Koba Keisuke, Ugawa Shin	4. 巻 34
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	6. 最初と最後の頁 1047 ~ 1057
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, Tateno Ryunosuke	4. 巻 18
2. 論文標題 In-situ measurement of the effect of canopy tree fine roots on nitrogen availability in forest soil	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Rhizosphere	6. 最初と最後の頁 100324 ~ 100324
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rhisph.2021.100324	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, Hyodo Fujio, Taniguchi Takeshi, Shi Weiyu, Koba Keisuke, Fukushima Keitaro, Du Sheng, Yamanaka Norikazu, Templer Pamela, Tateno Ryunosuke	4. 巻 11
2. 論文標題 Arbuscular Mycorrhizal Community in Roots and Nitrogen Uptake Patterns of Understory Trees Beneath Ectomycorrhizal and Non-ectomycorrhizal Overstory Trees	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Plant Science	6. 最初と最後の頁 583585
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fpls.2020.583585	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計8件(うち招待講演 1件/うち国際学会 1件)

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 長根美和子, 柴田英昭, 内田義崇, 館野隆之輔, 杉本敦子
2. 発表標題 北海道東部のミズナラ・トドマツ林における亜酸化窒素フラックスと環境要因の関連性
3. 学会等名 生物地球化学研究会長崎セッション
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田口碩大, 鶴川信, 館野隆之輔
2. 発表標題 林業機械の踏圧と林地残材の有無が森林の土壌生産力に与える影響
3. 学会等名 九州森林学会
4. 発表年 2019年

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, 館野 隆之輔
2. 発表標題 北海道東部の森林における根渗出物の放出
3. 学会等名 日本生態学会 第66回全国大会
4. 発表年 2019年

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

1. 発表者名 舘野 隆之輔
2. 発表標題 先進林業機械による土壤攪乱が土壤微生物群集および窒素動態に与える影響
3. 学会等名 日本森林学会大会 第130回 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中山理智・舘野隆之輔
2. 発表標題 北海道東部の森林における初冬および初春の酵素活性に対する根圏効果
3. 学会等名 日本森林学会132回大会
4. 発表年 2021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	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)	

## 6. 研究組織 (つづき)

	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	鶴川 信 (UGAWA Shin) (30582738)	鹿児島大学・農水産獣医学域農学系・准教授  (17701)	
研究分担者	磯部 一夫 (ISOBE Kazuo) (30621833)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教  (12601)	
研究分担者	菱 拓雄 (HISHI Takuo) (50423009)	九州大学・農学研究院・准教授  (17102)	
研究分担者	柴田 英昭 (SHIBATA Hideaki) (70281798)	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授  (10101)	

	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
研究協力者	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  (82105)	
研究協力者	横部 智浩 (YOKOBE Tomohiro)	京都大学・農学研究科・研究員  (14301)	
研究協力者	龍見 史恵 (TATSUMI Chikae)	京都大学・農学研究科・大学院生  (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	中山 理智  (NAKAYAMA Masataka)	京都大学・農学研究科・大学院生  (14301)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関