

令和 5 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18H03955

研究課題名(和文) 共生微生物を活用した絶滅危惧樹木の革新的育苗技術開発

研究課題名(英文) Innovating seedling cultivation of endangered tree species by symbiotic microbes

研究代表者

奈良 一秀 (Nara, Kazuhide)

東京大学・大学院新領域創成科学研究科・教授

研究者番号：60270899

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,600,000円

研究成果の概要(和文)：外生菌根菌(以下、菌根菌)は樹木の根に共生してその成長を助ける重要微生物である。先行研究によって、絶滅危惧樹木にのみ共生する宿主特異性の高い菌種が発見され、樹木保全への応用が期待されている。しかし、これらの菌種の子実体は現地でもほとんど発生せず、接種等に用いることはできない。本研究では、土壌中に休眠状態で存在する孢子(埋土孢子)の利用方法について検討した。その結果、現地土壌の懸濁液を作成しメッシュによって他菌種の菌核を排除することで対象菌種を効果的に接種できること、近交弱勢が進行しているものの他地域の埋土孢子と混合し外交配を誘導することで菌の機能が回復できることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

樹木の成長と生存には菌根菌との共生が不可欠であるものの、絶滅危惧樹木の保全において菌根菌はこれまで全く考慮されていない。本研究では、対象とする絶滅危惧樹木にのみ共生し、その樹木の成長のみを助ける菌根菌の効果的な接種方法等を明らかにした。これによって、これまで困難であった絶滅危惧樹木の保全を大きく改善できる可能性がある。

研究成果の概要(英文)：Ectomycorrhizal (ECM) fungi are symbiotic microbes colonizing tree roots and helping the growth of the host trees. In previous studies, we discovered new ECM fungi specific to endangered host trees and the application of these fungi to host conservation is expected. However, fruitbodies of these specific fungi are rarely attainable and difficult to use in the inoculation to hosts. In this study, we investigated the possibility of using soil spore banks, dormant spores in forest soil, for the inoculation. Our results showed that host seedlings were effectively colonized by these specific fungi by filtering out larger sclerotia of other competing fungi before the application of soil water solution to host seedlings. We also found that outcrossing induced by mixing spore banks from different sites at the inoculation can improve the function of these specific fungi, which suffer inbreeding depression in the small isolated populations.

研究分野：森林微生物

キーワード：菌根菌 絶滅危惧樹木

1. 研究開始当初の背景

(1) マツ科やブナ科など、自然林の主要樹木はキノコをつくる担子菌類などと外生菌根(以下、菌根)共生をしている。この菌根共生は宿主樹木が土壤養分を獲得して正常に成長するために不可欠なものである。しかし、絶滅危惧樹木にどのような菌根菌が共生しているのかについては科学的知見が乏しい。

(2) 私たちの先行研究によって、国際自然保護連合(IUCN)や環境省の絶滅危惧樹木に指定されているトガサワラ(*Pseudotsuga japonica*)やヤクタネゴヨウ(*Pinus amamiana*)には、それぞれの樹木にしか共生しない未知のショウロ属菌が共生していることが判明し、それらはトガサワラショウロ(*Rhizopogon togasawarius*)およびヤクタネショウロ(*Rhizopogon yakushimensis*)として新種記載されている。

(3) トガサワラショウロもヤクタネショウロも、宿主樹木の残存林分では埋土胞子(散布された後に土壤中に休眠状態で存在する胞子)として優占していることが判明しており、光要求性の高いそれぞれの宿主樹木の実生が攪乱後に定着する際に中心的な役割を担う菌根菌であることが示唆されている。

(4) トガサワラショウロもヤクタネショウロも、宿主樹木と同様に生息地が分断・縮小している。両菌種とも予備的な集団遺伝解析では宿主樹木以上に集団間の遺伝的な分化が進行し、近交弱勢による絶滅リスクは宿主樹木以上に高い可能性が示唆されている。

(5) 絶滅危惧樹木に特異的な菌根菌は他の樹木には共生しないことから、宿主樹木の生育のみを促進する。そのため、絶滅危惧樹木の保全には特異的な菌根菌の利用が有望であるが、有効な接種方法の検討や成長促進作用の解析、さらには樹木自体の結実周期や更新特性などについても基礎的な知見を蓄積していく必要がある。

2. 研究の目的

(1) 本研究で対象とするのは絶滅危惧樹木であるトガサワラとヤクタネゴヨウ、およびその特異的な菌根菌であるトガサワラショウロとヤクタネショウロである。どちらの菌根菌も、子実体の発生は極めて稀であり、一般的に行われるような子実体から胞子を採取して接種するのは事実上困難である。そこで現実的に接種源として利用可能な埋土胞子について、その分布様式を明らかにする。

(2) 対象とする絶滅危惧樹木に特異的な菌根菌をどのようにすれば効率的に接種できるのかを明らかにする。

(3) 対象菌種は遺伝的に分化していることが示唆されているが、交配隔離が成立しているのかを明らかにする。異なる集団間での交配が可能であれば、近交弱勢が進行した集団を外交配によって劇的に回復させることも可能となる。

(4) 外交配させることによって対象菌種の機能がどのように変化するのか、宿主樹木の成長にどのような違いを生じさせるのかについて明らかにする。

(5) 結実周期や残存個体数の推移、実生の更新動態など、対象絶滅危惧樹木の保全に直結する学術情報を取得する。

3. 研究の方法

(1) 調査地：高知県東部、紀伊半島の奈良県、和歌山県、三重県のトガサワラの残存林分6箇所とその周辺のスギ・ヒノキ人工林、屋久島と種子島のヤクタネゴヨウ残存林5箇所と周辺の広葉樹自然林とした。

(2) 埋土胞子の分布域を明らかにするため、それぞれの残存林分から周辺の宿主樹木の無い林分へ、最大500mのトランセクトを複数設置し、一定間隔ごとに土壤コアサンプル(5cm×5cm×深さ10cm)を採取した。採取した土壤に宿主樹木実生を植栽することで、埋土胞子の発芽を誘導し、実生に菌根を形成させるバイオアッセイ実験を実施した。トガサワラのバイオアッセイには、種子の入手が困難で発芽率も著しく低かったことから、同属のベイマツ(*Pseudotsuga menziesii*)を用いた。6ヶ月間のバイオアッセイ期間ののち、苗に形成された菌根からDNAを抽出、菌類のrDNAのITS領域の塩基配列を調べて菌種の同定を行った。

(3) 埋土胞子を用いて宿主樹木実生への菌根菌接種が可能かを検討するため、絶滅危惧樹木残存林から土壤を採取し、その土壤そのものを接種源として用いる処理区のほか、競合する他の菌根菌(特に胞子よりも大きい菌核から感染するケノコッカム属菌)の混入を減らすため、土壤懸濁液を80μmメッシュを通過させてから接種する方法を検討した。苗への対象菌種の感染頻度や成長を測定した。

(4) 次世代シーケンサー(iSeq100)を用いて対象菌種のドラフトゲノムデータを取得し、単純な3塩基の繰り返し配列が含まれるマイクロサテライト(SSR)領域を増幅させるPCRマーカーを設計し、多型性のある遺伝マーカーの選抜を行った。

(5) トガサワラショウロの各地域集団の埋土胞子を混合して宿主樹木(代用のベイマツ苗)に接種することで外交配を誘導する実験を行った。発芽した胞子からは単相(n)の一次菌糸ができ

るが、交配可能な他の一次菌糸と接合し、交配が成立して生成する二次菌糸が苗に感染して菌根を形成する。この際、異なる集団間の交配が行われたかどうかを解析するため、上記(2)のバイオアッセイと同様の手法で苗に形成された菌根から DNA を抽出、上記(4)で開発したマーカーによる SSR 解析を行った。ヤクタネショウロにおいても同様の手法によって、集団間の交配について解析した。なお、ヤクタネショウロについては本来の宿主であるヤクタネゴヨウを宿主として用いた。また、屋久島および種子島でそれぞれ子実体を発見することができたことから、それぞれの胞子を単独接種、あるいは混合接種して、同様のバイオアッセイ試験を実施した。

(6) 上記の(5)と同様に、ヤクタネショウロの埋土胞子含有土壌を同地域内、同島異地域間(屋久島または種子島内の異なる調査地間)、異島間(屋久島と種子島の調査地間)で混和し(以下、内交配区、外交配区、強度外交配区)ヤクタネゴヨウに接種する実験を行い、5年間温室で栽培し、苗の生育状況(苗高、全葉重、葉内元素濃度等)を1年ごとに計測した。

(7) 上記の(6)で苗に形成された菌根から菌株を分離し、MMN 培地で培養して菌糸伸長速度を処理区間で比較した。また、ヤクタネショウロの ITS 領域を特異的に増幅するプライマーを設計して、上記(6)の栽培土壌中のヤクタネショウロ菌糸量をリアルタイム PCR で測定した。

(8) 対象樹木の結実量を、各調査地の継続モニタリング対象木で毎年調査した。また、ヤクタネゴヨウにおいては、屋久島内の調査地における枯死木を毎年調査した。トガサワラについては、高知県内の1つの調査地において、残存林に近接するスギ林の小面積伐採(人工ギャップ形成)を行い、トガサワラ実生の更新状況を5年間調べた。

4. 研究成果

(1) トガサワラショウロの埋土胞子分布の調査では、トガサワラ残存林の境界から 50 m 以内の地点では 60~84%の土壌中にトガサワラショウロが検出されたものの、その出現はトガサワラ林から離れるにつれて有意に減少した。林分境界から数百メートル離れたスギまたはヒノキ林の土壌からも低頻度で埋土胞子が検出された。ショウロ属の胞子は動物によって散布されるが、トガサワラショウロの胞子散布を担っている動物は今のところ明らかにされていない。しかし、トガサワラショウロの胞子を散布する動物は主に近距離でしか移動していないこと、まれに数百メートル程度は移動できることを示唆している。

(2) ヤクタネショウロについても、トガサワラショウロと同様に、宿主樹木であるヤクタネゴヨウの残存林やその近接する場所では高頻度に埋土胞子が検出されたものの、300メートル以上離れた周辺の広葉樹林内では埋土胞子が検出されなかった。こちらも胞子散布を担う動物種は明らかにされていないが、近距離しか移動できない動物であるものと推定される。

(3) 2つの対象菌種とも、埋土胞子を用いて苗に菌根を形成させることができた。採取した土壌を直接接種源に用いた場合、菌核から感染する宿主特異性の低いケノコッカム属の感染率が対象菌種と同様に高くなった。しかし、採取した土壌の懸濁液を 80 μ m メッシュを通してから接種した区ではケノコッカム属の菌根は確認できず、対象とする宿主特異的な菌根菌を優先的に接種できることが明らかにされた。また、ヤクタネゴヨウでは、懸濁液接種によって粘土も多量に添加されることで、栽培土壌の通気性が悪化し、菌根形成頻度や苗の成長低下が観察されたが、接種時の苗の成長段階や添加する懸濁液の量を調整することで改善することができた。

(4) ドラフトゲノムデータを元に、トガサワラショウロおよびヤクタネショウロのいずれにおいても、新たに16の多型性の高い SSR マーカーを開発した。

(5) 対象菌種の異なる地域間の埋土胞子を混合接種することによって、外交配が成立することを SSR マーカーで確認した。また、屋久島と種子島で採集できたヤクタネショウロ子実体由来の胞子を用いた混合接種試験においても外交配が確認された。これらの結果は、集団間で遺伝的分化がかなり進行しているものの、いまだに交配隔離には至っておらず、外交配によって近交弱勢集団の遺伝的救助が技術的には可能であることを示唆している。

(6) ヤクタネゴヨウ苗の成長は、ヤクタネショウロを接種したいずれの交配区でも、菌根菌非感染区および対象菌以外の菌種(ケノコッカム属)を感染させた処理区より有意に増大した。また、外交配区および強度外交配区のほうが、内交配区よりも生育が良好である傾向が見られた(図1)。これらの結果は、ヤクタネショウロがヤクタネゴヨウの成長を顕著に促進する有望な菌種であること、また現在は隔離分布するヤクタネショウロの集団が近交弱勢状態にあること、外交配によって機能を回復させ、宿主との共生効果にも向上が見られることなどを示しており、重要な成果であると考えている。

(7) 高知県内で人工ギャップを作成した調査において、トガサワラ稚樹をモニタリングした結果、林縁に発生した実生は生存する一方、林内に発生した実生は生存するが大きく成長しなかった。一方、育苗して植栽した稚樹は下刈りを繰り返せば定着・成長することを確認した。また、自然に起きた土砂崩れ周辺では、南側の林縁部分に稚樹が多く発生するが土砂崩れ面には定着しないなど、トガサワラの更新セーフサイトが明らかとなった。

(8) トガサワラの結実周期および結実量を把握するため、紀伊半島および四国のトガサワラの着果モニタリング調査を行ったところ、2017年に小規模な結実が同調してみられた以降は顕著な結実が見られず、結実周期が長いことが判明した。開花しても結実しない、結実しても発芽率は極めて低いことから、近交弱勢が深刻化している可能性があり、トガサワラの集団間の交配についても検討する必要がある。

(9) ヤクタネゴヨウについては、毎年結実するものの、結実量には年変動があり4年ごとにピー

クがあることが判明した。また、屋久島の南部（平内）および西部（ヒズクシ）の2集団における2000年からのモニタリング調査の結果から、2022年までに前者は39%、後者は21%の成木が枯死した。一方で、稚幼樹の生育は確認できなかった。これらの結果から、ヤクタネゴヨウの種子供給はあるものの新規に定着できない要因が存在すると考えられ、菌根菌を含めた継続調査が必要であろう。

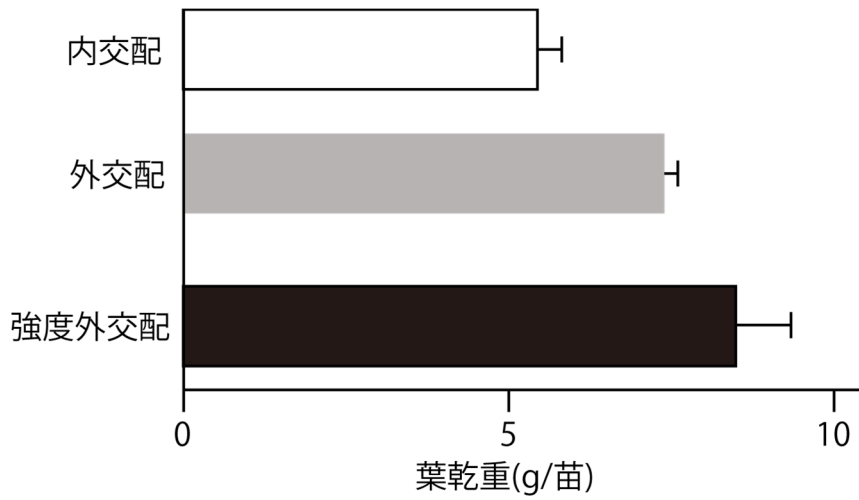


図1 ヤクタネショウ口集団間交配が菌根共生したヤクタネゴヨウ苗の成長に及ぼす影響（埋土胞子を用いた接種から5年後の葉乾重）

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 金谷 整一	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 ヤクタネゴヨウのマツ材線虫病対策	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 樹木医学研究	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) 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 Okada Keita Henry, Matsuda Yosuke	4. 巻 32
2. 論文標題 Soil spore bank communities of ectomycorrhizal fungi in Pseudotsuga japonica forests and neighboring plantations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mycorrhiza	6. 最初と最後の頁 83 ~ 93
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00572-021-01065-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 -
1. 著者名 Okada Keita Henry, Abe Hiroshi, Matsuda Yosuke, Nara Kazuhide	4. 巻 27
2. 論文標題 Spatial distribution of spore banks of ectomycorrhizal fungus, Rhizopogon togasawarius, at Pseudotsuga japonica forest boundaries	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Forest Research	6. 最初と最後の頁 308-314
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/13416979.2021.2023386	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 Sugiyama Y, Murata M, Kanetani S, Nara K	4. 巻 29
2. 論文標題 Towards the conservation of ectomycorrhizal fungi on endangered trees: native fungal species on Pinus amamiana are rarely conserved in trees planted ex situ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mycorrhiza	6. 最初と最後の頁 195-205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00572-019-00887-1	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 Miyamoto Y, Maximov TC, Sugimoto A, Nara K	4. 巻 60
2. 論文標題 Discovery of Rhizopogon associated with Larix from northeastern Siberia: insights into host shift of ectomycorrhizal fungi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 274-280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.myc.2019.03.003	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 Koizumi T, Nara K	4. 巻 14
2. 論文標題 Ectomycorrhizal fungal communities in ice-age relict forests of Pinus pumila on nine mountains correspond to summer temperature	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISME Journal	6. 最初と最後の頁 189-201
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41396-019-0524-7	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 金谷整一・手塚賢至	4. 巻 1
2. 論文標題 屋久島の森林生態系と絶滅危惧種ヤクタネゴヨウの保全	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 農業新時代	6. 最初と最後の頁 30-37
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 無
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 Sugiyama Y, Murata M, Kanetani S, Nara K	4. 巻 29
2. 論文標題 Towards the conservation of ectomycorrhizal fungi on endangered trees: native fungal species on Pinus amamiana are rarely conserved in trees planted ex situ	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mycorrhiza	6. 最初と最後の頁 195-205
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00572-019-00887-1	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 Miyamoto Y, Maximov TC, Sugimoto A, Nara K	4. 巻 60
2. 論文標題 Discovery of Rhizopogon associated with Larix from northeastern Siberia: insights into host shift of ectomycorrhizal fungi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 274-280
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.myc.2019.03.003	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 Janowski D, Nara K	4. 巻 31
2. 論文標題 Unique host effect of Tilia japonica on ectomycorrhizal fungal communities independent of the tree's dominance: A rare example of a generalist host?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Global Ecology and Conservation	6. 最初と最後の頁 e01863
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gecco.2021.e01863	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 奈良一秀	4. 巻 34
2. 論文標題 絶滅危惧樹木の保全に不可欠な菌根菌の系統分類と菌株コレクションの構築	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IFO Research Communication	6. 最初と最後の頁 3-15
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 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 柴野達彦、金谷整一、手塚賢至、池亀寛治、大久保達彦、逢沢峰昭
2. 発表標題 絶滅危惧針葉樹ヤクタネゴヨウの遺伝的多様性と集団遺伝構造
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 酒井敦、安藤暁子、奈良一秀
2. 発表標題 絶滅危惧樹木トガサワラが天然更新する環境条件
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大嶋健資・奈良一秀
2. 発表標題 絶滅危惧樹木ヤクタネゴヨウ育苗のための外生菌根菌接種方法の検討
3. 学会等名 土壤微生物学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Okada K, Matsuda Y
2. 発表標題 Molecular detections of soil inocula of an ectomycorrhizal fungus, <i>Rhizopogon togasawariana</i> , in Japanese Douglas-fir forests
3. 学会等名 Asian Mycological Congress 2019(AMC 2019), Mie Center for the Arts,Tsu, Mie, Oct 1-Oct4 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岡田経太・松田陽介
2. 発表標題 絶滅危惧種トガサワラの残存林周辺に潜在する外生菌根菌の空間分布
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会・名古屋大学（名古屋市）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 村田政穂・金谷整一・奈良一秀
2. 発表標題 ヤクタネシヨウ口の埋土胞子は何年生きるか：過去の松枯れ被害地から推定
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会（名古屋大学，3/27-3/30）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 酒井敦・安藤暁子・奈良一秀
2. 発表標題 高知県安田川山希少個体群保護林におけるトガサワラの成長と更新
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会（名古屋大学，3/27-3/30）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大嶋健資・杉山賢子・金谷整一・村田政穂・奈良一秀
2. 発表標題 絶滅危惧樹木ヤクタネゴヨウ保全のための外生菌根菌の遺伝的救助
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会（名古屋大学，3/27-3/30）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Nara K
2. 発表標題 What will happen to ectomycorrhizal fungi in fragmented forests? : population genetic implications from endangered or relict forests
3. 学会等名 The 10th International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushroom (Oct. 20-25, Suwa, Nagano) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nara K
2. 発表標題 What will happen to ectomycorrhizal fungi in fragmented forests? : population genetic implications from endangered or relict forests
3. 学会等名 The 10th International Workshop on Edible Mycorrhizal Mushroom (Oct. 20-25, Suwa, Nagano) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大嶋健資・杉山賢子・金谷整一・村田政穂・奈良一秀
2. 発表標題 埋土胞子の混合接種による遺伝的に分化した外生菌根菌集団間の外交配の誘導
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会 (新潟コンベンションセンター, 3/20-23)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 阿部 寛史・花岡 美保・奈良 一秀
2. 発表標題 日本産ショウロ属の分子系統解析
3. 学会等名 日本菌学会第66回大会 (大阪大会オンライン, 8/20-28)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 阿部寛史・奈良一秀
2. 発表標題 日本産ゴヨウマツの外生菌根菌群集構造
3. 学会等名 第133回日本森林学会大会 (鳥取大学, 3/25-3/27)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 立田悠士・奈良一秀・阿部寛史・張 鵬翼
2. 発表標題 日本のチョウセンゴヨウ林における外生菌根菌群集
3. 学会等名 第133回日本森林学会大会（鳥取大学，3/25-3/27）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 酒井敦（分担執筆）	4. 発行年 2022年
2. 出版社 高知県	5. 総ページ数 288
3. 書名 トガサワラ.高知県レッドデータブック2022植物編	

1. 著者名 松田陽介・小長谷啓介（分担執筆）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 築地書館	5. 総ページ数 256
3. 書名 外生菌根菌を通して海岸林の再生を考える in 菌根の世界（齋藤雅典 編）	

1. 著者名 松田陽介（分担執筆）	4. 発行年 2020年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 376
3. 書名 根に関わる微生物 in 森の根の生態学（平野恭弘・野口享太郎・大橋瑞江 編）	

1. 著者名 共立出版	4. 発行年 2021年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 694
3. 書名 植物 - 微生物共生系 in 森林学の百科事典 (日本森林学会 編)	

〔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	松田 陽介 (Matsuda Yosuke) (30324552)	三重大学・生物資源学研究科・教授 (14101)	
研究分担者	酒井 敦 (Atsushi Sakai) (70353696)	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	金谷 整一 (Kanetani Seiichi) (90353648)	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	岩泉 正和 (Iwaizumi Masakazu) (50391701)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所 林木育種センター・主任研究員 等 (82105)	

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
---------	---------