

令和 3 年 6 月 9 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H02500

研究課題名(和文) 植物の成長に伴い菌根菌は変わる 植物の生活史段階による菌共生パターン多様化の解明

研究課題名(英文) Diversity of fungal partner shifts during the life history of plants

研究代表者

遊川 知久 (Yukawa, Tomohisa)

独立行政法人国立科学博物館・植物研究部・グループ長

研究者番号：50280524

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,290,000円

研究成果の概要(和文)：植物の生活史段階による共生菌の変化は稀ではないことが明らかになった。変化パターンは植物種ごとに多様で、近縁種間でも変わる場合があった。変化パターンとしては、成長とともに完全に共生菌が入れ替わるタイプ、成長とともに共生菌特異性が低くなるタイプ、成長とともに共生菌特異性が高くなるタイプ、生活史を通じて共生菌が変わらないタイプに大別された。従来は植物の成熟個体の菌根菌だけで菌根共生系の実体を把握してきたが、今後の菌根共生の研究において、生活史という時間軸を導入することが不可欠である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果は、菌根共生系の捉え方にパラダイムシフトをもたらすものである。植物が成長ともにいつ、どのように、なぜ菌根菌を変えるか理解が進めば、菌根共生系の進化や生態にかかわる基礎研究のみならず、菌根の機能を利用する農林業・園芸にとっても重要な知見をもたらすだろう。また植物の生息域内保全や野生復帰において、生活力の弱い幼若期個体の生態を解明し定着率を向上させることは、もっとも重要な課題のひとつである。本研究が明らかにした幼若期個体の菌共生の特性は、絶滅危惧種を始めとする生物多様性保全に必須の情報となる。

研究成果の概要(英文)：We found that fungal partner shifts during the life history of plants are not rare in various plant groups. Four shift patterns of fungal partners during the life history of plants exist: 1) complete shift, 2) decreasing the specificity, 3) increasing the specificity, and 4) consistent. Shift patterns are changeable even among closely related plant species. It is essential to incorporate the temporal axis, i. e., life history of plants, to evaluate plant-fungus symbiosis.

研究分野：植物系統分類学

キーワード：菌根 進化 植物 共生 生活史

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

課題代表者は、植物の系統進化に伴う菌根菌多様性の変化を解明する研究を進める中で、同一植物種の幼若個体と成熟個体の間で菌根菌が変化する現象を見出した。一方で、生活史を通じて菌根菌相が変化しないとみなされるケースも存在した。限られた事例から得られた結果ではあるものの、植物の成熟個体の菌根菌だけで菌根共生系の実体を理解できないことは明確である。一方、申請者らのこれまでの研究で、植物がより多くの炭素を供給する菌根菌を選択する進化プロセスが存在することが明らかになっている。さらにデータを集積すれば、植物の生活史段階による菌共生パターン変化の適応的意義と進化過程を明らかにすることができ、従来の菌根共生系の捉え方に大きな変革をもたらすと考えた。

2. 研究の目的

菌根菌は植物の栄養摂取に必須で植物個体の適応度に重大な影響を及ぼすことは、既往の研究でよく示されている。課題代表者は「菌根菌の変化が植物の種分化、多様化のキーイノベーションとなる」とする仮説を提示・検証してきたが、「生活史段階での菌の変化」という形質を導入することでさらに高い精度で検証できる。例えば、植物の幼若個体を構成する炭素における菌からの転流物質の割合は、成熟個体より高い事例が数多く報告されている。このことから、幼若期において炭素供給に有利な菌を選択する適応進化の存在が示唆されるように、植物は成長とともに異なった生理・生態特性を持つ菌を選択する可能性がある。

本研究は、野外実験と器内の共生培養実験を組み合わせたアプローチによって、植物が生活史のどの段階でいかに菌根菌を変化させるかを明らかにするとともに、菌共生パターン変化の適応的意義と進化過程を解明することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究ではまず、さまざまな菌根型の植物を自生地で播種し、菌根菌が変化する生活史段階を特定するとともに、菌根菌の変化に伴う植物体の形態および生理特性の変化を把握した(課題1)。さらに器内での植物-菌共生培養系を構築し、共生する菌種ごと、植物の生活史段階ごとの植物の成長量を比較した(課題2)。

課題1では、アーバスキュラー菌根、外生菌根、エリコイド菌根、ラン菌根など代表的な菌根型から、適応度の変化を検出しやすい草本植物を対象に28種を選んだ。これらの自生地播種試験を実施し、生活史段階ごとの菌根菌多様性を解析した。播種後概ね6ヶ月ごとに24ヶ月まで発芽個体の根をサンプリングした。併せて同所に自生する異なった生活史段階の個体の根をサンプリングした。

サンプリングした根から菌根菌のDNAを抽出し、主に核rRNA遺伝子LSUとITS領域の塩基配列情報から菌を同定した。さらに検出された菌の多様性の把握レベルをrarefaction analysisにより検証した。

課題2では、対象植物の菌根菌の生態・生理的特性を把握するとともに、植物-菌共生系を構築するため、菌根組織から菌を単離培養した。また菌根菌変化に伴う植物体の形態および生理特性の変化を把握するため、サンプルごとに菌根の形態、菌感染率、菌の消化様式などを観察した。

植物-菌共生培養系の構築にあたっては、単離培養した菌の中から対象植物種の主要な菌根菌を分子同定で選抜した。一方、植物については種子を人工交配により準備した。得られた菌と種子を用いて、器内で共生培養系を構築した。環境因子による共生体の形態および生理特性の違いを評価するため、培養においては異なった環境(光、温度、栄養)を組み合わせた区を設けた。播種後概ね6ヶ月ごとに、菌種ごとの植物体の形態、生重量、乾燥重量、菌根の形態と感染率を計測した。

4. 研究成果

(1) 自生地で播種試験による検証

代表的な菌根型をカバーする28種の植物で自生地播種試験を実施した。周辺に自生するさまざまな成長段階の同一種の個体とともに菌の感染部位からDNAを抽出し、主に核rRNA遺伝子LSUとITS領域の塩基配列情報から菌を同定し、生活史段階ごとの菌根菌多様性を解析した。

結果を簡略化すると以下ようになる。成長とともに菌が完全に入れ替わるパターンA→B、成長とともに幼若期には検出されない菌が新たに参入し、菌根菌の特異性レベルが低下するパターンA→A+B、反対に成長とともに、菌根菌の特異性レベルが高くなるパターンA+B→A、生活史を通じて菌根菌相が変化しないパターンA→Aとなる。また植物種によっては生活史の

途中段階で菌根菌の特異性レベルが高くなる「ボトルネック」の存在が示唆された。

パターン A B はオニノヤガラ（ラン科）において検出された。幼若個体からは落葉分解菌のクヌギタケ属とシロホウライタケ属、外生菌根菌のイボタケ科や、ラン科の普遍的な菌根菌であるケラトバシディウム科が検出された。このことから、オニノヤガラの種子発芽は、多様な菌に誘導されることが明らかになった。一方、成熟個体からは木材腐朽菌のナヨタケ属が主要なパートナーとして検出されるものの、幼若個体からは検出されなかった。オニノヤガラは、成熟にいたる過程でナヨタケ属との共生を新規に獲得することが明らかになった。

パターン A A+B の例としてはクゲヌマラン（ラン科）があげられる。幼若個体の共生菌は外生菌根菌のイボタケ科の 3 グループに区分され、そのうち 2 グループで 90% を占めた。また、幼若期のいずれの成長段階においてもこれら 2 グループが優占するとともに、種子を埋設した土壌深度や播種地点に関わらず検出された。一方、クゲヌマランの成熟個体においては、イボタケ科に加え他の科の菌も検出された。以上から、特定のイボタケ科の種がクゲヌマランの種子発芽とその後の成長に重要な役割を果たしていることと、成長に伴い共生する菌根菌の多様性が高くなることが明らかになった。ウメガサソウ（ツツジ科）、シュンラン（ラン科）、ナギラン（ラン科）、フウラン（ラン科）、トサカメオトラン（ラン科）、カヤラン（ラン科）等においても、幼若期の菌根菌との共生を維持しつつ成長とともに新たなパートナーを獲得することを解明した。

パターン A+B A と見なされるのがイリオモテムヨウラン（ラン科）である。幼若個体は外生菌根菌カレエダタケ属の特定の種とともに木材腐朽菌のナヨタケ科など多様な菌が検出された一方、成熟個体の 87% のサンプルはカレエダタケ属の特定の種と共生した。シャクジョウソウ（ツツジ科）等もこのカテゴリーに含まれる。

パターン A A に分類される事例としてムカゴサイシン（ラン科）を挙げる。生活史を通じて帰属不明の担子菌門の特定の種が優占して共生し、稀に腐生のケラトバシディウム科が検出される。フデリンドウ（リンドウ科）、マヤラン（ラン科）、クマガイソウ（ラン科）、アオフタバラン（ラン科）、ヒメムヨウラン（ラン科）、カイサカネラン（ラン科）、エゾサカネラン（ラン科）、タンザワサカネラン（ラン科）、クモラン（ラン科）等においても、生活史を通じて菌パートナーの変化が検出されなかった。

さらにシュンラン属の近縁 5 種を用いて、種分化とともに生活史段階による菌共生の変化パターンがどう変化するかを検証した。その結果、光合成種はパターン A A+B となる一方、菌従属栄養に進化した種はパターン A A になることが明らかになった。生活史段階による菌共生パターンが栄養摂取の進化に伴って進化する事が示唆された。

（ 2 ）器内での植物-菌共生培養系を用いた検証

自生地における播種試験の結果、生活史段階による菌共生の変化パターンが把握できた種を用いて、器内での植物-菌共生培養系を構築し、共生する菌種ごと、植物の生活史段階ごとの植物の成長を比較した。以下、これまでに成果を公開したいいくつかの事例を紹介する。

トサカメオトラン（ラン科）は自生地のデータでパターン A A+B と推定された。自生個体の菌根菌の単離培養に成功したナヨタケ科とツラスネラ科を用いて、器内で本種の種子との 2 者培養を行った。その結果、ナヨタケ科のみが発芽・成長を誘導した。この結果は自生地での結果と一致し、種子発芽時は成熟時より菌への特異性が高くなる事が明らかになった。

サイハイラン（ラン科）においては、サイハイランから単離したナヨタケ科とツラスネラ科を用いて器内で 2 者培養を行った。発芽時の状況を模した暗黒下でナヨタケ科との共生体の成長が有意に促進されたことから、幼若期においてトサカメオトランと同様の菌への特異性があることが示された。またナヨタケ科と共生させた植物体は菌根菌の生育する器官である根茎を形成する一方、ツラスネラ科と共生させた植物体は根茎を形成しないことが明らかになった。このことから、菌共生の「場」を作り初期成長を促進できる菌との共生が、植物の幼若期において重要となる事が示唆された。

自生地のデータでパターン A A と推定された 3 種のラン科、ヨウラクラン、クモラン、カヤランの 3 種について、自生個体の菌根菌の単離培養に成功したツノタンシキン科とツラスネラ科各 1 種を用いて、3 種の種子と器内での 2 者培養を行った。自生地においてはヨウラクラン、クモラン、カヤランの 4、84、50% の検体から培養に用いたツノタンシキン科が、74、0、10% の検体から培養に用いたツラスネラ科がそれぞれ検出された。これら 3 種の植物はしばしば同所に分布し、同所の個体を用いた解析でも上記の結果を支持することから、立地による菌の分布の違いを排除した精度の高いデータである。2 者培養の結果、ヨウラクランの種子はツラスネラ科によってのみ発芽誘導されたのに対し、クモランはツノタンシキン科によってのみ発芽誘導された。一方、カヤランはいずれの菌とも共生し発芽した。以上の結果から、これら 3 種の植物は、生活史段階ごとの菌根菌多様性は変化せず、パターン A A となる事が明らかになった。別途検証したスズムシソウ、クモキリソウ、ジガバチソウ、クロヤツシロランにおいてもパターン A A であった。

一連の研究の結果、植物の生活史段階による共生菌の変化は稀ではないことが明らかになった。変化パターンは植物種ごとに多様で、近縁種間でも変わる場合があった。変化パターンと

しては、成長とともに完全に共生菌が入れ替わるタイプ、成長とともに共生菌特異性が低くなるタイプ、成長とともに共生菌特異性が高くなるタイプ、生活史を通じて共生菌が変わらないタイプに大別された。従来は植物の成熟個体の菌根菌だけで菌根共生系の実体を把握してきたが、今後の菌根共生の研究において、生活史という時間軸を導入することが不可欠である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計17件（うち査読付論文 16件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ogura-Tsujita Yuki, Yukawa Tomohisa, Kinoshita Akihiko	4. 巻 134
2. 論文標題 Evolutionary histories and mycorrhizal associations of mycoheterotrophic plants dependent on saprotrophic fungi	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Plant Research	6. 最初と最後の頁 19 ~ 41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10265-020-01244-6	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 Ogura-Tsujita Yuki, Tetsuka Kenshi, Tagane Shuichiro, Kubota Miho, Anan Shuichiro, Yamashita Yumi, Tone Koichi, Yukawa Tomohisa	4. 巻 13
2. 論文標題 Differing Life-History Strategies of Two Mycoheterotrophic Orchid Species Associated with Leaf Litter- and Wood-Decaying Fungi	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Diversity	6. 最初と最後の頁 161 ~ 161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/d13040161	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 Rammitzu Kento, Yukawa Tomohisa, Yamashita Yumi, Isshiki Shiro, Ogura Tsujita Yuki	4. 巻 107
2. 論文標題 The mycorrhizal community of the epiphytic orchid <i>Thrixspernum japonicum</i> is strongly biased toward a single <i>Ceratobasidiaceae</i> fungus, despite a wide range of fungal partners	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Journal of Botany	6. 最初と最後の頁 1654 ~ 1662
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajb2.1575	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 Yamashita Yumi, Kinoshita Akihiko, Yagame Takahiro, Ogura-Tsujita Yuki, Yokoyama Jun, Yukawa Tomohisa	4. 巻 61
2. 論文標題 Physisporinus is an important mycorrhizal partner for mycoheterotrophic plants: Identification of mycorrhizal fungi of three <i>Yoania</i> species	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 219 ~ 225
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.myc.2020.05.003	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 Yamato Masahide, Kosaka Ryota, Masui Yurika, Goda Yugo, Shirasaka Shunsei, Maruyama Atsushi, Yukawa Tomohisa	4. 巻 36
2. 論文標題 Mycorrhizal associates of <i>Cephalanthera falcata</i> (Orchidaceae) in a habitat with giant individuals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 177 ~ 188
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1440-1703.12187	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 HIGASHI Tetsunori, RAMMITSU Kento, SHOJI Akinori, ITO Ayano, AKASAKI Hiroya, MATSUMAE Mitsuhiro, YAMAZAKI Jun, YUKAWA Tomohisa, OGURA-TSUJITA Yuki	4. 巻 45
2. 論文標題 Symbiotic mycorrhizal fungi for inducing seed germination of <i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch colonized in landfill site	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology	6. 最初と最後の頁 430 ~ 435
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.45.430	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 Shefferson Richard P., Bunch William, Cowden Charles C., Lee Yung I, Kartzinel Tyler R., Yukawa Tomohisa, Downing Jason, Jiang Hong	4. 巻 107
2. 論文標題 Does evolutionary history determine specificity in broad ecological interactions?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Ecology	6. 最初と最後の頁 1582 ~ 1593
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1365-2745.13170	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 Ranmitsu, K., T. Yagame, Y. Yamashita, T. Yukawa, S. Isshiki and Y. Ogura-Tsujita,	4. 巻 29
2. 論文標題 A leafless epiphytic orchid, <i>Taeniophyllum glandulosum</i> Blume (Orchidaceae), is specifically associated with the Ceratobasidiaceae family of basidiomycetous fungi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Mycorrhiza	6. 最初と最後の頁 159-166
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00572-019-00881-7	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 YUKAWA Tomohisa	4. 巻 44
2. 論文標題 Applications of field seed sowing techniques for the conservation of difficult-to-transplant plants dependent on symbiotic fungi	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology	6. 最初と最後の頁 518 ~ 520
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.44.518	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 RAMMITSU Kento, YAMASHITA Yumi, YUKAWA Tomohisa, OGURA-TSUJITA Yuki	4. 巻 44
2. 論文標題 Field seed sowing techniques and symbiotic seed germination under cultivated conditions in an epiphytic orchid, <i>Taeniophyllum glandulosum</i> Blume	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology	6. 最初と最後の頁 528 ~ 532
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.44.528	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 ITO Ayano, SHOJI Akinori, YAMASHITA Yumi, YUKAWA Tomohisa	4. 巻 44
2. 論文標題 Field seed sowing of <i>Chimaphila umbellata</i> (Ericaceae) at its southern distribution limit in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology	6. 最初と最後の頁 533 ~ 536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.44.533	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 SHOJI Akinori, YUKAWA Tomohisa, OSHIRO Nodoka, YAMATO Masahide, RAMMITSU Kento, ITO Ayano, YAMAZAKI Jun, OGURA-TSUJITA Yuki	4. 巻 44
2. 論文標題 How to utilize field seed sowing techniques to the conservation of difficult-to-transplant plants?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology	6. 最初と最後の頁 540 ~ 544
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.44.540	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 Lam Vivienne K. Y., Darby Hayley, Merckx Vincent S. F. T., Lim Gwynne, Yukawa Tomohisa, Neubig Kurt M., Abbott J. Richard, Beatty Gemma E., Provan Jim, Soto Gomez Marybel, Graham Sean W.	4. 巻 105
2. 論文標題 Phylogenomic inference in extremis: A case study with mycoheterotroph plastomes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Botany	6. 最初と最後の頁 480 ~ 494
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajb2.1070	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 Unruh Sarah A., McKain Michael R., Lee Yung-I, Yukawa Tomohisa, McCormick Melissa K., Shefferson Richard P., Smithson Ann, Leebens-Mack James H., Pires J. Chris	4. 巻 105
2. 論文標題 Phylotranscriptomic analysis and genome evolution of the Cypripedioideae (Orchidaceae)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 American Journal of Botany	6. 最初と最後の頁 631 ~ 640
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/ajb2.1047	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 Ayano ITO, Akinori SHOJI, Hiroya AKASAKI, Mitsuhiro MATSUMAE, Jun YAMAZAKI, Tomohisa YUKAWA	4. 巻 44
2. 論文標題 Importance of long-term observation of buried seeds using in situ seed sowing techniques: a case study of <i>Cepharanthera falcata</i> (Thunb.) Blume (Orchidaceae) in an urban forest	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology	6. 最初と最後の頁 233 ~ 236
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.44.233	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 Akinori SHOJI, Ayano ITO, Hiroya AKASAKI, Mitsuhiro MATSUMAE, Jun YAMAZAKI, Tomohisa YUKAWA	4. 巻 44
2. 論文標題 Observation of germination and 2-year growth of <i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Frisch by using in situ seed sowing techniques - An example in planted forests of reclaimed land -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology	6. 最初と最後の頁 205 ~ 208
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7211/jjsrt.44.205	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 Tian Huai Zhen, Han Li Xia, Zhang Jun Li, Li Xing Lin, Kawahara Takayuki, Yukawa Tomohisa, Lopez-Pujol Jordi, Kumar Pankaj, Chung Myong Gi, Chung Mi Yoon	4. 巻 8
2. 論文標題 Genetic diversity in the endangered terrestrial orchid <i>Cypripedium japonicum</i> in East Asia: Insights into population history and implications for conservation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 6467
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-24912-z	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22件(うち招待講演 2件/うち国際学会 4件)

1. 発表者名 堤千絵・平山裕美子・加藤雅啓・遊川知久
2. 発表標題 スズムシソウ(ラン科)種子発芽時の菌種による共生プロセスの形態比較
3. 学会等名 日本植物分類学会第20回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堤千絵・平山裕美子・細矢剛・加藤雅啓・遊川知久
2. 発表標題 クモキリソウ属クモキリソウ節の進化に伴う菌根菌の変化
3. 学会等名 日本植物分類学会第19回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 辻田有紀・大原直人・島崎茜・蘭光健人・山下由美・遊川知久
2. 発表標題 クヌギタケ科及びホウライタケ科とオニノヤガラ属植物の共生発芽
3. 学会等名 日本菌学会第64回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大和政秀・幸阪亮汰・増井優里佳・合田悠悟・白坂駿成・丸山敦・遊川知久
2. 発表標題 大株キンランがみられる自生地におけるロウタケ目菌の優占
3. 学会等名 菌根研究会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 蘭光健人・辻田有紀・遊川知久
2. 発表標題 ラン科植物3種における菌特異性の比較検証
3. 学会等名 菌根研究会2020年度大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 東哲典・庄司顕則・伊藤彩乃・赤崎洋哉・松前満宏・山崎旬・遊川知久・辻田有紀
2. 発表標題 ラン科クゲヌマランの種子発芽に関わる菌根菌解明
3. 学会等名 日本菌学会第63回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 東哲典・庄司顕則・伊藤彩乃・赤崎洋哉・松前満宏・山崎旬・遊川知久・辻田有紀
2. 発表標題 着生植物カヤランの菌根菌相解明
3. 学会等名 日本菌学会第63回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 辻田有紀・木下晃彦・蘭光健人・前原良美・阿部篤志・梶田忠・遊川知久
2. 発表標題 広域分布種トサカメオトランの分布拡大要因を共生菌から探る
3. 学会等名 日本植物学会第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Rammitsu, K., M. Goto, Y. Yamashita, T. Yukawa and Y. Ogura-Tsujita
2. 発表標題 Symbiotic culture revealed different mycorrhizal specificity among coexisting three epiphytic orchids
3. 学会等名 Asian Mycological Congress 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yukawa, T., A. Kinoshita, C. Tsutsumi, T. Yagame, Y. Yamashita, Y. Ogura-Tsujita
2. 発表標題 Mycoheterotrophic orchids as potential genetic resources
3. 学会等名 International Symposium for Application of Non-Ornamental Orchids (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yamashita, Y., F. Lallemand, A. Kinoshita, Y. Ogura-Tsujita, T. Kurosawa, M. A. Selosse and T. Yukawa
2. 発表標題 Low copy nuclear gene (Xdh) sequences reveal at least five independent evolutions of mycoheterotrophy in tribe Neottieae
3. 学会等名 6th International Orchid Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Rammitu, K., T. Yagane, Y. Yamashita, T. Yukawa and Y. Ogura-Tsujita
2. 発表標題 Symbiotic fungi associated with a leafless epiphytic orchid <i>Taeniophyllum glandulosum</i>
3. 学会等名 6th International Orchid Workshop (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 島崎茜・檜垣佳奈・蘭光健人・山下由美・遊川知久・辻田有紀
2. 発表標題 自生地のリターを用いたクロヤツシロランの播種と実生からの共生菌単離
3. 学会等名 日本菌学会第62回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木下晃彦・山下由美・辻田有紀・黒沢高秀・F. Lallemand・M. A. Selosse・遊川知久
2. 発表標題 ラン科サカネラン属の菌従属栄養性と光合成機能の進化
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山下由美・高木大輔・F. Lallemand・末次健司・M. A. Selosse・黒沢高秀・遊川知久
2. 発表標題 緑色菌従属栄養植物カイサカネランの光合成機能の検証
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 蘭光健人・山下由美・遊川知久・辻田有紀
2. 発表標題 小枝着生植物 (twig epiphyte) カヤランの共生菌相解明
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 島崎茜・檜垣佳奈・蘭光健人・山下由美・遊川知久・辻田有紀
2. 発表標題 菌従属栄養植物クロヤツシロランの共生培養系の確立
3. 学会等名 日本植物学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤彩乃・庄司顕則・赤崎洋哉・松前満宏・山崎旬・遊川知久
2. 発表標題 野外播種試験法による埋設種子の長期観察の重要性 - 都市緑地のキンランを例に -
3. 学会等名 第49回日本緑化工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 庄司顕則・伊藤彩乃・赤崎洋哉・松前満宏・山崎旬・遊川知久
2. 発表標題 野外播種試験法によるクゲヌマランの種子発芽および2年間の成長の観察 - 埋立地の植栽林における例 -
3. 学会等名 第49回日本緑化工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 遊川知久
2. 発表標題 共生菌に栄養依存する移植困難植物の野外播種試験を用いた保全
3. 学会等名 第49回日本緑化工学会大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 長谷川啓一・大城温・長濱庸介・井上隆司・上野裕介・山崎旬・遊川知久
2. 発表標題 キンラン属の種子由来の保全手法の確立にむけて
3. 学会等名 応用生態工学会第22回全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 木下晃彦・川口大朗・山下由美・大和政秀・遊川知久
2. 発表標題 小笠原諸島の菌従属栄養植物スズフリホンゴウソウは島固有の菌根菌と共生するか？
3. 学会等名 菌根研究会2018年度大会
4. 発表年 2018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	大和 政秀 (Yamato Masahide) (00571788)	千葉大学・教育学部・教授 (12501)	

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	辻田 有紀 (Tsujiita Yuki) (80522523)	佐賀大学・農学部・准教授 (17201)	

	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	堤 千絵 (Tsutsumi Chie) (30455422)	独立行政法人国立科学博物館・植物研究部・主任研究員 (82617)	
研究 協 力 者	木下 晃彦 (Kinoshita Akihiko) (70533983)	国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所 九州支所・研究員 (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			
フランス	Museum national d'Histoire naturelle			
ドイツ	University of Bayreuth			
中国	National Museum of Natural Science	Fujian Agriculture and Forestry Univ.	Chinese Academy of Sciences	
米国	University of Georgia	Ohio State University		
韓国	Daejeon University	Korean National Arboretum		