

令和 5 年 6 月 13 日現在

機関番号：14501

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B））

研究期間：2018～2022

課題番号：18KK0180

研究課題名（和文）樹木病原菌と養菌性キクイムシの遭遇から協働への源流を探る

研究課題名（英文）Investigations to trace back the contact and collaboration of tree pathogen with ambrosia beetles.

研究代表者

黒田 慶子（Kuroda, Keiko）

神戸大学・農学研究科・名誉教授

研究者番号：20353675

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,800,000円

研究成果の概要（和文）：デイゴの病原菌 *F. pseudensiforme* は台湾から南西諸島への移入と推測された。マンゴー等の熱帯樹木で両地域に共通するキクイムシと共生菌の繁殖が発見され、人為的な病原菌移動を防ぐ防疫態勢が必要である。南西諸島では *Euwallacea* 属のキクイムシが複数の樹種で繁殖し、感染拡大への加担が推測された。鹿児島のアボカド、沖縄のコーヒーノキからも AFC の菌が検出された。樹皮や果実表面、土壌に生息する FSSC がキクイムシ類と遭遇して共生菌になった可能性がある。キクイムシ類と菌類が熱帯～亜熱帯地域で遭遇し、双方に利点のある協働から共生へと進化したという仮説は、本研究により可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

台湾中興大学の研究者との協働により、デイゴ、マンゴー、コーヒーノキなど台湾と共通する熱帯樹木について、両地域で共通の *Fusarium* 属菌が病原菌であると判明した。両地域共通のキクイムシと共生菌の繁殖があることから、人と植物の移動によって被害が広がった可能性がある。本研究では樹皮や果実表面、土壌に生息する FSSC がキクイムシ類と遭遇して共生菌になった可能性を指摘した点で、学術的な意義が高い。また、養菌性キクイムシの生息域および共生 *Fusarium* 属菌の近縁関係の知見は、被害回避対策等の社会的意義につながる。台湾で育成した苗を持ち込まないように、植物防疫の態勢を見直す必要があると警告したい。

研究成果の概要（英文）：*F. pseudensiforme*, a pathogenic fungus of coral trees, is assumed to have been transferred from Taiwan to the Nansei Islands of Japan. The same species of *F. pseudensiforme* was found to infect tropical trees such as mangoes in both regions, and a quarantine system is needed to prevent artificial transfer of pathogenic fungi. In the Nansei Islands, *Euwallacea* sp. has been infesting several tree species, causing an expansion of the fungus' distribution. In addition, fungi in the AFC were detected on both avocado trees in Kagoshima Pref. and coffee trees in Okinawa Pref. It is possible that FSSC, which had been living on the bark and fruit surface, and soil, encountered *Euwallacea* spp. and became a symbiotic fungus.

The hypothesis that ambrosia beetles and fungi encountered in tropical and subtropical regions and evolved from cooperation to symbiosis with advantages for both sides is demonstrated as a possibility by this study.

研究分野：森林病理学

キーワード：養菌性キクイムシ 共生 ambrosia *Fusarium* 台湾 デイゴ マンゴー アボカド コーヒー

1. 研究開始当初の背景

養菌性キクイムシと病原菌の共生による果樹や緑化樹の枯死被害が世界的に深刻である(図 1、2)。日本～熱帯アジアで発生する種々の樹木枯死も、虫害ではなく菌類による「病気」の可能性が示唆される。しかし被害の中心地である熱帯アジアでは病理学的研究が進んでおらず、昆虫と菌類の共生関係成立の経緯や加害樹種の範囲に関する研究が欠如している。被害対策にはこれらの基本情報が必須である。

樹木に重大な被害をもたらす病原体は、昆虫による媒介が多い。従来、養菌性キクイムシ類(図 1)とは「衰弱木に生息し、共生菌を食糧とする」二次性害虫で、木は枯らさないとされていた。しかし Kuroda らは、カシノナガキクイムシが生立木を加害する一次害虫で、その共生菌が病原性を持つことを明らかにした(Kuroda 2001)。また、イチジク株枯病(Kajii et al. 2013)、デイゴの萎徴病(Kuroda et al. 2017)の研究成果からも、養菌性キクイムシ類と菌類の共生の概念には、表 1 に示す修正が必要と考えた。つまり、移動と食糧供給という単純な共生に留まらず、相互の機能強化を伴う緊密な協働関係が推測される。

養菌性キクイムシ類と随伴菌種の組み合わせは複雑で、その遭遇から共生関係構築への経緯は判明していない。病原菌・食用菌(酵母)を含む複数種の菌と共生する可能性もある。近年果樹等の枯死被害が世界的に増加しており、殺虫剤等による防除対策で解決しない理由は、キクイムシ類の生活史・生存戦略を認識していないためと考えている。外来病として研究を進める米国では、原産地に興味を示していないが、「事件現場が重要」という観点で被害地を十分に踏査し、二者の遭遇から共生・協働にいたる流れをたどる必要があると考える。



図 1 *Euwallacea* 属キクイムシの樹幹内の生活

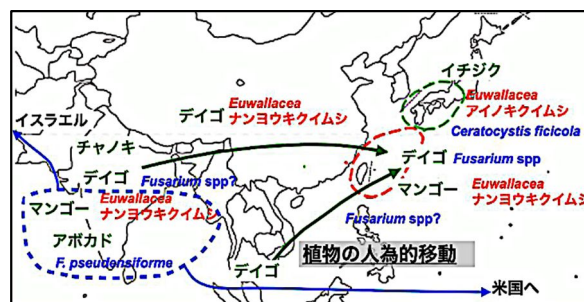


図 2 *Euwallacea* 属キクイムシ、共生病原菌および宿主樹木の地理的分布と移動

表 1 「共生」を超えた「協働」の概念

	菌類のメリット	養菌性キクイムシのメリット
従来の共生の概念	甲虫の飛翔と共に枯死木から長距離移動	菌(酵母)を幼虫の食糧に利用
新概念: 緊密な協働	甲虫の樹幹内移動に伴って菌の分布が拡大。樹木は迅速に枯死	枯死木樹幹内で、共生甲虫の繁殖率が上がる

2. 研究の目的

- (1) デイゴの病原菌と養菌性キクイムシの生活史および相互依存の関係を明らかにする。
- (2) 養菌性キクイムシおよびデイゴ、イチジク、マンゴーなど被害樹種の分布地である亜熱帯～熱帯アジアを対象とし、*Euwallacea* 属と *Fusarium* 属病原菌の共生関係を明らかにする。
- (3) *Fusarium* 属菌と随伴酵母の生理生化学的特性を解析することで、それらの生態学的役割(ニッチ)を推定する。
- (4) 各種養菌性キクイムシから分離された *Fusarium* 属菌の近縁関係を解明し、両者の共生(協働)の詳細を説明して、被害回避対策に寄与する。

3. 研究の方法

(1) キクイムシ類の探索および随伴菌の特性把握

各種養菌性キクイムシをデイゴやマンゴーで探索し、キクイムシ随伴性の *Fusarium* の DNA 解析によって系統関係を解明する。また、キクイムシ体内から菌類を分離し *Euwallacea* 属の食餌源を特定する。2020 年より COVID-18 蔓延のため熱帯アジアでの調査ができなくなったため、鹿児島県以南の島嶼部に植栽の熱帯系樹木を含めて研究対象とした。

(2) 菌 DNA から遭遇機会の推測

キクイムシ類が生息する樹木から菌類を分離し、*F. solani* 種複合体 (FSSC) に注目して系統関係を明らかにする。さらに、*Euwallacea* 属キクイムシの系統関係と随伴 *Fusarium* 属菌および FSSC の系統関係をつき合わせ、それにより「遭遇機会」(進化上のイベントとして、どのような場面で両者が遭遇したのか)を推測する。菌とキクイムシが共存する樹木の生態的特徴について検討し、キクイムシの種と菌の系統との対応について解析する。

(3) 菌の地理的分布から拡散ルートの検証

菌の探索を地理的に離れた場所で行う。デイゴその他の植物由来の *F. solani* を合わせて系統樹を作成する。菌の系統関係のデータから、共生の成立場所やその後の拡散について検

証する。

(4) *Fusarium* 属菌と随伴酵母の生理生化学的特性の把握

キクイムシ類との共生菌、随伴菌類の生理生化学的特性から、それらの菌類の生態学的役割(ニッチ)を推定する。

4. 研究成果

(1) 養菌性キクイムシ類の探索および随伴菌の特性把握

キクイムシ類の加害樹種に関する台湾と南西諸島の比較

デイゴの病原菌と養菌性キクイムシの相互依存の関係を知るため、台湾でキクイムシおよび付随する菌類を

探索した。台湾中興大学 Dr. Chen の協力により、2019年3月5日～8日に台中～台南において調査を実施した。沖縄島および石垣島のデイゴ樹幹では *Euwallacea* 属の養菌性キクイムシ3種が検出されているが、台湾(図3)に植栽されたデイゴにはキクイムシ類の穿入はなかった。石垣島のマンゴーの枯死枝(熱帯・島嶼研究拠点)では養菌性キクイムシ *E. fornicatus* と *E. perbrevis* の穿入・繁殖を確認した。一方、台南の果樹研究所のマンゴーの枝には、養菌性キクイムシの *Xylosandrus discolor* と樹皮下キクイムシの *Hypocryphalus mangiferae* が生息し、台南の自生マンゴーの枝では養菌性キクイムシ *Eccoptyterus spinosus* の加害が見られた。

このように、沖縄県と台湾のデイゴとマンゴーでは、加害するキクイムシ類の種構成が異なっており、加害樹木とキクイムシ類の関係は、種単位の厳密な対応でないことが判明した。

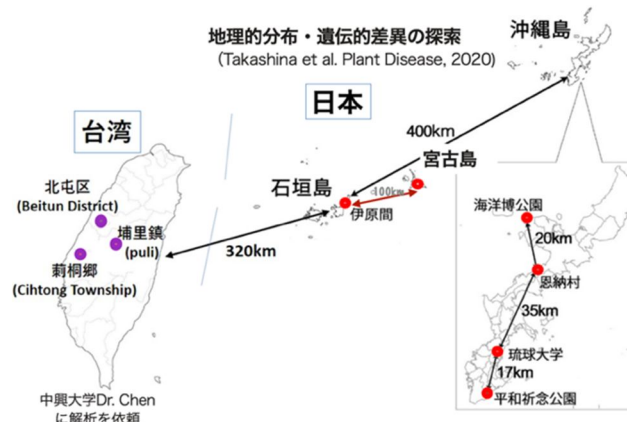


図3 南西諸島と台湾における地理的調査

ナンヨウキクイムシ種群 (*Euwallacea fornicatus* species complex) の分布地域

種群4種のうち、日本には *E. fornicatus*、*E. kuroshio*、*E. perbrevis* が生息する。沖縄島のマンゴー枯死枝に生息していた *E. kuroshio* とアイノキクイムシ *E. interjectus* の両種の雌の菌囊から *Ambrosia Fusarium* clade (AFC) の *Fusarium kuroshium* を検出した。また屋久島と広島県下で採取された *E. interjectus* と沖縄島、石垣島で採取された *E. kuroshio* から同種の菌が分離された。

日本では異なるキクイムシ種に同一種の *Fusarium* 属菌が共生しており、本結果は北米や台湾の「キクイムシ - *Fusarium* 共生系は1種対1種」とする報告とは異なる。キクイムシ類と菌類の関係は地域により異なる組み合わせが生じており、種単位の厳密な組み合わせではないことが判明した。米国では、キクイムシの侵入時の特定の菌との共生関係が継続し、1種対1種の関係と結論づけられた可能性がある。

(2) 菌 DNA から遭遇機会の推測

マンゴーから検出される *Fusarium* 属菌の系統関係

沖縄県石垣島のマンゴーの枝で、養菌性キクイムシと孔道周辺の樹木組織から4種類の菌が検出された。ITS領域の解析では3菌株(仮称A2, A3, A4)がAFCに属することが判明した。A4はデイゴのit-2株とITS領域の塩基配列が一致し、これらは同種か近縁であると考えられた。

Fusarium 属菌の病原性

石垣島のマンゴーの枯死枝組織と、そこに生息していた *E. fornicatus* と *E. perbrevis* の虫体から、養菌性キクイムシと共生するAFC所属の *Fusarium* 属菌3種類を検出した。この3菌株とデイゴ病原菌(it-3)がマンゴーに病原性を示すことを、接種実験により明らかにした。養菌性キクイムシの樹種間移動によって、菌の伝播が起きている可能性が示された。

沖縄本島産 *E. fornicatus* の mycelium 共生菌 *Fusarium kuroshium* と随伴菌 *F. decemcellulare* をマンゴー苗木に接種した結果、*F. kuroshium* で10本中4本の苗木が衰弱・枯死した。*F. kuroshium* は *F. decemcellulare* よりも木部変色が拡大し、強い病原性が示唆された。石垣島のマンゴー起源の *Fusarium* 属菌の一部は沖縄島起源の *F. kuroshium* とは系統的な位置が少し離れていたことから、台湾の苗生産地で複数の *Fusarium* 属菌が感染し、それが導入された可能性がある。



図4 台湾のデイゴの軟腐症状 (台中、埔里鎮)

(3) 菌の地理的分布から拡散ルートの検証

亜熱帯および熱帯アジアに分布する被害樹種として、デイゴ、イチジク、マンゴー、コーヒー、アボカドについて、*Euwallacea* 属キクイムシと *Fusarium* 属菌の共生関係を調査した。2020 年以降は沖縄県、鹿児島県等の探索地を増やし、木部や虫体内の菌類を調査すると共に、台湾の研究協力者から情報を得た。

台湾と日本におけるデイゴ病害の比較

台湾の台中地域のデイゴには沖縄県とは異なって軟腐症状がほとんどなく、唯一採取したか所（樹幹の症状患部、図 4）から 4 種類の *Fusarium* 属菌が検出された（Dr. Chen による）。うち 2 種類は *Fusarium solani* species complex (FSSC) に属し、その 1 種は ITS を含む 4 領域の DNA 解析の結果、養菌性キクイムシと共生する *Ambrosia Fusarium* clade (AFC) の *F. pseudensiforme* と判断された（図 5）。

沖縄県各地のデイゴ衰弱木・枯れ枝から普遍的に検出される *Fusarium* 属菌は、ITS 領域他 3 領域の DNA 解析により *F. pseudensiforme* で、台湾の罹病木から検出された菌と同一であることが判明した。本菌は台湾産デイゴのデイゴヒメコバチの虫こぶ壊死部と表面からも検出されている（Dr. Chen）。南西諸島や台湾でデイゴ樹皮表面に常在する菌が、傷口から侵入した際に軟腐症状を起こし、通水阻害による枯死に至らせている可能性がある。

台湾の *Fusarium* 属菌

デイゴの樹皮やデイゴヒメコバチの虫こぶからは様々な *Fusarium* 属菌が分離され、特に *F. pseudensiforme* と *F. metavorans* の 2 種が優占していた。これらは台湾で植栽のコーヒーノキから検出されている（Dr. Chen）。日本の南西諸島で確認されたデイゴ軟腐症状の原因菌 *F. pseudensiforme* と共通であるが（図 5）、台湾ではデイゴの枯死被害は問題になっていない。奄美諸島以南で激しく発生しているデイゴの軟腐症状と枯死は、台湾から移入の可能性がある。なお、デイゴヒメコバチからは *Fusarium* 属菌は分離されなかった。

Euwallacea 属キクイムシの多犯性

石垣島のマンゴーから養菌性キクイムシ *E. fornicatus*（沖縄島のデイゴからも検出、図 6）、*E. fornicator*、*Xylosandrus crassiusculus* が検出された。木部からは FSSC の 4 菌株が優占的に検出され、そのうち 3 種類はキクイムシと共生する *Ambrosia Fusarium* Clade に属し、その 1 種類はデイゴ病原菌と ITS 領域が一致した。奄美群島加計呂麻島では *E. fornicator* はデイゴとアボカドから検出され、南西諸島では *Euwallacea* 属キクイムシがデイゴ・マンゴー・アボカドなどの樹種間を移動して菌類伝播が起こっていることが推測された。

日本ではアボカドやコーヒーノキの栽培が近年増加している。鹿児島県瀬戸内町のアボカドの枯死枝からは養菌性キクイムシ *E. fornicator*（あるいは *E. perbrevis*）が、沖縄県名護市のコーヒーノキ枯死枝からは、*X. compactus* と *E. fornicatus* の 2 種が検出された（図 6）。両樹種の被害組織から検出された菌類には養菌性キクイムシと共生する *Ambrosia Fusarium* clade の種が含ま

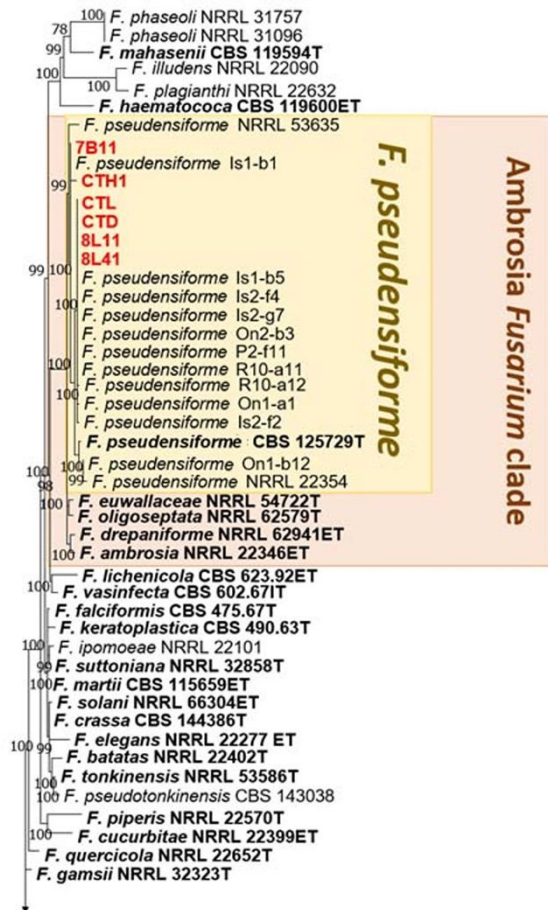


図 5 台湾と南西諸島のデイゴから検出された病原菌 *Fusarium pseudensiforme* を含む AFC の系統樹（ITS を含む 4 領域による、一部割愛）
菌株採取地：赤字 台湾、Is 石垣島、On 恩納村、P 平和祈念公園、R 琉球大学



図 6 養菌性キクイムシ類 スケールバー 1 mm
Euwallacea fornicator ① 鹿児島県加計呂麻島（アボカド）
Xylosandrus compactus ② および *Euwallacea fornicatus* ③ 沖縄県名護市（コーヒーノキ）

れており、媒介者の宿主範囲についてと共生菌については、さらに研究が必要である。

(3) *Fusarium* 属菌と随伴酵母の生理生化学的特性

日本国内の *Fusarium* 属菌と随伴酵母の生理生化学的特性

デイゴから検出された 3 菌株の生理学的性状を明らかにした。3 菌株とも、幅広い単糖類・二糖類・三糖類、有機酸、糖アルコールを炭素源として資化できた。また、35°Cでは旺盛に増殖したが、37°Cではほぼ増殖しなかった。ナガキウムシ科養菌性キクイムシの共生酵母 *Ambrosiozyma platypodis* には、フルクトースに嗜好性を示す発酵能力を有することが判明し、共生酵母がフルクトースの利用に関して特殊なニッチを有する可能性が示された。

Ambrosia Fusarium 菌株の保存と特性情報の取得

本研究で得られた *Fusarium* sp. RIBC6 株

など 3 菌株について、15%グリセロール溶液を用いた生残性のよい凍結保存方法を確立した。また、これら 3 菌株についてタンパク質量分析 (MALDI-TOF MS) を行い、*Fusarium* sp. のレファレンススペクトルを取得した (図 7)。これにより、マススペクトルによる本菌種の迅速推定が可能となった。*Fusarium* sp. の生理生化学的性状試験により、炭素源の資化性状をはじめとする菌株の特性情報を取得した。この結果、*Fusarium* sp. は極めて広範な糖類、アルコール、糖アルコール、有機酸を炭素源として利用できることが分かり、腐生菌としての側面もあることが示唆された。また、35°Cで増殖可能だが 37°Cでは増殖がほぼ止まることや、顕著な浸透圧耐性はない (10% NaCl、50% グルコースの栄養培地では増殖できない) ことから、亜熱帯で一般的な気候・環境条件を好む菌種であることが示唆された。

(4) 結論および研究の発展方向

本研究で得られた知見

- i) デイゴ軟腐症状の原因菌は日本と台湾ともに *F. pseudensiforme* であるが、台湾では大きな被害にはなっていない。奄美諸島以南で激しく発生するデイゴの軟腐症状と枯死は、台湾から植物と共に移入された可能性がある。
- ii) 台湾と南西諸島で共通する熱帯樹木デイゴ、マンゴー、コーヒーノキを養菌性キクイムシが加害しており、樹木組織内では共生菌の繁殖が認められた。人と植物の移動によって被害増加の可能性がある。日本の種苗業者による台湾産苗の持ち込みが推測されるため、植物防疫態勢を見直す必要がある。南西諸島においては *Euwallacea* 属キクイムシがデイゴ・マンゴー・アボカドなどの樹種間を移動しており、樹種を越えた菌類伝播が起こっていることが推測された。
- iii) *Fusarium solani* 種複合体 (FSSC) はデイゴの樹皮表面やイチジクなど果実表面からも検出され、そこから共生菌になった可能性がある。また、土壌に生息する *Fusarium* 属菌のうち、デイゴ病原菌のように樹幹木部に侵入する例があり、その際に木部中に生息していた *Euwallacea* 属キクイムシと遭遇して共生関係となる場合があると推測した。
- iv) 海外のアボカドやコーヒー栽培地では枯死被害が大問題となっている。鹿児島県のアボカド、沖縄県名護市のコーヒーノキの両樹種から *Ambrosia Fusarium* clade の菌が検出された。その媒介者と宿主範囲について緊急に精査する必要がある。

共生の進化の道筋と今後の研究

本研究の開始時点では、キクイムシ類と菌類の共生への進化の仮説として、次の 2 段階を想定していた。1) 養菌性キクイムシと共生病原菌は生息地で接点があり、遭遇してから共生へと進化した。2) 双方にメリットのある協働によって分布拡大が促進された。以上の研究成果の i)~iv) から、この二段階の仮説の現象が実際に起こっている可能性が示された。熱帯~亜熱帯地域での両者の遭遇の機会や、その後の分布拡大の要因については、今後の研究によって重要な知見がさらに得られるはずである。

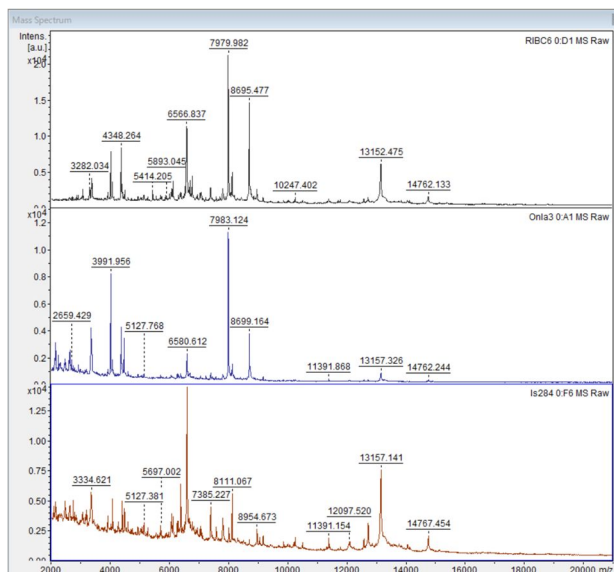


図 7 *Fusarium* sp. RIBC6 株 (上段), Onla3 株 (中段), Is2f4 株 (下段) の MALDI-TOF マススペクトルの比較。横軸はタンパク質の質量, 縦軸はシグナル強度 (相対量)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Gugliuzzo A, Biedermann P H. W., Carrillo D, Castrillo L A., Egonyu J P, Gallego D, Haddi K, Hulcr J, Jactel H, Kajimura H, Kamata N, Meurisse N, Li Y, Oliver J B., Ranger C M., Rassati D, Stelinski L L., Sutherland R, Tropea G G, Wright M G., Biondi A	4. 巻 94
2. 論文標題 Recent advances toward the sustainable management of invasive <i>Xylosandrus ambrosia</i> beetles	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Pest Science	6. 最初と最後の頁 615 ~ 637
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10340-021-01382-3	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 Jiang Zi-Ru, Masuya Hayato, Kajimura Hisashi	4. 巻 12
2. 論文標題 Novel Symbiotic Association Between <i>Euwallacea Ambrosia</i> Beetle and <i>Fusarium</i> Fungus on Fig Trees in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 615-637
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2021.725210	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 Mayers Chase G., Harrington Thomas C., Mcnew Douglas L., Roeper Richard A., Biedermann Peter H. W., Masuya Hayato, Bateman Craig C.	4. 巻 112
2. 論文標題 Four mycangium types and four genera of ambrosia fungi suggest a complex history of fungus farming in the ambrosia beetle tribe Xyloterini	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Mycologia	6. 最初と最後の頁 1104 ~ 1137
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00275514.2020.1755209	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 Endoh Rikiya, Horiyama Maiko, Ohkuma Moriya	4. 巻 9
2. 論文標題 D-Fructose Assimilation and Fermentation by Yeasts Belonging to <i>Saccharomycetes</i> : Rediscovery of Universal Phenotypes and Elucidation of Fructophilic Behaviors in <i>Ambrosiozyma platypodis</i> and <i>Cyberlindnera americana</i>	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microorganisms	6. 最初と最後の頁 758 ~ 758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/microorganisms9040758	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 Sakai Kiyota, Yamaguchi Aya, Tsutsumi Seitaro, Kawai Yuto, Tsuzuki Sho, Suzuki Hiromitsu, Jindou Sadanari, Suzuki Yoshihito, Kajimura Hisashi, Kato Masashi, Shimizu Motoyuki	4. 巻 10
2. 論文標題 Characterization of FsXEG12A from the cellulose-degrading ectosymbiotic fungus <i>Fusarium</i> spp. strain EI cultured by the ambrosia beetle	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AMB Express	6. 最初と最後の頁 0-0
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13568-020-01030-6	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 Mayers C.G., Harrington T.C., Masuya H., Jordal B.H., McNew D.L., Shih H.-H., Roets F., Kietzka G.J.	4. 巻 44
2. 論文標題 Patterns of coevolution between ambrosia beetle mycangia and the Ceratocystidaceae, with five new fungal genera and seven new species	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi	6. 最初と最後の頁 41-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3767/persoonia.2020.44.02	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

1. 著者名 Cognato Anthony I., Sari Gina, Smith Sarah M., Beaver Roger A., Li You, Hulcr Jiri, Jordal Bjarte H., Kajimura Hisashi, Lin Ching-Shan, Pham Thai Hong, Singh Sudhir, Sittichaya Wisut	4. 巻 8
2. 論文標題 The Essential Role of Taxonomic Expertise in the Creation of DNA Databases for the Identification and Delimitation of Southeast Asian Ambrosia Beetle Species (Curculionidae: Scolytinae: Xyleborini)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Frontiers in Ecology and Evolution	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fevo.2020.00027	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

1. 著者名 Takashina Kuya, Chuma Izumi, Kajimura Hisashi, Kameyama Norikazu, Goto Chiaki, Kuroda Keiko	4. 巻 104
2. 論文標題 Pathogenicity and Distribution of <i>Fusarium solani</i> Isolates Associated with Erythrina Decline in Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Plant Disease	6. 最初と最後の頁 731 ~ 742
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1094/PDIS-01-19-0044-RE	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 Yamada Muneki, Endoh Rikiya, Masumoto Hiroshi, Yoshihashi Yuma, Ohkuma Moriya, Degawa Yousuke	4. 巻 115
2. 論文標題 Taxonomic study of polymorphic basidiomycetous fungi <i>Sirobasidium</i> and <i>Sirotrema</i> : <i>Sirobasidium apiculatum</i> sp. nov., <i>Phaeotremella translucens</i> comb. nov. and rediscovery of <i>Sirobasidium japonicum</i> in Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Antonie van Leeuwenhoek	6. 最初と最後の頁 1421 ~ 1436
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10482-022-01787-9	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 -

〔学会発表〕 計14件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 升屋勇人・梶村恒・辻本悟志
2. 発表標題 オオハマボウノコキクイムシに随伴する菌類.
3. 学会等名 日本菌学会大会65
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岩川奈生・足助聡一郎・黒田慶子・梶村恒・升屋勇人・亀山統一
2. 発表標題 南西諸島におけるデイゴ・マンゴー等の衰退枯死と養菌性キクイムシ随伴菌との関係
3. 学会等名 樹木医学会26回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮越望・足助聡一郎・黒田慶子・梶村恒・升屋勇人・後藤瑞穂・浅井明子
2. 発表標題 国内2地域のアボカド衰退木から検出されたキクイムシと菌類
3. 学会等名 樹木医学会26回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮越望・足助聡一郎・岩川奈生・梶村恒・升屋勇人・黒田慶子
2. 発表標題 国内植栽の熱帯果樹から検出された養菌性キクイムシと菌類
3. 学会等名 133回日本森林学会大会（山形大学：オンライン）ポスター
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Jiang, Z.-R., Tanoue, M., Masuya, H., Kuroda, K. and Kajimura, H.
2. 発表標題 " Effects of Fusarium fungi isolated from an ambrosia beetle, <i>Euwallacea fornicatus</i> , on mango tree saplings. "
3. 学会等名 133回日本森林学会大会（山形大学：オンライン）ポスター
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 升屋勇人・高橋由紀子
2. 発表標題 ヨシブエナガキクイムシ随伴菌の多様性
3. 学会等名 第132回日本森林学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石田真結子・岩川奈生・足助聡一郎・黒田慶子・梶村恒・升屋勇人・亀山統一
2. 発表標題 Euwallacea 属キクイムシが随伴する Fusarium 属菌のデイゴとマンゴーへの影響
3. 学会等名 樹木医学会25回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐々木雄馬・田原真琴・升屋勇人・廣岡裕史
2. 発表標題 枝枯れ症状を起こすシイノコキクイムシに随伴するFusarium 属菌
3. 学会等名 樹木医学会25回大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石田真結子・岩川奈生・足助聡一郎・黒田慶子・梶村恒・升谷勇人・亀山統一
2. 発表標題 Euwallacea spp. が随伴するFusarium 属菌のデイゴとマンゴーへの影響
3. 学会等名 第132回日本森林学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Zi-Ru Jiang, Hayato Masuya, Norikazu Kameyama, Keiko Kuroda, Hisashi Kajimura
2. 発表標題 Symbiotic fungi of Euwallacea fornicatus (Polyphagous Shot Hole Borer) infesting mango trees in Okinawa main island.
3. 学会等名 第132回日本森林学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 黒田慶子, 石田真由子, 岩川奈生, 亀山統一, 升屋勇人, 梶村恒, 遠藤力也
2. 発表標題 マメ科樹木デイゴの枯死に関わる病原性Fusariumの地理的分布
3. 学会等名 樹木医学会第24回大会(東京)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Zi-Ru Jiang , Hayato Masuya , Hisashi Kajimura
2. 発表標題 Comparison of fungal flora in female adults of an ambrosia beetle, <i>Euwallacea interjectus</i> (Scolytinae), among wild and rearing populations.
3. 学会等名 Asian Mycological Congress 2019, 三重県総合文化センター
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 三木尚輝, 姜自如, 木下峻一, 佐々木理, 升屋勇人, 梶村恒
2. 発表標題 トドマツオオクイムシの菌叢のX線マイクロCT観察及び共生菌の分離.
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会, 名古屋大学
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Zi-Ru Jiang , Takeshige Morita , Shota Jikumaru , Keiko Kuroda , Hayato Masuya , Hisashi Kajimura
2. 発表標題 Inoculation of both <i>Fusarium</i> sp. and <i>Ceratocystis ficicola</i> can bring fig saplings to early wilt.
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会, 名古屋大学
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計5件

1. 著者名 小池孝良、中村誠宏、宮本敏澄	4. 発行年 2021年
2. 出版社 農山漁村文化協会	5. 総ページ数 192
3. 書名 森林保護学の基礎	

1. 著者名 福田 健二	4. 発行年 2021年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 210
3. 書名 樹木医学入門	

1. 著者名 黒田 慶子、太田 祐子、佐橋 憲生	4. 発行年 2020年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 216
3. 書名 森林病理学	

1. 著者名 黒田慶子（分担）日本森林学会編	4. 発行年 2021年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 694
3. 書名 森林学の百科事典	

1. 著者名 梶村恒（分担）日本森林学会編	4. 発行年 2021年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 694
3. 書名 森林学の百科事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

養菌性キクイム シと共生菌・随伴菌の生態 黒田慶子 神戸大学森林資源学研究室
<http://www2.kobe-u.ac.jp/~kurodak/Ambrosia.html>

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	升屋 勇人 (Masuya Hayato) (70391183)	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	梶村 恒 (Kajimura Wataru) (10283425)	名古屋大学・生命農学研究科・准教授 (13901)	
研究分担者	遠藤 力也 (Endo Rikiya) (90634494)	国立研究開発法人理化学研究所・バイオリソース研究センター・開発研究員 (82401)	

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		
その他の国・地域	台湾国立中興大学		