

令和 2 年 6 月 29 日現在

機関番号：12701

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02943

研究課題名(和文)植物プランクトンと多様な菌類の寄生関係：変動環境下における感染症動態の解明

研究課題名(英文) Host parasite interactions between phytoplankton and diverse fungi: Dynamics of infectious disease in a changing world

研究代表者

鏡味 麻衣子(Kagami, Maiko)

横浜国立大学・大学院環境情報研究院・教授

研究者番号：20449250

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)：湖沼における植物プランクトンとの多様な菌類との宿主寄生関係を遺伝子レベルで把握し、感染症動態の解明を試みた。琵琶湖や印旛沼、Stechkin湖における解析により、多様な菌類が存在し、宿主特異性が菌によって異なることから複雑な宿主寄生者ネットワークが存在することが判明した。単離した寄生性ツボカビはいずれも新種・新属・新科の種類であった。感染症動態には水温や栄養塩だけでなく動物プランクトンも影響し、特にワムシや原生生物など小型の種類がツボカビ感染症を抑制する可能性が出てきた。ツボカビが珪藻に寄生することにより、溶解有機物の組成、バクテリアの種組成や量にも効果が及ぶことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

感染症動態に水温や栄養塩など物理化学的要因だけでなく食物網(動物プランクトンやバクテリア)が効いていることが初めて明らかになった。生物多様性と感染症を結びつける新しいテーマの創出であり、感染症の拡大予防という観点から社会的にも重要である。本研究の成果はカエルツボカビ症も含め様々な感染症の制御や発生予測の現場において活用できる。実際、バイオ燃料などとして期待される有用藻類の大量培養現場において寄生生物の混入は深刻な問題であり、寄生菌類の種同定から単離培養系の確立、制御に至るまで、本研究で得られた知見や確立した手法が活用された。今後も湖沼の保全や水質・水産資源管理の上で役立つことと期待する。

研究成果の概要(英文)：We investigated host-parasite relationships in lakes by combining Single-spore PCR and metabarcoding analysis. Field survey in Lake Biwa, Inba and Stechlin reveals diverse fungi and complex network between host and parasites which have different degree of host specificity. The isolated chytrids were all new clades including new order, genus and species. The dynamics of epidemics were regulated not only by environmental factors such as water temperatures and nutrients, but also by zooplankton, especially smaller rotifers and protists. Parasitic fungi influenced the quality and quantity of dissolved organic matters through changing host conditions and bacteria community composition.

研究分野：陸水生態学

キーワード：物質循環 生物多様性 ツボカビ 珪藻 DOM 感染症 琵琶湖 印旛沼

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

植物プランクトンには、ウィルスやバクテリア(細菌類)、菌類、原生生物など様々な生物が寄生するが、なかでもツボカビ門に属する菌類は湖沼生態系において重要である事が明らかになりつつある。植物プランクトンはツボカビに寄生されるとほぼ確実に死亡するため、植物プランクトンの個体群動態へ多大な影響を与える。その死滅量は時として膨大で、水圏の物質循環を改変しうる。しかし、いつ、どのような湖沼において、植物プランクトンへの菌類による感染症が蔓延するのかは定かではない。

DNA 解析技術の向上により、湖沼や海洋において植物プランクトンに寄生する菌類は予想以上に多様なことが明らかとなってきた。海洋においても、祖先的菌類の新門クリプト菌門(Cryptomycota)の提唱や、植物プランクトンに寄生する新種のツボカビが発見された。水圏にはまだまだ多様な寄生菌類が存在している可能性が高い。世界中で様々な感染症が蔓延拡大しており、植物プランクトンへの菌類による感染症の動態にも、地球温暖化に伴う水温上昇や富栄養化による栄養塩濃度や植物プランクトン密度の上昇が影響する事が予想される。しかし、感染症が近年増加しているのか定かではなく、環境変動と感染症の動態との関係性は明らかではない。

### 2. 研究の目的

本研究では、植物プランクトンとそれに寄生する多様な菌類に焦点をあて、様々な湖沼における両者の対応関係(宿主特異性)を遺伝子レベルで網羅的に把握するとともに、宿主-寄生関係に影響する環境要因を明らかにすることを目的とした。また植物プランクトンの防御機構と寄生菌類の宿主選好機構を検討し、異なる環境下での寄生メカニズムを解明した。これらの結果から植物プランクトンへの菌類による感染症の蔓延と環境要因との関係を予測し、実験とモデルにより検証することで、変動環境下における感染症の動態解明を目指した。

### 3. 研究の方法

#### 研究 : 菌類-植物プランクトンの宿主-寄生関係の網羅的解析

琵琶湖や印旛沼、Lake Stechlin(ドイツ)から湖水を採取し、菌類と植物プランクトンの遺伝子レベルでの対応関係(宿主特異性)を Single Cell PCR 法と次世代シーケンス解析により網羅的に解析した。

#### 研究 : 単離培養系の確立と培養実験による寄生メカニズムの解明

湖水から寄生菌類と植物プランクトンを単離し、2 者系での培養を確立した。単離培養に成功したツボカビのうち代表的な種について、分子系統解析、生活史観察、および電子顕微鏡観察による微細構造の観察に基づき分類・記載を行った。一部の系統については、先進ゲノム支援の助成を受け全ゲノム解析を試みた。感染実験により、単離した寄生菌類の宿主域、宿主特異性を検証した。三次元励起蛍光スペクトル法によりツボカビの寄生に伴う植物プランクトンが排泄する溶存有機物(DOM)の組成や量の変化を解析し、バクテリアの種組成の変遷との関係を調べた。

#### 研究 : 湖沼での寄生率と環境要因の関係、操作実験、感染症動態モデルの作成

琵琶湖や印旛沼、Lake Stechlin(ドイツ)において、定期的に試料を採取し、感染症の蔓延度合い(菌類の寄生率)と環境要因(水温、栄養塩濃度、捕食者、植物プランクトン多様性など)との関係を解析する。操作実験により水温や栄養塩、捕食者の有無が感染症の蔓延にどう影響するのかについて評価する。これらの結果を統合し、感染症モデルを構築した。

#### 4 . 研究成果

##### 研究 : 菌類-植物プランクトンの宿主-寄生関係の網羅的解析

植物プランクトンに寄生しているツボカビをセルソーターやフローサイトメーター、FlowCAMで識別しようとしたが、対象とする植物プランクトンの形態が多様であり、うまくいかなかった。顕微鏡下で蛍光染色により識別し写真撮影した上で、ピペットで植物プランクトンを1細胞(コロニー)ずつ拾うのがもっとも確実であった。

単離した植物プランクトンに寄生した菌類-細胞ずつからDNAを抽出し、シーケンス解析を行った(Single Spore PCR法)。シーケンスでは従来のサンガー法にくわえ、次世代シーケンサー(PacBio, Oxford Nanopore)による解析を比較検討した。その結果、Oxford Nanoporeをもちいることで、リボソームDNA全領域(>3500塩基対)をカバーする解析を精度高く行うことが可能となった(Wurzbacher et al. 2019)。さらに複数の配列を同時に解析できるため、宿主1細胞に付着する複数の菌類やバクテリア、宿主である藻類など生物群集の解析も可能となった。

いずれの湖沼にも多様な菌類が存在すること、菌類と植物プランクトンの関係は必ずしも1対1ではなく、多様な菌が一種の植物プランクトンに寄生する、もしくは一種の菌が多様な植物プランクトンに寄生するといった宿主特異性の低い菌も存在することが明らかとなった。寄生菌類に寄生する菌類(Hyperparasite)としてRozellaが確認できた。

##### 研究 : 単離培養系の確立と培養実験による寄生メカニズムの解明

単離したツボカビはほぼ全て新しい分類群であり、新種・新属・新科の提唱を行なった(Seto et al. 2017, 2018, 2020, Van den Wyngaerd et al. 2017, 2018)。感染実験により、これらの菌類の中には、1種の珪藻にしか寄生できないスペシャリストと、2種の珪藻両方に寄生できるジェネラリストが存在することが判明した。宿主である緑藻の遺伝子型を解析したところ、1種と考えていた緑藻類(*Eudorina*)が2種であったこと(*Yamagishiella*, *Eudorina*)が判明し、スペシャリストと考えていたツボカビは、複数の植物プランクトンに寄生するジェネラリストである結果に覆った。

珪藻に寄生するツボカビの全ゲノムを解析したが、バクテリアの混入が予想以上に問題となり、菌類の配列が十分得られなかった。無菌の緑藻(*Microglena*)に寄生するツボカビの全ゲノムを解析したところ、宿主のゲノムは多少混入したが、解析できる配列を得ることができた。藻類に寄生するツボカビのゲノムとしては世界で初めての解析結果となった。

ツボカビの寄生に伴い、DOMの組成は藻類由来の物質から腐殖物質へ推移すること、バクテリアも相互に影響することが明らかとなった(Senga et al. 2017)。

##### 研究 : 湖沼での寄生率と環境要因の関係、操作実験、感染症動態モデルの作成

琵琶湖とStechlin湖では、藻類の季節変動に対応して、優占する藻類それぞれに特異的な寄生菌類(スペシャリスト)が多く検出された。Stechlin湖では春は珪藻に寄生するツボカビが2-3種、初夏は緑藻に寄生するツボカビが5種、夏は藍藻に寄生するツボカビが1種類出現した。また陸上からスギの花粉が一気に流入する5月には、花粉を利用する腐生性のツボカビが優占的に出現した。一方、印旛沼では珪藻2種が常に優占し、その2種に寄生する菌類に10種類以上存在し、ツボカビだけでなくロゼラ菌やアフエリダ菌も検出された。

印旛沼とStechlin湖では菌類の出現パターンは大きく異なり、印旛沼では珪藻が優占している時期に多様な菌類が入れ替わり出現するのに対し、Stechlin湖では宿主(基質)の組成に対応して菌類が入れ替わることが明らかになった。印旛沼において、環境要因と寄生率の関係を解析した結果ツボカビの密度の変動には動物プランクトンの中でもワムシが関与している可能性が浮かび上がってきた。Stechlin湖においても、操作実験により動物プランクトンの中でもケンミジ

ンコとミジンコといった大型の甲殻類よりも、ワムシや原生生物など小型の種類がツボカビの寄生率に影響を与える可能性が出てきた。感染症の動態に影響する環境要因(水温、栄養塩濃度、捕食者)をオランダの3つの湖を対象に実験的に操作し、感染症蔓延との関係を調べた。その結果、栄養塩がツボカビを含めた菌類群集に最も影響を与えるが、富栄養な湖では水温や動物プランクトンの影響が顕著に出た。培養実験とモデル解析により、動物プランクトンがツボカビの感染動態に影響するかは、その種類や体サイズにより、小型の種類の方が感染症を抑制することが判明した(Frenken et al. 2019)。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 23件 / うち国際共著 16件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Taube Robert, Fabian Jenny, Van den Wyngaert Silke, Agha Ramsy, Baschien Christiane, Gerphagnon M?lanie, Kagami Maiko, Kr?ger Angela, Premke Katrin	4. 巻 41
2. 論文標題 Potentials and limitations of quantification of fungi in freshwater environments based on PLFA profiles	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Fungal Ecology	6. 最初と最後の頁 256 ~ 268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.funeco.2019.05.002">https://doi.org/10.1016/j.funeco.2019.05.002</a>	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 Seto K., Van Den Wyngaert S., Degawa Y., Kagami M.	4. 巻 5
2. 論文標題 Taxonomic revision of the genus Zygorhizidium: Zygorhizidiales and Zygothlyctidales ord. nov. (Chytridiomycetes, Chytridiomycota)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Fungal Systematics and Evolution	6. 最初と最後の頁 17 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.3114/fuse.2020.05.02">https://doi.org/10.3114/fuse.2020.05.02</a>	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 Frenken Thijs, Miki Takeshi, Kagami Maiko, Van de Waal Dedmer B., Van Donk Ellen, Rohrlack Thomas, Gsell Alena S.	4. 巻 101
2. 論文標題 The potential of zooplankton in constraining chytrid epidemics in phytoplankton hosts	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Ecology	6. 最初と最後の頁 e02900
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1002/ecy.2900">https://doi.org/10.1002/ecy.2900</a>	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 Grossart Hans-Peter, Van den Wyngaert Silke, Kagami Maiko, Wurzbacher Christian, Cunliffe Michael, Rojas-Jimenez Keilor	4. 巻 -
2. 論文標題 Fungi in aquatic ecosystems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Reviews Microbiology	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) <a href="https://doi.org/10.1038/s41579-019-0175-8">https://doi.org/10.1038/s41579-019-0175-8</a>	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 Wurzbacher Christian, Larsson Ellen, Bengtsson Palme Johan, Van den Wyngaert Silke, Svantesson Sten, Kristiansson Erik, Kagami Maiko, Nilsson R. Henrik	4. 巻 19
2. 論文標題 Introducing ribosomal tandem repeat barcoding for fungi	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Molecular Ecology Resources	6. 最初と最後の頁 118 ~ 127
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1111/1755-0998.12944">https://doi.org/10.1111/1755-0998.12944</a>	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 Senga Yukiko, Yabe Shiori, Nakamura Takaki, Kagami Maiko	4. 巻 145
2. 論文標題 Influence of parasitic chytrids on the quantity and quality of algal dissolved organic matter (AOM)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Water Research	6. 最初と最後の頁 346 ~ 353
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.08.037">https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.08.037</a>	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 Amend Anthony et al.	4. 巻 10
2. 論文標題 Fungi in the Marine Environment: Open Questions and Unsolved Problems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 mBio	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) 10.1128/mBio.01189-18	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 Van den Wyngaert Silke, Rojas-Jimenez Keilor, Seto Kensuke, Kagami Maiko, Grossart Hans-Peter	4. 巻 65
2. 論文標題 Diversity and Hidden Host Specificity of Chytrids Infecting Colonial Volvocacean Algae	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Eukaryotic Microbiology	6. 最初と最後の頁 870 ~ 881
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1111/jeu.12632">https://doi.org/10.1111/jeu.12632</a>	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 Kashiyama Yuichiro et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 Taming chlorophylls by early eukaryotes underpinned algal interactions and the diversification of the eukaryotes on the oxygenated Earth	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The ISME Journal	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) <a href="https://doi.org/10.1038/s41396-019-0377-0">https://doi.org/10.1038/s41396-019-0377-0</a>	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 Silke van den Wyngaert, Kensuke Seto, Keilor Rojas-Jimenez, Maiko Kagami, Hans-Peter Grossart	4. 巻 168
2. 論文標題 A new parasitic chytrid, <i>Staustromyces oculus</i> (Rhizophydiales, Staurastromycetaeae fam. nov.), infecting the freshwater desmid <i>Staurastrum</i> sp..	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Protist	6. 最初と最後の頁 392-407
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.protis.2017.05.001.	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 Akemi Iwayama, Hisako Ogura, Yukio Hirama, Chun-Wei Chang, Chih-hao Hsieh, Maiko Kagami	4. 巻 32
2. 論文標題 Phytoplankton species abundance in Lake Inba (Japan) from 1986 to 2016	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ecological Research	6. 最初と最後の頁 783-783
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11284-017-1482-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 該当する

1. 著者名 Ligua Cao, Nobuyoshi Ishii, Jian Zheng, Maiko Kagami, Shaoming Pan, Keiko Tagami, Shigeo Uchida	4. 巻 78
2. 論文標題 Vertical distributions of Pu and radiocesium isotopes in sediments from Lake Inba after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: Source identification and accumulation.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Applied Geochemistry	6. 最初と最後の頁 287-294
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apgeochem.2017.01.012	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 Otake Yurie, Kagami Maiko, Kuriyama Takeo, Yoshida Takehito	4. 巻 20
2. 論文標題 Spatial heterogeneity in induced defense of <i>Brachionus calyciflorus</i> within a single lake caused by a bed of floating-leaved macrophyte <i>Trapa</i> species	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Limnology	6. 最初と最後の頁 29 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1007/s10201-017-0534-y">https://doi.org/10.1007/s10201-017-0534-y</a>	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 Song Peixue, Tanabe Shoko, Yi Rong, Kagami Maiko, Liu Xin, Ban Syuhei	4. 巻 19
2. 論文標題 Fungal community structure at pelagic and littoral sites in Lake Biwa determined with high-throughput sequencing	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Limnology	6. 最初と最後の頁 241 ~ 251
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1007/s10201-017-0537-8">https://doi.org/10.1007/s10201-017-0537-8</a>	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 Frenken T, Alacid E, Berger SA, Bourne EC, Gerphagnon M, Grossart HP, Gsell AS, Ibelings BW, Kagami M, Kupper FC, Letcher PM, Loyau A, Miki T, Nejstgaard JC, Rasconi S, Rene A, Rohrlack T, Rojas Jimenez K, Schmeidler DS, Scholz B, Seto K, (略) Agha R	4. 巻 19
2. 論文標題 Integrating chytrid fungal parasites into plankton ecology. Research gaps and needs.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 3802-3822
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/1462-2920.13827	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 Kensuke Seto, Yousuke Degawa	4. 巻 59
2. 論文標題 <i>Pendulichytrium sphaericum</i> gen. et sp. nov. (Chytridiales, Chytriomycetaceae), a new chytrid parasitic on the diatom, <i>Aulacoseira granulata</i>	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Mycoscience	6. 最初と最後の頁 59-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) <a href="https://doi.org/10.1016/j.myc.2017.08.004">10.1016/j.myc.2017.08.004</a>	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 Kensuke Seto, Yousuke Degawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Collimyces mutans gen. et sp. nov. (Rhizophydiales, Collimycetaceae fam. nov.), a New Chytrid Parasite of Microglena (Volvocales, clade Monadinia)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Protist	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) 10.1016/j.protis.2018.02.006	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 Kensuke Seto, Maiko Kagami, Yousuke Degawa	4. 巻 64
2. 論文標題 Phylogenetic Position of Parasitic Chytrids on Diatoms: Characterization of a Novel Clade in Chytridiomycota	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 The journal of Eukaryotic Microbiology	6. 最初と最後の頁 383-393
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/jeu.12373	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 Kimiyo Matsukura, Dai Hirose, Maiko Kagami, Takashi Osono, Yuichi Yamaoka	4. 巻 26
2. 論文標題 Geographical distributions of rhytismataceous fungi on Camellia japonica leaf litter in Japan.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Fungal Ecology	6. 最初と最後の頁 37-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.funeco.2016.11.006	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 Michelle Maier, Kimiko Uchii, Tawnya Peterson, and Maiko Kagami	4. 巻 82
2. 論文標題 Evaluation of Daphnid Grazing on Microscopic Zoosporic Fungi using Comparative CT qPCR.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Applied and Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 3868-3874
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/AEM.00087-16	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 Maiko Kagami, Yasumichi Motoki, Helene Masclaux, Alexandre Bec	4. 巻 62
2. 論文標題 Carbon and nutrients of indigestible pollen are transferred to zooplankton by chytrid fungi.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Freshwater Biology	6. 最初と最後の頁 954-964
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/fwb.12916	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 Silke Van den Wyngaert, Kensuke Seto, Keilor Rojas-Jimenez, Maiko Kagami, Hans-Peter Grossart	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 A new parasitic chytrid, <i>Staurastromyces oculus</i> (Rhizophydiales, Staurastromycetaceae fam. nov.), infecting the freshwater desmid <i>Staurastrum</i> sp.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Protists	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.protis.2017.05.001	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 Senga Y, Moriai S, Naruoka C, Nedachi R, Terui S	4. 巻 18
2. 論文標題 Characterizing the photochemical degradation of aquatic humic substances from a dystrophic lake using excitation-emission matrix fluorescence spectroscopy and parallel factor analysis.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Limnology	6. 最初と最後の頁 97-110
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10201-016-0493-8	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 -

〔学会発表〕 計29件（うち招待講演 16件 / うち国際学会 12件）

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 植物プランクトン寄生性菌類の宿主特異性：宿主の遺伝的多様性はどこまで解明できるのか？
3. 学会等名 北海道大学低温科学研究所研究集会「環境微生物学における革新的手法および生態系保全における活用法」（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maiko Kagami
2. 発表標題 Homege to deep lake Maarsseveen: from Ellen's PhD thesis toward ecological study of chytrids
3. 学会等名 Perspectives in Aquatic Ecology (Symposium on the occation of the retirement of Ellen van Donk (NIOO-KNAW) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 陸域だけじゃない、水域でも重要な真菌類の多様性と機能
3. 学会等名 日本微生物生態学会第33回大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maiko Kagami
2. 発表標題 Keynote address: Swimming fungi: Potential drivers of aquatic food webs and biogeochemical cycles
3. 学会等名 Symposium of Aquatic Microbial Ecology (SAME) 16 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Maiko Kagami, Kensuke Seto, Silke van den Wyngaert, Keilor Rojas, Christian Wurzbacher, Hans-Peter Grossart
2. 発表標題 Dark matter fungi: Hidden diversity and functional roles in biogeochemical cycling in aquatic ecosystems
3. 学会等名 Microbiology Conference, Annual Conference 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 Dark matter fungi: 様々な時空間スケールで水生菌類の機能的多様性をとらえる
3. 学会等名 日本生態学会第66回全国大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 Dark matter fungi: 水生菌類の多様性と機能
3. 学会等名 北海道大学低温科学研究所研究集会「水環境の保全と再生に向けた環境微生物学・水環境学の最前線」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 MycoLoopの先へ、これから挑戦したいこと
3. 学会等名 日本陸水学会第83回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Maiko Kagami
2. 発表標題 Epidemic dynamics of chytrids in aquatic food webs
3. 学会等名 3rd plankton chytridiomycosis workshop (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Maiko Kagami, Silke van den Wyngaert, Kensuke Seto, Christian Wurzbacher, Hans-Peter Grossart
2. 発表標題 Single spore analysis reveals diverse host-parasite relationships between phytoplankton and fungi.
3. 学会等名 日本微生物生態学会第32回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Maiko Kagami
2. 発表標題 Diversity and functions of parasitic fungi in aquatic ecosystems
3. 学会等名 Marine Fungi Workshop (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鏡味麻衣子、瀬戸健介、三木健
2. 発表標題 感染症と生態系機能：生物多様性および食物網を考慮に入れたプランクトン感染症動態
3. 学会等名 日本生態学会第65回全国大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 瀬戸健介, 出川洋介, 鏡味麻衣子
2. 発表標題 珪藻寄生性ツボカビの多様性と生態学的機能—分類学的研究から動態解析へ—
3. 学会等名 日本生態学会第65回全国大会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鏡味麻衣子, 千賀有希子, Jason Woodhouse, Christian Wurzbacher, Hans-Peter Grossart
2. 発表標題 珪藻寄生性菌類がバクテリア群集構造およびDOM組成に与える影響
3. 学会等名 日本陸水学会第82回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岡崎一眞, 田辺雄彦, 鏡味麻衣子
2. 発表標題 印旛沼における <i>Microcystis aeruginosa</i> の遺伝的多様性と分布パターン
3. 学会等名 日本陸水学会第82回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀬戸健介, 鏡味麻衣子, 出川洋介
2. 発表標題 <i>Aulacoseira</i> 属珪藻寄生性ツボカビの系統的位罫および宿主特異性
3. 学会等名 日本陸水学会第82回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Peixue Song, Rong Yi, Shoko Tababe, Syuhei Ban, Maiko Kagami
2. 発表標題 Seasonal variation of fungal community, especially zoosporic fungi, in Lake Biwa based on LSU region of rDNA
3. 学会等名 日本陸水学会第82回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Maiko Kagami, Yukiko Senga, Jason Woodhouse, Christian Wurzbacher, Hans-Peter Grossart
2. 発表標題 Parasitic fungi modulate algal-bacterial interactions and DOM composition
3. 学会等名 15th Symposium on Aquatic Microbial Ecology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Silke Van den Wyngaert, Keilor Rojas-Jimenez, Maiko Kagami, Hans-Peter Grossart
2. 発表標題 Phylogenetic, morphological and host range diversity of three parasitic chytrids, infecting colonial volvocacean algae
3. 学会等名 15th International Congress of Protistology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kensuke Seto, Yousuke Degawa
2. 発表標題 A novel chytrid species parasitic on the green algae, <i>Microglena</i> (Volvocales)
3. 学会等名 15th International Congress of Protistology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Maiko Kagami, Daiki Nozaki, Kensuke Seto, Takaki Nakamura, Christian Wurzbacher
2. 発表標題 Single spore analysis reveals diversity and host specificity of parasitic fungi infecting phytoplankton
3. 学会等名 International Society of Limnology 2016 (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Maiko Kagami, Kensuke Seto, Christian Wurzbacher, Takaki Nakamura, Daiki Nozaki, Silke van den Wyngaert, Keilor Rojas, Hans-Peter Grossart
2. 発表標題 Generalist v.s. Specialist chytrids: Trade-off between host specificity and ecological traits
3. 学会等名 2nd Plankton Chytridiomycosis Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Grossart, H.P., Van den Wyngaert, S., Rojas-Jimenez, K., Bourne, C.L., Wurzbacher, C., Kagami, M
2. 発表標題 Chytrids in aquatic ecosystems: ubiquitous distribution in aquatic ecosystems?
3. 学会等名 2nd Plankton Chytridiomycosis Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Kensuke Seto, Maiko Kagami, Yousuke Degawa
2. 発表標題 Taxonomic study of parasitic chytrids on algae -Taxonomy of genus Zygorhizidium
3. 学会等名 2nd Plankton Chytridiomycosis Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Van den Wyngaert, S., Rojas-Jimenez, K., Grossart, H.P.
2. 発表標題 A tale of three chytrids and three ways of infecting one(?) host.
3. 学会等名 2nd Plankton Chytridiomycosis Workshop (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年



1. 発表者名 瀬戸健介、鏡味麻衣子、出川洋介
2. 発表標題 珪藻寄生性ツボカビの分類学的研究.環境配列のみで認識された新規クレードの実態解明
3. 学会等名 第28回日本菌学会関東支部年次大会（招待講演）
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 田辺雄彦，程木義邦，多田清志，佐野友春，渡邊信
2. 発表標題 アオコ形成ラン藻 <i>Microcystis aeruginosa</i> の汽水適応株の生理と多様性
3. 学会等名 日本藻類学会第41回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Song, P., S. Tanabe and S. Ban
2. 発表標題 Spatio-temporal variation in fungal communities in Lake Biwa based on high-throughput sequencing (優秀ポスター賞)
3. 学会等名 第81回日本陸水学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Peixue Song, Shoko Tanabe, Rong Yi, Syuhei Ban
2. 発表標題 Seasonal changes in microbial components including chytrid zoospores in Lake Biwa (Student poster award)
3. 学会等名 17th ISRLE (国際学会)
4. 発表年 2017年

## 〔図書〕 計1件

1. 著者名 塩野 正道(写真), 塩野 暁子(写真), 鏡味 麻衣子(監修)	4. 発行年 2016年
2. 出版社 山と溪谷社	5. 総ページ数 128
3. 書名 ときめく微生物図鑑	

## 〔産業財産権〕

## 〔その他〕

<p>横浜国立大学環境情報研究院水域生態学研究室  <a href="https://makagami.wixsite.com/mycoloop">https://makagami.wixsite.com/mycoloop</a>          東邦大学理学部生命圏環境科学科湖沼生態学研究室  <a href="http://www.lab.toho-u.ac.jp/sci/env/kagami/index.html">http://www.lab.toho-u.ac.jp/sci/env/kagami/index.html</a></p>
---

## 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	辻 彰洋 (Tuji Akihiro) (40356267)	独立行政法人国立科学博物館・植物研究部・研究主幹  (82617)	
研究分担者	出川 洋介 (Degawa Yosuke) (00311431)	筑波大学・生命環境系・准教授  (12102)	
研究分担者	朴 虎東 (Paku Hodon) (20262686)	信州大学・学術研究院理学系・教授  (13601)	

## 6. 研究組織 (つづき)

	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	千賀 有希子 (Senga Yukiko) (30434210)	東邦大学・理学部・准教授  (32661)	
研究分担者	伴 修平 (Ban Shuhei) (50238234)	滋賀県立大学・環境科学部・教授  (24201)	
研究分担者	田辺 雄彦 (Tanabe Yuhiko) (80391126)	筑波大学・藻類バイオマス・エネルギーシステム開発研究センター・主任研究員  (12102)	
研究分担者	細井 祥子 (田辺祥子) (Tanabe Shoko) (80423226)	滋賀県立大学・環境科学部・准教授  (24201)	
研究協力者	三木 健 (Miki Takeshi) (00815508)	龍谷大学・理工学部・教授	
研究協力者	瀬戸 健介 (Seto Kensuke)		