

令和 6 年 5 月 10 日現在

機関番号：34316

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20H03323

研究課題名（和文）水域生態系の宿主-寄生者系をモデルとした野外生態系動態の制御に向けた枠組み構築

研究課題名（英文）Development of a framework for controlling aquatic ecosystem dynamics using host-parasite systems as a model system

研究代表者

潮 雅之（Ushio, Masayuki）

龍谷大学・公私立大学の部局等・研究員

研究者番号：40722814

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）：本研究では、先進的な因果解析手法と網羅的な生態群集データを用い、野外生態系動態の制御を可能にする枠組みを示すことを目的とした。まず、既存の生物群集データの解析から、野外において制御対象となるツボカビおよびそれらと相互作用する生物を検出した。その後、制御対象のツボカビを単離培養し、人工水田に添加する野外操作実験を行った。操作実験前後の生物群集の変化を環境DNA分析により解析した結果、ツボカビに加えその他の生物にも変化が見られ、この変化は生物間相互作用の結果生じたと考えられた。本研究は、事前に因果解析を用いて系に起こる変化を予測することが効率的な水域生態系の制御につながる可能性を示している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、野外生態系から得られた生物群集データと先進的なデータ解析手法が、野外生態系のような複雑な系の将来予測や制御に資する可能性を提示した。学術的には「野外生態系の予測や制御をどのように高精度化するか」という問いに「網羅的モニタリングとデータ解析の融合」という一つの答えを提示した。また、社会的には「水域生態系において有害な生物（例、アオコ）や有益な生物（例、水産重要種）の将来変動を予測や制御を行う」ための基礎的枠組みを提示したという点で大きな意義がある。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to demonstrate a framework for predicting and controlling complex aquatic ecological dynamics under field conditions. Initially, we analyzed existing time series data of ecological communities and identified chytrid and other interacting organisms under field conditions. Subsequently, we isolated and cultured the target chytrid species from artificial rice plots and conducted field manipulation experiments by introducing them into the rice plots. Environmental DNA was used to analyze changes in the ecological community before and after the manipulation experiment. The study revealed changes induced not only in the target chytrid but also in other organisms, suggesting that interspecific interactions drove the changes. Our findings demonstrate the potential for efficient management and control of aquatic ecosystems through causal analysis for predicting changes in the system in advance.

研究分野：群集生態学・分子生態学・統計生態学

キーワード：生態系制御 宿主-寄生者系 非線形時系列解析 ツボカビ

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

野外生態系動態の駆動メカニズムを理解し、その予測に貢献することは生態学の大きな目的の一つである (Vellend 2016)。野外で観察される大規模な生態学的な現象、例えば植物プランクトン (McGowan *et al.* 2017) や昆虫の大発生 (Sword *et al.* 2010)、東南アジア熱帯林の一斉開花現象 (Sakai 2002) など、は様々な研究者の興味を引き、また社会的にも重要なインパクトがあるために長く研究されてきた。これらの研究は、野外観察・室内実験・理論モデルなどを含んでおり、そこから得られた知見は野外の生態系動態の予測に利用可能と考えられる。また、農学や応用生態学では、予測よりも困難な「系の制御」は重要な課題の一つであると考えられるが、開放系である野外生態系において動態を制御することは容易ではない。研究代表者は野外生態系の動態制御は二つの意義を持つと考えている。一つは制御を成功させることで、これまでの理解や予測が正しいことの証拠の一つとなる、という点である。もう一つはより応用的である。すなわち、制御により、系の状態を我々人間にとってより好ましい状態に近づけることができる、という点である。それぞれの意義は学問的・社会的に有益であり、従って野外生態系の動態制御を成功させることの意義は大きいと考えられる。

このような背景のもと、本研究では野外の系において動態制御を達成するための現実的な枠組みを提示するために研究を進めた。研究開始当初提案した枠組みとは、(1) 野外生態系の詳細なモニタリングデータ (時系列データ) を得て、(2) 時系列データに基づく因果解析によって、「野外条件下での」環境-生物間、および生物-生物間相互作用を網羅的に明らかにすることで、どの環境変数・生物種に介入を行えばどのような変化が生じるか、事前に明らかにする、そして最後に (3) 実際に野外生態系に介入操作を行い効果を確かめる、というものである。

研究代表者は、これまで野外生態系モニタリングの基盤技術の開発 (例. Ushio *et al.* 2018b) と、得られたモニタリングデータの解析方法の開発 (例. Ushio *et al.* 2018a)、またそれらの適用を行ってきた (例. Kitayama *et al.* 2021; Ushio *et al.* 2018a)。また、共同研究者は本研究の制御対象である水域生態系におけるツボカビなど菌類の生態に卓越した知見を有している (Kagami *et al.* 2014)。本研究では研究メンバーの持つこれら卓越した知見・技術を元に「野外生態系動態の制御」という挑戦的な課題に取り組んだ。

2. 研究の目的

本研究の目的は、(1) 既存の生態系モニタリングデータを元に、生物種間に生じる相互作用ネットワークを推定し、(2) そのネットワークを構成する種を単離・培養し、(3) 系に実際に介入操作 (野外操作実験) を行い、(4) その結果を観測すること、である。目的 (4) を行うことで、実際にデータ解析から想定される変化が野外操作実験によって引き起こされたかどうかを検証することができる。目的 (1) - (4) が達成されれば、野外生態系を制御するための枠組みを一つ提示できたと考えることができる。

3. 研究の方法

本研究ではまず、滋賀県大津市にある京都大学生態学研究センターの圃場で、人工水田から得られた高頻度かつ定量的な野外生物群集モニタリングデータを解析した (図 1)。

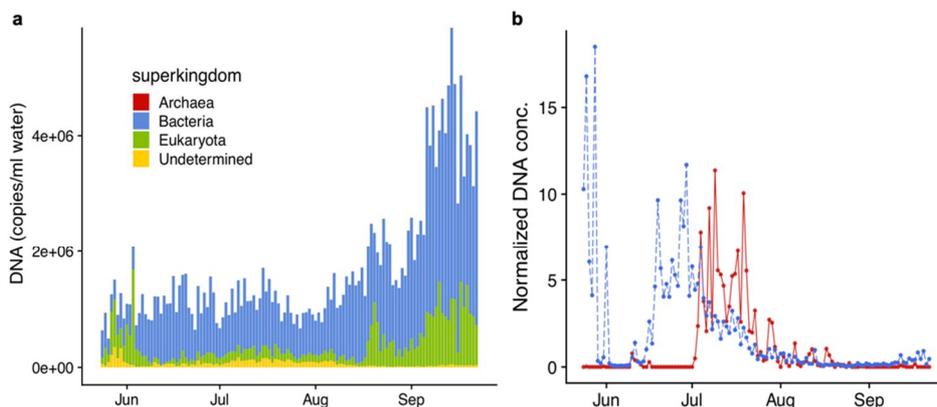


図 1. 人工水田から得られた高頻度・網羅的・定量的な生物群集の時系列データ。(a) 各分類群の DNA 濃度の時系列データ。(b) プロット内でのツボカビ (赤の実線) と藻類 (青の破線) の動態。

この時系列データは実験水田から1日1回取得された水サンプルを定量的な環境DNA分析手法によって解析したもので、1000種以上の生物が検出されている (Ushio 2022)。本研究では、このデータ内で特徴的な動態を示し、かつ水域生態系の生物群集動態や物質循環に重要な役割を果たすことがわかっているツボカビ (Kagami *et al.* 2014) を主な研究ターゲットとした。このデータを情報理論に基づいた時系列因果検出法 (Osada *et al.* 2023) で解析し、ツボカビの個体群動態に介入した際に起こり得る変化を事前に解析した。その後、野外操作実験で使用するためのツボカビの単離培養を行った。具体的には Ushio (2022) が行われたものと同様人工水田を同じ圃場に再現し、そこから得られる水サンプルからツボカビを単離・培養した (図 2a)。単離・培養したツボカビを人工水田に接種し (図 2b、野外操作実験) この野外操作実験前後で系内の生物群集の動態を定量的な環境DNAメタバーコーディングの手法を用いて詳細にモニタリングすることで、どのような変化が系内に生じたか解析を行った。



図 2. (a) 単離培養したツボカビ。(b) 野外操作実験が行われた人工水田。ツボカビ添加区5つ、対照区5つ。

4. 研究成果

まず、すでに取得済みの生物群集時系列データを因果解析することで、ツボカビとその他生物間の屋外環境における因果関係の検出を行った。データ解析には情報理論を応用した Unified Information-theoretic Causality (UIC)を利用した (Osada *et al.* 2023)。合計 1000 種以上を含むこの時系列データの中には 10 種のツボカビの仲間が含まれており、それらに着目してツボカビに影響を及ぼす種・ツボカビから影響を受ける種を検出した。解析の結果、ツボカビ各種には平均して 14 種程度の「ツボカビに影響を与える種」と 13 種程度の「ツボカビからの影響を受ける種」が含まれていることがわかった。それらの配列を精査した結果、海の珪藻に寄生するツボカビと近縁な配列を持つものが、水田内の他の生物と比較的強い因果関係を持つことがわかった。その後、これらのツボカビの人工水田から単離・培養を試みた結果、4 株のツボカビを単離培養することに成功した (図 2a)。培養されたツボカビをインキュベータで保持し、そのうち 1 株を野外操作実験に用いた (図 2b)。

これらの野外観測・単離培養と並行して、操作実験の経過を効率的にモニタリングするために、環境 DNA 分析を迅速化・簡便化するための技術開発も同時に進めた。その結果、実験手法・データ解析手法両面における改善が見られ、実験手法では環境 DNA メタバーコーディングのためのシーケンス用 DNA ライブラリの構築のための迅速化プロトコルの開発に成功した (Ushio *et al.* 2022)。データ解析では、特定の分類群の生物が既存のユニバーサルプライマーで増幅可能かどうかを迅速に判定するためのデータ解析パイプラインを構築し、R パッケージとして公開した (<https://zenodo.org/doi/10.5281/zenodo.5915125>)。

ツボカビの野外添加実験 (図 2) は以下の実験設定で行われた。ツボカビ添加区・非添加区の 2 処理区を各 5 反復用意し、水の採取・濾過は実験開始前・開始直後・実験後 1・3・7・13 日の計 6 回行った。コンタミの有無を確認するために採水時に同時に蒸留水を採取し、ネガティブコントロール (NC) とした。合計 66 サンプル (2 処理区 × 5 反復 + 1 NC) × 6 サンプルング) を取得した。その後、サンプルから環境 DNA を抽出し、定量環境 DNA メタバーコーディングを実施した。

得られたデータを解析した結果、ツボカビ添加 3 時間後と 1 日後において、ツボカビ DNA 濃度の顕著な上昇がみられ、野外操作実験により系内のツボカビ密度の上昇を引き起こすことに成功したことが判明した (図 3)。また、直接操作を施していないツボカビ以外の生物についても変化がみられた。例えば、Naemateliaceae 科の菌類はツボカビ添加区では添加後 13 日を経ても

相対優占度が非添加区に比べて低いままであった。また、Sporidiobolaceae 科の菌類は添加直後に顕著な相対優占度の低下が見られた。これらは、ツボカビの系への導入が生物間相互作用を介して群集構造を変化させた可能性を示唆する。

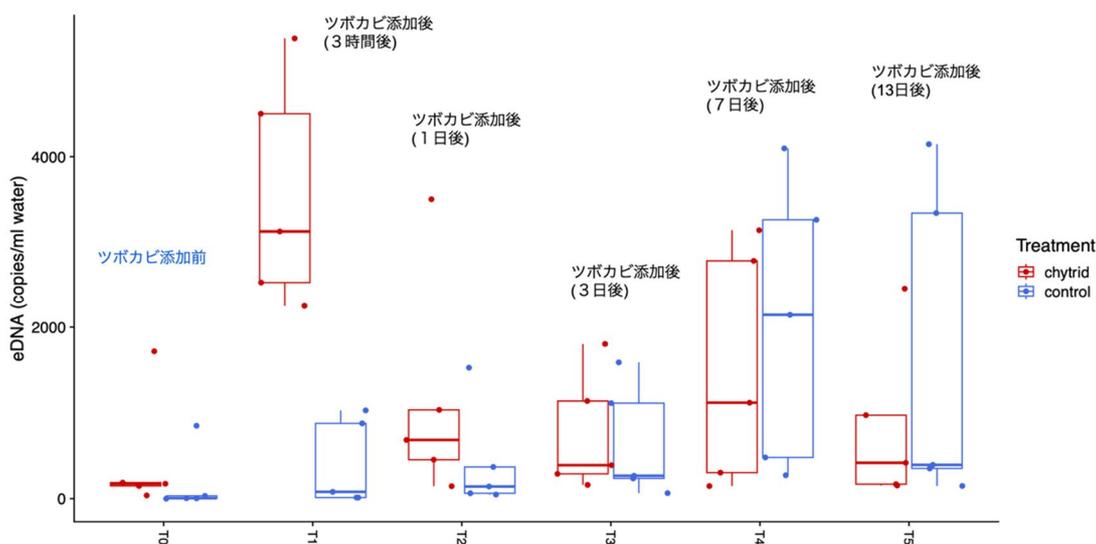


図3. ツボカビ添加後の人工水田内のツボカビDNA濃度。赤がツボカビ接種区、青が対照区。

今回得られた成果は、野外生態系においてどのような枠組みを用いればその動態を制御するか、について重要な示唆を有する。すなわち、望ましい変化を起こしうる生物について、事前の網羅的モニタリングとデータ解析によって明らかにできる可能性があり、今後の研究においてもこの方向性をより詳細に検討していく価値があると考えている。また、今回得られたデータについて、当初のデータ解析では予測しきれなかった変化が系内に起きている可能性もあり、さらなるデータ解析がより有益な知見をもたらす可能性も十分に秘めている。本研究によって示された枠組みに沿って研究を進めることで、より制御が難しいと考えられてきた様々な系、例えば微生物生態系などについてもその予測・制御への道が拓かれることが期待される。

引用文献

- Kagami, M., Miki, T. & Takimoto, G. (2014). Mycoloop: chytrids in aquatic food webs. *Front. Microbiol.*, 5.
- Kitayama, K., Ushio, M. & Aiba, S.-I. (2021). Temperature is a dominant driver of distinct annual seasonality of leaf litter production of equatorial tropical rain forests. *Journal of Ecology*, 109, 727–736.
- McGowan, A.J., Deyle, R.E., Ye, H., Carter, L.M., Perretti, R.C., Seger, D.K., *et al.* (2017). Predicting coastal algal blooms in southern California. *Ecology*, 98, 1419–1433.
- Osada, Y., Ushio, M. & Michio, K. (2023). A unified framework for nonparametric causality detection. *bioRxiv*, 2023.04.20.537743.
- Sakai, S. (2002). General flowering in lowland mixed dipterocarp forests of South-east Asia. *Biological Journal of the Linnean Society*, 75, 233–247.
- Sword, G.A., Lecoq, M. & Simpson, S.J. (2010). Phase polyphenism and preventative locust management. *J Insect Physiol*, 56, 949–957.
- Ushio, M. (2022). Interaction capacity as a potential driver of community diversity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 289, 20212690.
- Ushio, M., Furukawa, S., Murakami, H., Masuda, R. & Nagano, A.J. (2022). An efficient early-pooling protocol for environmental DNA metabarcoding. *Environmental DNA*, 4, 1212–1228.
- Ushio, M., Hsieh, C., Masuda, R., Deyle, E.R., Ye, H., Chang, C.-W., *et al.* (2018a). Fluctuating interaction network and time-varying stability of a natural fish community. *Nature*, 554, 360–363.
- Ushio, M., Murakami, H., Masuda, R., Sado, T., Miya, M., Sakurai, S., *et al.* (2018b). Quantitative monitoring of multispecies fish environmental DNA using high-throughput sequencing. *Metabarcoding and Metagenomics*, 2, e23297.
- Vellend, M. (2016). *The Theory of Ecological Communities*. Monographs in Population Biology. Princeton University Press.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 16件／うち国際共著 10件／うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 Ushio Masayuki	4. 巻 289
2. 論文標題 Interaction capacity as a potential driver of community diversity	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	6. 最初と最後の頁 20212690
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1098/rspb.2021.2690	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 Klawonn Isabell, Dunker Susanne, Kagami Maiko, Grossart Hans-Peter, Van den Wyngaert Silke	4. 巻 early view
2. 論文標題 Intercomparison of Two Fluorescent Dyes to Visualize Parasitic Fungi (Chytridiomycota) on Phytoplankton	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Microbial Ecology	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） 10.1007/s00248-021-01893-7	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 Kagami Maiko, Seto Kensuke, Nozaki Daiki, Nakamura Takaki, Wakana Hirano, Wurzbacher Christian	4. 巻 66
2. 論文標題 Single dominant diatom can host diverse parasitic fungi with different degree of host specificity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Limnology and Oceanography	6. 最初と最後の頁 667 ~ 677
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/lno.11631	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 Karpov, S. A., Vishnyakov, A. E., Rene, A. R., Seto, K., Alacid, E., Paloheimo, A., Kagami, M., Kremp, A. & Garces, E.	4. 巻 20
2. 論文標題 Parasitoid chytridiomycete <i>Ericiomyces syringoforeus</i> gen. et sp. nov. has unique cellular structures to infect the host	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Mycological Progress	6. 最初と最後の頁 95 ~ 109
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s11557-020-01652-x	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 Sanchez Barranco Virginia, Van der Meer Marcel T. J., Kagami Maiko, Van den Wyngaert Silke, Van de Waal Dedmer B., Van Donk Ellen, Gsell Alena S.	4. 巻 194
2. 論文標題 Trophic position, elemental ratios and nitrogen transfer in a planktonic host?parasite?consumer food chain including a fungal parasite	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Oecologia	6. 最初と最後の頁 541 ~ 554
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00442-020-04721-w	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 Kensuke, Matsuzawa Toshihiro, Kuno Hitoshi, Kagami Maiko	4. 巻 171
2. 論文標題 Morphology, Ultrastructure, and Molecular Phylogeny of Aphelidium collabens sp. nov. (Aphelida), a Parasitoid of a Green Alga Coccomyxa sp.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Protist	6. 最初と最後の頁 125728 ~ 125728
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.protis.2020.125728	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 Ushio Masayuki, Furukawa Saori, Murakami Hiroaki, Masuda Reiji, Nagano Atsushi J.	4. 巻 4
2. 論文標題 An efficient early pooling protocol for environmental <sc>DNA</sc> metabarcoding	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental DNA	6. 最初と最後の頁 1212 ~ 1228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/edn3.337	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 Van den Wyngaert Silke, Ganzert Lars, Seto Kensuke, Rojas-Jimenez Keilor, Agha Ramsy, Berger Stella A, Woodhouse Jason, Padisak Judit, Wurzbacher Christian, Kagami Maiko, Grossart Hans-Peter	4. 巻 16
2. 論文標題 Seasonality of parasitic and saprotrophic zoospore fungi: linking sequence data to ecological traits	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The ISME Journal	6. 最初と最後の頁 2242 ~ 2254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41396-022-01267-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 該当する

1. 著者名 Rene Albert, Alacid Elisabet, Vishnyakov Andrey E., Seto Kensuke, Tcvetkova Victoria S., Gordi Jordina, Kagami Maiko, Kremp Anke, Garces Esther, Karpov Sergey A.	4. 巻 120
2. 論文標題 The new chytridiomycete <i>Paradinomyces triforaminorum</i> gen. et sp. nov. co-occurs with other parasitoids during a <i>Kryptoperidinium foliaceum</i> (Dinophyceae) bloom in the Baltic Sea	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Harmful Algae	6. 最初と最後の頁 102352 ~ 102352
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.hal.2022.102352	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 Kensuke, Nakada Takashi, Tanabe Yuuhiko, Yoshida Masaki, Kagami Maiko	4. 巻 114
2. 論文標題 <i>Aphelidium parallelum</i>, sp. nov., a new aphelid parasitic on selenastracean green algae	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Mycologia	6. 最初と最後の頁 544 ~ 555
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00275514.2022.2039487	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 Kobayashi Kino, Takeuchi Nozomu, Kagami Maiko	4. 巻 13
2. 論文標題 High prevalence of parasitic chytrids infection of glacier algae in cryoconite holes in Alaska	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 3973
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-30721-w	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 Klawonn Isabell, Van den Wyngaert Silke, Iversen Morten H., Walles Tim J. W., Flintrop Clara M., Cisternas-Novoa Carolina, Nejstgaard Jens C., Kagami Maiko, Grossart Hans-Peter	4. 巻 6
2. 論文標題 Fungal parasitism on diatoms alters formation and bio?physical properties of sinking aggregates	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Communications Biology	6. 最初と最後の頁 206
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42003-023-04453-6	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 Ushio Masayuki, Watanabe Kazufumi, Fukuda Yasuhiro, Tokudome Yuji, Nakajima Kohei	4. 巻 10
2. 論文標題 Computational capability of ecological dynamics	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Royal Society Open Science	6. 最初と最後の頁 221614
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1098/rsos.221614	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 Ushio Masayuki, Sado Testuya, Fukuchi Takehiko, Sasano Sachia, Masuda Reiji, Osada Yutaka, Miya Masaki	4. 巻 12
2. 論文標題 Temperature sensitivity of the interspecific interaction strength of coastal marine fish communities	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 RP85795
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.85795	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 Ushio Masayuki, Saito Hiroki, Tojo Motoaki, Nagano Atsushi J	4. 巻 12
2. 論文標題 An ecological network approach for detecting and validating influential organisms for rice growth	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 eLife	6. 最初と最後の頁 RP87202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7554/eLife.87202	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 Nakanishi Hiroaki, Seto Kensuke, Takeuchi Nozomu, Kagami Maiko	4. 巻 14
2. 論文標題 Novel parasitic chytrids infecting snow algae in an alpine snow ecosystem in Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Microbiology	6. 最初と最後の頁 1201230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fmicb.2023.1201230	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 -

〔学会発表〕 計20件（うち招待講演 12件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 潮雅之
2. 発表標題 テトラヒメナ個体群が持つ情報処理能力の定量化とその利用
3. 学会等名 第69回日本生態学会大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 潮雅之
2. 発表標題 Ecological Reservoir Computing: 微生物による近未来予測
3. 学会等名 京大大学生態学研究センター共同利用ワークショップ（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 潮雅之
2. 発表標題 環境DNAメタバーコーディングのライブラリ調整迅速化・省力化に向けて
3. 学会等名 第4回 山口大学・環境DNA研究センターシンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 藻類にとりつく様々な菌類たち：宿主寄生者関係と生態系への影響
3. 学会等名 日本藻類学会第46回大会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 潮雅之
2. 発表標題 生物群集ネットワークの多様性と動態を説明する相互作用容量仮説
3. 学会等名 ネットワーク科学セミナー2020 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 みんなのジュニア生態学講座 「見えると楽しい! 目に見えない水中の微生物」
3. 学会等名 日本生態学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 潮雅之
2. 発表標題 Biodiversity monitoring, time series analysis, and the sustainability of ecosystem and society
3. 学会等名 2022年白眉プロジェクト年次報告会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masayuki Ushio
2. 発表標題 Environmental DNA and statistical modeling enable monitoring and forecasting of complex aquatic ecosystem dynamics
3. 学会等名 2022 Hong Kong Inter-University Postgraduate Symposium in Life Science (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 潮雅之
2. 発表標題 生態系の情報処理能力の定量化とその利用に向けた挑戦
3. 学会等名 統計研統計思考院ワークショップ「数学を用いる生物学」（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 潮雅之
2. 発表標題 環境DNAモニタリング技術の開発と応用: サンプルング・ラボ実験から配列解析・統計解析まで
3. 学会等名 定量生物学の会年会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maiko Kagami
2. 発表標題 The roles of chytrids in aquatic ecosystems
3. 学会等名 Chytrid workshop (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Maiko Kagami、Manabu Mochizuki、Shunsuke Matsuoka、Kensuke Seto、Hideyuki Doi、Jotaro Urabe
2. 発表標題 Disentangling the relative importance of water quality and spatial factors on aquatic fungal assemblages across 50 reservoirs
3. 学会等名 SIL (International Society of Limnology) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 橋爪達郎、伴修平、大塚泰介、瀬戸健介、三木健、鏡味麻衣子
2. 発表標題 琵琶湖におけるMicrasteriasおよびStaurastrumの鉛直分布とツボカビとの関係
3. 学会等名 第86回日本陸水学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masayuki Ushio, Testuya Sado, Takehiko Fukuchi, Sachia Sasano, Reiji Masuda, Yutaka Osada, Masaki Miya
2. 発表標題 Temperature sensitivity of the interspecific interaction strength of coastal marine fish communities
3. 学会等名 The eDNA Society International Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Masayuki Ushio, Testuya Sado, Takehiko Fukuchi, Sachia Sasano, Reiji Masuda, Yutaka Osada, Masaki Miya
2. 発表標題 Temperature sensitivity of the interspecific interaction strength of coastal marine fish communities
3. 学会等名 第71回日本生態学会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 琵琶湖から広がる泳ぐカビの世界: ツボカビの謎に迫る
3. 学会等名 第22回生態学琵琶湖賞授賞式・受賞記念公演(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田原将初、瀬戸健介、下出信次、高山佳樹、鏡味麻衣子
2. 発表標題 相模湾の珪藻ブルーム終息の鍵は寄生性ツボカビか
3. 学会等名 2023年日本海洋学会秋季大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中駿、宮原裕一、小熊宏之、鏡味麻衣子
2. 発表標題 諏訪湖における湖面カメラを用いたアオコ・花粉モニタリング手法の検討
3. 学会等名 第87回日本陸水学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鏡味麻衣子
2. 発表標題 泳ぐカビの世界:ツボカビの謎に迫る
3. 学会等名 明治大学科学技術研究所 公開講演会「パラサイト;生態系の舞台裏」(招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田原将初、瀬戸健介、下出信次、高山佳樹、鏡味麻衣子
2. 発表標題 相模湾における菌類の鉛直分布、季節変動:珪藻との宿主 寄生者関係
3. 学会等名 第71回日本生態学会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 鏡味麻衣子	4. 発行年 2021年
2. 出版社 共立出版	5. 総ページ数 190
3. 書名 植物プランクトン研究法（生態学フィールド調査法シリーズ）	

〔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	鏡味 麻衣子 (Kagami Maiko) (20449250)	横浜国立大学・大学院環境情報研究院・教授 (12701)	

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			
ドイツ	Technical University of Munich	IGB-Berlin		
オランダ	Netherlands Institute of Ecology			
スペイン	Institut de Ciencies del Mar			