

令和 5 年 6 月 20 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K06091

研究課題名（和文）流水域における環境変化に応答した水生植物の多様性の変化予測

研究課題名（英文）Change prediction of aquatic plant diversity in response to environmental changes of streams and rivers

研究代表者

芹澤 如比古（Serisawa, Yukihiro）

山梨大学・大学院総合研究部・准教授

研究者番号：80408012

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では流水域における環境変化の結果起こり得る水生植物の多様性の変動を予測することを目的に、山梨県全域で水環境と水生植物の現地調査を行うとともに、在来種および外来種の生理実験を行った。その結果、県内の河川・水路230地点の環境と水草・大型藻類の種組成を明らかにすることができ、生理実験は継続中であるが、今後、温度上昇や水質汚濁に対する種毎の適応特性を把握することで、その様な環境変化に応答した水草・大型藻類の多様性の変化を予測できるであろう。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国内でも水生植物や淡水藻の生育地や形態的特徴に関する情報は少なく、国内外の研究機関に保管されている押葉標本やプレパラート標本も少ないので、本研究で作製された標本は今後、国内外に基礎生物学的知見を提供できるだけでなく、DNAの抽出も可能な貴重な資料となり得る。また、水生植物の光合成測定方法として本研究により確立されつつある2つの方法（発生酸素量の測定とクロロフィル蛍光活性の測定）を併せて用いる手法は、対象植物の真の光合成特性を詳しく明らかにすることができるため、環境変動の影響予測が可能となり、保全対策にも役立つであろう。

研究成果の概要（英文）：In order to predict possible changes in the diversity of water weeds as a result of environmental changes in river basins, we conducted field surveys of the water environments and water weeds throughout Yamanashi Prefecture and physiological experiments of native and exotic species. The environments and the species compositions of aquatic plants and macroalgae were clarified at 230 points of rivers and channels in this prefecture. Physiological experiments are still ongoing, but in the future, it will be possible to predict changes in the diversity of aquatic plants and macroalgae in response to such environmental changes by understanding the adaptation characteristics of each species to temperature rise and water pollution.

研究分野：植物生理生態学

キーワード：環境応答 水生植物相 水質環境 光合成温度特性 光合成光特性 淡水大型藻 水草

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、人間活動により陸水環境は大きく変貌し、陸水生態系を支える水生植物の減少傾向が憂慮されており、日本では生育する水草 269 種の内 108 種、車軸藻類約 80 種の内 62 種が絶滅の危機に瀕している。また、河川や水辺には外来植物の侵入が特に著しいことが指摘されている。

これまで水生植物の光合成特性と環境との関係については、水温上昇に伴う光補償点の上昇により、高温になる程多くの光量が生存に必要なこと、水質悪化による水中光量の減少により、分布限界水深が浅くなるなど、温度や光量などの光合成制限要因に対する光合成特性が明らかにされつつある。また、日中の活発な光合成により、水生植物が繁茂する陸水環境では低 CO<sub>2</sub>・高 O<sub>2</sub> 濃度環境となりやすいことが明らかにされてきた。地史的環境変動に伴い、陸に上がった植物が乾燥ストレスや低 CO<sub>2</sub> 濃度へ適応してきたように、水生植物でも HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> の利用や、C4 や CAM 光合成様の炭酸同化を行なうことにより、効率的な炭酸同化を行なう機構を獲得したものの存在が、近年、知られるようになった。しかしこのような環境に適応した光合成機構を身に付けた水生植物として知られているものは現時点ではまだごく一部で、それぞれの水生植物が独特な水辺環境においてどのような戦略で生き抜いているのかは不明な点が多い。また周囲の環境が様々な上、形状も多様な河川や湖沼などで実際に光合成制限要因がどのような挙動をしているものかもほとんどわかっていない。

### 2. 研究の目的

河川や水路に生育する水生植物の在来種および外来種に関して、光合成や生長などの生理的特性と種組成や生育量の現状、それらの生育環境（水質、流速、流量、湧水量や護岸の形状、周囲の開発の状態など）との関係性といった生態的特性を詳らかにし、その解析から環境変動の結果起こり得る水生植物の多様性の変化を予測することを目的とする。

### 3. 研究の方法

本州中央部の内陸に位置する山梨県には富士川、相模川、多摩川の 3 水系が存在し、山岳域を流れる上流部から甲府盆地を流れる中流部にかけて多くの小河川や水路があり、それらは山間部や市街地など様々な環境に囲まれている。そこで、山梨県内全域に多数の調査定点を設定して流水域の環境と水生植物についての現地生態調査を行い、併せて CO<sub>2</sub> 濃度、pH、温度、光を変えた水生植物の光合成や生長の生理実験を行う。

### 4. 研究成果

2020 年度は、山梨県内の富士川水系の河川・水路において 98 地点を設定し、各地点で河道に沿って 100m を踏査して水草・大型藻類の目視確認と証拠標本の採集を行うとともに、生育環境として、水深、水温、流速、pH、電導度、濁度、底質、標高、緯度経度を測定または確認した。また、各地点間の種組成の群集類似度（Jaccard 指数）によるクラスター解析を R 環境下で行った。その結果、山梨県内の富士川水系の河川から水草 32 種、大型藻 16 種の計 48 種を確認することができた。このうちミズアオイ、カワヂシャ、シャジクモ、オオイシソウの 4 種は環境省レッドリストに掲載されている希少種であった。確認地点数が多かった水草はオランダガラシが 56 地点、ツルヨシが 55 地点、カワヂシャ（準絶滅危惧種）

が 30 地点，オオカワヂシャ（特定外来種）が 25 地点，ヨシとコカナダモが 23 地点，大型藻はカモジシオグサが 42 地点，サヤミドロ属 spp. が 35 地点，ミゾジュズモとアオミドロ属 spp. が 20 地点であり，これらの種が県内の多くの河川に分布していることがわかった。各河川の確認種数は大堀川で 16 種（水草 11 種，大型藻 5 種）と最大，次いで流川が 13 種（水草 8 種，大型藻 5 種）であり，1 地点あたりの平均確認種数は 5.5 種（水草 3.8 種，大型藻 1.8 種）であった。クラスター解析の結果，3 つの大きなまとまりが形成された。大型藻を多く確認した地点が含まれているまとまりがグループ A，水草を多く確認した地点が含まれているまとまりのうち，沈水植物を多く確認した地点が含まれるまとまりがグループ B，抽水植物を多く確認した地点が含まれるまとまりがグループ C であった。これら 3 グループ間の環境要因を比較すると，標高についてはグループ A とグループ B の間で有意差が認められたが，他の環境項目では有意差は認められなかった。

2021 年度は，山梨県内の 55 河川 80 地点において，水草，大型藻，河川域における侵略的外来植物 12 種（国土交通省が定める河川生態系において影響・被害の大きい外来植物および対策を優先すべき外来植物：ポタンウキクサ，ホテイアオイ，シナダレスズメガヤ，イタチハギ，ハリエンジュ，アレチウリ，オオカワヂシャ，オオブタクサ，オオキンケイギク，オオハンゴンソウ，ナルトサワギク，セイタカアワダチソウ）の分布と生育環境（水温，電気伝導率，塩分，濁度，pH，河川敷幅，流路幅，流速，CO<sub>2</sub> 濃度，緯度経度，標高）の現地調査を行った。本調査により山梨県からポタンウキクサ，ホテイアオイ，オオハンゴンソウ，ナルトサワギクを除く侵略的外来植物 8 種が確認され，出現地点数の多かったオオブタクサ：42 河川 62 地点，セイタカアワダチソウ：40 河川 56 地点，ハリエンジュ：36 河川 51 地点，アレチウリ：27 河川 48 地点は優占種と判断された。水草は上述のオオカワヂシャを除き 31 種確認され，出現地点数の多かったツルヨシ：46 河川 63 地点が優占種と判断された。特定外来生物のオオフサモが 1 地点で確認された。大型藻は 23 分類群が確認され，出現地点数の多かったシオグサ属：35 河川 40 地点とサヤミドロ属：33 河川 40 地点が優占種と判断された。絶滅危惧 類のオオイシソウと準絶滅危惧のタンスイベニマダラがそれぞれ 1 地点で確認された。種組成によるクラスター解析の結果，本調査地点は大きく 4 つのグループに区分され，侵略的外来植物の平均確認種数が多かったグループ D には水草や大型藻が確認されなかった地点が含まれ，ほとんどの地点が甲府盆地に集中していた。また，水草・大型藻の多かったグループ B はほとんどの地点が峡南地域の富士川かその近傍に集中しており，他のグループに比べ，水温，塩分，EC，pH の平均値はやや高く，標高や流速はやや低いことがわかった。

2022 年度は 1)2019 年より継続してきた山梨県内における在来種のカワヂシャ（準絶滅危惧）と，外来種のオランダガラシ（重点対策外来種）およびオオカワヂシャ（特定外来生物，緊急対策外来種）の目視確認調査とそのデータの取りまとめを行うとともに，2)水草・大型藻類の生理実験および，3)県内河川・水路の環境測定と水草・大型藻類のフローラ調査とそのデータの取りまとめを行った。

1)の目視確認調査は山梨県内の水路を含む 605 河川 874 地点で 3 種の花期である 4 月下旬～5 月上旬を中心に補足的に 10 月まで行った。2022 年までにカワヂシャの生育を 114 地点で確認することができた。しかし，カワヂシャは 51 地点（45%）ではオランダガラシと，13 地点（11%）ではオオカワヂシャと，33 地点（29%）では両種と混生しており，カワヂシャのみが生育していた地点は僅か 17 地点（15%）に留まった。オランダガラシは 266 地点，オオカワヂシャは 112 地点で確認され，オランダガラシのみが確認されたのは 152 地

点，オカワヂシャのみが確認されたのは 33 地点であった。

2)生理測定実験は，2022 年に水草・大型藻類数種でプロダクトメーターとパルス変調クロロフィル蛍光測定による光合成測定実験と，栽培実験を行ったが，種毎の明確な生理的な差異を導き出すまでには至らなかった。

3)フローラ調査と環境測定は 2022 年までに山梨県内の河川・水路の計 230 地点で行い，絶滅危惧 類 2 種（オオイシソウとシャジクモ）と準絶滅危惧 3 種（カワヂシャ，ミズアオイ，タンスイベニマダラ）を含む計 72（水草 45，大型藻 27）種（分類群）を確認し，標本を作成するとともに，それらの生育環境について明らかにした。

今後も生理実験を継続して行い，温室効果ガスである二酸化炭素の上昇や，温度上昇，水質汚濁に対する種毎の適応特性を把握することで，その様な環境変化に応答した水草・大型藻類の多様性の変化を予測していきたい。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 芹澤如比古, 池田大誠, 松井悠一郎, 森下祐太郎, 芹澤(松山)和世	4. 巻 70
2. 論文標題 山梨県甲府市におけるカワモズク科藻類の初記録	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 藻類	6. 最初と最後の頁 38-43
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 芹澤如比古, 松井悠一郎, 中村誠司, 森下祐太郎, 芹澤(松山)和世	4. 巻 31
2. 論文標題 甲府市相川で確認された大型藻および水生・湿生・陸生植物	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山梨大学教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 109-126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34429/00004960	査読の有無 無
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 中村誠司, 上嶋 崇嗣, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古	4. 巻 31
2. 論文標題 富士北麓, 精進湖における沈水植物および車軸藻類の水平・垂直分布と現存量	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 山梨大学教育学部紀要	6. 最初と最後の頁 127-136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34429/00004961	査読の有無 無
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 YAMAMOTO Shinya, NAKAMURA Takashi, SERISAWA Yukihiro, NAKAMURA Seiji, YASUDA Taisuke, UCHIYAMA Takashi	4. 巻 129
2. 論文標題 Water Sources of Lake Bottom Springs in Lake Kawaguchi, Northern Foot of Mount Fuji, Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geography (Chigaku Zasshi)	6. 最初と最後の頁 665 ~ 676
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5026/jgeography.129.665	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 芹澤如比古, 牧田篤弥, 金原昂平, 芹澤(松山)和世	4. 巻 13
2. 論文標題 静岡県御前崎に生育するミルCodium fragileの藻体と小嚢の大きさの季節変化	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 応用藻類学会誌 (Algal Resources)	6. 最初と最後の頁 1-12
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 長澤和也, 今井 正, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古	4. 巻 47
2. 論文標題 三重県におけるイカリムシの分布確認	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature of Kagoshima	6. 最初と最後の頁 137-141
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34429/00004961	査読の有無 無
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19件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 芹澤如比古, 池田大誠, 松井悠一郎, 森下祐太郎, 芹澤(松山)和世
2. 発表標題 山梨県甲府市からのカワモズク科藻類の初記録
3. 学会等名 日本藻類学会 第46回大会 福井県立大学(オンライン開催)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 松井悠一郎, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 山梨県内の河川に生育する大型藻類
3. 学会等名 日本藻類学会 第46回大会 福井県立大学(オンライン開催)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村誠司, 松井悠一郎, 森下祐太郎, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 604河川1873地点の調査より明らかになった山梨県における準絶滅危惧種カワヂシャの分布と外来種オオカワヂシャ・オランダガラシの侵入状況
3. 学会等名 日本陸水学会甲信越支部会 第47回研究発表会 新潟薬科大学(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井悠一郎, 森下祐太郎, 中村誠司, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 山梨県内55河川180地点の環境と侵略的外来植物および水草・大型藻類の分布状況
3. 学会等名 日本陸水学会甲信越支部会 第47回研究発表会 新潟薬科大学(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森下祐太郎, 松井悠一郎, 中村誠司, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 潜水調査で明らかにされた山中湖の水草・車軸藻類の水平・垂直分布の現状 - 2021 -
3. 学会等名 日本陸水学会甲信越支部会 第47回研究発表会 新潟薬科大学(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中村誠司, 松井悠一郎, 森下祐太郎, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 山梨県における外来種オランダガラシとオオカワヂシャおよび在来種カワヂシャの分布状況
3. 学会等名 水草研究会 第43回全国集会 新潟大学(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森下祐太郎, 松井悠一郎, 中村誠司, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 水中ドローンによる水草・車軸藻類の分布下限水深の探査 本栖湖を例に
3. 学会等名 水草研究会 第43回全国集会 新潟大学(オンライン開催)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井悠一郎, 森下祐太郎, 中村誠司, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 山梨県内河川の侵略的外来植物および水草・大型藻類とその生育環境
3. 学会等名 第7回山岳科学学術集会 山梨大学(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森下祐太郎, 松井悠一郎, 中村誠司, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 富士北麓, 本栖湖と山中湖の水生植物とその生育環境
3. 学会等名 第7回山岳科学学術集会 山梨大学(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 松井悠一郎, 貴家永人, 池田大誠, 原野晃一, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 甲府盆地におけるオオイシソウ自生地2ヶ所の環境と水生植物相
3. 学会等名 日本藻類学会第45回大会 東京海洋大学(オンライン)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 中村誠司, 池田大誠, 貴家永人, 原野晃一, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 甲府盆地に生育するオオイシソウの藻体と単胞子の季節変化
3. 学会等名 日本藻類学会第45回大会 東京海洋大学(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森下祐太郎, 中村誠司, 松井悠一郎, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 本栖湖と西湖における車軸藻類の垂直分布と湖水環境
3. 学会等名 日本藻類学会第45回大会 東京海洋大学(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 貴家永人, 池田大誠, 中村誠司, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 山梨県昭和町今川に生育する水草・大型藻類とその生育環境
3. 学会等名 陸水学会甲信越支部会第49回研究発表会 新潟薬科大学(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 池田大誠, 貴家永人, 中村誠司, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 絶滅危惧紅藻オオイシソウの山梨県内の自生地における周年変化
3. 学会等名 陸水学会甲信越支部会第49回研究発表会 新潟薬科大学(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松井悠一郎, 原野晃一, 中村誠司, 森下祐太郎, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 山梨県内の河川における河川生態系において影響・被害の大きい外来植物および対策を優先すべき外来植物の分布状況
3. 学会等名 陸水学会甲信越支部会第49回研究発表会 新潟薬科大学(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森下祐太郎, 中村誠司, 松井悠一郎, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 潜水で見る本栖湖の水生植物植生
3. 学会等名 陸水学会甲信越支部会第49回研究発表会 新潟薬科大学(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原野晃一, 松井悠一郎, 中村誠司, 森下祐太郎, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 山梨県内の富士川水系に生育する水草・大型藻類
3. 学会等名 第6回山岳科学学術集会 静岡大学(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松井悠一郎, 原野晃一, 中村誠司, 森下祐太郎, 芹澤(松山)和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 河川域における侵略的な外来植物の山梨県内における侵入状況
3. 学会等名 第6回山岳科学学術集会 静岡大学(オンライン)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 森下祐太郎, 中村誠司, 松井悠一郎, 芹澤〔松山〕和世, 芹澤如比古
2. 発表標題 富士北麓, 本栖湖における水草・車軸藻類の垂直分布状況 - 2020 -
3. 学会等名 第6回山岳科学学術集会 静岡大学(オンライン)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 松岡 憲知, 泉山 茂之, 榎本 正明, 松本 潔	4. 発行年 2020年
2. 出版社 古今書院	5. 総ページ数 127
3. 書名 山岳科学	

1. 著者名 環境省自然環境局生物多様性センター	4. 発行年 2020年
2. 出版社 環境省自然環境局生物多様性センター	5. 総ページ数 192
3. 書名 モニタリングサイト1000陸水域調査(湖沼・湿原)2009-2017年度とりまとめ報告書	

〔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
研究協力者	芹澤(松山) 和世  (Serisawa-Matsuyama Kazuyo)	山梨大学・大学院医工農総合研究部教育学域・非常勤講師・協力研究員  (13501)	

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
研究協力者	中村 誠司  (Nakamura Seiji)	山梨大学・大学院医工農学総合教育部博士課程 工学専攻・大学院生  (13501)	
研究協力者	原野 晃一  (HARANO Koichi)	山梨大学・大学院医工農学総合教育部修士課程 生命環境学専攻・大学院生  (13501)	
研究協力者	松井 悠一郎  (MATSUI Yuichiro)	山梨大学・大学院医工農学総合教育部修士課程 生命環境学専攻・大学院生  (13501)	
研究協力者	森下 祐太郎  (MORISHITA Yutaro)	山梨大学・大学院医工農学総合教育部修士課程 生命環境学専攻・大学院生  (13501)	

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