

甲府市相川における大型藻および水生・湿生・陸生植物の 周年毎月調査

One-Year Monthly Survey of Macroalgae and Aquatic, Hygrophytic and
Terrestrial Plants in Aikawa River, Kofu City

芹澤 如比古	松井 悠一郎	中村 誠司
SERISAWA Yukihiko	MATSUI Yuichiro	NAKAMURA Seiji
森下 祐太郎		芹澤(松山)和世
MORISHITA Yutaro		MATSUYAMA-SERISAWA Kazuyo

るものの(吉野 1969, 植松 1981, 砂田ら 1999, 三瓶ら 2003, 清水ら 2007, 東海旅客鉄道株式会社 2014a, b, 小川・田中 2019, 国土交通省 2014), 大型藻類に関する情報はほとんどなく, 水生植物や湿生植物に言及した資料も乏しいのが現状である。

前報では甲府市北部を流れる相川で夏季に上積翠寺の要害温泉入口付近から荒川橋付近までの約7kmに7定線を設定して広域調査を行い, 大型藻および水生・湿生・陸生植物の分布状況を報告した(芹澤ら 2021)。しかし, 植物相を正確に把握するためには, 種同定の決め手になる花や実といった生殖器官をつける時期に調査を行う必要があり, 種により成熟時期は異なるため, 多大な労力を伴う周年調査を行う必要がある。そこで, 今回は前報で種数の最も多かった定線において1年間毎月観察を行った結果を報告する。

II 方法

予備調査で特に多くの植物が確認された相川の竜雲橋から相川橋までの517m区間で, 2019年3月～2020年2月に毎月1回, 胴付長靴を着用した踏査を行い, 目視による大型藻と水生, 湿生, 陸生植物の観察と徒手採集および生態写真の撮影を行った(Fig. 4j, k, Fig. 6c-g)。調査日は3月22日, 4月23日, 5月23日, 6月17日, 7月19日, 8月12日, 9月27日, 10月21日, 11月12日, 12月6日, 2020年1月14日, 2月18日である。

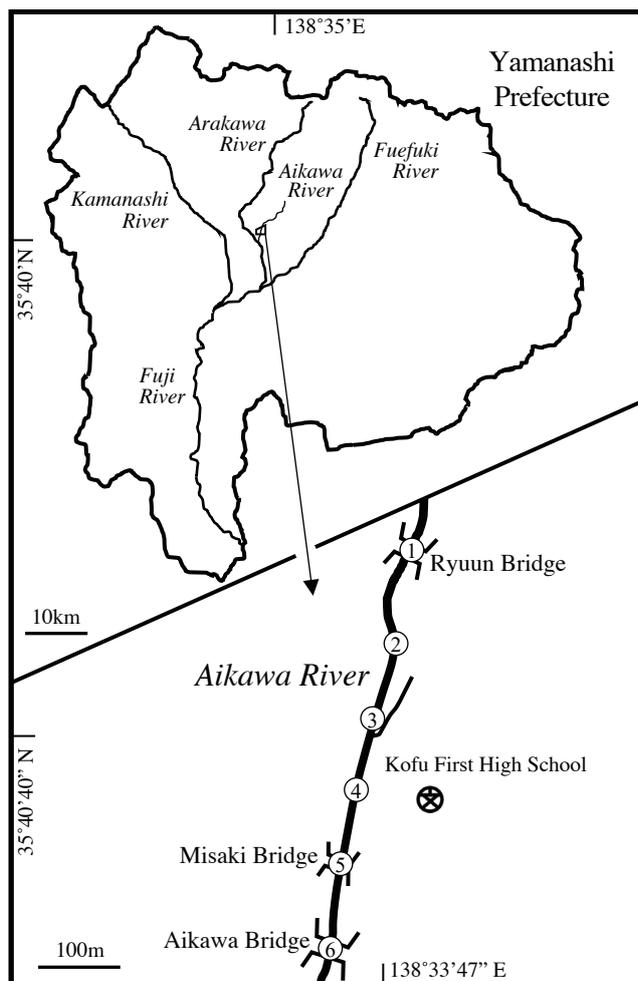


Fig. 1. Map showing the study site in Aikawa River, Kofu City, Yamanashi Prefecture. Circled numbers indicate environmental measurement points.

採集したサンプルは研究室に持ち帰り, 種の同定を行った後, 大型の植物は標本台紙に載せて標本写真を撮影し, 押し葉標本とした。押し葉標本は約1か月間送風乾燥機で乾燥させた後, 乾燥標本写真を撮影し, ラベルを付けて研究室の標本庫に収蔵・保管した。微細な糸状藻などはプレパラートを作成し, 生物顕微鏡で検鏡して種の同定と顕微鏡写真を撮影後, ホルマリン入りの水飴で封入し, プレパラート標本として研究室の標本庫に収蔵・保管した。種の同定は「日本淡水藻図鑑」(廣瀬・山岸 1977), 「日本の水草」(角野 2014), 「花と葉で見わける野草」(近田 2010), 「葉で見わける樹木(増補改訂版)」(林 2010), 「日本帰化植物写真図鑑1, 2巻」(清水ら 2011, 植村ら 2015), 「帰化&外来植物見分け方マニュアル 950種」(森 2020), 「フィールド版日本の野生植物 I, II (改訂新版)」(大橋ら 2021a, b) や, スマートフォン用アプリ picture this, 「三河の植物観察」(<https://mikawanoyasou.org/index.shtml>), 「松江の花図鑑」(<https://matsue-hana.com/>) などのインターネット情報を閲覧して行った。なお, 本研究では亜種, 変種, 品種などや, 大型藻で種の同定が困難であった sp. や spp. も種としてカウントした。

本研究で確認された維管束植物については、水生・湿生植物を「日本産水生・湿生植物チェックリスト」(首藤ら 2019) および「日本の水草」(角野 2014) により区分し、どちらにも当てはまらないものを陸生植物とした。また、木本を茎部が多年生で木質化し、肥大成長するものとして、草本と区分したが、笹竹類や椰子類など茎部が肥大成長しないものも便宜上、木本として扱った。維管束植物の和名と学名およびTable 1の並び順は「BG Plants 和名-学名インデックス (YList)」(米倉・梶田 2003-) に従った。また、「フィールド版日本の野生植物 I, II (改訂新版)」や「三河の植物観察」の他インターネット情報を確認した上で、外来起源である可能性を排除できなかったため、YListで「帰」、「帰?」、「栽」、「外」と記述されている種は、日本で作られた栽培種であるソメイヨシノを除いた全てを、外来種として判別した。

また、毎月の調査時に環境要因として、定期調査区間における約100m毎の計6地点 (Fig.1) で携帯型多項目水質計 (YSI ProDSS - マルチ水質センサー) を使用して水温、電気伝導率 (EC, 25°C補正值)、塩分、濁度を測定した (Fig.6g)。

III 結果と考察

調査期間中の水温、EC、塩分、濁度をFig.2に示す。月に一度6地点で測定した水温は7.8°C (1月, 地点①) ~25.0°C (8月, 地点⑥)、平均16.8°C, ECは120.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (9月, 地点①) ~342.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (7月, 地点①), 平均231.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 塩分は0.06 PSU (9月, 地点①) ~0.16 PSU (7月, 地点④と⑤), 平均0.11 PSU, 濁度は0.42 FNU (12月, 地点②) ~11.74 FNU (6月, 地点①), 平均4.02 FNUであった。水温は6月を除き、測定を開始した3月から8月に向けて上昇、その後下降し、1~2月が最も低く、ほぼ横這い状態であった。6月までは測定地点が下流になる程水温が低くなる傾向がわずかに見られたが、最も下流側の地点⑥の水温は他の地点と比べ、最も低い月といくつかの地点より高い月が見られた。7月以降は地点による水温差はほとんど見られなかった。ECと塩分は概ね同様の変化を示し、5~6月と10月に低い傾向が見られた。最も上流側の地点①は9月にECと塩分の値が最も低かった。濁度は晩秋から晩冬にかけて低い傾向が見られた。3~5月の濁度は地点による違いが比較的大きく、6月以降は小さかった。以上の様に、今回測定した4つの環境要因は時期により値が大きく変化し、地点によっても値が若干異なることがあった。本調査区間

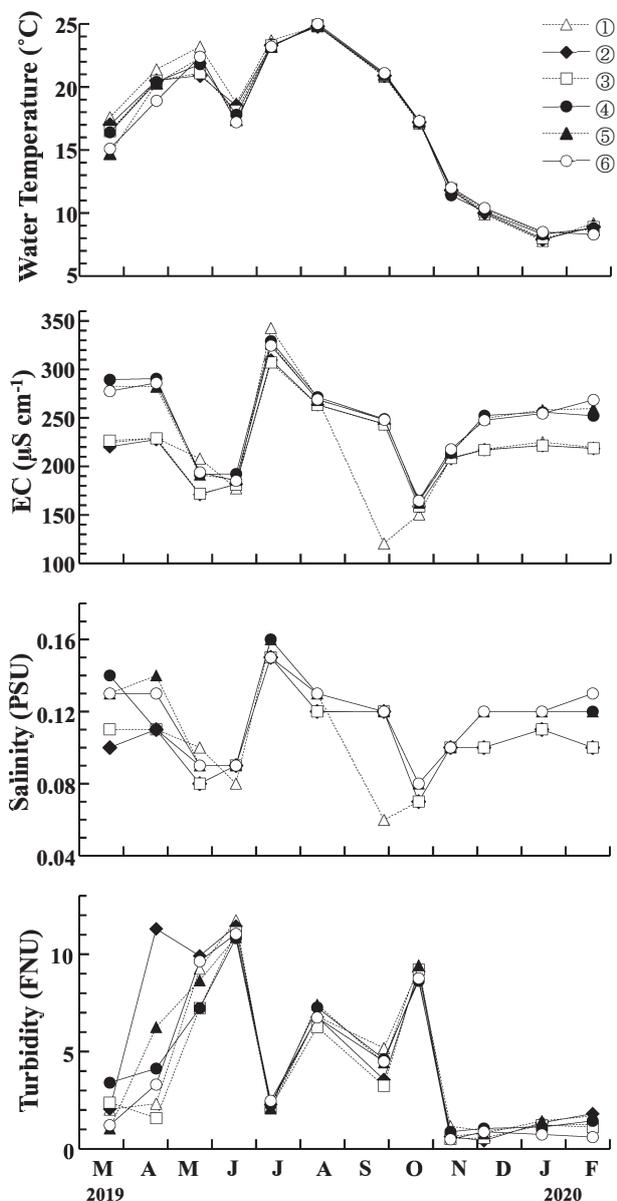


Fig. 2. Annual changes of the environmental factors, such as water temperature, electric conductivity (EC, corrected to 25°C), salinity, and turbidity at the 6 measurement points of Aikawa River.

は全長517mと短い、流れ込みなどにより水質が局所的に変化している可能性があり、地点①で4項目の最低値または最大値を示すことが多かったのは、流れ込みが2箇所以上ある影響と考えられた。

調査期間中に相川で確認された大型藻および水生・湿生・陸生植物の種のリストをTable 1に示す。相川から大型藻14種 (Fig.3, 4a-i), 水生植物 (抽水植物) 9種 (Fig.5, 6a, b), 湿生草本11種, 湿生木本6種, 陸生草本146種, 陸生木本58種の計244種を確認することができた。このうち、日本国外に起源を持つと考えられる外来種は127種、環境省 (2021) で特定外来生物に指定されている種が3種 (オオカワヂシャ, オオキンケイギク, アレチウリ), 在来種は117種であった。したがって、総確認種に占める外来種の割合は52%を超えていることが判明した。一般に攪乱が頻繁に生じる河川域では、多くの外来植物が侵入・定着していることが知られているが (e.g. 宮脇・鷺谷 2004), 相川もその例外ではないことが明らかとなった。

2019年7月に行った相川の7km内の7区間での広域調査では、179種の大型藻と維管束植物が確認され、このうちの75種 (約42%) が外来種であったことが報告されている (芹澤ら 2021)。今回の報告では外来種の判定基準を前報の「外来種ハンドブック」(日本生態学会 2002) や日本の帰化植物 (清水 2003) などの掲載種からYListへと変更している。それは、今回周年調査を行った区間には一部、河川敷を不法に占拠し、家庭菜園や花壇として利用している痕跡があり、庭先などに人為的に植えられている栽培 (品) 種も多く確認されたにも関わらず、明らかに外来種である栽培種が、上述の文献に掲載されていなかったためである。しかし、YListに「帰」と記述されている種のいくつかについては、弥生時代などに渡来した史前帰化植物を含んでおり、本研究では外来種を過大に評価している可能性がある。

相川の広域調査 (芹澤ら 2021) で確認された沈水植物1種 (エビモ), 浮遊植物2種 (コウキクサ属 sp. とホテイアオイ), 抽水植物1種 (ヤナギタデ), 湿生草本3種 (スゲ属 sp., ヌマガヤツリ, ミソハギ), 湿生木本3種 (ケヤキ, マルバヤナギ, マルバウツギ), 陸生草本18種 (ヒメドコロ, ヒメヒオウギズイセン, エナシヒゴクサ, クサノオウ, イラクサ, ヒメフウロ, マメゲンバイナズナ, ママコノシリヌグイ, シロザ, ガガイモ, ヒレハリソウ, ピロードモウズイカ, カキドオシ, ダキバアレチハナガサ, ヨメナ, ハルジャギク, ミツバ, ヤブジラミ), 陸生木本7種 (クロマツ, ヒノキ, フサザクラ, ハリエンジュ, モモ, イタヤカエデ, トウネズミモチ) の計35種が、本調査では確認されなかった。同じ河川の7kmという範囲内でさえ環境が異なり、生育種も違ってくるため (芹澤ら 2021), 当然ながら狭い範囲を周年調査しても広域調査で確認できた種全てを見つけることはできないことが判明した。一方で、今回の周年調査により、広域調査を行なった7月には確認されなかった100種 (大型藻7種, 湿生草本2種, 湿生木本1種, 陸生草本63種, 陸生木本27種) を確認することができた。これは長期間調査を行うことで、春季や秋季にのみ出現する種や、種同定の決め手になる花や果実の形成時期が夏季以外である種を網羅することができ、加えて、攪乱後に形成された裸地などに出現する種や、多くの植物の地上部が枯死する冬季などに出現する小さく目立たない種も確認できたことが影響している可能性がある。周年調査において10~12回確認された種は37種であり、4~9回確認された種は109種、1~3回確認された種は98種であった (Table 1)。出現時期が3ヶ月以下と限定されている種が98種あったことは、限られた時期の調査では見落としてしまう種が多いことを示している。調査の精度や種の同定能力も回数を重ねることにより向上していく可能性はあるものの、本研究により限られた時期に広範囲に調査を行うよりも、狭い範囲でも周年調査を行う方が、確認種が多くなる可能性があることが明らかになった。

本研究で確認頻度が高かった大型藻 (Table 1) のうち、カモジシオグサとスミレモ属 sp. は全ての月で生育が確認された。新山 (1986) は北海道の淡水産シオグサ属藻類を広く採集して詳細な観察を行い、カモジシオグサが幅広い種内変異を内包するという見解を示した。相川においても、多くの枝

を持ち、藻体下部と上部で細胞の直径が異なるカモジシオグサ (Fig.3a) と、ほとんど枝を持たず、細胞の直径が20 μ m前後と細く、藻体下部と上部で細胞の直径がほとんど変わらないカモジシオグサ (Fig.3b) が同時期に同所的に確認されることがあった。護岸の垂直に近いコンクリート斜面で確認されたスミレモ属 (Fig.4i) は橙色をした気生藻であり、詳細な形態観察が困難なため sp. とした。ネダシグサ属藻類は粒状の葉緑体が細胞の表面や内部に観られるもの (Fig.3d) と、葉緑体が隙間のある円筒状に観えるもの (Fig.3e) が確認された。サヤミドロ属やアオミドロ属藻類は主に成熟した藻体や生殖細胞の形態などから種同定されている (廣瀬・山岸 1977ほか)。本研究では成熟藻体を観察することはできなかったが、サヤミドロ属藻類は葉緑体の形態が異なる藻体がいづつか確認された (Fig.4a-d)。今後、これらのより詳細な観察が必要と考えられた。イトシオグサは基部でのみ分枝し (Fig.3c₁)、細胞の表面観は粒状の葉緑体が密に観察され、ピレノイドは細胞内部に見られた (Fig.3c₂, c₃)。護岸の水面付近に着生しており、調査期間を通して頻繁に確認されたことから多年生の可能性がある。著者の1人芹澤 (松山) は本種をかつてシオグサ属の新種と考えていたが (松山ら 1998)、Zhi-Juan et al. (2014) が *Rhizoclonium pachydermum* とした藻体と形態的特徴が一致することから、本種を *R. pachydermum* と同定した。しかしながら、*R. pachydermum* の原記載のスケッチは藻体の基部だけでなく、上部でも分枝しており (Kjellman 1877)、本種の特徴とは異なっているため、検討の余地はあるかもしれない。同様に高頻度で確認されたミゾジュズモも多年生と考えられ、葉緑体の形状はイトシオグサと類似していた (Fig.3f)。

やや確認頻度が高かったトゲナシツルギ属 (Fig.3h) は流れ込みのある場所で確認された。アオミドロ属 (Fig.4g) は細胞の直径、直径と長さの比が異なっていたり、リボン状の葉緑体の本数が異なっている藻体が複数確認された。

確認頻度が低かったアオミソウ属は夏季に、ヨツメモ属は秋季に、ヒビミドロ属、クレブソルミジウム属、トリボネマ属は冬季に確認された。アオミソウ属藻類は世界中の淡水に広く生育しているが、Boedeker et al. (2012) は全てを *Pithophora roettleri* に纏めている。しかしながら、アオミソウ属4種の細胞学的研究を行った Verma (1979) は染色体数において2種が $n=24$ 、2種が $n=36$ であり、4種の核型がそれぞれ異なることを示している。日本には中村 (1976, 1985) が示している様に複数種のアオミソウ属が存在している可能性がある。本研究では属内の分類形質としてこれまで重要視されてきたアキネート (休眠細胞) を持つ藻体が観察できなかったことから、アオミソウ属 sp. とした (Fig.3g)。ヨツメモ属はやや色の濃い葉状藻に見えるが、細胞が4つずつ寄り添った群体であることが確認された (Fig.4e)。クレブソルミジウム属藻類は水中、湿った土壌上や樹皮上に生育することが知られているが (廣瀬・山岸 1977ほか)、本研究では水が滲み出ている護岸で採集された。細胞内にはヒビミドロ属 (Fig.3i) のように環帯状にはならない薄板状の葉緑体を確認された (Fig.4f)。トリボネマ属 (Fig.4h) は相川で確認された唯一の黄緑藻であった。

これまでに山梨県内の止水域である千代田湖と水田域で生育が確認された大型藻 (芹澤ら 2020, 渡邊ら 2017) と本研究において相川で確認された大型藻 (Table 1) を比較すると、止水域に生育する車軸藻は相川では確認されなかった。また、水田に生育するアオミソウ属やアミドロ属は千代田湖と水田域だけでなく、しばしば相川でも確認された (Fig.3g, j)。さらに、流水域に生育するカモジシオグサやミゾジュズモは相川だけでなく、千代田湖や水田域でも確認されている。止水域と流水域の間を水流により移動した藻体は新たな生育地でも生存する場合があると考えられた。また、これまで著者らが池などの止水域で確認していたイトシオグサが相川でも確認されことから、イトシオグサは流水域でも生育していることが明らかとなった。

IV 謝辞

本研究は山梨大学教育学部科学教育コース理科教育系2019年度生の松井悠一郎の卒業研究の一部をまとめたものである。本研究を行うにあたりともに調査や標本作成を行った山梨大学水圏植物学（芹澤）研究室の渡邊亮氏、原野晃一氏、奥田なほ氏、池田大誠氏、貴家永人氏に謝意を表す。本研究の一部はJSPS科研費（20K06091）の支援を受けて行われた。

V 引用文献

- Boedeker C, O'Kelly CJ, Star W, Leliaert F (2012) Molecular phylogeny and taxonomy of the *Aegagropila* clade (Cladophorales, Ulvophyceae), including the description of *Aegagropilopsis* gen. nov. and *Pseudocladophora* gen. nov. *Journal of Phycology* 48: 808–825
- 近田文弘 (2010) 花と葉で見わける野草. 小学館, 東京
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata ZI, Knowler DJ, Leveque C, Naiman RJ, Prieur-Richard AH, Soto D, Stiassny MLJ, Sullivan CA (2006) Freshwater biodiversity: Importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81: 163–182
- 林将之 (2010) 葉で見わける樹木 (増補改訂版). 小学館, 東京
- 廣瀬弘幸, 山岸高旺 (編) (1977) 日本淡水藻類図鑑. 内田老鶴圃, 東京
- 角野康郎 (2014) 日本の水草. 文一総合出版, 東京
- 環境省 (2021) 特定外来生物等一覧. 日本の外来種対策, 自然環境局 <https://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/list.html> (2022年9月7日閲覧)
- 榎根勇 (1967) 地球上の水の総量とその循環速度. *水利科学* 11(3): 84–94
- Kjellman FR (1877) Über die Algenvegetationen des Murmanschen Meeres an der Westküste von Nowaja Semlja und Wajgatsch. *Nova Acta Regiae Societatis Scientiarum Upsaliensis, Series 3 Vol. ext. ord. (Art. XII): 1–86*
- 国土交通省 (2014) 平成23年度河川水辺の国勢調査結果の概要〔河川版〕(生物調査編) <http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/download/h23.htm>
- 国土交通省 (2021) 河川水辺の国勢調査のための生物リスト 令和3年度生物リスト 植物 <http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/system/seibutsuListfile.htm>
- 国土交通省 (2022) 令和2年度河川水辺の国勢調査結果の概要〔河川版〕(生物調査編) <http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/gaiyou.htm>
- 松山和世, 田中次郎, 有賀祐勝 (1998) 淡水産シオグサ属の1新種. *藻類* 46: 78
- 宮脇成生, 鷺谷いづみ (2004) 外来種の現状把握と対策 生物多様性保全のための河川における侵略的外来植物の管理. *応用生態工学* 6: 195–209
- 森昭彦 (2020) 帰化&外来植物 見分け方マニュアル 950種. 秀和システム, 東京
- 中村武 (1976) 帰化植物と言われる藻類—淡水産緑藻フシマダラ属 *Pithophora* (シオグサ科) について. *埼玉生物* 16: 23–26
- 中村武 (1985) 淡水藻類の研究 (1)—日本産アオミソウ属 (*Pithophora*) について—. *植物と自然* 19(9): 18–21
- 日本生態学会 (編) (2002) 外来種ハンドブック. 地人書館, 東京
- 新山優子 (1986) 北海道産カモジシオグサ *Cladophora glomerata* (L.) Kützinger の形態と季節的变化. *藻類* 34: 216–224
- 小川東, 田中正明 (2019) 山梨県の富士川水系に出現した大型珪藻類の外来種. *四日市大学論集* 32: 117–128

- 奥田重俊, 佐々木寧 (1996) 河川環境と水辺植物—植生の保全と管理—. ソフトサイエンス社, 東京
- 大橋広好, 門田裕一, 邑田仁, 米倉浩司, 木原浩 (2021a) フィールド版 改訂新版 日本の野生植物I: ソテツ科～コミカンソウ科 (1). 平凡社, 東京
- 大橋広好, 門田裕一, 邑田仁, 米倉浩司, 木原浩 (2021b) フィールド版 改訂新版 日本の野生植物II: ミゾハコベ科～スイカズラ科 (2). 平凡社, 東京
- 三瓶由紀, 藤咲雅明, 池口仁, 武内和彦 (2003) 近自然小河川における抽水植物の浄化機能に関する研究. ランドスケープ研究 66 : 320–326
- 芹澤如比古, 原野晃一, 東祐之介, 近山卓也, 松井悠一郎, 芹澤 (松山) 和世 (2020) 甲府市千代田湖 (丸山貯水池) の水生植物とその生育環境. 山梨大学教育学部紀要 30 : 121–134
- 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 (2021) 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. 山梨大学教育学部紀要 31 : 109–126 <https://doi.org/10.34429/00004960>
- 首藤光太郎, 山之内崇志, 山口昌子, 加藤将, 志賀隆 (2019) 日本産・湿生植物チェックリスト. <https://wetlands.info/tools/plantsdb/wetlandplants-checklist/>
- 清水矩宏, 森田弘彦, 廣田伸七 (2011) 日本帰化植物写真図鑑—Plant invader 600種—. 全国農村教育協会, 東京
- 清水静也, 山村靖夫, 安田泰輔, 中野隆志, 池口仁 (2007) 河川敷における帰化植物オオブタクサ (*Ambrosia trifida* L.) の生育に対する人為的攪乱と環境条件の効果. 保全生態学研究 12(1) : 36–44
- 清水建美 (2003) 日本の帰化植物. 平凡社, 東京
- 砂田憲吾, 白石孝幸, 岩本尚 (1999) 河川植生の分布とその調査方法に関する基礎的解析. 水工学論文集 43 : 965–970
- 高村典子 (2016) 淡水域の保全, その政策を支える生物多様性評価の現状と課題. 保全生態学研究 21 : 117–124
- 東海旅客鉄道株式会社 (2014a) 中央新幹線 (東京都・名古屋市間) 環境影響評価書 (平成26年8月) 山梨県 評価資料編 植物 https://company.jr-central.co.jp/chuoshinkansen/assessment/document1408/yamanashi/_pdf/eis2_yamanashis51-15.pdf
- 東海旅客鉄道株式会社 (2014b) 中央新幹線 (東京都・名古屋市間) 環境影響評価書 (平成26年8月) 山梨県 評価書本編 植物 https://company.jr-central.co.jp/chuoshinkansen/assessment/document1408/yamanashi/_pdf/eis2_yamanashih08-04-02.pdf
- 植松春雄 (1981) 山梨の植物誌, 井上書店, 東京
- 植村修二, 清水矩宏, 水田光雄, 廣田伸七, 森田弘彦, 勝山輝男, 池原直樹 (2015) 増補改訂 日本帰化植物写真図鑑 第2巻: Plant invader 500種. 全国農村教育協会, 東京
- 鷺谷いづみ, 矢原徹一 (1996) 保全生態学入門—遺伝子から景観まで—. 文一総合出版, 東京
- 渡邊亮, 中村誠司, 芹澤 (松山) 和世, 芹澤如比古 (2017) 山梨県の水田域における水草・大型藻類. 山梨大学教育学部紀要 27 : 89–103
- 山梨県 (2019) 山梨の河川 (電子データ). 令和元年度「山梨の河川」 <https://www.pref.yamanashi.jp/chisui/kanri/yamanashi-no-kasen22.html>
- 山ノ内崇志, 首藤光太郎, 大澤剛士, 米倉浩司, 加藤将, 志賀隆 (2019) 維管束植物和名チェックリスト https://www.gbif.jp/v2/activities/wamei_checklist.html
- 米倉浩司, 梶田忠 (2003-) BG Plants 和名—学名インデックス (YList) <http://ylist.info>
- 吉野みどり (1969) 笛吹川上流地域の植生図. 地図 7(3) : 25–29
- Verma BN (1979) Cytological studies in four species of *Pithophora* Witttr. Cytologia 44: 29–38

Zhao ZJ, Zhu H, Hu ZY, Liu GX (2014) Occurrence of true branches in *Rhizoclonium* (Cladophorales, Ulvophyceae) and the reinstatement of *Rhizoclonium pachydermum* Kjellman. *Phytotaxa* 166(4): 273–284

Abstract

Field observations and samplings for macroalgae and aquatic, hygrophitic and terrestrial plants were conducted monthly from March 2019 to February 2020 at 517 m section from Ryuun Bridge to Aikawa Bridge in Aikawa River from the riverbed to the bank. Four environmental factors were also measured in each month at 6 sites apart from approximately 100 m by using a multiparameter water quality meter. A total of 244 species were confirmed from Aikawa River, of these, 14 were macroalgae, 9 were aquatic plants (emergent plants), 11 were herbaceous hygrophytes, 6 were woody hygrophytes, 146 were herbaceous land plants, and 58 were woody land plants. There were 127 alien species, accounting for 52% of the confirmed species. Environmental factors showed remarkable seasonal changes, and site-to-site differences in specific months; water temperature ranged 7.8-25.0°C, electrical conductivity (corrected to 25°C) ranged 120.2-342.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, salinity ranged 0.06-0.16 PSU, and turbidity ranged 0.42-11.74 FNU.

Table 1. List of macroalgae and aquatic, hygrophytic, and terrestrial plants found from Aikawa River by monthly survey from March 2019 to February 2020. Life form (LF) and frequency class (Fr) are also presented. Ma, macroalgae; Em, emergent plants; HH, herbaceous hygrophytes; WH, woody hygrophytes; HL, herbaceous land plants; WL, woody land plants; ⊙, checked 10-12 times; ○, checked 4-9 times; +, checked 1-3 times. Asterisks with Japanese names indicate alien species and two asterisks with Japanese names are invasive alien organisms designated by Ministry of the Environment, Japan (2021).

No.	LF	Japanese name	Scientific name	Fr	No.	LF	Japanese name	Scientific name	Fr
1	Ma-1	カモジシオグサ	<i>Cladophora glomerata</i>	⊙	63	HL-23	スズメノチャヒキ	<i>Bromus japonicus</i>	+
2	Ma-2	イトシオグサ	<i>Rhizoctonium pachydermum</i>	⊙	64	HL-24	ジュズダマ*	<i>Coix lacryma-jobi var. lacryma-jobi</i>	○
3	Ma-3	ネダシグサ属sp.	<i>Rhizoctonium</i> spp.	⊙	65	HL-25	メヒシバ	<i>Digitaria ciliaris</i>	○
4	Ma-4	ミゾジュズモ	<i>Basicleadia okamurai</i>	⊙	66	HL-26	カモジグサ	<i>Elymus tsukushiensis var. transiens</i>	+
5	Ma-5	アオミソウ属sp.*	<i>Pithophora</i> sp.	+	67	HL-27	チガヤ	<i>Imperata cylindrica var. koenigii</i>	+
6	Ma-6	スミレモ属sp.	<i>Trentepohlia</i> sp.	⊙	68	HL-28	オニウシノケグサ*	<i>Lolium arundinaceum</i>	+
7	Ma-7	ヒビミドロ属sp.	<i>Ulothrix</i> sp.	+	69	HL-29	ネズミムギ*	<i>Lolium multiflorum</i>	+
8	Ma-8	トゲナシツルギ属sp.	<i>Cloniophora</i> sp.	○	70	HL-30	ススキ	<i>Miscanthus sinensis</i>	⊙
9	Ma-9	サヤミドロ属sp.	<i>Oedogonium</i> spp.	⊙	71	HL-31	シマズメノヒエ*	<i>Paspalum dilatatum</i>	○
10	Ma-10	アミミドロ属sp.	<i>Hydrodictyon</i> sp.	+	72	HL-32	チカラシバ	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	○
11	Ma-11	ヨツメモ属sp.	<i>Tetraspora</i> sp.	+	73	HL-33	スズメノカタビラ	<i>Poa annua</i>	+
12	Ma-12	クレブソルミジウム属sp.	<i>Klebsormidium</i> sp.	+	74	HL-34	アキノエノコログサ	<i>Setaria faberi</i>	+
13	Ma-13	アオミドロ属sp.	<i>Spirogyra</i> spp.	○	75	HL-35	キンエノコロ	<i>Setaria pumila</i>	+
14	Ma-14	トリボネマ属sp.	<i>Tribonema</i> sp.	+	76	HL-36	エノコログサ	<i>Setaria viridis var. minor</i>	⊙
15	Em-1	キシヨウブ*	<i>Iris pseudacorus</i>	○	77	HL-37	ムラサキエノコロ	<i>Setaria viridis f. misera</i>	○
16	Em-2	ガマ	<i>Typha latifolia</i>	⊙	78	HL-38	セイバンモロコシ*	<i>Sorghum propinquum</i>	○
17	Em-3	イグサ	<i>Juncus decipiens</i>	○	79	HL-39	ナガミヒナゲシ*	<i>Papaver dubium</i>	○
18	Em-4	クサヨシ	<i>Phalaris arundinacea</i>	○	80	HL-40	ケキツネノボタン	<i>Ranunculus cantoniensis</i>	+
19	Em-5	ヨシ	<i>Phragmites australis</i>	○	81	HL-41	ツメレンゲ	<i>Orostachys japonica</i>	○
20	Em-6	ツルヨシ	<i>Phragmites japonicus</i>	⊙	82	HL-42	オノマンネングサ*	<i>Sedum lineare</i>	+
21	Em-7	オランダガラシ*	<i>Nasturtium officinale</i>	⊙	83	HL-43	オウシュウマンネングサ*	<i>Sedum acre</i>	⊙
22	Em-8	オオカワヂシャ**	<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	○	84	HL-44	ヤブカラシ	<i>Cayratia japonica</i>	○
23	Em-9	セリ	<i>Oenanthe javanica</i>	⊙	85	HL-45	ヤブマメ	<i>Amphicarpaea edgevorthii</i>	+
24	HH-1	イヌドクサ	<i>Equisetum ramosissimum</i>	⊙	86	HL-46	アレチスズビトハギ*	<i>Desmodium paniculatum</i>	○
25	HH-2	ヤブカンゾウ	<i>Hemerocallis fulva var. kwanso</i>	+	87	HL-47	ツルマメ	<i>Glycine max subsp. soja</i>	+
26	HH-3	テキリスゲ	<i>Carex kiotensis</i>	+	88	HL-48	マルバヤハズソウ	<i>Kummerowia stipulacea</i>	○
27	HH-4	メリケンガヤツリ*	<i>Cyperus eragrostis</i>	+	89	HL-49	メドハギ	<i>Lespedeza cuneata var. cuneata</i>	○
28	HH-5	イヌビエ	<i>Echinochloa crus-galli var. crus-galli</i>	+	90	HL-50	クズ	<i>Pueraria lobata subsp. lobata</i>	○
29	HH-6	オギ	<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	⊙	91	HL-51	シロツメクサ*	<i>Trifolium repens</i>	+
30	HH-7	タネツケバナ	<i>Cardamine occulta</i>	○	92	HL-52	スズメノエンドウ	<i>Vicia hirsuta</i>	+
31	HH-8	ウナギツカミ	<i>Persicaria sagittata var. sibirica</i>	+	93	HL-53	ヤハズエンドウ	<i>Vicia sativa subsp. nigra</i>	+
32	HH-9	ミゾソバ	<i>Persicaria thunbergii var. thunbergii</i>	○	94	HL-54	ナヨクサフジ*	<i>Vicia villosa subsp. varia</i>	⊙
33	HH-10	イヌゴマ	<i>Stachys aspera var. hispidula</i>	+	95	HL-55	ヤブツルアズキ	<i>Vigna angularis var. nipponensis</i>	+
34	HH-11	アメリカセンダングサ*	<i>Bidens frondosa</i>	⊙	96	HL-56	ヘビイチゴ	<i>Potentilla hebiichigo</i>	○
35	WH-1	ネムノキ	<i>Albizia julibrissin</i>	⊙	97	HL-57	カナムグラ	<i>Humulus scandens</i>	○
36	WH-2	ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i>	+	98	HL-58	アカソ	<i>Boehmeria silvestrii</i>	○
37	WH-3	ユキヤナギ*	<i>Spiraea thunbergii</i>	○	99	HL-59	アレチウリ**	<i>Sicyos angulatus</i>	○
38	WH-4	オニグルミ	<i>Juglans mandshurica var. sachalinensis</i>	⊙	100	HL-60	イモカタバミ*	<i>Oxalis articulata</i>	○
39	WH-5	クコ*	<i>Lycium chinense</i>	○	101	HL-61	カタバミ	<i>Oxalis corniculata</i>	○
40	WH-6	コムラサキ	<i>Calliandra dichotoma</i>	+	102	HL-62	アカカタバミ	<i>Oxalis corniculata f. rubrifolia</i>	○
41	HL-1	スギナ	<i>Equisetum arvense</i>	⊙	103	HL-63	オッタチカタバミ*	<i>Oxalis dillenii</i>	⊙
42	HL-2	ドクダミ	<i>Houttuynia cordata</i>	○	104	HL-64	コニシキソウ*	<i>Euphorbia maculata</i>	+
43	HL-3	タカサゴユリ*	<i>Lilium formosanum</i>	○	105	HL-65	オオニシキソウ*	<i>Euphorbia nutans</i>	○
44	HL-4	シラン	<i>Bletilla striata</i>	○	106	HL-66	アメリカフウロ*	<i>Geranium carolinianum</i>	○
45	HL-5	オランダアヤメ*	<i>Iris x hollandica</i>	+	107	HL-67	メマツヨイグサ*	<i>Oenothera biennis</i>	+
46	HL-6	ノビル	<i>Allium macrostemon</i>	○	108	HL-68	コマツヨイグサ*	<i>Oenothera laciniata</i>	+
47	HL-7	ニラ*	<i>Allium tuberosum</i>	○	109	HL-69	ヤマモモソウ*	<i>Oenothera lindheimeri</i>	⊙
48	HL-8	ハナニラ*	<i>Ipheion uniflorum</i>	+	110	HL-70	ユウゲシヨウ*	<i>Oenothera rosea</i>	+
49	HL-9	スノーフレック*	<i>Leucoujum aestivum</i>	+	111	HL-71	モモイロヒルザキツキミノソウ*	<i>Oenothera speciosa var. childsii</i>	+
50	HL-10	ヒガンバナ	<i>Lycoris radiata</i>	+	112	HL-72	ゼニバアオイ*	<i>Malva neglecta</i>	+
51	HL-11	スイセン*	<i>Narcissus tazetta var. chinensis</i>	○	113	HL-73	カラシナ*	<i>Brassica juncea</i>	○
52	HL-12	タマズダレ*	<i>Zephyranthes candida</i>	○	114	HL-74	セイヨウアブラナ*	<i>Brassica napus</i>	○
53	HL-13	ヤブラン	<i>Liriope muscari</i>	+	115	HL-75	イタドリ	<i>Fallopia japonica var. japonica</i>	○
54	HL-14	ツククサ	<i>Commelina communis</i>	○	116	HL-76	ヒメツルソバ*	<i>Persicaria capitata</i>	○
55	HL-15	ムラサキツククサ*	<i>Tradescantia ohiensis</i>	○	117	HL-77	イスタデ	<i>Persicaria longiseta</i>	○
56	HL-16	バナナ属sp.*	<i>Musa</i> sp.	○	118	HL-78	イシミカワ	<i>Persicaria perfoliata</i>	○
57	HL-17	ハナカンナ*	<i>Canna x generalis</i>	○	119	HL-79	アレチギンギシ*	<i>Rumex conglomeratus</i>	○
58	HL-18	ミコシガヤ	<i>Carex neurocarpa</i>	+	120	HL-80	ナガバギンギシ*	<i>Rumex crispus</i>	⊙
59	HL-19	コゴメガヤツリ	<i>Cyperus iria</i>	+	121	HL-81	ギンギシ	<i>Rumex japonicus</i>	+
60	HL-20	コブナグサ	<i>Arthraxon hispidus</i>	○	122	HL-82	エゾノギンギシ*	<i>Rumex obtusifolius</i>	+
61	HL-21	カラスムギ*	<i>Avena fatua</i>	+	123	HL-83	ノミノツツリ	<i>Arenaria serpyllifolia var. serpyllifolia</i>	+
62	HL-22	イヌムギ*	<i>Bromus catharticus</i>	○	124	HL-84	オランダミミナグサ*	<i>Cerastium glomeratum</i>	+

Table 1. (continued)

No.	LF	Japanese name	Scientific name	Fr	No.	LF	Japanese name	Scientific name	Fr
125	HL-85	サボンソウ*	<i>Saponaria officinalis</i>	+	187	WL-1	ヒマラヤスギ*	<i>Cedrus deodara</i>	○
126	HL-86	スイセンノウ*	<i>Silene coronaria</i>	+	188	WL-2	モンクレーイトスギ*	<i>Cupressus macrocarpa</i>	○
127	HL-87	ウシハコベ	<i>Stellaria aquatica</i>	○	189	WL-3	イブキ	<i>Juniperus chinensis</i> var. <i>chinensis</i>	○
128	HL-88	コハコベ*	<i>Stellaria media</i>	+	190	WL-4	ゲッケイジュ*	<i>Laurus nobilis</i>	○
129	HL-89	イノコヅチ	<i>Achyranthes bidentata</i> var. <i>japonica</i>	○	191	WL-5	シロダモ	<i>Neolitsea sericea</i>	+
130	HL-90	センニチコウ*	<i>Gomphrena globrosa</i>	○	192	WL-6	リュウゼツラン亜科sp.*	Agavoideae sp.	+
131	HL-91	ヨウシュヤマゴボウ*	<i>Phytolacca americana</i>	+	193	WL-7	シユロ*	<i>Trachycarpus fortunei</i>	○
132	HL-92	オシロイバナ*	<i>Mirabilis jalapa</i>	○	194	WL-8	クロチク*	<i>Phyllostachys nigra</i> var. <i>nigra</i>	○
133	HL-93	ハゼラン*	<i>Talinum paniculatum</i>	○	195	WL-9	マダケ*	<i>Phyllostachys reticulata</i>	◎
134	HL-94	ヤエムグラ	<i>Galium spurium</i> var. <i>echinospermon</i>	○	196	WL-10	ササ亜連sp.	subtribe Arundinariinae sp.	○
135	HL-95	ヘクソカズラ	<i>Paecleria foetida</i>	○	197	WL-11	アケビ	<i>Akebia quinata</i>	○
136	HL-96	ツルニチニチソウ*	<i>Vinca major</i>	◎	198	WL-12	ナンテン*	<i>Nandina domestica</i>	○
137	HL-97	キュウリグサ	<i>Trigonotis peduncularis</i>	+	199	WL-13	モミジバズスズカケノキ*	<i>Platanus x acerifolia</i>	○
138	HL-98	コヒルガオ	<i>Calystegia hederacea</i>	+	200	WL-14	ノブドウ	<i>Ampelopsis glandulosa</i> var. <i>heterophylla</i>	○
139	HL-99	ヒルガオ	<i>Calystegia pubescens</i> f. <i>major</i>	○	201	WL-15	アメリカカズタ*	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	+
140	HL-100	マルバルコウ*	<i>Ipomoea coccinea</i>	○	202	WL-16	ツタ	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	○
141	HL-101	アメリカアサガオ*	<i>Ipomoea hederacea</i>	+	203	WL-17	イタチハギ*	<i>Amorpha fruticosa</i>	○
142	HL-102	マルバアメリカアサガオ*	<i>Ipomoea hederacea</i> var. <i>integriscula</i>	○	204	WL-18	ハナズオウ*	<i>Cercis chinensis</i>	○
143	HL-103	マヌアサガオ*	<i>Ipomoea lacunosa</i>	+	205	WL-19	フジ	<i>Wisteria floribunda</i>	○
144	HL-104	アサガオ*	<i>Ipomoea nil</i>	+	206	WL-20	ソメイヨシノ	<i>Cerasus x yedoensis</i> 'Somei-yoshino'	○
145	HL-105	マルバアサガオ*	<i>Ipomoea purpurea</i>	○	207	WL-21	サクラ属sp.	<i>Cerasus</i> sp.	+
146	HL-106	ホシアサガオ*	<i>Ipomoea triloba</i>	+	208	WL-22	ビワ*	<i>Eriobotrya japonica</i>	+
147	HL-107	オオイヌホオズキ*	<i>Solanum nigrescens</i>	+	209	WL-23	ヤマブキ	<i>Kerria japonica</i>	○
148	HL-108	イヌホオズキ*	<i>Solanum nigrum</i>	+	210	WL-24	セイヨウリンゴ*	<i>Malus domestica</i>	+
149	HL-109	ツタバウンラン*	<i>Cymbalaria muralis</i>	○	211	WL-25	ウメ*	<i>Prunus mume</i>	○
150	HL-110	タチイヌノフグリ*	<i>Veronica arvensis</i>	+	212	WL-26	ユスラウメ*	<i>Prunus tomentosa</i>	+
151	HL-111	オオイヌノフグリ*	<i>Veronica persica</i>	○	213	WL-27	カリン*	<i>Pseudocarya sinensis</i>	○
152	HL-112	ホトケノザ	<i>Lamium amplexicaule</i>	○	214	WL-28	トキワサンザシ*	<i>Pyracantha coccinea</i>	◎
153	HL-113	ヒメオドリコソウ*	<i>Lamium purpureum</i>	+	215	WL-29	ナワシロイチゴ	<i>Rubus parvifolius</i>	◎
154	HL-114	コショウハッカ*	<i>Mentha x piperita</i>	◎	216	WL-30	エノキ	<i>Celtis sinensis</i>	◎
155	HL-115	ハッカ	<i>Mentha canadensis</i> var. <i>piperascens</i>	+	217	WL-31	イチジク*	<i>Ficus carica</i>	○
156	HL-116	ヒメワダレソウ*	<i>Phyla nodiflora</i> var. <i>minor</i>	○	218	WL-32	ヤマグルワ	<i>Morus australis</i>	◎
157	HL-117	オオブタクサ*	<i>Ambrosia trifida</i>	○	219	WL-33	クヌギ	<i>Quercus acutissima</i>	○
158	HL-118	ヨモギ	<i>Artemisia indica</i> var. <i>maximowiczii</i>	◎	220	WL-34	ツルウメモドキ	<i>Celastrus orbiculatus</i> var. <i>orbiculatus</i>	○
159	HL-119	アイノコセンダングサ*	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>intermedia</i>	○	221	WL-35	マサキ	<i>Eunonymus japonicus</i>	+
160	HL-120	コシロコセンダングサ*	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>minor</i>	+	222	WL-36	アカメガシワ	<i>Mallotus japonicus</i>	○
161	HL-121	コセンダングサ*	<i>Bidens pilosa</i> var. <i>pilosa</i>	◎	223	WL-37	カワヤナギ	<i>Salix miyabeana</i> subsp. <i>gymnolepis</i>	◎
162	HL-122	キク (イエギク)*	<i>Chrysanthemum morifolium</i>	○	224	WL-38	タチヤナギ	<i>Salix triandra</i> subsp. <i>nipponica</i>	○
163	HL-123	アメリカオニアザミ*	<i>Cirsium vulgare</i>	+	225	WL-39	サルズベリ*	<i>Lagerstroemia indica</i>	+
164	HL-124	オオキンケイギク**	<i>Coreopsis lanceolata</i>	◎	226	WL-40	ザクロ*	<i>Punica granatum</i>	○
165	HL-125	コスモス*	<i>Cosmos bipinnatus</i>	+	227	WL-41	スルデ	<i>Rhus javanica</i> var. <i>chinensis</i>	○
166	HL-126	キバナコスモス*	<i>Cosmos sulphureus</i>	○	228	WL-42	イロハモミジ	<i>Acer palmatum</i>	+
167	HL-127	ヤグルマギク*	<i>Cyanus segetum</i>	○	229	WL-43	フウセンカズラ*	<i>Cardiospermum halicacabum</i>	+
168	HL-128	ヒメジョオン*	<i>Erigeron annuus</i>	+	230	WL-44	ユズ*	<i>Citrus junos</i>	○
169	HL-129	ヒメムカシヨモギ*	<i>Erigeron canadensis</i>	○	231	WL-45	センダン	<i>Melia azedarach</i>	◎
170	HL-130	ハルジオン*	<i>Erigeron philadelphicus</i>	+	232	WL-46	フヨウ*	<i>Hibiscus mutabilis</i>	○
171	HL-131	オオアレチノギク*	<i>Erigeron sumatrensis</i>	+	233	WL-47	ムクゲ*	<i>Hibiscus syriacus</i>	○
172	HL-132	イワニガナ	<i>Iseris stolonifera</i>	+	234	WL-48	アジサイ	<i>Hydrangea macrophylla</i> f. <i>macrophylla</i>	○
173	HL-133	アキノノゲシ	<i>Lactuca indica</i>	+	235	WL-49	カキノキ*	<i>Diospyros kaki</i>	◎
174	HL-134	トゲチンジャ*	<i>Lactuca serriola</i>	+	236	WL-50	ヤブツバキ	<i>Camellia japonica</i>	+
175	HL-135	ミツバオオハンゴンソウ*	<i>Rudbeckia triloba</i>	+	237	WL-51	アオキ	<i>Aucuba japonica</i> var. <i>japonica</i>	+
176	HL-136	ノボロギク*	<i>Senecio vulgaris</i>	○	238	WL-52	キョウチクトウ*	<i>Nerium oleander</i> var. <i>indicum</i>	◎
177	HL-137	セイタカアワダチソウ*	<i>Solidago altissima</i>	○	239	WL-53	ネズミモチ	<i>Ligustrum japonicum</i>	+
178	HL-138	オニノゲシ*	<i>Sonchus asper</i>	+	240	WL-54	ヒイラギ	<i>Osmanthus heterophyllus</i>	+
179	HL-139	ノゲシ	<i>Sonchus oleraceus</i>	+	241	WL-55	フサフジウツギ*	<i>Buddleja davidii</i>	+
180	HL-140	ヒロハホウキギク*	<i>Symphotrichum subulatum</i> var. <i>squamatum</i>	○	242	WL-56	ボタンクサギ*	<i>Clerodendrum bungei</i>	○
181	HL-141	バラモンジン*	<i>Tragopogon porrifolius</i>	+	243	WL-57	キリ*	<i>Paulownia tomentosa</i>	○
182	HL-142	セイヨウタンポポ*	<i>Taraxacum officinale</i>	+	244	WL-58	ヤツデ	<i>Fatsia japonica</i>	+
183	HL-143	ニホンタンポポ	<i>Taraxacum platycarpum</i> (広義)	+			外来種の種数	Number of alien species	127
184	HL-144	イガオナモミ*	<i>Xanthium orientale</i> subsp. <i>italicum</i>	+			在来種の種数	Number of native species	117
185	HL-145	アカオニタピラコ	<i>Youngia japonica</i> subsp. <i>elstonii</i>	+					
186	HL-146	ヒヤクニチソウ*	<i>Zinnia elegans</i>	+					

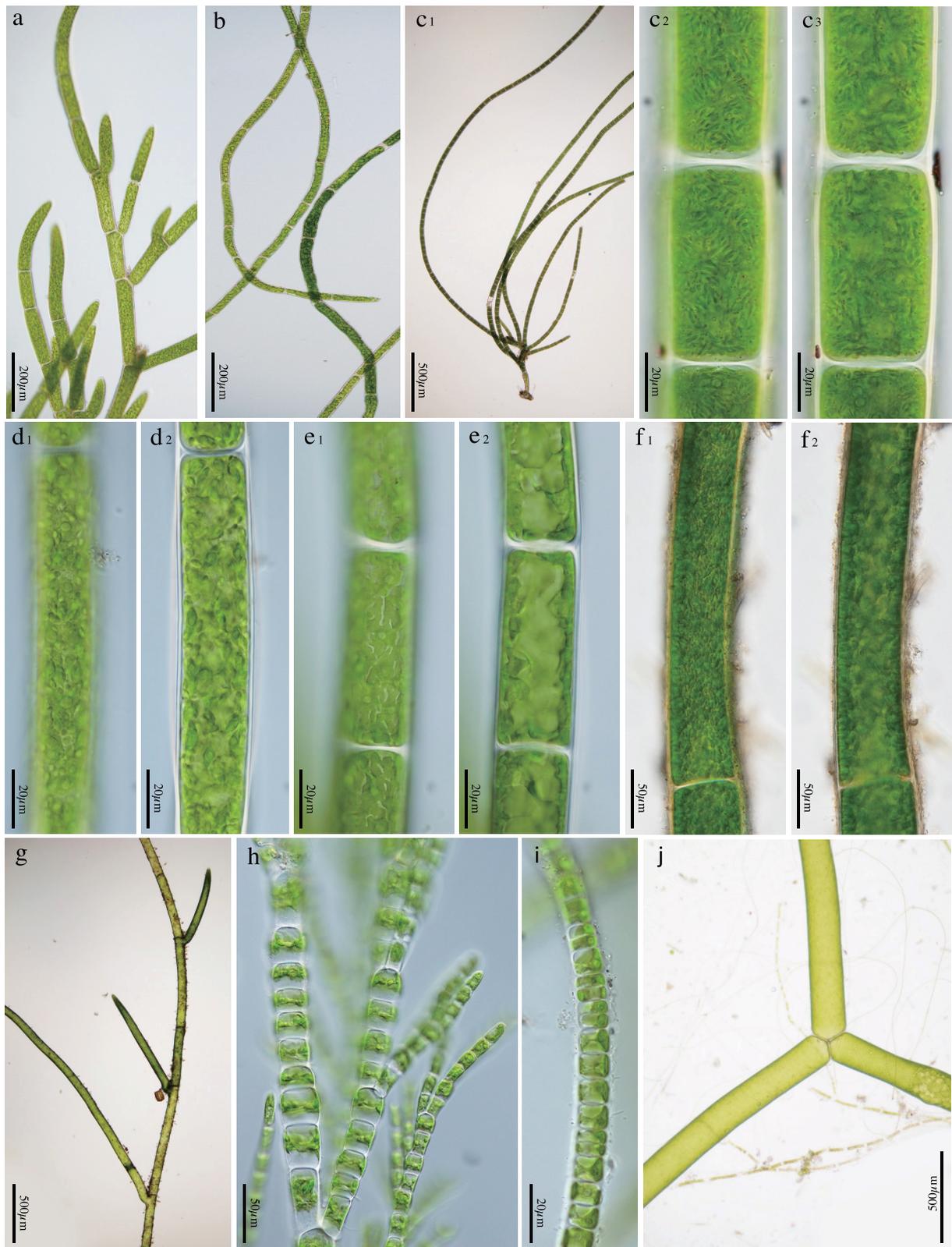


Fig. 3. Microscopic photographs of macroalgae from Aikawa River. a, *Cladophora glomerata*; b, *Cladophora glomerata*?; c₁-c₃, *Rhizoclonium pachydermum*; d₁-d₂, *Rhizoclonium* sp.1; e₁-e₂, *Rhizoclonium* sp.2; f₁-f₂, *Basicladia okamurai*; g, *Pithophora* sp.; h, *Cloniophora* sp.; i, *Ulothrix* sp.; j, *Hydrodictyon* sp. Surface views are c₂, d₁, e₁, f₁ and inner views are c₃, d₂, e₂, f₂.

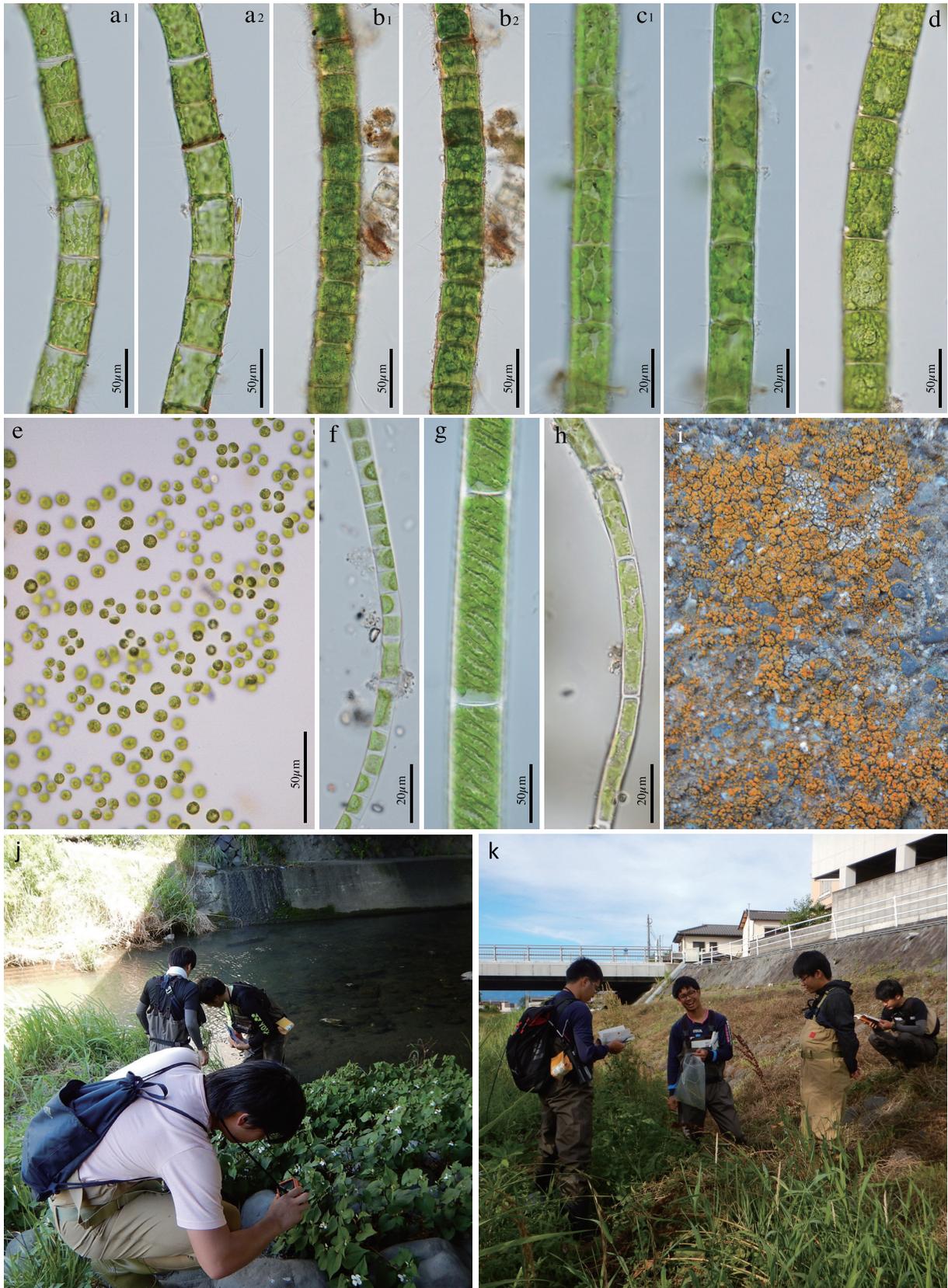


Fig. 4. Microscopic photographs (a-h) of macroalgae, and field photographs (i) of macroalgae and survey members (j-k) from Aikawa River. a₁-a₂, *Oedogonium* sp.1; b₁-b₂, *Oedogonium* sp.2; c₁-c₂, *Oedogonium* sp.3; d, *Oedogonium* sp.4; e, *Tetraspora* sp.; f, *Klebsormidium* sp.; g, *Spirogyra* sp.; h, *Tribonema* sp.; i, *Trentepohlia* sp. Surface views are a₁, b₁, c₁ and inner views are a₂, b₂, c₂. Candid photographs taken in April (j) and June (k).

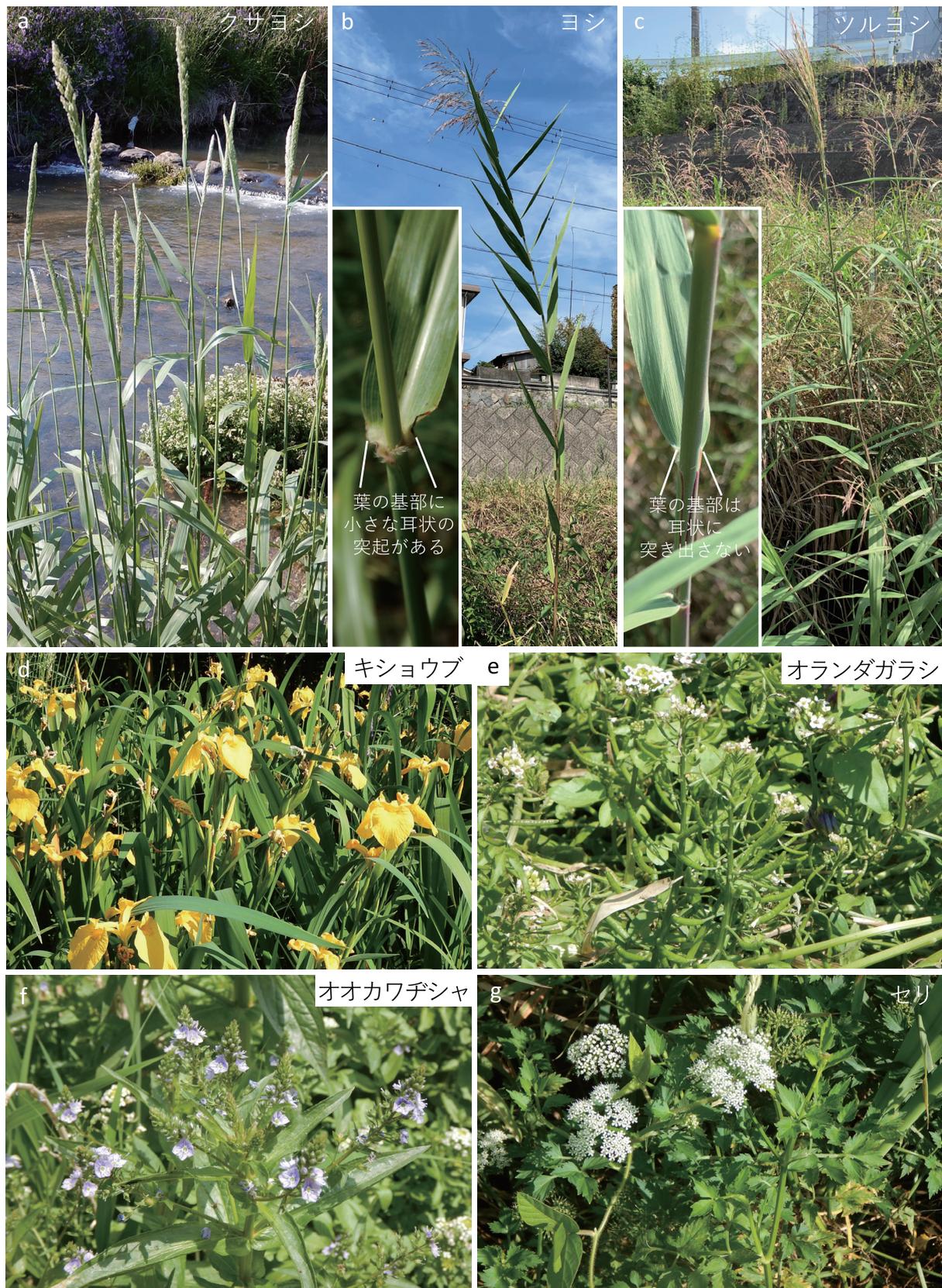


Fig. 5. Field photographs of emergent plants from Aikawa River. a, *Phalaris arundinacea*; b, *Phragmites australis*; c, *Phragmites japonicus*; d, *Iris pseudacorus*; e, *Nasturtium officinale*; f, *Veronica anagallis-aquatica*; g, *Oenanthe javanica*.



Fig. 6. Field photographs of emergent plants (a, b) and survey members (c-g) from Aikawa River. a, *Typha latifolia*; b, *Juncus decipiens*; g, environmental measurements. Candid photographs taken in August (c), October (d), December (e), January (f) and June (g).