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

Macroalgae, Hydrophyte, Hygrophyte, and Terrestrial Plants Confirmed 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

山梨大学教育学部紀要　第 31 号　2020 年度抜刷

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

Macroalgae, Hydrophyte, Hygrophyte, and Terrestrial Plants Confirmed 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

要旨：山梨県甲府市相川の7kmに設定した7調査定線において2019年7月に植生と水環境の調査を行った。その結果，大型藻6種，水生植物13種（沈水植物1種，浮遊植物2種，抽水植物10種），湿生植物18種（草本11種，木本7種），陸生植物142種（草本104種，木本38種）の計179種が確認された。このうち，75種（約42%）が外来種であり，3種は特定外来生物，10種は日本の侵略的外来種ワースト100，33種は我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種に指定されていた。一方，レッドリスト掲載種としてツメレンゲ（準絶滅危惧種，環境省；絶滅危惧Ⅱ類，山梨県）とミソハギ（絶滅危惧IB類，山梨県）を確認できた。環境要因の中で，水温，電気伝導率，塩分は上流から下流にかけて有意な上昇傾向を示したが，濁度には傾向が見られなかった。

Ⅰ　緒言

河川は多様な生態系サービスを有し（Postel and Richter 2003），生物多様性が高く，多様な植物が生育していることが知られている（国土交通省 2020）。しかしながら日本における河川とその周辺湿地の環境は明治から平成にかけて大きく変容しており（国土地理院 2020），外来種の侵入なども加わって，河川の水生植物の多様性は大きく減少し，危機的状況にあることが指摘されている（角野 2014）。

山梨県内の河川域に生育する植物については，いくつかの資料が存在するものの（吉野 1969，植松 1981，砂田ら 1996，三瓶ら 2003，清水ら 2007，東海旅客鉄道株式会社 2014，国土交通省 2020，生物多様性センター 2020），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。

山梨大学の近郊を流れる相川は甲府市の中心部を流れる一級水系富士川の三次支流（富士川－笛吹川－荒川－相川）であり，積翠寺温泉の北西部に位置する太良峠の標高1010m付近から始まり，洞川，仲川，白沢川，西沢川，東沢川，西沢，湯川，小湯川など計10本の支流と合流しながら南下し，市街地の荒川橋（標高268m）付近で荒川と合流する。相川は全長約9kmの小河川ではあるが，山間部から農耕地，そして市街地を流れているため（生物多様性センター 2020），多様な環境を有する甲府市を流れる代表的な河川と言える。そこで本研究では甲府市相川において広域調査を行い，大型藻および水生・湿生・陸生植物の分布状況を明らかにすることを目的に研究を行った。

Ⅱ　方法

甲府市を流れる相川において，踏査が可能な甲府市上積翠寺町の要害温泉入口付近から飯田5丁

* 教育学部 卒業生／大学院医工農学総合教育部修士課程 生命環境学専攻 山岳科学特別教育プログラム
** 大学院医工農学総合教育部博士課程 工学専攻
*** 教育学域協力研究員

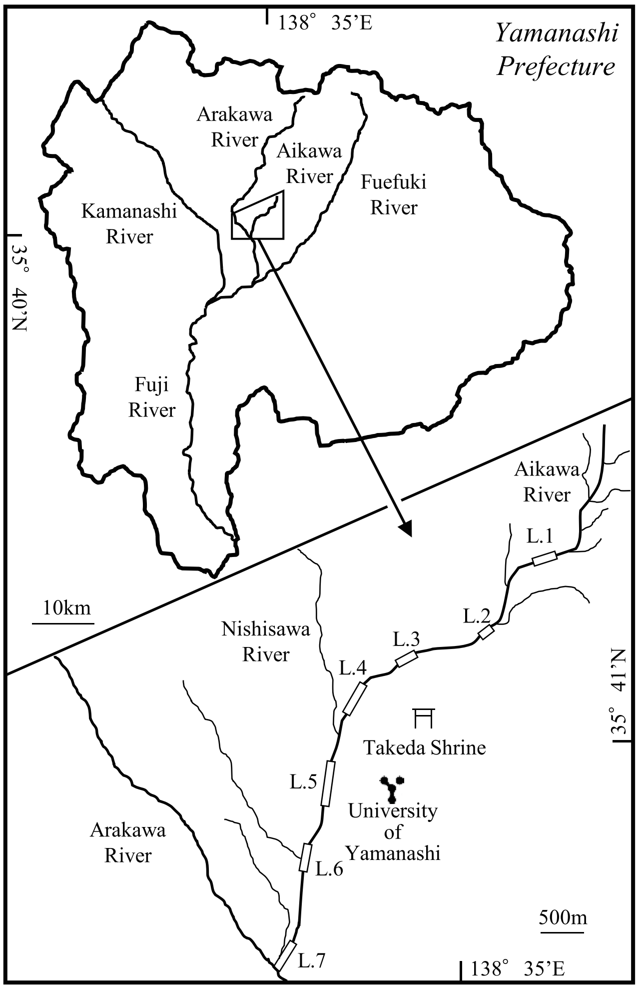

Fig. 1. Map showing the study site in Aikawa River, Kofu City, Yamanashi Prefecture. White rectangles indicate vegetation survey lines.

目の荒川橋付近までの約7kmの範囲に7つの調査定線（Line 1：255m，L. 2：178m，L. 3：319m，L. 4：463m，L. 5：517m，L. 6：333m，L. 7：418m）を設定し（Fig. 1，5a-g），2019年7月8，9，19日に各調査定線内に生育する大型藻（肉眼で確認できる糸状藻など），水生植物（沈水・浮遊・浮葉・抽水植物），湿生・陸生の草本および木本の目視確認調査と証拠標本の徒手採集および生態写真の撮影を行った。フィールド図鑑やインターネットに公開されている植物図鑑を活用してできるだけ現場で種の同定を行ったが，糸状藻類と一部の維管束植物については持ち帰って詳細な観察を行い，種を同定した。証拠標本として，大型の植物は標本台紙に載せて生標本写真を撮影し，押し葉標本としてラベルを付けて研究室の標本庫に収蔵・保管した。押し葉標本は約1か月間送風乾燥機で乾燥させた後，乾燥標本写真についても撮影を行った。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，40，100，400倍の各倍率で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。なお，本調査時には同定が困難であったナヨクサフジ，マルバアメリカアサガオとマルバアサガオ，ツメレンゲについてはそれぞれ花期の5月23日，8月12日，10月21日に，トキワサンザシは若い果実を確認した9月27日に現地にて同定を行った。

各定線間の種組成の非類似度としてJaccrad指数を算出し，ward法によるクラスター解析をR環境下で行った。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）に掲載されている種を水生または湿生植物と判断し，どちらにも当てはまらないものを陸生植物とした。外来種ハンドブック（日本生態学会 2002）および日本の帰化植物（清水 2003），日本の外来生物（国立環境研究所 2020）に掲載されている種を外来種と判断し，環境省（2020a）により特定外来生物，日本生態学会（2002）により日本の侵略的外来種ワースト100，環境省（2020b）により我が国の生態系等に被害を及ぼすおそれのある外来種（生態系被害防止外来種）を判別した。また，環境省レッドリスト2020（環境省 2020c）および山梨県レッドデータブック（山梨県 2018）の掲載種かどうかついても確認を行った。

環境要因として7月11日に各調査定線の3ヶ所（最上流側・中間点・最下流側）で携帯型多項目水質計（YSI ProDSS -マルチ水質センサー）を用いて水温，電気伝導率（EC），塩分，濁度の測定を行った。

Ⅲ　結果と考察

本研究により相川から確認された大型藻および水生・湿生・陸生植物のリストをTable 1に示す。相川では大型藻6種，水生植物13種（沈水植物1種，浮遊植物2種，抽水植物10種），湿生植物18種（草本11種，木本7種），陸生植物142種（草本104種，木本38種）の計179種が確認された。各調査定線での確認種数はL. 1で最小の50種，L. 5で最大の122種であった。

植松（1981）は相川のL. 5付近で72種の植物を挙げており，今回の調査では植松（1981）に挙げられていない136種の生育を確認することができた。また，植松（1981）が挙げたカナムグラやウシハコベなど29種は本研究でも確認されたが，43種については本研究では確認できなかった。これは，同定能力の差によるところも無視できないが，調査時に花や実が付いていなかったことも影響していると考えられた。したがって，植物相を完全に把握するためには，多くの種の花や実のなる時期を網羅する必要があり，多大な労力を伴う周年をかけた調査を行う必要があろう。

これまでに山梨県内における当研究室の調査により，富士五湖では大型藻6種（車軸藻類3種；本栖湖）〜18種（車軸藻類5種；山中湖）と水生植物7種（沈水植物6種，抽水植物1種；精進湖）〜39種（抽水植物21種，沈水植物15種，浮遊植物3種；河口湖）が（芹澤（松山）ら 2009a，b，2015，芹澤ら 2013，2014，2016，2019a，b，中村ら 2017，2018a，b，上嶋ら 2018），千代田湖では大型藻15種（車軸藻類1種）と水草13種（沈水植物5種，抽水植物4種，浮遊植物3種，浮葉植物1種）が（芹澤ら 2020），水田域では大型藻19種（車軸藻類2種）と水生植物36種（抽水植物18種，沈水植物11種，浮遊植物5種，浮葉植物2種）が確認されている（渡邉ら 2018，2019a，b）。相川では車軸藻類は未確認であり，沈水植物も確認されたのは1種のみであったことから，湖沼や水田域などの止水域と比べ，流水域で時に水位が急増し，流速も早くなる相川は，車軸藻類や沈水植物が生育し難い環境であると言えるかもしれない。また，河口湖において芹澤ら（2019a）は湿生植物として43種を確認しており，このうち，テキリスゲ，ヌマガヤツリ，オギ，イシミカワ，ウナギツカミ，ミゾソバ，アメリカセンダングサ，コセンダングサの8種は本研究でも確認されたことから，これらの植物は山梨県では湖沼の様な止水域と流水域の両方に生育していることがわかった。なお，本研究では首藤ら（2019）に従い，イシミカワとコセンダングサは湿生植物としては扱わなかった。

本研究により相川で確認された179種のうち，75種（約42%）が外来種であることがわかった（Table 1，2)。このうち，オオカワヂシャ，アレチウリ，オオキンケイギクの3種は特定外来生物に（環境省 2020a），ホテイアオイ，キショウブ，アレチウリ，オオブタクサ，オオキンケイギク，ヒメジョオン，ヒメムカシヨモギ，セイヨウタンポポ，イタチハギ，ハリエンジュの10種は日本の侵略的外来種ワースト100（日本生態学会 2002）に指定されていた（Table 1，2，Fig. 7d，h，8a-h，9a)。また，生態系被害防止外来種リスト（環境省 2020b）に掲載されている総合対策外来種が31種（緊急対策外来種3種，重点対策外来種14種，その他14種），産業管理外来種が2種確認され（Table 1，2，Fig. 6b，f，7d，h，8a-e，g-h，9a-h，10a-h，11a-f），今後，これらの種の駆除などを行う場合には，本研究が有効な基礎資料となると考えられる。

Table 2. Number of alien species (Alien-A, S, W, and D) confirmed in each survey line of Aikawa River, Kofu City. CMA, alien species that require comprehensive measures (comprehensive measures alien species); IMA, industrially important alien species that require proper management (industrial management alien species). See the explanation of Table 1.

	Survey Line Number							Total numbaer of species
	1	2	3	4	5	6	7	
Alien-A	14	15	19	28	52	25	35	75
Alien-S	1	2	1	3	3	2	3	3
Alien-W	4	4	5	6	7	3	6	10
Alien-D	8	9	11	14	25	15	19	33
CMA	8	8	9	13	24	14	18	31
CE	1	2	1	3	3	2	3	3
CP	4	2	3	5	10	4	7	14
CO	3	4	5	5	11	8	8	14
IMA	0	1	2	1	1	1	1	2

相川ではレッドリストの掲載種としてツメレンゲ［準絶滅危惧種（NT），環境省 2020c；絶滅危惧Ⅱ類（VU），山梨県 2018］を1地点（L. 5）で，ミソハギ［絶滅危惧IB

Table 1. Macroalgae, hydrophyte, hygrophyte, and terrestrial plants confirmed in Aikawa River, Kofu City in July 2019. S, submerged plants; F, floating plants; E, emergent plants; H, herbaceous plants; W, woody plants; Alien-A, alien species; Alien-S, specific alien organisms designated by Ministry of the Environment, Japan (2020a); Alien-W, the worst 100 invasive alien species in Japan designated by the ecological society of Japan (2002); Alien-D, alien species that may damage the ecosystems of Japan designated by Ministry of the Environment, Japan (2020b); CE, emergency measures alien species; CP, priority measures alien species; CO, other comprehensive measures alien species; I, industrially important alien species that require proper management (industrial management alien species).

Life form		Japanese name	Scientific name	Survey Line Number							Alien species			
				1	2	3	4	5	6	7	A	S	W	D
Macroalgae		ミゾジュズモ	*Basicladia okamurai*			○		○						
		カモジシオグサ	*Cladophora glomerata*	○	○	○	○	○		○				
		トゲナシツルギ	*Cloniophora plumosa*		○		○		○					
		アミミドロ属sp.	*Hydrodictyon* sp.			○			○					
		アオミソウ属sp.	*Pithophora* sp.					○						
		アオミドロ属sp.	*Spirogyra* sp.			○			○					
Hydrophyte	S	エビモ	*Potamogeton crispus*						○					
	F	コウキクサ属sp	*Lemna* sp.		○		○							
		ホテイアオイ	*Eichhornia crassipes*				○				○		○	CP
	E	キショウブ	*Iris pseudacorus*	○		○	○	○			○		○	CP
		ガマ	*Typha latifolia*					○	○	○				
		イグサ	*Juncus decipiens*	○		○	○	○						
		クサヨシ	*Phalaris arundinacea*	○	○	○	○	○	○	○				
		ヨシ	*Phragmites australis*					○	○	○				
		ツルヨシ	*Phragmites japonicus*	○	○	○	○	○	○	○				
		オランダガラシ	*Nasturtium officinale*	○	○	○	○	○	○	○	○			CP
		ヤナギタデ	*Persicaria hydropiper*						○	○				
		オオカワヂシャ	*Veronica anagallis-aquatica*		○		○	○	○	○	○	○		CE
		セリ	*Oenanthe javanica*	○	○	○	○	○	○	○				
Hygrophyte	H	ヤブカンゾウ	*Hemerocallis fulva* var. *kwanso*	○	○	○	○	○	○	○				
		テキリスゲ	*Carex kiotensis*		○	○								
		スゲ属sp.	*Carex* sp.				○							
		メリケンガヤツリ	*Cyperus eragrostis*						○	○	○			CP
		ヌマガヤツリ	*Cyperus glomeratus*						○					
		オギ	*Miscanthus sacchariflorus*		○	○	○	○						
		ミソハギ	*Lythrum anceps*						○	○				
		ウナギツカミ	*Persicaria sagittata* var. *sibirica*						○	○				
		ミゾソバ	*Persicaria thunbergii*	○	○	○	○	○	○	○				
		イヌゴマ	*Stachys aspera* var. *hispidula*					○						
		アメリカセンダングサ	*Bidens frondosa*	○	○	○	○	○	○	○	○			CO
	W	ネムノキ	*Albizia julibrissin*	○	○	○	○	○	○	○				
		ユキヤナギ	*Spiraea thunbergii*					○			○			
		ケヤキ	*Zelkova serrata*	○	○	○	○							
		オニグルミ	*Juglans mandshurica* var. *sachalinensis*	○	○	○	○	○		○				
		マルバヤナギ	*Salix chaenomeloides*						○					
		マルバウツギ	*Deutzia scabra* var. *scabra*	○										
		クコ	*Lycium chinense*				○	○						
Terrestrial plant	H	スギナ	*Equisetum arvense*	○	○	○	○	○	○	○				
		イヌドクサ	*Equisetum ramosissimum*				○	○	○	○				
		ドクダミ	*Houttuynia cordata*	○	○	○	○	○	○					
		ヒメドコロ	*Dioscorea tenuipes*	○										
		タカサゴユリ	*Lilium formosanum*				○				○			
		ヒメヒオウギズイセン	*Crocosmia* x *crocosmiiflora*						○	○	○			CO
		ノビル	*Allium macrostemon*					○						
		オオアマナ	*Ornithogalum umbellatum*					○			○			
		ツユクサ	*Commelina communis*	○	○	○	○	○	○	○				
		ムラサキツユクサ	*Tradescantia ohiensis*					○			○			
		エナシヒゴクサ	*Carex aphanolepis*			○								
		イヌムギ	*Bromus catharticus*				○	○			○			
		ジュズダマ	*Coix lacryma-jobi*				○	○						
		メヒシバ	*Digitaria ciliaris*					○						
		カモジグサ	*Elymus tsukushiensis* var. *transiens*	○	○	○		○		○				
		チガヤ	*Imperata cylindrica* var. *koenigii*				○							
		ネズミムギ	*Lolium multiflorum*				○	○	○	○	○			
		ススキ	*Miscanthus sinensis*			○	○	○		○				
		シマスズメノヒエ	*Paspalum dilatatum*					○		○	○			CO
		イネ科sp.	Poaceae sp.					○		○				
		エノコログサ	*Setaria viridis*		○	○		○	○	○				
		セイバンモロコシ	*Sorghum propinquum*					○			○			CO
		クサノオウ	*Chelidonium majus* subsp. *asiaticum*				○							
		ケキツネノボタン	*Ranunculus cantoniensis*	○			○							
		ツメレンゲ	*Orostachys japonica*					○						
		ツルマンネングサ	*Sedum sarmentosum*						○		○			
		マンネングサ属sp.	*Sedum* sp.				○	○	○					
		ヤブカラシ	*Causonis japonica*	○	○	○	○	○	○	○				
		ヤブマメ	*Amphicarpaea edgeworthii*					○	○	○				
		アレチヌスビトハギ	*Desmodium paniculatum*		○	○	○	○	○		○			CO
		マルバヤハズソウ	*Kummerowia stipulacea*					○						
		メドハギ	*Lespedeza cuneata*					○	○	○				
		クズ	*Pueraria lobata*	○			○	○	○					
		シロツメクサ	*Trifolium repens*						○	○	○			
		ナヨクサフジ	*Vicia villosa* subsp. *varia*			○	○	○	○		○			I

Table 1. (continued)

Life form		Japanese name	Scientific name	Survey Line Number 1	2	3	4	5	6	7	Alien species A	S	W	D
Terrestrial plant	H	ヘビイチゴ	*Potentilla hebiichigo*	○	○	○	○	○						
		カナムグラ	*Humulus scandens*	○	○	○	○	○	○	○				
		アカソ	*Boehmeria silvestrii*	○	○	○	○	○		○				
		イラクサ	*Urtica thunbergiana*				○							
		アレチウリ	*Sicyos angulatus*	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	CE
		イモカタバミ	*Oxalis articulata*							○	○			
		カタバミ	*Oxalis corniculata*					○						
		アカカタバミ	*Oxalis corniculata* f. *rubrifolia*		○			○						
		オッタチカタバミ	*Oxalis dillenii*	○	○	○	○	○	○	○	○			
		コニシキソウ	*Euphorbia maculata*					○		○	○			
		ヒメフウロ	*Geranium robertianum*	○										
		ハクチョウソウ	*Gaura lindheimeri*					○			○			
		メマツヨイグサ	*Oenothera biennis*					○	○		○			
		コマツヨイグサ	*Oenothera laciniata*				○	○		○	○			CP
		ユウゲショウ	*Oenothera rosea*				○			○	○			
		ヒルザキツキミソウ	*Oenothera speciosa*		○	○		○			○			
		セイヨウアブラナ	*Brassica napus*			○		○			○			
		マメグンバイナズナ	*Lepidium virginicum*							○	○			
		イタドリ	*Fallopia japonica* var. *japonica*	○	○	○	○	○		○				
		ヒメツルソバ	*Persicaria capitata*					○		○	○			CO
		イシミカワ	*Persicaria perfoliata*		○	○	○							
		ママコノシリヌグイ	*Persicaria senticosa*			○	○		○					
		アレチギシギシ	*Rumex conglomeratus*				○	○	○		○			
		ナガバギシギシ	*Rumex crispus*				○	○	○	○	○			CO
		エゾノギシギシ	*Rumex obtusifolius*	○	○	○	○	○	○		○			CO
		サボンソウ	*Saponaria officinalis*							○	○			
		ウシハコベ	*Stellaria aquatica*	○	○	○	○	○	○					
		コハコベ	*Stellaria media*				○				○			
		イノコヅチ	*Achyranthes bidentata* var. *japonica*				○	○	○	○				
		シロザ	*Chenopodium album*				○	○						
		センニチコウ	*Gomphrena globrosa*					○						
		ツタバウンラン	*Cymbalaria muralis*					○	○	○	○			
		オシロイバナ	*Mirabilis jalapa*					○		○	○			
		ハゼラン	*Talinum paniculatum*					○			○			
		ヘクソカズラ	*Paederia foetida*					○		○				
		ガガイモ	*Metaplexis japonica*	○	○									
		ツルニチニチソウ	*Vinca major*					○			○			CP
		ヒレハリソウ	*Symphytum officinale*			○	○				○			
		コヒルガオ	*Calystegia hederacea*		○			○	○	○				
		ヒルガオ	*Calystegia pubescens*		○	○	○	○	○	○				
		マルバアメリカアサガオ	*Ipomoea hederacea* var. *integriuscula*					○		○	○			CP
		マルバアサガオ	*Ipomoea purpurea*					○		○	○			CP
		オオイヌホオズキ	*Solanum nigrescens*					○			○			
		タチイヌノフグリ	*Veronica arvensis*	○							○			
		オオイヌノフグリ	*Veronica persica*					○			○			
		ビロードモウズイカ	*Verbascum thapsus*		○	○					○			
		カキドオシ	*Glechoma hederacea* subsp. *grandis*	○	○	○	○		○	○				
		コショウハッカ	*Mentha* x *piperita*	○			○	○	○	○	○			
		ヒメイワダレソウ	*Phyla nodiflora* var. *minor*					○			○			CP
		ダキバアレチハナガサ	*Verbena* x *incompta*						○	○	○			CO
		オオブタクサ	*Ambrosia trifida*		○	○	○	○	○	○	○		○	CP
		ヨモギ	*Artemisia indica* var. *maximowiczii*	○	○	○	○	○	○	○				
		ヨメナ	*Aster yomena*		○									
		アイノコセンダングサ	*Bidens pilosa* var. *intermedia*					○			○			
		コセンダングサ	*Bidens pilosa* var. *pilosa*	○	○	○	○	○	○	○	○			
		アメリカオニアザミ	*Cirsium vulgare*			○		○			○			CO
		オオキンケイギク	*Coreopsis lanceolata*				○	○		○	○	○	○	CE
		ハルシャギク	*Coreopsis tinctoria*						○	○	○			CO
		キバナコスモス	*Cosmos sulphureus*					○			○			
		ヤグルマギク	*Cyanus segetum*			○		○	○	○	○			
		ヒメジョオン	*Erigeron annuus*	○	○	○	○	○	○	○	○		○	CO
		ヒメムカシヨモギ	*Erigeron canadensis*					○			○		○	
		トゲチシャ	*Lactuca serriola*				○			○	○			
		オニノゲシ	*Sonchus asper*	○			○				○			
		ノゲシ	*Sonchus oleraceus*			○		○		○				
		セイヨウタンポポ	*Taraxacum officinale*	○						○	○		○	CP
		オニタビラコ	*Youngia japonica*	○										
		ミツバ	*Cryptotaenia canadensis* subsp. *japonica*							○				
		ヤブジラミ	*Torilis japonica*				○							

類（EN），山梨県 2018］を2地点（L. 6，7）で確認できた（Table 1，Fig. 11g-h）。ツメレンゲについては，富士川水系では富士川中流，上流（釜無川），笛吹川でも生育が確認されており，富士川の河川環境を特徴づける希少種とされている（国土交通省河川局 2002）。一方，ミソハギについては県内の4つの2次メッシュで確認されているが，本研究の相川が入る2次メッシュでは確認されていなかっ

Table 1. (continued)

Life form		Japanese name	Scientific name	Survey Line Number							Alien species			
				1	2	3	4	5	6	7	A	S	W	D
Terrestrial plant	W	ヒマラヤスギ	*Cedrus deodara*					○						
		クロマツ	*Pinus thunbergii*	○										
		ヒノキ	*Chamaecyparis obtusa*	○										
		シュロ	*Trachycarpus fortunei*		○						○			
		マダケ	*Phyllostachys reticulata*		○		○	○		○				
		フサザクラ	*Euptelea polyandra*	○										
		ナンテン	*Nandina domestica*					○						
		ノブドウ	*Ampelopsis glandulosa* var. *heterophylla*	○	○	○	○	○	○					
		イタチハギ	*Amorpha fruticosa*					○			○		○	CP
		ハリエンジュ	*Robinia pseudoacacia*		○	○				○	○		○	I
		フジ	*Wisteria floribunda*	○	○	○	○	○						
		ソメイヨシノ	*Cerasus* x *yedoensis*				○	○						
		ヤマブキ	*Kerria japonica*					○						
		ウメ	*Prunus mume*		○			○			○			
		モモ	*Prunus persica*				○				○			
		トキワサンザシ	*Pyracantha coccinea*					○			○			CO
		ナワシロイチゴ	*Rubus parvifolius*		○	○		○						
		エノキ	*Celtis sinensis*			○	○	○		○				
		イチジク	*Ficus carica*		○									
		ヤマグワ	*Morus australis*	○		○	○	○		○	○			
		クヌギ	*Quercus acutissima*					○						
		カワヤナギ	*Salix miyabeana* subsp. *gymnolepis*					○						
		タチヤナギ	*Salix triandra*					○						
		サルスベリ	*Lagerstroemia indica*					○	○	○				
		ザクロ	*Punica granatum*				○	○						
		ヌルデ	*Rhus javanica* var. *chinensis*					○						
		イロハモミジ	*Acer palmatum*	○				○						
		イタヤカエデ	*Acer pictum* subsp. *dissectum*	○										
		センダン	*Melia azedarach*					○		○				
		フヨウ	*Hibiscus mutabilis*					○			○			CO
		ムクゲ	*Hibiscus syriacus*					○		○	○			
		アジサイ	*Hydrangea macrophylla* f. *macrophylla*					○		○				
		カキノキ	*Diospyros kaki*		○			○						
		キョウチクトウ	*Nerium oleander* var. *indicum*					○			○			
		トウネズミモチ	*Ligustrum lucidum*					○	○		○			CP
		フサフジウツギ	*Buddleja davidii*	○							○			CP
		ムラサキシキブ	*Callicarpa japonica*					○		○				
		キリ	*Paulownia tomentosa*					○		○				
Total number of species			**179**	**50**	**53**	**57**	**75**	**122**	**62**	**76**	**75**	**3**	**10**	**33**
Macroalgae			**6**	**1**	**2**	**4**	**2**	**3**	**3**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**
Hydrophyte			**13**	**6**	**6**	**6**	**9**	**9**	**9**	**8**	**4**	**1**	**2**	**4**
Submerged plant			1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Floating plant			2	0	1	0	2	0	0	0	1	0	1	1
Emergent plant			10	6	5	6	7	9	8	8	3	1	1	3
Hygrophyte			**18**	**7**	**8**	**8**	**9**	**9**	**9**	**8**	**3**	**0**	**0**	**2**
Herbous plant			11	3	5	5	5	5	7	6	2	0	0	2
Woody plant			7	4	3	3	4	4	2	2	1	0	0	0
Terrestrial plant			**142**	**36**	**37**	**39**	**55**	**101**	**41**	**59**	**68**	**2**	**8**	**27**
Herbous plant			104	27	28	33	47	72	38	49	56	2	6	21
Woody plant			38	9	9	6	8	29	3	10	12	0	2	6

た（山梨県 2018）。ミソハギは園芸種としてポット苗などが広く出回っていることから，周辺の住宅地から散逸してきた可能性も否定できず，今後，DNA分析などにより，相川に生育する個体群の由来を調べる必要があろう。

各地点における確認種数はL. 1で50種，L. 2で53種，L. 3で57種，L. 4で75種，L. 5で122種，L. 6で62種，L. 7で76種であり（Table 1），調査定線の距離が長くなるほど確認種数が有意に増加する傾向が認められた（Fig. 2)。一般に湖沼では水生植物の生育可能面積の増加に伴ってその種数が増加することが示されており（Vestergaard & Sand-Jensen 2000），今回の調査から河川においても調査距離≒面積の増加に従って確認種数が増加することが示された。確認種数と調査面積の関係は種数−面積曲線（Arrhenius 1921）として示されているように，ある地域の植生を調べるためには確認種数の増加が少なくなるまで調査面積を広げることが望ましい。今回の調査では調査距離の増加に伴い確認種数も増加していたことから，相川にはさらに多くの種が生育している可能性がある。全調査地点で確認

Table 3. Dissimilarity matrix of Jaccard index among the 7 survey lines of Aikawa River, Kofu City.

SLN	Survey Line Number (SLN) 1	2	3	4	5	6
2	0.57					
3	0.55	0.41				
4	0.60	0.58	0.53			
5	0.75	0.69	0.65	0.61		
6	0.73	0.66	0.65	0.63	0.68	
7	0.74	0.70	0.68	0.66	0.58	0.55

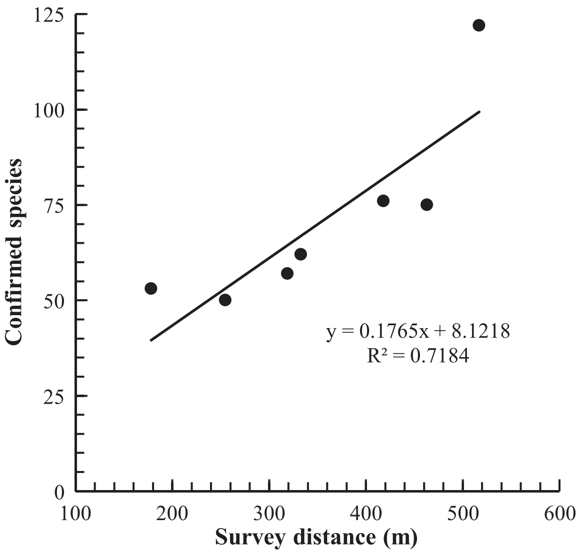

Fig. 2. Relationship between the survey line distance and the number of confirmed species. The solid line indicates the linear regression line.

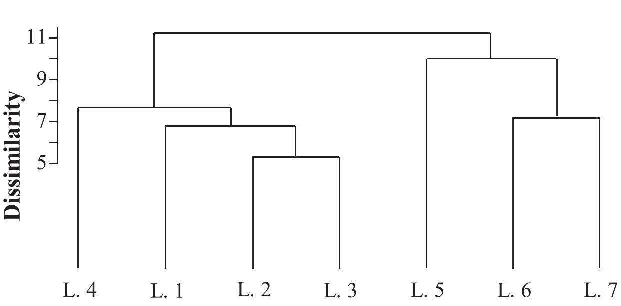

Fig. 3. Dendrogram showing the Jaccard dissimilarity index of presence/absence data set of species among 7 survey lines by Cluster analysis based on Ward method.

されたのはクサヨシ，ツルヨシ，オランダガラシ，セリ，ヤブカンゾウ，ミゾソバ，アメリカセンダングサ，ネムノキ，スギナ，ツユクサ，ヤブカラシ，カナムグラ，アレチウリ，オッタチカタバミ，ヨモギ，コセンダングサ，ヒメジョオンの17種であり（Table 1，Fig. 5h，6a-h，7a-h），これらの種は相川の広範囲に分布していることが判明した。Jaccrad指数による調査定線間の種組成の非類似度は，上流側のL. 1〜4の間と下流側のL. 5〜7の間では比較的低い傾向が認められた（Table 3）。調査定線間の距離は上流側からそれぞれL. 1〜2間が632m, L. 2〜3間が933m, L. 3〜4間が489m，L. 4〜5間が723m，L. 5〜6間が525m，L. 6〜7間が585mであり，L. 3はL. 4よりL. 2との距離の方が大きく，調査定線の距離もL. 2は178m, L. 3は319mと異なっている（Fig. 1）。しかし，L. 2とL. 3の間で種組成の非類似度は最小であり，最も種組成が類似していることが示されたことから，相川に沿った大型藻と植物の分布は調査距離や定線間の距離だけでなく，様々な要因が関係して複雑な分布になっていることが推察された。ward法によるクラスター解析では，L. 1〜4の調査定線とL. 5〜7の調査定線がそれぞれまとまることが判明した（Fig. 3）。上流側のL. 1〜4と下流側のL. 5〜7の間，つまりL. 4の下流部には西沢が甲府市緑が丘2丁目のなかむら保育園付近で合流しており，その影響でL. 4より下流では植生が変化している可能性が示唆された。また，一般に種子などの散布体は上流から下流へと運ばれるので，西沢のような相川に合流する支流の植生についても調べることができれば，相川の植生の成り立ちを知る手がかりが得られるかもしれない。

L. 1〜7の水温，EC，塩分，濁度をFig. 4に示す。L. 1〜7の調査定線毎に3地点ずつ測定した水温の平均値はそれぞれ，17.0℃，19.6 ℃，20.6 ℃，21.8 ℃，23.4 ℃，23.4 ℃，23.5℃であり，上流側から下流側にかけて有意に上昇した（R^2=0.934）。同様にECの

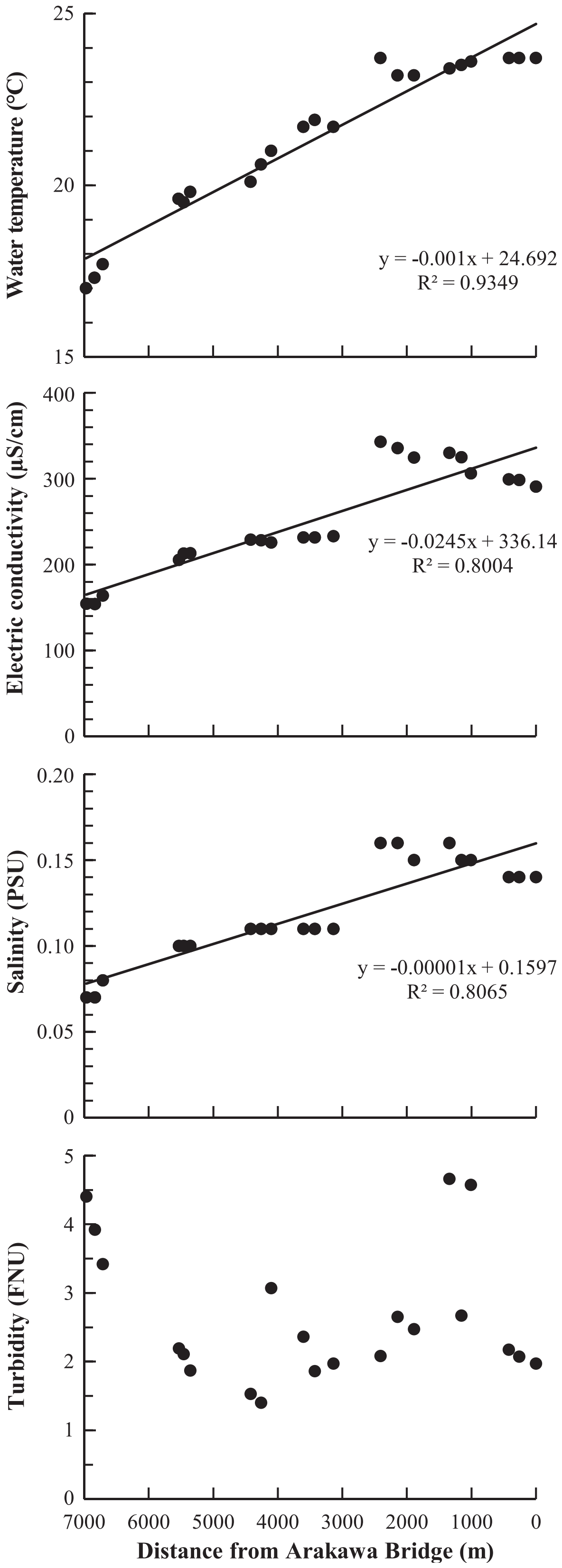

Fig. 4. Environmental factors, such as water temperature, electric conductivity, salinity, and turbidity in the 7 survey lines of Aikawa River, Kofu City. The solid lines indicate the linear regression line.

平均値はそれぞれ，157.2µS/cm，210.3µS/cm，227.3µS/cm，231.9µS/cm，334.2µS/cm，320.1µS/cm，295.9µS/cmであった。ECは上流側のL. 1～4で上昇，下流側のL. 5～7でやや下降しているが，相川全体としては有意な上昇傾向が認められた（R^2=0.800）。塩分の平均値はそれぞれ，0.07PSU，0.10PSU，0.11PSU，0.11PSU, 0.16PSU, 0.15PSU, 0.14PSUであった。塩分はECと同様に上流側のL. 1～4で上昇，L. 5～7でやや下降しているが，相川全体としては有意な上昇傾向が認められた（R^2=0.806）。濁度の平均値はそれぞれ，3.9FNU，2.0 FNU，2.1FNU，2.1FNU，2.4FNU，4.0FNU，2.1FNUであり，有意な傾向は見られなかった。

天竜川本流とその支流で流域住民により測定されたCODは，人間活動が盛んな朝と晩に上昇し，下流にかけて減少したことが報告されている（沖野 2003）。流域に農地や住宅があり，市街地に向かって流れる相川では水温やEC，塩分などが下流側にかけて上昇したが，これも人間活動の影響を受けている可能性がある。一方で，支流の合流により一旦上昇したECなどが下流にかけてやや下降しており，相川のような比較的流量が少なく短い河川でも下流にかけて希釈作用あるいは水生・湿生植物による栄養塩類などの吸収効果があることが示唆された。

本研究において相川では大型藻と植物の種組成の類似度がL. 1～4とL. 5～7でまとまり，水環境もL. 1～4とL. 5～7で異なる傾向が見られた。河川水は流れとして見えている表流水だけでなく，河原全体の地下を流下し，表流水と出入りのある伏流水，河川と陸域をつないでいる地下水から構成されており，河床も河川の影響域として省くことはできないことから（沖野 2003），陸生植物の種数が多い本調査定線の種組成にも水環境が影響している可能性は否定できない。生態系被害防止外来種リストの産業管理外来種を除き，特定外来生物，日本の侵略的外来種ワースト100，生態系被害防止外来種および外来種の全てがL. 5で最も多く見られたことも，L. 4とL. 5の

間で水環境に急激な変化が見られることが影響しているのかも知れない。

Ⅳ　謝辞

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）研究室の学生・院生の諸氏に謝意を表する。本研究の一部はJSPS科研費JP20K06091の助成を受けて行った。

Ⅴ　引用文献

Arrheniuus O（1921）Species and Area. Journal of Ecology 9:95-99
角野康郎（2014）日本の水草．文一総合出版，東京
環境省（2020a）特定外来生物等一覧．日本の外来種対策，自然環境局
http://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/liL.html（2020年9月1日閲覧）
環境省（2020b）生態系被害防止外来種リスト．日本の外来種対策，自然環境局
http://www.env.go.jp/nature/intro/2outline/iasliL.html（2020年9月1日閲覧）
環境省（2020c）環境省レッドリスト2020．報道発表資料，報道・広報
http://www.env.go.jp/press/index.html（2020年9月1日閲覧）
国土地理院（2020）日本全国の湿地面積変化の調査結果．湖沼調査，主題図（地理調査），地図・空中写真・地理調査 https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/shicchimenseki2.html（2020年8月25日閲覧）
国土交通省（2020）平成30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/h30.htm（2020年9月1日閲覧）
国土交通省河川局（2002）富士川水系の流域及び河川の概要（案）．第４回河川整備基本方針検討小委員会，河川整備基本方針検討小委員会，審議会，水管理・国土保全
https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/shaseishin/kasenbunkakai/shouiinkai/kihonhoushin/021115/021115-siryo.html（2020年9月1日閲覧）
国立環境研究所（2020）日本の外来生物．侵入生物データベース＞日本の外来生物
http://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/index.html（2020年9月11日閲覧）
中村誠司，上島崇嗣，佐野英樹，田口由美，渡邊広樹，芹澤（松山）和世，芹澤如比古（2017）富士北麓，本栖湖の水草・大型藻類と光環境．富士山研究11：11-22
中村誠司，上嶋崇嗣，芹澤（松山）和世，芹澤如比古（2018a）富士北麓，精進湖における水草・車軸藻類と環境の2015年までの変遷．山梨大学教育学部紀要26：157-164
中村誠司，上嶋崇嗣，芹澤（松山）和世，芹澤如比古（2018b）富士北麓，西湖における水草・車軸藻類と環境の2015年までの変遷．山梨大学教育学部紀要27：105-113
日本生態学会（2002）外来種ハンドブック．地人書館，東京
沖野外輝夫（2003）河川の生態学．共立出版，東京
Postel S & Richter B (2003) Rivers for Life: Managing Water for People and Nature. Island Press, Washington.（サンドラ・ポステル＆ブライアン・リクター（2006）生命の川．新樹社，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
生物多様性センター（2020）自然環境調査Web-GIS．http://gis.biodic.go.jp/webgis/index.html
芹澤（松山）和世，吉澤一家，高橋一孝，中野隆志，安田泰輔，芹澤如比古（2009a）山中湖における水草・大型藻類－2007年－．水草研究会誌92：1-9
芹澤（松山）和世，安田泰輔，中野隆志，芹澤如比古（2009b）山中湖におけるフジマリモの再発見．富士山研究3：13-18

芹澤（松山）和世，金原昂平，米谷雅俊，渡邊広樹，白澤直敏，田口由美，神谷充伸，芹澤如比古（2015）富士北麓，精進湖と本栖湖におけるフジマリモの発見（予報）．富士山研究 9：1-6
芹澤如比古，佐藤裕一，深代牧子，土屋佳奈，芹澤（松山）和世（2013）富士北麓，山中湖に生育する水生植物の種組成と現存量の周年変化−2008 ～ 2010−．水草研究会誌100:61-71
芹澤如比古，吉澤一家，高橋一孝，加藤将，野崎久義，芹澤（松山）和世（2014）富士北麓，山中湖に生育する水生植物の水平・垂直分布－2008年－．富士山研究8:7-14
芹澤如比古，上島崇嗣，中村誠司，渡邊広樹，白澤直敏，芹澤（松山）和世（2016）富士北麓，西湖と精進湖の水草・大型藻類と光環境．山梨大学教育人間科学部紀要17：201-210
芹澤如比古，中村誠司，加藤将，志賀隆，山ノ内崇志，首藤光太郎，坪田和馬，緑川昭太郎，上嶋崇嗣，渡邉亮，井藤大樹，中村高志，山本真也，芹澤（松山）和世（2019a）富士北麓，河口湖における水草・車軸藻類と湿生植物の分布状況－2017－．富士山研究13：17-27
芹澤如比古，渡邉亮，中村誠司，原野晃一，芹澤（松山）和世（2019b）水草研究会第39回全国集会のフィールドワークで精進湖，本栖湖，河口湖から確認された水生植物．水草研究会誌108：13-25
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
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12：36-44
清水建美（2003）日本の帰化植物．平凡社，東京
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ver. 1.00 http://wetlands.info/tools/plantsdb/wetlandplants-checkliL/（2020年8月25日閲覧）
砂田憲吾，岩本尚，松崎実（1996）河川植生の水平・鉛直分布と河道特性に関する調査解析．水工学論文集40：193-198
東海旅客鉄道株式会社（2014）環境影響評価の結果の概要並びに予測及び評価の結果 15 植物．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）資料編［山梨県］．https://company.jr-central.co.jp/chuoshinkansen/assessment/document1408/yamanashi/y_shiryou.html
上嶋崇嗣，中村誠司，渡邊広樹，芹澤（松山）和世，芹澤如比古（2018）富士北麓，河口湖における水草・車軸藻類と光環境．山梨大学教育学部紀要26：147-156
植松春雄（1981）山梨の植物誌．井上書店，東京
Vestergaard O & Sand-Jensen K（2000）Aquatic macrophyte richness in Danish lakes in relation to alkalinity, transparency, and lake area. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 57:2022-2031
渡邉亮，中村誠司，芹澤（松山）和世，芹澤如比古（2018）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
渡邉亮，中村誠司，原野晃一，芹澤（松山）和世，芹澤如比古（2019a）山梨県の水田域おける水草・大型藻類群集の市町村間の類似性. 山梨大学教育学部紀要28:119-125
渡邉亮，中村誠司，芹澤（松山）和世，芹澤如比古（2019b）山梨県の水田域に生育する水草・大型藻類の優占度の評価. 富士山研究13：43-59
山梨県（2018）山梨県レッドデータブック（平成30年改訂版）．山梨県森林環境部みどり自然課，山梨
吉野みどり（1969）笛吹川上流地域の植生図．地図 7(3)：25-29

Abstract: Vegetation and water environment were investigated at 7 survey lines placed in 7 km of Aikawa River, Kofu City, Yamanashi Prefecture in July 2019. The total number of species identified is 179, of which 6 were macroalgae, 13 were hydrophyte (1 submerged plant, 2 floating plants and 10 emergent plants), 18 were hygrophyte (11 herbous plants and 7 woody plants), and 142 were terrestrial plants (104 herbous plants and 38 woody plants). Of these species, 75 (approximately 42 %) were alien species, 3 were designated as specific alien organisms, 10 as the worst 100 invasive alien species in Japan, and 33 as alien species that may damage the ecosystems of Japan. On the other hand, 2 species listed on the Red List, *Orostachys japonica* (Near Threatened, Ministry of the Environment, Japan; Vulnerable, Yamanashi Prefecture) and *Lythrum anceps* (Endangered, Yamanashi Prefecture) were confirmed. The environmental factors such as water temperature, electric conductivity, and salinity showed a tendency of significant increase from upstream to downstream, but there was no tendency in turbidity.

Fig. 5. Photographs showing landscapes of survey lines (a-g) and the confirmed species at all survey lines (h). a, survey line 1; b, survey line 2; c, survey line 3; d, survey line 4; e, survey line 5; f, survey line 6; g, survey line 7; h, *Phalaris arundinacea*.

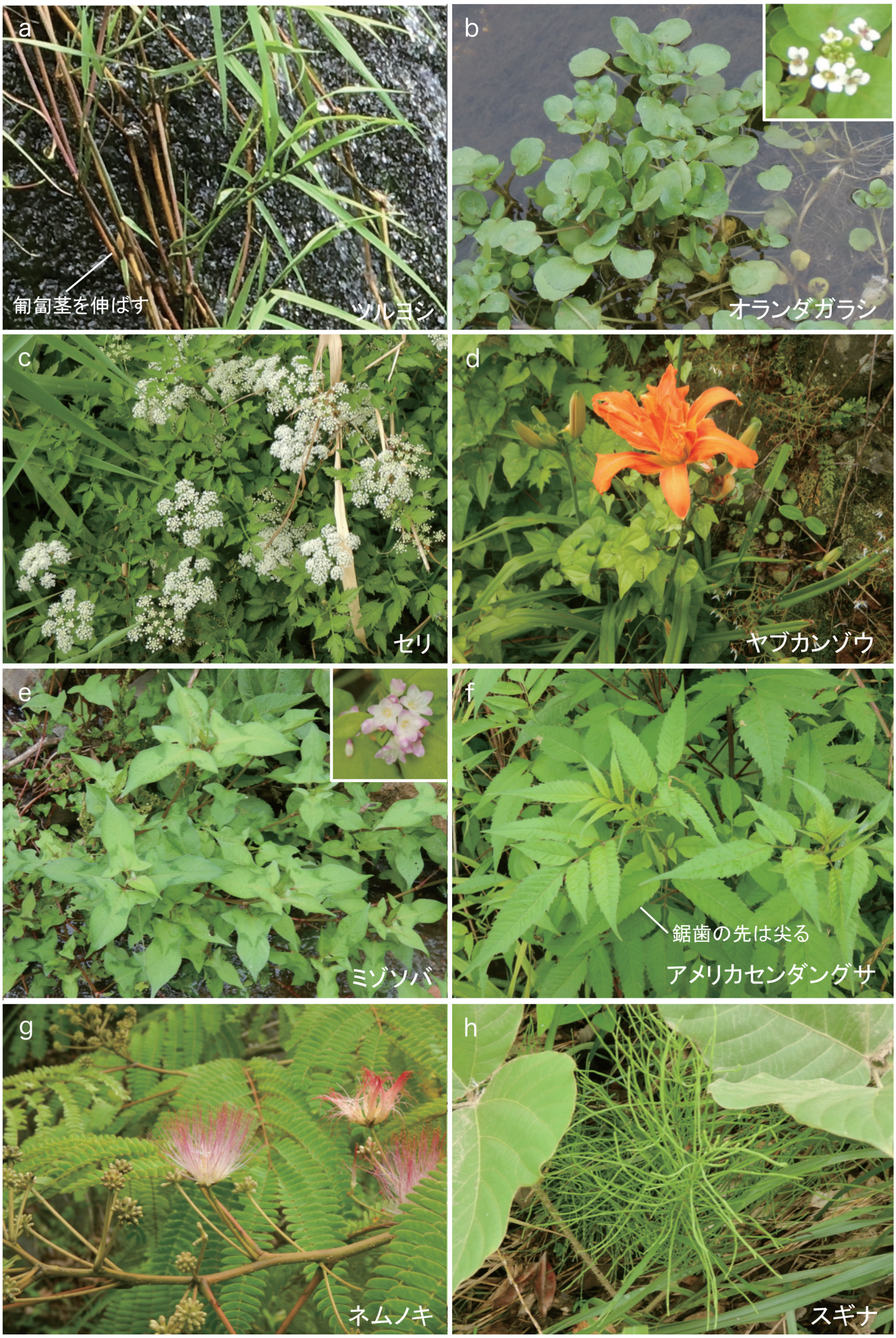

Fig. 6. Photographs showing the confirmed species at all survey lines. a, *Phragmites japonicus*; b, *Nasturtium officinale* (Alien-D); c, *Oenanthe javanica*; d, *Hemerocallis fulva* var. *kwanso*; e, *Persicaria thunbergii*; f, *Bidens frondosa* (Alien-D); g, *Albizia julibrissin*; h, *Equisetum arvense*.

Fig. 7. Photographs showing the confirmed species at all survey lines. a, *Commelina communis*; b, *Causonis japonica*; c, *Humulus scandens*; d, *Sicyos angulatus* (Alien-S, Alien-W and Alien-D); e, *Oxalis dillenii*; f, *Artemisia indica var. maximowiczii*; g, *Bidens pilosa* var. *pilosa*; h, *Erigeron annuus* (Alien-W and Alien-D) .

Fig. 8. Photographs showing specific alien organisms (Alien-S) (a, b) and the worst 100 invasive alien species in Japan (Alien-W) (c-h). a, *Veronica anagallis-aquatica* (Alien-D); b, *Coreopsis lanceolata* (Alien-W, Alien-D); c, *Eichhornia crassipes* (Alien-D); d, *Iris pseudacorus* (Alien-D); e, *Ambrosia trifida* (Alien-D) ; f, *Erigeron canadensis*; g, *Taraxacum officinale* (Alien-D); h, *Amorpha fruticosa* (Alien-D).

Fig. 9. Photographs showing the worst 100 invasive alien species in Japan (Alien-W) (a) and ecosystem damage prevention alien species (Alien-D) (b-h). a, *Robinia pseudoacacia* (Alien-D); b, *Cyperus eragrostis*; c, *Crocosmia x crocosmiiflora*; d, *Paspalum dilatatum*; e, *Sorghum propinquum*; f, *Desmodium paniculatum*; g, *Vicia villosa* subsp. *varia*; h, *Oenothera laciniata.*

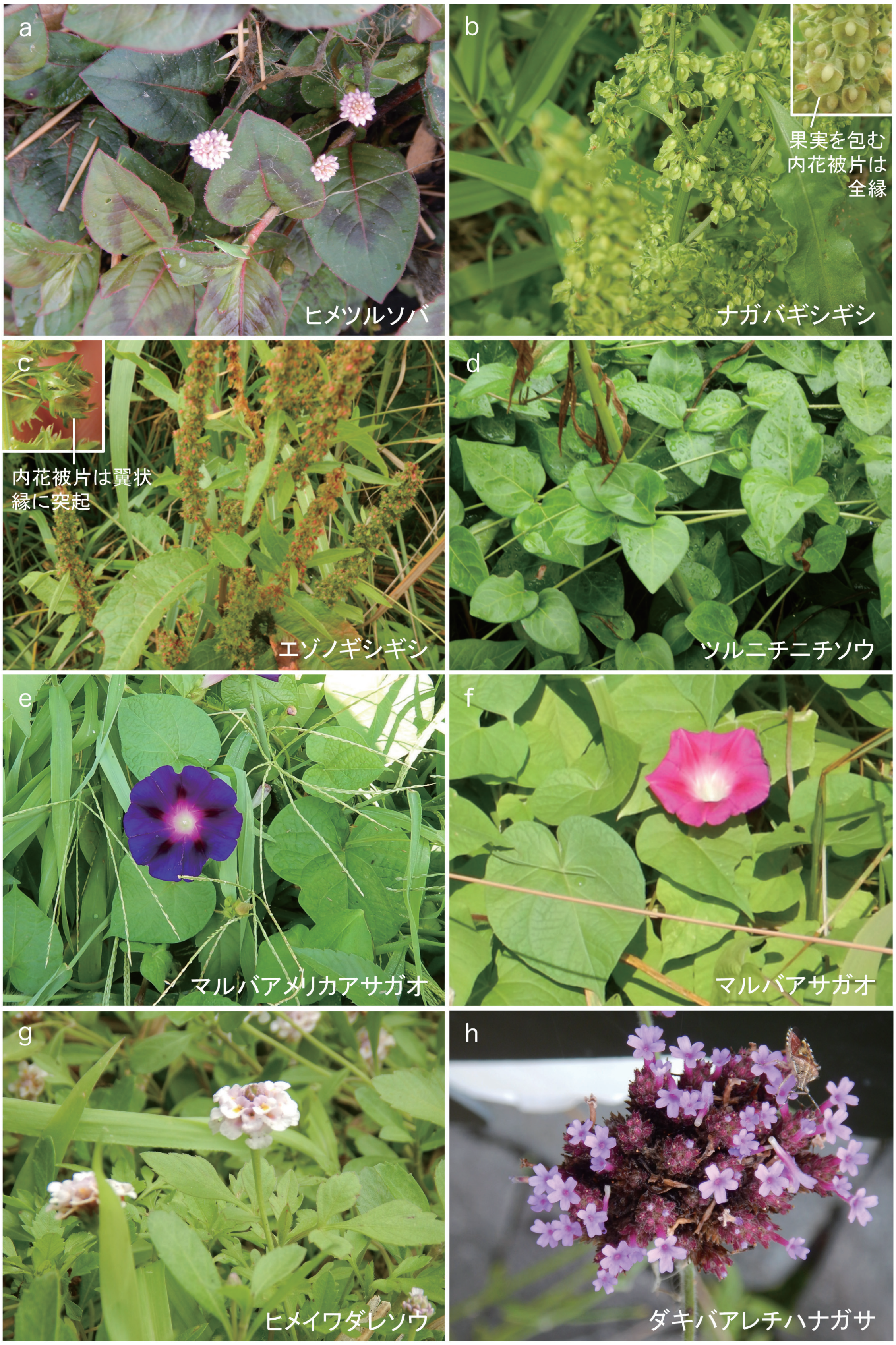

Fig.10. Photographs showing ecosystem damage prevention alien species (Alien-D). a, *Persicaria capitata*; b, *Rumex crispus*; c, *Rumex obtusifolius*; d, *Vinca major*; e, *Ipomoea hederacea* var. *integriuscula*; f, *Ipomoea purpurea*; g, *Phyla nodiflora* var. *minor*; h, *Verbena* × *incompta*.

Fig.11. Photographs showing ecosystem damage prevention alien species (Alien-D) (a-f). and red list species (g, h). a, *Cirsium vulgare*; b, *Coreopsis tinctorial*; c, *Pyracantha coccinea*; d, *Hibiscus mutabilis*; e, *Ligustrum lucidum*; f, *Buddleja davidii*; g, *Orostachys japonica* (Near Threatened, Ministry of the Environment, Japan; Vulnerable, Yamanashi Prefecture); h, *Lythrum anceps* (Endangered, Yamanashi Prefecture).