

霞ヶ浦の流入河川「桜川」における魚類相とその長期的変遷

Fish fauna and its long-term changes in Sakura River flowing into Lake Kasumigaura, eastern Japan

渡邊美如々^{1*}・木村将士¹・碓井星二¹・根本隆夫²・外山太一郎³・宮崎淳一⁴・加納光樹¹
Misuzu Watanabe^{1*}, Masashi Kimura¹, Seiji Usui¹, Takao Nemoto², Taichiro Toyama³,
Jun-Ichi Miyazaki⁴, Kouki Kanou¹

¹茨城大学地球・地域環境共創機構水圏環境フィールドステーション, 茨城県潮来市大生 1375

²茨城県水産試験場内水面支場, 茨城県行方市玉造甲 1560

³茨城県農林水産部水産振興課, 茨城県水戸市笠原町 978-6

⁴山梨大学大学院総合研究部教育学域, 山梨県甲府市武田 4-4-37

¹Water Environmental Field Station, Global and Local Environment Co-creation Institute, Ibaraki University, 1375 Ohu, Itako, Ibaraki 311-2402, Japan. ²Freshwater Fisheries Branch, Ibaraki Prefectural Fisheries Research Institute, 1560 Kou, Tamatsukuri, Namegata, Ibaraki 311-3512, Japan. ³Fisheries Promotion Division, Department of Agriculture Forestry and Fisheries, Ibaraki Prefectural Government, 978-6 Kasaharacho, Mito, Ibaraki 310-8555, Japan. ⁴University of Yamanashi, Graduate Faculty of Interdisciplinary Research, Faculty of Education, 4-4-37 Takeda, Kofu, Yamanashi 400-8510, Japan.

*Corresponding author; e-mail: mimimi212suzu@gmail.com

The fish fauna in the middle and lower reaches of Sakura River flowing into Lake Kasumigaura was investigated with casting nets, hand nets and scoop nets in May, July, and October 2020 and from April to October 2021, and compared with data from previous studies conducted in 1984–1987, 1996–2002 and 2010–2015. A total of 36 fish species in 11 families, including 20 introduced exotic and Japanese species and 16 native species, were collected in 2020–2021. The analyses of long-term changes in presence/absence of fish species from the 1980s to the 2020s demonstrated the disappearance of four threatened species (three native bitterling species and the crucian carp *Carassius buergeri* subsp. 2) by various artificial environmental changes and a gradual increase in introduced exotic and Japanese species spreading mainly from Lake Kasumigaura.

Key words: introduced exotic species; introduced Japanese species; native species; threatened species; ichthyofaunal changes; Sakura River

緒言

湖沼に流入する河川は、河川内で全生活史を過ごす魚種の定住の場であるだけでなく、河川－湖沼間を回遊する魚種の産卵や成育の場としても重要な役割を担っている（豊田ら 2015; 石崎ら 2016）。例えば、琵琶湖の流入河川では、アジメドジョウ *Cobitis delicata* やアカザ *Liobagrus reinii*、カジカ *Cottus pollux* のように河川を定住の場として

利用する種のほかに、ニゴロブナ *Carassius buergeri grandoculis*、ホンモロコ *Gnathopogon caerulescens*、ビワマス *Oncorhynchus masou* subsp. のような遡河回遊種、アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* やウツセミカジカ *Cottus reinii* のような両側回遊種が認められている（尾田 2010; 酒井 2010; 亀甲ら 2014; 石崎ら 2016; 馬淵ら 2019）。しかしながら、近年、日本各地の湖沼の流入河川では、

堰堤の設置による河川－湖沼間の連続性の分断、侵略的外来種による捕食圧の増大、河川改修、水質汚濁などが絶滅危惧種や水産有用種を含む在来魚の生息に影響を及ぼしている（若林ら 2002; 川岸ら 2008; 石崎ら 2016; 平山ら 2018b）。このような状況下にも関わらず、湖沼の流入河川では魚類相のモニタリングがあまり実施されてこなかったこともあり、魚類相の長期的変遷を検証した事例は極めて少ない（松崎ら 2011）。流入河川での魚類相の長期的変遷に関する科学的知見は、今後、在来魚の生息地の保全方策や外来種の防除方策を具体的に検討していく上で有用な基礎情報となる可能性がある。

茨城県南東部から千葉県北東部に位置する霞ヶ浦（西浦、北浦、外浪逆浦、北利根川、鱒川、常陸利根川を合わせた水域の総称）は、日本第2位の湖面積（220 km²）を有する海跡湖で、ワカサギ *Hypomesus nipponensis* やシラウオ *Salangichthys microdon*、テナガエビ *Macrobrachium nipponense* などの全国有数の漁獲量を産出するほか（茨城県 2020）、絶滅危惧種のニホンウナギ *Anguilla japonica*、キンブナ *Carassius buergeri* subsp. 2、タナゴ *Acheilognathus melanogaster*、アカヒレタビラ *Acheilognathus tabira erythropterus*、ゼニタナゴ *Acheilognathus typus*、ミナミメダカ *Oryzias latipes* や準絶滅危惧種のヤリタナゴ *Tanakia lanceolata*、クルメサヨリ *Hyporhamphus intermedius*、ジュズカケハゼ *Gymnogobius castaneus* などの生息地であり（諸澤・藤岡 2007; 碓井ら 2014; 萩原ら 2017; 加納ら 2017）、水産資源の持続的利用や生物多様性の保全の観点から重要な水域となっている。しかしながら、高度経済成長期以降、霞ヶ浦では治水や利水のために大規模開発が進められ、1974年には下流側の常陸川水門の完全閉鎖により淡水化され汽水・海水魚の多くの種が来遊しなくなった（大森ら 2018）。また、1971年から1996年にかけての霞ヶ浦総合開

発事業で湖の周囲と流入河川の河口部がコンクリート護岸で築堤されたことにより、沿岸の水辺植生の大半が劣化・消失し（宮脇ら 2004）、それらを避難場や餌場として利用する一部の魚種の出現量が減少した可能性がある（碓井ら 2014）。1980年代以降には、富栄養化の進行および沖帯底層での貧酸素水塊の発生のほか（茨城県内水面水産試験場 1984）、ブルーギル *Lepomis macrochirus*、オオクチバス *Micropterus salmoides* およびチャネルキャットフィッシュ *Ictalurus punctatus* をはじめとする国外外来種の侵入（浜田 2000; 野内ら 2008; 荒山・岩崎 2012）、外来種の種数の増加や現存量での優占的な出現も確認されている（Matsuzaki et al. 2011; 富永ら 2013; Matsuzaki and Kadoya 2015; 大森ら 2018）。さらに、2010年頃を境に主にイシガイ科二枚貝の激減によって在来タナゴ亜科魚類の生息がほとんど確認できなくなった（萩原ら 2017）。霞ヶ浦と直結している流入河川の魚類相にも、これらの環境改変の影響が直接的もしくは間接的に及んでいる可能性があり、水産資源の持続的利用や生物多様性保全の観点から、その実態を把握しておく必要がある。

本研究では霞ヶ浦に流入する最大の河川である桜川において採集調査を実施し、直近の2020年代の魚類相を把握したうえで、1980年代から2010年代にかけて実施された魚類相調査のデータと比較することで、当該河川の魚類相の長期的変遷を明らかにすることを目的とした。

材料および方法

調査地の概要

桜川は茨城県桜川市鉾柄山を水源とし、県南西部の平野部（桜川市、筑西市、つくば市、土浦市）を通過して霞ヶ浦（西浦）の土浦入りに流入する一級河川（Fig. 1）で、流路延長は63.4 km、流域面積は350.3 km²と、霞ヶ浦に流入す

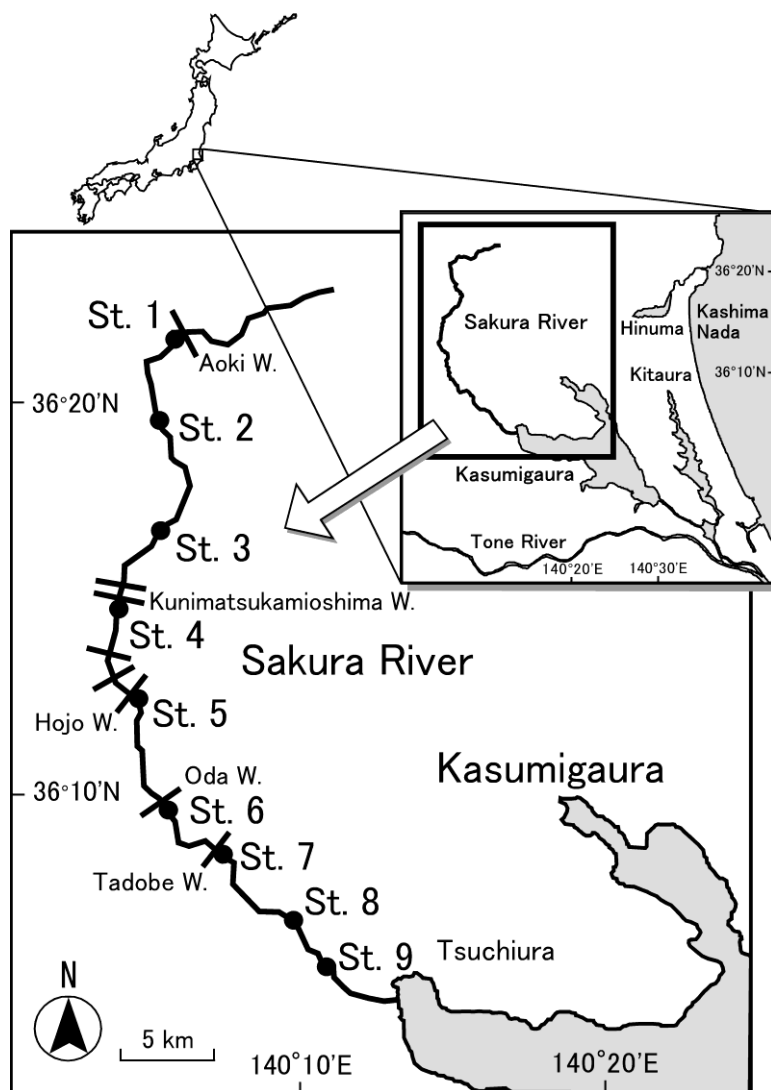


Fig. 1. Map showing study sites (●) in Sakura River, Ibaraki Prefecture, eastern Japan. Bars indicate weirs.

る 56 河川のなかで最大規模である。桜川には流域の雨水や湧水が流れ込むだけでなく、霞ヶ浦（かすみがうら市牛渡）からポンプアップされた水が筑波山の地下を貫いて流れる霞ヶ浦用水を通じて桜川市にあるつくし湖（南椎尾調整池）へと送られた後、桜川市真壁町付近に注いでいる。桜川では、1986 年の台風 10 号により発生した大規模水害の後、河道掘削や堰堤の改築が計画的に進められてきた。現在、桜川の桜川市青木からつくば市田土部にかけて設置されている堰堤は 8 か所である。これらの堰堤のうち、2 か所（青木堰と田土部堰）がコンクリート製可動堰、6 か所が改築さ

れたゴム引布製起伏堰〔袋状の合成ゴム引布の扉体を空気や水で膨張・収縮させることで、扉体を起伏する堰（農林水産省農村振興局整備部設計課 2013）〕である。桜川の最下流の堰堤（田土部堰）より上流側は平瀬と淵が認められる典型的な中流域であるが、下流側は平瀬が認められず緩やかな流れからなる下流域である。本研究の 2020–2021 年の魚類相調査では、桜川の中・下流域の魚類相を網羅的に把握するため、遡上してきた魚類が滞留しやすい各堰堤の下流側も含めて、桜川の中流域に St. 1–6、下流域に St. 7–9 の計 9 地点の調査地点を設定した（Fig. 1）。

2020–2021年の魚類相調査

2020年5月、7月、10月および2021年の4–10月に各月1回、各地点の流程400m区間において、投網（直径3.9m、網丈長2.8m、目合6mm×6mm）を20回ずつ打ち魚類を採集した。さらに、2020年にはタモ網（開口部の幅35cm×高さ32cm、奥行き45cm、目合1mm）を、2021年にはサデ網（開口部の幅100cm×高さ70cm、奥行き80cm、目合1mm）を用い、各月各地点で2名が約60分間の採集を行った。魚類調査のために立ち入った範囲の最大水深はSt. 1–6では約1m、St. 7–9では約1.5mであり、河床で優占する底質はSt. 1–6では礫や砂礫、St. 7では砂、St. 8–9では砂泥であった。河岸環境については、St. 1–7では両岸がコンクリートブロックで護岸されており、また、St. 8–9では堆積した底質が水流で削られてむき出しの斜面となっていたが、いずれにおいても岸際や中州の一部にヨシ *Phragmites australis* などのイネ科の抽水植物がみられた。

採集した魚類は現場で種を同定し、種ごとに個体数を計数し、最大・最小個体の標準体長（以下、体長）を計測した後（2020年には全種を、2021年には一部の種のみを計数・計測）、採集地点に放流した。現場での同定が困難な種や仔稚魚については、10%ホルマリン溶液で固定して持ち帰り、研究室で種を同定した。種の同定は主に中坊編（2013）と沖山編（2014）に、また魚種リストの科および種の配列、標準和名、学名は中坊編（2013）に従った。ただし、オイカワ *Zacco platypus*、カワムツ *Nipponocypris temminckii* およびヌマムツ *Nipponocypris sieboldii* の学名はChen et al.（2008）に、マルタ *Pseudaspius brandtii maruta* の学名はSakai and Amano（2014）に、ウグイ *Pseudaspius hakonensis* の学名はSakai et al.（2020）に従った。また、従来、トウヨシノポリ *Rhinogobius* sp. OR とされていた種（明仁ら 2000）については、分類学的研究

が過渡期にあり複数種が含まれている可能性があるため、本研究ではトウヨシノポリ類 *Rhinogobius* sp. OR unidentified として扱った。さらに、スナゴカマツカ *Pseudogobio polystrictus* については、同属のカマツカ *P. esocinus* と交雑している可能性もあるが、本研究では便宜的に Tominaga and Kawase（2019）に示された形態的特徴のみに基づいて同定した。

過去の魚類相データとの比較

上記で把握された2020–2021年の桜川の魚類相を、過去に桜川の中・下流域で実施された魚類相調査のデータ[1984年4月から1987年11月にかけて本研究と同じ調査範囲内に設定された4地点において投網やタモ網、釣りを実施された調査（岩見・宮崎 1988）、1996–2002年の4–11月に本研究の調査地点（9地点）を含む計11地点において茨城県内水面水産試験場によって投網（主に直径5.1m、網丈長3.7m、目合5mm×5mmと直径5.2m、網丈長3.8m、目合7.6mm×7.6mmを使用）を各地点につき10回程度ずつ打ち魚類を採集した調査（根本ら 2011）、2010–2015年（根本ら 未発表；1996–2002年の調査と同じ方法で同県水産試験場内水面支場によって継続されていた調査のデータ）と比較した。なお、カワムツA型とB型についてはHosoya et al.（2003）によってそれぞれヌマムツとカワムツとして記載されたが、この報告の公表以前から両型を区別して野帳に記録していたため（茨城県水産試験場内水面支場 未発表）、本研究ではそれらの記録に基づいて過去の両種のデータを整理した。これら4つの年代間で魚類の種組成がどの程度異なるかを明らかにするため、各年代の各魚種の在・不在データに基づいて年代間でユークリッド距離を求め、ウォード法によるクラスター分析を行った。この解析には、R ver. 4.0.2（R Development Core Team 2020）を用いた。次に、年代間で総種数、在来種数、レッ

ドリスト種数 [環境省のレッドリスト (環境省 2020) に絶滅危惧種や準絶滅危惧種として掲載されている種の種数]、国内外来種数および国外外来種数 [細谷編 (2019) に従って判断] を比較した。なお、2020–2021年の魚類相調査では投網のほかタモ網とサデ網を、1996–2002年と2010–2015年の調査では投網のみを用いており、そのような使用漁具の差異が出現魚種に影響を及ぼす可能性も想定された。そのため、魚類相の長期的変遷の解析においては、2020–2021年時にタモ網やサデ網でしか採集されなかった魚種のデータ (ミナミメダカとドジョウ属2種) を含めないこととした。

結果および考察

直近の桜川の魚類相

2020–2021年の調査期間中に桜川で採集された魚類は、合計11科36種であった (Table 1)。科別の種数はコイ科が20種と最も多く、次いでハゼ科の4種、サンフィッシュ科の3種で、残りの8科では1–2種であった。2020年と2021年の採集結果に基づいて各種の流程分布をみてみると、中流域 (St. 1–6) と下流域 (St. 7–9) の両方で採集された種はコイ (飼育型) *Cyprinus carpio*、オイカワ、モツゴ *Pseudorasbora parva*、タモロコ *Gnathopogon elongatus elongatus*、スゴモロコ *Squalidus chankaensis biwae*、チャネルキャットフィッシュ、オオクチバス、トウヨシノボリ類、ヌマチチブ *Tridentiger brevispinis* など22種と多く、これらのうちオイカワ、タモロコ、スゴモロコ、チャネルキャットフィッシュ、オオクチバス、トウヨシノボリ類の6種は全9地点と広範囲で確認された。中流域のみで採集されたのはヌマムツ、カラドジョウ *Misgurnus dabryanus*、ナマズ *Silurus asotus* の3種、下流域のみで採集された種はオオタナゴ *Acheilognathus macropterus*、ハス *Opsariichthys uncirostris uncirostris*、ダントウボウ *Megalobrama amblycephala*、ワカサギ、アユ、ボラ

Mugil cephalus cephalus など11種であった。これらのうち桜川が自然分布域とみなされる在来種は16種であり、そのなかで環境省のレッドリストに絶滅危惧種として掲載されている種はミナミメダカ1種のみであった (Table 1)。一方で、国内外来種はゲンゴロウブナ *Carassius cuvieri*、ワタカ *Ischikauia steenackeri*、ハス、カワムツ、ヌマムツ、タモロコ、ゼゼラ *Biwia zezera*、ツチフキ *Abbottina rivularis*、スゴモロコ、ナマズの計10種、国外外来種は特定外来生物による生態系等に係る被害の防止に関する法律 (以下、外来生物法) で特定外来生物に指定されているオオタナゴ、チャネルキャットフィッシュ、ブルーギル、オオクチバス、コクチバス *Micropterus dolomieu dolomieu* のほか、コイ (飼育型)、タイリクバラタナゴ *Rhodeus ocellatus ocellatus*、ハクレン *Hypophthalmichthys molitrix*、ダントウボウ、カラドジョウの計10種であった (Table 1)。このように、国内・国外外来種が全種数の5割以上を占めていた。

なお、2020年の調査で採集された魚類計2563個体のなかで、最も多かったのはオイカワの813個体 (全採集個体数の31.7%) であり、次いで、スゴモロコ (702個体、27.4%)、トウヨシノボリ類 (470個体、18.3%)、ゲンゴロウブナ (102個体、4.0%)、ヌマチチブ (50個体、2.0%)、スナゴカマツカ (46個体、1.8%)、タモロコ (42個体、1.6%)、オオクチバス (41個体、1.6%) であったが (Table 1)、一般に投網やタモ網による調査では水深や流速、底質、岸際の構造の違いによって採集効率に変化し、定量性が低いことから、本研究ではこれらの個体数データをあくまで参考として記載することとどめた。

桜川の魚類相の長期的変遷

上記で得られた2020–2021年の桜川中・下流域の魚類相データと、1984年以降の3期間における桜川の同じ調査範囲での魚類相データ

Table 1. Fish species collected by casting nets, hand nets and scoop nets at each study site in Sakura River during this study.

Family	Species	May, July and Oct. 2020										Apr. to Oct. 2021						
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	Individual no. at all sites	St. 1	St. 4	St. 5	St. 7	St. 8		
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> *	●	●	○	●	◆	◆	◆	●	●	40 (12)	◆	●	●	●	●	●	
	<i>Carassius cuvieri</i> **	◆	◆	●	●	◆	◆	◆	●	●	102 (12)	●	◆	◆	●	●	●	
	<i>Carassius auratus langsdorffi</i>				○	●	○	●			8 (4)	●	●	◆	●	●	●	
	<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i> *				○	◆	○	◆	○	○	29 (16)	◆	◆	◆	●			
	<i>Acheilognathus macropterus</i> *					●		●	●		1					●	●	
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> *					●		●	●		7					●	●	
	<i>Ischikauia steenackeri</i> **																●	
	<i>Opsariichthys uncirostris uncirostris</i> **								●	●	10				●	●	●	
	<i>Zacco platypus</i>	◆	●	◆	●	●	◆	◆	◆	●	813 (23)	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
	<i>Nipponocypris temminckii</i> **	●	●			○	○	◆			8 (4)	◆		○				
	<i>Nipponocypris sieboldii</i> **	●									6	●	●	●				
	<i>Pseudaspius hakonensis</i>																●	
	<i>Pseudorasbora parva</i>	◆	○	○	●	○	○	◆	○	○	37 (21)	◆	●	◆	●	◆	◆	
	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i> **	◆	○	◆	●	◆	○		◆	●	42 (33)	◆	◆	◆	●	◆	◆	
	<i>Biwia zezera</i> **																●	
	<i>Pseudogobio polystictus</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	46	◆	●	●	●	●	●	
<i>Abbottina rivularis</i> **	●	●			●	○	●	●	●	17 (7)	◆	◆	○	●	◆	◆		
<i>Hemibarbus barbus</i>	●	●		●	●	●	●	●	●	27	●	●	●	●	●	●		
<i>Squalidus chankaensis biwae</i> **	●	●	◆	●	◆	◆	◆	●	●	702 (20)	●	◆	◆	◆	●	●		
<i>Megalobrama amblycephala</i> *								●	●	4						●		

Table 1. continued.

Family	Species	May, July and Oct. 2020										Apr. to Oct. 2021					
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	Individual no. at all sites	St. 1	St. 4	St. 5	St. 7	St. 8	
Cobitidae	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	○				○	○	○									○
	<i>Misgurnus dabryanus*</i>					○											○
Siluridae	<i>Silurus asotus**</i>	●				○											
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus*</i>	●	●	◆	●	◆	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Osmeridae	<i>Hypomesus nipponensis</i>								●								
Plecoglossidae	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>								●								●
Mugilidae	<i>Mugil cephalus cephalus</i>							●									●
Adrianichthyidae	<i>Oryzias latipes†</i>					○										○	
Lateolabracidae	<i>Lateolabrax japonicus</i>								●								
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus*</i>	○		○			○		●								●
	<i>Micropterus salmoides*</i>	●	○	○	●	◆	◆	◆	●								●
	<i>Micropterus dolomieu dolomieu*</i>								●								●
Gobiidae	<i>Rhinogobius</i> sp. OR unidentified	◆	○	○	●	◆	◆	○	◆								◆
	<i>Gymnogobius urotaenia</i>					○	○	○	●								○
	<i>Acanthogobius lactipes</i>						○	○	●								○
	<i>Tridentiger brevispinis</i>	○	○	○	●	◆	○	◆	●								◆
Total number of species		18	12	11	12	22	20	16	18	15	19	12	16	16	16	25	

*Introduced exotic species. **Introduced Japanese species. †Threatened or near threatened species on the red list of the Ministry of the Environment, Japan.

●, casting net; ◆, casting net and hand net or casting net and scoop net; ○, hand net or scoop net.

Figures in parentheses indicate the number of individuals caught with hand nets.

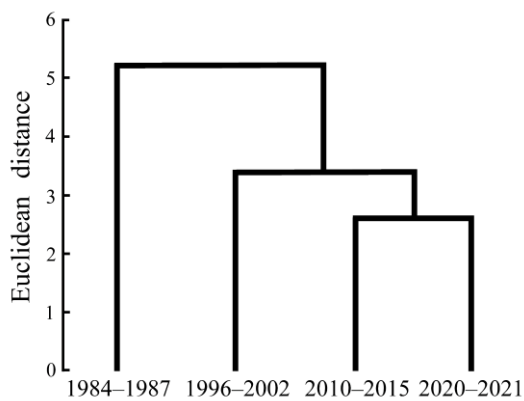


Fig. 2. Dendrogram of cluster analysis showing similarities of species composition based on presence or absence of each fish species in Sakura River in each period. See Table 2 for fish species collected in each period.

[1984–1987年 (岩見・宮崎 1988)、1996–2002年 (根本ら 2011)、2010–2015年 (根本ら 未発表)] を合わせたところ、桜川中・下流域で確認された魚類は計11科44種となった (Table 2)。これらの調査年代間で魚類の種組成を比較するため、各魚種の在・不在データに基づいて類似度を求めクラスター分析を行ったところ、1984–1987年と1996年以降の3年代で分かれ、これらの年代間で種組成が異なる傾向が認められた (Fig. 2)。次に、年代間で魚類の総種数を比較したところ、1984–1987年は26種であったが、1996年以降は28–33種 (平均30種) と増加する傾向がみられた (Fig. 3a)。そこで、どのような種に増加・減少の傾向があるのかを把握するため、在来種数、レッドリスト種数、国内・国外外来種数を年代間で比較した。その結果、在来種数は1984–1987年に14種、1996年以降に13–14種 (平均13.7種) とあまり変化しなかったものの (Fig. 3b)、レッドリスト種数は1984–1987年の4種から1996年以降の0–1種 (平均0.3種) に減少する傾向がみられた (Fig. 3c)。一方で、国内・国外外来種数は1984–1987年の12種から1996年以降の15–19種 (平均16.3種) へと増加する傾向がみられた (Fig. 3d)。個別にみると、国内外来種数は1984–1987年の7種から1996年以降の8–10種 (平均9種) とわ

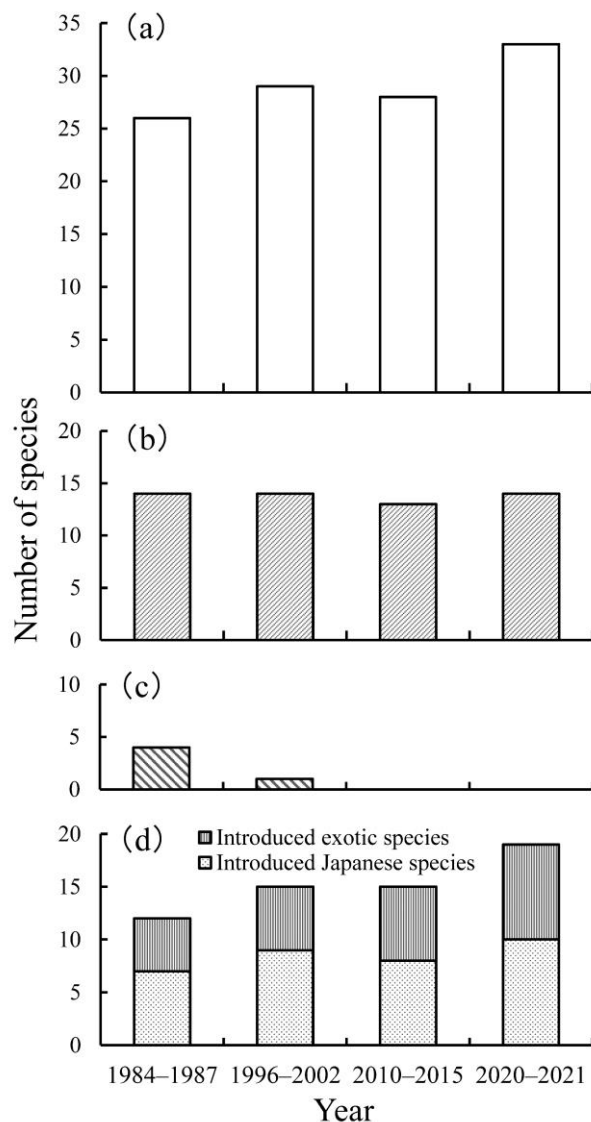


Fig. 3. Long-term changes in numbers of fish species in each category in Sakura River from 1984–1987 to 2020–2021. (a) total species, (b) native species, (c) threatened or near threatened species on Japanese red-list, (d) introduced exotic and Japanese species. See Table 2 for fish species in each category.

ずかに増加しており、また、国外外来種数は1984–1987年に5種、1996–2002年に6種、2010–2015年に7種、2020–2021年に9種と、2倍近くにまで増加する傾向がみられた。

これまでに桜川において確認記録のある環境省レッドリスト掲載種4種 (在来タナゴ類のヤリタナゴ、タナゴ、アカヒレタビラ、キンブナ) のうち、在来タナゴ類3種は1990年代以降、キンブナは2010年代以降に確認されなくなっ

Table 2. Fish species collected by casting nets in the middle and lower reaches of Sakura River in each period.

Family	Species	1984– 1987 ^a	1996– 2002 ^b	2010– 2015 ^c	2020– 2021 ^d
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> *	●	●	●	●
	<i>Carassius cuvieri</i> **		●	●	●
	<i>Carassius auratus langsdorfii</i>	●	●	●	●
	<i>Carassius buergeri</i> subsp. 2 [†]	●	●		
	<i>Tanakia lanceolata</i> [†]	●			
	<i>Acheilognathus rhombeus</i> **	●	●		
	<i>Acheilognathus macropterus</i> *		●	●	●
	<i>Acheilognathus melanogaster</i> [†]	●			
	<i>Acheilognathus tabira erythropterus</i> [†]	●			
	<i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i> *	●	●	●	●
	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> *				●
	<i>Ischikauia steenackeri</i> **		●	●	●
	<i>Opsariichthys uncirostris uncirostris</i> **	●	●	●	●
	<i>Zacco platypus</i>	●	●	●	●
	<i>Nipponocypris temminckii</i> **		●	●	●
	<i>Nipponocypris sieboldii</i> **		●	●	●
	<i>Ctenopharyngodon idella</i> *	●			
	<i>Pseudaspius brandtii maruta</i>		●		
	<i>Pseudaspius hakonensis</i>	●	●	●	●
	<i>Pseudorasbora parva</i>	●	●	●	●
	<i>Sarcocheilichthys variegatus microoculus</i> **	●	●		
	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i> **	●	●	●	●
	<i>Biwia zezera</i> **				●
	<i>Pseudogobio polystictus</i>	●	●	●	●
	<i>Abbottina rivularis</i> **			●	●
	<i>Hemibarbus barbus</i>	●	●	●	●
<i>Squalidus chankaensis biwae</i> **		●	●	●	
<i>Megalobrama amblycephala</i> *				●	
Siluridae	<i>Silurus asotus</i> **	●			●
Ictaluridae	<i>Ictalurus punctatus</i> *			●	●
Osmeridae	<i>Hypomesus nipponensis</i>	●	●	●	●
Plecoglossidae	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>		●	●	●
Salmonidae	<i>Salvelinus leucomaenis</i> **	●			
	<i>Oncorhynchus masou masou</i> **	●			
Mugilidae	<i>Mugil cephalus cephalus</i>		●	●	●
Lateolabracidae	<i>Lateolabrax japonicus</i>				●
Centrarchidae	<i>Lepomis macrochirus</i> *	●	●	●	●
	<i>Micropterus salmoides</i> *	●	●	●	●
	<i>Micropterus dolomieu dolomieu</i> *		●		●
Gobiidae	<i>Rhinogobius</i> sp. OR unidentified	●	●	●	●
	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	●	●	●	●
	<i>Acanthogobius lactipes</i>			●	●
	<i>Tridentiger brevispinis</i>	●	●	●	●
Channidae	<i>Channa argus</i> *			●	
Total number of species		26	29	28	33

*Introduced exotic species. **Introduced Japanese species. [†]Threatened or near threatened species on the red list of the Ministry of the Environment, Japan.

a, Iwami and Miyazaki (1988); b, Nemoto et al. (2011); c, unpublished fish survey data collected in the same methods as Nemoto et al. (2011) by Ibaraki Prefectural Freshwater Fisheries Experimental Station; d, fish survey data collected with casting nets during this study.

た (Table 2)。在来タナゴ類3種は1980年代までは桜川下流域や霞ヶ浦沿岸に広く生息していたが (岩見・宮崎 1988)、2010年頃を境に霞ヶ浦で生息数や生息地点が急減し、その主な原因として産卵母貝の減少が挙げられている (萩原ら 2017)。桜川でのイシガイ科二枚貝の生息数の経年変化に関する知見はほとんどないが、2018年時点ではわずか1個体が確認されたのみであり (鈴木 2018)、本調査期間中に調査地を踏査しながら徒手採集しても確認できなかった。したがって、桜川においても在来タナゴ類の消失原因の一つとして、産卵母貝の減少が関わっている可能性がある。キンブナは、近年県内各地で生息地点数と個体数が減少傾向にあり、その原因として産卵場や成育場である水生植物帯の減少が関わっている可能性がある (増子 2016)。霞ヶ浦湖岸の植物帯面積は1997年から2010年にかけて大きく減少している (西廣 2012)。また、荒山・富永 (2009) は、湖周辺の抽水植物帯がある水路にキンブナが生息していることを報告している。近年の桜川では岸際に抽水植物帯がみられる場所は極めて少ない。以上のことから、桜川のキンブナの消失にも、河川内もしくは霞ヶ浦本湖の植物帯の減少が影響を及ぼした可能性がある。

国内外来種14種のうち、イワナ *Salvelinus leucomaenis* とヤマメ *Oncorhynchus masou masou* は1990年代以降に、ビワヒガイ *Sarcocheilichthys variegatus microoculus* とカネヒラ *Acheilognathus rhombeus* は2010年代以降に確認されなくなった一方で、スゴモロコは1990年代以降に、ツチフキは2010年代以降に、ゼゼラは2020年代以降に確認されるようになった (Table 2)。イワナとヤマメについては、1980年代当時に中流域で私的放流があったことが確認されており (桜川漁業協同組合からの聞き取り情報)、環境に適応できずに消失したと考えられる。ビワヒガイについては、1918年に霞ヶ浦にはじめて移植放流され、1935年

前後に年間漁獲量60トンのピークに達したが、1980年後半には1-2トンに激減した (加瀬林ら 1994)。カネヒラについては、導入経緯は不明だが、1973-1978年頃に霞ヶ浦で確認されるようになり (野内ら 2008)、1984-1987年に桜川とその周辺で行われた魚類調査では河口付近や霞ヶ浦沿岸に広く生息していた (岩見・宮崎 1988)。両種ともにイシガイ科二枚貝に産卵する習性があるため、前述した在来タナゴ類と同様の原因で生息しなくなったと考えられる。スゴモロコは琵琶湖の固有亜種であるが (中村 1969)、利根川本流と江戸川では1979年に確認され、琵琶湖産アユの種苗に混入して各地へ導入されたと考えられている (中村・相澤 1979)。霞ヶ浦では1990年に初確認され (野内ら 2008)、これ以降、桜川でも個体数が増加し分布域が拡大した (根本ら 2011)。本種については、本研究の2020年の採集調査では桜川に設定したすべての地点で計702個体 (体長20-93 mm) が採集され、最も個体数が多かったオイカワ (813個体) に次ぐ優占種であった。ツチフキも利根川等で琵琶湖産アユの種苗に混入して導入されたと考えられており、霞ヶ浦では1960年に初めて確認された (野内ら 2008)。桜川では2013年に初確認 (1個体のみ) され (根本ら 未発表)、2020-2021年の採集調査では7地点で生息が確認された (Table 1)。本種は流れの緩やかな河川の砂泥底から泥底に生息し (中村 1969)、桜川ではそのような環境が比較的多く個体数が増加する可能性があることから、今後とも動向を注視していく必要がある。以上のように、国内外来種については、近年、新たな種が確認されているものの、出現しなくなった種もあるため、種数の増減は顕著ではなかった。

国内外来種11種のうち、1980年代に確認されている種はコイ (飼育型)、ソウギョ *Ctenopharyngodon idella*、タイリクバラタナゴ、ブルーギル、オオクチバスの5種のみであった。その後、1990年代にコクチバス、2000年代に

オオタナゴ、2010年代にチャンネルキャットフィッシュ、そして、2020年代にハクレンとダントウボウが新たに確認された (Table 2)。コクチバスは北アメリカ原産で、1999年に桜川で県内初となる1個体 (全長13 cm) が採集された後 (茨城県内水面水産試験場 1999)、しばらく桜川を含む霞ヶ浦流域から確認されることはなかったが、本調査で2020年に1個体 (体長67 mm) と2021年に1個体 (体長58 mm) が採集され、生息が再確認された。本種は魚食性が強く (淀・井口 2003, 2004)、侵入し定着した場合には、捕食や競争による在来生物群集への悪影響が懸念されている (環境省自然環境局野生生物課編 2004)。外来生物法に基づいて本種が特定外来生物に指定された2005年以降にも、茨城県内では違法放流が原因と考えられる水系を越えた分布拡大が続いており (稲葉 2006; 荒山ら 2008; 外山 2020; 木村ら 2021)、今後も動向を注視し早急に対策を講じていく必要がある。オオタナゴは中国大陸原産で、2002年に霞ヶ浦で初確認された後、霞ヶ浦南部の真珠養殖場付近を中心に再生産している (萩原ら 2017)。桜川は真珠養殖場から離れた位置にあるが、本種はタナゴ類の中では大型で移動能力が高いことが知られており (Morosawa 2017)、湖内を経て桜川にも分散してきたと考えられる。チャンネルキャットフィッシュは北アメリカ原産で、1970年代に霞ヶ浦で初確認された後、2000年頃から湖内で急増したことが知られている (半澤・野内 2006)。2020–2021年の調査では本種は最上流の調査地点 (St. 1) を含む全地点で採集された。本種については霞ヶ浦 (北浦) から流入河川へと遡上する事例が報告されており (平山ら 2018a)、桜川においても湖内から一部が遡上したと考えられる。これとは別に、特定外来生物カワヒバリガイ *Limnoperna fortunei* が筑波山の地下を貫いて流れる霞ヶ浦用水を介して分布を拡大したように (伊藤 2011)、チャンネルキャットフィッシュも当該用

水を介して桜川中流域へと侵入した可能性もある。チャンネルキャットフィッシュの最小成熟体長は約33 cmであり (遠藤ら 2017)、本調査での採集個体 (体長38–502 mm) は稚魚から成魚と推定されることから、すでに河川内で繁殖している可能性もある。本種は霞ヶ浦やその流入河川で地域の重要な水産資源であるハゼ科魚類やワカサギ、シラウオ、フナ類、テナガエビなどを捕食することが知られており (半澤 2004; 遠藤ら 2015; 平山ら 2018b; 亀井ら 2021)、ワカサギやアユなどの産卵場となっている桜川 (加瀬林・中野 1961; 金光 2011) においても本種の捕食影響が懸念され、水産資源の維持のために漁業組合主催で本種の駆除釣り大会が行われている。ハクレンは中国大陸原産で、1948年に霞ヶ浦で初確認された (野内ら 2008)。これまで本種は国内では流程が長く広大な下流域を有する利根川のみで繁殖が確認されていた (加瀬林ら 1966)。しかしながら、2017年に霞ヶ浦 (西浦) でのトロール漁で稚魚が大量に混獲され、湖内もしくは流入河川での産卵の可能性が高まり、2020年6月に桜川ではじめて産卵が確認された (茨城県水産試験場内水面支場内水面資源部 2020)。このため2015年までの過去の調査では確認されていなかったが、2020年5月の本調査ではハクレンの大型個体 (体長約0.5–1 m) がSt. 5–8で多数目撃されたほか、体長57 cmの個体が投網で採捕された。本種は飼育下では体長42–55 cmで成熟することも報告されており (Kamilov and Komrakova 1999)、いずれも繁殖のために桜川を遡上していた個体の可能性がある。ダントウボウは中国大陸原産で2002年に霞ヶ浦で初確認された後 (野内ら 2008)、しばらく確認記録はなかったが、2016年以降、霞ヶ浦で確認事例が相次いでおり、再生産している可能性も示唆されている (萩原 2017)。茨城県には1986年に研究用に持ち込まれたが (安藤ら 1988)、霞ヶ浦への正式な放流記録がなく (外岡 2004)、導入経路は

不明である。本種については、本調査期間中に最下流の堰堤より下流側 (St. 8) で確認されたのみだが (Table 1)、国内では霞ヶ浦水系でしか確認されておらず、桜川でどのように分布を拡大していくのかについて、今後とも動向を注視すべきである。以上のように、国外外来種は、国内外来種のような魚種交替は認められず、年を経るにしたがって新たな種が侵入・定着している実態が示された。

近年、国内では琵琶湖内湖 (藤田ら 2008)、霞ヶ浦 (富永ら 2013; 大森ら 2018)、澗沼 (金子ら 2011) などの大規模湖沼で魚類相の長期的変遷が調べられ、絶滅危惧種の消失や外来種の侵入・定着などによって魚類相が不可逆的に変化している実態が明らかにされている。本研究によって、霞ヶ浦の流入河川である桜川においても、同様の傾向が認められた。湖沼とつながりがある流入河川は、様々な魚類の産卵場や成育場などとして機能する重要な場所だが (豊田ら 2015; 石崎ら 2016)、そのような場所に多くの外来種が侵入・定着している実態は極めて深刻である。本研究で用いた投網にタモ網やサデ網を組み合わせる手法は簡便で相補的なモニタリング方法であり (Table 1)、今後とも、流入河川においてそのような適切な方法で魚類相を長期的にモニタリングしていくことは不可欠であると考えられる。また、在来種のみならず、外来種についても種ごとに生息状況や生態・生活史特性の詳細を調査し、流入河川での効果的な在来種の生息地保全や外来種の防除等を検討していくことが望まれる。

謝辞

本研究の採集調査に同意していただいた桜川漁業協同組合と霞ヶ浦漁業協同組合の方々、本調査を行うに当たり有益なご助言を賜った土浦第一高等学校の増子勝男氏、採集調査にご協力いただいた茨城大学地球・地域環境共創機構水圏環境フィールドステーシ

ョンの小熊進之介氏、神成田優花氏、柏谷翔大氏、浜野 隼氏、浅野泰輝氏、高沢剛希氏に心より御礼申し上げます。

引用文献

- 明仁・坂本勝一・池田祐二・岩田明久 (2000). ハゼ亜目. 日本産魚類検索: 全種の同定. 第二版. (編) 中坊徹次. 東海大学出版会, 秦野, p. 1139–1310, 1606–1628.
- 安藤隆二・熊丸敦郎・川又忠義 (1988). ダントウボウおよびコイ 3 品種の好適水温域の検討. 茨城県内水面水産試験場研究報告 24: 12–20.
- 荒山和則・岩崎 順 (2012). 霞ヶ浦における近年の外来魚問題—チャンネルキャットフィッシュの現状と駆除—. 日本水産学会誌 78: 761–764.
- 荒山和則・須能紀之・山崎幸夫 (2008). コクチバスによる産卵場と成育場としてのワンドの利用. 茨城県内水面水産試験場研究報告 41: 1–8.
- 荒山和則・富永 敦 (2009). 霞ヶ浦の湖岸と周辺の堤脚水路におけるフナ仔稚魚の出現. 茨城県内水面水産試験場研究報告 42: 1–7.
- Chen, I. S., Wu, J. H., Hsu, C. H. (2008). The taxonomy and phylogeny of *Candidia* (Teleostei: Cyprinidae) from Taiwan, with description of a new species and comments on a new genus. *Raffles Bull. Zool.* 19: 203–214.
- 遠藤友樹・金子誠也・猪狩健太・加納光樹・中里亮治・亀井涼平・碓井星二・百成 涉 (2015). 茨城県北浦の沿岸帯におけるチャンネルキャットフィッシュの摂餌特性. 水産増殖 63: 49–58.
- 遠藤友樹・加納光樹・所 史隆・荒井将人・片山知史 (2017). 茨城県北浦におけるチャンネルキャットフィッシュの年齢と成長. 日本水産学会誌 83: 18–24.
- 藤田朝彦・西野麻知子・細谷和海 (2008). 魚類標本から見た琵琶湖内湖の原風景. 魚類学雑誌 55: 77–93.
- 萩原富司 (2017). 霞ヶ浦で確認された外来魚ダントウボウ (コイ目コイ科) の採集記録. 伊豆沼・内沼研究報告 11: 75–81.
- 萩原富司・諸澤崇裕・熊谷正裕・野原精一 (2017). 霞ヶ浦在来タナゴ類の激減: オオタナゴ *Acheilognathus macropterus* の侵入との関連性. 陸水学雑誌 78: 157–167.
- 浜田篤信 (2000). 外来魚類による生態影響—

- 霞ヶ浦はなぜ外来魚に占拠されたか. 生物科学 52: 7-16.
- 半澤浩美 (2004). 霞ヶ浦におけるチャネルキヤットフィッシュ (*Ictalurus punctatus*) の食性. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告 39: 52-58.
- 半澤浩美・野内孝則 (2006). 霞ヶ浦におけるチャネルキヤットフィッシュの産卵生態. 茨城県内水面水産試験場調査研究報告 40: 1-6.
- 平山拓弥・遠藤友樹・加納光樹・碓井星二・金子誠也 (2018a). 茨城県北浦に流入する小河川へのチャネルキヤットフィッシュの侵入. 日本水産学会誌 84: 136-138.
- 平山拓弥・山崎和哉・加納光樹 (2018b). 北浦に流入する小河川におけるチャネルキヤットフィッシュの季節的出現と食性. 水産増殖 66: 329-333.
- Hosoya, K., Ashiwa, H., Watanabe, M., Mizuguchi, K., Okazaki, T. (2003). *Zacco sieboldii*, a species distinct from *Zacco temminckii* (Cyprinidae). Ichthyol. Res. 50: 1-8.
- 細谷和海(編) (2019). 山溪ハンディ図鑑 日本の淡水魚. 山と溪谷社, 東京.
- 茨城県 (2020). 令和 2 年度 霞ヶ浦北浦の水産. 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所, 土浦.
- 茨城県内水面水産試験場 (1984). 酸欠観測始まる. 内水試かわら版 55.
- 茨城県内水面水産試験場 (1999). コクチバス (スモールマウスバス) 茨城県内で初採捕! 内水試かわら版 164.
- 茨城県水産試験場内水面支場内水面資源部 (2020). 桜川でハクレンの産卵を初めて確認. https://www.pref.ibaraki.jp/nourinsuisan/naisuishu/documents/200806_silvercarp.pdf.
- 稲葉 修 (2006). 茨城県におけるオオクチバスの確認地点数. 茨城生物 26: 13-20.
- 石崎大介・亀甲武志・藤岡康弘・水野敏明・永田貴丸・淀 太我・大久保卓也 (2016). 魚類の生息環境からみた琵琶湖と流入河川とのつながりの重要性. 魚類学雑誌 63: 89-106.
- 伊藤健二 (2011). 関東地方に侵入したカワヒバリガイの現状と今後の課題. 矢作川研究 15: 91-96.
- 岩見哲夫・宮崎淳一 (1988). 茨城県桜川周辺の淡水魚類相. 筑波の環境研究 11: 77-84.
- 亀井涼平・荒山和則・横田賢史・須能紀之 (2021). 霞ヶ浦におけるチャネルキヤットフィッシュの季節的および日周的な摂餌活動様式. 水産増殖 69: 31-42.
- Kamilov, B., Komrakova, M. (1999). Maturation and fecundity of the silver carp, *Hypophthalmichthys molitrix*, in Uzbekistan. Isr. J. Aquacult. Bamid. 51: 40-43.
- 金子誠也・碓井星二・百成 渉・加納光樹・増子勝男・鎌田洗一 (2011). 標本記録に基づく 1960 年代の茨城県涸沼の魚類相. 日本生物地理学会会報 66: 173-182.
- 金光 究 (2011). アユ. いばらき魚顔帳. (編) いばらき魚顔帳編纂委員会. 茨城県農林水産部水産試験場内水面支場, 行方, p. 13-15.
- 環境省 (2020). 環境省レッドリスト 2020. <http://www.env.go.jp/press/files/jp/114457.pdf>.
- 環境省自然環境局野生生物課 (編) (2004). ブラックバス・ブルーギルが在来生物群集及び生態系に与える影響と対策. 自然環境研究センター, 東京.
- 加納光樹・碓井星二・川島裕太・横井謙一 (2017). 富栄養湖のヨシ帯における魚類相のモニタリング方法の比較. 魚類学雑誌 64: 1-10.
- 加瀬林成夫・中野 勇 (1961). 霞ヶ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究 VI. 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調査研究報告 6: 1-61.
- 加瀬林成夫・加福竹一郎・中野 勇 (1966). 利根川水系におけるソウギョ・ハクレンの未成魚の生態について. 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調査研究報告 9: 1-41.
- 加瀬林成夫・浜田篤信・熊丸敦郎 (1994). ヒガイ. 霞ヶ浦の魚たち. (編) 霞ヶ浦情報センター. 霞ヶ浦情報センター, 阿見町, p. 24-26.
- 川岸基能・藤本泰文・進東健太郎 (2008). 伊豆沼・内沼流入河川における魚類の分布様式. 伊豆沼・内沼研究報告 2: 63-74.
- 亀甲武志・岡本晴夫・氏家宗二・石崎大介・臼杵崇広・根本守仁・三枝 仁・甲斐嘉晃・藤岡康弘 (2014). 琵琶湖内湖の流入河川におけるホンモロコの産卵生態. 魚類学雑誌 61: 1-8.
- 木村将士・山口真明・大森健策・山崎和哉・金子誠也・加納光樹 (2021). ラムサール条約登録湿地「涸沼」に流入する涸沼川におけるコクチバスの侵入と再生産. 伊豆沼・内沼研究報告 15: 87-95.
- 馬淵浩司・西田一也・吉田 誠 (2019). 琵琶湖流入河川・丁野木川の人工護岸支流におけるホンモロコ・ニゴロブナ・在来コイの産

- 卵：産着卵 DNA 種判別にもとづく知見. 魚類学雑誌 66: 237–243.
- 増子勝男 (2016). キンプナ. 茨城における絶滅のおそれのある野生生物 動物編 2016 年改訂版 (茨城県版レッドデータブック). (編) 茨城における絶滅のおそれのある野生動物種の見直し検討委員会. 茨城県生活環境部環境政策課, 水戸, p. 111.
- Matsuzaki, S. S., Takamura, N., Arayama, K., Tominaga, A., Iwasaki, J., Washitani, I. (2011). Potential impacts of non-native channel catfish on commercially important species in a Japanese lake, as inferred from long-term monitoring data. *Aquat. Conserv.* 21: 348–358.
- Matsuzaki, S. S., Kadoya, T. (2015). Trends and stability of inland fishery resources in Japanese lakes: introduction of exotic piscivores as a driver. *Ecol. Appl.* 25: 1420–1432.
- 松崎慎一郎・児玉晃治・照井 慧・武島弘彦・佐藤専寿・富永 修・前田英章・多田雅充・鷺谷いつみ・吉田丈人 (2011). モニタリングデータと生態的特性から探る福井県三方湖流域の純淡水魚類相の変化とその要因. *保全生態学研究* 16: 205–212.
- 宮脇成生・西廣 淳・中村圭吾・藤原宣夫 (2004). 霞ヶ浦湖岸植生帯の衰退とその地点間変動要因. *保全生態学研究* 9: 45–55.
- Morosawa, T. (2017). Interspecific comparison of movement patterns among bitterling species in an agricultural ditch system. *Ichthyol. Res.* 64: 169–178.
- 諸澤崇裕・藤岡正博 (2007). 霞ヶ浦における在来 4 種と外来 3 種のタナゴ類 (Acheilognathinae) の生息状況. *魚類学雑誌* 54: 129–137.
- 中坊徹次 (編) (2013). 日本産魚類検索：全種の同定. 第三版. 東海大学出版会, 秦野.
- 中村守純 (1969). 日本のコイ科魚類. 資源科学研究所, 東京.
- 中村守純・相澤裕幸 (1979). 利根川水系に繁殖したスゴモロコ. *淡水魚* 5: 62–63.
- 根本隆夫・杉浦仁治・中村 誠 (2011). 霞ヶ浦・北浦流入河川における魚類の分布と生息環境. 茨城県内水面試験場研究報告 44: 35–44.
- 西廣 淳 (2012). 霞ヶ浦における水位操作開始後の抽水植物帯面積の減少. *保全生態学研究* 17: 141–146.
- 農林水産省農村振興局整備部設計課 (2013). 農業水利施設の機能保全の手引き「頭首工 (ゴム堰)」。農林水産省, 東京, p. 9–10.
- 尾田昌紀 (2010). 琵琶湖流入河川におけるビワマスの産卵床分布. *日本水産学会誌* 76: 213–215.
- 沖山宗雄 (編) (2014). 日本産稚魚図鑑. 第二版. 東海大学出版会, 秦野.
- 大森健策・加納光樹・碓井星二・増子勝男・篠原現人・都築隆禎・横井謙一 (2018). 過去 50 年間の北浦における魚類相の変遷. *魚類学雑誌* 65: 165–179.
- R Development Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing Vienna, Austria (<https://www.R-project.org/>).
- 酒井明久 (2010). 琵琶湖産アユにおける河川への遡上開始日と遡上尾数の予測. *日本水産学会誌* 76: 670–677.
- Sakai, H., Amano, S. (2014). A new subspecies of anadromous Far Eastern dace, *Tribolodon brandtii maruta* subsp. nov. (Teleostei, Cyprinidae) from Japan. *Bull. Natl. Mus. Nat. Sci. Ser. A* 40: 219–229.
- Sakai, H., Watanabe, K., Goto, A. (2020). A revised generic taxonomy for Far East Asian minnow *Rhynchocypris* and dace *Pseudaspius*. *Ichthyol. Res.* 67: 330–334.
- 鈴木興道 (2018). 霞ヶ浦における淡水二枚貝類の生息状況と遷移. 第 17 回世界湖沼会議論文集. p. 192–194.
- 富永 敦・半澤浩美・野内孝則・荒山和則 (2013). 霞ヶ浦における魚類および甲殻類の現存量の経年変化. *陸水学雑誌* 74: 1–14.
- Tominaga, K., Kawase, S. (2019). Two new species of *Pseudogobio* pike gudgeon (Cypriniformes: Cyprinidae: Gobioninae) from Japan, and redescription of *P. esocinus* (Temminck and Schlegel 1846). *Ichthyol. Res.* 66: 488–508.
- 外岡健夫 (2004). 余所から来た霞ヶ浦北浦の魚貝類など (移入・移植) の記録. *霞ヶ浦研究* 15: 25–29.
- 外山太一郎 (2020). 久慈川におけるコクチバス仔魚の記録. 茨城県内水面試験場研究報告 47: 21–25.
- 豊田大晃・滑川結香・加納光樹 (2015). 茨城県北浦の流入河川の雁通川に遡上する魚類の季節変化. *日本生物地理学会会報* 70: 149–158.
- 碓井星二・加納光樹・佐野光彦 (2014). 茨城県北浦のヨシ帯と護岸帯での魚類群集構造の比較. *日本水産学会誌* 80: 741–752.
- 若林 輝・中村智幸・久保田仁志・丸山 隆 (2002). 中禅寺湖流入河川におけるサケ科魚類 3 種の産卵生態. *魚類学雑誌* 49: 133–

141.

野内孝則・荒山和則・富永 敦 (2008). 霞ヶ浦北浦で確認された外来魚の導入経緯. 茨城県内水面試験場研究報告 41: 47-54.

淀 太我・井口恵一朗 (2003). 長野県青木湖と野尻湖におけるコクチバスの食性. 魚類学雑誌 50: 47-54.

淀 太我・井口恵一朗 (2004). 長野県農具川における外来魚コクチバスの食性. 水産増殖 52: 395-400.

Received: 9 June 2022 | Accepted: 18 August 2022 | Published: 23 August 2022