

<報文>

横浜市の河川における生物指標による水質評価及び外来種の動向*

本山 直人**・玉城 大己**・川田 攻**・小島 淳**・市川 竜也**

キーワード ①生物多様性 ②河川 ③外来種 ④生物指標 ⑤水質評価

要 旨

横浜市では、1973年から河川生物調査を定期的に行い、生物指標による水質判定及び生物多様性の現状把握を行っている。今回、2018年から2019年にかけて、市内を流れる6水系において、15回目となる生物調査を実施し、結果を報告する。今回の調査では、魚類58種、底生動物209種、付着藻類215種及び水草28種の計510種が確認された。また、生物指標による水質判定では、41地点中40地点において「きれい」以上の評価となり、調査を開始した当初と比較して、水質の改善が認められた。その一方で、外来種の確認種数はこれまでの調査で最多であり、人為的な放流が疑われる例も認められた。市内の環境保全のために、外来種が与える影響について、普及啓発を進めるほか、希少種及び外来種の動向を把握する目的で、今後も生物調査を継続する必要がある。

1. はじめに

1970年代、横浜市は、高度経済成長に伴って生じた環境問題への対策として、市内の環境整備を進めていた。

当時、工場排水の規制が進んだことで、市内河川の重金属による汚染は改善傾向にあったが、市街化に伴う生活排水の流入は続いていた。そのため、有機汚濁の度合いは依然として高く、各河川のBODはいずれも20mg/L前後という状態であった¹⁾。このような状況から、横浜市は1973年に制定した「横浜市総合計画・1985」のなかで、「魚がすみ、釣りや水遊びがたのしめる海や川を、市民の手にとりもどせる」ことを環境目標として掲げた²⁾。これを受け、同年、既に実施していた化学的な水質測定に加え、河川環境の現状把握を進めるため、河川生物調査を開始した。その結果、一部の調査地点でコイ、フナ等が確認されたが、多くの河川では魚影が認められず、魚類の生息に適した環境も確認できなかった。また、底生動物に関しても、一部の地点ではサワガニ等が確認されたものの、いずれの地点でもイトミミズ類、サカマキガイなど、汚濁に耐性のある種のみが認められるという結果を得た^{3), 4)}。

この調査結果を受け、横浜市は河川の水質改善に努めるとともに、改善の効果を市民が実感しやすい評価方法として、生物指標を設定した⁵⁾。その後も、3~4年に1回

の頻度で、定期的に行い、河川環境の現状把握と、生物指標による水質評価を実施している。

後年、下水道の整備が進んだことで、1990年代には下水道普及率は90%に達し、河川への生活排水の流入は減少し⁶⁾、市内河川のBOD平均値は5mg/L以下まで低下した⁷⁾。そして、水質が改善した結果、市内水域の生物相は大きく回復し、種数の増加及び良好な水質を好む生物の定着が認められるようになった。しかしながら、生物の生息に適した環境が整ったことに伴い、外来種の定着という新しい課題が生じている。

本文では、最新の調査である第15回調査について結果を報告し、過去の調査結果との比較を行う。

2. 調査の概要

2.1 調査地点及び時期

調査地点を表1及び図1に示す。調査は横浜市内を流れる河川6水系(鶴見川、帷子川、大岡川、境川、宮川及び侍従川)の41地点を対象として実施した。なお、境川の感潮域にあたる1地点は藤沢市に位置する。

調査は2018年12月から、2019年10月にかけて行い、冬季の調査は2018年12月から2月に、夏季の調査は2019年7月から10月にかけて実施した。また、夏季調査のみ、宮川及び侍従川のそれぞれ1地点で追加調査を実施した。

*Biological water quality assessment and current status of alien species of rivers in Yokohama city.

**Naoto MOTOYAMA, Daiki TAMASHIRO, Ko KAWATA, Makoto KOJIMA, Tatsuya ICHIKAWA (横浜市環境科学研究所) Yokohama Environmental Science Research Institute

表1 生物調査実施地点の一覧

水系	支川	地点名	水系	支川	地点名		
鶴見川	鶴見川	水車橋	境川	境川	目黒橋		
		千代橋			高鎌橋		
		落合橋			遊水地橋		
		第3京浜下			新屋敷橋		
		亀の甲橋			末吉橋	宇田川	まさかりが瀬
		早瀬川			境田川	和泉川	地藏原
		寺家川			山田谷戸	子易川	岡津
		恩田川			堀の内橋	舞岡川	宮根橋上流
		都橋			都橋	柏尾川	大橋
		梅田川			神明橋	栄第二水再生センター下流	鷹匠橋
帷子川	帷子川	一本橋	稲荷川	杉之本橋上流			
		大貫橋上流	いたち川	瀬上沢			
		上川井農専地区	宮川	清水橋上流			
		鶴舞橋	谷津川	谷津二の橋上流 (夏季追加)			
大岡川	大岡川	横浜新道下	侍従川	侍従川	金の橋上流		
		水取沢			金の橋上流 (左)		
		水取沢 (左)			大道1丁目緑地 (夏季追加)		
		陣屋橋上流			六浦2号橋		
		曲田橋					
		日野川合流点下					
		井土ヶ谷橋					
		日野川			高橋		



図1 生物調査実施地点

2.2 調査の対象及び方法

生物調査は、魚類、底生動物、付着藻類及び水草を対象とした。

魚類は目合12mmの投網及び2mmのタモ網による採取を行い、採取が難しい大型魚については目視により記録した。採取個体は基本的にその場で同定し、放流した。稚魚など、現場での同定が困難な個体については、持ち帰って精査した。

底生動物は目合2mmのタモ網による採取を行った。サンプルは1L容器2個分を最低量とした。現場で同定が可能な個体については現地で記録後、放流した。それ以外のサンプルについては、ホルマリン及びエタノールの混合液で固定し、持ち帰って精査した。

付着藻類は、川底の礫表面から、5×5cmのコアドラフト内の付着藻類を擦り落して採取した。採取したサンプルは、5%ホルマリンにて固定し、持ち帰って同定した。大型藻類については、目視により記録した。

水草は、沈水植物、抽水植物及び浮遊植物を対象とし、目視による調査を実施した。また、水草調査は夏季のみ実施した。

3. 結果及び考察

3.1 確認された生物の種数

調査の結果、510種の生物が確認された。前回(第14回)の439種と比較して増加している。確認されたすべての種及びレッドリスト等掲載種の種数を表2に示す。なお、本文における「レッドリスト等掲載種」は、環境省レッドリスト2020⁸⁾又は神奈川県レッドデータブック2006⁹⁾の記載種である。確認された種の一覧及び地点ごとの調査結果の詳細は、本市の報告書を参照願いたい¹⁰⁾。

表2 確認された生物の種数

	確認種数	内レッドリスト等掲載種
魚類	58	21
底生動物	209	20
付着藻類	215	6
水草	28	2
計	510	49

初期の調査から継続して調査対象としている、魚類及び底生動物について、第3回調査以降の確認種数の変遷を図2に示す。第3回(1984年)から第4回(1987年)の間のみ、調査手法の変更により種数の減少が見られるが、毎回増加傾向にある。

市内河川では下水道の整備に伴い、特に中下流域における水質が改善した。その結果、アユやハゼ類などの通し回遊魚や、水生昆虫の定着が進んだことで、確認種数が増加したと考えられる。

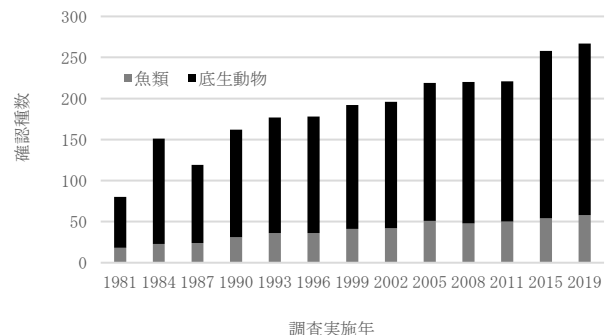


図2 魚類及び底生動物の確認種数の変遷

3.2 水質評価

横浜市が策定した生物指標^{10), 11)}に基づき、今回の結果を元に、追加調査地点を除く41地点の水質評価を行った結果を表3及び図3に示す。

表3 生物指標による水系ごとの水質評価

	鶴見川	帷子川	大岡川	境川	宮川	侍従川	合計
大変きれい	8	4	5	8	3	2	30
きれい	3	0	2	3	1	1	10
やや汚れている	1	0	0	0	0	0	1
汚れている	0	0	0	0	0	0	0
非常に汚れている	0	0	0	0	0	0	0
合計地点数	12	4	7	11	4	3	41



図3 生物指標による水質評価の結果

横浜市の生物指標では、河川の水質を5段階で評価している。なお、感潮域に関しては、海域の生物指標を用いているため、「きれい」を最上とした4段階評価となっている。今回の調査では、夏冬の結果を合算すると、41地点中40地点で「きれい」以上の評価となった。

第3回調査（1984年）以降の水質評価結果の変遷を図4に示す。第3回調査では「やや汚れている」以下の評価が地点数の60%以上を占めていたが、以降は水質の改善に伴い、「きれい」以上の評価となる地点の割合が増加している。そして、第7回調査（1996年）においては、「きれい」以上の評価となった地点が50%以上を占めるようになり、以降の調査においても同様の状況が続いている。確認種数の増加については、後述するように外来種の侵入による側面が大きい。生物指標による水質評価が改善していることから、良好な水環境を好む生物の増加が示された。この結果より、調査を開始した当初と比較して、市内河川の水質は改善が進んでいると認められる。

3.3 外来種の動向

今回の調査では、合計52種の外来種（品種及び由来不明種を含む）が確認され、これまでの調査で最多を記録した。今回確認された外来種の一覧及び過去の出現記録を表4に、第3回調査から今回の調査までに確認された外来種数の変遷を図5に示す。外来種の確認数は増加傾向にあり、第9回調査（2002年）以降は増え続けている。

魚類の外来種は22種確認された。そのうち、国外由来の外来種（以下、国外外来種と記す）は6種確認された。特定外来生物は、カダヤシ、ブルーギル及びオオクチバスの3種であった。また、国内の他地域に由来する外来種（以下、国内外来種と記す）は11種確認された。

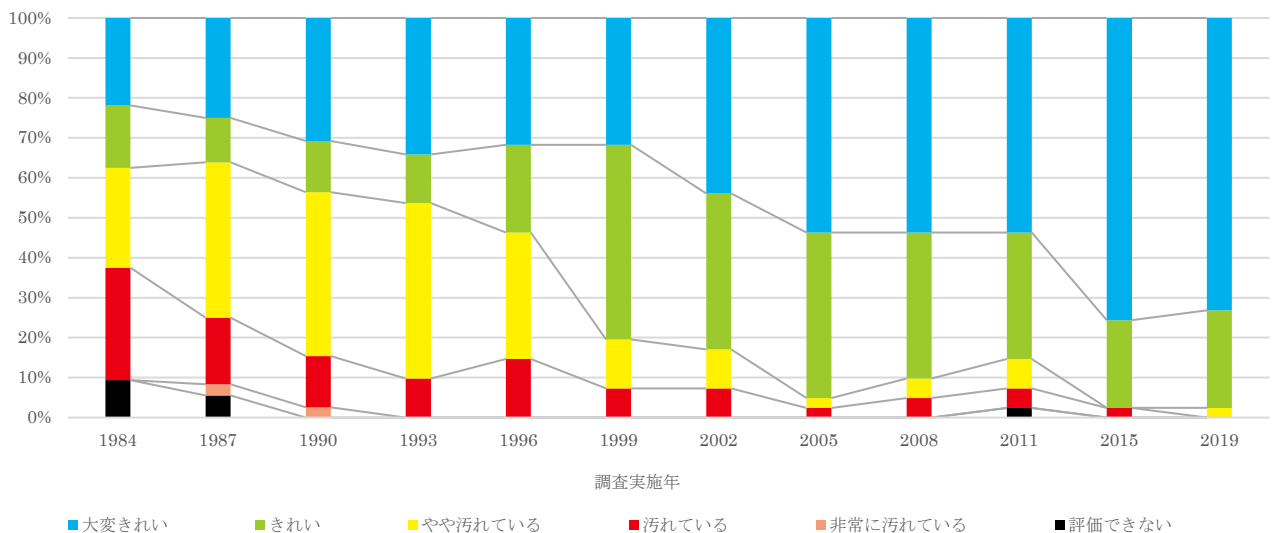


図4 生物指標による水質評価結果の変遷

表4 今回確認された外来種の一覧及び過去の出現記録

	種名	1981	1984	1987	1990	1993	1996	1999	2002	2005	2008	2011	2015	2019	
魚類	国外外来種	カダヤシ	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	
		ブルーギル		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		オオクチバス		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		グッピー								○	○	○	○	○	
		カラドジョウ											○	○	
		ソードテール属													
	国内外来種	タモロコ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		ナマズ		○	○			○	○			○	○	○	
		タカハヤ					(○)		○	○	○	○	○	○	
		ギバチ							(○)				○	○	
		ゲンゴロウブナ							○					○	
		カワムツ								○	○		○	○	
		カワヨシノボリ									○	○	○	○	
		イトモロコ												○	
		スゴモロコ類												○	
		ヌマムツ												○	
		ムギツク												○	
	品種	キンギョ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		イロゴイ													
	由来不明	カマツカ属	(○)	(○)	(○)				(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	
		コイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
		ミナミメダカ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	底生動物	国外外来種	サカマキガイ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			アメリカザリガニ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
			チチュウカイミドリガニ								○			○	○
			アメリカフジツボ										○	○	○
			タテジマフジツボ										○	○	○
フロリダマミズヨコエビ										○	○	○	○	○	
タイワンシジミ											○	○	○	○	
カワリヌマエビ属											○	○	○	○	
コモチカワツボ												○	○	○	
モノアラガイ科												○	○	○	
コウロエンカワヒバリガイ												○	○	○	
イガイダマシ												○	○	○	
アメリカツノウズムシ													○	○	
アメリカナミウズムシ													○	○	
インドヒラマキガイ												○	○		
ヨーロッパフジツボ													○		
チュウゴクスジエビ													○		
カナヤドリカンザシゴカイ													○		
ヒロマキミズマイマイ													○		
国内外来種		ウスイロオカチグサ											○	○	
沈水植物	国外外来種	コカナダモ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		オオカナダモ											○		
		オオフサモ											○		
		コウガイセイキショウモ											○		
抽水植物	国外外来種	オランダガラシ		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		オオカワヂシャ											○		
		ウチワゼニクサ											○		
		キショウブ											○		
		コゴメイ											○		
		キシユスズメノヒエ											○		

※ 黄色の網掛けは初確認種。また灰色の網掛けは、調査対象に含まれていなかったことを意味する。
 ※ 在来個体の可能性があるものについては (○) で示した。

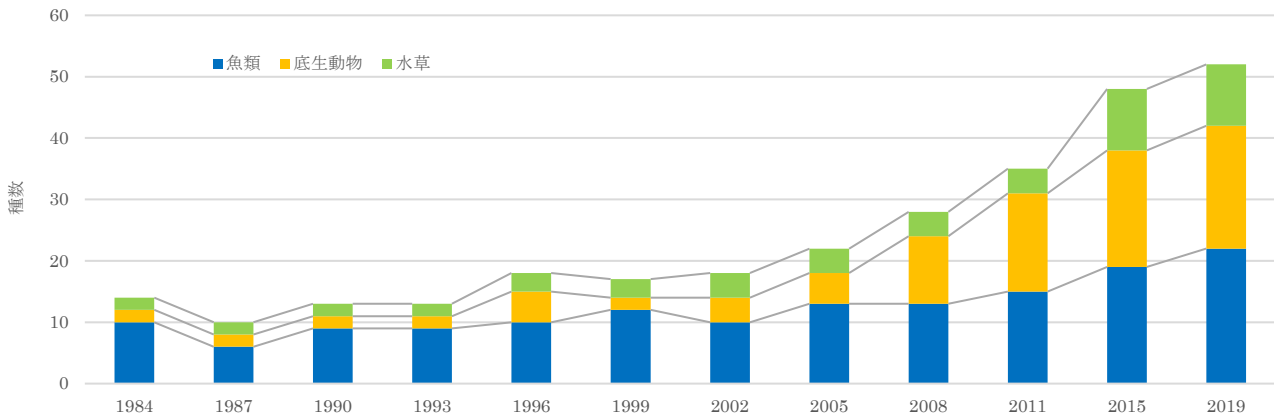


図5 河川調査で確認された外来種数の変遷

なお、確認された魚類のうち、在来種ではないと考えられるものの、断定が困難なコイ、ミナミメダカ及びカマツカ属については、由来不明としている。3種のうち、コイ及びミナミメダカは、放流由来の疑いがあるため由来不明とした¹⁰⁾。カマツカ属については、前報までは、在来種のカマツカ (*Pseudogobio esocinus*) として報告していた。しかし、前回調査後の2019年に、カマツカとされていた種が3種に分割され、関東地方の在来系統はスナゴカマツカ (*P. polystictus*) として新種記載された¹²⁾。今回確認されたカマツカ属の個体は、いずれもスナゴカマツカの形態的特徴に合致せず、さらに、市内河川には在来系統ではないカマツカ属の侵入が、既に確認されていることから¹³⁾、今回の調査では、カマツカ属は由来不明種として記載した。

底生動物の外来種は20種確認された。国内外来種はウスイロオカチグサのみであり、他は全て国外外来種であった。

水草の外来種は10種確認され、うち沈水植物が4種、抽水植物は6種であった。また、特定外来生物は、オオフサモ及びオオカワヂシャの2種であった。

これらの外来種が市内河川に侵入した経緯については、以下のような可能性が示唆される。魚類については、人為的な放流及び飼育個体の遺棄によるものと考えられ、今回の調査においても、観賞魚として流通しているソードテール属の魚類が初確認されている。底生動物については、アクアリウム用などに輸入された水草に付着していたとされる種が確認されており¹⁴⁾、エビ類に関しては、釣り餌として輸入された個体が拡散した可能性が指摘されている¹⁵⁾。また、汽水域で確認されたフジツボ類及びイガイ類等の外来種については、船舶の出入りに伴い、船体への付着及びバラスト水を介して侵入したと考えられる¹⁶⁾、¹⁷⁾。水草については、キショウブなどの、園芸種が拡散した例が認められるほか、アクアリウム用の水草として流通している個体が野外に流出したと推測される種も認められる¹⁸⁾。

また、今回の調査で、国内外来種であるヌマムツ及びムギツク¹⁹⁾が初めて確認された。これら2種を含め、今回の調査では、国内外来種が魚類11種、底生動物1種の計12種確認されている。魚類の外来種は計22種であり、半数が国内外来種であった。市内で確認されている国内外来種の魚類はいずれも純淡水魚であるため、人為的な放流が疑われる。今回のヌマムツ及びムギツクの出現は、国内の他地域から持ち込まれた生物が、現在も放流あるいは遺棄されている可能性を示唆し、外来種が市内河川の環境に影響を与えることが懸念される。

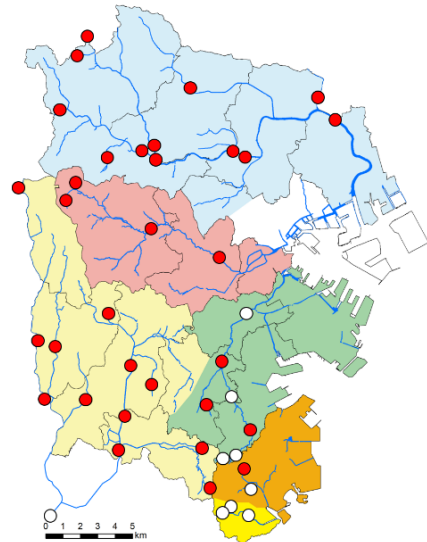


図6 カワリヌマエビ属が確認された地点 (●: 確認, ○: 未確認)

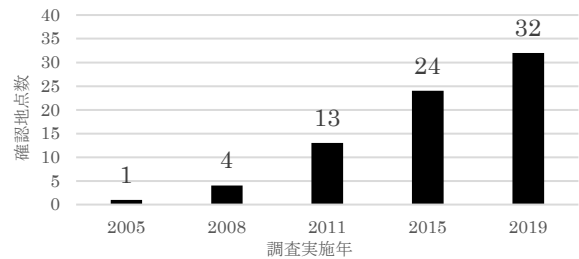


図7 カワリヌマエビ属の確認地点数の変遷

外来種が河川の生態系に与える影響の一例として、市内で既に確認されている、外来種カワリヌマエビ属による在来種との競合が挙げられる。今回カワリヌマエビ属が確認された地点を図6に、確認地点数の変遷を図7に示した。カワリヌマエビ属は1999年に初確認されて以降²⁰⁾、河川調査における確認地点が年々増加している。今回の調査では、大岡川水系への侵入が初確認された。その結果、調査対象の6水系のうち、待従川水系を除く5水系に分布を拡大したことになる。カワリヌマエビ属は、同じヌマエビ科の在来種であるヌカエビと競合することが知られており、カワリヌマエビ属が侵入した水系では、ヌカエビが減少することが報告されている²¹⁾、²²⁾。市内河川においても、カワリヌマエビ属の侵入後、ヌカエビが減少した例が観察されている²³⁾。カワリヌマエビ属は市内の河川だけでなく、公園池などの止水域でも分布拡大が確認されており^{24)~26)}、今後ヌカエビの生息数はさらに減少すると予想され、対応策を検討する必要がある。

4. まとめ

横浜市内を流れる河川6水系で実施した生物調査によって、510種の生物が確認された。調査結果から水質評価を行い、市内河川の水質が改善したことが確認でき

た。一方、外来種が52種確認され、これまでの調査で最多という結果となった。外来種の中には、国内外来種を含め、人為的な放流によることが疑われる種が認められた。市内の環境を保全するために、外来種が地域の生態系に与える影響について、普及啓発を進めるほか、市内の希少種及び外来種の動向を把握する目的で、今後も河川の生物調査を継続する必要がある。

5. 引用文献

- 1) 横浜市公害対策局：公害との戦い（昭和48年版），p. 27, 1974
- 2) 横浜市：横浜市総合計画・1985-市民による新しいまちづくり-, p13, 1973
- 3) 横浜市公害対策局：横浜市内河川・海域の水質汚濁と生物, p92, 1974
- 4) 横浜市公害対策局：公害との戦い（昭和49年版），p. 79, 1974
- 5) 横浜市公害対策局水質課：横浜市水域における水質環境目標, p2, 1975
- 6) 横浜市：横浜市統計書 第11章 上下水道, <https://www.city.yokohama.lg.jp/city-info/yokohamashi/tokei-chosa/portal/tokeisho/11.html> (2021. 4. 19アクセス)
- 7) 横浜市環境保全局：横浜の川と海の生物（第7報・河川編），p54, 1995
- 8) 環境省：レッドデータブック・レッドリスト, <https://ikilog.biodic.go.jp/Rdb/booklist> (2021. 4. 20アクセス)
- 9) 高桑正敏, 勝山輝男, 木場英久編：神奈川県レッドデータ生物調査報告書2006, pp. 6-34, 2006
- 10) 横浜市環境科学研究所：横浜の川と海の生物（第15報・河川編）修正版, pp. 26-193, 2020
- 11) 横浜市環境保全局：河川生物指標改訂に関する報告書, pp. 4-7, 2005
- 12) Tominaga K., Kawase S. : Two new species of *Pseudogobio* pike gudgeon (Cypriniformes : Cyprinidae : Gobioninae) from Japan, and redescription of *P. esocinus* (Temminck and Schlegel 1846) . *Ichthyological Research*, **66**, 488-508, 2019
- 13) Tominaga K., Nakajima J., Watanabe K. : Cryptic divergence and phylogeography of the pike gudgeon *Pseudogobio esocinus* (Teleostei : Cyprinidae) : a comprehensive case of freshwater phylogeography in Japan. *Ichthyological Research*, **63**, 79-93, 2016
- 14) 国立環境研究所：侵入生物データベース フロリダマミズヨコエビ, <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70520.html> (2022. 4. 20アクセス)
- 15) 斉藤英俊：外来釣り餌動物チュウゴクスジエビ *Palaemon sinensis*の流通に及ぼす新輸入貿易制度の影響. 日本水産学会誌, **84**, 87-93, 2018
- 16) 国立環境研究所：侵入生物データベース タテジマフジツボ, <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70360.html> (2022. 4. 20アクセス)
- 17) 国立環境研究所：侵入生物データベース コウロエンカワヒバリガイ, <https://www.nies.go.jp/biodiversity/invasive/DB/detail/70370.html> (2022. 4. 20アクセス)
- 18) 藤井伸二, 勝山輝男, 狩山俊悟, 牧雅之：コウガイセキシヨウモの野生化個体群を神奈川県と岡山県に記録する. 分類, **17**, (1), 43-47, 2017
- 19) 中坊徹次：日本産魚類検索全種の同定 第三版 I, pp. 318-323, 東海大学出版会, 神奈川県, 2013
- 20) 福嶋悟：都市資源によるせせらぎの再生と水生生物. 第11回（平成14年度第1回）環境科学研究所研究発表会要旨集, 2002
- 21) 長谷川政知, 池田実, 藤本泰文：宮城県に侵入した淡水エビ：カワリヌマエビ属 *Neocaridina* spp. の分布拡大とヌカエビ *Paratya compressa improvisa* への影響. 伊豆沼・内沼研究報告, **9**, 47-56, 2015
- 22) 片山敦, 佐藤僚介, 吉川朋子：東日本鶴見川水系におけるカワリヌマエビ属とヌカエビの急激な分布の変化. 自然環境科学研究, **30**, 5-12, 2017
- 23) 渾川直子, 七里浩志, 川田攻, 堀美智子, 市川竜也, 村岡麻衣子：宮川源流域の在来種ヌカエビと外来種カワリヌマエビ属の生息について. 横浜市環境科学研究所報, **42**, 39-45, 2018
- 24) 市川竜也, 七里浩志, 渾川直子, 堀美智子, 潮田健太郎, 川村顕子, 浦垣直子, 紺野繁幸：横浜市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）相の調査結果. 横浜市環境科学研究所報, **43**, 45-57, 2019
- 25) 市川竜也, 七里浩志, 本山直人, 堀美智子, 潮田健太郎, 川村顕子, 川田攻, 中里亜利咲：横浜市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）相の調査結果（第2報）. 横浜市環境科学研究所報, **44**, 33-48, 2020
- 26) 本山直人, 市川竜也, 七里浩志, 浦垣直子, 潮田健太郎, 中里亜利咲, 小島淳：横浜市内の池における魚類・甲殻類（十脚目）相の調査結果（第3報）. 横浜市環境科学研究所報, **45**, 37-49, 2021