

環境DNAによる魚類の網羅的解析と河川水辺の 国勢調査・採捕調査との整合性について

高橋 未彩

1. はじめに

近年、環境DNAを利用した魚類調査は、現場での専門的な技術や労力、捕獲した魚種の同定のための知識などを必要とせず、比較的簡易な採水のみで魚類相を調査できる技術として注目されている。さらに環境DNA調査は採捕調査のように生物にバイアスがかかることが少なく、網羅的にその水域に生息する生物を調査することができる。現在、国土交通省が全国109水系の河川およびダムを対象に5年に1度行っている、河川水辺の国勢調査への環境DNAの導入の検討が進んでいる(赤松ら, 2018; 内藤ら, 2020; 村岡ら, 2022)。これらのことから、今後、河川の魚類調査の従事者には、採捕調査と環境DNA調査のお互いの特徴を理解したうえで目的に合致した適切な調査を計画し、実行することが求められる。

今回、筆者の新人研修の一環として、環境DNA調査と採捕調査を実施し、環境DNAの網羅的解析結果と過去に行われた河川水辺の国勢調査の魚類調査結果および採捕調査結果との比較を行うことにより、魚類相の相違点と各調査の特徴を検討したので報告する。

2. 調査方法と分析方法

本調査は愛知県木曽川、長良川、三重県員弁川、宇賀川の4地点において、2023年4月18日に採水を行った(図1、図2)。採水方法は、木曽川と長良川ではバケツ、その他2地点ではポリビンを用いて、表層水を直接採水した(図3)。川幅の広い木曽川と長良川は、偏りをなるべく減らすため左岸と右岸で1Lずつ採水を行い、合計2Lとなるように採水した。環境DNA調査での注意点として、他地点からのコンタミネーションがあげられる。そのため、採水に用いられる器材はあらかじめ次亜塩素酸ナトリウムにて脱DNA処理を行い、採水直前にも次亜塩素酸ナトリウムで器材及び採水者の着用物の脱DNA処理を行った。採水した試水に塩化ベン

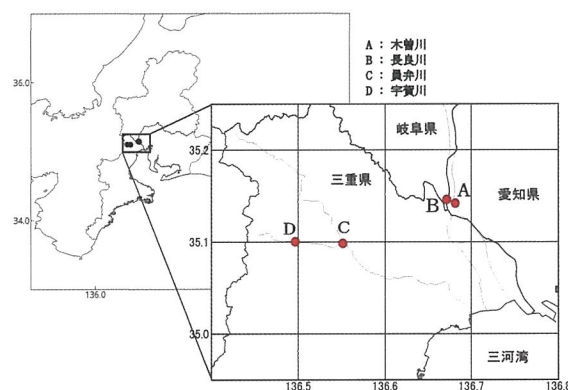


図1 調査場所(愛知県・三重県)

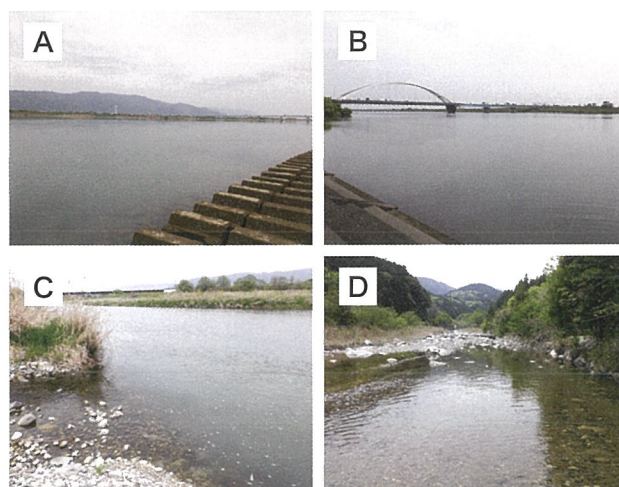


図2 採水地点

A: 木曽川左岸, B: 長良川右岸, C: 員弁川, D: 宇賀川



図3 採水の様子

ザルコニウム液を適量滴下した（最終濃度 0.1%）。またコンタミネーションの有無を確認するためのフィールドブランクも同様に処理し、実験室に搬入した。

宇賀川については河川水辺の国勢調査が行われていないため採捕データがない。そのため、タモ網を用いて魚類の採捕を行った。採捕された魚類は、形態による種同定を行った。

試水およびブランク水をガラス繊維ろ紙 Whatman GF/F 47 mm（粒子保持能: 0.7 μm）を用いて、試水 2 L のろ過を行った。ろ過したフィルターはアルミホイルで包み、DNA 抽出まで冷凍保存した。DNA 抽出は、DNeasy Blood & Tissue Kit を用いて Miya *et al.*（2015）に従い実施した。抽出した DNA を魚類のユニバーサルプライマー MiFish で増幅し、次世代シーケンサー（MiSeq）により塩基配列を決定した。塩基配列データは、MiFish パイプラインにより解析した。得られた解析結果は、公開されているデータベース（National Center of Biotechnology Information）に照合して種を同定した。なお、10 リード以下のデータは解析から除外した。さらに検出された海産魚についてはコンタミネーションや人間活動の影響と判断し、データから除外した。

河川水辺の国勢調査の結果は、過去 3 か年の結果を河川環境データベース（国土交通省「河川環境データベース（河川水辺の国勢調査）」<https://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/mizukokuweb/gaiyou.htm>，最終確認 2023 年 5 月 8 日）から引用した。

3. 結果

木曽川、長良川における河川水辺の国勢調査の魚類調査は、平成 20 年（2008 年）、26 年（2014 年）、30 年（2018 年）、員弁川では平成 12 年（2000 年）、17 年（2005 年）、22 年（2010 年）に実施されていた。各年で確認された種を出現頻度として表 1 にまとめた。過去 3 回の調査で確認された種は、木曽川 103、長良川 98、員弁川 55 であった。

環境 DNA 調査の結果、全体で 46 種の魚類が検出された（表 2）。また河川別にみると木曽川 23、長良川 25、員弁川 23、宇賀川 6 の属および種が検出された（表 2）。環境 DNA 調査の結果と河川水辺の国勢調査の結果を比較する

表 1 河川水辺の国勢調査の結果

No.	科	種	学名	木曽川	長良川	員弁川
1	ヤツメウナギ	カワヤツメ属	<i>Lethenteron</i> sp.	○	○	●
2	アカエイ	アカエイ	<i>Dasyatis akajei</i>	○	○	○
3	ウナギ	ニホンウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	○	○	●
4	カライワシ	カライワシ	<i>Elops hawaiiensis</i>	○	○	○
5	イセゴイ	イセゴイ	<i>Megalops cyprinoides</i>	○	○	○
6	ニシン	サッパ	<i>Sardinella zunasi</i>	●	○	○
7		コノシロ	<i>Konosirus punctatus</i>	●	●	○
8	カタクチイワシ	カタクチイワシ	<i>Engraulis japonica</i>	○	○	○
9	コイ	コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	○	○	○
10		ゲンゴロウブナ	<i>Carassius cuvieri</i>	○	○	○
11		ギンブナ	<i>Carassius</i> sp.	●	●	○
12		フナ属	<i>Carassius</i> sp.	●	●	○
13		ヤリタナゴ	<i>Tanaka lanceolata</i>	○	○	○
14		アブラボテ	<i>Tanaka limbata</i>	○	○	○
15		カナヒラ	<i>Acheilognathus rhombeus</i>	●	●	○
16		イチモンジタナゴ	<i>Acheilognathus cyanostigma</i>	○	○	○
17		イタセンバラ	<i>Acheilognathus longipinnis</i>	○	○	○
18		シロヒレタビラ	<i>Acheilognathus tabira tabira</i>	○	○	○
19		タナゴ属	<i>Acheilognathus</i> sp.	○	○	○
20		タイリクバラタナゴ	<i>Rhodeus ocellatus</i>	●	●	○
21		ハス	<i>Opsariichthys uncirostris uncirostris</i>	○	○	○
22		オイカワ	<i>Opsariichthys platypus</i>	●	●	○
23		ハス属	<i>Opsariichthys</i> sp.	○	○	○
24		カワムツ	<i>Candidia temminckii</i>	●	●	○
25		ヌマムツ	<i>Candidia sieboldii</i>	○	○	○
26		アブラハヤ	<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>	●	●	○
27		タカハヤ	<i>Phoxinus oxycephalus jonyi</i>	○	○	○
28		ウグイ	<i>Tribolodon hakonensis</i>	●	●	○
29		モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	●	○	○
30		カワヒガイ	<i>Sarcocheilichthys variegatus variegatus</i>	○	○	○
31		タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>	●	●	○
32		ゼゼラ	<i>Biwia zezera</i>	○	○	○
33		カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>	●	●	○
34		ツチフキ	<i>Abbottina rivularis</i>	○	○	○
35		ズナゴイ	<i>Hemibarbus longirostris</i>	○	○	○
36		コウライニゴイ	<i>Hemibarbus labeo</i>	○	○	○
37		ニゴイ	<i>Hemibarbus barbus</i>	●	●	○
38		ニゴイ属	<i>Hemibarbus</i> sp.	●	●	○
39		イトモロコ	<i>Squalidus gracilis gracilis</i>	●	●	○
40		スゴモロコ	<i>Squalidus chankaensis biwae</i>	○	○	○
41		コウライモロコ	<i>Squalidus chankaensis tsuchige</i>	○	○	○
42		スゴモロコ属	<i>Squalidus chankaensis subsp.</i>	○	○	○
43		スゴモロコ属	<i>Squalidus</i> sp.	○	○	○
44		コイ科	Cyprinidae	○	○	○
45	ドジョウ	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	○	○	○
46		カラドジョウ	<i>Misgurnus dabryanus</i>	○	○	○
47		アジメドジョウ	<i>Nisaeella delicata</i>	○	○	○
48		シマドジョウ	<i>Cobitis biwae</i>	○	○	○
49		ニシシマドジョウ	<i>Cobitis</i> sp. BIWAE type B	○	○	○
50		トウカイコガタスジシマドジョウ	<i>Cobitis minamorii tokaensis</i>	○	○	○
51		シマドジョウ属	<i>Cobitis</i> sp.	○	○	○
52	ギギ	ギギ	<i>Trachysurus nudiceps</i>	●	●	○
53		ネコギギ	<i>Trachysurus ichikawai</i>	○	○	○
54	ナマズ	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>	●	○	○
55	アカザ	アカザ	<i>Liobagrus reinii</i>	○	○	○
56	キュウリウオ	ウカサギ	<i>Hypomesus nipponensis</i>	○	○	○
57	アユ	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	○	○	○
58	シラウオ	シラウオ	<i>Salangichthys microdon</i>	●	○	○
59		イシカワシラウオ	<i>Salangichthys ishikawae</i>	○	○	○
60	サゲ	ニジマス	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	○	○	○
61		サツキマス(アマゴ)	<i>Oncorhynchus masou ishikawae</i>	○	○	○
62	ヨウジウオ	ガンテンシシヨウジ	<i>Hippichthys penicillatus</i>	○	○	○
63	ボラ	ボラ	<i>Mugil cephalus cephalus</i>	●	○	○
64		セスジボラ	<i>Chelon affinis</i>	○	○	○
65		メナダ	<i>Chelon haematocheilus</i>	○	○	○
66	トウゴロウイワシ	トウゴロウイワシ	<i>Hypoatherina valenciennei</i>	○	○	○
67	カダヤシ	カダヤシ	<i>Gambusia affinis</i>	●	○	○
68	メダカ	ミナメダカ	<i>Oryzias latipes</i>	○	○	○
69		メダカ類	<i>Oryzias</i> sp.	○	○	○
70		メダカ属	<i>Oryzias</i> sp.	○	○	○
71	サヨリ	クルマサヨリ	<i>Hyporhamphus intermedius</i>	○	○	○
72	トゲウオ	ハリヨ	<i>Gasterosteus microcephalus</i>	○	○	○
73	コチ	マゴチ	<i>Platycephalus</i> sp. 2	○	○	○
74	スズキ	スズキ	<i>Latolabrus japonicus</i>	○	○	○
75		スズキ科	Lateolabracidae	○	○	○
76	サンフィッシュ	ブルーギル	<i>Lepomis macrochirus macrochirus</i>	●	○	○
77		オオクチバス	<i>Micropterus salmoides</i>	●	○	○
78		コクチバス	<i>Micropterus dolomieu dolomieu</i>	○	○	○
79	ヒイラギ	ヒイラギ	<i>Nucleophila murchiei</i>	○	○	○
80	イサキ	コシヨウダイ	<i>Plectorhynchus cinctus</i>	○	○	○
81	タイ	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>	○	○	○
82		キチヌ	<i>Acanthopagrus latus</i>	○	○	○
83	カウスズメ	ナイルティラピア	<i>Oreochromis niloticus</i>	○	○	○
84	シマイサキ	コトヒキ	<i>Tetraodon lineatus</i>	○	○	○
85		シマイサキ	<i>Rhynchopelates oxyrhynchus</i>	○	○	○
86	カジカ	カマキリ	<i>Cottus kazika</i>	○	○	○
87		カジカ	<i>Cottus pollux</i>	○	○	○
88		ウツセミカジカ	<i>Cottus reinii</i>	○	○	○
89		ウツセミカジカ(淡水性両側回遊型)	<i>Cottus reinii</i>	○	○	○
90		カジカ属	<i>Cottus</i> sp.	○	○	○
91	ドンコ	ドンコ	<i>Odontobutis obscura</i>	○	○	○
92	カワアナゴ	カワアナゴ	<i>Eleotris oxycephala</i>	○	○	○

表1 河川水辺の国勢調査の結果(つづき)

No.	科	種	学名	木曽川	長良川	員弁川
93	ハゼ	ヒモハゼ	<i>Eutaenichthys gilli</i>	●		
94		トビハゼ	<i>Periophthalmus modestus</i>	○		
95		マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	●	●	●
96		アシシロハゼ	<i>Acanthogobius lactipes</i>	●	○	
97		ボウズハゼ	<i>Sicyopterus japonicus</i>	○	○	○
98		アベハゼ	<i>Mugilogobius abei</i>	○		
99		マサゴハゼ	<i>Pseudogobius masago</i>	○		
100		シモフリシマハゼ	<i>Tridentiger bifasciatus</i>	○	●	
101		ヌマチチブ	<i>Tridentiger brevispinis</i>	●	●	●
102		チチブ	<i>Tridentiger obscurus</i>	○	○	
103		チチブ属	<i>Tridentiger</i> sp.	●	○	
104		カワヨシノボリ	<i>Rhinogobius flumineus</i>	●	●	●
105		シマヨシノボリ	<i>Rhinogobius nagoyae</i>	●	●	●
106		オオヨシノボリ	<i>Rhinogobius fluviatilis</i>		○	
107		ゴクラクハゼ	<i>Rhinogobius giurinus</i>	●	●	●
108		シマヒレヨシノボリ	<i>Rhinogobius</i> sp. BF	○	○	
109		ヨシノボリ属	<i>Rhinogobius</i> sp.	●	○	○
110		ウロハゼ	<i>Glossogobius olivaceus</i>	○	●	
111		ツマグロシジハゼ	<i>Acentrogobius</i> sp. 2	○	○	
112		スジハゼ	<i>Acentrogobius virgatus</i>	○		
113		ヒメハゼ	<i>Favonigobius gymnauchen</i>	○	○	
114		スミウキゴリ	<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	○	○	●
115		ウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i>	●	●	●
116		ビリンゴ	<i>Gymnogobius breunigii</i>	○	○	○
117		エドハゼ	<i>Gymnogobius macrognathos</i>	○		
118		ウキゴリ属	<i>Gymnogobius</i> sp.	○		○
119		トウヨシノボリ類	<i>Rhinogobius</i> sp. OR morphotype unidentified	●	●	○
120	ヒラメ	ヒラメ	<i>Paralichthys olivaceus</i>	○		
121	ギマ	ギマ	<i>Triacanthus biaculeatus</i>	●	○	
122	タイワンドジョウ	カムルチー	<i>Channa argus</i>	●	●	●
合計				103	98	55

● … 3か年とも確認されている

○ … 内2か年確認されている

○ … 内1か年確認されている

と、木曽川では21、長良川では25、員弁川では20の種が重複した。重複した種数は、河川水辺の国勢調査の出現している種数のうち20.4 - 36.4%であった(表3)。一方、河川水辺の国勢調査で未確認の魚種が木曽川で2種、員弁川で2種検出された(表3)。

宇賀川で採捕した魚種は、タカハヤ(*Phoxinus oxycephalus jouyi*)、カワヨシノボリ(*Rhinogobius flumineus*)の2種のみであった(図4、図5)。環境DNA調査の結果は、6種の魚種が検出され、採捕された2種は環境DNAでも検出された。全リード数のうち、タカハヤが約38%、カワヨシノボリが約61%であり、採捕された2種が99%を占めた(表2、表3)。

表2 各地における環境DNA分析により検出された魚種およびリード数

No.	科	種	学名	木曽川		長良川		員弁川		宇賀川		ブランク	
				リード数	%	リード数	%	リード数	%	リード数	%	リード数	%
1	ウナギ	ニホンウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	719	1.76	172	0.55						
2		コノシロ	<i>Konosirus punctatus</i>	126	0.31							167	9.61
3	コイ	コイ(改良品種)	<i>Cyprinus carpio</i>	2447	6.00	6424	20.40	431	0.57				
4		コイ(野生型)*1	<i>Cyprinus carpio</i>			1209	3.84						
5		ゲンゴロウブナ	<i>Carassius cuvieri</i>	178	0.44	595	1.89						
6		フナ属*2	<i>Carassius</i> sp.	1938	4.75	5370	17.05	169	0.22				
7		ヤリタナゴ	<i>Tanakia lanceolata</i>					37	0.05				
8		オイカワ	<i>Opsariichthys platypus</i>	172	0.42	757	2.40	3846	5.06				
9		カワムツ	<i>Candidia temminckii</i>			87	0.28	2677	3.52				
10		アブラハヤ	<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>			28	0.09	6362	8.37				
11		タカハヤ	<i>Phoxinus oxycephalus jouyi</i>					6183	8.13	28864	37.95		
12		ウグイ	<i>Tribolodon hakonensis</i>	4888	11.99	281	0.89						
13		モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	109	0.27			47	0.06				
14		ヒガイ属*3	<i>Sarcocheilichthys</i> sp.			6389	20.29						
15		タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>	134	0.33	110	0.35	1804	2.37				
16		ゼゼラ	<i>Bivia zezera</i>			180	0.57						
17		カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>	61	0.15	350	1.11	80	0.11				
18		ナガレカマツカ	<i>Pseudogobio agathonecris</i>					188	0.25				
19		ニゴイ	<i>Hemibarbus barbus</i>	1057	2.59	3242	10.30						
20		イトモロコ	<i>Squalidus gracilis gracilis</i>					151	0.20				
21		スゴモロコ属*4	<i>Squalidus</i> sp.			725	2.30						
22	ドジョウ	ドジョウ(大陸系統)	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>					89	0.12				
23		ドジョウ(在来系統)	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>					253	0.33				
24		アジメドジョウ	<i>Niwaella delicata</i>			263	0.84						
25		ニシシマドジョウ	<i>Cobitis</i> sp. BIWAE type B					1169	1.54				
26	ナマズ	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>			16	0.05	58	0.08				
27	アカザ	アカザ	<i>Liobagrus reinii</i>	183	0.45			1444	1.90	818	1.08		
28	アユ	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	156	0.38	18	0.06						
29	サケ	タイセイヨウサケ	<i>Salmo salar</i>									1570	90.39
30		アメマス類	<i>Salvelinus leucomaenis</i>	124	0.30					33	0.04		
31		ニジマス	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	259	0.64			617	0.81				
32		サケ属*5	<i>Oncorhynchus</i> sp.							101	0.13		
33	ボラ	ボラ	<i>Mugil cephalus cephalus</i>	12154	29.80	1159	3.68						
34	スズキ	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>	2346	5.75	315	1.00						
35	タイ	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>			192	0.61	91	0.12				
36	カジカ	カジカ	<i>Cottus pollux</i>					207	0.27				
37		ウツセミカジカ	<i>Cottus reinii</i>	422	1.03								
38	ドンコ	ドンコ	<i>Odontobutis obscura</i>					415	0.55				
39	ハゼ	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	6966	17.08								
40		アシシロハゼ	<i>Acanthogobius lactipes</i>	480	1.18								
41		チチブ属*6	<i>Tridentiger</i> sp.	4163	10.21	1874	5.95						
42		カワヨシノボリ	<i>Rhinogobius flumineus</i>	1333	3.27	323	1.03	49495	65.08	46153	60.68		
43		シマヨシノボリ	<i>Rhinogobius nagoyae</i>			159	0.50						
44		ヨシノボリ属*7	<i>Rhinogobius</i> sp.			1252	3.98			91	0.12		
45		スミウキゴリ	<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	364	0.89								
46		ウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i>					238	0.31				
リード数合計/種数				40779	23種	31490	25種	76051	23種	76060	6種	1737	2種

科名、種名及び並び順は、「日本産魚類検索 全種の同定 第三版」に準拠した。

コンタミまたは生息していないと考えられる種

*1: 得られたMiFish領域の配列は野生型と同一だが、改良品種と交雑した個体由来と考えられる。

*2: MiFish領域ではギンブナとオオキンブナを判別できないため、フナ属として扱った。

*3: MiFish領域ではカワヒガイとビワヒガイを判別できないため、ヒガイ属として扱った。

*4: MiFish領域ではデメモロコとコウライモロコを判別できないため、スゴモロコ属として扱った。

*5: MiFish領域ではサクラマス(ヤマメ)、サツキマス(アマゴ)を判別できないため、サケ属として扱った。

*6: MiFish領域ではチチブ、ヌマチチブを判別できないため、チチブ属として扱った。

*7: MiFish領域では旧トウヨシノボリ類、クロヨシノボリ、オオヨシノボリ、ルリヨシノボリを判別できないため、ヨシノボリ属として扱った。

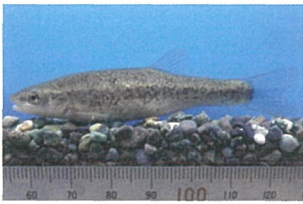


図4 タカハヤ



図5 カワヨシノボリ

4. 考察

環境DNA調査により検出された種は、流れが緩やかな環境に生息する種類が多かった。特にリード数の多かったコイ (*Cyprinus carpio*)、タカハヤ、カワヨシノボリなどは (表2)、河川の淀みや淵・平瀬などの比較的流れのない環境に生息する傾向が知られている。本調査での採水地点 (図2) は、流れが緩やかであり、かつ滞留しやすい環境であったため、このような特徴をもつ魚類が検出されたと考えられた。

赤松ら (2018)、内藤ら (2020) の研究では、採捕された種数よりも環境DNA調査の方が多く出現しており、遊泳魚については環境DNA調査で概ねカバーできると報告されている。本調査での環境DNAの検出種数は、河川水辺の国勢調査で確認された種数の20.4 - 36.4%とかなり少なかった。その原因として、川幅のある木曽川と長良川では兩岸各1か所、員弁川と宇賀川は1か所で採水したため、採水地点に依存した結果となったと考えられた。この点について、環境省の発行する「環境DNA分析技術を用いた淡水魚類調査手法の手引き第3版」(環境省自然環境局生物多様性センター, 2023) では、採水を複数回行うことや反復数に応じて地点数を10地点以上にするすることで、採捕調査の結果と同等の種数を検出できるとしている。また先行研究では、採水地点を複数か所設けることや環境区分ごとに採水地点を設けるなどしており (赤松ら, 2018; 内藤ら, 2020)、採捕調査と概ね重複する環境DNA結果が得られていた。

宇賀川の結果については、採捕された2種と検出された環境DNAのリード数が最も多い2種が一致していた。宇賀川は調査の数日前まで渇水が発生しており、水量の少ない環境でも生息可能な魚類が検出された。渇水または低水流量の時では、環境DNAの流下距離の限界が最長800 - 1,050 m、最短50 mであり、平水または豊水流量時よりも短いと報告されていることから (小林ら, 2021)、採水地点周辺に

生息する種を環境DNAがある程度反映できたと考えられる。ただし、採捕では確認できなかったが環境DNAにて検出された、アカザ (*Liobagrus reinii*)、アメマス類 (*Salvelinus leucomaenis*)、サケ属 (*Oncorhynchus* sp.)、ヨシノボリ属 (*Rhinogobius* sp.) については、リード数が全リード数の1.1%以下とかなり少ないため、生息していたが今回のタモ網のみでは採捕できなかったのか、上流から流下してきたDNAなのかは不明である。

フィールドブランクでコノシロ (*Konosirus punctatus*) とタイセイヨウサケ (*Salmo salar*) が検出された。原因としては、採水者の食事の影響や濾過の際にコンタミネーションが起きた可能性が考えられる。通常の調査では採水の前日・当日の食事や使用器具の脱DNA処理について調査員全員が注意を払うが、今回の研修ではコンタミネーション防止対策が不十分だったと考えられる。今後の調査での飼長やライフジャケットなどの着用する資材の取り扱いも含め、より慎重

表3 河川水辺の国勢調査と環境DNA解析結果が重複した種

No.	科名	種名	学名	木曽川	長良川	員弁川	宇賀川
1	ウナギ	ニホンウナギ	<i>Anguilla japonica</i>	○	○		
2	ニシン	コノシロ	<i>Konosirus punctatus</i>	○			
3	コイ	コイ	<i>Cyprinus carpio</i>	○	○	○	
4		ゲンゴロウブナ	<i>Carassius cuvieri</i>	○	○		
5		フナ属	<i>Carassius</i> sp.	○	○	○	
6		ヤリタナゴ	<i>Tanakia lanceolata</i>			○	
7		オイカワ	<i>Opsariichthys platypus</i>	○	○	○	
8		カワムツ	<i>Candidia temminckii</i>		○	○	
9		アブラハヤ	<i>Phoxinus lagowskii steindachneri</i>		○	○	
10		タカハヤ	<i>Phoxinus oxycephalus jonyi</i>			○	○
11		ウグイ	<i>Tribolodon hakonensis</i>	○	○		
12		モツゴ	<i>Pseudorasbora parva</i>	○		○	
13		タモロコ	<i>Gnathopogon elongatus elongatus</i>	○	○	○	
14		ぜぜラ	<i>Bivia zezera</i>		○		
15		カマツカ	<i>Pseudogobio esocinus esocinus</i>	○	○	○	
16		ニゴイ	<i>Hemibarbus barbus</i>	○	○	○	
17		イトモロコ	<i>Squalidus gracilis gracilis</i>			○	
18		スゴモロコ属	<i>Squalidus</i> sp.		○		
19	ドジョウ	ドジョウ	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>			○	
20		アジマドジョウ	<i>Niwaella delicata</i>		○		
21		ニシマドジョウ	<i>Cobitis</i> sp. BIWAE type B				●
22	ナマズ	ナマズ	<i>Silurus asotus</i>		○	○	
23	アカザ	アカザ	<i>Liobagrus reinii</i>	○	○	○	●
24	アユ	アユ	<i>Plecoglossus altivelis altivelis</i>	○	○		
25	サケ	アメマス類	<i>Salvelinus leucomaenis</i>	●			●
26		ニジマス	<i>Oncorhynchus mykiss</i>	○	○	○	
27		サケ属	<i>Oncorhynchus</i> sp.				●
28	ボラ	ボラ	<i>Mugil cephalus cephalus</i>	○	○		
29	スズキ	スズキ	<i>Lateolabrax japonicus</i>	○	○		
30	タイ	クロダイ	<i>Acanthopagrus schlegelii</i>		○	●	
31	カジカ	カジカ	<i>Cottus pollux</i>			○	
32		ウツセミカジカ	<i>Cottus reinii</i>	●			
33	ドンコ	ドンコ	<i>Odontobutis obscura</i>			○	
34	ハゼ	マハゼ	<i>Acanthogobius flavimanus</i>	○			
35		アシシロハゼ	<i>Acanthogobius lactipes</i>	○			
36		チチ属	<i>Tridentiger</i> sp.	○	○		
37		カワヨシノボリ	<i>Rhinogobius flumineus</i>	○	○	○	○
38		シマヨシノボリ	<i>Rhinogobius nagoiae</i>		○		
39		ヨシノボリ属	<i>Rhinogobius</i> sp.		○		●
40		スミワキゴリ	<i>Gymnogobius petschiliensis</i>	○			
41		ウキゴリ	<i>Gymnogobius urotaenia</i>		○	○	
採捕調査と環境DNA調査で確認された種数				21	25	20	2
環境DNA調査のみで確認された種数				2	0	2	4
合計				23	25	22	6
河川水辺の国勢調査出現種のうち重複種の割合				20.4%	25.5%	36.4%	-

○ … 河川水辺の国勢調査と環境DNA調査で確認された種
● … 環境DNA調査にて確認された種

な対策が必要なことを学ぶ機会となった。

今回の調査で得られた環境DNAの結果は、検出された種のほとんどが河川水辺の国勢調査や採捕調査で確認されている種であった。検出種数に違いが表れたのは、採水地点数の問題、採水する河川環境などを事前に考慮できていなかったことが原因と考えられた。また流量や流速などによって環境DNAの分布範囲が変化するため（小林ら、2021）、流量が少ない場合は特に採水地点に注意して、複数の場所で採水することが望ましいと考えられた。

採捕調査では、生物の生息していそうな場所を狙う必要があることや、環境DNA調査では、機材の準備や前日の食事などに、より慎重になる必要があることなど、技術や考え方として必要な部分を多く経験した。この経験を今後の調査に活かしていきたい。

参考文献

- 赤松良久・都築隆禎・横山良太・舟橋弥生・太田宗宏・畔上雅樹・内藤太輔・乾 隆帝. 2018. 河川水辺の国勢調査による魚類相調査と環境DNAメタバーコーディング解析の比較検討. 土木学会論文集B1(水工学), 74 (5) : 1_415-1_420.
- 環境省自然環境局生物多様性センター (2023) 「環境DNA分析技術を用いた淡水魚類調査手法の手引き第3版」 https://www.biodic.go.jp/edna/reports/mifish_tebiki3.pdf, 2023年4月5日確認
- 小林勘太・赤松良久・中尾遼平. 2021. 河川物質動態シミュレーションに基づく環境DNA濃度にて魚類の生物量を把握し得る空間的範囲の検討. 土木学会論文集B1(水工学), 77 (2) : 1_553-1_558.
- 国土交通省「河川水辺の国勢調査」 https://www.mlit.go.jp/river/press_blog/past_press/press/200107_12/011127/p02.html, 2024年1月24日確認
- Miya, M., Sato, T., Fukunaga, T., Sado, T., Poulsen, J. Y., Sato, K., Minamoto, T., Yamamoto, S., Yamanaka, H., Araki, H., Kondoh, M. and Iwasaki, W. 2015. MiFish, a set of universal PCR primers for Metabarcoding environmental DNA from fishes: detection of more than 230 subtropical marine species. *Royal Society open science*, 2: 150088.
- 村岡敬子・菅野一輝・篠原隆佑・天野 淳・中村圭吾. 2022. 河川水辺の国勢調査への環境DNA導入に向けた取組み. 土木技術資料, 64 (5) :12-17.
- 内藤太輔・赤松良久・都築隆禎・横山良太・畔上雅樹・宮本健也・乾 隆帝. 2020. 環境DNAによる魚類の網羅的解析の河川水辺の国勢調査への導入に関する検討. 河川技術論文集, 26: 337-342.

