

# 河川水辺の国勢調査への環境DNA導入に向けた汽水域における採水方法の検討

中島颯大・菅野一輝・釣 健司・崎谷和貴

## 1. はじめに

河川水辺の国勢調査（以下「水国」という。）は、河川およびダム周辺の環境に関する基礎情報を収集整備することを目的に、平成2年度以降全国の一級水系等で実施されている。水国のうち魚類調査は、5年毎に水系内に複数の調査地区（多くの場合1km程度の区間）を設け、投網・たも網・定置網などの漁具を用いて地区内の魚類相を確認する「捕獲」調査により行われている。近年、生物の組織片などに由来するDNAを河川水などの環境サンプルから検出し、生物情報を得る「環境DNA」調査技術が発展しており、水国においても本技術の活用により調査の効率化・高度化を図ることが期待されている<sup>1)</sup>。一方で、環境DNA調査技術を導入するにあたっては、水国の30年間以上にわたり積み重ねた生物情報との連続性を保つことを念頭に、両調査手法で得られる情報の違いを明確にするとともに、水国の実施体制を踏まえながら導入方法を慎重に検討する必要がある。

そこで、国土交通省は水国への環境DNA調査技術の導入を視野に、令和元年度から環境DNAに関する水国テーマ調査（以下「テーマ調査」という。）を展開しており、土木研究所は手法の標準化に向けた技術的な支援を担っている<sup>2)</sup>。本報文では、令和元年度から3年度までのテーマ調査経過の概要および令和4年度に実施した汽水域における採水方法に関する検討状況を報告する。

## 2. テーマ調査の概要と令和3年度までの成果

環境DNAに関するテーマ調査では、サンプル中の魚類のDNAを網羅的に検出する手法であるMiFish法を中心に、魚類調査における環境DNAの効果的な活用方法について検討している。令和元年度の文献調査、令和2年度の試行的な環境DNA調査の結果、環境DNAは魚類調査に導入で

きる可能性が十分にあるが、水国に導入するにあたっては採水からデータの精査の各段階において標準化すべき課題が多いことが示された<sup>3)</sup>。

採水地点については、任意の1地点のみでは調査地区内の魚類を十分に検出できず、それぞれの調査地区の下流端両岸にワンド・たまりといったいくつかの環境区分を加えた4~5地点で採水することで、効果的に調査地区の魚類相を把握できることが分かった<sup>4)</sup>。

これを踏まえ、令和3年度は全国23水系（図-1）でこの採水方法による環境DNA調査を行った。その結果、各地区において従来の捕獲調査で確認された種が環境DNAでも検出された割合（一致率）は、淡水域では平均9割に及ぶ高い値をとった（図-2）。一方、一致率は汽水域では平均7割程度にとどまり、この原因として、潮の干満により流向が変化することや、流速が低く組織片が偏在しやすいことなどが考えられた。

そこで、令和4年度のテーマ調査では、汽水域における潮汐の違いと検出される魚類相の関係を明らかにし、効果的な採水のタイミングを探ることを目的とした。

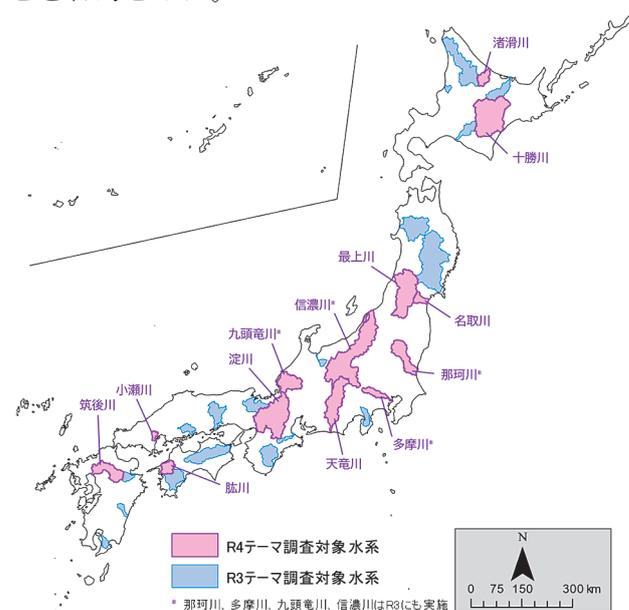


図-1 令和3~4年度水国テーマ調査実施水系

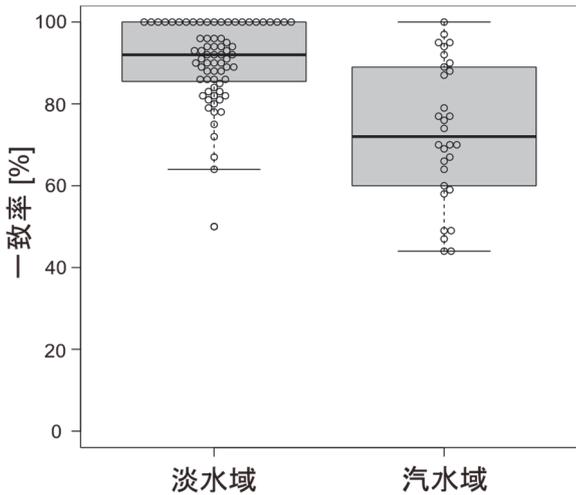


図-2 令和3年度テーマ調査において捕獲調査で確認された種が環境DNAでも検出された割合（一致率）を示す箱ひげ図

### 3. 令和4年度テーマ調査の概要

#### 3.1 調査体制

潮の干満の状況は地域によって大きく異なり、それに応じて利用する魚類相にも違いがあると考えられる。令和4年度に水国で魚類調査を実施した水系を中心に、潮汐環境が様々な水系を全国から選定し、各事務所において採水されたサンプルを土木研究所で分析・解析した。これらと土木研究所が採水したサンプルを合わせた計13水系

表-1 令和4年度水国テーマ調査実施状況

管轄	水系	調査時期	検体数	総種数
北海道開発局	十勝川*1	秋季	16	28
		春季	32	40
東北地方整備局	最上川	秋季	32	34
		秋季	16	67
関東地方整備局	那珂川*2, 3	秋季	16	43
		春季	32	75
北陸地方整備局	多摩川	秋季	36	96
		秋季	16	87
中部地方整備局	信濃川	秋季	16	58
近畿地方整備局	天竜川	春季	16	60
		秋季	16	66
中国地方整備局	九頭竜川	春季	16	66
		秋季	16	88
四国地方整備局	小瀬川	秋季	16	61
九州地方整備局	筑後川*4	春季	16	79
		秋季	34	30
		秋季	20	47

総種数にはノイズと考えられる種を除いた数を表示している；\*1：支川の浦幌十勝川を含めた2地区での採水；\*2：土木研究所にて採水；\*3：通常よりも多い調査地点で実施；\*4：最下流から2番目の地区での採水を基本とし、最下流の地区でも補足的に採水

(のべ16季)のデータを入力し(図-1)、各事務所より提供を受けた水国の捕獲調査結果や環境情報と合わせて解析を行った。

#### 3.2 調査内容

汽水域における環境DNA調査の適切な採水タイミングを把握するため、各水系における汽水域の調査地区内4地点において、1地点あたり4回(下げ潮時、干潮時、上げ潮時、満潮時)の採水を同日内に行う調査を基本とした。調査は主に各水系の最下流に位置する1地区で行ったが、十勝川、那珂川、筑後川では複数地区や多地点での実施など、一部の調査内容を変更した(表-1)。

#### 3.3 調査結果

13の水系から得られた計346サンプルの分析の結果、全水系から平均60種の魚類データが得られた(表-1)。以降では、先行して解析を進めた那珂川の事例を中心に、採水タイミングと検出種の関係について報告する。

### 4. 那珂川における検討結果

#### 4.1 調査地

那珂川では支川の瀬沼川が河口から0.7kmの部分で合流しており、この瀬沼川の1地点と、本川の2.0kmまでの区間にある8地点を合わせた計9地点で採水した(図-3)。採水は潮の干満差が大きい大潮の日に行い、2.0kmの2地点は上げ潮時と下げ潮時の2タイミングで、その他の7地点では上げ潮時、満潮時、下げ潮時、干潮時の4タイミングで採水した。

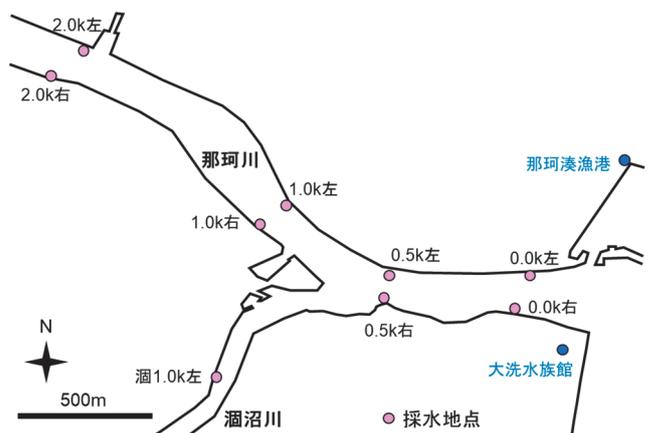


図-3 那珂川における採水地点(菅野ほか<sup>5)</sup>に加筆)

表-2 生態区分ごとの主な検出種

生態区分	説明	主な検出種 (10 サンプル以上で検出された種)
純淡水魚	一生を淡水域のみで過ごす種	コイ(飼育型)、ゲンゴロウブナ、ギンブナ類 <sup>*1</sup> 、ニゴイ/コウライニゴイ、オイカワ、コイ(野生型)、タモロコ/ホンモロコ、ナマズ類、カワムツ
通し回遊魚	生活史の一部を海域で過ごす種	マルタ、チチブ/ヌマチチブ <sup>*2</sup> 、ニホンウナギ、アユ、ヨシノボリ、ウグイ <sup>*2</sup> 、ウキゴリ
汽水魚	主に汽水域で生息する種	ボラ、スズキ、シラウオ、クロダイ/ミナミクロダイ、アジシロハゼ、シモフリシマハゼ
海水魚	主に海域で生息する種	コノシロ、メバル類、マイワシ、カサゴ、アカカマス、イソミズハゼ

1種に絞れない種については、該当する可能性のあるすべての種をスラッシュで結び表記している；<sup>\*1</sup>：ギンブナ類はギンブナ/キンブナ/オオキンブナ/ニゴロブナ/キンギョ/フナ属の1種(琉球列島)を示す；<sup>\*2</sup>：陸封型(純淡水)の可能性も考えられるが、本研究では汽水域での検出のため回遊している可能性が高く、通し回遊として扱った

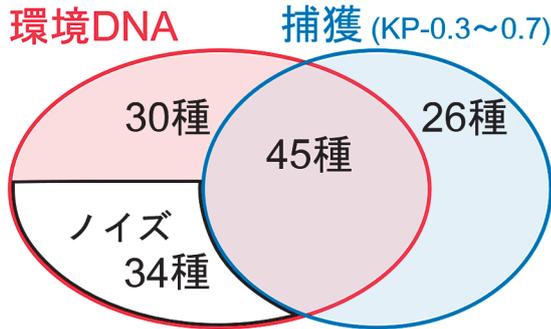


図-4 環境DNA調査と捕獲調査での確認種の違い

データが得られなかった。分析不調のサンプルを除く28サンプルから、109種が検出された。なかには主要な漁業対象種や深海に生息する種などが含まれており、これらは近隣の漁港・水族館などから流入したDNAを検出したものと考えられる。このようなノイズと考えられる34種を除外し、残った75種で以降の解析を行った。なお、平成5年度～令和3年度の水国魚類調査(計7回；-0.3～0.7km)では71種が捕獲されており、環境DNAの1回の調査で検出された種の方が4種多かった(図-4)。この理由は、今回の環境DNA調査の調査範囲が捕獲調査より広がったことや、採水地点周辺の生物相を網羅的に捉える環境DNA調査の特性により、環境DNA調査でより広範囲の魚類相が検出されているためと考えられる。

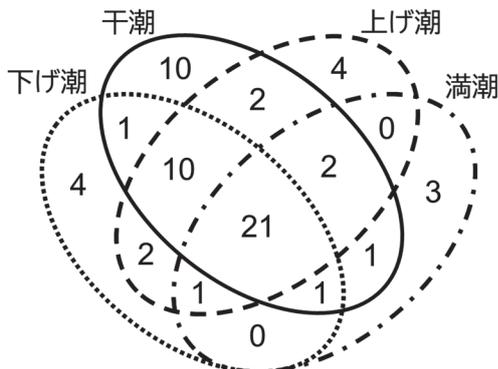


図-5 潮汐タイミングごとに検出された種数(すべてのタイミングでデータが得られた地点のみで集計)

#### 4.3 潮汐タイミングと検出種の関係

採水した潮汐タイミングと検出された種の間を明らかにするため、検出された種を表-2に示す生態区分で分類し、生態区分ごとにそれぞれの潮汐タイミングにおける種数を比較した。

その結果、満潮時が他のタイミングよりも種数が少なく(図-5, 6)、他のタイミングで見られない種が検出されることも少なかった。干潮時、上げ潮時、下げ潮時には種数に有意な差はみられなかったが、干潮時のみで検出された種は多かった。

#### 4.2 検出種数

那珂川の春季調査で採水された計32サンプルのうち、4サンプルでは分析不調により十分な

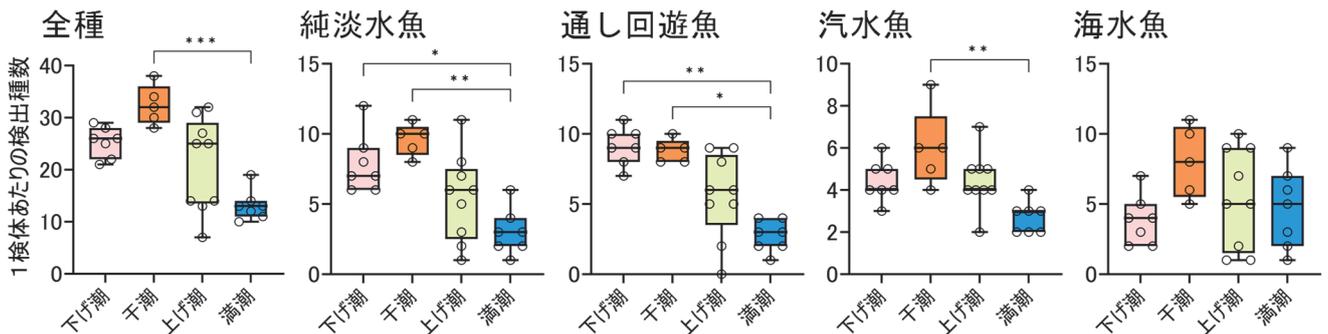


図-6 生態区分ごとの潮汐タイミングによる検出種数の違いを示す箱ひげ図(菅野ほか<sup>5)</sup>より；図中のアスタリスクは検出種数の有意差を示す：\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$ )

生態区分ごとの検出種数をみると、干潮時の検出種数が高いのはいずれの生態区分でも共通するが、上げ潮時と下げ潮時を比較すると、純淡水魚や通し回遊魚は下げ潮時で、海水魚は上げ潮時で多く検出される傾向があった（図-6）。これらのことから、魚類相を網羅的に把握するためには、複数タイミングでの採水が有効であること、採水のタイミングを絞り込む必要がある場合には満潮時よりも干潮時を中心とした選定をすべきであること、河川環境を反映する生物調査として純淡水魚や通し回遊魚を中心に検出することを目指す場合は、干潮時及び下げ潮時の採水が有効であることが考えられた。

## 5. まとめ

那珂川の春季における検討では、上げ潮時と下げ潮時で生態区分ごとの検出種数が異なるなど、潮汐タイミングごとに検出される種が変化すること、干潮時の検出種数が多いことが明らかとなった。採水地点を適切に配置にすることに加え、汽水域では干潮時を中心に複数の潮汐タイミングで採水することで、より多くの種を捉えることができると考えられた。

一方、全国の一級河川には、汽水域の調査地区が河口部以外に位置する水系や、干満差が極めて大きい／小さい水系もあるため、那珂川での検討結果が一概に当てはまるとは限らない。現在、他の水系・季節のデータ整理を進めているが、水系により傾向が異なる場合があることも見えてきており、今後、水系ごとの特徴を踏まえながら汽水域での効果的な採水手法を確立していきたいと考えている。なお、那珂川以外も含めたテーマ調査の詳細な結果は別途公表予定である。

土木研究所では環境DNA技術を現場で使いやすいものにしていくため引き続き検討を進めていく予定であり、今後も河川管理者や現場技術者と積極的な意見交換ができればと考えている。

## 謝 辞

テーマ調査にご協力いただいた国土交通省河川環境課および各地方整備局等に深く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) Doi H., Nakamura K.: Dominant barriers and the solutions to the social application of environmental DNA. Landscape and Ecological Engineering. Vol.19, No.1, pp.305-312, 2023
- 2) 村岡敬子、菅野一輝、篠原隆佑、天羽淳、中村圭吾：河川水辺の国勢調査への環境DNA導入に向けた取り組み、土木技術資料、第64巻、第5号、pp.12～17、2022
- 3) 村岡敬子、天羽淳：河川管理の現場への環境DNA実装化に向けて～令和2年度全国調査速報～、土木技術資料、第63巻、第5号、pp.57～58、2021
- 4) 篠原隆佑、村岡敬子、菅野一輝、天羽淳、中村圭吾：環境DNA分析の河川の魚類調査への適用に向けた最適な採水地点の検討、河川技術論文集、Vol.28、No.1、pp.181～186、2022
- 5) 菅野一輝、篠原隆佑、中島颯大、村岡敬子、崎谷和貴：汽水域の魚類群集把握に向けた環境DNAの最適な採水手法の検討、河川技術論文集、Vol.29、No.1、pp.233～238、2023

中島颯大



土木研究所 流域水環境研究グループ流域生態チーム  
研究員  
NAKAJIMA Souta

菅野一輝



研究当時 土木研究所 流域水環境研究グループ流域生態チーム 交流研究員、現 (株)建設環境研究所、博士(農学)  
Dr. KANNO Kazuki

釣 健司



土木研究所 流域水環境研究グループ流域生態チーム  
交流研究員  
TSURI Kenji

崎谷和貴



土木研究所 流域水環境研究グループ流域生態チーム  
上席研究員  
SAKIYAMA Kazutaka