

河川水辺の国勢調査における 環境DNA調査手法の導入検討

Consideration of Environmental DNA Analysis Methods,
in National Census on River and Dam Environments

研究第三部 研究員 川崎 敦
研究第三部 次長 大杉 奉功
研究第三部長 新宅 幸夫

これまでの河川水辺の国勢調査では、魚類、底生動物、動植物プランクトン（ダム湖のみ）、植物、鳥類、両生類・爬虫類・哺乳類、陸上昆虫類等、環境基図の8項目が基本調査項目であったが、令和8年度より、魚類を対象とした環境DNA調査手法を取り込んだ「魚類環境DNA調査」が新たに追加される予定となっている。環境DNA調査手法の導入に向けて、既往の調査結果及び事例の収集、整理を行い、ダム湖における魚類の河川水辺の国勢調査として必要なサンプル数や調査地点数等について検討を行った。併せて、魚類環境DNA調査の調査頻度、調査時期に関しても検討を行った。

キーワード：ダム、河川水辺の国勢調査、魚類、環境DNA

Previous National Census on River and Dam Environments included eight basic survey items on the environmental base map, including fish, benthic fauna, zooplankton (dam lakes only), plants, birds, amphibians, reptiles, mammals, and terrestrial insects. However, starting in FY2026, a new "fish environmental DNA survey" will be added, incorporating environmental DNA survey methods for fish. With the introduction of environmental DNA survey methods, previous survey results and case studies were collected and organized, and the necessary number of samples and survey locations was considered. Additionally, the frequency and timing of fish capture surveys and fish environmental DNA surveys were also organized and considered.

Key words : Dam, National Census on River and Dam Environments, Fish, Environmental DNA

1. はじめに

「河川水辺の国勢調査」は、河川・ダム湖及びその周辺環境における生物の生息・生育状況を把握することで、生物の良好な生息・生育環境の保全を念頭にいた適切な河川・ダム管理に資することを目的として実施されている。特にダム湖版では、ダム湖及びその周辺における生物の生息・生育環境を把握することで、ダム湖内の水質障害や周辺環境の変化等をいち早く発見し、利水障害やダム湖周辺山地の変化によるダム湖の水質や流入水質の長期的な変化の傾向も把握することが可能となる。さらに、ダムからの放流水が下流の河川生態系にどのような影響を与えているのか等についても、下流河川の生物の生息状況を長期的に継続把握していくことで、変化や影響が生じた際の適切な保全対策の必要性の検討を行うことが可能となる。

これまでの河川水辺の国勢調査では、魚類、底生動物、動植物プランクトン（ダム湖のみ）、植物、鳥

類、両生類・爬虫類・哺乳類、陸上昆虫類等、環境基図の8項目が基本調査項目であったが、令和8年度より、魚類を対象とした「魚類環境DNA調査」が新たに追加される予定となっている（なお、令和8年度以降は従来の魚類調査を「魚類採捕調査」と呼ぶこととされた）。そこで、魚類環境DNA調査について河川水辺の国勢調査としての追加にあたり、ダム湖における環境DNA調査手法の導入に参考となる検討を行った。

本稿では、既往の調査結果に基づき、複数の観点から適切な環境DNA調査手法の導入検討に参考となる既往データの整理・分析を行った結果を報告する。

2. 環境DNA調査とは

環境DNAは水、土壌、空気等の環境中に存在する生物由来のDNAの総称である。河川や湖沼における環境DNA調査は、従来の魚類採捕調査とは異なり、分析に必要な試料を船舶・湖岸・河岸・橋上などから

採水する船上・陸上作業が中心となり、現地調査を効率よく実施することができる。そのため、従来の魚類採捕調査よりも高頻度、多地点の調査を容易に行うことができ、ダム管理の基本情報となる魚類の生息状況を高頻度で網羅的に取得できる。

環境DNA調査により、各種環境基礎資料の作成、各種計画の策定、事業の実施、ダム湖及びその周辺環境の評価とモニタリング、外来種侵入の早期発見等、ダム管理の様々な局面における基本情報として、従来よりも活用しやすいデータを取得可能である。

3. 環境DNA調査手法の導入検討にあたっての整理・分析の方法

環境DNA調査手法の導入にあたり、ダムにおける既往の調査結果から適切なサンプル数及び調査地点数に関する4つの観点に基づき調査結果等を整理し、分析を行った。また、魚類環境DNA調査の調査頻度や調査時期の設定に必要な検討を行った。

(1) ダム湖内でのサンプル数の検討

ダムにおける河川水辺の国勢調査において、テーマ調査で魚類を対象とした環境DNA調査を実施した6ダム及び環境DNA調査の実施している論文¹⁾から引用した3ダムの計9ダムの魚類の環境DNA調査結果から、環境DNA調査による総検出種数と検出種数割合の違いによるサンプル数の分析を行った。検出種数割合については、90%と85%の2通りを設定した。

(2) ダム湖内の種数とダム湖規模との関係

全国122ダムの平成29年度から令和3年度までの「河川水辺の国勢調査」の魚類採捕調査結果及び各ダムのダム湖内における確認種数とダム湖の湛水面積・総貯水容量・集水面積の規模を整理し、ダム湖における魚類の生息種数と湛水面積・総貯水容量・集水面積の関係性を整理し、分析を行った。

(3) サンプル数とダム湖規模等との関係

ダム湖における「河川水辺の国勢調査」のテーマ調査として魚類を対象とした環境DNA調査を実施した6ダム及び魚類を対象とした環境DNA調査が実施されている論文¹⁾から引用した3ダムの計9ダムの魚類の環境DNA調査の結果から総検出種数及び検出種数割合ごとのサンプル数を整理し、検出種数割合とサンプル数の分析を行った。検出種数割合については、90%と85%の2通りを設定した。

(4) 調査頻度、必要サンプル数、調査時期の検討

魚類採捕調査及び魚類環境DNA調査の調査頻度及び調査時期に関して、これまでの調査からのデータの継続性を踏まえて検討を行った。また、魚類環境DNA調査については、必要サンプル数の検討も合わせて行った。

(5) 魚類環境DNA調査の調査地点(採水地点)の検討

環境DNA調査手法の導入にあたり、必要サンプル数及び調査頻度の検討結果より、ダム湖及びその周辺環境での魚類環境DNA調査の調査地点(採水地点)の設定における考え方の整理を行った。

4. 分析結果

(1) ダム湖内でのサンプル数の検討

ダムにおける「河川水辺の国勢調査」において、テーマ調査として魚類を対象とした環境DNA調査を実施した6ダム及び魚類を対象とした環境DNA調査を実施している論文から引用した3ダムの計9ダムの魚類の環境DNA調査の結果を整理・分析した結果、各ダムにおける環境DNA調査による魚類の総検出種数に対して、検出種数割合で比較すると90%以上の種を確認できるサンプル数は3サンプルから13サンプル、85%以上の種を確認できるサンプル数は2サンプルから12サンプルであった。検出種数割合の90%及び85%ではサンプル数に明確な差は確認されなかった。

9ダムにおける総検出種数と検出種数割合の整理結果を図-1に示す。

(2) ダム湖内の種数とダム湖規模との関係

全国122ダムの平成29年度から令和3年度までの「河川水辺の国勢調査」における魚類採捕調査結果からのダム湖における魚類の生息種数と各ダムの湛水面積・総貯水容量・集水面積の規模を整理し、分析した結果、ダム湖の湛水面積及び集水面積が大きくなると魚類の生息種数が多くなる傾向が確認され、一方で総貯水容量は、魚類の生息種数と関係性は確認されなかった。しかし、一部のダムでは魚類の生息種数との関係性が明確ではないため、湛水面積及び集水面積以外にもダム湖の位置や周辺環境、水質等の影響を受けている可能性も考えられる。

全国122ダムの湛水面積、総貯水容量、集水面積と魚類の生息種数との整理結果を図-2、3、4に示す。

環境DNA種数累加曲線 検出90% 検出85% 【縦軸：種数 横軸：サンプル数】

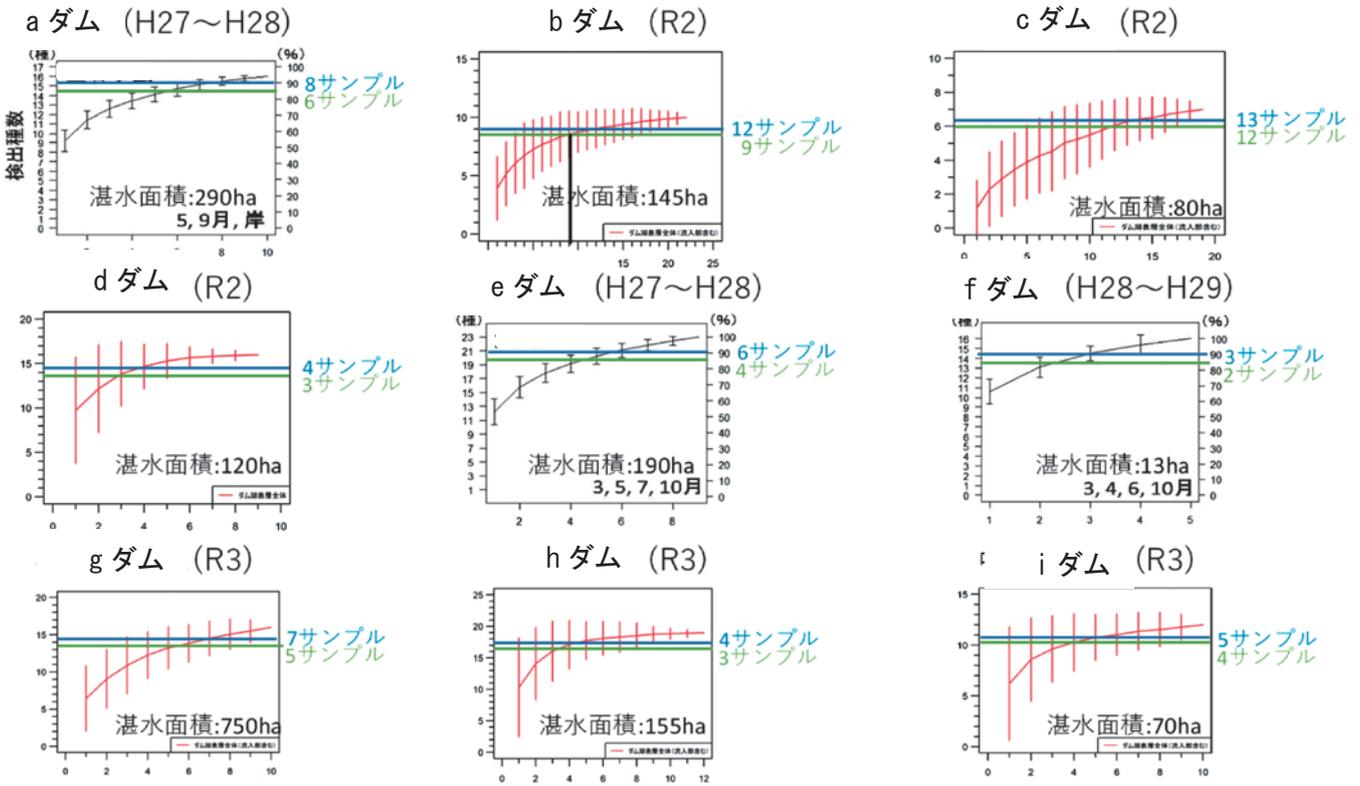


図-1 9ダムにおける総検出種数と検出種数割合の整理結果

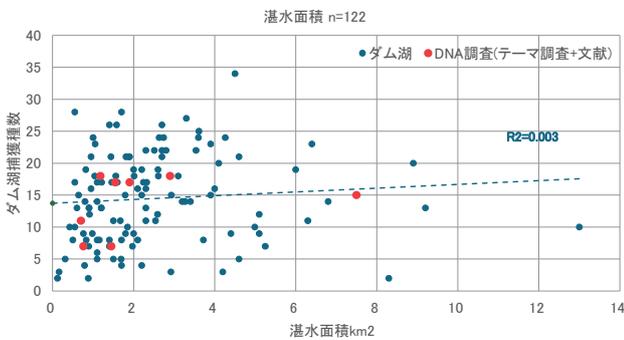


図-2 魚類の生息種数とダムの湛水面積

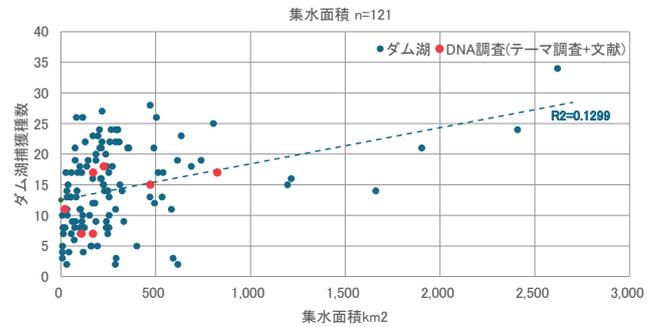


図-4 魚類の生息種数とダムの集水面積

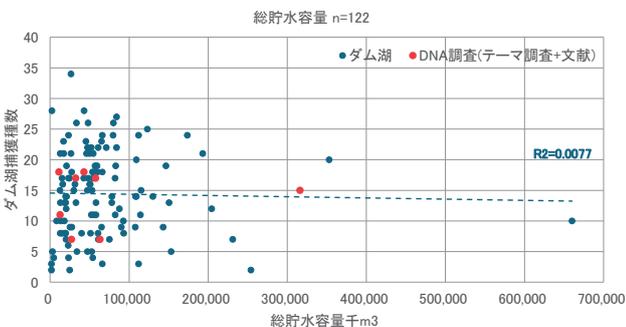


図-3 魚類の生息種数とダムの総貯水容量

(3) サンプル数とダム湖規模等との関係

ダム湖における「河川水辺の国勢調査」のテーマ調査として魚類を対象とした環境DNA調査を実施した6ダム及び魚類を対象とした環境DNA調査を実施している論文から引用した3ダムの計9ダムの魚類の環境DNA調査の結果から総検出種数及び検出割合ごとのサンプル数を整理し、検出種数割合と必要なサンプル数の分析を行った結果、ダム湖の規模(湛水面積)とサンプル数では、総検出種数に対して、検出種数割合90%では明確な関係性を確認できなかった。一方で、総検出種数とサンプル数では総検出種数が多くなるほどサンプル数が少なくなる傾向が確認された。

検出種数割合を90%にする場合に必要サンプル数は、10種以下では最低9サンプル、11種以上では平均で約5サンプル程度であった。また、検出種数割合を85%にする場合の必要サンプル数は、10種以下では最低7サンプル、11種以上では平均で約4サンプル程度となった。

ダム湖の規模（湛水面積）と環境DNA検出種サンプル数の整理結果を図-5に、総検出種数と検出種数割合別の必要サンプル数の検討結果を図-6、7に示す。

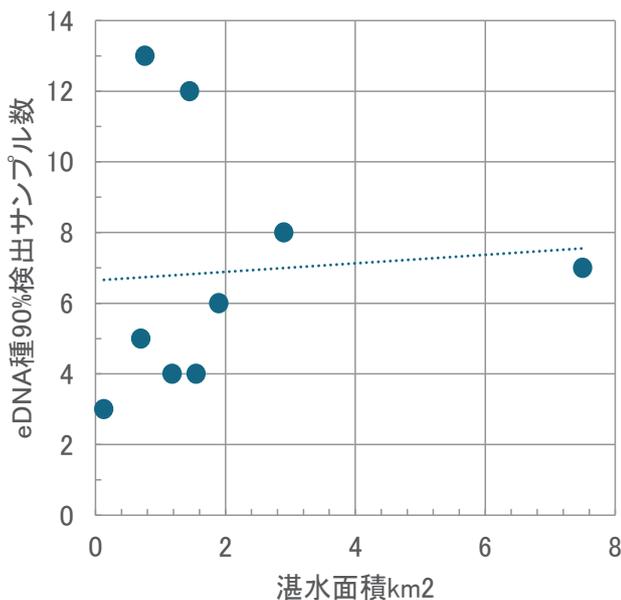


図-5 ダム湖規模（湛水面積）と環境DNA90%検出種サンプル数

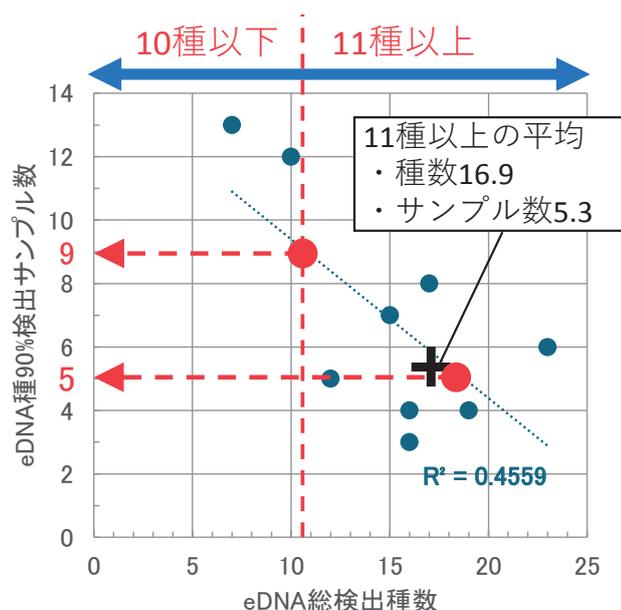


図-6 環境DNAの総検出種数と環境DNA90%検出種数のサンプル数

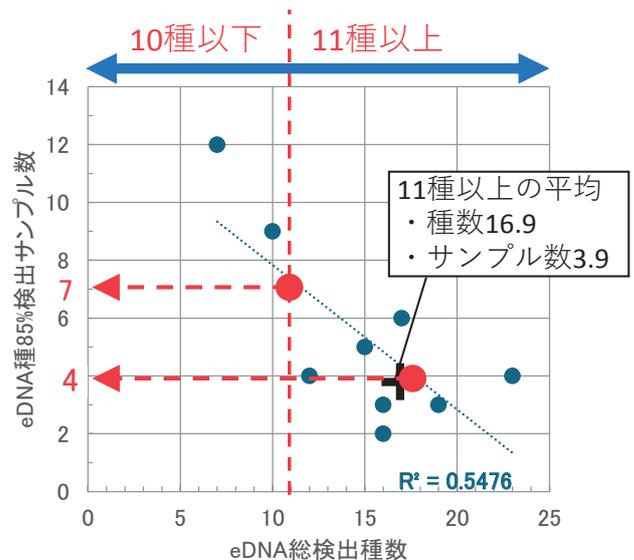


図-7 環境DNAの総検出種数と環境DNA85%検出種数のサンプル数

(4) 調査頻度、必要サンプル数、調査時期の検討

魚類環境DNA調査はダム湖内の基本サンプル数を検出種数85%となる11種以上4サンプル・10種以下7サンプルとし毎年1回（1季実施）（10年10回1季）、ダム湖以外の基本サンプル数は現行の魚類調査の平均調査地区数の約1.8倍の6サンプルとし2年に1回（1季実施）（10年5回1季）とすることで、魚類採捕調査及び魚類環境DNA調査を併せて実施できると考えられた。また、魚類環境DNA調査のサンプル数については、ダム湖以外の基本サンプル数が検出種数90%の場合は4.5サンプル、85%の場合は6サンプルと検出種数85%の方がサンプル数を多く設定可能であった。

調査時期の検討に当たっては、確認魚類の繁殖期を整理し、適切な調査時期の検討を行った。

整理の結果、魚類調査では夏季に約88%、春季の約83%、秋季の約79%と夏季が最も多くの魚類が確認されており、魚類の調査時期は全体として夏季が適しているものと考えられた。

魚類環境DNA調査は、魚類の繁殖期が多く重なる5月から7月の春季から夏季が調査時期に適している結果となった。

既往の魚類調査における季節別の確認種数割合を図-8に、確認魚類の繁殖期を表-1に示す。

(5) 魚類環境DNA調査の調査地点（採水地点）の検討

環境DNA調査手法の導入にあたり、ダム湖及びその周辺環境での魚類環境DNA調査の調査地点（採水地点）の考え方、設定について前項の検討結果を踏まえて整理した。調査地点については、「ダム湖地点」及び「ダム湖以外（河川等）の地点」に分けて検討を行った。

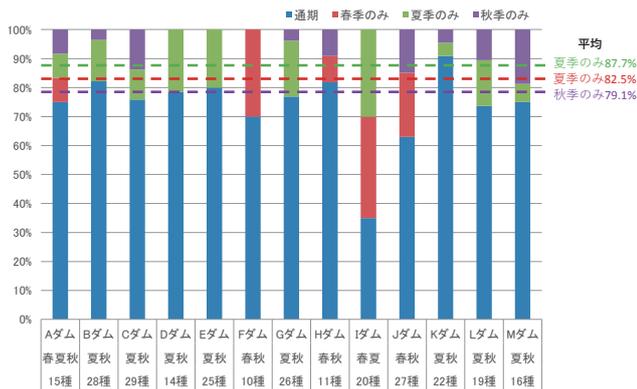


図-8 魚類調査における季節別の確認種数割合

表-1 当該月が繁殖期の魚類種数

ダム等	所在地	調査季	合計種数	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
Aダム	北海道	春夏秋	15種	1	0	4	10	10	9	6	2	3	3	3	1
Bダム	岩手県	夏秋	28種	1	2	6	16	23	22	12	3	1	3	3	0
Cダム	岩手県	夏秋	29種	1	2	6	15	23	22	12	4	2	4	4	0
Dダム	岩手県	夏秋	14種	0	1	3	7	10	10	4	1	0	2	2	0
Eダム	福島県	夏秋	25種	0	0	6	15	20	22	14	4	1	1	1	0
Fダム	福島県	夏秋	26種	2	2	4	12	21	20	10	2	0	3	3	1
Gダム	埼玉県	春秋	11種	2	2	4	7	9	7	2	0	0	2	2	1
Hダム	埼玉県	春夏	20種	2	2	5	12	18	16	10	4	1	0	0	0
Iダム	埼玉県	春秋	10種	2	2	2	4	7	5	2	0	1	3	3	1
Jダム	奈良県	春秋	27種	0	0	4	10	23	23	15	6	1	2	1	0
Kダム	香川県	夏秋	19種	0	0	2	7	14	14	12	7	2	3	1	0
Lダム	高知県	夏秋	22種	0	0	1	6	18	18	14	6	2	3	1	0
Mダム	高知県	夏秋	16種	0	0	2	6	15	14	7	2	0	1	1	0

※繁殖月は魚類図鑑に基づく一般的な繁殖時期で整理

※合計種数にspは除く

※カラー濃度スケールは、ダム等毎の割合で表示

採水適期の可能性が高い時期

「ダム湖地点」は、ダム湖内全体の魚類相を高頻度に効率的に把握するため、水質調査と連携し水質基準地点（補助地点は除く）及び魚類調査地点は必ず設定が必要と考えられる。なお、比較的に規模が大きな流入支川があるものの魚類調査において調査地区が設定されていない場合、または流入部に調査地区の設定がないダムは流入部に調査地点を設定することでダム湖に影響を与える可能性がある支川の魚類相をより多く把握することが可能となると考えられる。

そこで、「ダム湖以外（河川等）の地点」は、魚類調査の調査地区を基本とし、ダム湖及びその周辺の魚類相の把握に必要と考えられる流入支川・下流河川・環境創出箇所の環境を調査地点とし、魚類調査の調査地区の数も含めて、流入河川においても下流河川においても複数地点を設定することが必要であると考えられる。また湿地ビオトープを整備した環境創出箇所等についても魚類が生息している可能性がある場合には、設定することが必要であると考えられる。

調査地点の設定にあたっては、河川形態、横断工作物、流域面積、河川沿いの土地利用、重要種・国外外来種の生息・産卵場等の河川の特徴も考慮し、魚類調査では設定しないような小河川等に地点を設定するこ

とも有用であろうと考えられた。また、ダムの下流河川は魚類調査地区も含めて2地点以上を設定し、支川等の流入によるDNA検出の違いも十分に考慮して位置を検討する必要があるものと考えられる。

以上を踏まえて、ダム湖や流入河川・下流河川・湿地ビオトープ等の環境創出箇所の調査地点を適正に設定することで、ダム管理に役立つ魚類環境DNA調査や魚類採捕調査の実施が可能になるものと考えられた。

5. まとめ

河川水辺の国勢調査に魚類環境DNA調査を導入するにあたり、本稿においては、既往調査結果及び事例を整理・分析し環境DNA調査手法の導入検討としてサンプル数、調査頻度、調査時期について検討を行った。

本稿の検討結果は、既往の調査結果及び事例から整理、分析した結果である。魚類環境DNA調査が追加される令和8年度以降の調査においては、令和12年度までの検証期間が設けられているため、検証期間の魚類採捕調査及び魚類環境DNA調査の結果を比較・検証し、必要サンプル数、調査頻度、調査時期について再検討を行い、必要に応じて再設定することが重要であるものと考えられる。

本稿の検討結果が、ダム湖における適切な魚類環境DNA調査及び魚類採捕調査の調査計画の検討に資することができれば幸いである。

謝辞

本稿をまとめるにあたり、とりまとめの機会をいただくとともに指導・助言等をいただいた皆様、その他関係機関の皆様に、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) Kana Hayami, Masayuki K. Sakata, Takashi Inagawa, Jiro Okitsu, Izumi Katano, Hideyuki Doi, Katsuki Nakai, Hidetaka Ichianagi, Ryo O. Gotoh, Masaki Miya, Hiroto Sato, Hiroki Yamanaka, Toshifumi Minamoto: Effects of sampling seasons and locations on fish environmental DNA metabarcoding in dam reservoirs, Ecology and Evolution. 10:5354-5367 (2020)
- 2) 令和8年度版 河川水辺の国勢調査基本調査マニュアル【ダム湖版】に記載 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課 (2025)