

環境DNA調査技術の概要



水や大気、土壌などの環境中に含まれる生物の組織片等に含まれるDNAから生物情報を得る環境DNA調査技術。生物を直接捕獲しないこの調査技術を、国が行う調査に実装するために、土木研究所では調査技術の標準化に取り組んでいます。

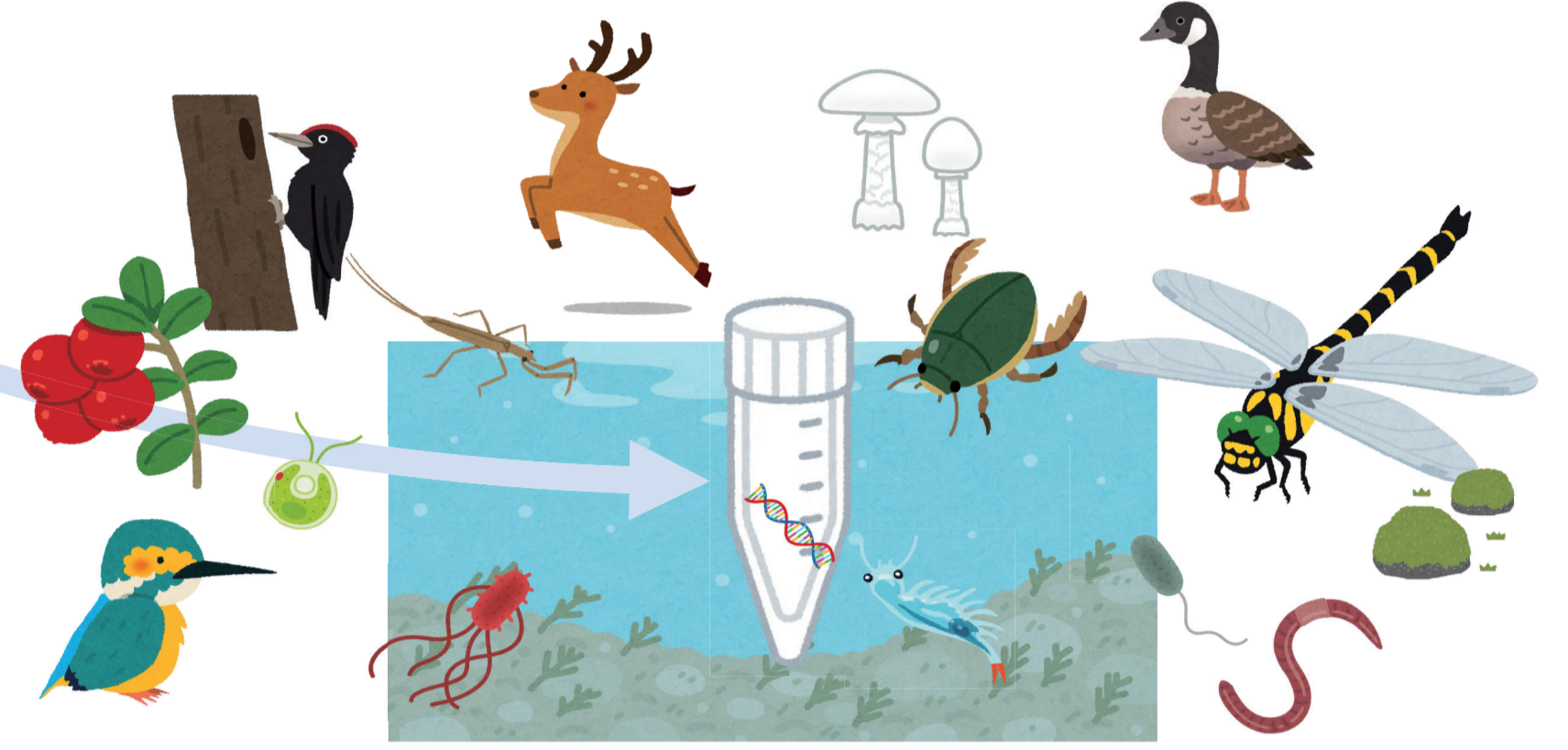
環境DNA調査とは



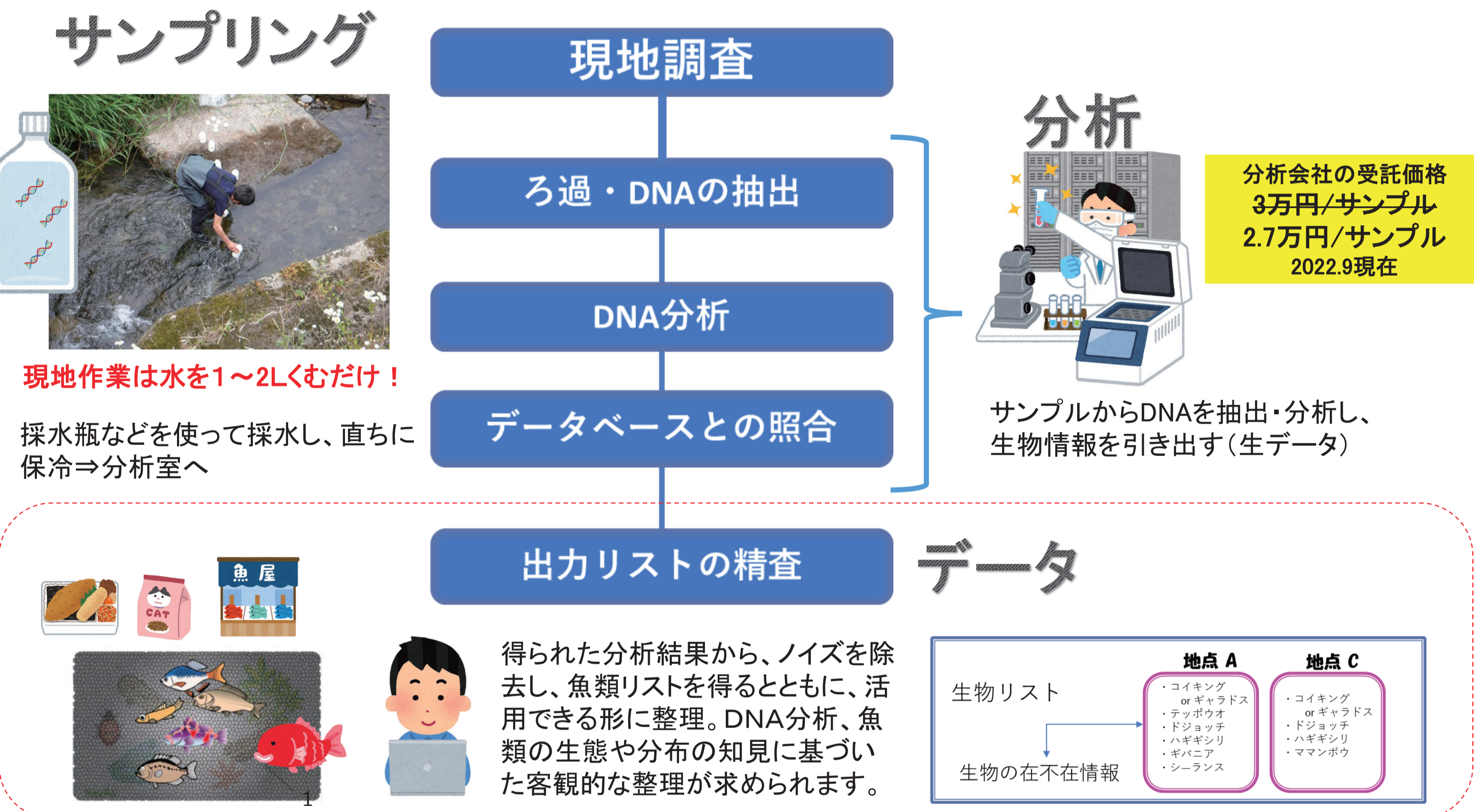
河川や湖沼の水の中には、そこに連続する環境中にいた様々な生物の組織片等が含まれている。この組織片等からDNAを取り出し、DNAデータベースと突き合わせることで、必要な生物情報を得ることができます

魚類では、研究者らが解読したDNAの情報を登録したデータベースが早くから充実していました。2015年に発表されたMiFish法を使った種網羅解析により、魚類相の情報を得ることができるようになったのです

DNAサンプル中には、魚だけでなく、そこにつながる環境にいた様々な生物のDNAが含まれている。同時期に連続空間にいた様々な生物種の調査が可能なツールとしても期待されます。

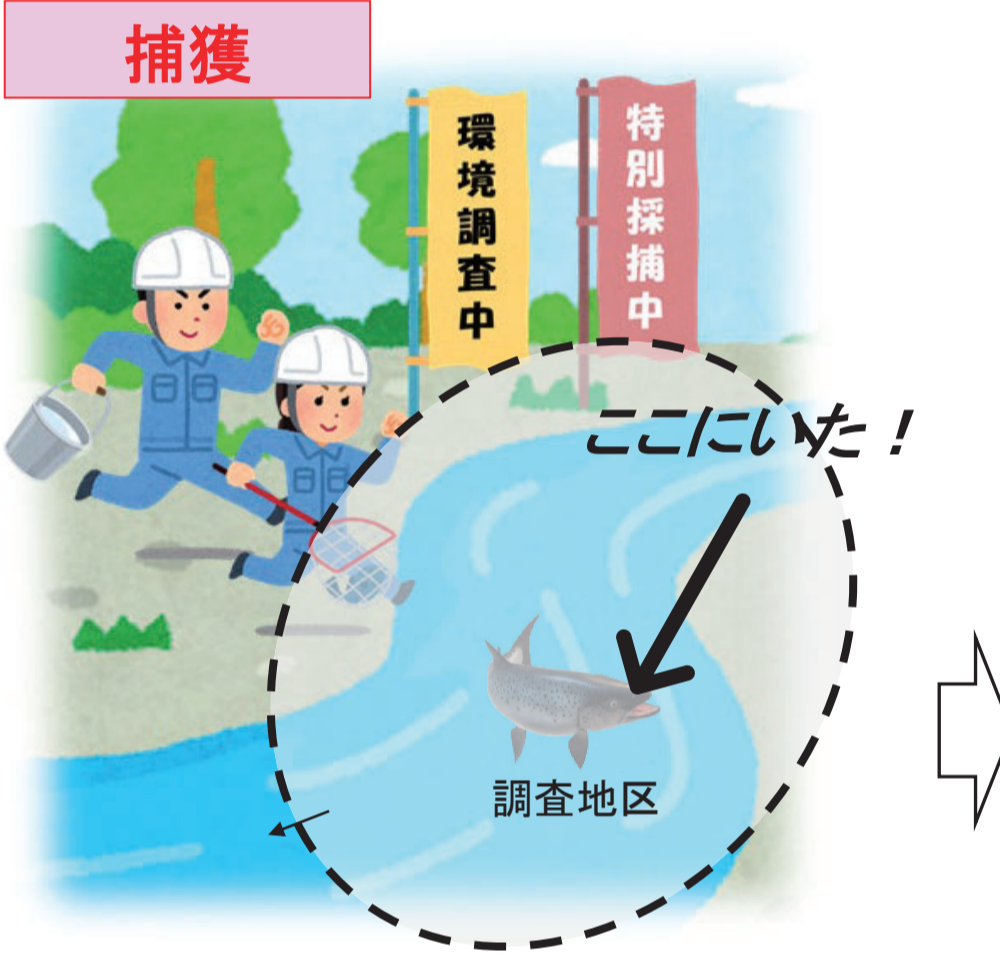


環境DNAを使った魚類相調査の流れ（種網羅解析）



これまでの調査と環境DNAによる調査

捕獲による調査



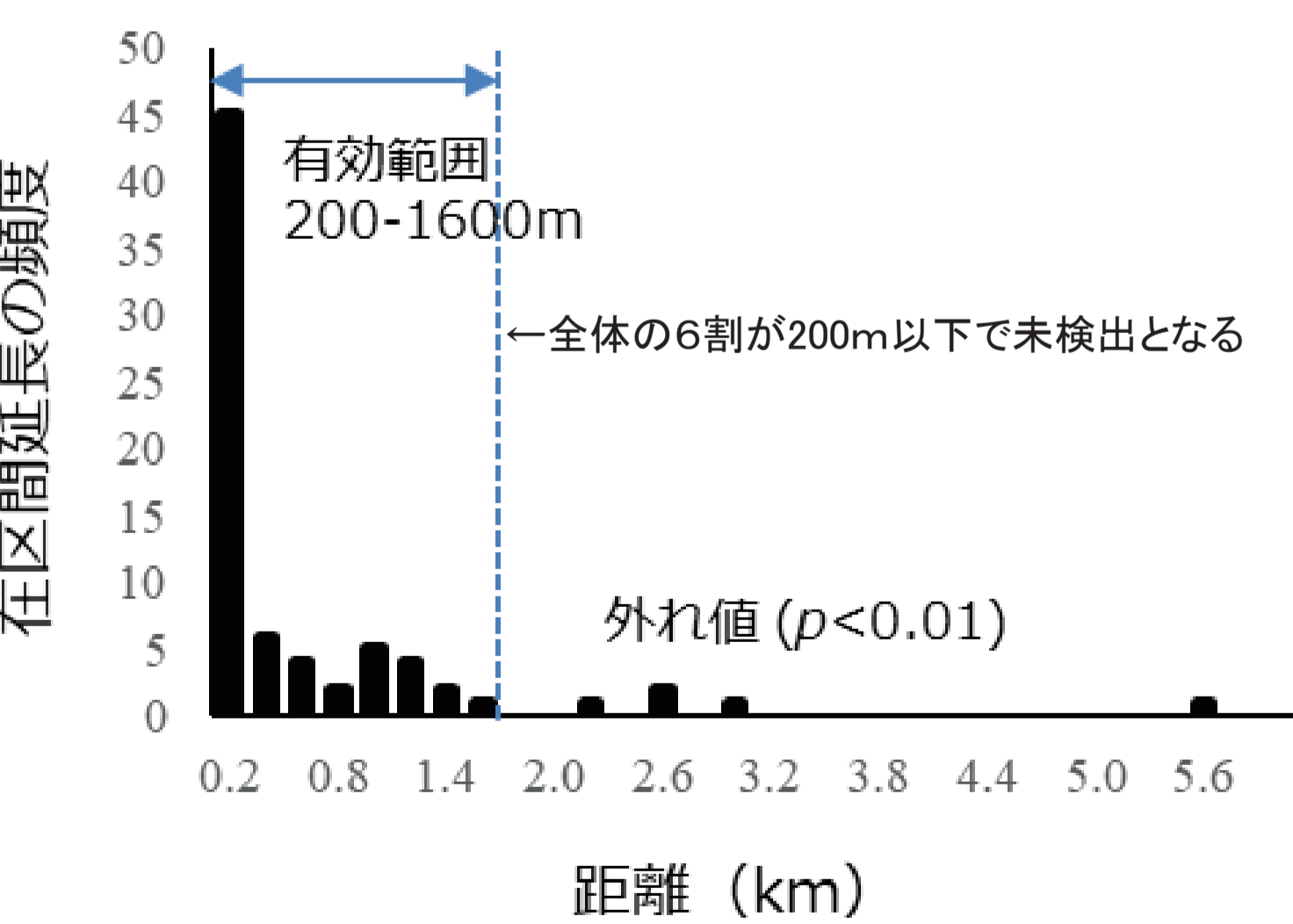
環境DNAによる調査



項目	捕獲調査	環境DNA調査
生物情報の確からしさ	当該生物を直接確認	DNA情報から推定
利用環境に関する情報	地点：(捕獲地点)	面的：採水地点につながる水域内
再生産状況など	体長分布から推定可能	わからない
現地調査の負担	大きい	小さい
求められる調査技能	捕獲・分類・同定	客観的なデータ精査

環境DNAで得られるデータの特徴

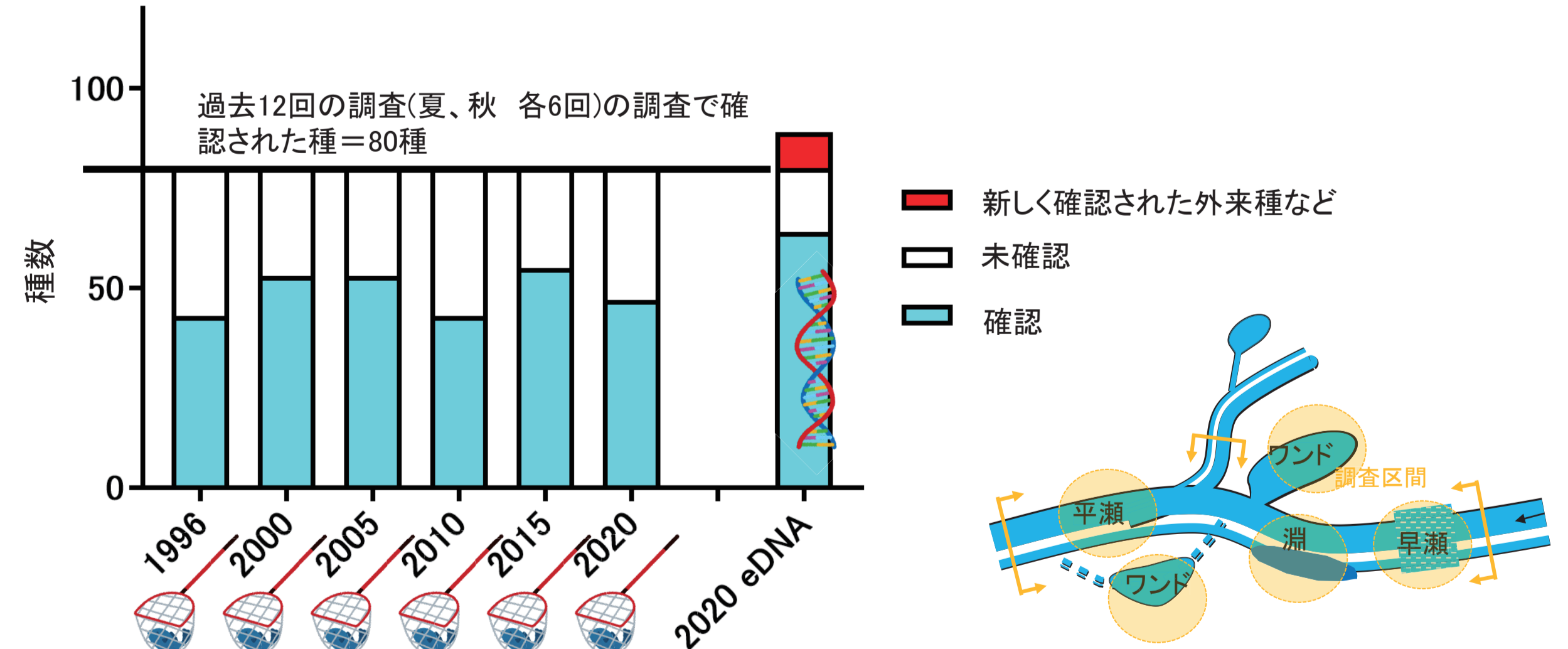
反映される生物情報



水国の捕獲調査で確認され、片岸1地点の環境DNAで検出されなかった種の特徴。直轄規模の河川では、水の連続性が乏しい水域や対岸の生物は捉えにくいと考えられます。

検出感度が高い 環境DNA

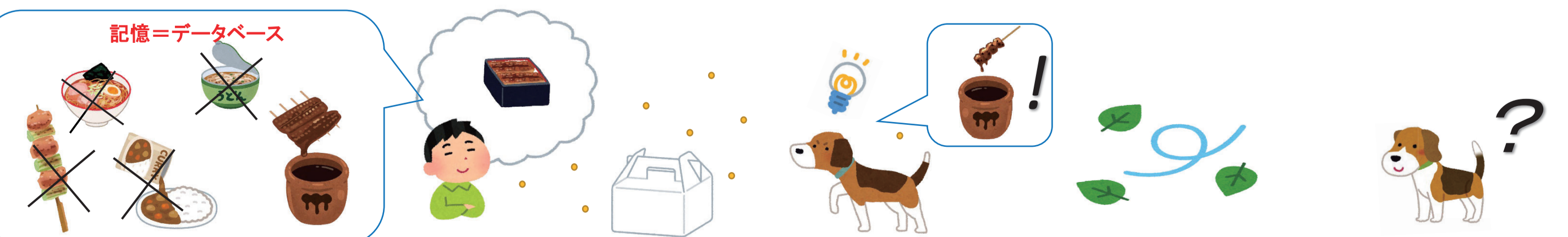
環境DNAは、捕獲よりも多くの種が検出されることが多い。これは、環境DNAによる生物情報には周辺水域も含まれること、岩陰などにいる魚や個体数が少ない種のように捕獲が難しい種も組織片さえあれば検出できることなどによると考えられます。



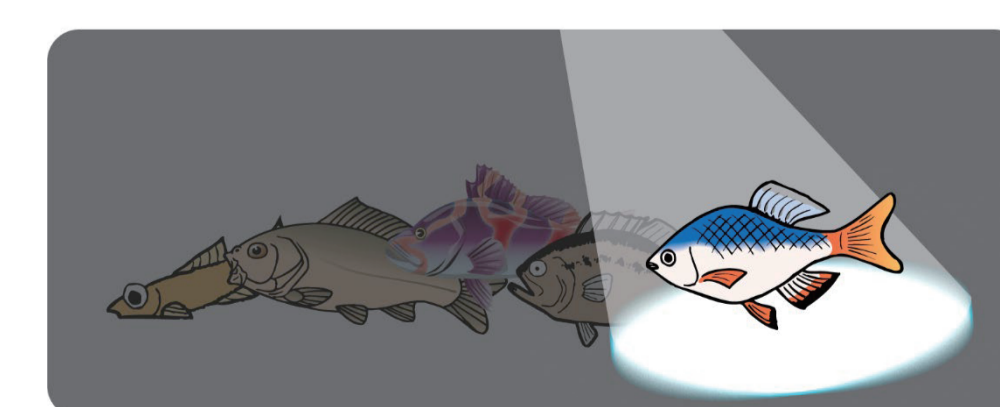
捕獲調査は夏・秋2回の合算、環境DNAは秋季のみ。いずれも環境区分ごとに調査を実施。

環境DNAは間接的な生物情報

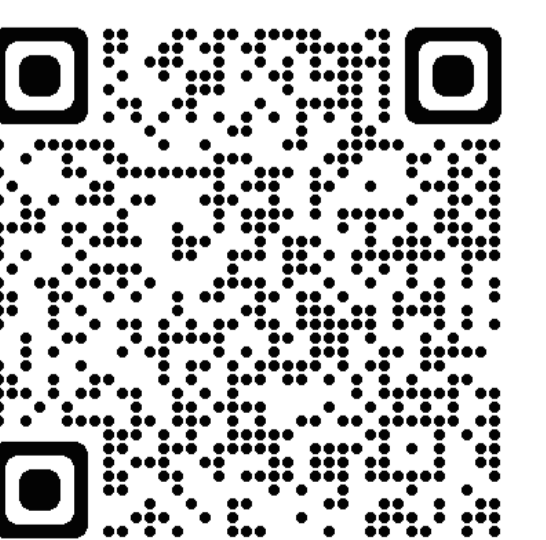
環境DNA調査による生物情報は、環境中にある物質を捉え、記憶(データベース)と照合して得られる間接的な生物情報です。「組織片を捉える」と、「正しい情報(記憶)がある」ことが必要です。



特定の生物種に絞り込んだ生物情報：種特異解析



環境DNA調査技術には、希少種や外来種といった特定の生物種に絞り込んだ種特異解析があり、その中には簡便に在不在を知る解析方法や、その生物のDNA量を計量する方法などがあります。



流域生態チームのHPはこちら

環境DNA調査技術の実装に向けた取り組み



水や大気、土壌などの環境中に含まれる生物の組織片等に含まれるDNAから生物情報を得る環境DNA調査技術を実務の現場に展開するため、土木研究所では調査技術の標準化を進めるとともに、環境DNAの特徴を活かした環境DNA調査技術の活用方法について提案していきます。

環境DNA調査技術の標準化にむけて

令和元年度
水国調査への環境DNA導入に向けた基礎的な確認(文献調査)

令和2年度
調査地点の選定に関する調査検討

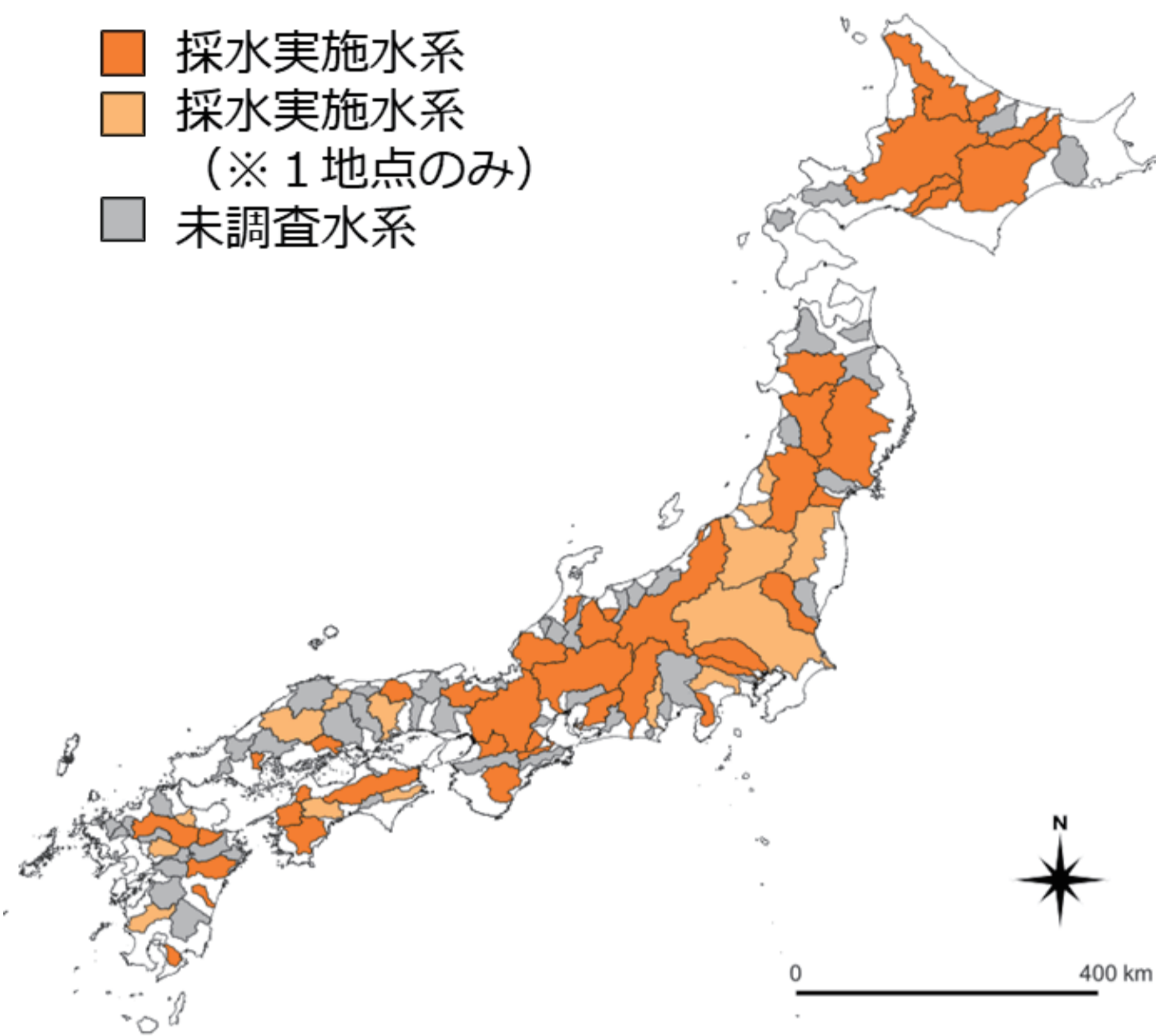
令和3年度
令和2年度の知見を踏まえた、調査地点の選定に関する調査検討、他

令和4年度
令和3年度と同様。特に汽水域

令和5年度
マニュアル(案)作成へ

本格的な導入を前に
各水系の全体計画の策定や
地方整備局の水国アドバイザーへの
説明が始まる

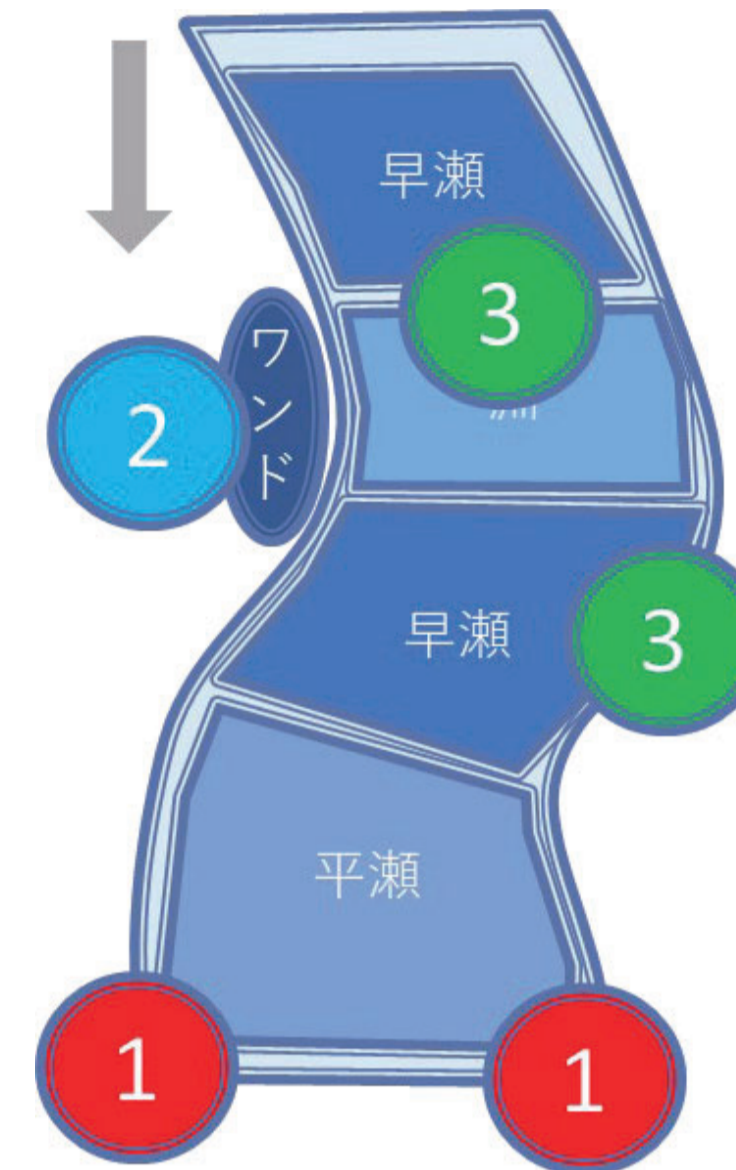
- 採水実施水系
- 採水実施水系
(※ 1地点のみ)
- 未調査水系



河川水辺の国勢調査への環境DNA導入に向けた全国調査対象地域(R4.10現在)

河川水辺の国勢調査 テーマ調査(令和1~5)

水国魚類調査(魚類)に合わせて 約1,300地点
底生動物・プランクトン調査:約150地点(10ダム含む)
水質調査時に:約600地点・回
汽水域の干満に合わせて(R4):約350地点・回
総計2,400種以上の環境DNAサンプルを収集・分析中



- ① 水国調査地区の最下流端両岸
- ② ワンドやクレークなど
- ③ 計4~5地点となるように適宜地点を追加

R3 全地方整備局で検証調査実施

全国調査の結果を踏まえ設定された河川における基本採水地点

環境DNAの特徴を活かした導入方法の検討

検出感度が高く、面的な生物情報を得る環境DNAを、調査地区で行っている捕獲調査に置き換えることで、水国では捉えられない水系単位での外来種の侵入状況などがわかることが、水国テーマ調査で示されました。また、水国調査の枠組みを超え、環境DNA調査の特徴を活かした生物情報の高度化につながる導入・活用方法についても検討を行っています。

環境DNA調査技術の利点

周辺水域も含む面的な生物情報

流域レベルでの調査への展開

水から生物情報を得る

定期水質調査の活用も可能

現地作業の負担が小さい

多地点調査が可能

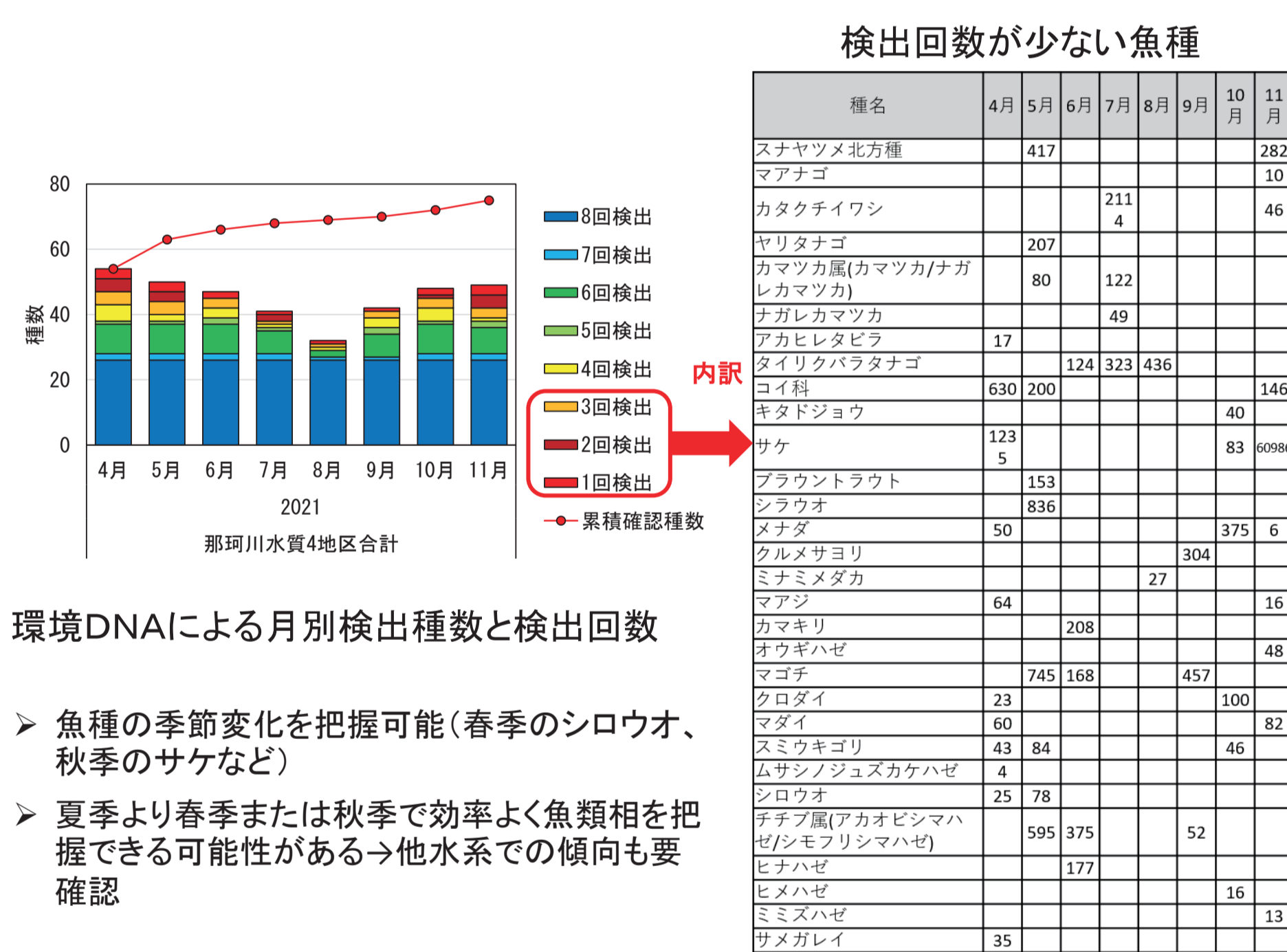
個体数が少ない種も検出

新規外来種や貴重種も検出されやすい

短いながらも遺伝情報

遺伝的多様性などの情報が含まれる

定期水質調査を利用したサンプリング



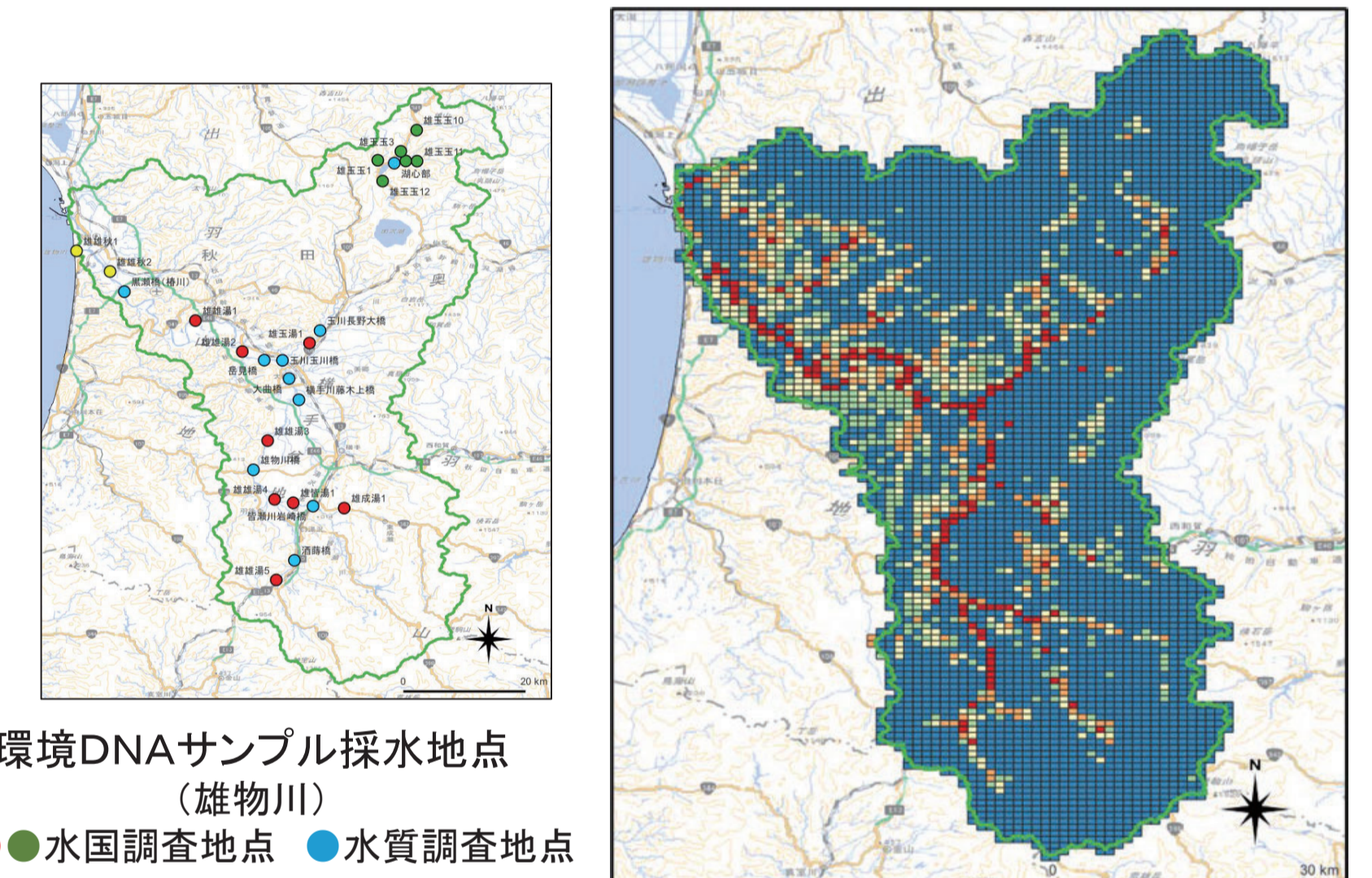
環境DNAによる月別検出種数と検出回数

- 魚種の季節変化を把握可能(春季のシロウオ、秋季のサケなど)
- 夏季より春季または秋季で効率よく魚類相を把握できる可能性がある→他水系での傾向も要確認

河川における魚類の利用状況を時系列的に捉えた事例。本件では、定期水質調査の際に、追加サンプルとして環境DNA分析用サンプルを採取することで、現地作業経費の負担を最小限に、時系列的な生物情報を得ています。

魚類相調査に用いるMiFish領域の中にも、同じ魚種で異なるDNA配列を持つ遺伝的多様性がみられる種があります。魚種によって多型の数には多寡があるものの、多様性のある魚種に着目することで、水系内の魚類の移動環境や生息場の評価につながる情報が得られることから、全国データを用いながら整理を進めています。

環境DNAを用いた分布予測モデルの作成



生物分布予測モデルは、生物の存在可能性を面的に示すことができることから、保全地区の抽出や外来生物の拡大抑制などへの活用が期待できます。しかし、作成のために必要な地点数の対象生物の在・不在情報を捕獲調査で得ることは容易ではありませんでした。検出感度が高く、多地点調査が可能な環境DNAを活用することで、様々な生物の分布予測モデルの構築が可能となります。

指定機関・公募共同研究「環境DNAを活用した環境情報の高度化に関する共同研究」

土木研究所では、令和4年度より、環境DNAに関連した共同研究(第2期)を開始した。この共同研究では、国の研究機関として土木研究所だけでなく、農研機構、港空研が加わることで、流域の視点にたった取り組みを進めるとともに、将来的な環境DNA情報の相互利用も視野に入れた議論を進めることが予定されている。

共同研究参加者:

農研機構(農水省管轄)、港湾空港研究所(国土交通省(旧運輸省)管轄)、いであ(株)、(株)ウエスコ、(株)エコー、応用地質(株)、(株)建設環境研究所、(株)建設技術研究所、(一財)水源地環境センター、大成建設(株)、日本工営株式会社、パシフィックコンサルタンツ(株)、(公財)リバーフロント研究所

研究項目1 環境DNAの水国調査等への実装に向けた技術体系の構築

河川水辺の国勢調査(以降水国調査)への環境DNA調査の実装に向け、実務の現場の実情を踏まえながら、調査技術の標準化を図る。

研究項目2 環境DNAの活用による環境調査の高度化

環境DNA調査技術は、生物調査の高度化につながる技術として期待も高いが、そのために解決すべき課題は多岐にわたっている。現場で実務を担う民間と連携し、実施可能な技術体系を構築するとともに、環境DNA調査の高度化に向けた技術的課題の解決を図る。