

環境DNA技術の活用に向けて 現場でできること

国立研究開発法人 土木研究所

流域水環境研究グループ 流域生態チーム

特任研究員 村岡敬子

環境DNA たったバケツ一杯の水から生物情報！

2



R 8 年度 河川水辺の国勢調査への試験的導入に向けた検討が行われている

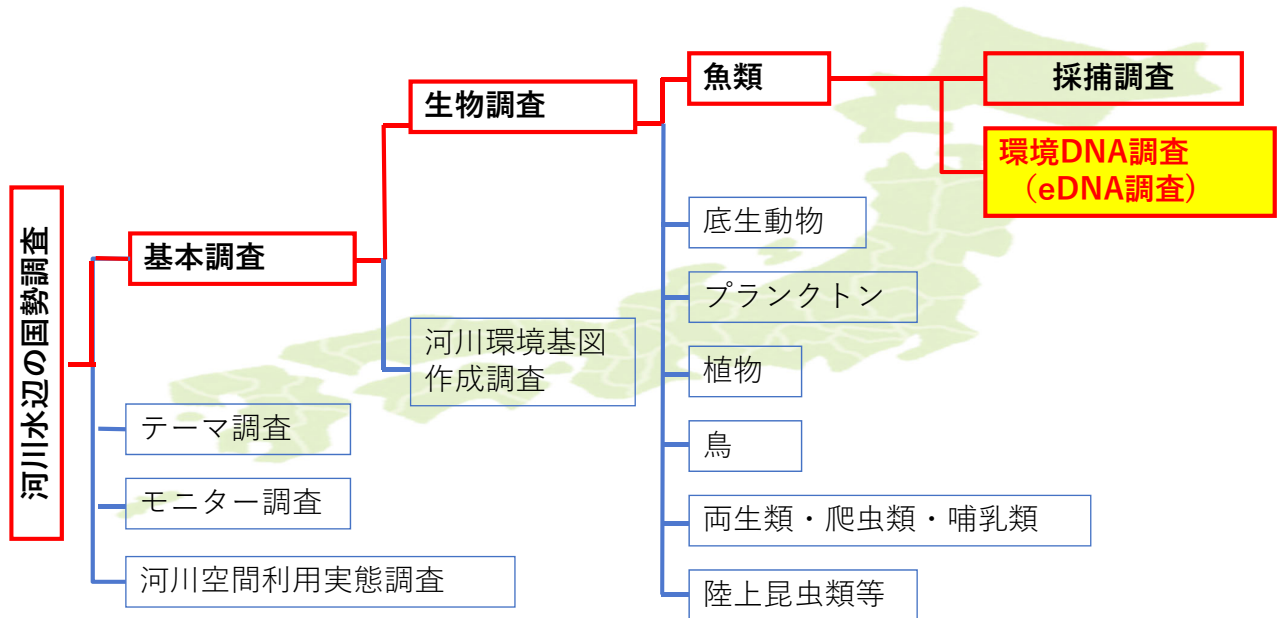


河川水辺の国勢調査（国土交通省）

3

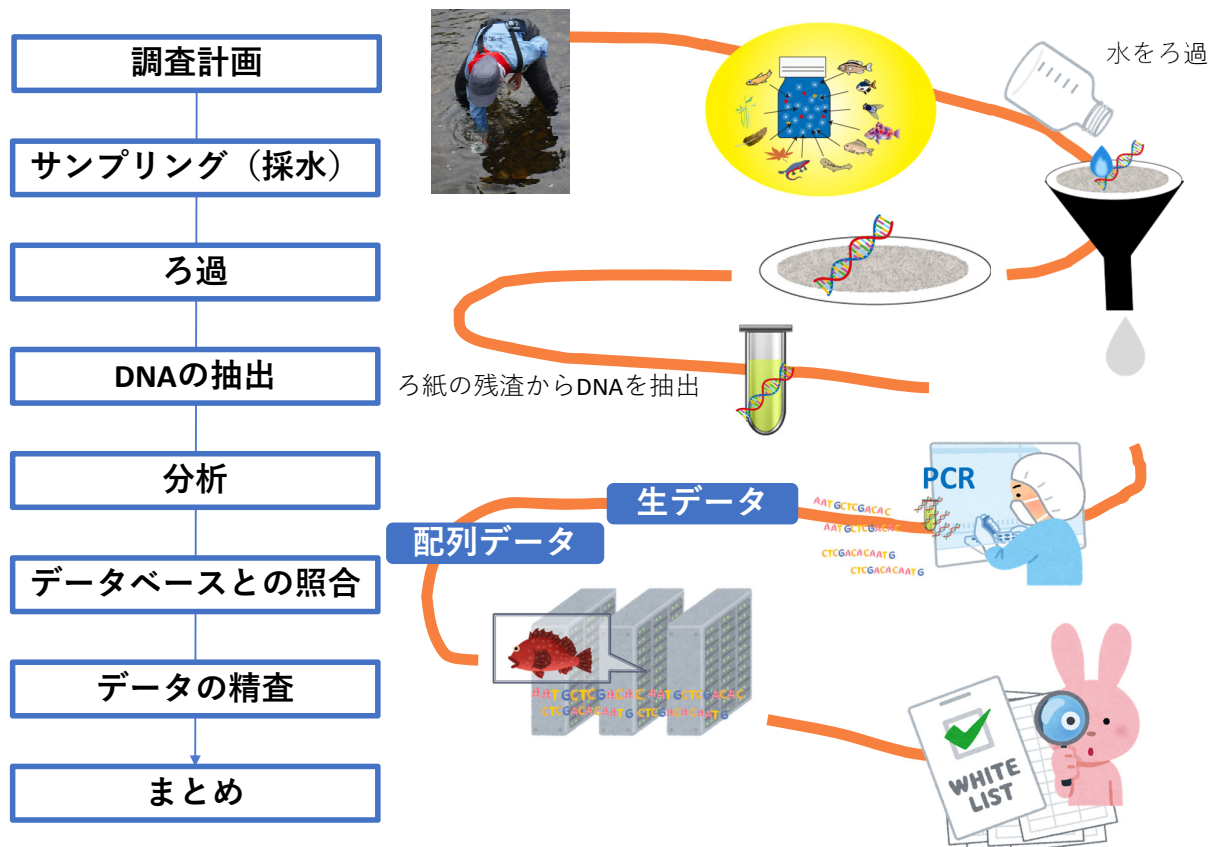
1990年から5～10年間隔で実施される日本で最も大きな環境調査

これまで捕獲により生物情報を得てきた**魚類調査**を対象に、環境DNA調査の導入を検討中

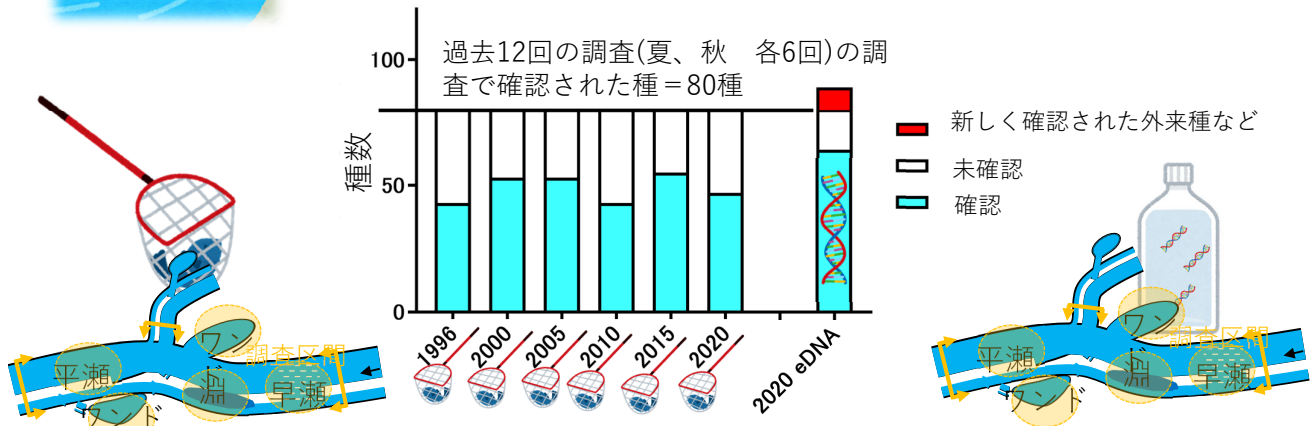


環境DNA たったバケツ一杯の水から生物情報！

4



河川水辺の国勢調査と環境DNA



神通川水国調査地区5地区で確認された種数

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

どのくらいの範囲の生物情報を反映？

推定される環境DNA含有物質の有効検出範囲

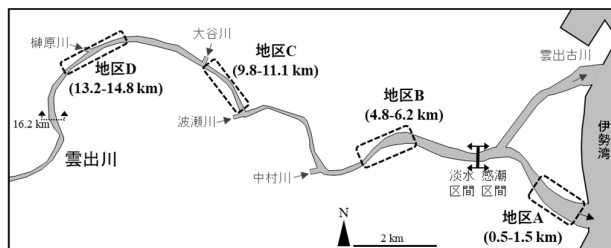
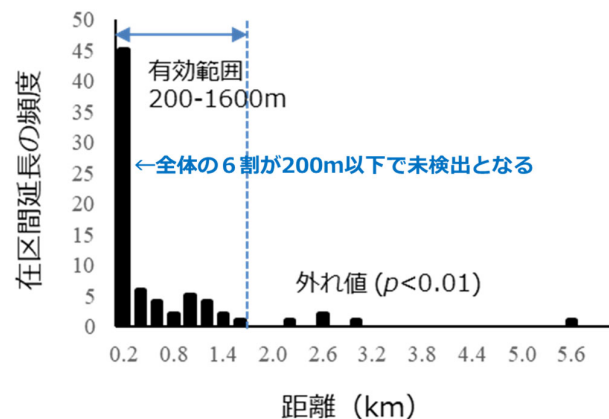


表 採捕地区の魚類リストに対して高い正の相関を示したeDNA魚類リストの検出地点

調査地区	調査区間	勾配 (セグメント、河川型)	相関値 最大*
地区A (感潮区間)	0.5 ～1.5 km	- (2-2, Bc型)	1.8 km (-0.3 km)*
地区B	4.8 ～6.2 km	1 / 1,300 (2-1, Bc型)	4.0 km (0.8 km)
地区C	9.8 ～11.1 km	1 / 1,000 (2-1, Bc-Bb型)	8.6 km (1.2 km)
地区D	13.2 ～14.8 km	1 / 500 (2-1, Bb型)	10.4 km (2.8 km)

*: 相関係数が最大に達するリストが得られた採水地点

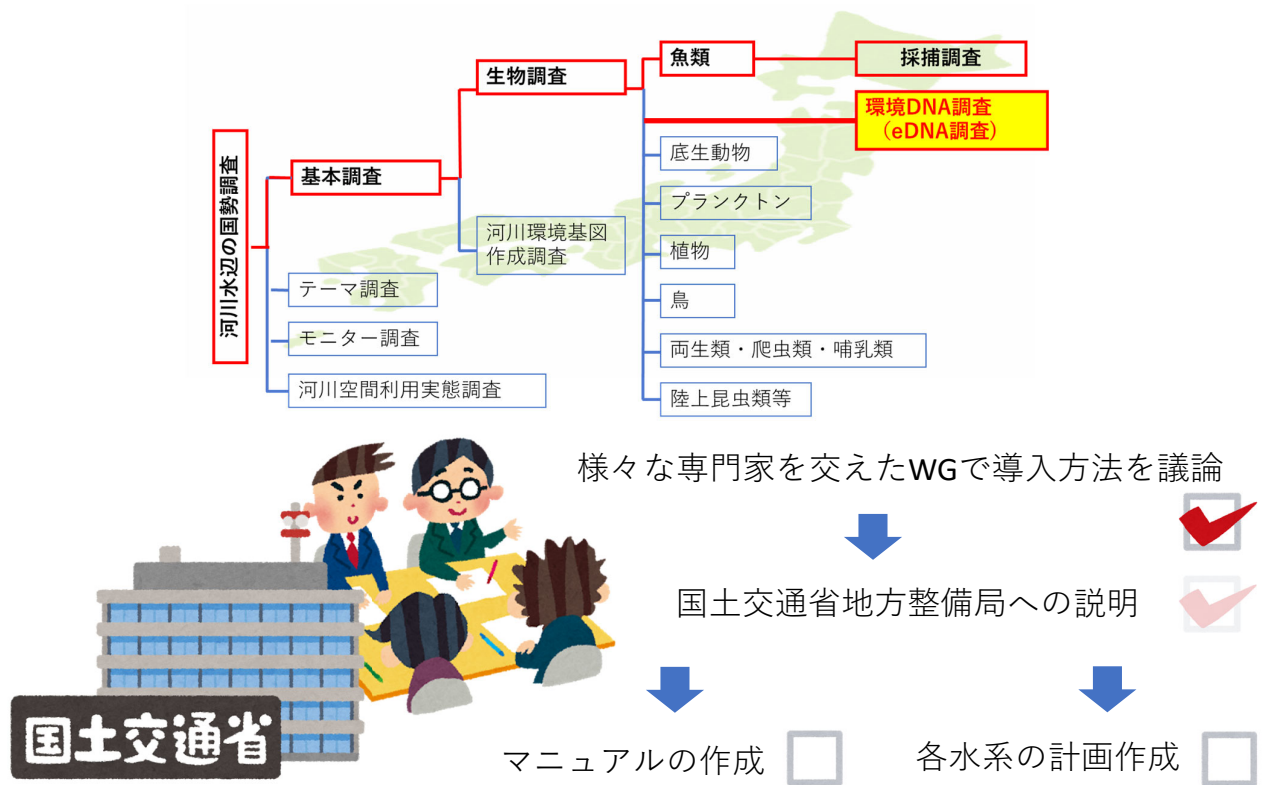
*: (調査地区末端からの距離)



環境DNA含有物質の有効検出範囲

- 魚類相とeDNA検出リストの相関係数は**0.8～2.3 km程度下流の地点で最大**
- 最大相関値を示した下流地点までの距離は**各地区の勾配と強い正相関**
- 感潮区間では**潮汐による海水の流入の影響**を受けた可能性

水国調査 環境DNA調査の議論が進んでいる



想定される環境DNA調査の実施体制

8

環境調査受注者

約2か月後.....



実装時のイレギュラーはなるべく抑えたい..

9

2箇月待って、結果がとどいたらまさか！

「不可解なデータ」

ノイズ？ コンタミ？

「白紙結果」

「種数が少ない」



季節はすでに過ぎ去り...

再調査ができない...

業務の工期末は目前で..

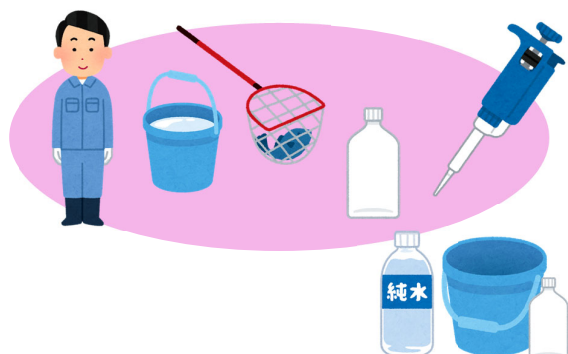
再分析の時間もない...

擬陽性（ぎようせい 不在を検出）

10

擬陽性の原因と対策

調査・分析作業時に混入



周辺施設からの流れ込み

河川沿い設備からの汚水の流入
飼育水槽、魚市場、水産加工施設、
下水や汚水、キャンプ場
肥料や飼料
>>周辺設備を確認、リスクの少ない場所で採水

偶発的な混入

動物や鳥の糞、ゴミ...
>>別の時期に調査

>>調査用具の洗浄の徹底
採水瓶は再利用しない
フィールドブランク

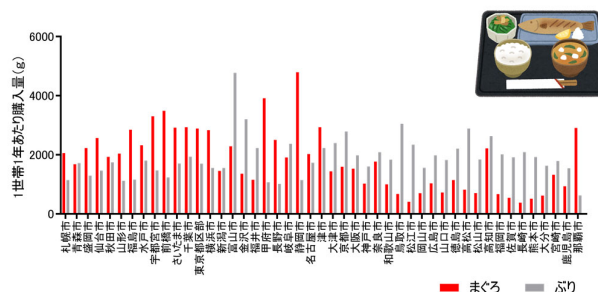
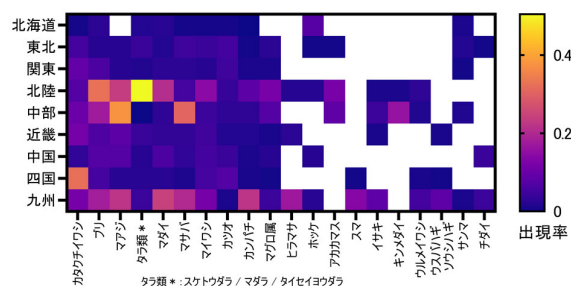
フィールドブランク：現地で使用する
機材・用具を用いて、現場で

擬陽性（ぎょうせい 不在を検出）

ノイズの要因探索

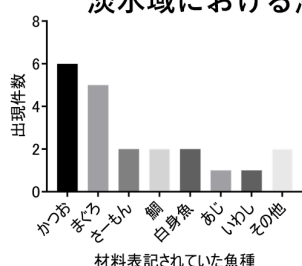
河川の水からマグロ・ブリ・カツオ！！

河川・湖沼の水中には、流域の広い範囲から、そこに生息する生物以外のDNA含有物質も流れ込み、種リストとしてリストアップされる。生物情報の不確かさにつながるこのノイズが発生しやすい条件を、淡水区間に出現する海産魚の出現状況を使い探索している。



淡水域における海産魚の出現頻度

マグロ・ぶりの1世帯当たりの購入量 県別比較



魚種別出現頻度は地域の消費を反映する傾向にある一方で、上位10種は地域別消費とキャットフードの影響双方を受けている可能性がある。上位10種を除く種の出現傾向を整理することで、ノイズの発生源と出現傾向がみえてきた。

ノイズの発生源と傾向

- ・単独処理浄化槽（食品由来の魚が一斉に）
- ・水産系学部（食品以外の種）
- ・養魚場や川添いの水産加工場（長い区間に影響）
- ・キャットフード（カツオ・マグロを中心に）

キャットフード（ドライ）の材料

偽陰性（ぎいんせい 在を不検出）

要因1 サンプル中に環境DNAが含まれていない

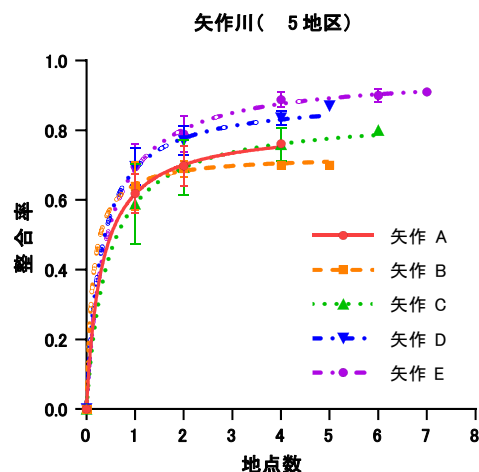
水国調査地区の下流端 片岸1地点で採水

同時期の捕獲調査に対する一致率=76.2%

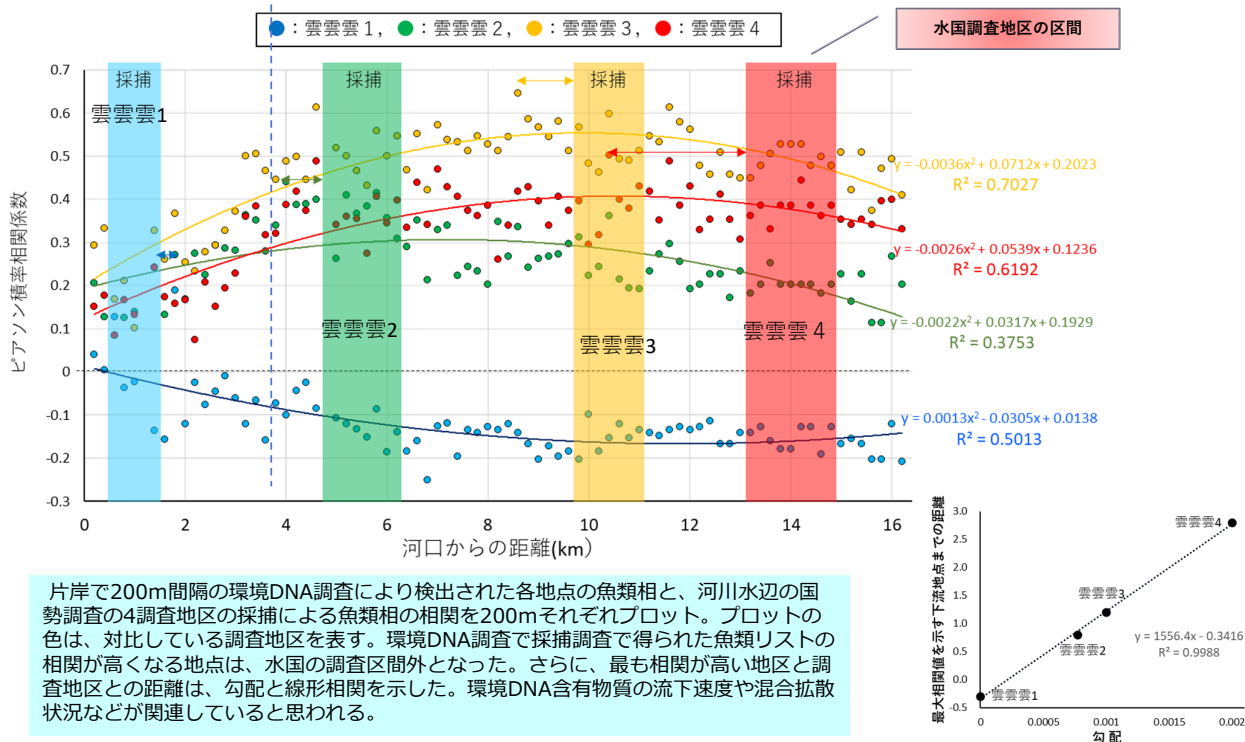
いつもいるわけではない種



採捕で確認できたが、
環境DNAで検出されなかった種の特徴



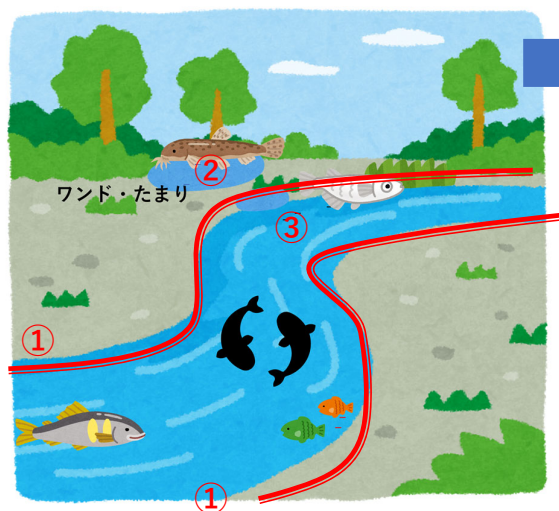
流れの影響を受ける環境DNA



河川における環境DNAの挙動

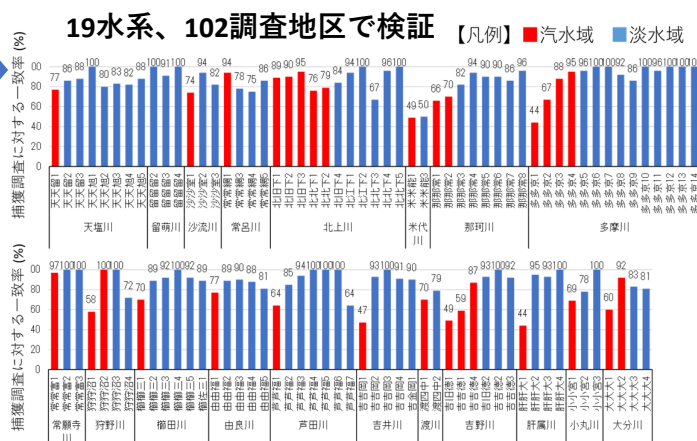
在を捉える採水地点

水国調査地区の魚類相を捉えるための採水地点



- ① 水国調査地区の最下流端兩岸
- ② ワンドやクリークなど
- ③ 計4~5地点程度となるように、適宜追加

地区の魚類相を捉えるための採水地点



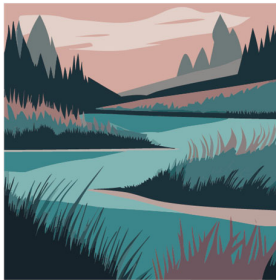
同時期同地区の捕獲調査※に対する一致率
淡水域 平均92%、汽水域 平均77%

※捕獲調査では、一昼夜網をしかけている
環境DNA調査は引き潮時に実施
潮汐の影響を受ける汽水域では、
採水のタイミングも考慮する必要がある

ダムにおける環境DNAの挙動

在を捉える採水地点

流入部



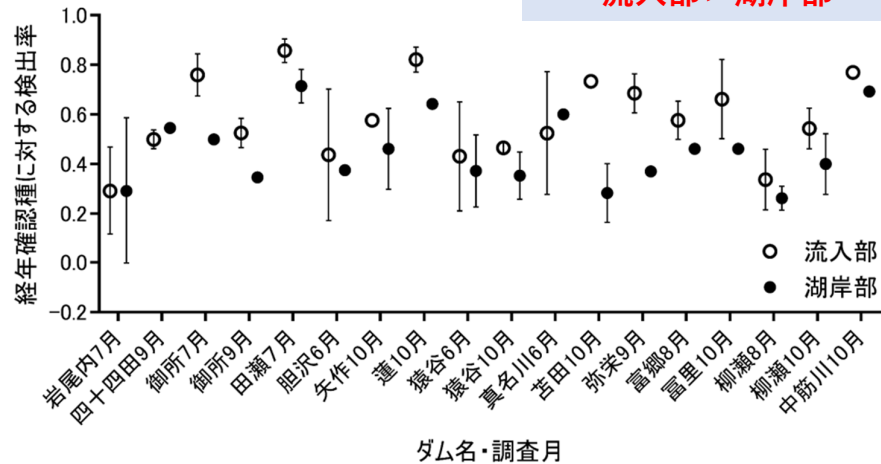
- ・元地形に沿った連続な浅場
- ・流入河川から流下する豊富な餌資源
- ・湖心に比べ水の動きがある

水国捕獲調査では
捕獲個体数、種数ともに
流入部 > 湖岸部

湖岸部



- ・局所的なハビタット
- ・流れが緩やかで組織片等が拡散しにくい



流入部と湖岸部における環境DNAによる経年捕獲確認種検出率

1サンプルの経年確認種に対する
環境DNAによる検出率
○流入部 > ●湖岸部

流入部を採水地点に加えることで効率的に湖内の魚類相を捉えることができる

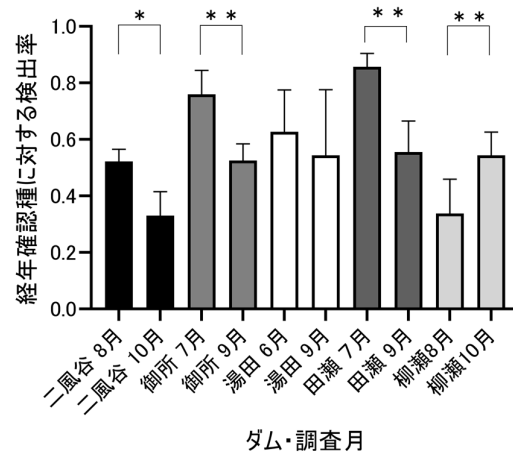
15

ダムにおける環境DNAの挙動

在を捉える採水地点



- ・魚類相の季節変動は小さい
- ・水深方向に温度変化があり魚類の分布に関与
- ・湖内の流れ場は多様



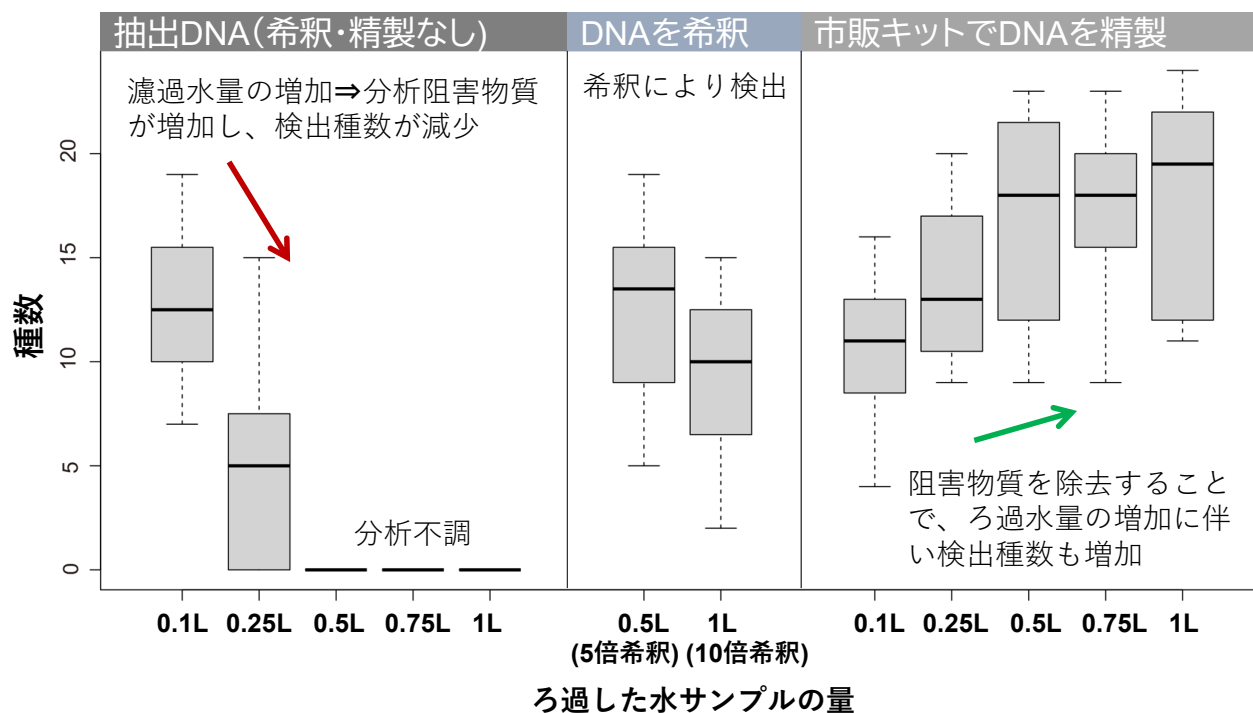
調査月の違いと経年確認種の検出率

ダム湖では地域性や魚類相を鑑みながら採水地点・時期を考える必要がある

偽陰性（在を不検出）

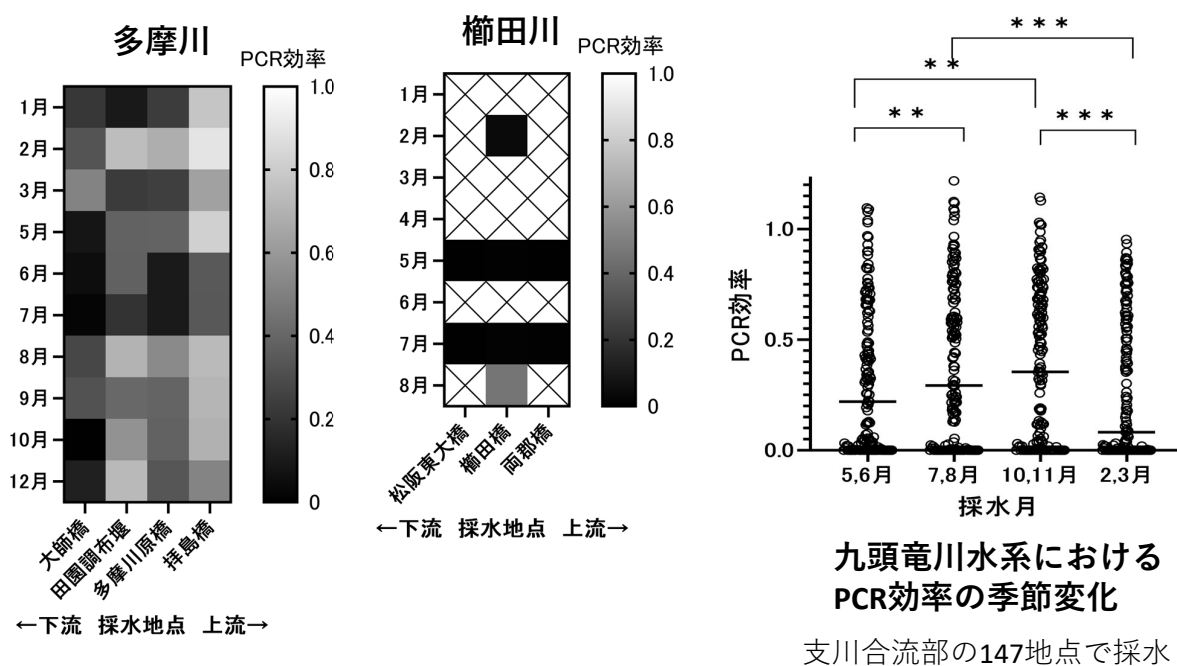
要因2 分析阻害物質の影響を受けている

ろ過水量およびDNAの処理による、検出種数の変化（宍道湖 n=60）



河川における分析阻害物質

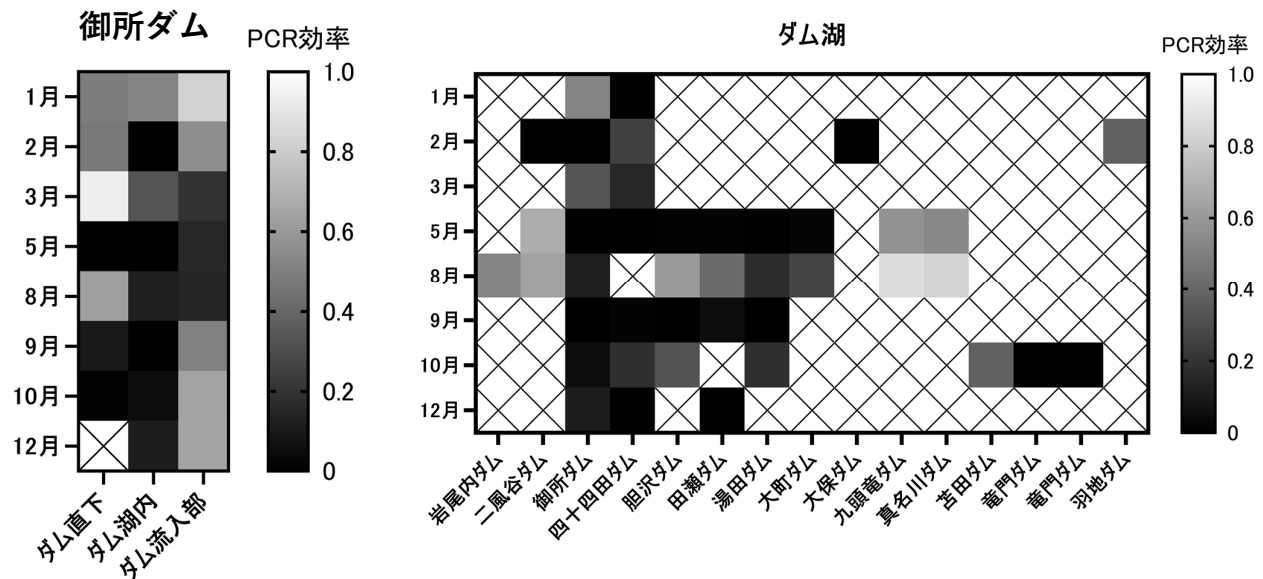
要因2 分析阻害物質の影響を受けている



地域や季節、出水イベントなどさまざまな要因が関与

ダムにおける分析阻害物質

要因 2 分析阻害物質の影響を受けている



ダム湖では、分析阻害物質の影響を長期にわたり受けやすい

環境DNAの特徴を活かした導入 例

河川では

- ・水系を俯瞰する生物情報

粗くても、面的な生物情報

>> 多地点調査

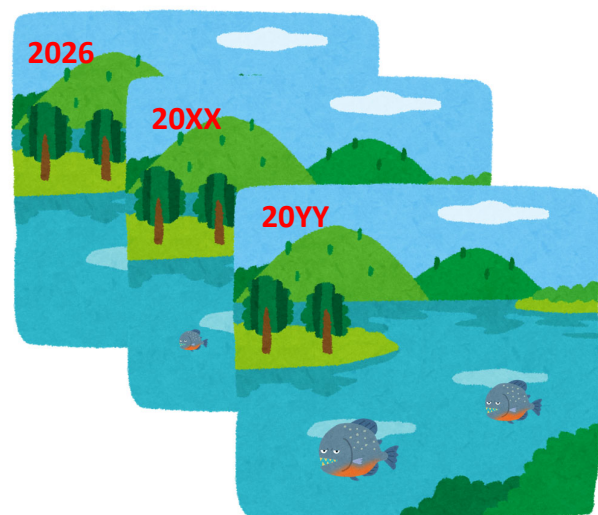


ダムでは

- ・生物相の変化を早期に発見

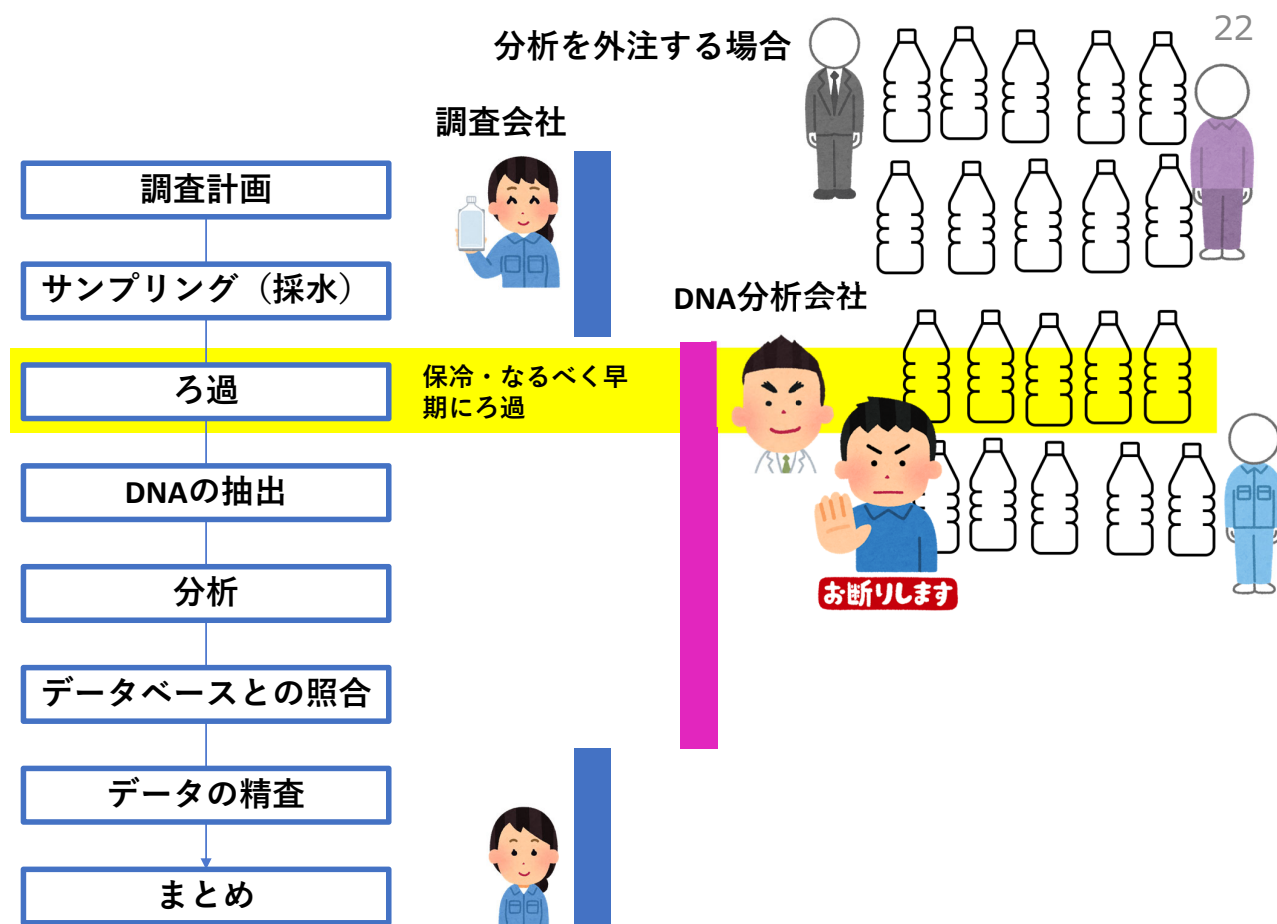
「ダム湖」の魚類相

>> 高頻度な調査



外来種の早期発見早期駆除

“水を汲むだけ”ではなかった環境DNA調査



メリット 1 品質の安定したサンプルを分析に供することができる

サンプリング後、時間を空けずにろ過ができる

- >>ろ紙は冷凍保存が可能。分析会社へのサンプルの集中を防ぐことができる。
- >>水国調査以外の新しい分析系への展開も（環境RNA、定量MiFish...）

メリット 2 経費や負担を抑えることができる。

1サンプルあたり4000円～必要なろ過経費が不要

輸送費を抑えることができる。

- >>水の場合、1 L サンプル12本程度単位で輸送費がかかる（冷蔵）
- ろ過済みサンプルは、コンパクトにまとめて送ることができる（冷凍）

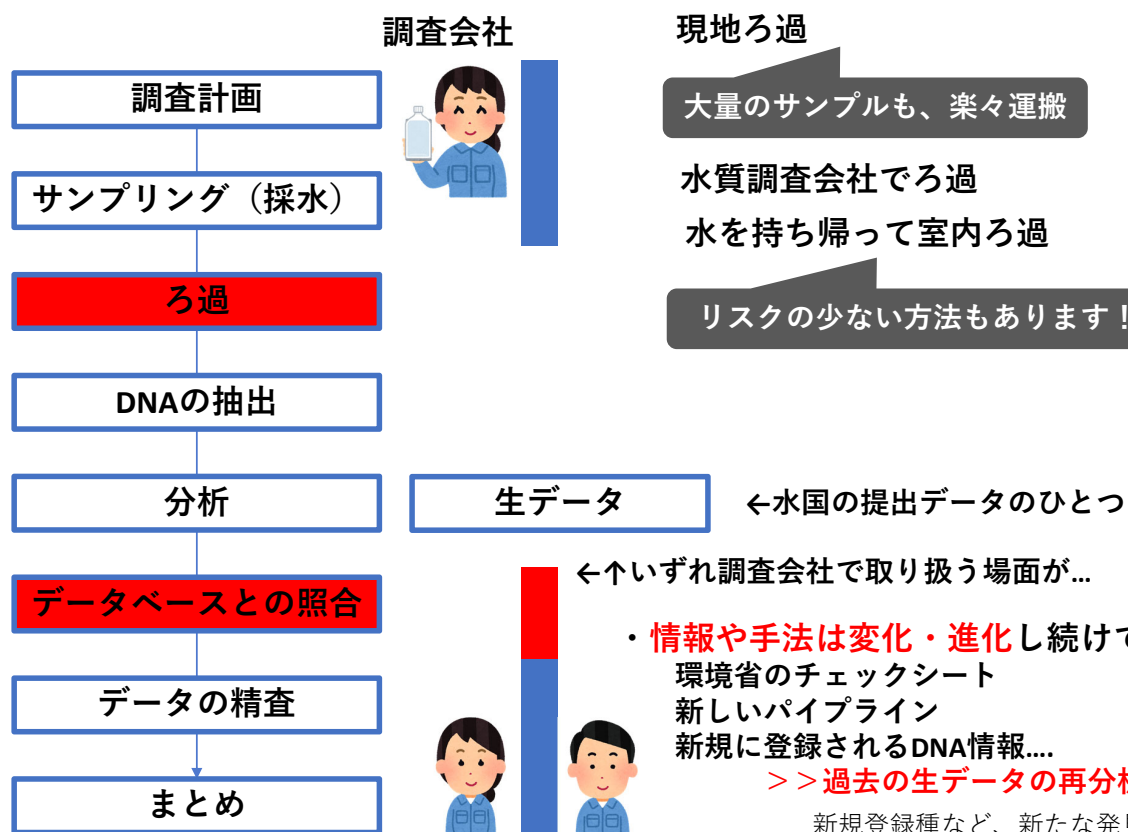
現地ろ過により、現地での水サンプルの運搬の負担を軽減可能

メリット 3 予備サンプルを活用した、フレキシブルな調査

分析に供しないサンプルを一時的に保存し、必要に応じて追加分析が可能となる

- >>地点や時間的に細かい予備サンプルを取得
- 分析結果や現象を踏まえながら、分析サンプルを追加可能

新しい技術をいち早くとりいれるために一連の作業の流れを知って利用をおすすめしたい。環境DNA調査技術は進化し続けます！



まとめ



- ・ 河川水辺の国勢調査への環境DNA実装は R 8 から。
目的に応じた調査地点の選定を！
- ・ より良いデータを得るためには、
現地の状況を踏まえたサンプリング計画が重要
- ・ 阻害物質の除去により、質の高いデータが得られる！
- ・ 研究分野でも、次々と新しい技術が生まれています！
- ・ 分析の過程を知って使えば、もっと広がる！

**環境DNAは、走らせながら進化している技術です。
使いながら共に成長していきましょう！**