

環境DNA調査時における調査地点間隔の設定が確認種数に与える影響

流域水環境研究グループ 流域生態チーム

柞磨佑紀・釣健司・村岡敬子・田中孝幸

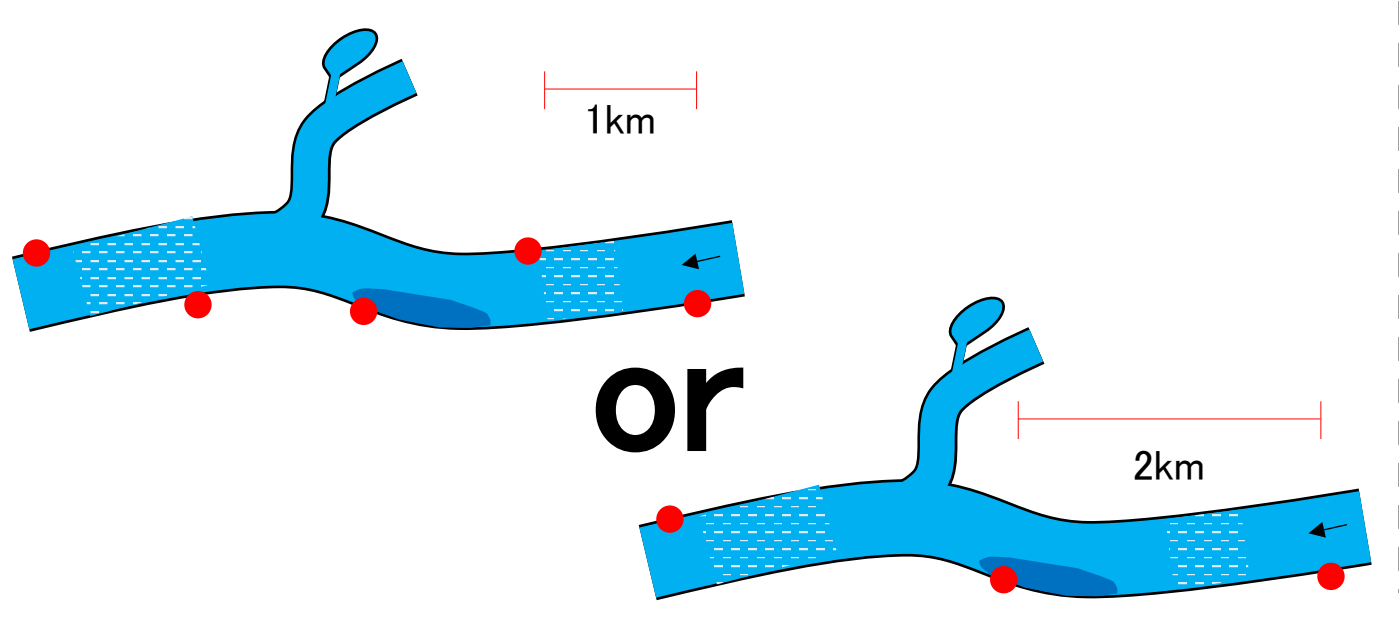
1. はじめに

国土交通省が実施する「河川水辺の国勢調査」では、環境DNA調査（魚類）の導入が検討されている。

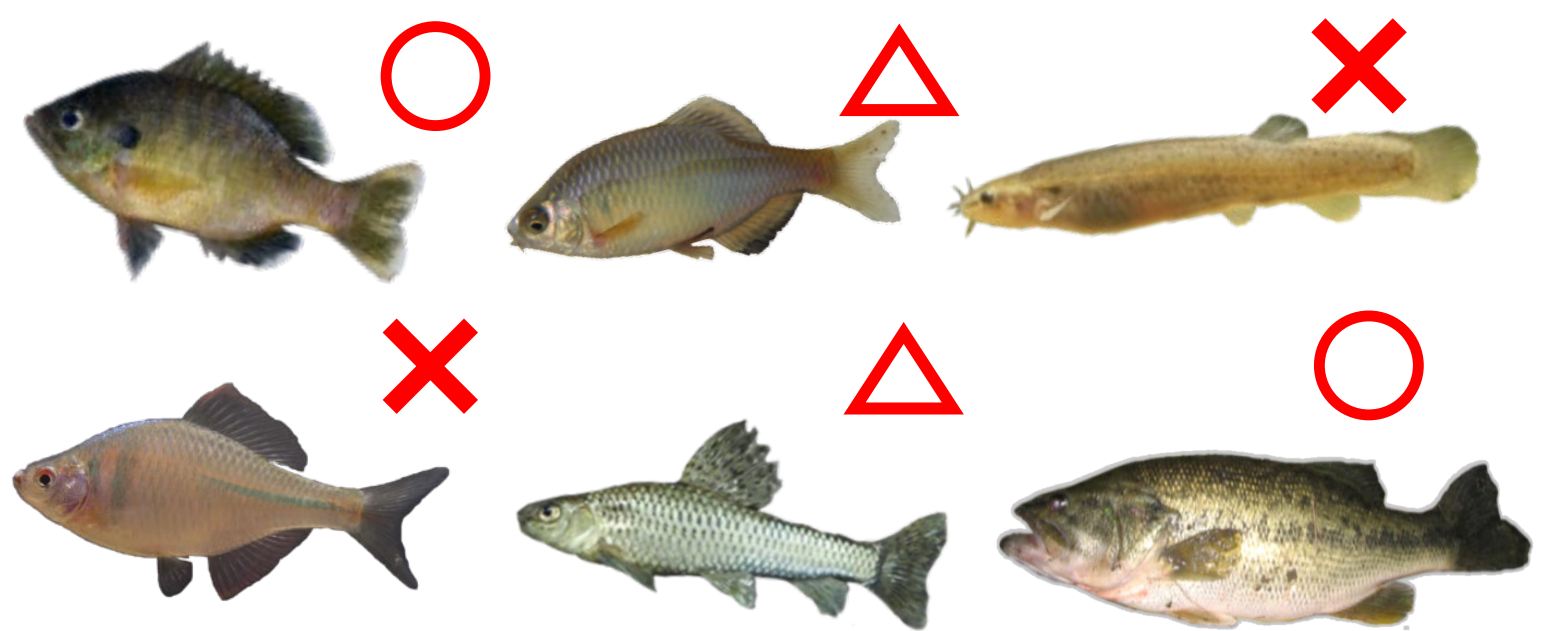
→ 今後は、直轄管理区間全体を俯瞰できるような環境情報の取得が可能となり、環境事業の更なる高度化が期待できる。

一方で、河川全体を俯瞰するような調査を設計するためには・・・

調査地点設定と確認種数の関係



未検出になりやすい魚種とその特徴



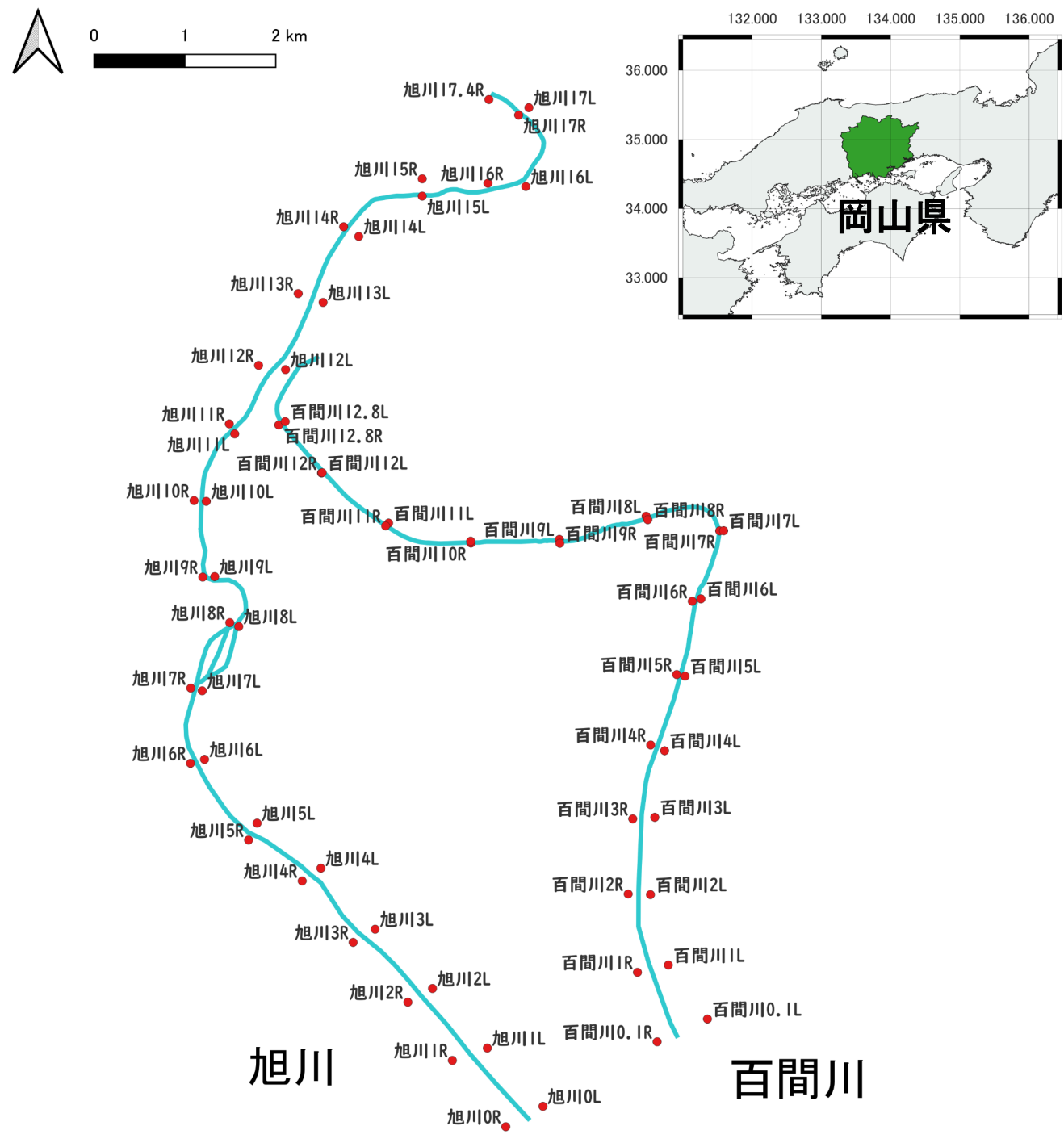
上記2点の整理によって網羅的且つコスパの良い調査設計が検討できる！

目的：地点間隔設定と確認状況の関係を整理、最適な地点間隔を検討

2. 方法

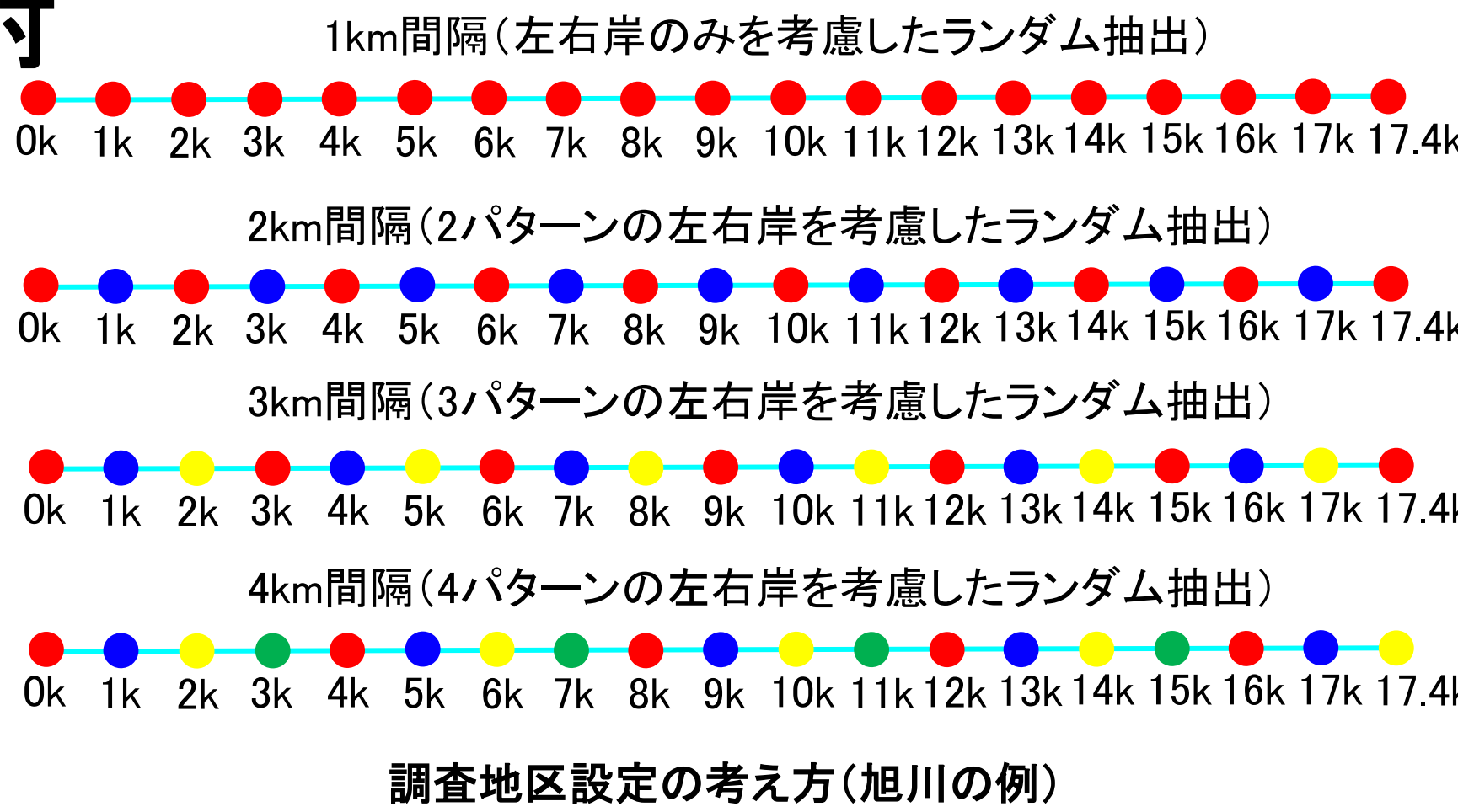
2-1 対象地区と採水調査

- 旭川直轄管理区間（旭川0k～17.4k、百間川0.1k～12.8k）を対象。
- 同一水系で規模の異なる2河川を比較。
- 2024年9月に、河川距離標を参考に1km間隔で表層1Lを両岸から採水。
- 0 k右岸、5k右岸、17.4k右岸の3箇所を除く35サンプルを得た。



2-3 地点間隔設定の検討

- 1km～4km間隔の組み合わせについて、左右岸の組み合わせを考慮したランダム抽出を実施。種数累積曲線を作成し、各間隔の確認種数を比較し、検出効率を評価する。
- 推定生息種数(Jackknife-2)を算出。各地点間隔の確認種数が、推定生息種数の何％を達成したかを比較。



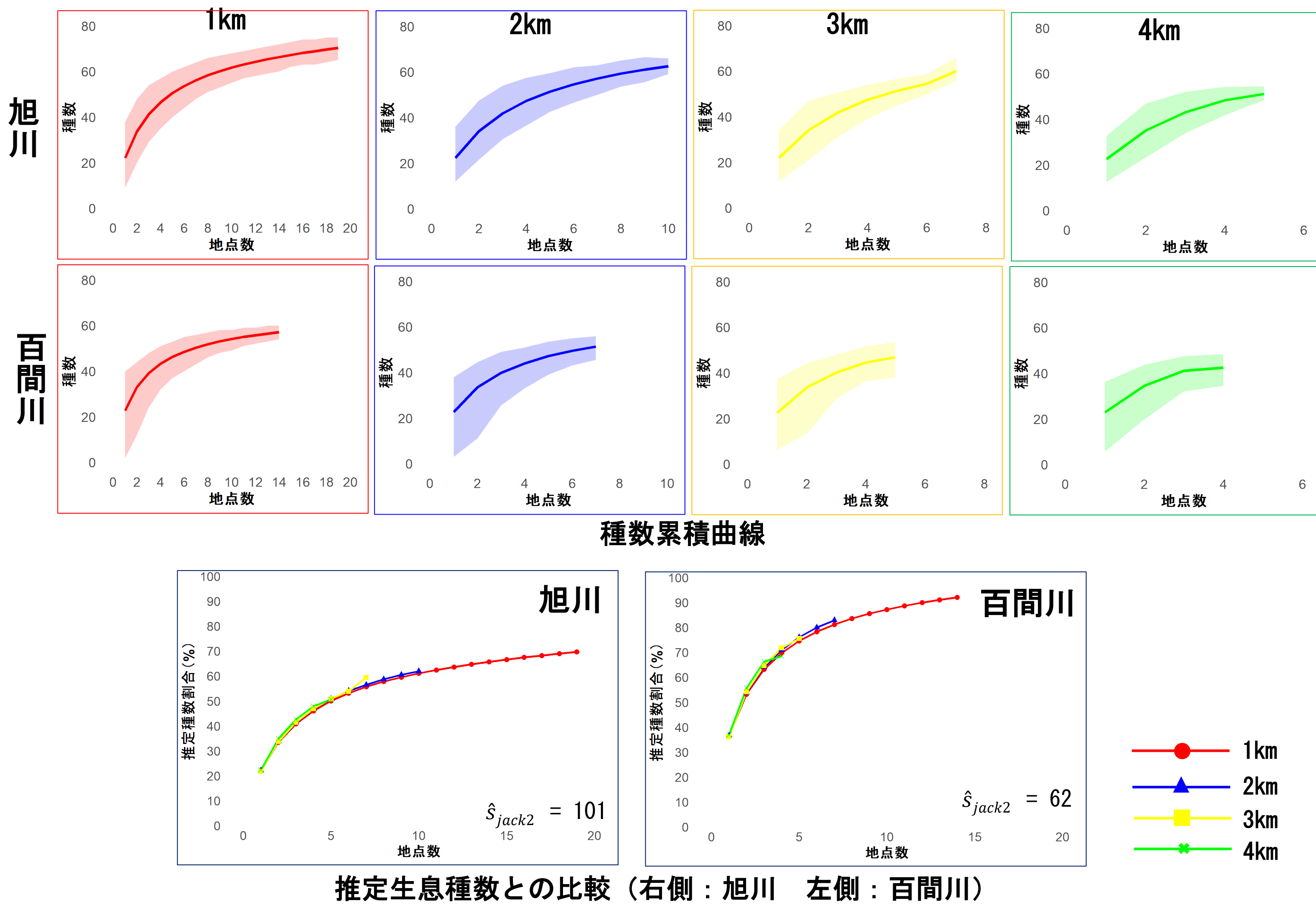
$$\hat{S}_{jack2} = S_{obs} + \frac{2n-3}{n} Q_1 - \frac{(n-2)^2}{n(n-1)} Q_2$$

$\hat{S}_{jack2}$ 推定種数 S_{obs} 最大努力量（1km両岸）の確認種数
Q1 1地点のみで確認された種数
Q2 2地点のみで確認された種数

推定生息種数(Jackknife-2)の算出方法

3. 結果と考察

3-1 地点間隔と確認種数の関係



- 1kmの拡大で最大10種程度減少。旭川は曲線が飽和せず、増加の余地あり。
- 両河川2km間隔までで、推定種数の60～90％を検出している。
- 推定種数の7割程度を検出するには、1km～2km程度で地点を設置

4. まとめ

地点間隔設定と確認種数への影響

- 調査地点間距離が1kmずつ大きくなるにつれ、確認種数は最大10種減少する。止水環境を好む種は、未確認になりやすい傾向がある。
- 旭川本川の種数累積曲線は飽和状態に達しておらず、更なる地点間隔の縮小で確認種数の増加が見込まれる。一方、百間川では曲線の早期から飽和していることから、1～3kmで十分な結果が得られることが示唆された。
- 推定生息種数の7割程度を検出するには、河川距離の1～2kmで地点を設定する必要がある。

河川全体を網羅する（推定種数の8割以上）採水地点間隔として・・・

- 止水環境をカバーしながら調査地点距離を1km未満で設定
- 若しくは河川距離を1～2kmの間で設定し、止水環境であるワンド・たまりや汽水域（干潟）を追加でサンプリング

2-2 サンプルの処理

- メンブレンフィルター（孔径0.45μm）でろ過したのち、環境DNA学会マニュアルに従い、DNA抽出（市販キットによる阻害物質の除去を含む）以降の作業を実施。
- 種名の決定は、人為的由来の可能性が高い海産魚種や、分布域買いに生息する魚類を除いて決定。



2-4 未検出になりやすい魚類の特徴

- 地点間隔全ての組み合わせを用いて、確認種の欠落率を算出。この欠落率において、以下の条件1～4を満たす魚種を「未確認になりやすい魚類」と定義。
- 「未確認になりやすい魚類」については、中島(2010)を参考に①希少性、②遊泳層、③好適流速、④主な生息場所、の4項目にて分類しその特徴を整理。

- 条件1：1km間隔時において、欠落率が**10％**以上の魚類
条件2：2km間隔時において、欠落率が**25％**以上の魚類
条件3：3km間隔時において、欠落率が**50％**以上の魚類
条件4：4km間隔時において、欠落率が**75％**以上の魚類

3-2 未検出魚類の特徴

旭川未確認種一覧

確定種名	欠落率(%)				希少性	遊泳層		好適流速		主な生息場所		
	1km	2km	3km	4km		遊泳性種	底生性種	流水環境	止水環境	恒久的淡水域	氾濫原淡水域	汽水域(干潟含む)
1 タイリクバラタナゴ	50	75	88	88		●			●		●	
2 ワタカ	50	75	75	88		●			●	●	●	
3 モツゴ	50	75	75	88		●			●		●	
4 カワヒガイ	50	75	88	88	●	●		●	●	●		
5 ゼゼラ	25	50	81	75			●	●	●		●	
6 シラウオ	50	75	75	88	●	●		●				●
7 カジカ中卵型	25	50	81	75			●		●			
8 トサカギンボ	50	75	88	88				●				●
9 チウラスボ	50	75	75	88	●		●	●			●	
10 トビハゼ	50	75	88	88	●		●					●
11 ツマガロスジハゼ	50	75	88	88			●				●	●
12 スミウキゴリ	25	50	81	75	●	●	●	●		●		
13 ビリンゴ	50	75	88	88		●		●			●	●
14 アイゴ	50	75	75	88		●		●				●
合計					7/14	6/14	8/14	6/14	11/14	5/14	4/14	6/14

●：百間川では欠落率が低い、旭川本川では欠落率が高かった魚種。

百間川未確認種一覧

確定種名	欠落率(%)				希少性	遊泳層		好適流速		主な生息場所		
	1km	2km	3km	4km		遊泳性種	底生性種	流水環境	止水環境	恒久的淡水域	氾濫原淡水域	汽水域(干潟含む)
1 サッパ/カタボシワシ	50	75	90	83		●		●				●
2 イチモンジタナゴ	50	75	80	83	●	●			●		●	
3 シロヒレタビラ	50	75	80	83	●	●		●	●		●	
4 タカハヤ	25	50	70	75			●			●		
5 ツチフキ	25	50	70	75	●		●		●		●	
6 アユモドキ	50	75	80	92	●		●		●			●
7 デバハゼ	25	50	70	83			●					
合計					4/7	4/7	3/7	3/7	5/7	3/7	4/7	2/7

●：旭川本川では欠落率が低い、百間川では欠落率が高かった魚種。

- 氾濫原を利用する淡水魚や、汽水・海水域に生息する種が多い。
- 共通して、止水環境を好む種が未確認になりやすい傾向がある。
- 汽水域や氾濫原の止水環境が調査効率の最大化に重要
- 両河川での確認種でも、片方で未確認になりやすい場合がある。
- ほとんどが止水性の魚類で、流況の違いを反映している。
- 本川等で止水性の魚類を検出したい場合に注意が必要