

# ネイチャーポジティブな川づくりに向けて

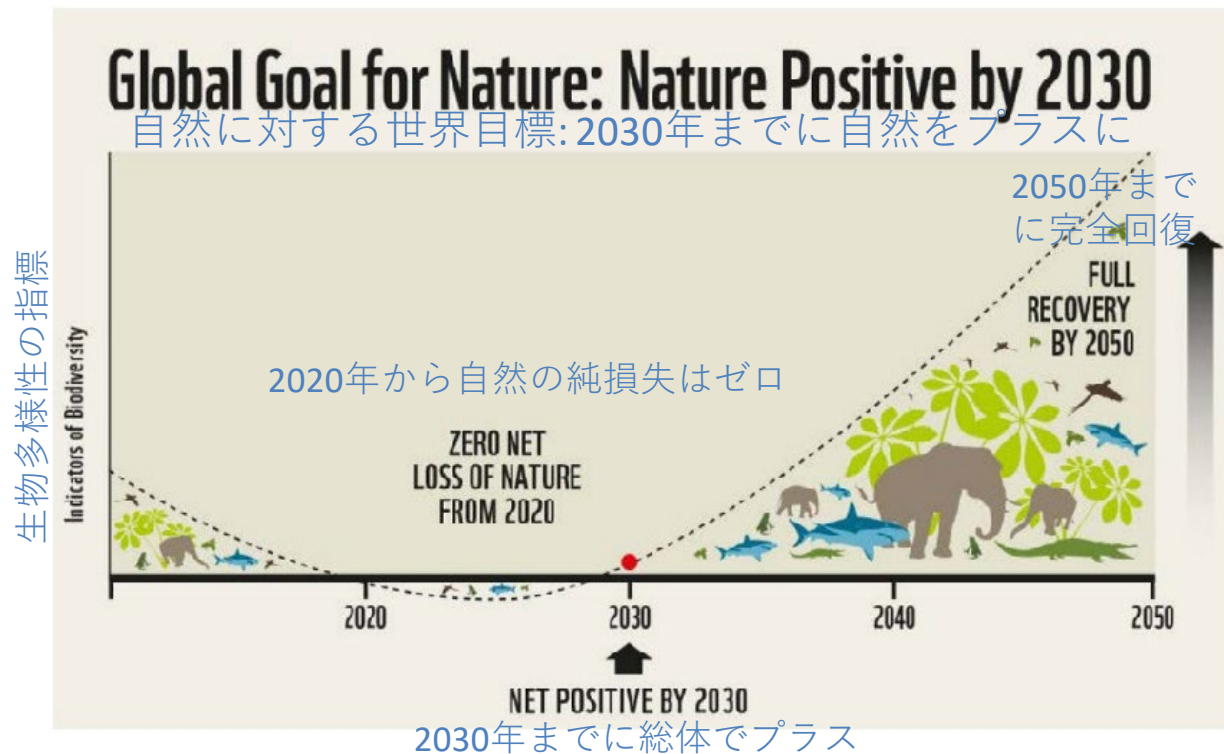
---

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

上席研究員 崎谷和貴

Rockström, J., Locke, H. et al.: Nature-positive World:  
The Global Goal for Nature (2021)



三つの定量目標

- ① 2020年から総体で自然の損失が発生しないこと(※2020年がベースライン)
- ② 2030年までに総体でポジティブになること
- ③ 2050年までに十分に回復させること

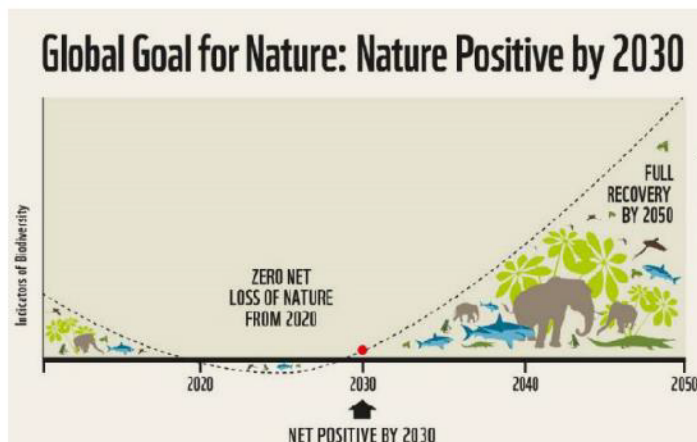
出典 <https://www.naturepositive.org/>

## 概念整理：WEF（世界経済フォーラム）等におけるネイチャーポジティブ



- WEF Report : Makes Case for Nature-positive Economy (2020年6月)
  - ・自然の劣化は、私たちの幸福だけでなく、私たちの経済的、政治的、社会的構造を脅かす。
  - ・通常通りのビジネスを続けることはできない。世界的な「自然ポジティブ」経済を生み出す前進的な解決策と移行を促進するためには、野心的な官民協力が必要である。
- WEF Report:「The Future Of Nature And Business」(2020年7月)
  - ・「Nature Positive Solutions」と「Nature Positive Economy」について記載（後述）。

### ■ Rockström, J., Locke, H. et al. : Nature-positive World: The Global Goal for Nature (2021)



・ネイチャーポジティブについて、三つの定量目標を掲げる。

- ① 2020年から総体で自然の損失が発生しないこと（※2020年がベースライン）  
（Zero Net Loss of Nature from 2020）
- ② 2030年までに総体でポジティブになること  
（Net positive by 2030）
- ③ 2050年までに十分に回復させること  
（Full recovery by 2050, to achieve the CBD's 2050 vision of "Living in Harmony with Nature"）

直近のWEFレポートでは、上記のRockstrom氏の定義を引用（「Seizing Business Opportunities in China's Transition Towards a Nature-Positive Economy」(2022年1月)等）

8

# WEF(世界経済フォーラム)とは



- 設立目的
  - グローバルかつ地域的な経済問題に取り組むために、政治、経済、学術等の各分野における指導者層の交流促進を目的とした独立・非営利団体である。
  - **1971年**、スイスの経済学者クラウス・シュワブによって設立された。財源は世界各国の企業や団体からの寄付金で、主な活動は、年次総会、地域サミット、一般会合など年間を通して実施されるフォーラムの開催である。組織の運営を支えているのは世界約**1,000**の企業や団体で構成される法人会員で、情報や人的ネットワークの提供、フォーラムへの参加などによってWEFの活動を支援している。
- 活動内容
  - 毎年おおむね1月下旬にスイス・ダボスで開催されることが慣例となっている年次総会（通称、ダボス会議）では、幅広い分野のビジネス・リーダー及び政府・国際機関のリーダー、メディア・リーダー、著名な学者等、各国の要人が参加して各種会合等が行われる。日本からも毎年数十名の参加者が見られる。**2015年**の年次総会は、1月21日から24日にかけて開催され、日本からは宮沢洋一経済産業大臣らが出席した。

出典 総務省HP([https://www.soumu.go.jp/g-ict/international\\_organization/wef/index.html](https://www.soumu.go.jp/g-ict/international_organization/wef/index.html))

## 最近のレポート

- 効果的なエネルギー転換の促進2023(2023/06/28)
- グローバルジェンダーギャップ報告書2023(2023/06/20)
- 「雇用の未来」レポート2023(2023/04/30)
- グローバルリスク報告書2023(2023/01/11)
- . . .

<https://www.weforum.org/reports/> より

# 生物多様性とは



- 生態系の多様性  
森林、里地里山、河川、湿原、干潟、サンゴ礁などいろいろなタイプの自然
- 種の多様性  
動植物から細菌などの微生物にいたるまで、いろいろな生きもの
- 遺伝子の多様性  
同じ種でも異なる遺伝子を持つことにより、形や模様、生態などに多様な個性



## ネイチャーポジティブと経済①

(世界経済フォーラム(WEF) "The Future of Nature and Business" 報告書 (2020) )



●世界のGDPの半分以上(44兆ドル)は自然の損失によって潜在的に脅かされている。

●Nature Positive Economyへの移行によって、2030年までに10兆ドル/年・約4億人/年の雇用を生み出す。

- ✓ 自然は適切に管理されていれば、社会の長期的な幸福、レジリエンス(回復力)、繁栄の基盤となる
- ✓ 気候変動への対処は必要だが、生物多様性の喪失に対処するには不十分であり、自然を喪失することで世界のGDPの半分以上にあたる44兆ドル(約4700兆円)の経済価値を損失する。
- ✓ 絶滅・準絶滅危惧種の約 8 割が直面する危機の原因は、「食糧・土地・海洋の利用」、「インフラ・建設」、「エネルギー・採取」の3つの社会経済システム活動であり、食い止めるために抜本的な改革が必要
- ✓ Nature-positive economyへの投資と移行で、3億9500万人の雇用創出と年間10.1兆ドル(約1150兆円)規模のビジネスチャンスが見込める



出所) World Economic Forum (2020). The Future of Nature and Business, p.9 :

### ■ WEF Report:「Seizing Business Opportunities in China's Transition Towards a Nature-Positive Economy」(2022年1月)

・中国のGDPの65%が自然の損失から崩壊の危機にある一方で、ネイチャーポジティブへの移行により、2030年までに1.9兆ドル/年のビジネス機会があるとしている。

10

## 生物多様性国家戦略2023-2030の概要



### 1. 位置づけ

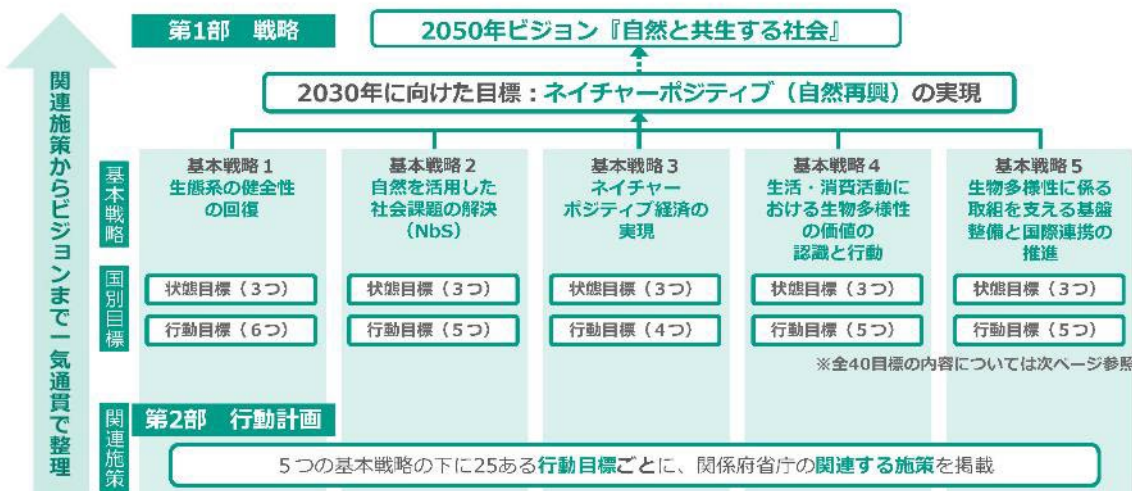
- ・ 新たな世界目標「**昆明・モントリオール生物多様性枠組**」に対応した戦略
- ・ 2030年の**ネイチャーポジティブ（自然再興）**の実現を目指し、**地球の持続可能性の土台であり人間の安全保障の根幹である生物多様性・自然資本を守り活用するための戦略**

### 2. ポイント

- ・ 生物多様性損失と気候危機の「**2つの危機**」への**統合的対応**、ネイチャーポジティブ実現に向けた**社会の根本的変革**を強調
- ・ **30by30目標**の達成等の取組により**健全な生態系**を確保し、自然の恵みを維持回復
- ・ **自然資本を守り活かす社会経済活動**（自然や生態系への配慮や評価が組み込まれ、ネイチャーポジティブの駆動力となる取組）の推進

### 3. 構成・指標

- ・ 第1部（戦略）では、**2030年のネイチャーポジティブの実現**に向け、**5つの基本戦略**と、基本戦略ごとに**状態目標（あるべき姿）**（全15個）と**行動目標（なすべき行動）**（全25個）を設定
- ・ 第2部（行動計画）では、第1部で設定した25個の行動目標ごとに関係府省庁の**関連する具体的施策**（367施策）を整理
- ・ 各状態目標・行動目標の進捗を評価するための**指標群**を設定（昆明・モントリオール生物多様性枠組のヘッドライン指標にも対応する指標を含む）



出典 環境省 <https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/initiatives/index.html>

2030年までに、『ネイチャーポジティブ：自然再興（自然を回復軌道に乗せるため、生物多様性の損失を止め、反転させる）』を実現する。

5つの基本戦略

15個の状態目標  
25個の行動計画

行動計画





| 基本戦略 1 生態系の健全性の回復                           |  |
|---|--|
| 行動目標1-1                                     | 全体として生態系の破壊が増加し、弱体化することで健全性が回復している   |
| 行動目標1-2                                     | 種レベルでの絶滅リスクが低減している   |
| 行動目標1-3                                     | 遺伝的多様性が維持されている   |
| 行動目標1-4                                     | 陸域及び海域の30%以上を保護地域及びOECMにより保全するとともに、それら地域の管理の有効性を強化する   |
| 行動目標1-5                                     | 土地利用及び海域利用による生物多様性への負荷を軽減することで生態系の劣化を防ぐとともに、既に劣化した生態系の30%以上の再生を進め、生態系ネットワーク形成に資する施策を実施する                   |
| 行動目標1-6                                     | 汚染の削減（生物多様性への影響を減らすことを目的として排出の管理を行い、環境容量を考慮した適正水準とする）や、侵略的外来種による負の影響の防止・削減（侵略的外来種の定着率を50%削減）に資する施策を実施する    |
| 行動目標1-7                                     | 気候変動による生物多様性に対する負の影響を最小化する   |
| 行動目標1-8                                     | 青少年対象の教育に基づき保護を促進するとともに、野生生物の生息・生育状況を改善するための取組を進める   |
| 行動目標1-9                                     | 遺伝的多様性の保全を考慮した施策を実施する  |
| 基本戦略 2 自然を活用した社会課題の解決                       |  |
| 行動目標2-1                                     | 国域や地域がそれぞれの地域自然資源や文化を活用して活力を醸成できるような生態系サービスが現状以上に向上している  |
| 行動目標2-2                                     | 気候変動対策による生態系影響が封じられるとともに、気候変動対策と生物多様性・生態系サービスのシナジー構築・トレードオフ緩和が行われている                                       |
| 行動目標2-3                                     | 野生鳥獣との適切な共存が保たれ、両者が共存している  |
| 行動目標2-4                                     | 生態系が有する機能の持続性、一帯の活用を促進する   |
| 行動目標2-5                                     | 森・里・川・海のつながりや地域の伝統文化の精神に配慮しつつ自然を活かした地域づくりを推進する   |
| 行動目標2-6                                     | 気候変動緩和と、適応にも貢献する自然再生を推進するとともに、炭素隔離策、温室効果ガス排出削減の観点から現状以上の生態系の保全と活用を進める                                      |
| 行動目標2-7                                     | 再生可能エネルギー導入における生物多様性への配慮を推進する  |
| 行動目標2-8                                     | 野生鳥獣との共存に向けた取組を強化する  |
| 基本戦略 3 エイチズン・ESG・SDGsの推進                    |  |
| 行動目標3-1                                     | 生物多様性の保全に資するESG評価を促進し、生物多様性の保全に資する施策に対して適切に貢献が期待されている  |
| 行動目標3-2                                     | 事業活動による生物多様性への負の影響の低減、正の影響の拡大、企業や金融機関の生物多様性関連リスクの低減、及び持続可能な生産形態を確保するための行動の推進が着実に進んでいる                      |
| 行動目標3-3                                     | 持続可能な観光産業が拡大している   |
| 行動目標3-4                                     | 企業による生物多様性への依存性、影響の定量的評価、現状分析、科学に基づく目標設定、情報開示を促すとともに、金融機関・投資家による投融資を推進する基盤を整備し、民間の観点から生物多様性を保全・回復する活動を推進する |
| 行動目標3-5                                     | 生物多様性保全に貢献する技術、サービスに対する支援を進める  |
| 行動目標3-6                                     | 遺伝資源の利用に伴うABSを実施する   |
| 行動目標3-7                                     | みどりの食料システム戦略に向けた生産履歴管理（リスク削減）の徹底や化学肥料使用量の削減、有機農業の推進などを含め、持続可能な環境保全型の農林水産業を拡大させる                            |
| 基本戦略 4 生態系が有する自然資本の活用と持続可能な発展の推進（一人一人の行動変革） |  |
| 行動目標4-1                                     | 教育や啓発活動を通じて、生物多様性や人と自然のつながりを重要視する価値観が形成されている   |
| 行動目標4-2                                     | 消費行動において、生物多様性への配慮が行われている  |
| 行動目標4-3                                     | 自然環境を保全・再生する活動に対する国民の積極的な参加が行われている   |
| 行動目標4-4                                     | 学校における生物多様性に関する環境教育を推進する   |
| 行動目標4-5                                     | 日常的に自然と向きあふ機会を提供することで、自然の恵みや自然と人の関わりなど様々な知識の習得や関心の醸成、人としての豊かな成長を育むとともに、人と動物の適切な関係についての考え方を普及させる            |
| 行動目標4-6                                     | 国民に積極的かつ自主的な行動変革を促す  |
| 行動目標4-7                                     | 食料の半減及びその他の物質の廃棄を減少させることを含め、生物多様性に配慮した消費行動を促すため、生物多様性に配慮した選択肢を開発するとともに、選択の機会を増やし、インセンティブを提示する              |
| 行動目標4-8                                     | 伝統文化や地域知識、伝統的知恵を活用しつつ地域での自然環境を保全・再生する活動を推進する   |
| 基本戦略 5 生物多様性に係る取組を促す基盤整備と関係連携の推進            |  |
| 行動目標5-1                                     | 生物多様性の情報基盤が整備され、調査・研究成果や提供データ・ツールが様々なセクターで活用されるとともに、生物多様性を考慮した立派な計画の下で、多様な民間企業・団体と連携が促進されている               |
| 行動目標5-2                                     | 世界的な生物多様性保全に係る資金・人材の育成に向け、生物多様性保全のための資金が確保されている  |
| 行動目標5-3                                     | 我が国による途上国支援による生物多様性保全の取組が進展し、その結果が各国の発展に反映され、生物多様性の保全が図られている   |
| 行動目標5-4                                     | 生物多様性に関する学術的調査や市民参加の取組を進め、学術的調査や市民参加の取組を進めるとともに、適応的知恵に基づく長期的な基礎調査・モニタリング等を実施する                             |
| 行動目標5-5                                     | 効果的かつ効率的な生物多様性保全の推進、適正な政策立案や意思決定、活動への市民参加の促進を図るため、データの整備や活用に係る人材の育成やツールの提供を行う                              |
| 行動目標5-6                                     | 生物多様性に関する学術的調査や市民参加の取組を進めるとともに、適応的知恵に基づく長期的な基礎調査・モニタリング等を実施する  |
| 行動目標5-7                                     | 我が国による途上国支援による生物多様性保全の取組が進展し、その結果が各国の発展に反映され、生物多様性の保全が図られている   |
| 行動目標5-8                                     | 生物多様性に有識なインセンティブの提供・見直しを検討を含め、関係者の強化に向けた取組を行う  |
| 行動目標5-9                                     | 我が国の知見を活かした国際協力を進める  |

**1-2 土地利用及び海域利用による生物多様性への負荷を軽減することで生態系の劣化を防ぐとともに、既に劣化した生態系の30%以上の再生を進め、生態系ネットワーク形成に資する施策を実施する**

- 河川を基軸とした広域的な生態系ネットワークの形成 [重点] 【国土交通省、農林水産省、環境省】
- 多自然川づくり [重点] 【国土交通省】

**1-3 汚染の削減（生物多様性への影響を減らすことを目的として排出の管理を行い、環境容量を考慮した適正な水準とする）や、侵略的外来種による負の影響の防止・削減（侵略的外来種の定着率を50%削減等）に資する施策を実施する**

- 河川における外来種被害防止の取組実施【国土交通省】

**5-1 生物多様性と社会経済の統合や自然資本の国民勘定への統合を含めた関連分野における学術研究を推進するとともに、強固な体制に基づく長期的な基礎調査・モニタリング等を実施する**

- 河川水辺の国勢調査【国土交通省】

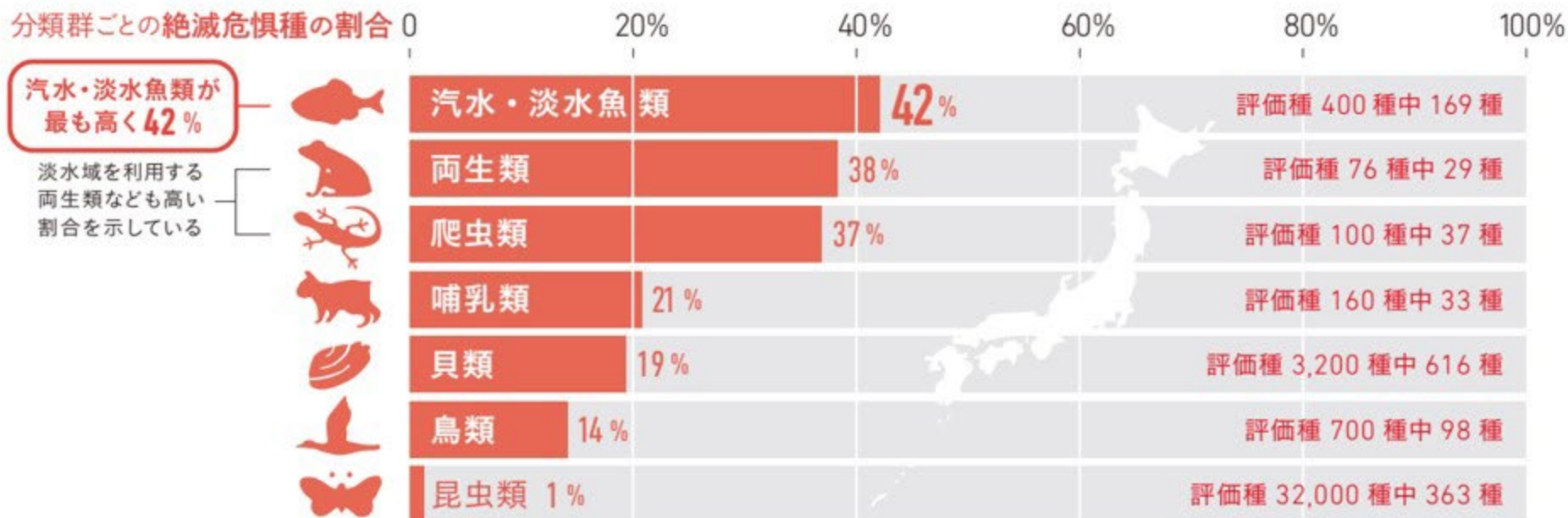
**5-2 効果的かつ効率的な生物多様性保全の推進、適正な政策立案や意思決定、活動への市民参加の促進を図るため、データの発信や活用に係る人材の育成やツールの提供を行う**

- 河川環境に関する技術開発【国土交通省】
- 全国水生生物調査【環境省、国土交通省】

出典 環境省 <https://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/initiatives/index.html>



# 汽水・淡水魚類の状況



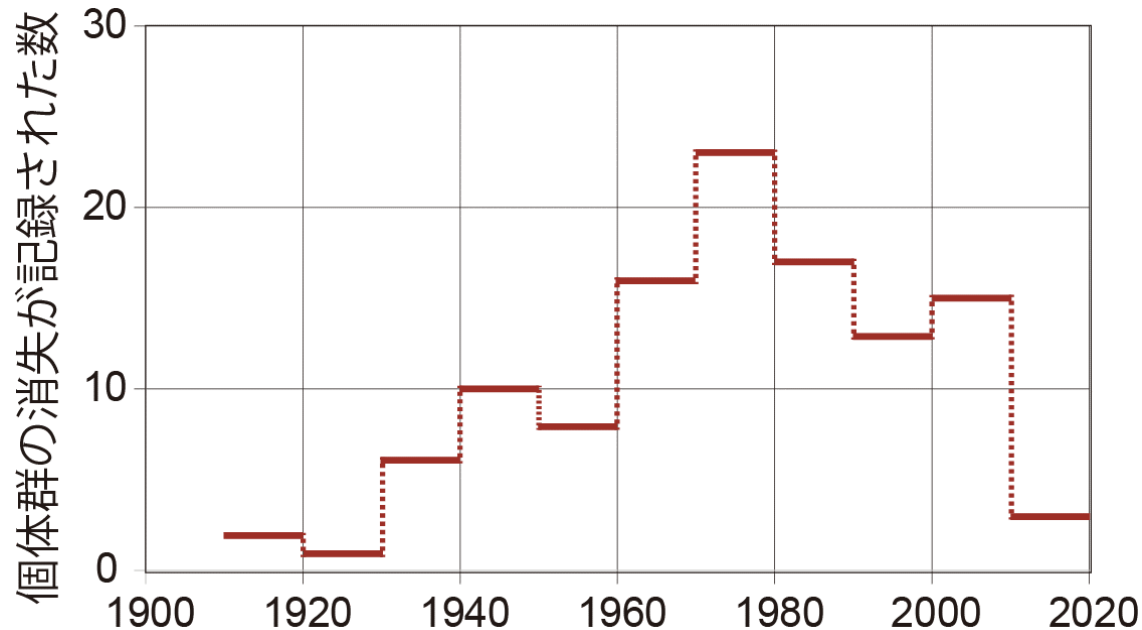
「環境省レッドリスト2019」において、評価されている種数と、その中に占める絶滅危惧種数の割合。汽水・淡水魚類が最も高い。ここでいう「絶滅危惧種」とは、環境省レッドリストのカテゴリー(ランク)の絶滅危惧 IA 類、IB 類、II 類のことを示す。

鬼倉ほか (2020) 水田・水路でつなぐ生物多様性ポイントブック.

# 過去100年間の淡水魚類の絶滅



- 環境省および47都道府県発行の最新のレッドデータブックから、淡水魚類に関する絶滅等(絶滅または絶滅を強く示唆)の記述を収集
- 都道府県、水系、湖沼、市町村、地区単位での絶滅等の記述を年代ごとに整理



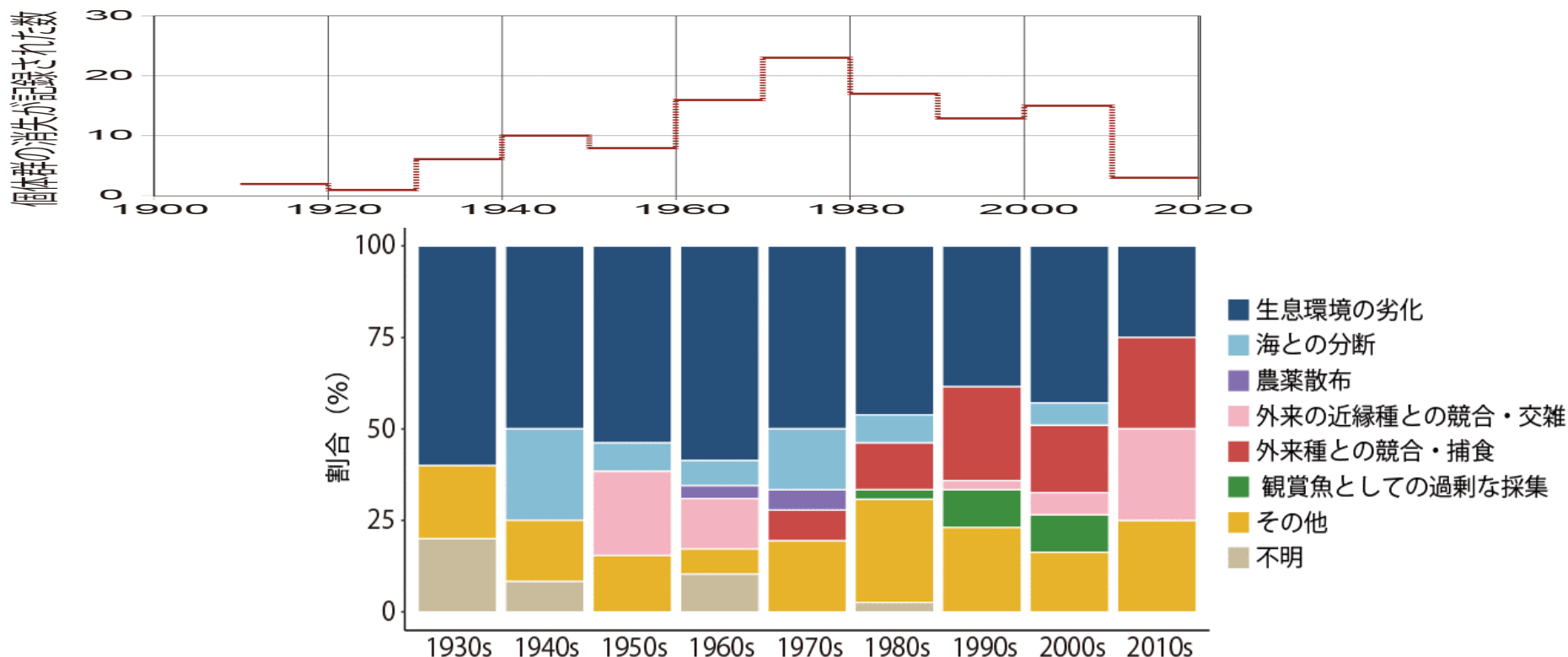
※2010年代については、絶滅を判断するに足る十分な期間が経っていない等により、実際よりも少ない可能性があることに留意

- 絶滅等の記述数は1970年代をピークに減少しているものの、近年でも絶滅等が見られる

# 過去100年間の淡水魚の絶滅要因



- 環境省および47都道府県発行の最新のレッドデータブックから、淡水魚類の絶滅要因に関する記述を特定できる範囲でとりまとめ



- 絶滅要因は、期間を通して生息環境の劣化が大部分を占めた
- 1940～1980年代には海との分断、1960～1970年代には農薬散布、1980～2000年代には観賞魚としての過剰採集が挙げられた
- 近年は外来種および外来の近縁種との競合・交雑が主な要因の一つとなっている

# 過去40年間の変化



## 自然環境保全基礎調査（緑の国勢調査）

- 環境庁(当時)
- 1978年(第2回調査)
- 一級水系(全国109水系)の全体
- 捕獲&聞き取り

## 河川水辺の国勢調査

- 国土交通省
- 1990年～(5年で一巡)
- 一級水系(全国109水系)の直轄区間
- 捕獲

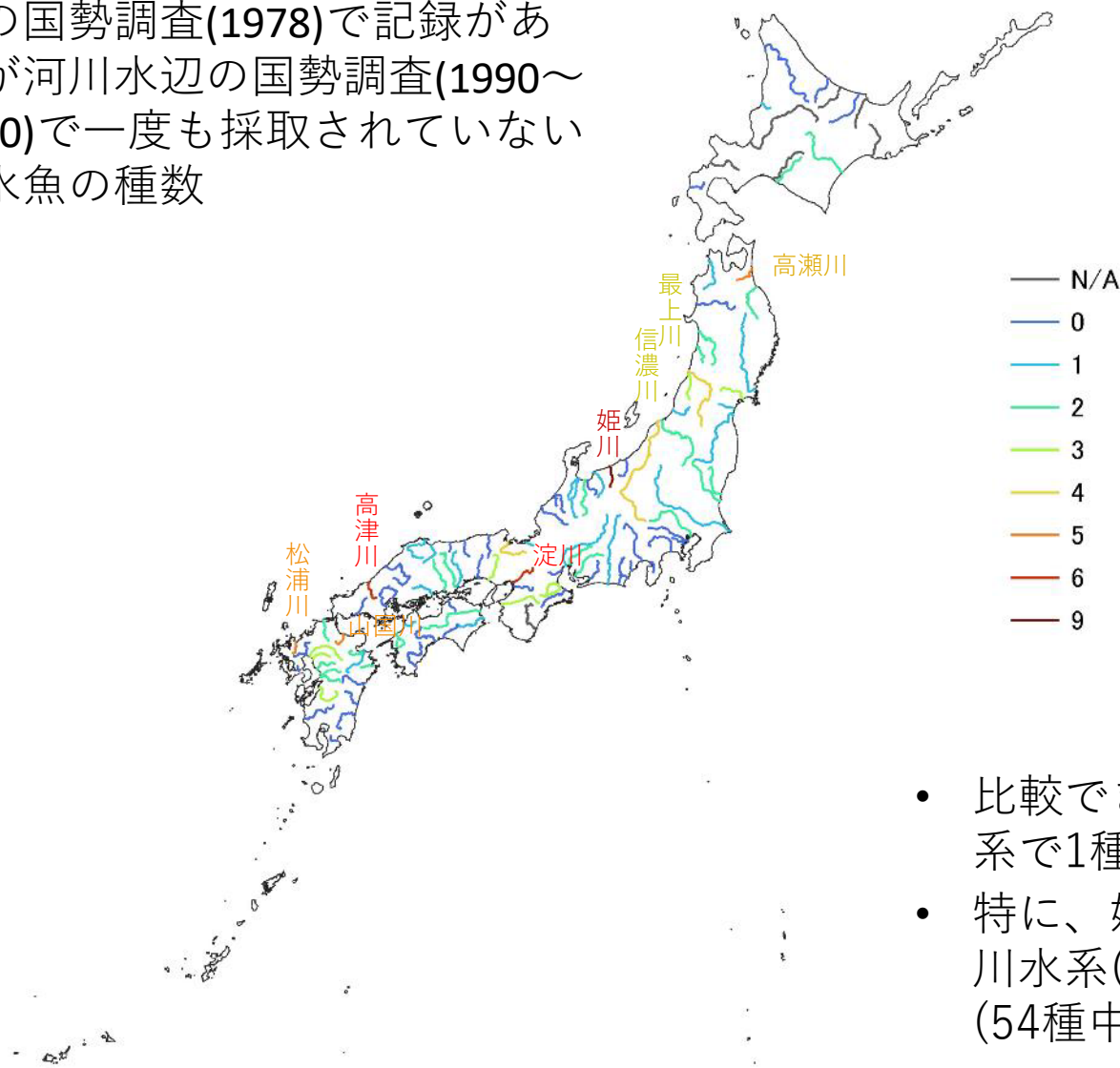
- 対象水系 102水系(7水系は緑の国勢調査データなし)
- 対象区間 直轄区間
  - 緑の国勢調査 4.69 地点/水系
  - 河川水辺の国勢調査 8.14 地点/水系 × 5回
- 対象魚種 淡水魚
- 二つの調査による水系ごとの淡水魚類相（リスト）を作成
- 緑の国勢調査で記録されているが、河川水辺の国勢調査で「一度も」記録されていない淡水魚を抽出



# 過去40年間の変化(結果)



緑の国勢調査(1978)で記録があるが河川水辺の国勢調査(1990～2020)で一度も採取されていない淡水魚の種数

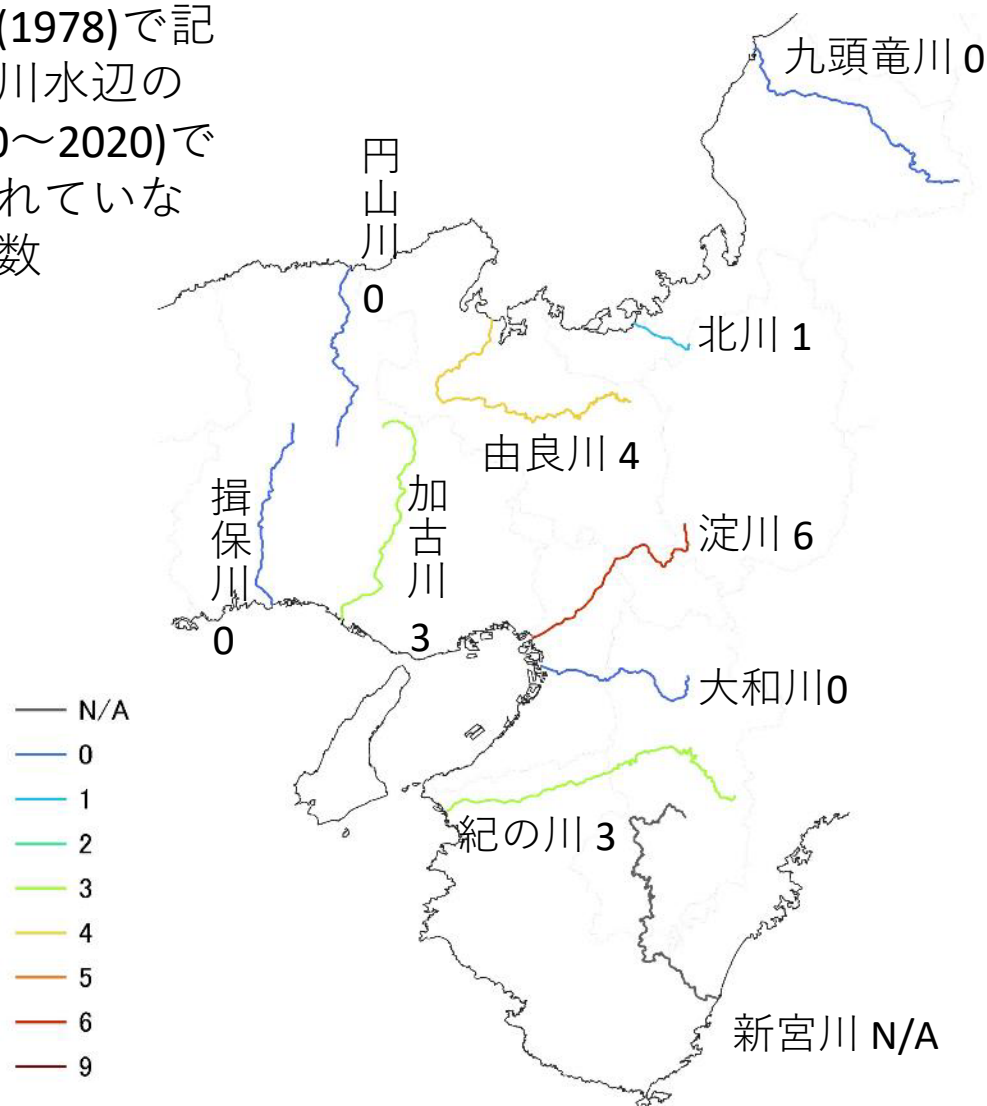


- 比較できた102水系のうち60水系で1種以上が見つからなかった
- 特に、姫川水系(41種中9種)、淀川水系(79種中6種)、高津川水系(54種中6種)が多かった

# 過去40年間の変化(結果:近畿)



緑の国勢調査(1978)で記録があるが河川水辺の国勢調査(1990~2020)で一度も採取されていない淡水魚の種数



- 比較できた一級水系9水系のうち5水系で1種以上が見つからなかった
- 特に、淀川水系(79種中6種)、由良川水系(66種中4種)が多かった

# 過去20年間の変化(方法)



- 河川水辺の国勢調査(二巡目以降)を用い、種ごとの生息水系数を巡目間で整理

※調査マニュアルが定まっていなかった一巡目は対象外とした

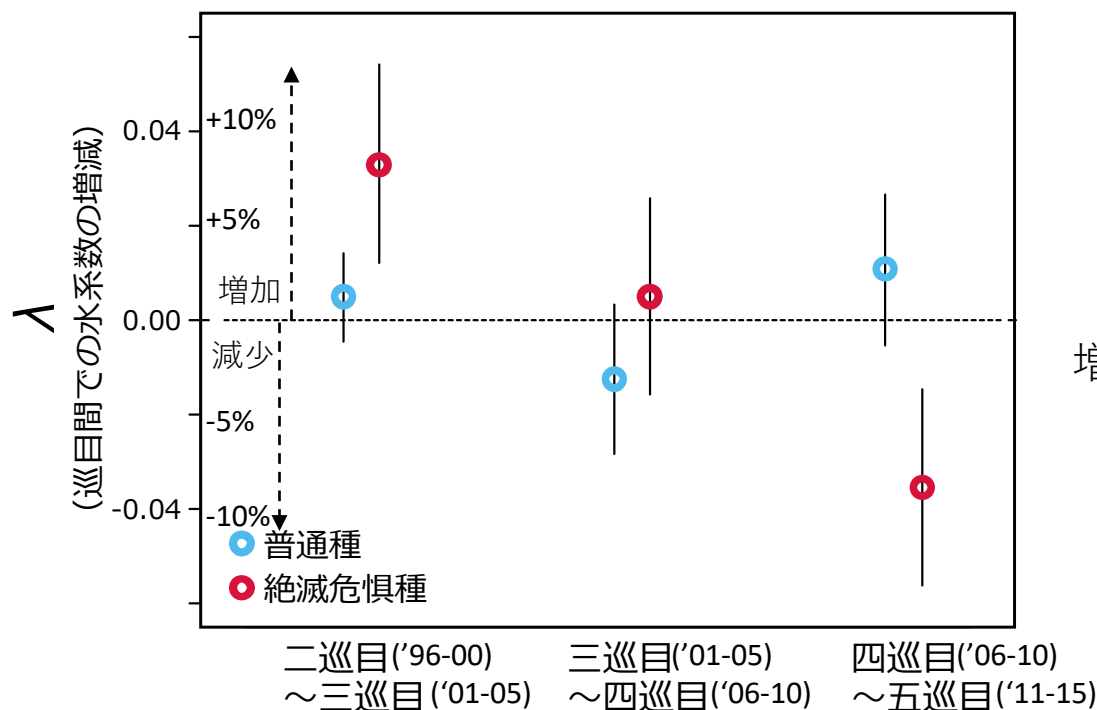
$$\text{増減 } \lambda = \log_{10} \frac{t+1\text{巡目の生息水系数}}{t\text{巡目の生息水系数}}$$

整理のイメージ

| 種名  | 二巡目  | 三巡目  | 三巡目/二巡目 | 増減 $\lambda$ |
|-----|------|------|---------|--------------|
| A種  | 30水系 | 40水系 | 1.33    | 0.125        |
| ... |      |      |         |              |
| Z種  | 20水系 | 10水系 | 0.50    | -0.301       |

| 種名  | 三巡目  | 四巡目  | 四巡目/三巡目 | 増減 $\lambda$ |
|-----|------|------|---------|--------------|
| A種  | 40水系 | 35水系 | 0.88    | -0.058       |
| ... |      |      |         |              |
| Z種  | 10水系 | 5水系  | 0.50    | -0.301       |

# 過去20年間の変化(結果)



増減  $\lambda = \log_{10} \frac{t+1\text{巡目の生息水系数}}{t\text{巡目の生息水系数}}$

- 普通種(131種)には明確な傾向が見られなかった
- 絶滅危惧種(72種)は二巡目から三巡目に増加傾向を示したが、四巡目から五巡目に減少傾向に転じた



# 過去20年間の変化(イチモンジタナゴ)



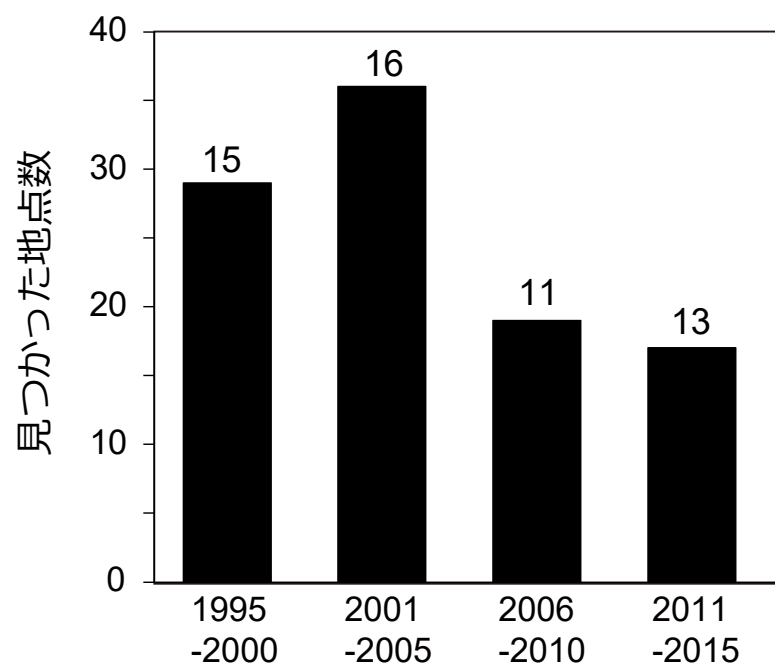
## イチモンジタナゴ

絶滅危惧ⅠA類(CR)※環境書レッドリスト2020

※Critically Endangered

写真は、丸山川水系河川整備計画(国管理区間)(近畿地方整備局,H25.03)より

全国で見つかった地点数



図中の数字は見つかった水系数を示す

※当日の講演資料では論文未発表のグラフを用いていたため、ホームページ掲載用資料からは削除しました。

分布範囲は狭まっており、個体数も減少している

# 過去20年間の変化(イトヨ属)



## イトヨ属

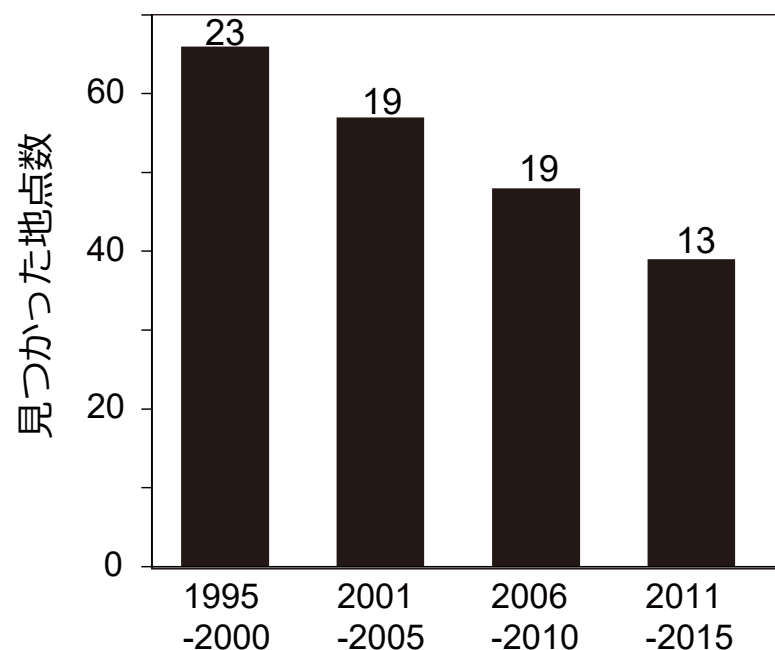
絶滅のおそれのある地域個体群(LP) ※Threatened Local Population

※福島県以南の太平洋系陸封型イトヨ、本州のニホンイトヨ

※環境書レッドリスト2020

写真はニホンイトヨで、常呂川水系河川整備計画【大臣管理区間】(北海道開発局,R03.12)より

全国で見つかった地点数



図中の数字は見つかった水系数を示す

※当日の講演資料では論文未発表のグラフを用いていたため、ホームページ掲載用資料からは削除しました。

分布範囲は狭まっており、個体数も減少している

# 過去20年間の変化(アカザ)



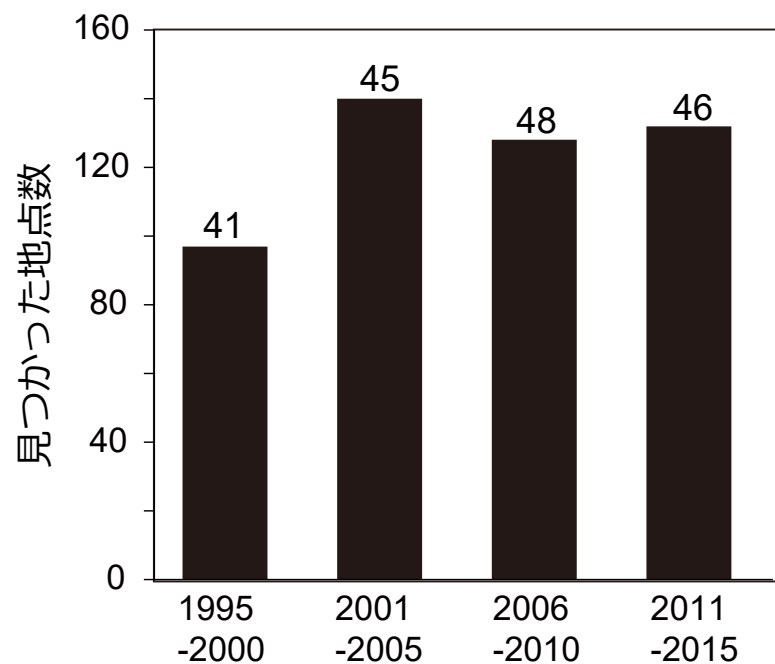
## アカザ

絶滅危惧II類(VU) ※環境書レッドリスト2020

※Vulnerable

アカザ Torrent Catfish, Liobagrus reini by ffish.asia / floraZia.com is licensed under Creative Commons Attribution

全国で見つかった地点数



図中の数字は見つかった水系数を示す

※当日の講演資料では論文未発表のグラフを用いていたため、ホームページ掲載用資料からは削除しました。

分布範囲は拡大した後横ばいとなっており、個体数も横ばいとなっている 19

# 過去20年間の変化(オヤニラミ)



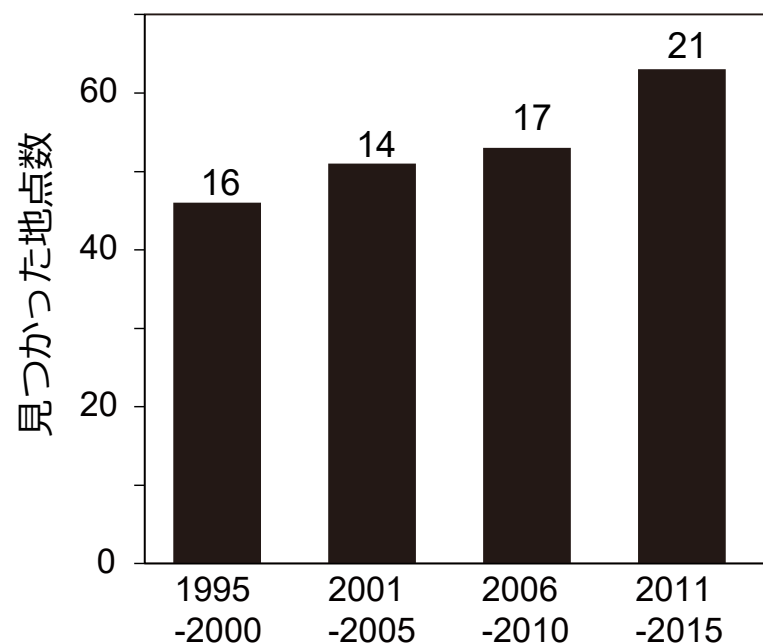
## オヤニラミ

絶滅危惧 I B類(EN) ※環境書レッドリスト2020

※Endangered

オヤニラミ Coreoperca kawamebari by ffish.asia / floraZia.com is licensed under Creative Commons Attribution

全国で見つかった地点数



図中の数字は見つかった水系数を示す

※当日の講演資料では論文未発表のグラフを用いていたため、ホームページ掲載用資料からは削除しました。

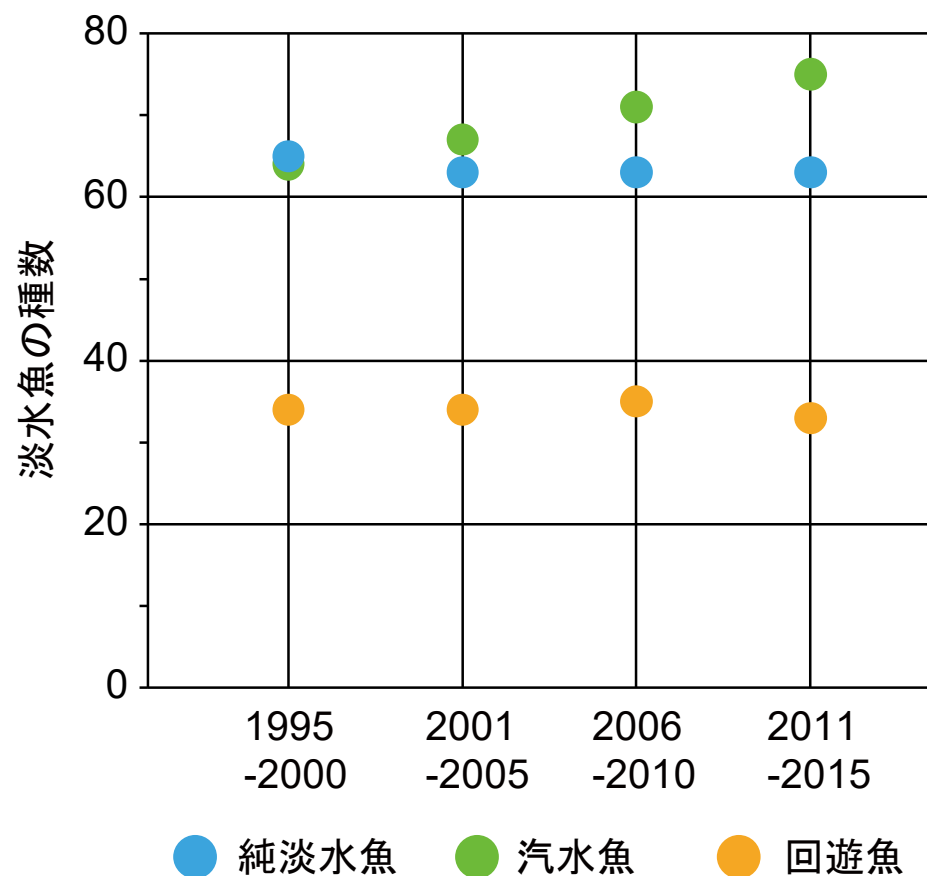
分布範囲は広がっており、個体数も増加している



# 過去20年間の変化(生活型ごとの種数)



- 全国109水系で見つかった種数を巡目ごとに生活型別に整理

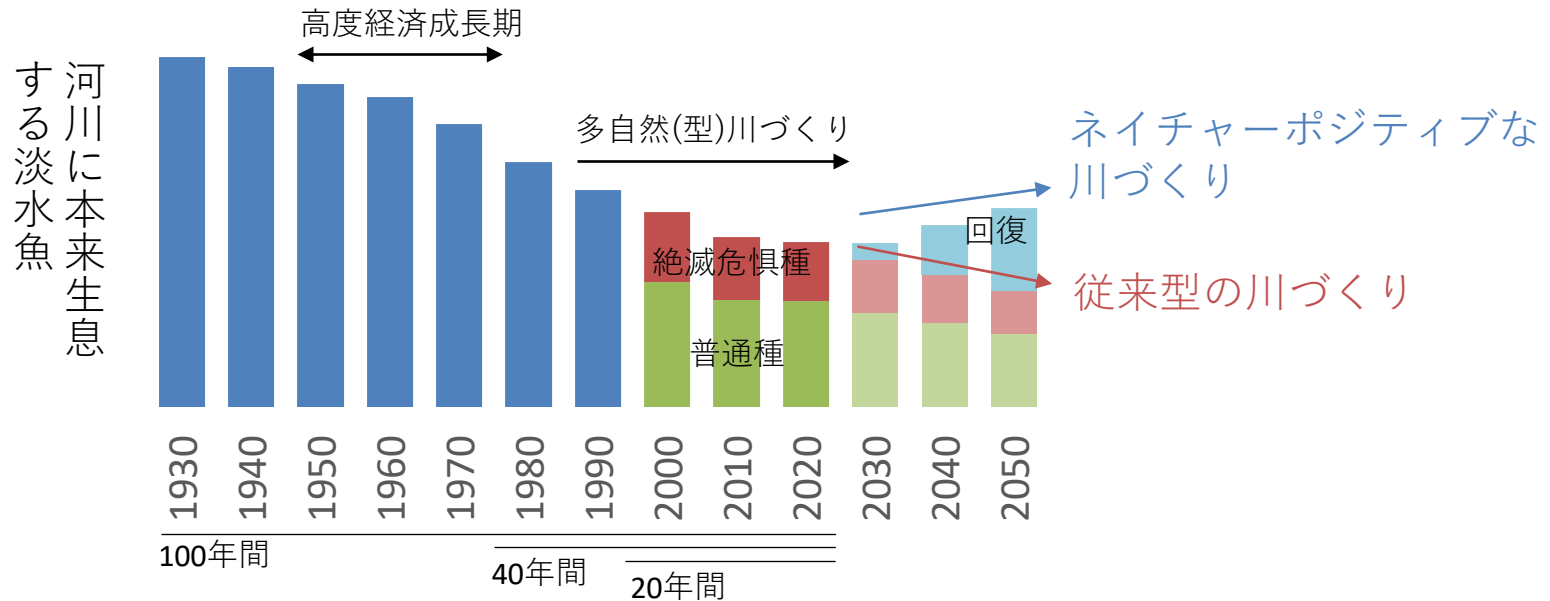


- 巡目が進むにつれ、見つかる種数も増加
- 増加しているのは「汽水魚」で、「純淡水魚」、「回遊魚」はほぼ横ばい
- なお、汽水魚の増加要因としては、調査経験の蓄積による採取能力の向上の可能性もある

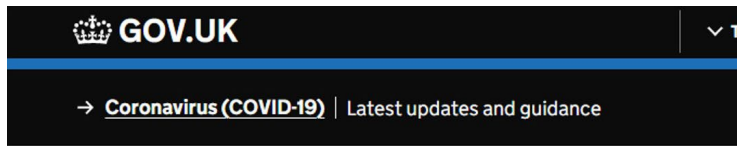
# 河川の生物多様性(淡水魚)のまとめ



- 淡水魚の絶滅は1970年頃までのピークは脱したが、現在でも絶滅が見られる
- 過去40年間では、6割の水系で過去存在した淡水魚が近年見つかっていない
- 多自然(型)川づくりの始まった1990年代以降、減少は鈍化しているが、絶滅危惧種には減少傾向が見られる



- 従来型の川づくりでは、この減少傾向が継続するのではないか
- ネイチャーポジティブな川づくりにより、生物多様性を積極的に回復させる必要があるのではないか
- 自然そのものである河川で実施する事業はネイチャーポジティブであるべきでは?



[Home](#) > [Government](#)

News story

## Government commits to 'nature-positive' future in response to Dasgupta review

More of the Government's largest new infrastructure projects must leave nature and biodiversity in an overall better state than before development, it was confirmed today (Monday 14 June), as the Government commits to delivering a 'nature positive future'.

From: [HM Treasury](#)

Published 14 June 2021



<https://www.gov.uk/government/news/government-commits-to-nature-positive-future-in-response-to-dasgupta-review>

ニュース記事

## 政府はダスグプタ・レビューを受けて「ネイチャーポジティブな」未来を約束

政府の最大の新しいインフラプロジェクトの多くは、自然と生物多様性を開発前よりも全体的に良好な状態にしなければならぬことが本日(6月14日)確認され、政府は「ネイチャーポジティブな未来」を提供することを約束しました。

財務省

2021年6月14日公開

※ダスグプタ・レビュー:「生物多様性の経済学 (The Economics of Biodiversity)」(英国財務省,2021年2月公表)

# 英国で工事後の「生物純増」義務化、建設産業に自然ビジネスの好機到来

佐藤 斗夢 日経クロステック／日経コンストラクション

2023.06.20

持続可能な社会の実現に向けて、生物多様性が脱炭素に続く世界の注目キーワードになり始めている。海外では開発工事の際に、自然環境を工事前よりもプラスにする取り組みを義務付ける国が出てきた。日本の建設産業においても、企業活動で生じる自然リスクの開示や自然共生サイトの認定など、自然ビジネスの好機が訪れている。

一時期、環境破壊の代名詞とされていた公共工事。近年は工事に伴う環境損失の低減を当たり前に実践するようになった。しかし、その考えも今やもう時代遅れだ。

英国では、開発前よりも自然環境を良い状態に持っていく「生物多様性ネットゲイン（Biodiversity Net Gain、BNG）」に関連する施策を推し進めている（資料1）。2021年11月には、新たな環境法を制定。開発事業後の生物多様性を事業前と比べて10%以上増やすよう明文化した。

資料1 ■ 工事をすることで逆に自然が増加



上段は工事に伴って生物が純減、  
中段はニュートラル、  
下段はネットゲイン（純増）になるイメージ。

ネットゲインでは、生息場の面積と質を掛け合わせ、対象地域の生物多様性ユニットを算出。その開発前後の変化を弾き出す（出所：Natural England）



# 生物種ごとの河川環境評価指標(試案)



- 過去の調査結果から推定される、河川に本来生息していた種数と、水国調査で見つかった種数の比によって、河川環境を評価することが考えられる。
- この比により、水系ごとに目指すべき目標値を設定することも可能

※当日の講演資料では論文未発表のグラフを用いていたため、ホームページ掲載用資料からは削除しました。

# 失われた種の回復に向けて



- 例えば、木曾川では本来生息していた種(83種)に対して、水国調査(6巡目)で見つからなかった種は8種(残存割合は90%)

見つからなかった魚種

※Near Threatened

[汽水魚] カライワシ、クロサギ、ショウキハゼ(準絶滅危惧(NT))、セスジボラ

[純淡水魚] ウシモツゴ(絶滅危惧ⅠA類(CR))、シロヒレタビラ(絶滅危惧ⅠB類(EN))、  
ネコギギ(絶滅危惧ⅠB類(EN))

※Critically Endangered

※Endangered

[回遊魚] ボウズハゼ(絶滅危惧ⅠA類(CR)、Ⅱ類(VU)、情報不足(DD))

※Vulnerable

※Data Deficient

※絶滅危惧等は環境省レッドリスト2020による

- 河川整備の一環としてこれら失われた魚種に好適な生息場を整備することで、種の回復に繋がる可能性がある
  - 例えば、ウシモツゴ、シロヒレタビラは緩流、ネコギギは淵を好む
  - これらの種が支川等に残存しているとすれば、緩流環境や淵の形成を促す河川整備によって復活する可能性がある

# 環境DNA ～1杯のバケツの水から生物情報～



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を取り出せば、必要な生物情報を得ることができる。

## 採捕による調査

- 調査地区で採捕できた魚種しかわからない
- 現地調査では採捕技能が必要
- 採捕許可も必要



## 環境DNAによる調査

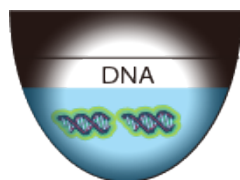
- 調査地区の上流に生息する魚種が高い感度でわかる
- 現地調査は採水のみで簡単



# 種特異解析と種網羅解析

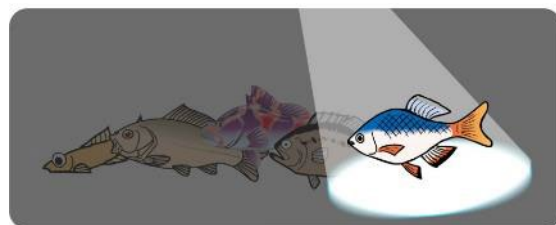


- 環境DNAの分析には、大きく分けて種特異解析と種網羅解析がある



環境DNAには、同じ空間にいたものに由来する雑多なDNAが混在している

## 種特異解析



リアルタイムPCR装置



<https://www.thermofisher.com>

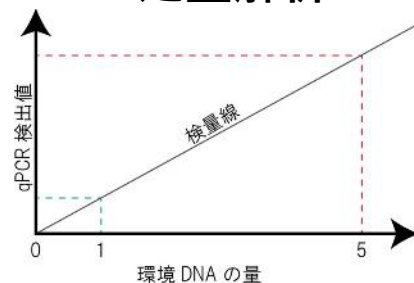
サンプル中の特定のDNAをターゲットに解析する

## 在不在解析

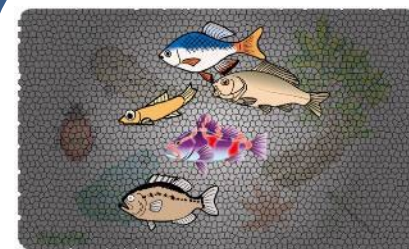


OR

## 定量解析



## 種網羅解析



次世代シーケンサー



突合せ

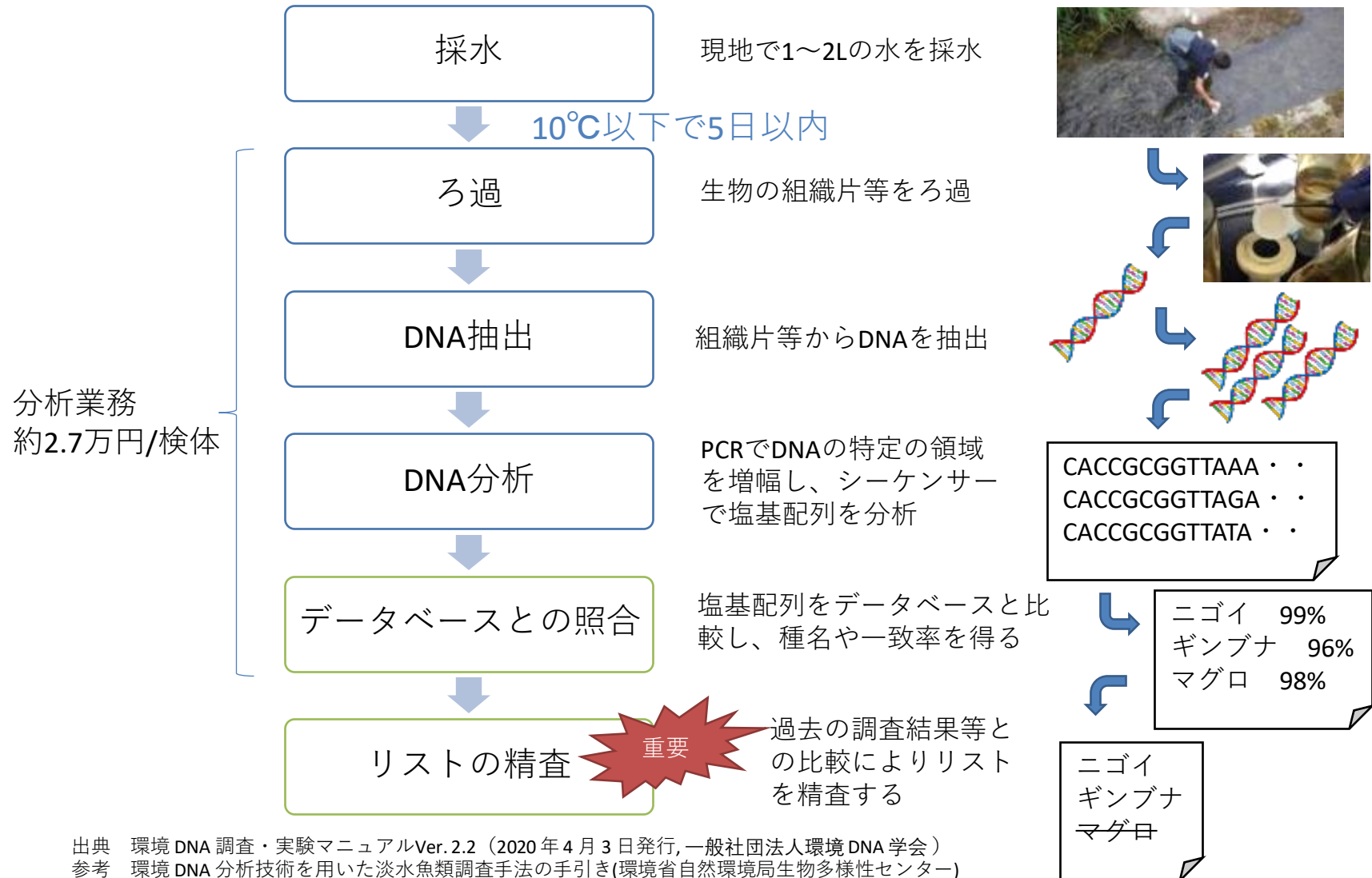
<https://jp.illumina.com>

遺伝情報データベース

各サンプル中の魚種リスト

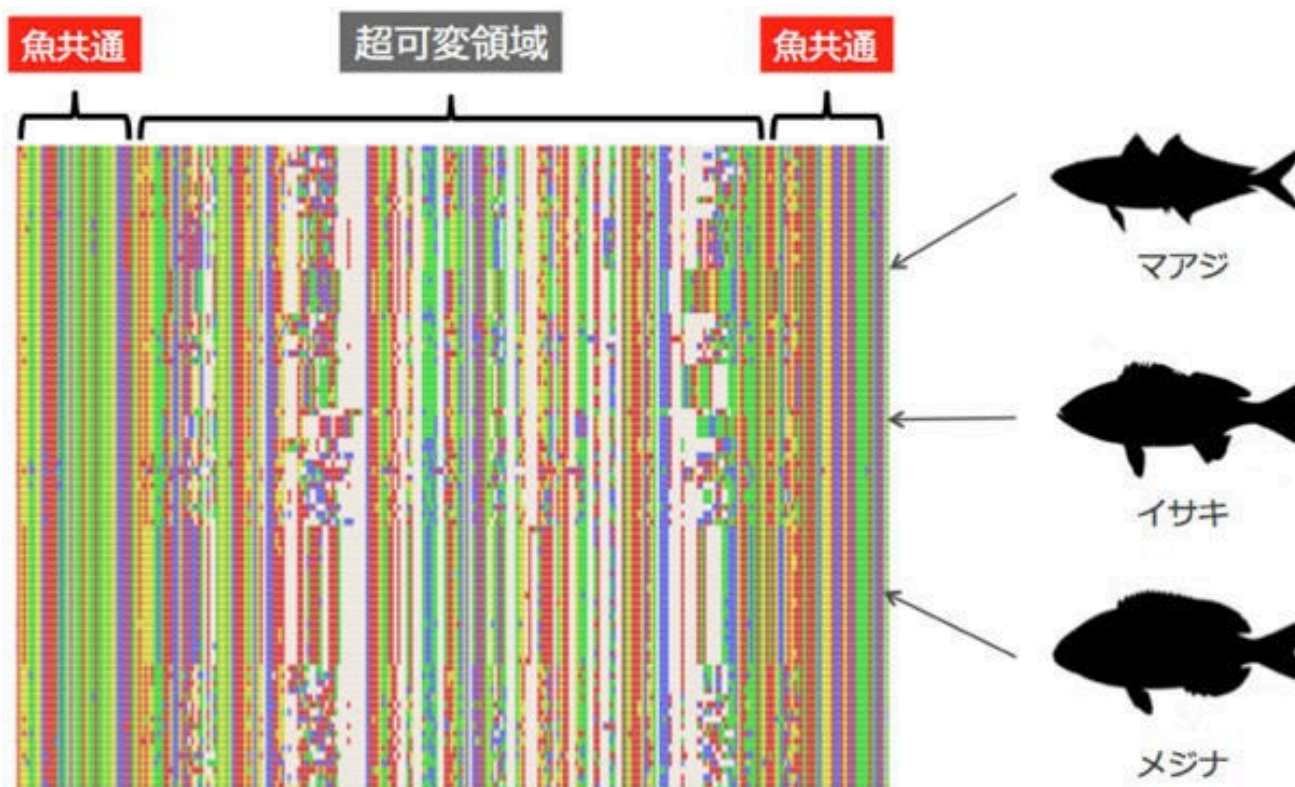


# 環境DNA調査の流れ(種網羅解析)



# 種網羅解析(メタバーコーディング解析)

- 種網羅解析(メタバーコーディング解析)では、例えばMiFishプライマーを用いて、ミトコンドリアDNAのうち、魚種間で違いが多くみられる領域を増幅させる
  - ゲノムサイズは、メダカが約8億、フグが約4億 (※ヒト32億)
  - ミトコンドリアは約16,500。MiFishは、このなかの約170塩基の領域を増幅

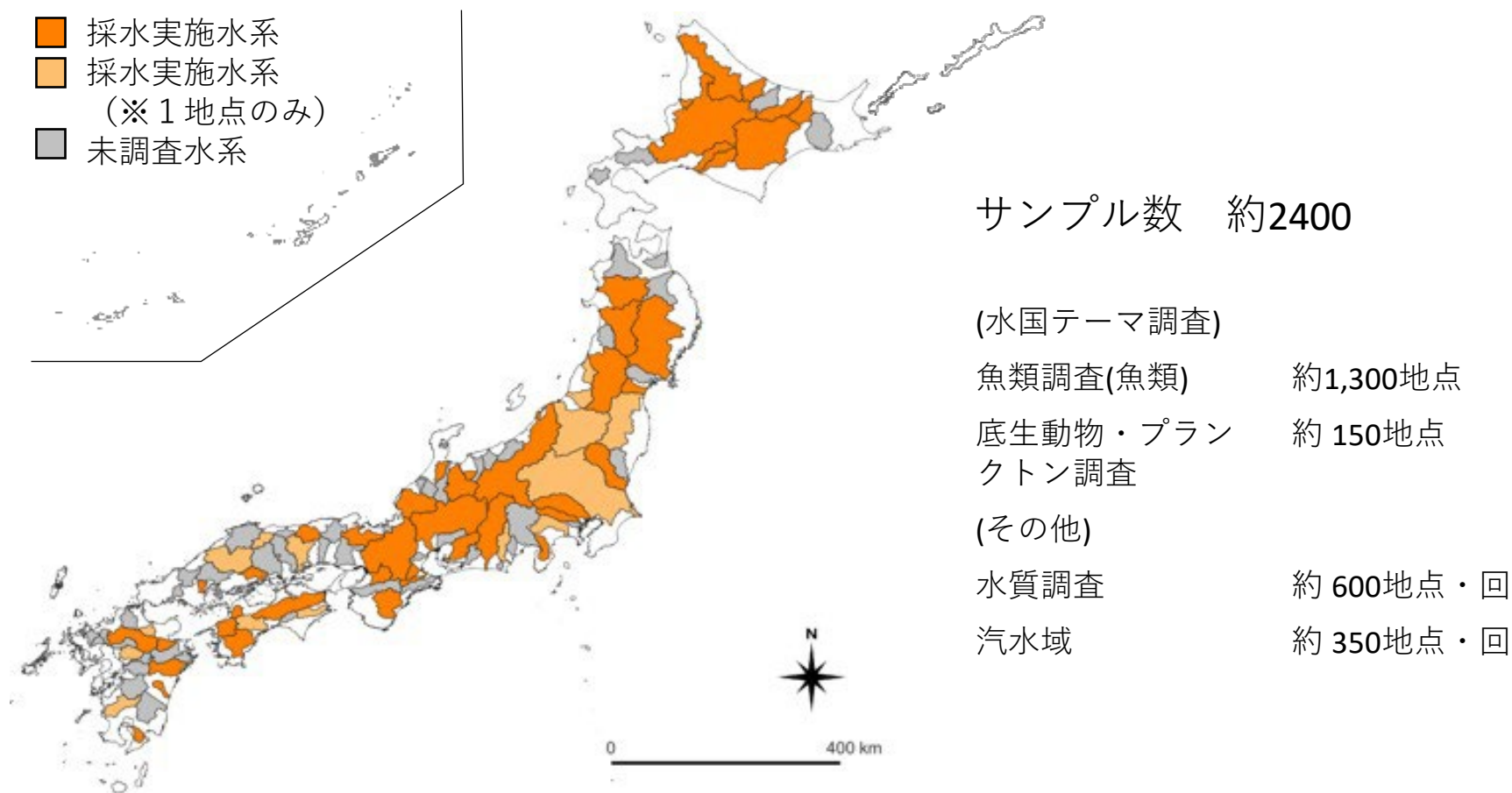


出典 「環境DNAメタバーコーディング—魚類群集研究の革新的手法バケツ一杯の水で棲んでいる魚がわかる技術」(宮 正樹, Kagaku to Seibutsu 57(4): 242-250 (2019))

# 水国テーマ調査等による水国導入に向けた検討



- 水国テーマ調査等によって、環境DNA導入に向けた検討を実施中

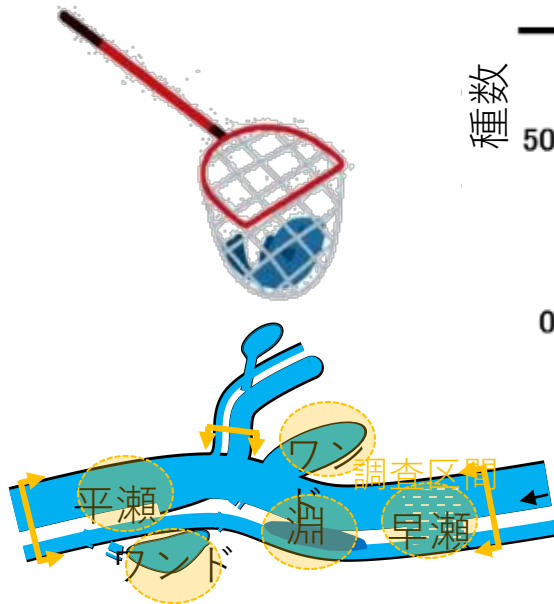
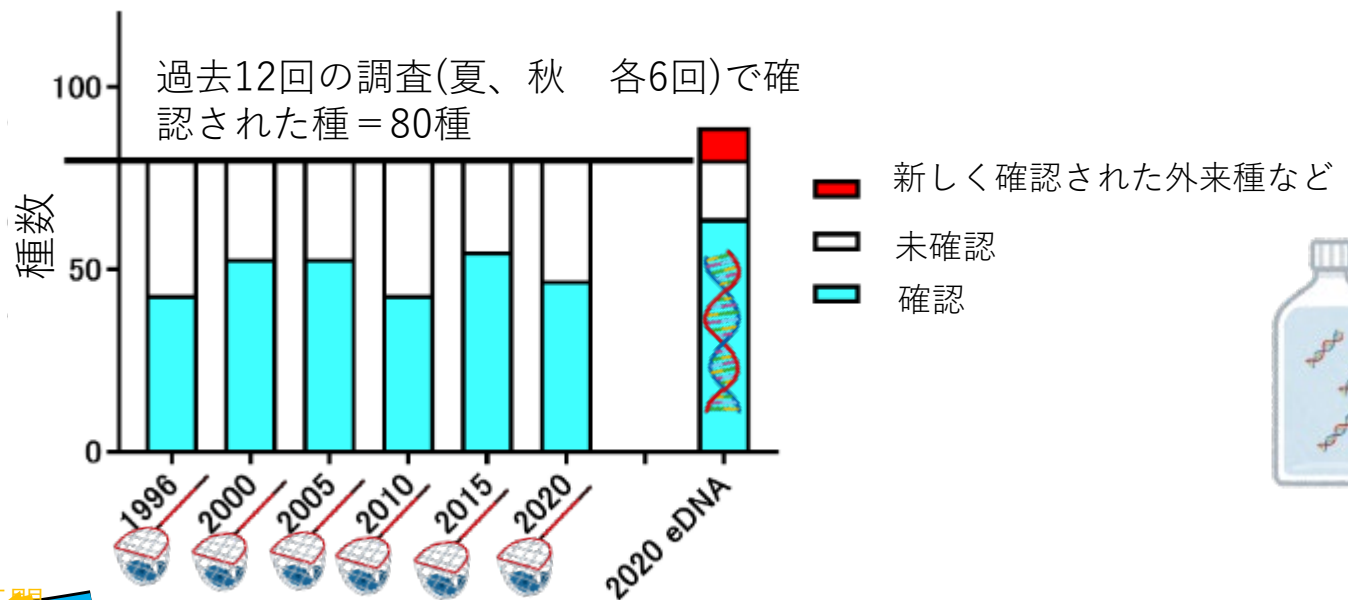


環境DNA導入に向けた全国調査対象地域 (R4.10現在)

# 水国テーマ調査を通じてわかってきたこと



## 環境DNA 検出感度が高い



## 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

# 環境DNA調査結果と過去の水国調査結果の比較



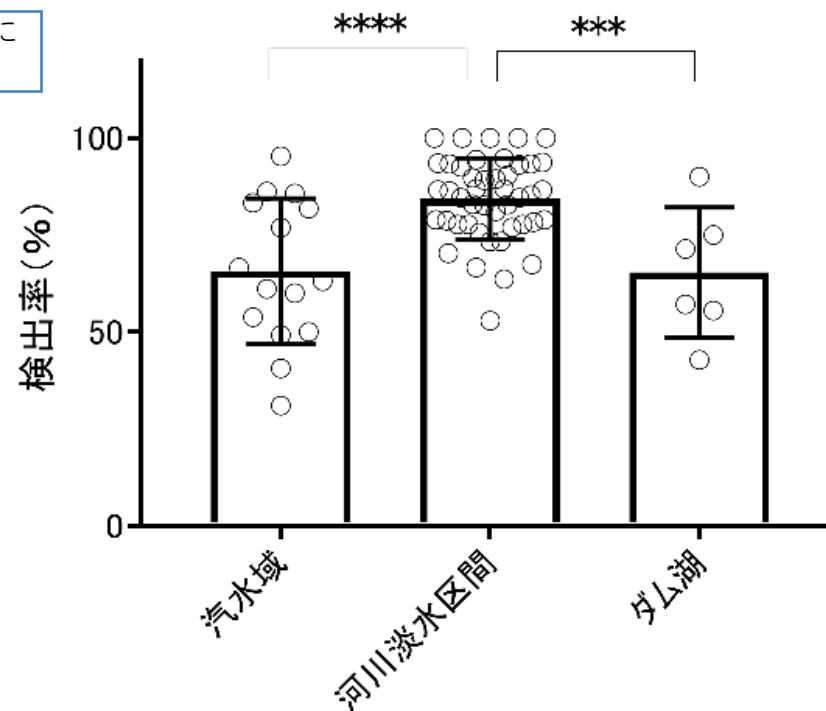
環境DNA調査結果 (a)水国調査結果にある種 水国調査結果にない種

過去の採捕調査結果の和集合 (b)水国調査結果にある全ての種

$$\text{検出率} = (a) / (b)$$

※調査地区ごとに算出

- 河川域の検出率は約8割
- 汽水域やダム湖の検出率は約6割でばらつきも大きいため継続検討を予定



地区の属性と1サンプル当たりの検出率

詳しくは、「河川水辺の国勢調査への環境DNA導入に向けた取り組み」(村岡ら, 土木技術資料Vol.64-5, 2022年 5月)

# 環境DNAの検出範囲

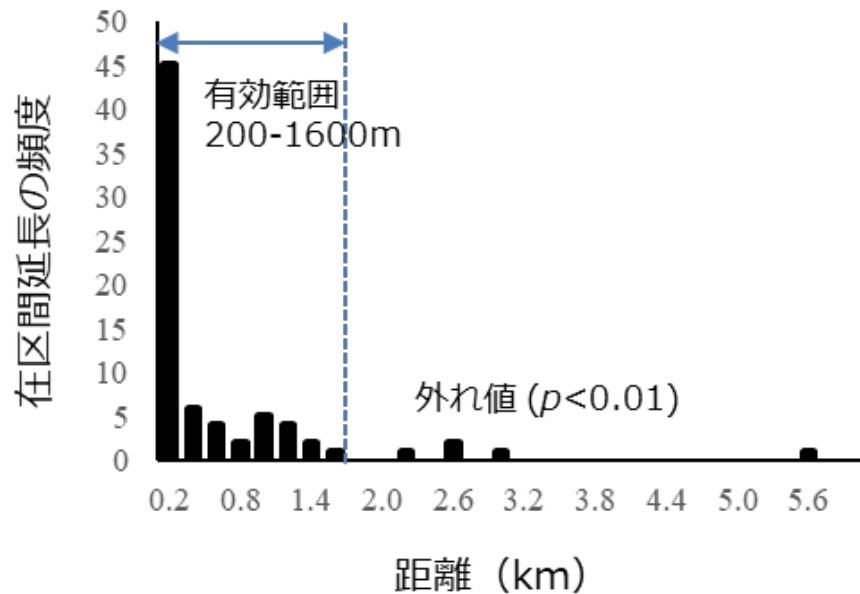


(疑問)環境DNAの検出範囲が広いと、どこの生物を捉えたかわからないのでは?

(回答)環境DNAの検出範囲は約1km

1km・・・水国調査地区の長さに相当

## 雲出川における調査結果



- 環境DNAの有効検出範囲は200～1600m
- 環境DNAの約6割は200m流下すると未検出となった
- 国内外の研究においても、有効検出範囲は1 km程度とされている

200mごとに採水し、海産魚類の環境DNAがどの程度連続した区間で検出されるかを解析した

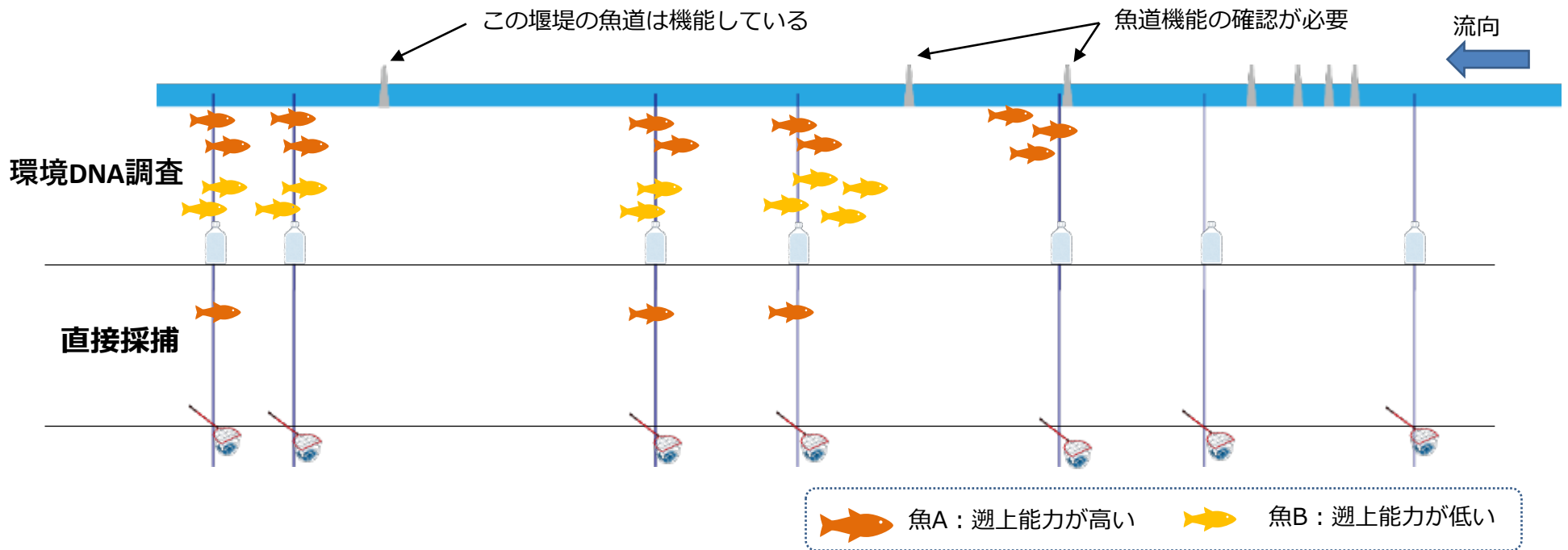
詳しくは、「河道内で検出された海産魚類を指標とした環境DNA含有物質の有効検出範囲の推定」(北川ら, 河川技術論文集 第27巻, 2021年6月)



# 魚類移動環境の評価



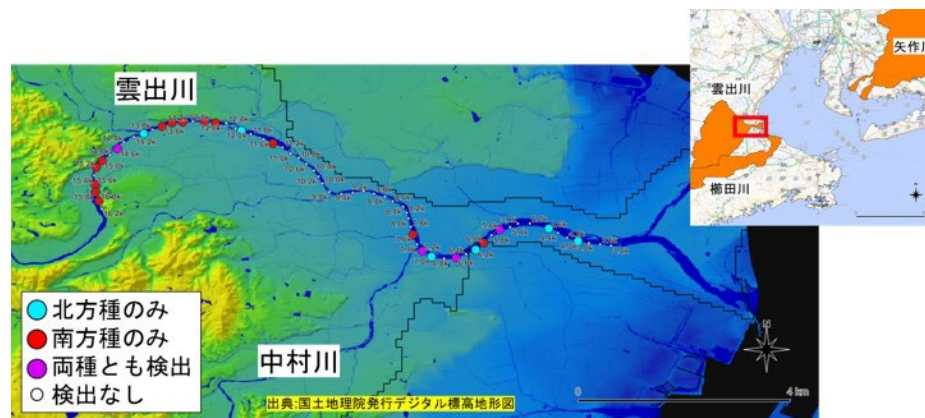
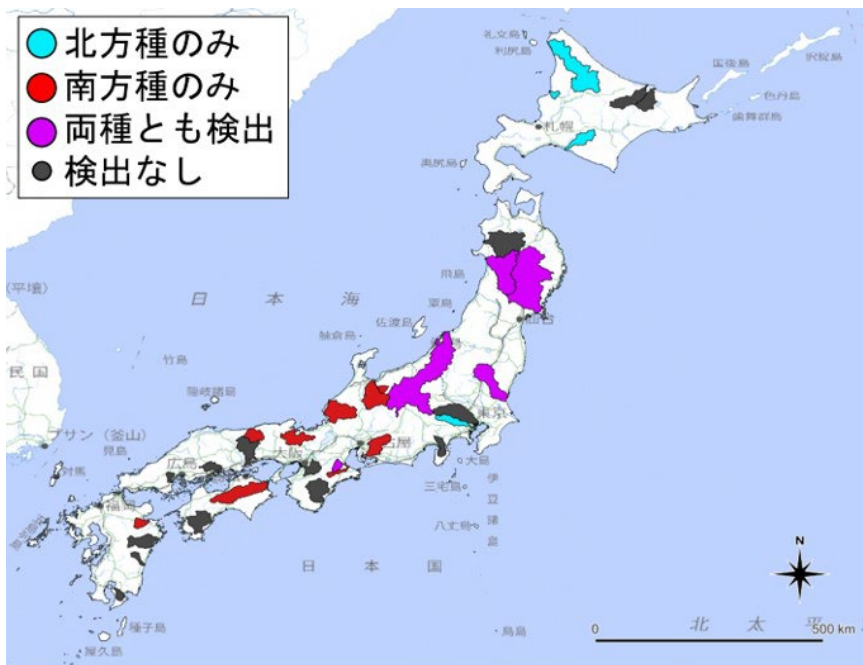
- 環境DNAは検出感度が高く、採捕が困難な回遊性魚類の分布も確認可能
- 縦断方向に高密度の採水を行うことで、遡上可能な範囲を分析することが可能
- 堰堤の上下流で種構成が異なった場合は移動障害が疑われる。→**魚道の機能評価が可能**



# 判別が難しい種の分布域を知る

## スナヤツメ北方種と南方種の水系内分布

- ✓ スナヤツメには、遺伝的に分化したスナヤツメ北方種 *Lethenteron* sp. N. とスナヤツメ南方種 *L.* sp. S. が存在。形態形質で2種を区別することは困難だが、**MiFish法による環境DNAメタバーコーディングでは2種を区別可能**



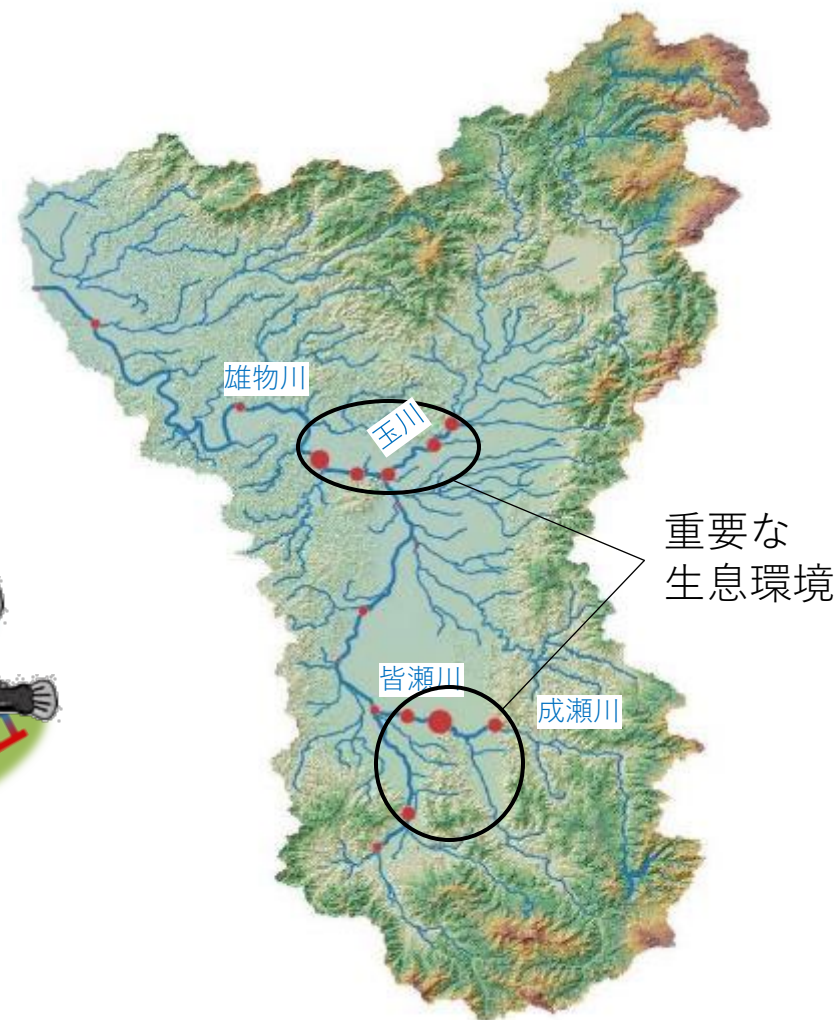
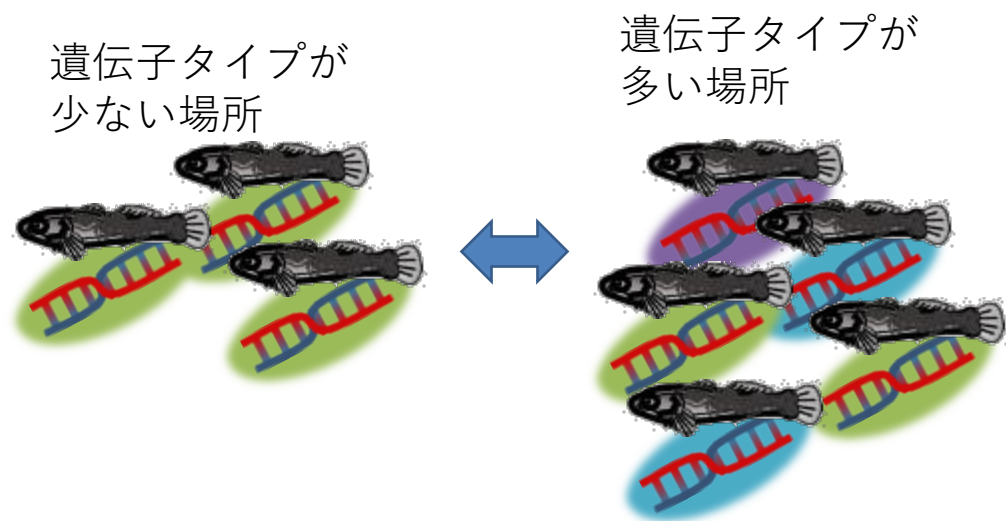
## 同一水系内における両種の分布状況

環境DNA調査に基づくスナヤツメ北方種と南方種の水系内分布特性、菅野一輝、篠原隆佑、中島颯大、村岡敬子、崎谷和貴、金谷将志、2022年度日本魚類学会年会

## スナヤツメ北方種・南方種の分布状況

# 遺伝的多様性から生息環境を評価

- 同じ種でも複数の遺伝子タイプがある
- 遺伝的多様性は、生息環境の評価指標のひとつ



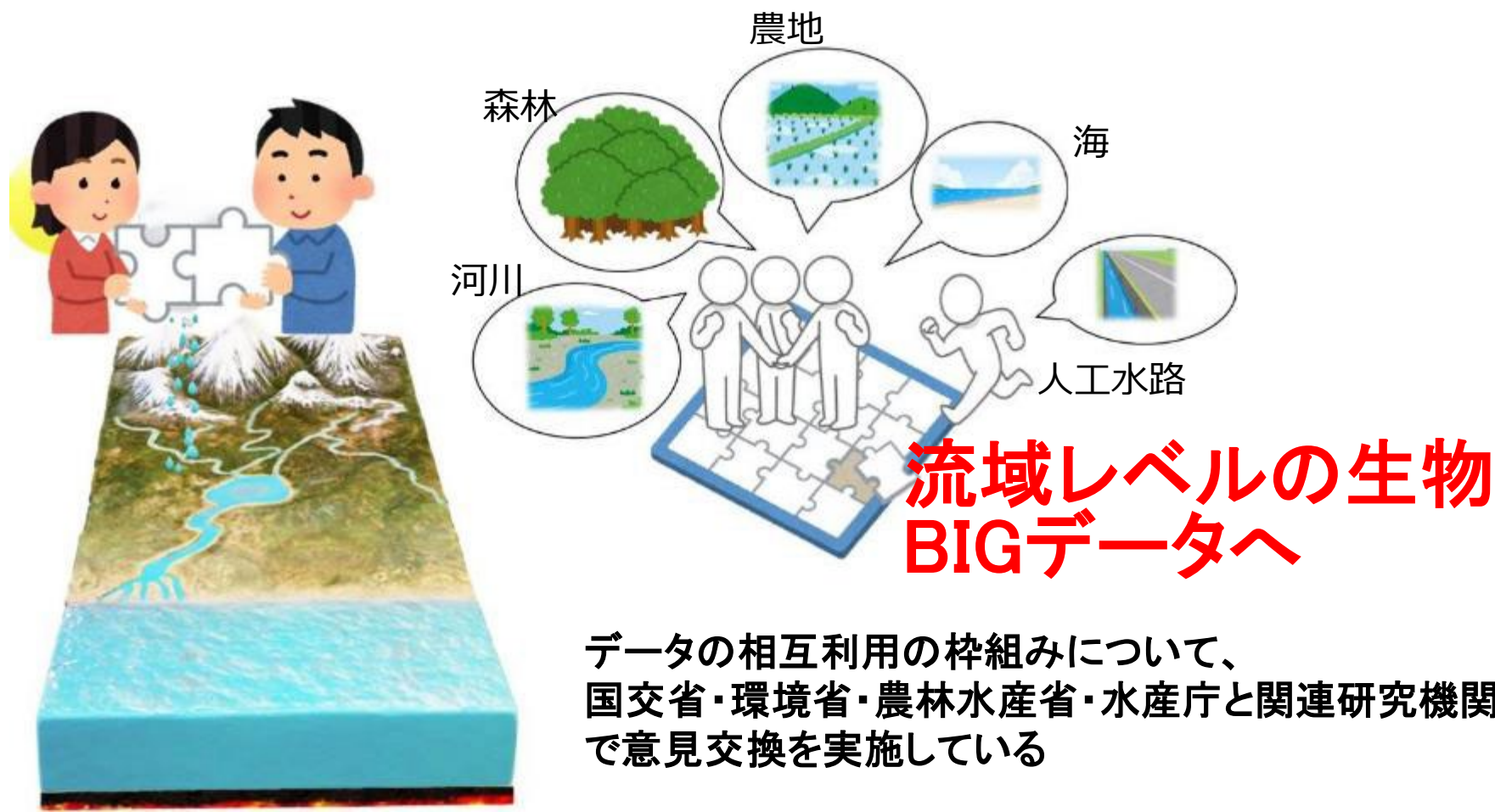
詳しくは、「MiFish領域にみられる魚類の流域スケールでの空間遺伝構造」(中島ら,ELR2022)

雄物川水系のカジカ遺伝子タイプ数  
(円の大きさが遺伝子タイプ数を表す)

# 環境DNAの生物情報は相互利用や統合が可能



国土交通省のほかにも環境省や農林水産省、研究者や地域住民など、様々な目的で生物調査を実施してきた。しかしながら、これらの調査の間で調査方法や調査範囲などが異なるため、データの統合は困難であった。水から生物情報を得る環境DNA調査では、採水から分析、解析に至る一連の流れを標準化することで、調査実施体制によらず同列のデータとして取り扱うことができる



データの相互利用の枠組みについて、  
国交省・環境省・農林水産省・水産庁と関連研究機関  
で意見交換を実施している