

環境DNA定量メタバーコーディング法を用いた 河川魚類の好適水温帯の推定

○滝山路人¹⁾ 赤松良久¹⁾ 小林勘太²⁾
宮園誠二¹⁾ 乾隆帝³⁾ 中尾遼平¹⁾

1) 山口大学大学院創成科学研究科

2) 建設環境研究所自然環境部

3) 福岡工業大学社会環境学部社会環境学科

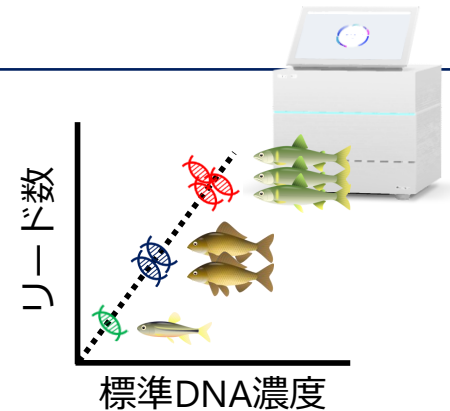
魚類の生息状況と水温との関係について 実河川において広域に検討した研究は限られている

河川本流から支流まで含めた魚類調査には

多大な時間・労力が必要

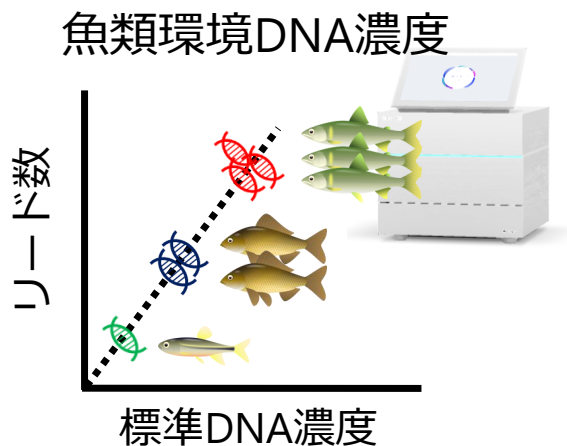


効率的な生物モニタリング手法である
環境DNA分析の導入

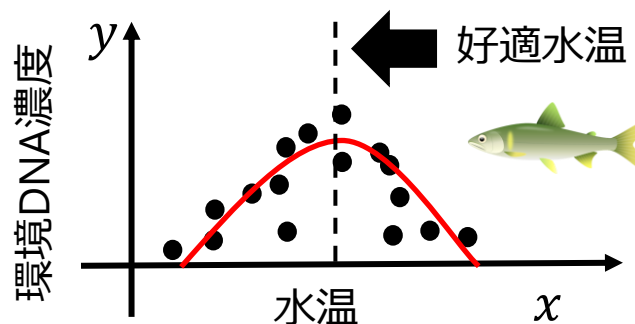


河川魚類と河川水温との関係を検討し、 好適水温帯を明らかにする

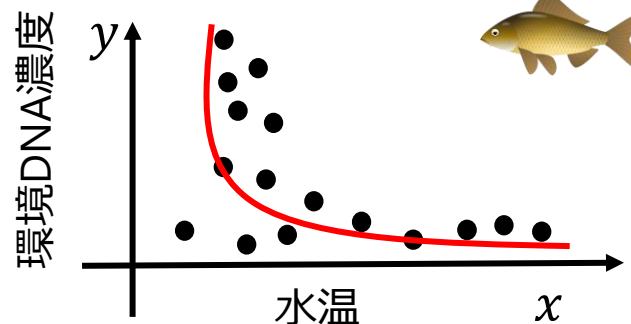
- 魚類環境DNA濃度と河川水温との関係を一般化線形モデル (GLM) で解析



$$y = \exp(ax^2 + bx + c)$$



$$y = \exp(bx + c)$$



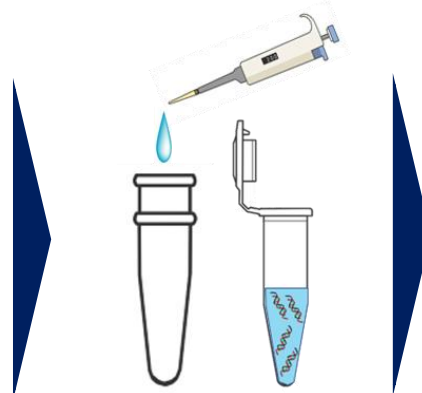
①採水



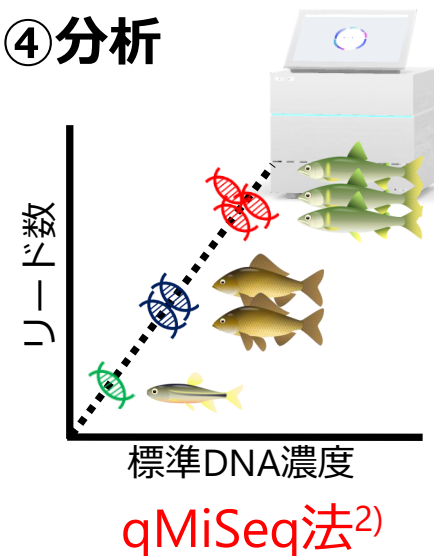
②濾過



③抽出



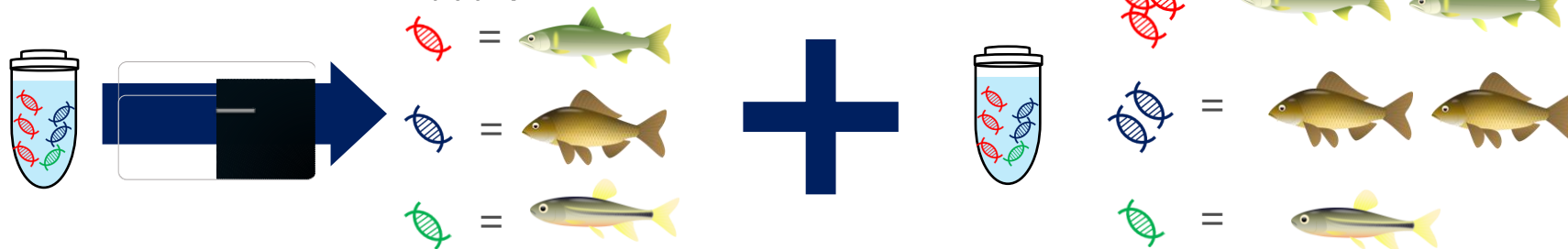
④分析



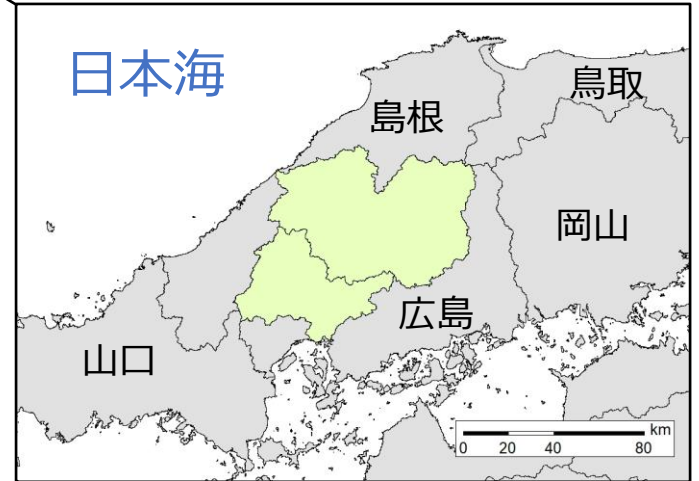
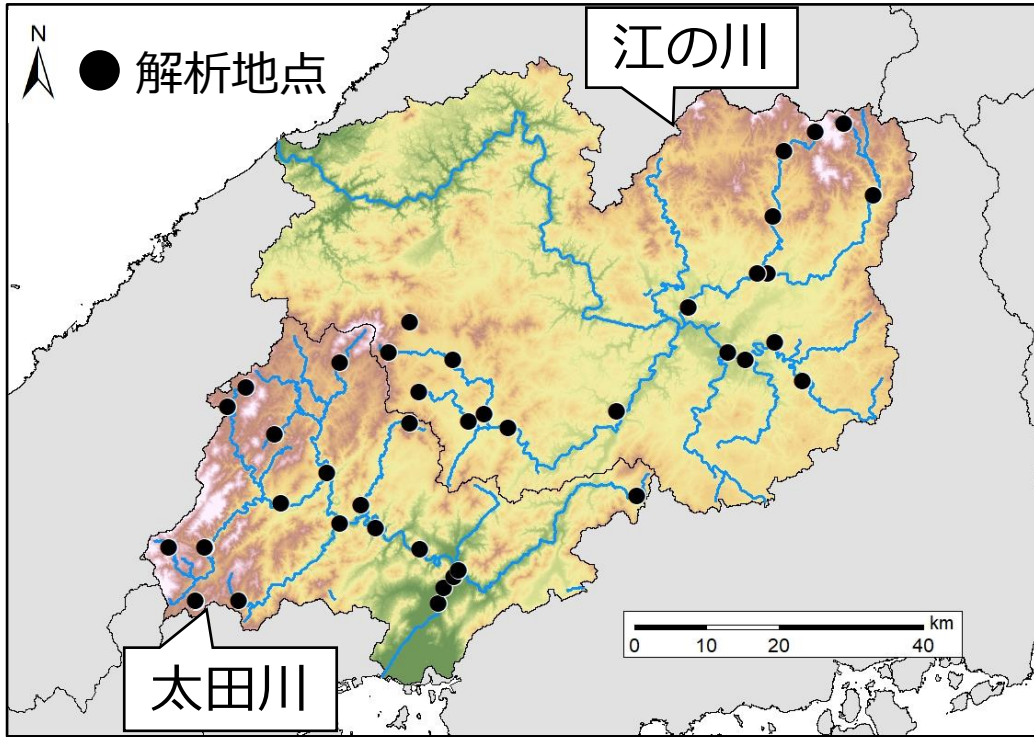
環境DNA定量メタバーコーディング法 (qMiSeq法)

メタバーコーディング

(種の存在を網羅的に評価)



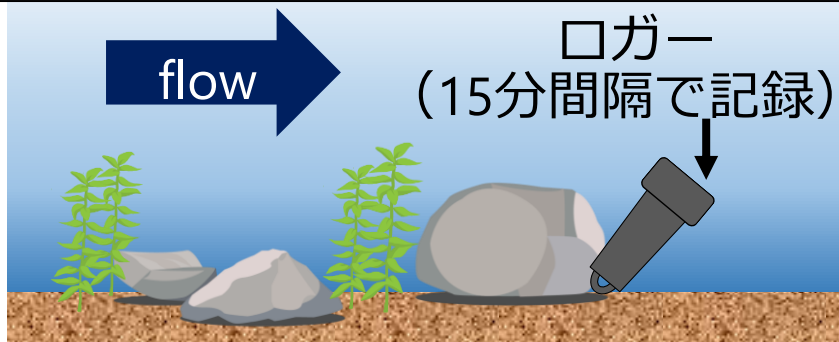
種を網羅的かつ定量的に評価可能



- 太田川水系：21地点
- 江の川水系：18地点

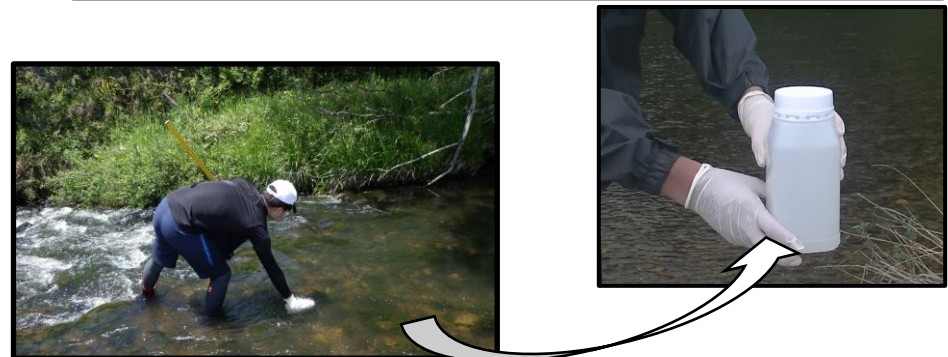
水温データ収集

2019/9～



環境DNA採水 (表層1L)

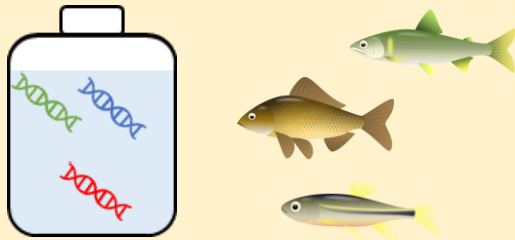
2020/8/29～2020/9/1



15地点以上で検出された魚種について種ごとに解析

応答変数

対象種の
環境DNA濃度

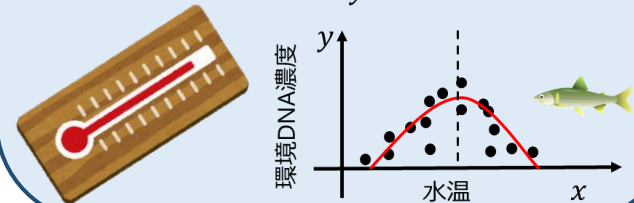


VS

応答変数

- ・ 水温
- ・ 水温の2乗項

$$y = ax^2 + bx + c$$



⇒ 環境DNA濃度と夏季水温の関係を種ごとにGLMで検討
(負の二項分布, リンク関数=log)

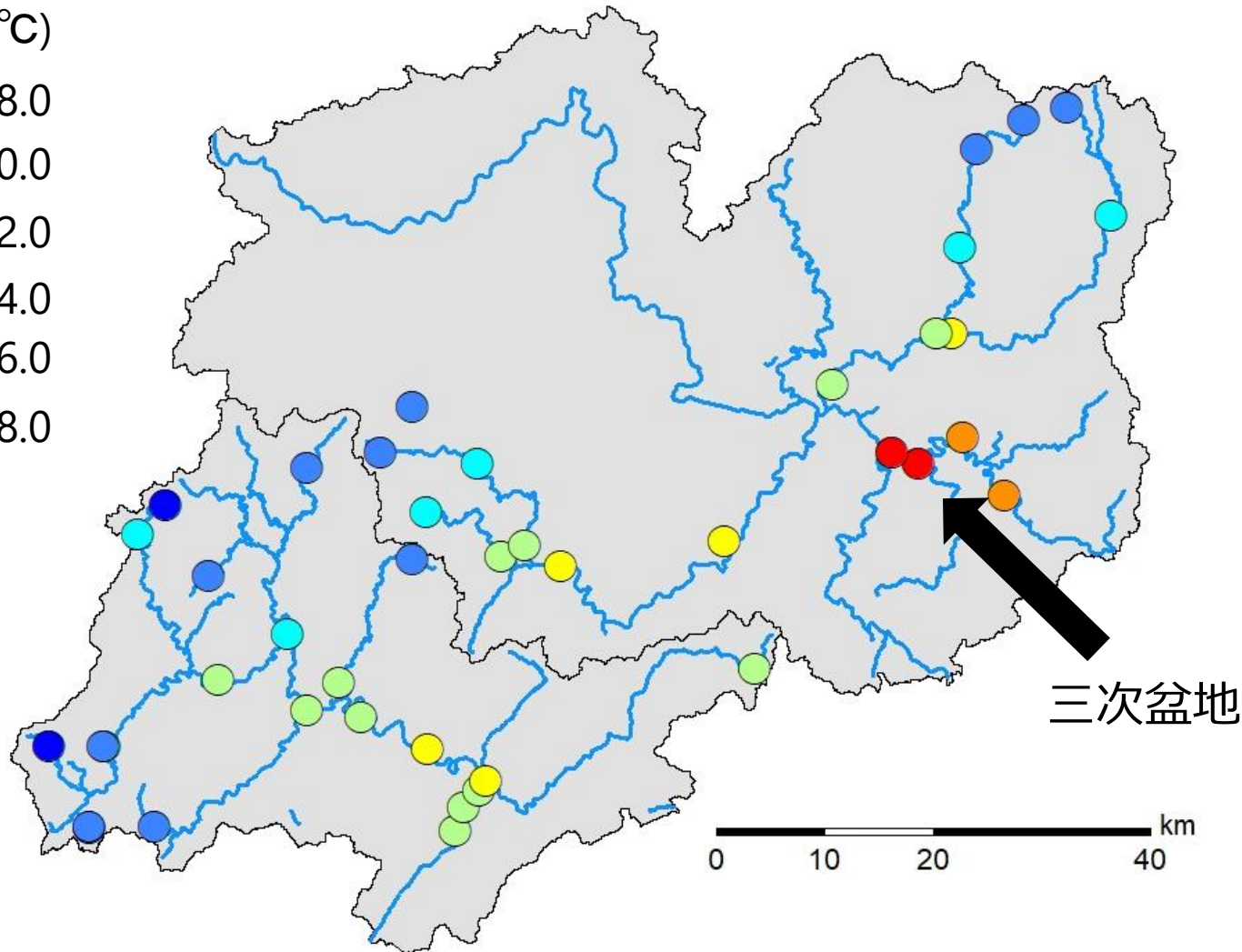
- ・ **AICが最も低い結果をベストモデルとして選択**
- ・ 水温データは採水日前1ヶ月間の平均水温³⁾
- ・ 環境DNA濃度がゼロであった地点は解析のデータセットから除外
⇒ 対象種の本来の分布域から外れている可能性があるため

河川水温の空間分布



河川水温 (°C)

- - 18.0
- 18.0 - 20.0
- 20.0 - 22.0
- 22.0 - 24.0
- 24.0 - 26.0
- 26.0 - 28.0
- 28.0 -



江の川水系の中流で水温が高い傾向⇒盆地が形成されているため
太田川上流で水温が低い傾向

解析結果：一般化線形モデル (GLM)

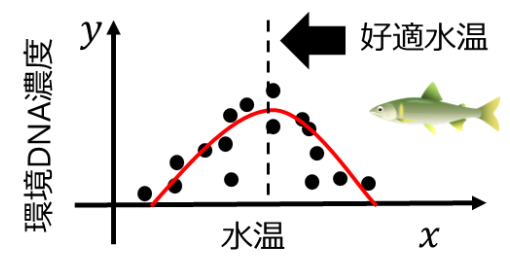
対象魚種	切片	水温	水温の2乗項
ウナギ	-24.698*	2.702**	-0.058**
オイカワ	-52.722**	4.805**	-0.092**
カワムツ	-66.748**	6.838**	-0.152**
ウグイ	-78.132**	7.494**	-0.162**
タカハヤ	-28.806	3.844**	-0.095**
ニゴイ属sp.	-61.137	5.388	-0.104
ズナガニゴイ	-84.736**	7.454**	-0.152**
カマツカ	-41.722	3.873*	-0.076
アユ	-96.086**	8.842**	-0.183**
カジカ	-33.706	4.159	-0.102
カワヨシノボリ	-25.925**	3.085**	-0.065**
コイ	9.978**	-0.093	
ムギツク	13.363**	-0.195*	
イトモロコ	9.073**	-0.136	
ドジョウ	15.633**	-0.388**	
オオシマドジョウ	7.003*	-0.013	
アカザclade2	5.253**	-0.003	
サケ属sp.	30.782**	-1.039**	
オヤニラミ	17.296**	-0.428**	
ドンコ	14.133**	-0.249	
ヨシノボリ属sp.	5.744*	0.153	

11種で2乗項を含む
モデルが選択



11種において
好適水温帯を推定

$$y = \exp(ax^2 + bx + c)$$



* : p<0.05 ** : p<0.01

本研究では、水産有用種であるアユ・ウナギと特徴的な好適水温の値を示したオイカワ・カジカについて紹介

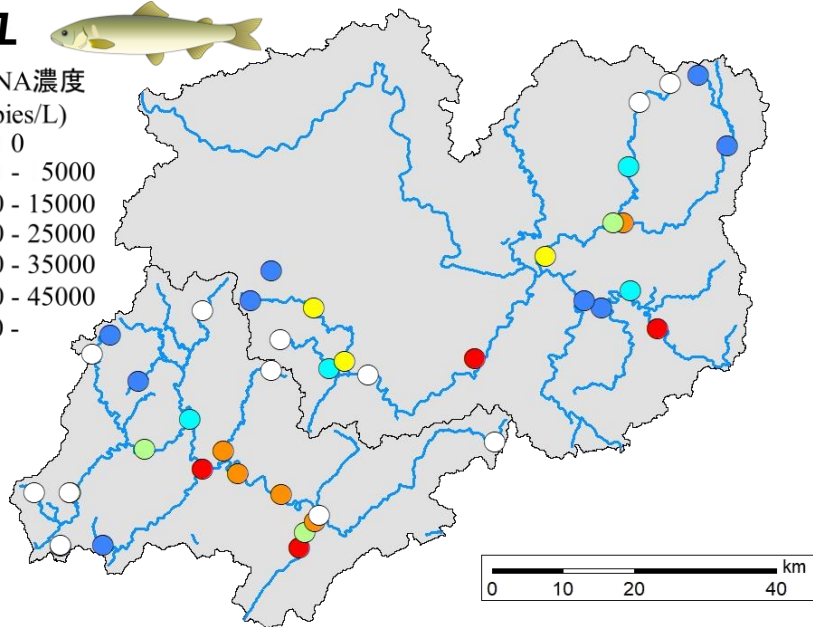
結果：水産有用種（アユ, ウナギ）

アユ

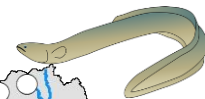


環境DNA濃度 (copies/L)

- 0
- 0 - 5000
- 5000 - 15000
- 15000 - 25000
- 25000 - 35000
- 35000 - 45000
- 45000 -

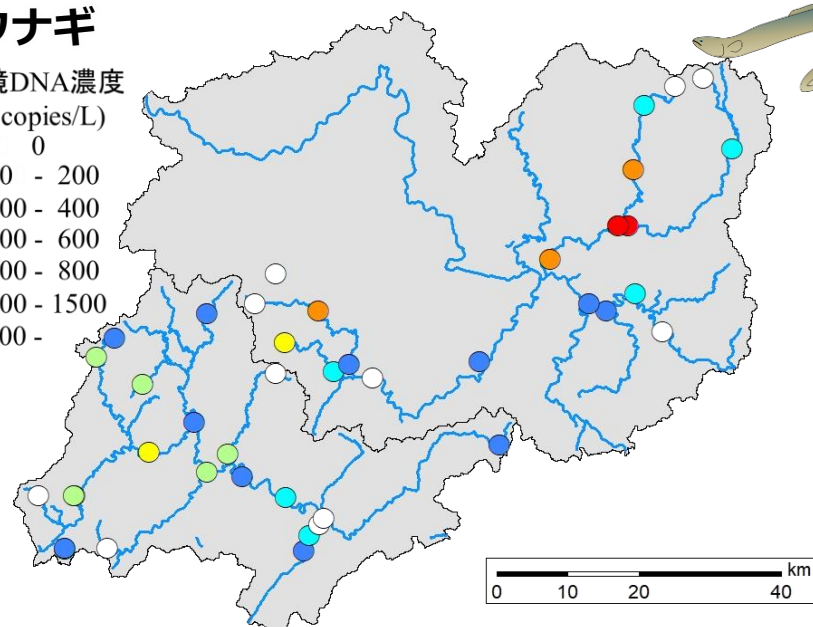


ウナギ



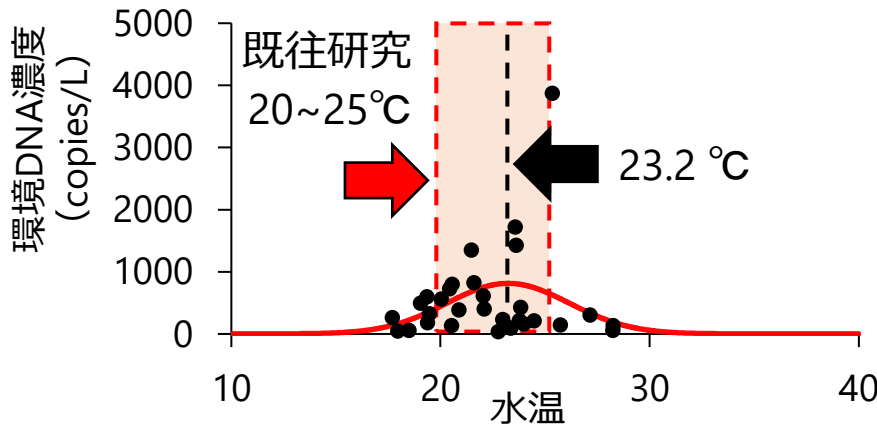
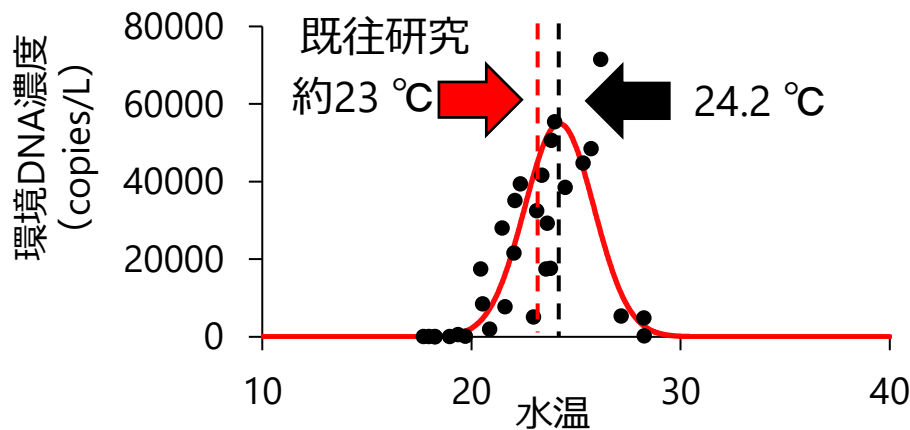
環境DNA濃度 (copies/L)

- 0
- 0 - 200
- 200 - 400
- 400 - 600
- 600 - 800
- 800 - 1500
- 1500 -



● 実測の環境DNA濃度(copies/L)

— GLMによる予測値



アユ, ウナギにおいて異なる好適水温が存在
⇒ 既往研究とおおむね一致

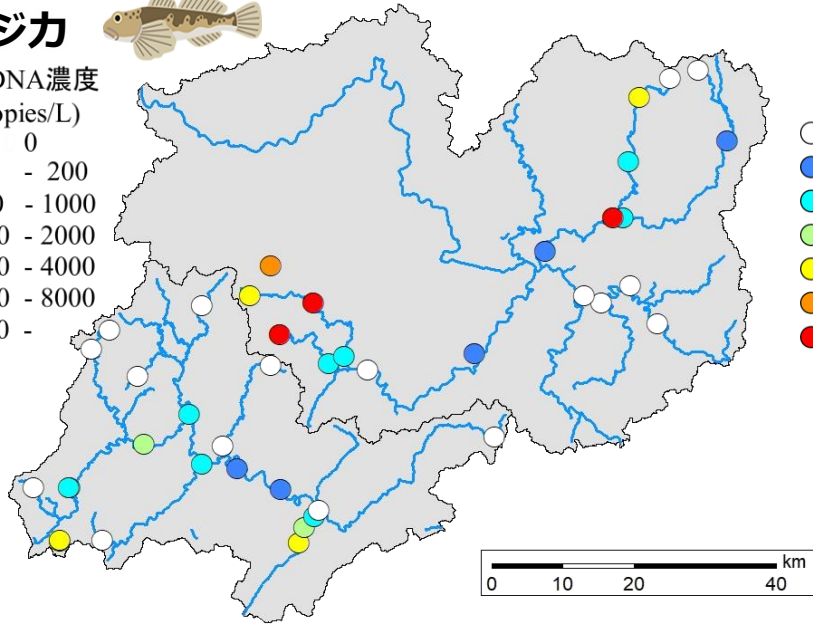
結果：カジカ, オイカワ

カジカ

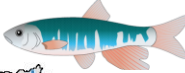


環境DNA濃度 (copies/L)

- 0
- 0 - 200
- 200 - 1000
- 1000 - 2000
- 2000 - 4000
- 4000 - 8000
- 8000 -

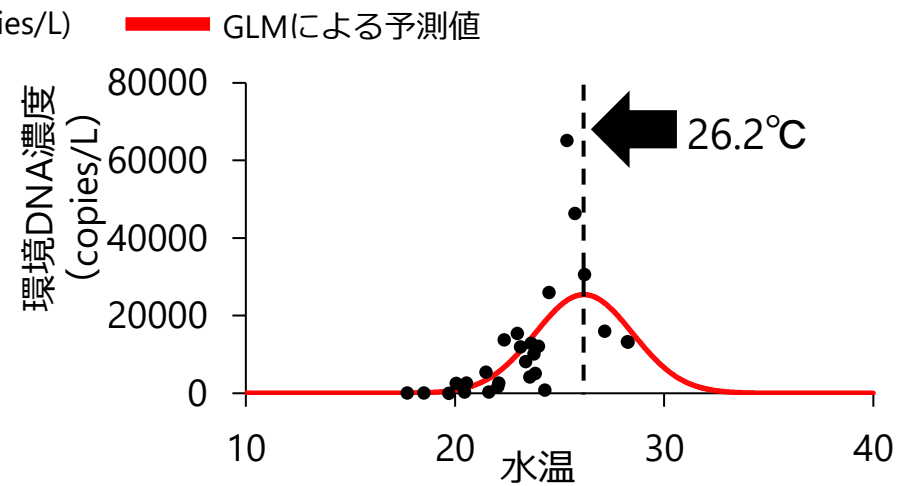
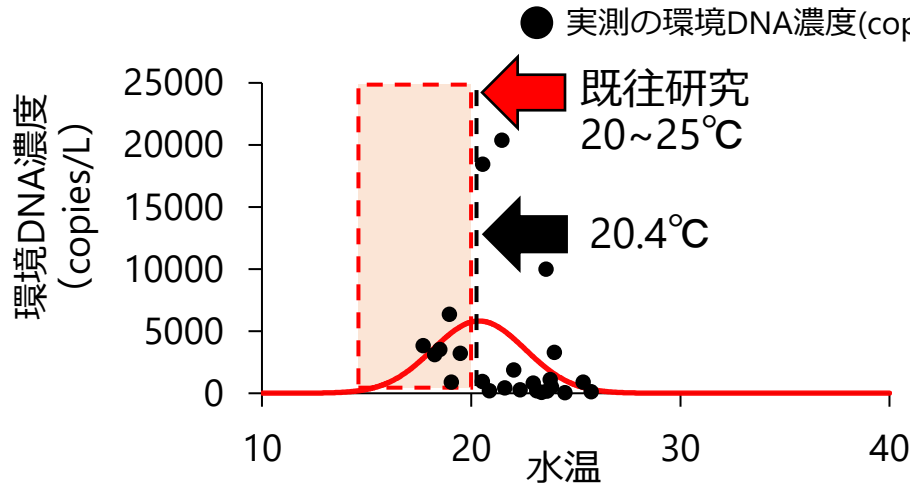
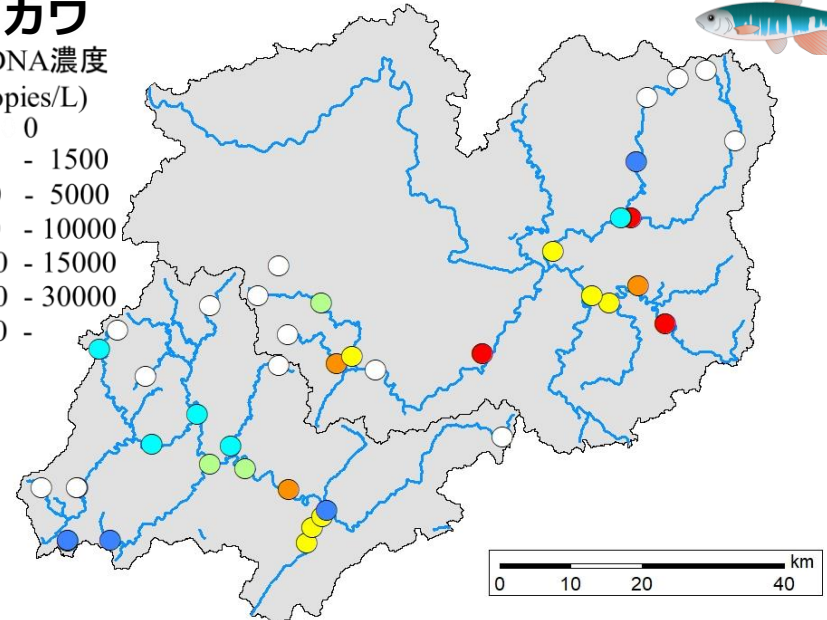


オイカワ



環境DNA濃度 (copies/L)

- 0
- 0 - 1500
- 1500 - 5000
- 5000 - 10000
- 10000 - 15000
- 15000 - 30000
- 30000 -



冷水性魚類のカジカにおいて最も低い好適水温
中下流域に生息するオイカワで最も高い好適水温

河川魚類と河川水温との関係を検討し、 好適水温帯を明らかにする

- 21種中11種で各種に固有の好適水温が存在
- アユ, ウナギ, カジカにおいては既往研究や室内実験での知見とほぼ一致



本手法を用いて各魚種の好適水温帯を推定可能であることが示唆

- 水産有用種の放流場所の把握
 - 魚類多様性の保全区間の選定
- が可能に

今後の展望

- 他の環境要因（流量, 植生など）を含めた検討
- 本研究の情報を基に将来気候化における分布の推定・適応策の提案