

環境 DNA を用いた魚類生息ポテンシャルマップの作成

山口大学	創成科学研究科	学生会員	○滝山	路人
山口大学	創成科学研究科	教授	正会員	赤松 良久
山口大学	創成科学研究科	特命准教授	正会員	宮園 誠二
山口大学	創成科学研究科	特命准教授	正会員	中尾 遼平

1. はじめに

近年、淡水域における魚類多様性の低下が問題となっている。そのため、流域網羅的に希少種、優占種を含めた魚類生息ポテンシャルを把握することで保護すべき対象魚種および河川区間・河川環境を特定する必要がある。そこで、本研究では中国地方一級水系の佐波川水系及び高津川水系を対象に、魚類を網羅的かつ定量的に評価可能な手法である環境 DNA 定量メタバーコーディング法を用いて河川における魚類の生息状況を把握し、分析によって得られた魚類データと、在データのみから生息確率を予測可能なモデルである MaxEnt(Maximum Entropy Model)を利用することで、複数魚種の生息ポテンシャルマップを作成することを目的とした。

2. 方法

(1) 現地調査

現地調査は佐波川水系で 2022/5/9～5/10、高津川水系で 2022/6/19～6/21 に図-1 に示す 62 地点で環境 DNA 採水調査を実施した。また、2016 年以降継続的に設置している水温ロガーにより、調査地点における河川水温の連続観測値を得た。

(2) 魚類生息ポテンシャルの推定

対象流域における魚類生息ポテンシャルマップを作成するにあたり、生物の分布(在)データと環境要因のデータから生息ポテンシャルを推定可能な MaxEnt を用いて魚種ごとの生息ポテンシャルを流域網羅的に推定した。モデルの入力する分布情報には魚種を網羅的に把握可能な環境 DNA 定量メタバーコーディング法により得られた計 45 種中 37 種の魚種の在データを用いた。また、環境変数は流域内に複数の小流域を作成し、各小流域内の平均流量、平均河川水温、土地利用割合、植生区分割合をメッシュサイズ 10m にして用いた。モデルの評価は観測データのうち 20%をテストデータとしてランダムに選定

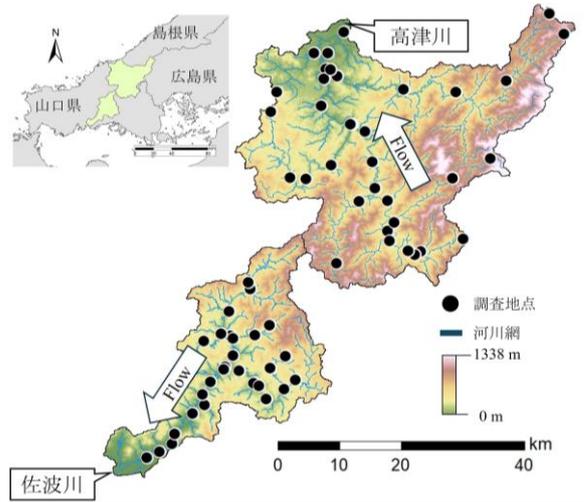


図-1 調査地点

し、残りの 80%を訓練データとする作業を 5 回実施し、それぞれのケースにおいて分類問題の評価指標であり、値が 1 に近いほど精度が良いとされる AUC を算出した。その後、魚種ごとに全ケースの AUC を平均した値でモデル精度の評価を行った。また、環境 DNA 分析検出結果と作成したポテンシャルマップを重ねることで、不在データに対する精度についても視覚的に確認した。さらに、各魚種についてジャックナイフ検定により魚類生息に重要となる環境要因を定量的に把握した。

3. 結果と考察

Maxent による解析の結果、解析を行った計 37 種中 35 種において AUC の値が有用なモデルと評価される 0.7 を上回り、環境 DNA 分析結果と MaxEnt を組み合わせることで魚類生息ポテンシャルを作成可能であることが示された。図-2 に解析を行った魚種のうち、水産有用種として広く知られるアユの生息ポテンシャルマップ及び観測結果を示す。アユについて、在データの分類精度を評価した AUC は 0.840 であり、アユの環境 DNA 濃度が検出された 58 地点において在データの判別精度が高いモデ

キーワード 環境 DNA 分析, 流域網羅, 魚類多様性, MaxEnt, ポテンシャルマップ

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 機械・社建棟 7 階 B709 TEL0836-85-9339

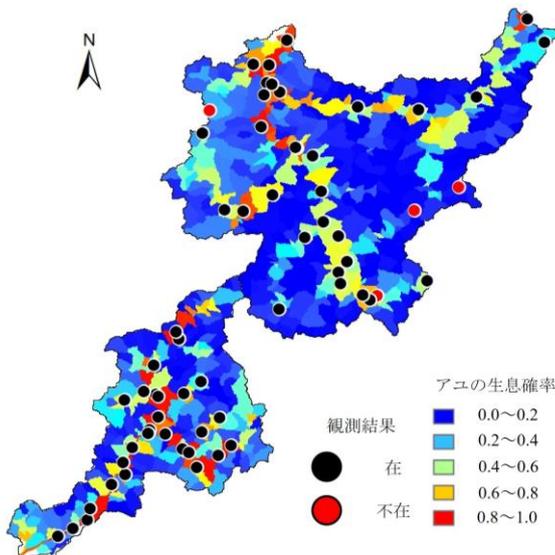


図-2 アユの生息ポテンシャルマップ及び観測結果

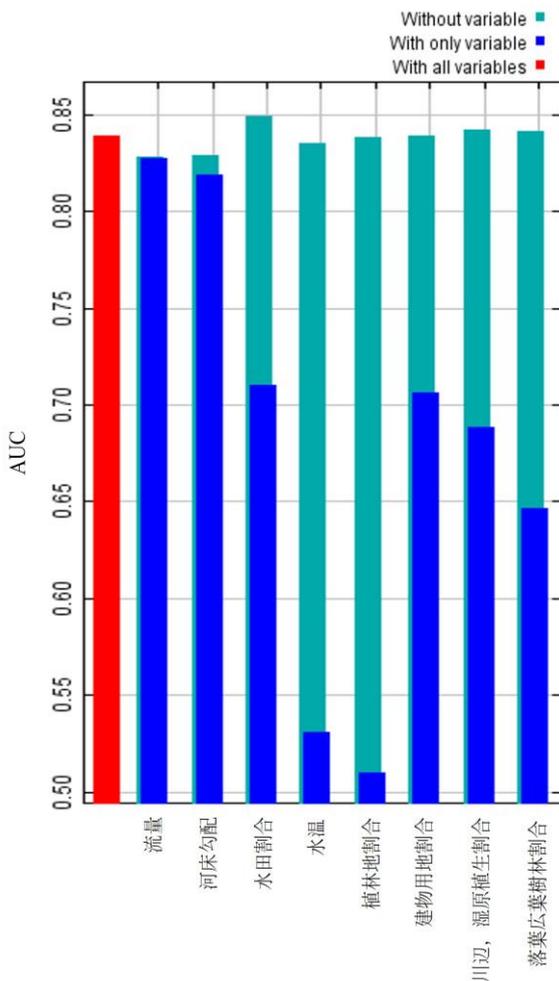


図-3 アユの解析におけるジャックナイフ検定の結果

ルを作成できた。また、MaxEnt による出力結果と環境 DNA 分析の結果を比較すると環境 DNA の未検出地点では解析結果におけるアユ存在確率も低くなっており、在のみの判別制度を評価した AUC では評価が困難であった不在データについても、環境 DNA 分析による真の不在

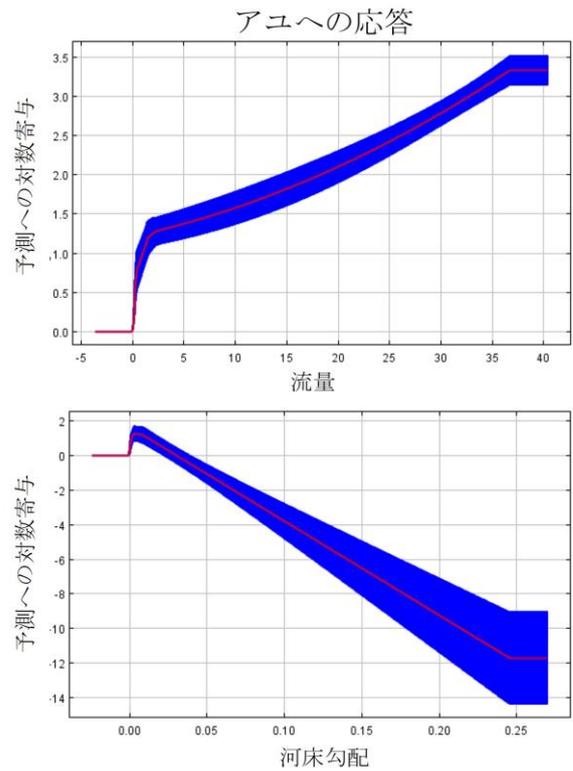


図-4 流量および河床勾配の予測結果への対数寄与

データを得ることで評価が可能となり、モデルの信憑性を高める結果が得られた。図-3 にジャックナイフ検定の結果を示す。ジャックナイフ検定の結果、流量は単一環境要因のみから得られる AUC の値が最も高く、他の環境要因と比較し、アユの存在確率を予測するに最も貢献度の高い環境要因であった。一方で、河床勾配はその環境要因のみを取り除いた場合の AUC の低下率が最も高く、他の環境変数には含まれない情報を有すると考えられ、アユの存在確率推定にあたり、重要度の高い環境要因であることが明らかとなった。また、重要な環境変数と考えられた流量および河床勾配の予測結果への対数寄与を図-4 に示す。二つの環境変数はアユの生息確率に強い相関を示しており、アユは流量が大きく河床勾配が緩やかな環境において生息確率が高いことが示された。

4. 結論

本研究では、環境 DNA 分析によって得られた魚類データを基に MaxEnt を用いて魚類生息ポテンシャルマップを作成することを目的とした。結果として、複数魚種において、予測モデルを作成することが可能であった。また、環境 DNA 分析結果を用いることで、不在データについても把握することができ、本手法がポテンシャルマップ作成に有用であることが示唆された。