

ランダムフォレストを用いた石垣島宮良川の淡水魚類群集評価 Assessment of freshwater fish communities in the Miyara River, Ishigaki Island using Random Forests

○笠原 太一¹・福田 信二²

○KASAHARA Taichi, FUKUDA Shinji

1. はじめに

石垣島宮良川には通し回遊魚や周縁性淡水魚などの異なる生活史を有する魚類やタウナギやタナゴモドキなどの絶滅危惧種が確認されており、多様な魚類相が発達している。一方、水資源開発のために河川人工構造物が建設されており、構造物および水利施設の運用により、周辺水域の物理環境動態や淡水魚類（特に通し回遊底生魚）に影響を及ぼしていると考えられるが、これらの関係性に関する調査事例は少ない。また、琉球列島の河川では、外来魚類の分布域拡大が懸念されている（立原，2006）。在来魚類の保全や外来魚類の駆除を計画・実行するうえで、外来種の分布や生息環境特性を理解することは重要である。そこで本研究では、石垣島宮良川流域における魚類相と物理環境の関係性について、現地調査結果（笠原ら，2023）に基づく定量評価を試みた。

2. 現地調査

宮良川は2つのダムと2つの頭首工を有する河川長約12 kmの島内最大の河川である。本研究では、宮良川に河川人工構造物や物理環境特性を考慮した水域区分を設定し、各区間で魚類生息環境調査を2019年2月、4月、10月、11月、2020年2月に実施した（図1）。本調査では、各調査区間で魚種を採捕し、同定の後に全長と体長を測定して個体数を記録した。その際、調査区間内の代表的な断面において、水温や塩分濃度、流速、水深、植生の割合および河床材料（巨礫、大礫、中礫、小礫、砂泥およびコンクリート）の割合を測定した。

3. 解析方法

各魚類群集を対象として、ランダムフォレスト（Breiman, 2001）を用いて回帰モデルを構築し、環境評価を試みた。モデルの応答変数は魚類群集の種数とし、説明変数には魚類生息環境調査で得られた物理環境、潮位、潮の干満および河口からの距離を用いた。k-分割交差検証を用いてランダムフォレストのハイパーパラメータである *mtry* および *ntree* の値を最適化した。具体的には、k-分割交差検証の分割数 *k* を2~10とし、それぞれについて乱数の種を1~50に設定して解析することにより、ハイパーパラメータを最適化してモデルを構築した。モデルの再現性は、RMSE (Root Mean Squared Error) を用いて評価した。

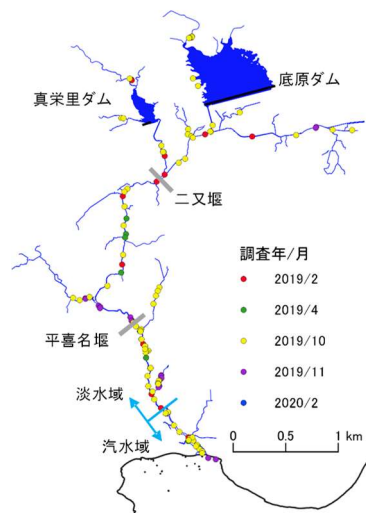


図1 調査地概要
Fig.1 Studying site in the Miyara River watershed

¹ 東京農工大学大学院連合農学研究科 United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology

² 東京農工大学大学院農学研究院 Institute of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

キーワード: 環境保全, 環境影響評価, 生態系, 生物多様性

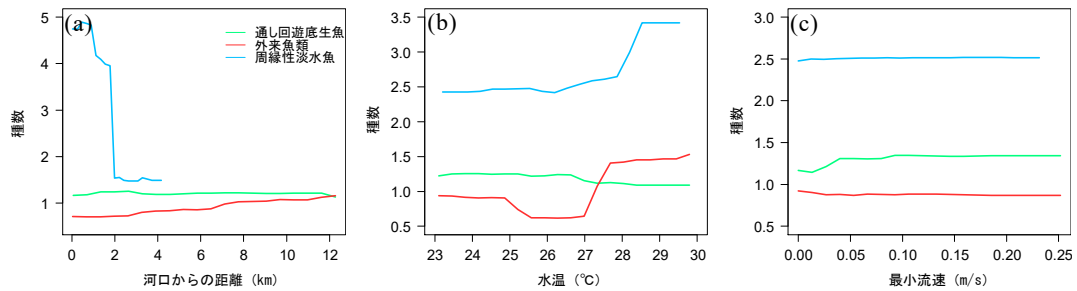


図 2 各魚類群集の応答曲線（緑：通し回遊底生魚；赤：外来魚類；青：周縁性淡水魚）

Fig.2 Response curves of each fish community (Green line: Benthic diadromous fish; Red line: Exotic fish; Blue line: Peripheral freshwater fish)

4. 結果と考察

周縁性淡水魚に関する最適なハイパーパラメータは、 $mtry=10$ および $ntee=700$ であり、RMSE は 2.732 ± 0.003 であった。変数の重要度では、河口からの距離が最も重要な変数であり、次いで、塩分濃度と水温の重要度が高かった。応答曲線の結果から、河口から距離が遠くなるにつれて種数は減少していった（図 2a）。また、水温では、水温が高くなるにつれて種数は増加傾向を示した（図 2b）。水温が高い水域は、ダム湖を除くと、汽水域のなかでも海域に近い河口部であり、ギンガメアジやオニカマスなどの主に海域に生息する魚種が多く確認されたため、比較的水温が高い水域で種数が増加したものと考えられる。

通し回遊底生魚に関する最適なハイパーパラメータは $mtry=1$ および $ntee=900$ であり、RMSE は 0.718 ± 0.009 であった。変数の重要度では、最小流速が最も重要な変数であり、次いで、最大流速と断面平均流速の重要度が高かった。応答曲線によると、最小流速では 0.09 m/s 以上で種数が増加傾向にあった（図 2c）。高流速域に生息していた魚類はヨシノボリ属およびボウズハゼなどの高い流速耐性を有している魚類であり、流速耐性を有している魚類が複数種確認されたことに起因すると考えられる。

外来魚類に関する最適なハイパーパラメータは $mtry=10$ および $ntee=200$ であり、RMSE は 0.704 ± 0.034 であった。変数の重要度では、水温、河口からの距離、大礫割合の順に重要度が高かった。水温の応答曲線によると、 $25 \sim 27^\circ\text{C}$ で種数は減少しており、これらの水温帯は淡水感潮域で多く確認されていた（図 2b）。季節的な流量変化や潮汐によって、感潮域の水温や塩分濃度が変動することにより、外来魚類の分布拡大を抑制している可能性があることから、感潮域の物理環境条件のダイナミクスを考慮した生息環境評価が必要である。

5. おわりに

本研究では、石垣島宮良川に生息する魚類群集の空間分布と生息環境特性について報告した。各魚類群集の空間分布と物理環境に関する解析の結果から、種数推定に重要な変数が明らかになり、応答曲線からは種数に影響を及ぼす環境条件が明らかになった。今後の課題として、河川人工構造物に起因する河床地形特性を含む河川環境の時空間動態をモデル化し、魚類の種分布モデルと組み合わせることによる定量評価が挙げられる。

引用文献

- Breiman, L (2001): Random Forests, *Mach. Learn.*, 45(1), pp. 5-32.
 立原一憲 (2006) : 沖縄県における外来魚の侵入と生態系の攪乱に関する研究, 平成 15 年度～平成 17 年科学研究費補助金 (基盤研究 (C)) 研究成果報告書.
 笠原ら (2023) : 石垣島宮良川流域の物理環境および魚類相の流程分布と河川横断構造物の影響, 土木学会論文集, 79(1), 1-7