

石垣島宮良川における河川人工構造物の魚類への影響 Impacts of River Structures on Fish in the Miyara River System in Ishigaki Island

○笠原 太一¹・福田 信二²

○KASAHARA Taichi, FUKUDA Shinji

1. はじめに

琉球列島では汽水域にマングローブ林などがあり、多様な魚類相が発達している(吉郷, 2014)一方で、農業生産のために頭首工やダム等が建設されている。これらの河川人工構造物は魚類などの様々な水生生物に対して影響を及ぼすことが知られている(用田ら, 2018)。特に、海と川を行き来する通し回遊魚に対しては移動の阻害の要因となり、生息分布に負の影響を及ぼすと考えられる。また、これらの構造物とその運用により、汽水域～淡水域の物理環境動態に影響を与えているが、人為的な物理環境の変動と魚類の応答行動の関係性について、水利施設の影響を考慮して調査した事例は少ない。そこで本研究では、石垣島南部の宮良川における通し回遊魚の空間分布と物理環境の関係を明らかにすることを目的とする。

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12kmの島内最大の河川である。本研究では、宮良川に計94地点の調査区(区間長約20m)を設定し、各地点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。魚類生息環境調査では、各調査区間内でタモ網や投網, 刺網等を用いて採捕し、種の同定の後、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, 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

本研究では、河川人工構造物の影響を最も受けると考えられる通し回遊魚を対象として、ランダムフォレスト(Breiman, 2001)を用いた生息場モデルを構築し、応答曲線と変数の重要度を算出して生息環境評価を行った。モデルの応答変数は通し回遊魚の種数とし、説明変数には流速と水深の最大値, 平均値, 最小値と, 流量, 植生, 6種の河床材料および河口から調査地点までの距離を用いた。さらに、ランダムフォレストのハイパーパラメータである $mtry$ の値を最適化するために、k-分割交差検証による精度比較を行った。全データ($N=94$)をトレーニングデータとテストデータに7:3の割合で分割し、トレーニングデータの分割数を2~10とし、それぞれの分割時に $mtry$ の値を1~10と変化させ、検証データに対して最も精度の高い $mtry$ を求めた。そして、それぞれの分割時に最適化されたモデルに対してテストデータを用いて検証を行い、最も精度の高い $mtry$ の値を最終的なハイパーパラメータとして採用し、全データを用いてモデルを再構築した。モデルの再現性は、RMSE(Root Mean Squared Error)を用いて評価した。

4. 結果と考察

本調査結果から、通し回遊魚17種, 625個体が確認された。確認された通し回遊魚の種数が

¹ 東京農工大学大学院農学府 Graduate School of Agriculture, 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: 水生生態系, 水環境, 生物多様性, 環境影響評価, データ駆動解析

2種以上4種未満の地点は、平喜名堰下流域で13地点、平喜名堰～二又堰区間で8地点、二又堰～ダム区間で5地点、ダム上流域で7地点であった。また、4種以上確認された地点は、平喜名堰下流域で3地点、平喜名堰～二又堰区間で4地点であったが、二又堰～ダム区間、ダム上流域では確認されなかった（図1）。

k-分割交差検証より、最適なハイパーパラメータとして $mtry=1$ が選ばれ、精度（RMSE）は1.38であった。変数の重要度では、小礫の割合（%）が最も重要な変数であり、次いで、最大水深（cm）、河口からの距離（km）の重要度が高かった。応答曲線によると小礫の割合（%）では、小礫の割合が大きい環境で生息場ポテンシャルが高くなる傾向があった。小礫の割合が大きい環境では、通し回遊魚のうちチブモドキやオウギハゼなどが確認されており、これらのハゼ科の生息には一定の小礫が必要である可能性が示唆された（図2）。最大水深（cm）では50～100cmの地点で生息場ポテンシャルが高かった。水深が比較的大きい環境では、ユゴイやオオクチュゴイなどが確認されており、これら遊泳性の魚種が生息するには一定の水深の確保が重要であると考えられる（図3）。河口からの距離（km）では、河口から3.3kmの地点で生息場ポテンシャルの値が最大値を示しているが、3.3km以降に顕著に減少した。河口から3.3kmの地点には平喜名堰があり、河川人工構造物が通し回遊魚の遡上を阻害し、生息範囲に影響を与えている可能性が示唆された（図4）。

5. おわりに

本研究では、宮良川での物理環境の通し回遊魚に対する影響について報告した。通し回遊魚の空間分布から、河川人工構造物の区間ごとに魚種構成が異なることが明らかになった。また、変数の重要度と応答曲線から、小礫割合と最大水深が一定以上の環境で通し回遊魚の種数が多様となり、河川人工構造物が通し回遊魚に対して影響を与えることが示唆された。しかし、河川人工構造物の上流域で確認された魚種に関しては、堰の開閉時や増水時に遡上した可能性があるため、平水時の魚道の性能評価とともに移動阻害要因の解消が求められる。

引用文献

Breiman (2001): Random forests, *Machine Learning*, 45, 1, 5-32.

用田悠介, 鹿野雄一, 阿部信一郎, 井口恵一朗, 棗田孝晴

(2018): 河川工作物による環境変化が淡水魚類群集に及ぼす影響, *応用生態工学*, 21(1), 17-28

吉郷英範 (2014): 琉球列島産陸水性魚類相および文献目録, *Fauna Ryukyuna*, 9, 1-153

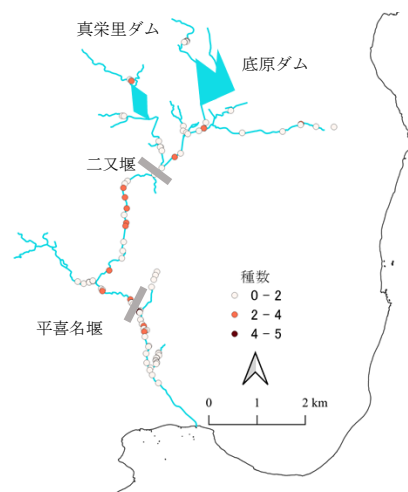


図1 通し回遊魚の空間分布

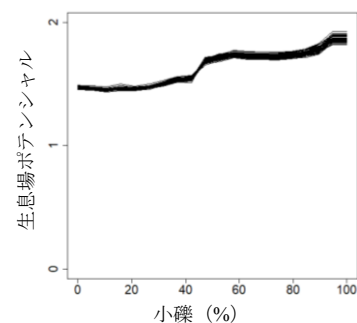


図2 小礫割合の応答曲線

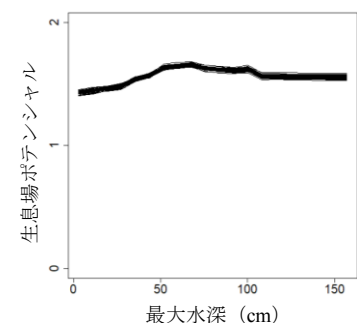


図3 最大水深の応答曲線

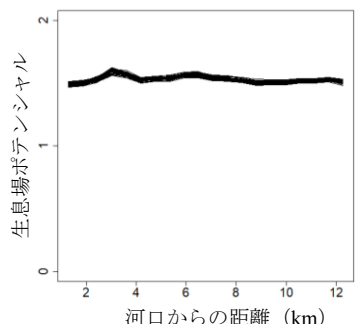


図4 河口からの距離に関する応答曲線