

一次元水理モデルと生息環境統計値を用いた淡水魚類の分布推定

Estimation of freshwater fish distributions using a 1D hydraulic model and habitat statistics

○近藤雅人¹・福田信二²

○KONDO Masato・FUKUDA Shinji

1. はじめに

東京には多数の湧水が存在し、都市開発の進む地域においても多様な生物の重要な生息環境が残存していることが知られている。既往の研究から、東京都国立市を流れる湧水起源の矢川には、都市小河川であるにもかかわらず絶滅危惧種ホトケドジョウ (*Lefua echigonia*) を含む淡水魚類が生息していることが明らかになっている (大平ら, 2008)。一方、矢川は流量の増減が大きいことから、流路内の物理環境が大きく変動することが予想されるため、矢川全体における物理環境特性のダイナミクスとそれに対する生物の応答 (例えば、魚類相や流程分布等の変化) について評価する必要がある。そこで本報では、矢川における網羅的な生態水理解析を目標に、地形測量と毎月の定点水理調査に基づく水理解析プログラムの構築と簡易的な生息場解析による生態環境評価の結果について報告する。

2. 方法

2.1 調査概要

矢川は、立川段丘崖下の湧水を水源とし、青柳段丘崖先で府中用水に合流する延長約 1.3 km の小河川である。府中用水との合流地点から最上流部の間に調査断面を 108 地点設定し、2018 年 5 月に地形測量を実施した。また、対象水域内に区間長 10 m の調査区を 15 地点設定し、同年 1 月から 12 月にかけて月 1 回の魚類生息環境調査を実施した。後述する各種の解析には、統計解析ソフト R (R Core Team, 2018) を使用した。

2.2 魚類生息環境調査

調査区の上下流に定置網を設置し、タモ網を用いて 2 人×10 分間の努力量で魚類採捕を実施した。採捕した魚類は種を同定し、全長および体長の計測を行い、その場に放流した。その後、調査区内 5 m ごとの 3 断面 (0 m, 5 m, 10 m) に等間隔な 5 点の測点を設定し、水深を金尺で計測した後、流速は電磁流速計 (KENEK, LP30) を用いて計測した。また、各断面の河床材料 (大礫, 中礫, 小礫, 砂泥) および植生の割合を目視で計測した。

2.3 地形測量

現在、魚類相調査を実施している断面を基本とし、地形や水路形状が大きく変化する地点において、横断面に 7 点~15 点の測点を設定し、水深と流速、植生被度、河床材料の割合を記録した。

2.4 水理解析

本研究では、地形と水面勾配は変化せず、全ての区間を等流と仮定し、矢川内の流況を解析した。地形測量の結果から得られる標高と水位の縦断分布図を用いて、水面勾配や通水断面積、潤辺、径深を計算し、マンニングの平均流速公式と実測流速から推定粗度係数を

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 Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology

キーワード: 生態系, 水環境

求めた。続いて、マニング・ストリクターの式で求めた各粒径区分の粗度係数と同区分の断面内被覆面積による重みづけ平均により、合成粗度係数を算出した。粗度係数は推定粗度係数と合成粗度係数を使用し、平方平均二乗誤差（RMSE）により再現性を比較した。

2.5 在／不在の推定

魚類生息環境調査の結果から、アブラハヤ（*Phoxinus lagowskii steindachneri*）とカワムツ（*Candidia temminckii*）、ホトケドジョウの3種が確認された地点における流速および水深の第一・第三四分位に基づいて、同範囲内の水理環境を有する断面は対象種が出現すると仮定し、矢川全体で在／不在推定を行い、混同行列を用いた評価指標により再現性を評価した。

3. 結果と考察

水理解析の結果を比較したところ、推定粗度係数を用いた解析で誤差が小さくなった（Fig. 1）。しかし、この粗度係数は一般的な値（小松ら，2011）から乖離しており、その原因として植生やリター、流木等が粗度として考慮されていないことや流れが不等流である部分が存在すること等が挙げられる。

在／不在推定は、不在の正答率が高いものの、在の正答率が低かった（Fig. 2）。これは、対象種が矢川の幅広い環境で採捕され、不在と仮定した条件内にも在データが多く含まれたことや同一の調査区間内に多様な水理環境を有する断面が存在していたことに起因すると考えられる。

4. おわりに

本研究では、等流を仮定した簡易的な一次元水理モデルによって矢川全体の流況の推定を試みた。本モデルでは水生植物が流れに与える影響を考慮しておらず、河床材料のみに基づく粗度係数を用いているため、流速を過大評価している区間・時期が存在した。そのため、今後の課題として非定常不等流解析への拡張が挙げられる。また、既往の定期調査の結果に基づいて、魚類の生息種数を推定した結果、水深と流速の統計値による簡易的な在／不在推定では、再現性が不十分であったため、機械学習等による高精度空間分布モデルの必要性が示唆された。今後は、以上の解析を統合した統合生態水理モデルを構築し、矢川全体の生息環境ポテンシャルの時系列変化を評価する予定である。

引用文献

大平ら（2008）低標高小流域における魚類の流程分布と環境条件，環境情報科学論文集 22，pp.175-180
 小松ら（2011）新編水理学，理工図書株式会社，pp.73

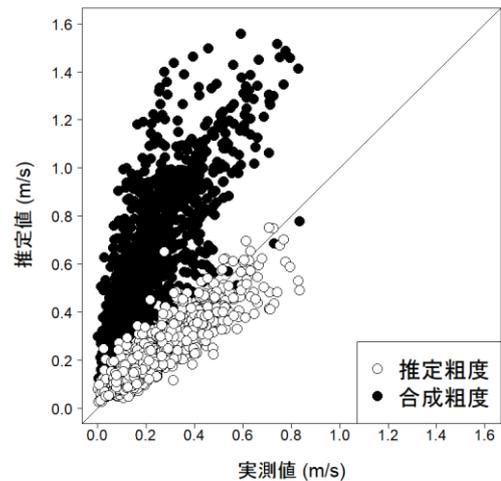


Fig.1 流速の解析結果

| | | 実測 | |
|----|----|-----|-----|
| | | 在 | 不在 |
| 推定 | 在 | 54 | 178 |
| | 不在 | 264 | 584 |

| | | 実測 | |
|----|----|-----|-----|
| | | 在 | 不在 |
| 推定 | 在 | 60 | 153 |
| | 不在 | 351 | 516 |

| | | 実測 | |
|----|----|-----|-----|
| | | 在 | 不在 |
| 推定 | 在 | 93 | 117 |
| | 不在 | 321 | 549 |

Fig. 2 対象魚の在／不在の推定結果
 （上：アブラハヤ；中：カワムツ；
 下：ホトケドジョウ）