

室内観察実験によるウグイの遡上行動特性

木更津工業高等専門学校 学生員 ○小野 敦子
木更津工業高等専門学校 正 員 石川 雅朗

1. はじめに

魚道の出口は取水口への迷入や吸引を避けるように考慮して設置されている¹⁾。現在、ほとんどの魚道設計において、魚道出入口の位置選定は専門家の経験的な知見に基づき行われている。このような流れの影響が大きく関与する現象について、石川らは向流性モデルを追加した魚群行動の個体ベースモデルの適用による、システム工学的な設計を提案している²⁾。石川らの向流性モデルは、魚は流れに定位して遡ることを基本とし、流れに抗しきれない場合にはより流速の小さい場所へ移動するというものである。本研究では向流性モデルのアルゴリズムの改良と予測精度の向上を図るために、供試魚としてウグイ *Tribolodon hakonensis* を用いた、流れ場における室内魚群行動観察実験を実施して、流速ベクトルに対する個体(供試魚)の挙動、遡上経路選択について評価した。

2. 方法

全長 10 m×幅 0.8 m×高さ 0.6 m の室内水平実験開水路の 1.8~4.4 m の区間に 0.4 m 間隔でアクリル製ユニット(L 0.4 m×W 0.1 m×H 0.2 m)6 個を配置した(図-1)。水理条件は水路下流端の水深 $H=0.15$ m, 流量 $Q=0.012$ m³/s とした。実験水路の下流端 0 m から上流 6.9 m までの区間を観察水域として、

体長 10 cm 程度のウグイを 10 尾放流し、天井に固定した 4 台のビデオカメラで魚群行動を録画した。この映像から魚の頭部位置の XY 座標データを 1 秒間隔で抽出した。なお、座標データに含まれる視差による歪みは、アフィン変換を適用して補正した。

また、魚群行動観察と同じ水理条件を用いて、観察水域内の 5 cm メッシュの格子点、全 1821 ヶ所において、電磁流速計で流速を測定した。

遡上経路の選択を評価する指標として、現時刻位置から次時刻位置へと向かう個体の進行方向を、現時刻の「進行ベクトル」とし、流速ベクトルを基準とした進行ベクトルの方向を「進行角」と定義した(図-2)。

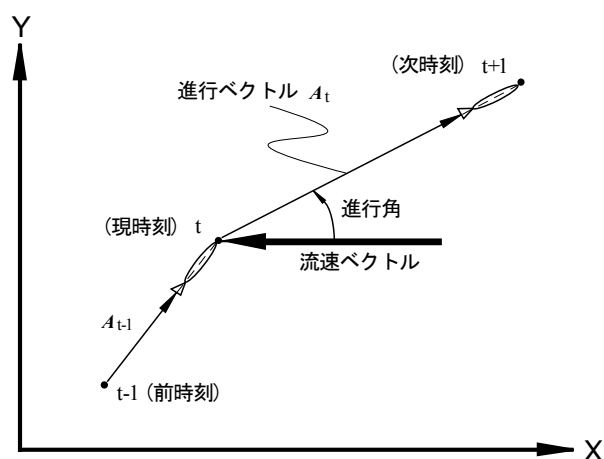


図-2 進行角の定義

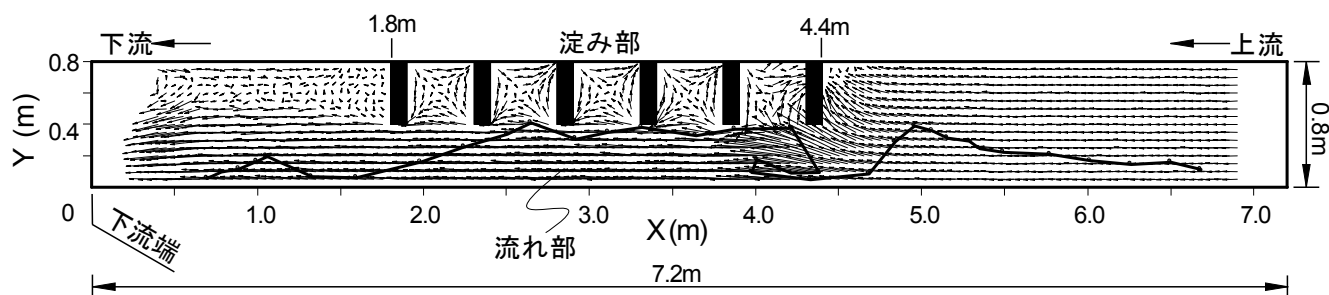


図-1 流速分布・遡上経路

キーワード 向流性, ウグイ, 遡上経路, 流速ベクトル, 魚道, 魚群行動

連絡先 〒292-0061 千葉県木更津市岩根 2-1-22-24 小野 敦子 TEL 090-6113-3404

3. 結果

実測した二次元の流速値を流速ベクトルにして図-1に示した。ユニットを挿入した中流部は淀み部と流れ部に二分され、最上流に配置したユニット付近で水路幅の急縮により流速最大値 0.37 m/s が発生した。図-3 は現時刻の魚の位置を原点とし、対応する流速ベクトルを基準軸とした場合の、次時刻(1 秒後)の魚の位置の分布を示した図である。流れに対する左右のばらつきを示す Y 成分は ± 0.1 m の範囲に全データの約 80 %が集中した。図-4 は流れの流速値とそれに対応する魚の進行角の関係を示した図である。進行角 0 rad は流れに抗して進むことを意味する。進行角の分布は $\pm \pi/6$ rad の範囲に全データの 75 %程度が集中し、流速値の分布においては 0.2 m/s および 0.5 m/s 付近を中心とする 2 つのピークが確認された。また流れに対する魚の進行速度の分布は明確な正規分布であることが確認された(図-5)。

4. 考察

現地魚道実験結果³⁾と同様に、流速分布に緩急がある場合、個体は流れの緩急の境目で相対的に穏やかな経路を選択して遡上する。一旦、押し流された場合でも同様な経路を見出し遡上する。

魚は遡上行動時、流れに立ち向かう方向に遊泳する。その行動の選択頻度は 90 %以上となり、高い比率の向流性が確認された。図-4 で流速に対して 2 つのピークが確認されたことは、魚が遡上行動をとる場合、流れが速い場合だけではなく、相対的に遅い場合においても向流性を示すものと考えられる。

謝辞：本研究に対して有益な御助言を賜りました東京海洋大学東海正教授に深謝いたします。供試魚を提供していただいた千葉県内水面水産研究センター梶山誠氏、ならびに尾崎真澄氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 農林水産省構造改善局設計課：「頭首工の魚道」設計指針，(社)農業農村整備情報総合センター，pp.39, 1994.
- 2) 石川雅朗・足立 恒・平野弘晃：個体ベースモデルによる魚類生息環境評価手法の構築，河川技術論文集，第 7 巻，JSCE，pp.315-320, 2001.6.
- 3) 和田 清・小出水規行・石川雅朗・中村俊六：修正ラリーニア型舟通し魚道の流れ場と稚アユの遡上経路，水工学論文集，第 43 巻，JSCE，pp.983-988, 1999.

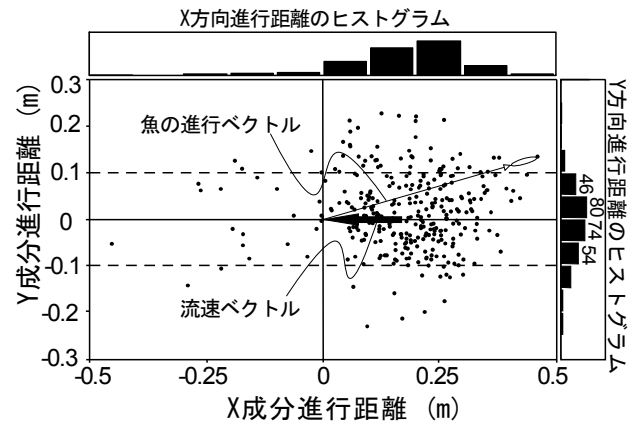


図-3 流れに対する魚の進行ベクトル分布図

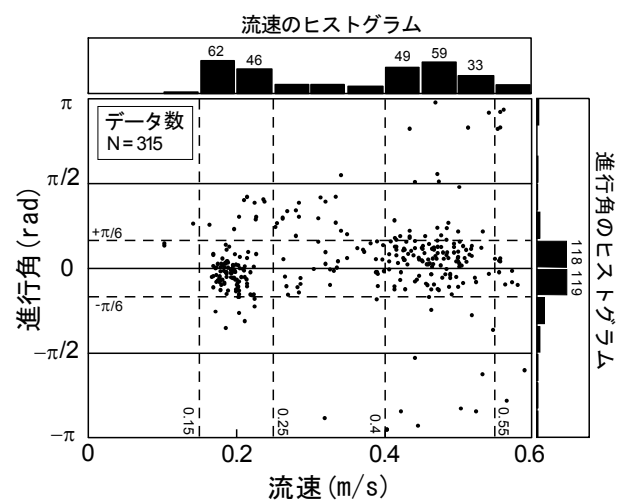


図-4 流れの流速と魚の進行角

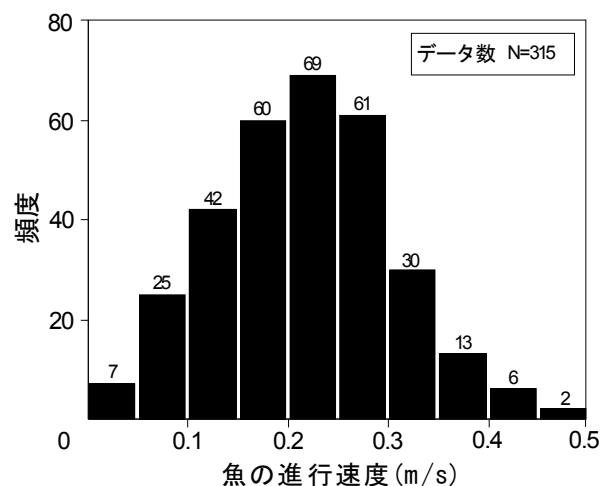


図-5 魚の進行速度の頻度分布図