

潜孔式魚道における潜孔内流速の変化が遡上特性に及ぼす影響

九州工業大学	学生会員	○関強志
九州工業大学大学院	学生会員	森悠輔
九州工業大学大学院	正会員	鬼束幸樹
九州工業大学大学院	フェロー会員	秋山壽一郎

1. はじめに

魚類の遡上および降下を助けるために魚道が設置されている。日本で設置されている多くの魚道は階段式魚道である¹⁾。階段式魚道には越流式があり、越流部の隔壁には通常、切り欠きと潜孔が設けられている。切り欠きと潜孔を有する魚道を用いて、潜孔内での魚の通過経路と流れ場に対応する遊泳速度との関係の研究は幾分行われており潜孔内の底面隅角部を選好し、突進速度に近い遊泳速度で通過することが示されている。しかし、潜孔内流速を系統的に変化させ、魚の遡上特性と水理特性とを比較した研究はほとんどない。本研究では、潜孔内流速を系統的に変化させ、水理量の変化が遡上特性に及ぼす影響を検討した。

2. 実験条件および実験装置

プール長 $L_x=0.9\text{m}$ 、魚道幅 $B=0.8\text{m}$ の3つのプールを、落差 $\Delta y=0.15\text{m}$ で連結させ、最上流のプールと二番目のプール間の隔壁に、一辺10cmの潜孔を設置した潜孔式魚道を実験に用いた。流下方向に x 軸、鉛直上向きに y 軸、横断方向に z 軸をとる。

平均体長 $\overline{B_L}=8.3\text{cm}$ のオイカワ50尾を用い、潜孔内の流速を $\overline{B_L}$ の3倍、7倍、10倍、13倍に変化させた4ケースの実験を行った。実験条件を表-1に示す。側壁および水路上部にそれぞれ設置したビデオカメラと最上流のプール内の潜孔出口より上流側に0.7m離れた位置に設置した水中カメラを用いて、オイカワ50尾の挙動を60分間撮影した。得られた画像から遡上時間および遡上数を計測し潜孔内の通過位置を抽出した。

潜孔の y 、 z 軸方向にそれぞれ3点のメッシュをとった合計9点において、3次元電磁流速計を用いて瞬間流速 U_m を0.05s間隔で25.6s計測した。

3. 実験結果および考察

(1) 潜孔内流速と遡上数との関係

図-1に6秒ごとの遡上数を使用したオイカワの尾数 ($N=50$) で除した値の時間変化を示す。なお t は時刻である。C3では6秒間に2尾以上のオイカワが遡上しているケースが頻繁に見られ、その最大値は11尾にもなる。また遡上が頻繁に行われている中に、遡上がまとめて行われている時間帯と遡上が行われていない時間帯とがある。ある魚が

表-1 実験条件

$U_m/\overline{B_L}$	3	7	10	13
case name	C3	C7	C10	C13

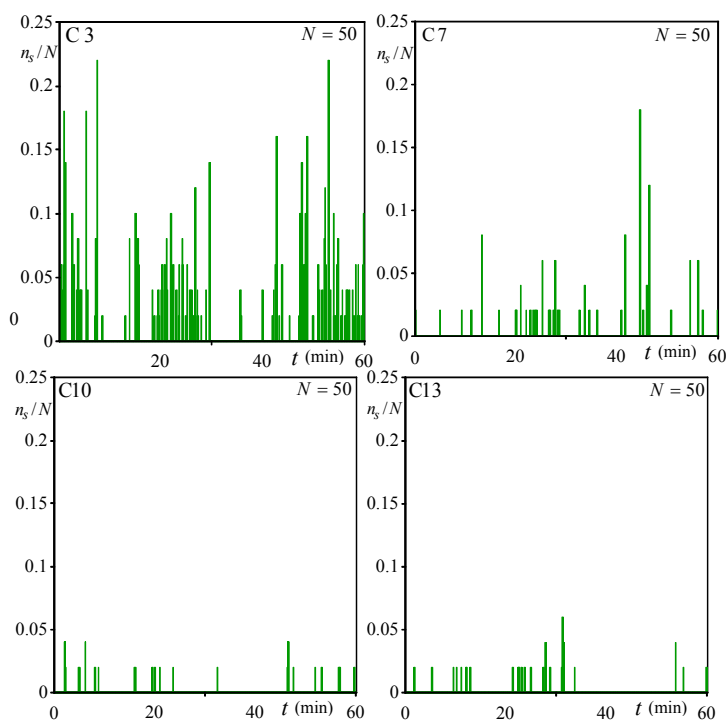


図-1 遡上時系列

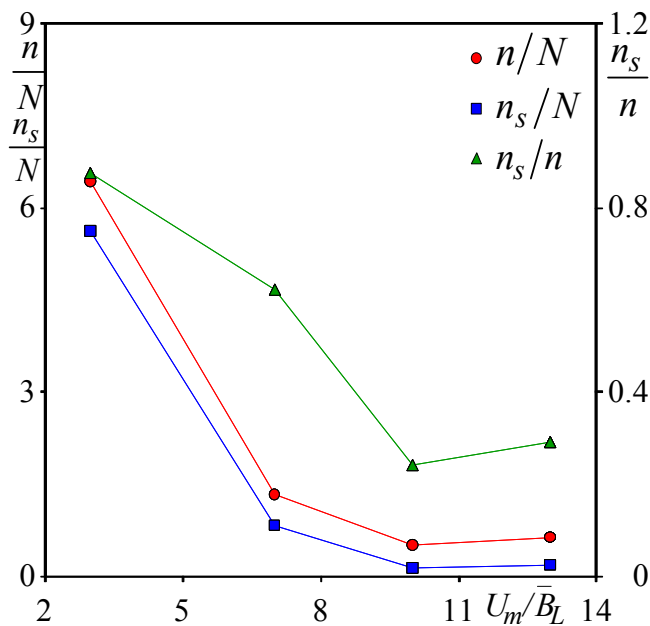


図-2 遡上・連続遡上数およびその比

遡上を開始すると、他の魚がつられて遡上を開始する特性を追随性と呼ぶ¹⁾。オイカワは追随性を持っており、ある魚が遡上するとそれに誘発されて遡上することがわかった。そこで、潜孔の入口を魚の吻端が通過してから1秒以内に次の魚の吻端が通過したものを連続遡上と定義する。C7では6秒間に2尾以上遡上しているケースは数回見られるが、その回数はC3と比べ激減しており、遡上が行われる時間帯にもばらつきが見られる。C10, C13においては遡上数はさらに減少し、6秒間に2尾以上の遡上はほとんど見られない。図-2に各ケースの遡上数 n 、連続遡上による遡上数 n_s を N で無次元化した値および n_s と n の比と潜孔内流速 U_m との関係を示す。ここで、遡上数は潜孔を通過した魚をすべて計測しており、降下した後、再び遡上した魚も計測しているため、 N で無次元化した値は1を超えている。C3のときに遡上数および連続遡上数は最も多く、C7からは両者とも激減している。C3における連続遡上数は遡上数の8割以上を占めており、潜孔内流速が速くなるに伴い、連続遡上数が低下したことで遡上数も低下したものと考えられる。

(2) 潜孔内における魚の遡上経路

潜孔の右岸側から z_o 軸、鉛直上向きに y_o 軸をとる。潜孔幅を L_{z_o} 、高さを L_{y_o} とする。図-3にC3, C7の潜孔部入口

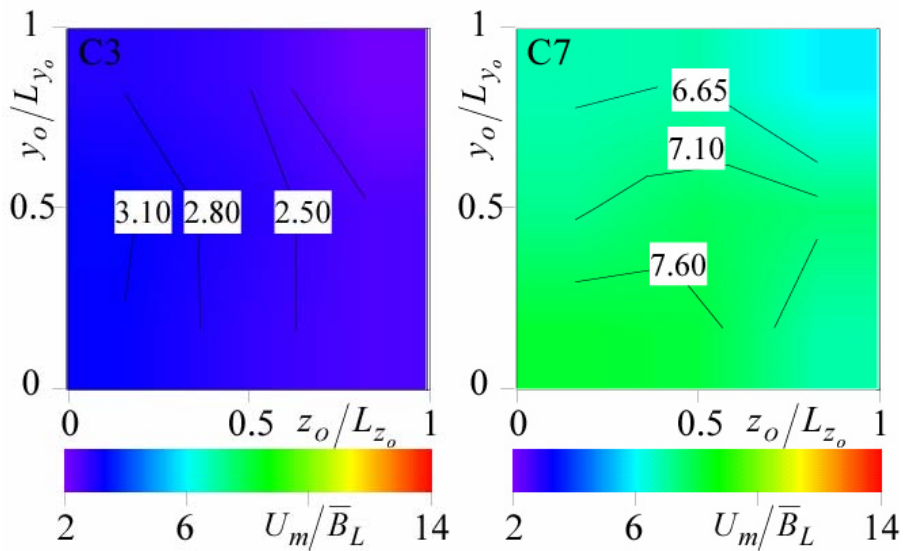


図-3 潜孔入口の流速コンター

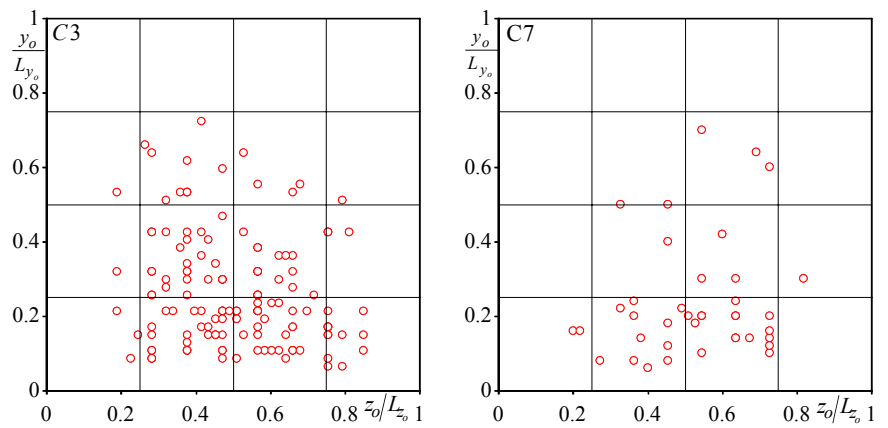


図-4 潜孔入口の通過経路

における流速を魚の平均体長 $\bar{B}_L$ で除した値のコンター図を示す。C3～C13の間で断面内に大きな流速の変化は見られない。図-4にC3, C7の潜孔部入口における魚の通過経路を示す。鉛直方向に着目すると、C3では通過位置が中央付近から底面付近の領域に集中しているのに対し、C7では底面付近、C10, C13では中央付近のみに集中している。また、横断方向に着目すると、すべてのケースにおいて通過位置が中央付近に集中している。泉ら²⁾は潜孔内を通過するアユ、ウグイの60%は潜孔底面隅角部を通過することを示したが、オイカワについては必ずしも当てはまらないことが解明された。ただし、通過位置が潜孔入口の横断方向中央部に集中している原因については不明である。

4. おわりに

本研究では潜孔内の流速を系統的に変化させ、オイカワの遡上特性と水理量との関係を検討した。これより以下の結果が得られた。

- (1) 潜孔内流速が増加するにつれて遡上数が減少することが確認された。これは潜孔内流速の増加に伴い、連続遡上数も減少するためである。
- (2) 他の魚がつられて遡上を開始する追随性があることが判明した。しかし、潜孔内流速が増加するに伴い、この性質は見られなくなる。
- (3) 泉ら²⁾は潜孔内を通過するアユ、ウグイの60%は潜孔底面隅角部を通過することを示したが、オイカワについては通過位置が横断方向中央部に集中しており、必ずしも当てはまらないことが解明された。ただし、原因については不明であり、今後、潜孔内の乱れや流向などを考慮した実験を行う必要がある。

参考文献

- 1) 中村俊六：魚道のはなし，山海堂，1995.
- 2) 泉完，高屋大介，工藤明，東信行：水工学論文集，第47巻，pp.763-768，2003.