

開水路に設置したワンド入口部の幅が増水時のオイカワの避難行動に及ぼす影響

九州工業大学大学院 学生会員
九州工業大学工学部 学生会員
九州工業大学大学院 フェロー会員

○ 宍戸陽
定地憲人
秋山壽一郎

九州工業大学工学部 学生会員
九州工業大学大学院 正会員

武田知秀
鬼束幸樹

1. はじめに

一生を河川で過ごす魚類にとって洪水による増水は彼らの生活を大きく変化させる要因となる．その際に魚類の避難場所として機能するものの一つにワンドが挙げられる¹⁾．

しかしながら，魚類のワンドへの進入や停滞に適しているワンド構造は解明されていない．

本研究はワンド部を有する開水路を用いて，ワンド入口部の幅を変化させ，オイカワ(*Zacco platypus*)の増水時の避難行動に及ぼす影響を解明した．

2. 実験装置および実験条件

図-1 に本実験で用いた開水路の概要を示す．開水路は本流部とワンド部に分けられ，本流部の横断方向幅 $B=0.60\text{m}$ ，ワンド部の横断方向幅 $B_w=0.20\text{m}$ として流下方向に x 軸，鉛直上向きに y 軸，横断方向に z 軸をとった．表-1 に実験条件を示す．ワンド入口部の幅 w を4通りに変化させた合計4ケースの実験を行った．実験は平均体長 $\overline{B_L}$ が 60mm のオイカワ ($N=20$)尾を挿入し 60s 間水路に馴致させた後に開始した．ベース流速 $U_m/\overline{B_L}=2.0(1/\text{s})$ で 30s 間通水した後，ピーク流速 $U_m/\overline{B_L}=10(1/\text{s})$ になるように 30s かけて徐々に増水させた．さらにピーク流速の状態を 120s 間続けた合計 180s 間の実験を行った．水深はベース流速時に 4cm ，ピーク流速時に 10cm であった．その様子を水路上部に設置した画素数 1440×1080 ，撮影速度 30fps のビデオカメラを用いて撮影した．撮影後， 0.2s ごとにキャプチャリングされた画像を基にオイカワの遊泳位置を算出する解析を行った．

開水路内の流速は3次元電磁流速計を用いて流速3成分を 0.05s 間隔で 25.6s 計測した．計測後 x, y, z 軸方向の時間平均流速 U, V, W および合成流速 $V_v=\sqrt{U^2+V^2+W^2}$ を算出した．

3. 実験結果および考察

(1) オイカワの存在位置

図-2 にオイカワの存在位置をケース別に示す．オイカワの存在位置は実験開始から 2s ごとにプロットされ座標化した．さらに「実験開始から増水開始まで($0 \sim 30\text{s}$)」，「増水開始から増水完了まで($30 \sim 60\text{s}$)」，「増水完了から実験終了まで($60 \sim 180\text{s}$)」のオイカワの存在位置をそれぞれ色別で示している．E-02～E-10 のようにワンド入口部の幅が広くなるにつれて多くのオイカワがワンドに進入している．また，E-10 を除いて増水完了後数秒してからワンド内部に進入していることが確認できる．また，E-08，E-10 では魚群で移動している様子が確認できる．

(2) 増水後の開水路内の流況

図-3 に E-02，E-10 における増水後の開水路内の流速ベクトルを示す．ワンド入口部の幅が開水路内の流況に与える影響を確認するため，同ケースのように本実験におけるワンド入口部の幅が最小と最大のケースを選定している．ワンド部を除く本流における流速および流向は両ケースとも同程度であり，本流部の横断方向の中心で $U_m/\overline{B_L}=10(1/\text{s})$ 付近の最大流速を示し壁面に近づくにつれて流速が減少している．流向は流下方向に対してほぼ平行であり，偏流や渦の存在は確認できない．一方，ワンド部の流速は本流部の流速と比較して著しく低下しており， $U_m/\overline{B_L}=1.0(1/\text{s})$ 程度であった．流向は，E-02 では本流部に向かって揃っているが，E-10 ではワンド入口部付近で渦の存在が確認できる．

(3) オイカワのワンド進入時刻と使用率

図-4 に 0.4s ごとのオイカワのワンド使用率をケース別に示す．ワンド使用率はワンドに存在するオイカワの尾数 n を実験に使用した尾数 ($N=20$) で除した値である．E-02，E-04 では $60 \sim 180\text{s}$ の増水完了後において最初の1尾がワンドに進入しているのに対して，ワンド入口部の幅が広い E-08，E-10 では $30 \sim 60\text{s}$ の増水中に最初の1尾がワンドに進入していることがわかる．ワンド使用率もワンド入口部の幅が広い E-08，E-10 で他のケースと比較して大きな値を示している．このように，ワンド入口部の幅が広いほどワンド使用率が大きくなるのは，ワンド

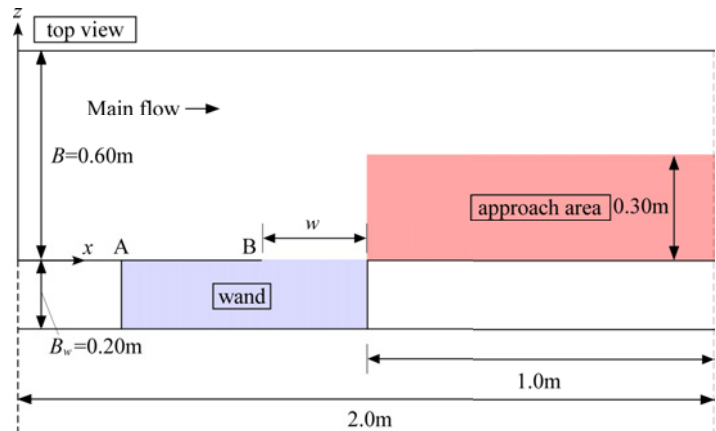


図-1 実験に用いた開水路の概要

表-1 実験条件

Case name	width of Entrance $w(\text{m})$	Breadth of main channel $B(\text{m})$	w/B
E-02	0.12	0.6	0.2
E-04	0.24		0.4
E-08	0.48		0.8
E-10	0.6		1

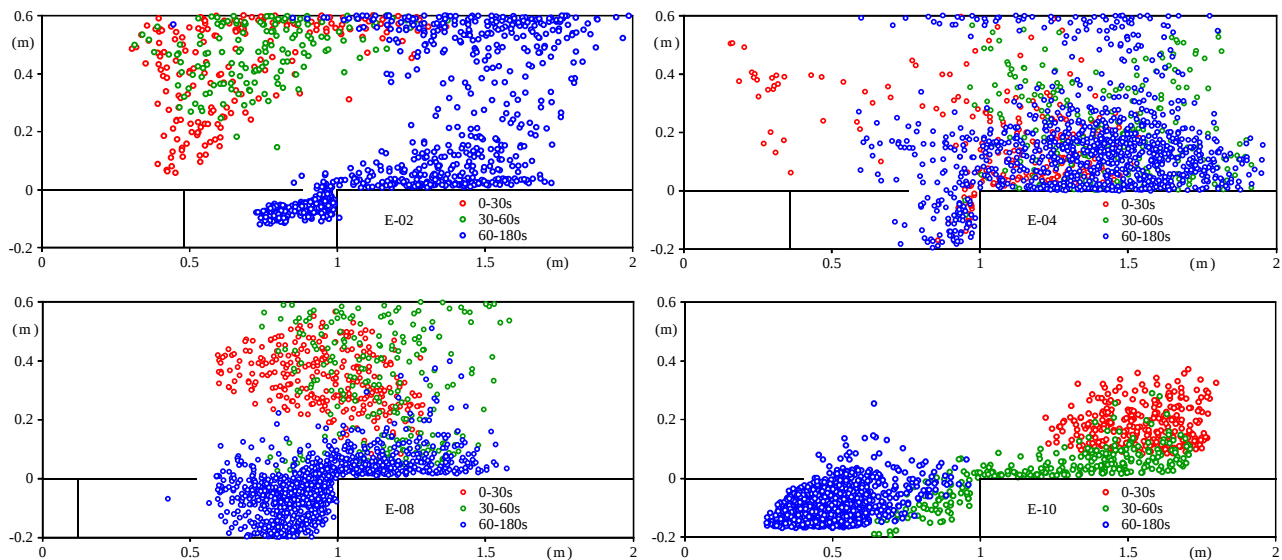


図-2 オイカワの存在位置

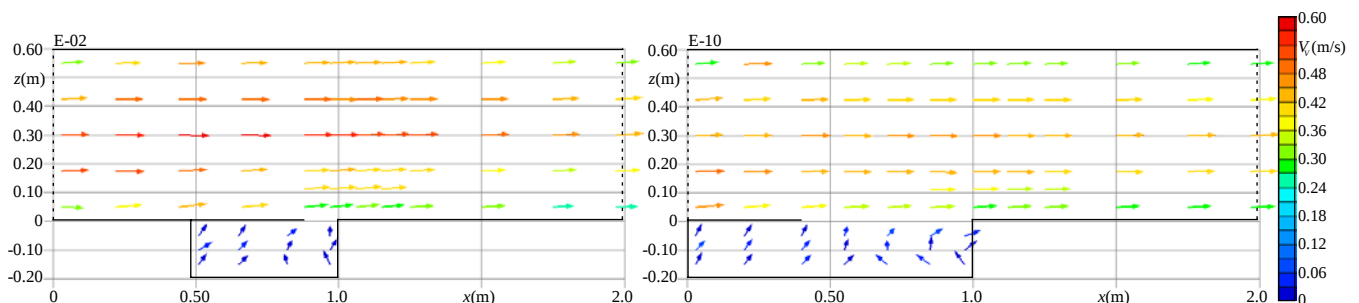


図-3 増水時の流速ベクトル

入口部の幅が広いほど遊泳中にワンドを見つけやすいということが考えられる．また，魚の追従性によってワンドに進入しようとする尾数が多いほどワンドに近づく尾数が増加するためワンドへの進入やワンド使用率が増加したと考えられる．

(4) アプローチエリア遊泳率

図-5 にオイカワのアプローチエリア遊泳率をケースごとに示す．アプローチエリアは $1 < x < 2$, $0 < z < 0.3$ の範囲とし，このエリアに存在するオイカワの尾数 n_a を実験に使用した尾数 ($N=20$) で除した値をアプローチエリア遊泳率としている．ほぼすべての個体はこのエリアを通過してワンドへ進入した．E-04 を除く他のケースにおいてアプローチエリア遊泳率は増水が進行するにつれて増加しており，60～180s の増水完了後に各ケースで最大値を示している．これも，ワンド入口部の幅が広くなるにつれて大きな値を示しており，オイカワにとって入口部の幅が広いことはワンドを発見しやすいことを示唆している．

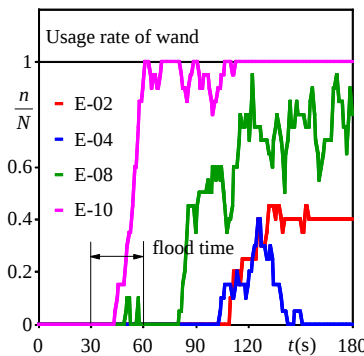


図-4 ワンド使用率

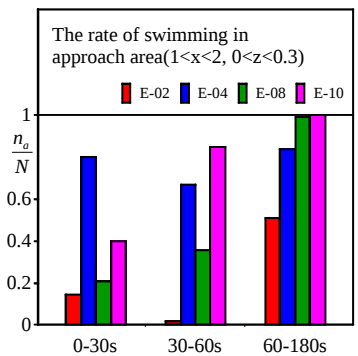


図-5 アプローチエリア遊泳率

4. おわりに

本研究はワンド部を有する開水路を用いて，ワンド入口部の幅を変化させ，オイカワの増水時の避難行動に及ぼす影響を解明したものである．その結果，以下の知見を得た．

- (1) ワンド入口部の幅が広いほどワンドに進入するオイカワの尾数が増加する．
- (2) ワンド入口部の幅が広いほどオイカワがワンドを発見しやすくなり，ワンド付近を遊泳する尾数が増加する．

参考文献

- 1) 東信行，鴨下真吾，佐原雄二，関泰夫，渡辺勝栄：増水時における河川魚類の挙動と河川構造山海堂，環境システム論文集，Vo1.27, pp.793-798, 1999.