

開水路に設置した遮蔽板の設置角度がオイカワの遊泳特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生会員 ○西川貴大
九州工業大学工学部 学生会員 泉孝佑
九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎

九州工業大学大学院 学生会員 定地憲人
九州工業大学工学部 学生会員 緒方亮
九州工業大学大学院 正会員 鬼束幸樹

1. はじめに

遡上行動が活発なアユやサクラマス等の稚魚などの水産上重要な魚類が、発電および農業用の排水口に迷入することが問題となっている¹⁾。魚類の迷入防止対策には①排水口周辺に障害物を設置し、魚を排水口に近づかせない方法②電気スクリーンのように排水口に近づいた魚に刺激を与え忌避させる方法③迷入した魚をバイパスに誘導させ、本川に戻す方法が存在する²⁾。迷入防止効果を高めるためには3つの方法を併用することが望ましいが、我が国では①、②の方法が多く採用されており、③の方法についての実用例は数少ない。

本研究では正の走流性をもつオイカワ (*Opsariichthys platypus*) を使用し、開水路に設置した遮蔽板の設置角度を系統的に変化させ、オイカワの遊泳挙動を追ったものである。

2. 実験装置および実験条件

図-1に本実験で用いた水路長 $L_x = 2.5\text{m}$ 、水路幅 $L_z = 0.8\text{m}$ 、高さ 0.3m の開水路の概要を示す。座標は水路左上端を原点として流下方向に x 軸、水路底面から鉛直上向きに y 軸、横断方向に z 軸をとった。水路の原点から横断方向 0.2m の地点に長さ 0.5m の仕切り板を設置し、仕切り板の右端から幅 0.1m 、高さ 0.15m 、厚さ 12.5mm の遮蔽板を所定の角度で約 25mm の間隔で設置した。また、仕切り板から左岸までの範囲を誘導域 (Induction Area) とし、仕切り板、遮蔽板および側壁で囲まれた範囲を進入域 (Entry Area) と命名した。表-1に実験条件を示す。遮蔽板の設置角度 θ (deg.) を 20° 、 30° および 40° の3通りに変化させて合計3ケースの実験を行った。また、1ケース中でオイカワの平均体長が $\overline{B_L} = 40\text{mm}$ と $\overline{B_L} = 80\text{mm}$ の場合でそれぞれ5回ずつ、合計10回実験を行った。これは魚の尾の振り幅は体長の $1/2$ を超えないということから³⁾、体長の大きいオイカワは小さいオイカワより2つの遮蔽板の隙間へ進入しにくいと予想されるためである。

斜めに連続して配置した遮蔽板の中心から流下方向に向かって 1.0m の位置を実験開始位置 (Initial Position) とし、そこに直径 0.25m の円形金網を配置し、オイカワを $N = 10$ 尾挿入した。Initial Position 付近における流速を約 24cm/s に維持し、オイカワを円形金網内で $5 \sim 10\text{s}$ 間馴致させた後に金網を取り上げ、実験を開始した。実験の様子は水路上部に設置した画素数 1440×1080 、撮影速度 30fps のビデオカメラで3分間撮影した。撮影後、オイカワの遊泳位置を 5s ごとに解析した。

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) 開水路内の流況

図-2(a)～(c)にEntry Areaを除く開水路内の流況をケース別に示す。本論文では合成流速 V_V が 0.15m/s 以下を低流速と定義する。遮蔽板近傍と右岸側側壁付近では低流速が確認できる。また設置角度の増加に伴い、遮蔽板近傍のEntry Areaに向かう流れが上流側に移動していることが確認される。

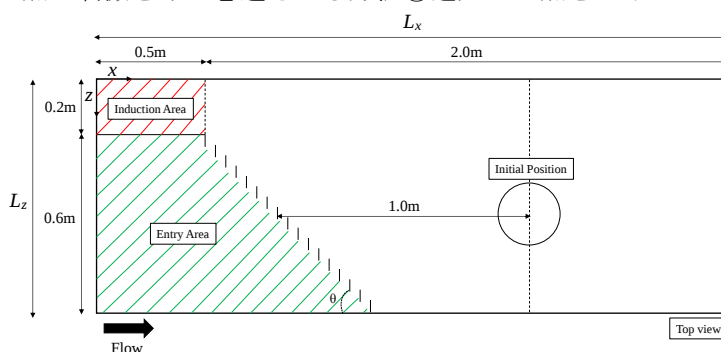
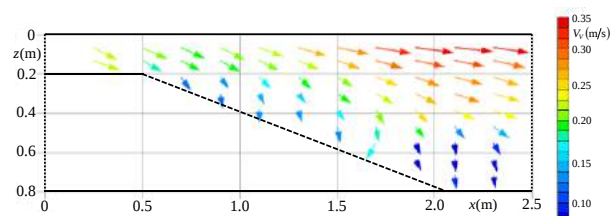


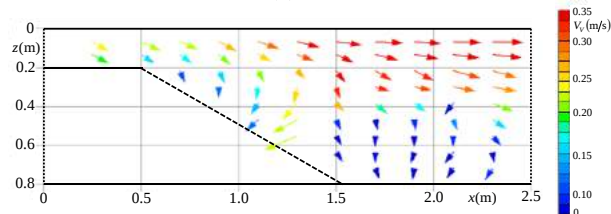
図-1 実験装置の概略図

表-1 実験条件

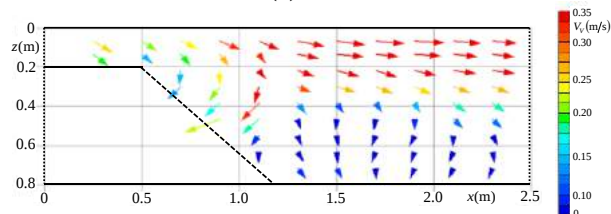
case name	setting degree θ (deg.)	body length B_L (mm)	velocity (cm/s)
d-20	20	40	24
		80	
d-30	30	40	
		80	
d-40	40	40	
		80	



(a) d-20



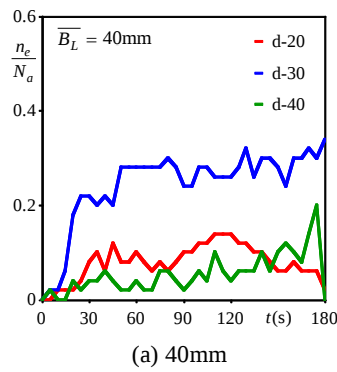
(b) d-30



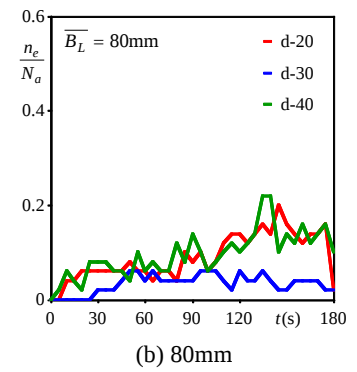
(c) d-40

図-2 Entry Areaを除く開水路内の流況

(a) d-20



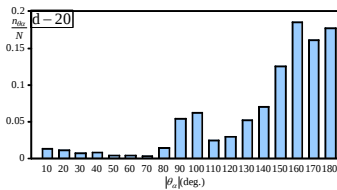
(a) 40mm



(b) 80mm

図-4 Entry Area 内の存在率の時間変化

(b) d-30



(c) d-40

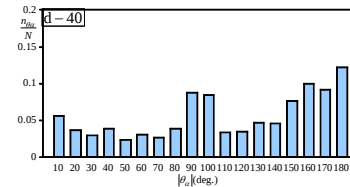


図-3 オイカワの瞬間遊泳位置

図-5 魚向の頻度分布

(2) オイカワの瞬間遊泳位置

図-3(a)~(c)に5sごとのオイカワの瞬間遊泳位置をケース別にプロットしたものを示す。赤色プロットは $\overline{B_L}=40\text{mm}$ 、緑色プロットは $\overline{B_L}=80\text{mm}$ のオイカワの遊泳位置を示している。遮蔽板近傍の低流速域においてオイカワの分布が集中していることが確認される。また体長の違いに着目すると、d-30のケースにおいて40mmのオイカワは80mmのオイカワと比べてEntry Areaに多く分布しているが、d-20およびd-40のケースでは40mmと80mmのオイカワの遊泳位置に明確な違いは確認されない。

(3) Entry Area内のオイカワの存在率

図-4(a), (b)にEntry Area内の存在率 n_e/N_a の時間変化を体長別に示す。オイカワの存在率はEntry Area内に存在した尾数 n_e を1ケースで使用したオイカワの全尾数 ($N_a=50$) で除したもので定義している。 $\overline{B_L}=40\text{mm}$ のd-30の場合に存在率が顕著に高いことが確認される。また実験時間中で存在率に大きな変化は見られないが、短時間で見ると存在率が上昇と下降を繰り返していることが確認される。これは、オイカワの魚群を形成する習性が強いために一度Entry Areaに進入したとしても、最終的に遮蔽板近傍にオイカワが集まる魚群の方へ向かったためと考えられる。

(4) オイカワの魚向頻度

図-5にオイカワの魚向の頻度分布をケース別に示す。ここで魚向をz軸負の方向を0°, z軸正の方向を180°の絶対値 $|\theta_\alpha|$ で定義する。また、任意の方向を向いたオイカワの尾数を n_{θ_α} と定義する。各ケース約150°以上で高い値を示していることが分かる。これは遮蔽板近傍にオイカワが多く分布し、その個体群が遮蔽板に向かって垂直に遊泳していたからと考えられる。また、遮蔽板の設置角度の増加に伴い魚向にばらつきが生じているのが確認される。

4. おわりに

本研究は開水路において遮蔽板を斜めに配置し、その角度を系統的に変化させオイカワの遊泳挙動を追ったものである。得られた知見は以下の通りである。

- (1) 遮蔽板の設置角度によらず遮蔽板近傍の低流速域にオイカワは集まる。
- (2) オイカワは魚群を形成する習性により、一度遮蔽板の隙間に進入しても、最終的に遮蔽板近傍に集まった魚群に引き寄せられる。

参考文献

- 1) 田子泰彦：発電用水路に迷入した魚類，富山県水産試験所研究報告，No.6, pp.25-35, 1995.
- 2) 関谷明，福井吉孝，下村充，打田剛：魚類の迷入とその防止方法，土木学会論文集，No.782, pp.81-91, 2005.
- 3) 中村俊六：魚道のはなし，山海堂，1995.