

照度および流速の変化がオイカワの遊泳特性に及ぼす影響

九州工業大学大学院 学生会員

○田島 怜太

九州工業大学大学院 正会員

鬼東 幸樹

1. はじめに

河川にダムや堰等が建設されると魚類等の遡上や降下が困難になるため、一般に魚道が併設される。魚類の遡上を促進させるためには魚道の入口に魚類を集める必要がある¹⁾。魚類の遊泳特性に影響を及ぼす要因として視覚情報があり、集魚方法として光を用いた魚類の行動制御の研究が行われてきたが、オイカワ (*Opsariichthys platypus*)等の河川魚を対象として照度と流速を変化させた際の遊泳特性との関係を解明した研究は少ない。

本研究では、流水中で照度と流速を変化させオイカワの遊泳特性に及ぼす影響を比較、検討した。

2. 実験装置および実験条件

図-1(a), (b)に実験装置の平面図と側面図を示す。実験には水路長 $L=2.0\text{m}$ 、幅 $B=0.5\text{m}$ および高さ 0.25m の開水路を用いた。開水路の水深 h は 0.1m に設定した。照明器具として、光量が調節可能な白色LED投光器を用いた。照明器具によって光を照射したエリアをbright areaとし、開水路の中央を分割する仕切り板を水面より上に設け、bright areaとdark areaを区別した。表-1に実験条件を示す。dark areaの照度は約30lxで統一し、bright areaの照度を1000, 3000, 5000, 7000および10000lxの5通り、体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}=1, 3, 5$ および7の4通りに変化させた合計20ケースの実験を行った。

実験には平均体長 $\overline{B_L}=60\text{mm}$ のオイカワを用いた。水路中央に直径0.25mの円筒形金網を設置し、オイカワ($N=20$ 尾)を挿入した。挿入後10s間馴致した後に金網を取り除くと同時に、水路上部に設置した画素数1440×1080、撮影速度30fpsのビデオカメラを使用してbright areaおよびdark areaを20分間撮影した。撮影後、動画を10s刻みに分割し、オイカワの遊泳位置を解析した。解析の際には、流下方向にx軸、横断方向にy軸をとった。

3. 実験結果および考察

(1) オイカワの両エリアの平均分布率

10sごとのbright areaおよびdark areaに存在するオイカワの尾数 n_B 、 n_D をそれぞれ実験に用いた尾数 N で除した n_B/N 、 n_D/N の平均値 $\overline{n_B/N}$ 、 $\overline{n_D/N}$ を bright area および dark area の平均分布率とした。図-2(a), (b)に bright area お

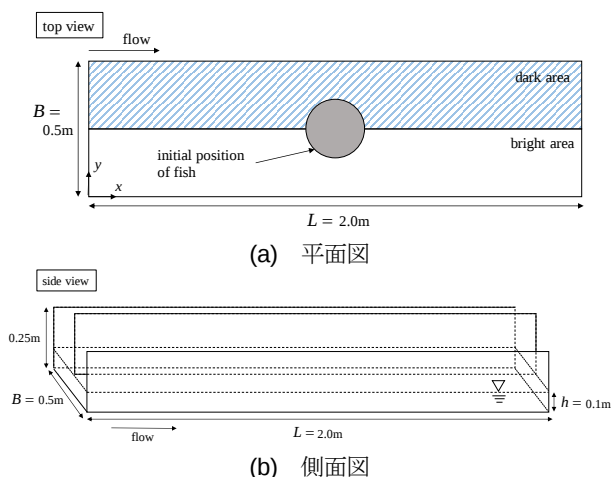


図-1 実験装置の概略図

表-1 実験条件

Iluminance (lx)	1000	3000	5000	7000	10000
$U_m/\overline{B_L}$ (1/s)					
1	L1000-V1	L3000-V1	L5000-V1	L7000-V1	L10000-V1
3	L1000-V3	L3000-V3	L5000-V3	L7000-V3	L10000-V3
5	L1000-V5	L3000-V5	L5000-V5	L7000-V5	L10000-V5
7	L1000-V7	L3000-V7	L5000-V7	L7000-V7	L10000-V7

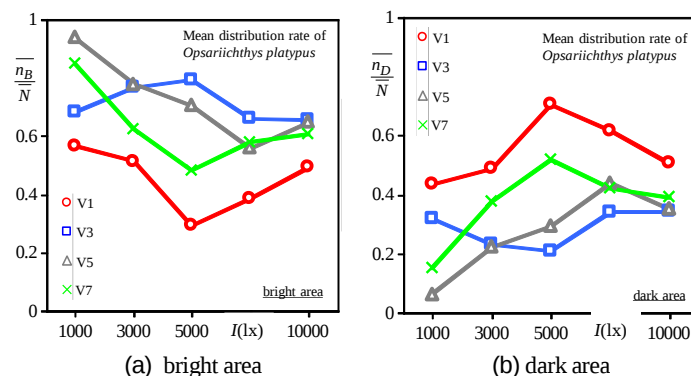


図-2 bright area および dark area における平均分布率

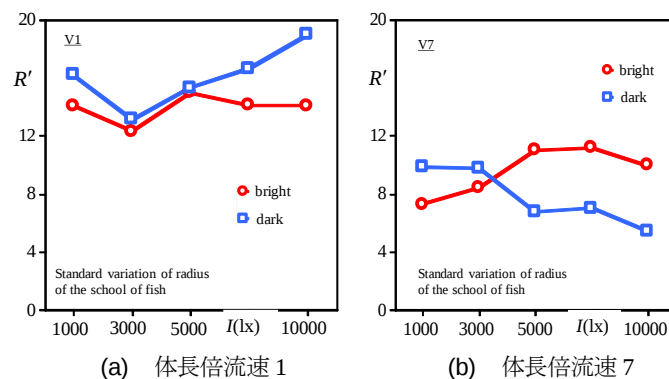


図-3 bright area および dark area における魚群半径の標準偏差

よび dark area における照度とオイカワの平均分布率 $\overline{n_B}/N$, $\overline{n_D}/N$ との関係体を倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ 別に示す。照度の増加に伴ってオイカワの bright area における平均分布率 $\overline{n_B}/N$ は減少傾向にある。一方、照度の増加に伴ってオイカワの dark area における平均分布率 $\overline{n_D}/N$ は増加傾向にある。また、体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ の変化に伴う bright area の平均分布率 $\overline{n_B}/N$ および dark area の平均分布率 $\overline{n_D}/N$ に顕著な傾向は見られない。

(2) オイカワの魚群半径

オイカワの位置する x 座標および y 座標のそれぞれの平均値にあたる座標を bright area および dark area において算出し、それぞれ魚群重心 C_B , C_D とした。魚群重心 C_B , C_D を算出した後、魚群重心 C_B , C_D とそれぞれのオイカワの位置との距離の平均値を bright area および dark area で算出しそれぞれ魚群半径 R_B , R_D とした。10s ごとの bright area および dark area それぞれにおけるオイカワの魚群半径 R_B , R_D を算出した後、それぞれの標準偏差 R_B' , R_D' を算出した。

図-3(a), (b) に体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ が最小および最大のケースの照度と魚群半径の標準偏差の関係をエリア別に示した。体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ が最小および最大のケースにおいて、両者とも照度の変化に伴う bright area および dark area の魚群半径の標準偏差 R_B' , R_D' に顕著な変化はみられない。一方、体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ が最小の場合は最大の場合と比較して bright area および dark area の魚群半径の標準偏差 R_B' , R_D' の値が高い値を示している。これは、体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ の値が低い方が高い場合と比較して、流速の影響を受けないに広範囲を遊泳するためと考えられる。

(3) オイカワの魚向頻度

水平断面内のオイカワの頭部と尻尾を結んだ線と流下方向に平行な直線とがなす角度を bright area および dark area のそれぞれの魚向 θ_B , θ_D として算出した。上流方向を θ_B , $\theta_D = 0^\circ$ とし、時計回りに 180° , 反時計回りに -180° とした。両エリアの魚向 θ_B , θ_D を算出した後、 10° ごとのそれぞれのエリアの魚向 θ_B , θ_D のデータ数 n_{θ_B} , n_{θ_D} を 10s ごとの bright area および dark area の各総データ数 N_{d_B} , N_{d_D} で除し、魚向頻度 n_{θ_B}/N_{d_B} , n_{θ_D}/N_{d_D} をそれぞれ算出した。図-4(a), (b) に体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ が最小および最大のケースの bright area における魚向頻度 n_{θ_B}/N_{d_B} を照度別に示す。照度の変化に伴う魚向頻度 n_{θ_B}/N_{d_B} に顕著な傾向は見られない。また、体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ が最大の場合と最小の場合において魚向頻度 n_{θ_B}/N_{d_B} に顕著な差は見られない。図-5(a), (b) に体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ が最小および最大のケースの dark area における魚向頻度 n_{θ_B}/N_{d_B} を照度別に示す。bright area の魚向頻度 n_{θ_B}/N_{d_B} と同様に、照度の変化に伴う魚向頻度 n_{θ_D}/N_{d_D} に顕著な傾向は見られない。また、体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}$ が最大の場合と最小の場合において魚向頻度 n_{θ_D}/N_{d_D} に顕著な差は見られない。bright area と dark area の魚向頻度 n_{θ_B}/N_{d_B} , n_{θ_D}/N_{d_D} を比較すると両者の魚向頻度に顕著な差は見られない。以上のことから、照度および流速の変化はオイカワの魚向頻度に影響を与えないと考えられる。

4. おわりに

本研究では照度および流速の変化が平均体長 $\overline{B_L} = 60\text{mm}$ のオイカワの遊泳適上特性に及ぼす影響についての解明を試みた。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) オイカワは、照度の増加に伴い光が照射されたエリアを遊泳する尾数が減少する。
- (2) 照度の変化に伴うオイカワの魚群半径の変動に顕著な変化はみられないが、流速が大きい場合と小さい場合を比較すると、流速が小さい場合の方が魚群半径の変動が大きい。
- (3) 照度および流速の変化はオイカワの魚向頻度に影響を与えない。

参考文献

- 1) 中村俊六：魚道のはなし、山海堂、1995。

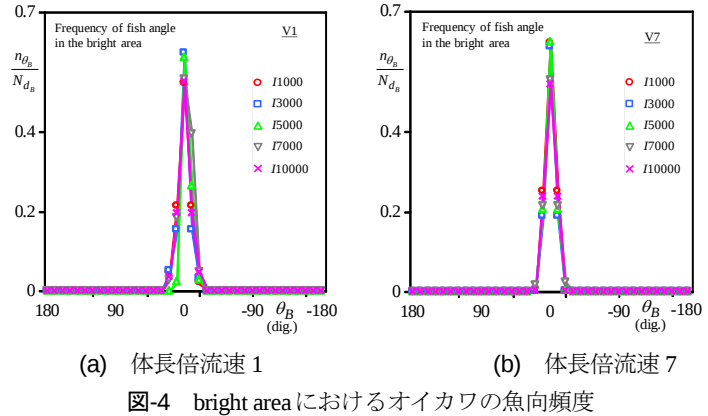


図-4 bright area におけるオイカワの魚向頻度

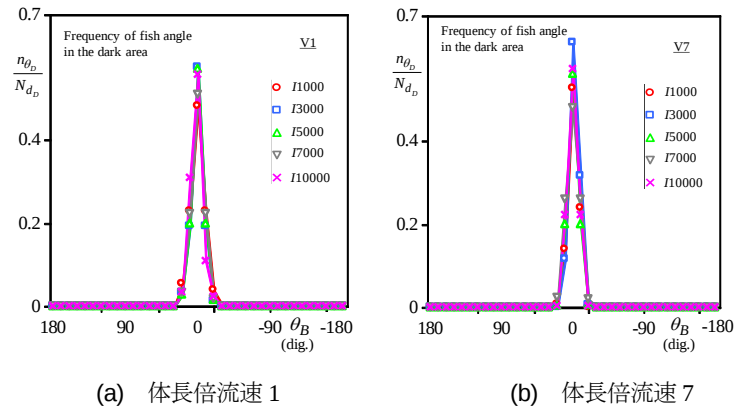


図-5 dark area におけるオイカワの魚向頻度