

魚巣ブロックの開口部形状がオイカワの休憩特性に及ぼす影響

九州工業大学 学生会員 ○渡邊杏咲

九州工業大学大学院 正会員 鬼東幸樹

1. はじめに

魚は遡上、逃避などの緊急時、疲労が蓄積しやすい普通筋を使用した後に休憩を必要とする。魚の避難・休憩場所を確保する手法の一つとして魚巣ブロックの設置が挙げられる。

平松ら<sup>1)</sup>は魚溜工の側岸に奥行き 0.5m 程の魚巣ブロックを設置すると、モツゴ、スゴモロコおよびスゴモロコ類が魚溜工を避難場所として利用すると報告した。中村ら<sup>2)</sup>は実験水路の片岸に設置した魚巣ブロックの開口部の大きさ、位置および魚巣内の礫の有無を変化させるとともに、流速を 0~1.0m/s の範囲で 4 段階に変化させ、5 魚種をそれぞれ 2 尾放流し、挙動を観察した。その結果、流速が 0.5m/s 以上で 4 魚種が魚巣ブロックに忌避すると報告した。以上のように、魚巣ブロックに関する研究・調査はある程度行われているものの、魚巣ブロックの幾何学形状について言及しているものはほとんど存在しない。本研究では魚巣ブロックの開口部形状を変化させ、オイカワの休憩特性に及ぼす影響について調査した。

2. 実験装置および実験条件

図-1 に実験に用いた長さ  $L=2.6m$ 、幅  $B=0.4m$  の水路の平面図を示す。水路始端右岸底面を原点とし、流下方向に  $x$  軸、 $x$  軸に直角上向きに  $y$  軸、横断方向に  $z$  軸をとった。また、幅 0.15m、高さ 0.11m、奥行き 0.1m のポリプロピレン製容器に開口部を設け、魚巣ブロック模型を作製した。開口部形状は図-2 に示す位置(上流側(upstream open)、下流側(downstream open)、水面側(top open)、底面側(bottom open))および全面(full open)の計 5 種類である。1 段構成の魚巣ブロック模型の開口部が水路中央を向くように左岸側壁に接して配置した。表-1 に実験

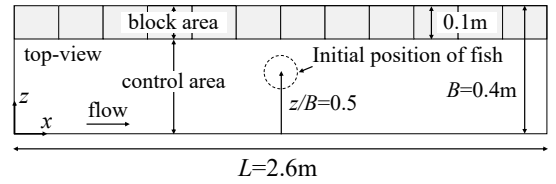


図-1 実験装置

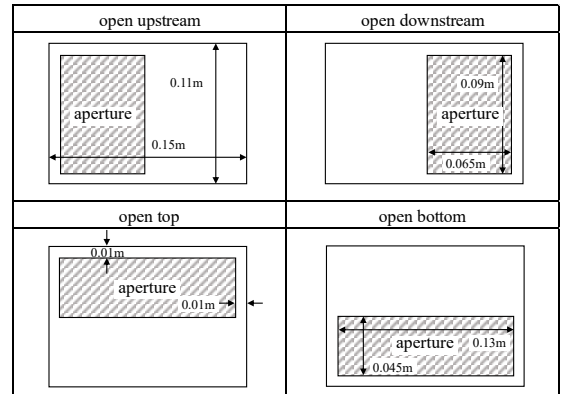


図-2 開口部の形状

表-1 実験条件

case name	aperture shape of fish nest blocks				
	full open	upstream open	downstream open	top open	bottom open
3	F-3	U-3	D-3	T-3	B-3
6	F-6	U-6	D-6	T-6	B-6
9	F-9	U-9	D-9	T-9	B-9

条件を示す。開口部の位置を 5 種類に変化させるとともに体長倍流速を  $\bar{U}_m/\bar{B}_L=3, 6$  および  $9(1/s)$  に変化させた計 15 ケースの実験を行った。また、魚巣ブロック模型が冠水するように水深  $h$  を 0.15m に設定した。各ケースにおいて水路終端から 1.3m 上流の水路中央 ( $z/B=0.5$ ) に直径 0.1m の円筒形金網を設置し、平均体長  $\bar{B}_L=69\pm 5(mm)$  のオイカワを約 1 分間馴致した後に解放した。30 分間の実験を各ケースで 10 回、合計 150 回行った。水路上部に設置した画素数  $1440\times 1080$ 、撮影速度 30fps のビデオカメラで撮影した。

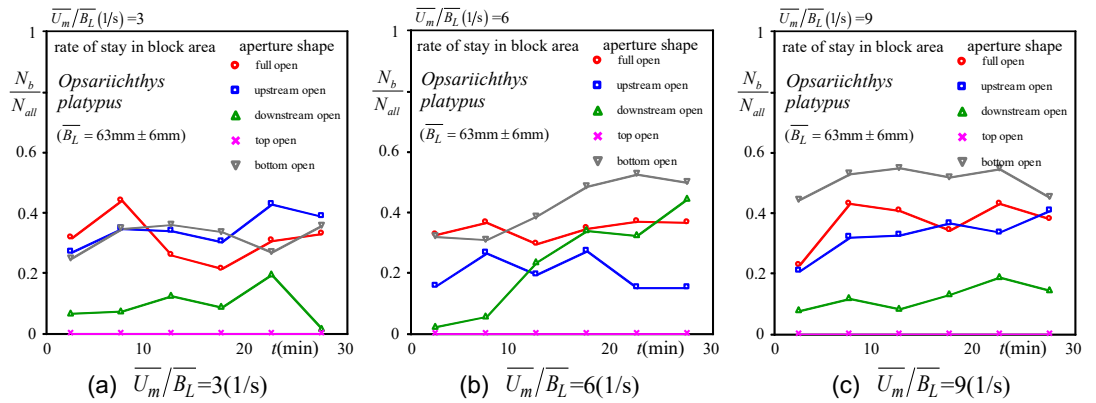


図-3 block area 滞在率

3. 実験結果および考察

(1) block area 滞在率

block area 内に存在する尾数  $N_b$  を全尾数  $N_{all}$  で除した滞在率  $N_b/N_{all}$  を求めた。図-3 に各体長倍流速  $\bar{U}_m/\bar{B}_L(1/s)$  における滞在率  $N_b/N_{all}$  と経過時間  $t(min)$  との関係を示す。すべての開口部形状において、時間の経過に伴い滞在率は増加する傾向が見られる。これは、時間の経過に伴い次第に疲労が蓄積し、休憩が必要となるためである。また、すべての開口部形状において、流速の増加に伴い滞在率は増加する傾向が見られる。これは、流速が増加するほど魚に疲労が蓄積しやすくなり、休憩が必要となるためである。さらに、全ての体長倍流速において全面開放および底面側開放のケースで滞在率は高値を示している。したがって、底面側に開口部が確保されている全面開放および底面側開放の開口部形状が魚の休憩に適していると考えられる。

(2) 遊泳軌跡

図-4(a)~(h)に全面、上流側、下流側および底面側に開口部を有し、体長倍流速  $\bar{U}_m/\bar{B}_L(1/s)$  が 3 および  $9(1/s)$  のケースにおける遊泳軌跡を示す。赤、青、緑の軌跡は block area に進入したオイカワの遊泳軌跡、灰色、水色、茶色の軌跡は 1 分

以上 block area 外に滞在し続けたオイカワの遊泳軌跡を示す。図-4(a),(b),(g)および(h)に示す全面開放および底面側開放のケースでは、オイカワは横断方向に広い範囲で遊泳した後に進入している。また、全面開放および底面側開放のケースで block area 外に1分以上滞在し続けたオイカワの中には、広い範囲を遊泳する個体や右岸側の壁面付近を遊泳する個体が多く見られ、これらの個体は始めから block area への進入を試みていないと考えられる。一方で、図-4(c),(d),(e)および(f)に示す上流側開放および下流側開放のケースでは block area 付近をしばらく遊泳した後に進入している。block area 外に1分以上滞在し続けたオイカワについても block area 付近を遊泳し続ける個体が多く見られる。これは、底面側の開口部面積が小さい上流側開放および下流側開放のケースでは block area への進入が容易ではないためと考えられる。したがって、底面側に開口部が確保されている全面開放および底面側開放の開口部形状は、進入を試みた魚が容易に進入できる形状と考えられる。

(3) block area 進入回数

block area 内に進入した尾数  $n_{eb}$  を数えた。図-5 に block area 進入回数と体長倍流速  $\bar{U}_m/\bar{B}_L$  (1/s) との関係を開口部形状別に示す。体長倍流速の増加に伴い、進入回数は減少する傾向が見られる。これは流速が増加するほど高流速域を忌避し、一度魚巣ブロックに進入すると魚巣ブロック外に出る回数が減少するためである。一方で、全面開放のケースでは開口部面積が大きく、魚巣ブロック外の流速の影響を受けて進入・退出を繰り返すため、進入回数は高値を示している。上流側開放のケースにおいても進入回数は高値を示しており、これは上流側を遊泳後、疲労が蓄積して下流側に流されながら魚巣ブロックに進入する割合が高いためと考えられる。

(4) block area 平均滞在時間

block area 内に滞在した時間の合計  $T$  を進入回数  $n_{eb}$  で除した平均滞在時間  $T/n_{eb}$  (s) を求めた。図-6 に平均滞在時間  $T/n_{eb}$  と体長倍流速  $\bar{U}_m/\bar{B}_L$  (1/s) との関係を魚巣ブロックの開口部形状別に示す。体長倍流速の増加に伴い、平均滞在時間は増加する傾向が見られる。これは流速が増加するほど魚に疲労が蓄積しやすくなり、より低流速域となっている block area

を選好するためであり、これに伴い図-5 に示す進入回数も減少する。また、全面開放のケースでは他のケースよりも低値となっている。これは全面開放の場合、他の開口部形状よりも魚巣ブロック内に進入する流れによりオイカワは魚巣ブロック外に流されやすくなり、図-5 に示すように進入回数が増加したためと考えられる。

4. おわりに

本研究では、魚巣ブロック模型の開口部形状を5種類に変化させるとともに、体長倍流速  $\bar{U}_m/\bar{B}_L$  (1/s) を3,6および9(1/s)に変化させ、オイカワの休憩特性を調査した。その結果、以下の知見を得た。

- (1) 開口部形状が全面開放および底面側開放の場合、滞在率が高値となる。したがって、魚巣ブロックの底面側に開口部が確保されている開口部形状が魚の休憩に適していると判明した。
- (2) 開口部形状が全面開放および底面側開放の場合、底面側に開口部が確保されているため、魚巣ブロックへの進入が容易になると判明した。
- (3) 開口部形状が全面開放の場合と比較すると、底面側開放の場合、魚巣ブロック内に進入する流れが減少するため、オイカワが魚巣ブロック外に流されにくくなる。これにより全面開放の場合よりも進入回数は減少するため、平均滞在時間が増加する。したがって、底面側に開口部を設けることで進入後に外の流れの影響を受けにくくなると判明した。

参考文献

- 1) 平松研ら：改修された農業排水路における小型魚の移動について、*Journal of Rainwater Catchment Systems*, Vol.15, No.2, pp.53-59, 2010.
- 2) 中村良一ら：室内実験による護岸ブロックの魚類保全効果の検討、*環境工学研究論文集*, 第45巻, pp.507-515, 2008.

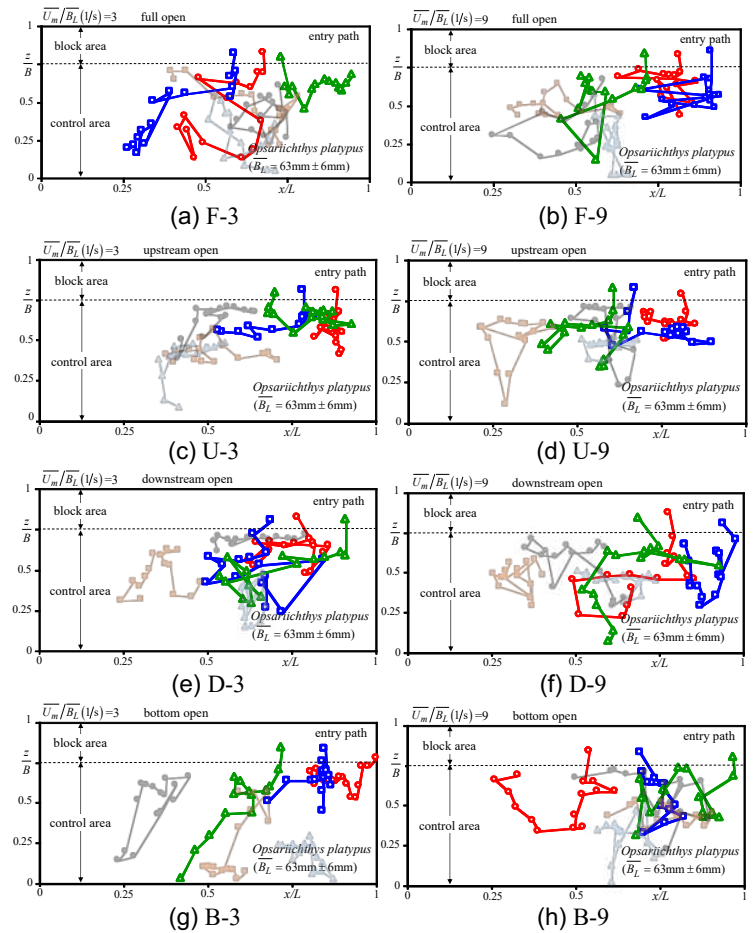


図-4 block area 進入経路

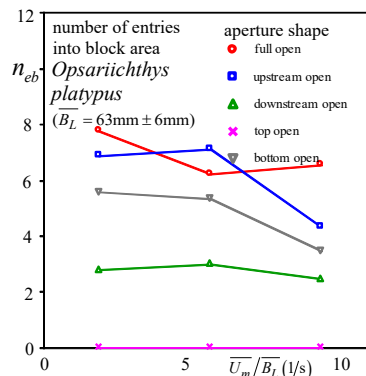


図-5 block area 進入回数

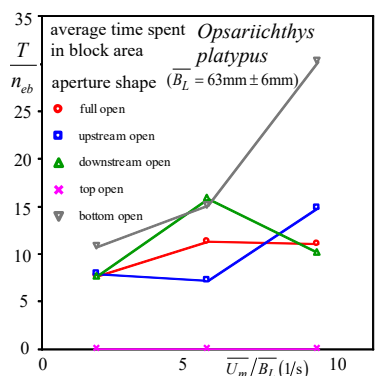


図-6 block area 平均滞在時間