

階段式魚道における横断方向の溝の位置変化がオイカワの遡上特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生会員 ○宍戸陽
 九州工業大学大学院 学生会員 野口翔平
 九州工業大学大学院 正会員 鬼東幸樹
 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

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。高い遡上率を確保するには魚道の適切な幾何学形状の把握が必要である。本研究は片側切欠き付階段式魚道において、プール底面の横断方向の溝の位置および流量を系統的に変化させて、溝の位置がオイカワの遡上特性に及ぼす影響を解明したものである。

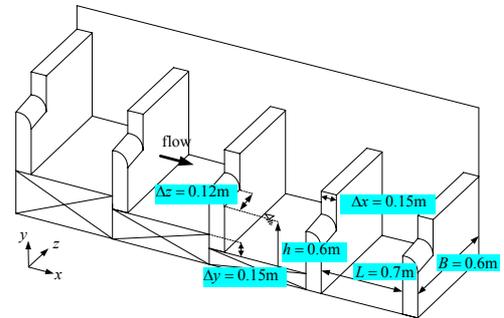


図-1 実験に用いた魚道の概要

2. 実験装置および実験条件

図-1に本実験で用いた階段式魚道の諸元を示す。切欠きの真下、右岸側側壁に接する部分を原点とし、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。また、図-2 のように魚道底面に溝を設置し、位置を上流側(U-ditch)、下流側(D-ditch)、中央部(M-ditch)の3つに変化させ、さらに、溝のない場合(N-ditch)を加えた4つの形状に変化させた。

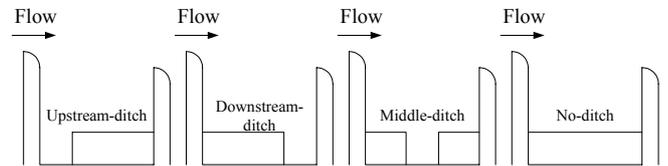


図-2 溝の概要

表-1 実験条件

表-1に実験条件を示す。4つの各形状において流量 Q を1~9l/sの範囲で5通りに変化させた合計20ケースの実験を行った。

Q (l/s)	position of ditch			
	Upstream ditch	Downstream ditch	Middle ditch	No-ditch
1	U-Q1	D-Q1	M-Q1	N-Q1
3	U-Q3	D-Q3	M-Q3	N-Q3
5	U-Q5	D-Q5	M-Q5	N-Q5
7	U-Q7	D-Q7	M-Q7	N-Q7
9	U-Q9	D-Q9	M-Q9	N-Q9

第2プールに平均体長 \bar{L}_l が80mmのオイカワ(*Zacco Platypus*) $N=30$ 尾を挿入し、第2プールの左岸側からビデオカメラで30分間の撮影を開始した。撮影後、第2プールの全オイカワの遊泳位置を解析し、遡上数をカウントした。

x, y, z 軸方向にそれぞれ7, 7, 7のメッシュで構成される測定点の内、U-ditch, D-ditch, M-ditchでは287点、N-ditchで245点において、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 $V_r = \sqrt{U^2 + V^2 + W^2}$ を算出した。

3. 実験結果および考察

(1) 流量および溝の位置と遡上率との関係

図-3に流量 Q に対する遡上率 n/N の変化を形状ごとに示す。いずれの形状においても流量の増加に伴い遡上率が増加し、ピーク値を示した後、遡上率が減少している。また、各形状において遡上率に違いが生じていることから、溝の位置が遡上率に影響を与えていることがわかる。D-ditchを除いたその他の形状において流量が5l/sの場合に遡上率がピーク値を示している。また、形状別にみると、U-ditchにおいて最も高い遡上率を示している。

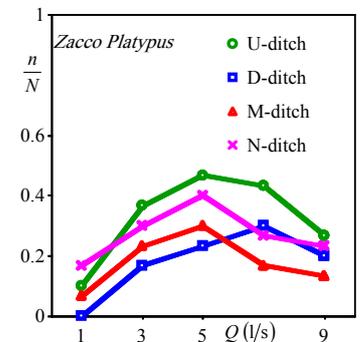


図-3 各形状と遡上率との関係

(2) オイカワの定位位置とプール内流況

プールの鉛直断面($x-y$)を10×10の100メッシュに区切り、各メッシュ内の10sごとの尾数をカウントし、時間平均尾数 \bar{n}_m を算出した。図-4(a)~(d)に流量 Q が5l/sの場合における存在率 \bar{n}_m/N のコンターを形状ごとに示す。まず、溝を有する3形状について比較すると、U-ditch, D-ditchではオイカワは溝部分ではなく、溝よりも高い場所に広く定位していることがわかる。一方、M-ditchでは溝部分で定位するオイカワの割合が高くなっている。このことから、M-ditchにおける溝部分はオイカワにとって定位しやすい場所であるといえる。

図-5(a)~(d)に流量 Q が5l/sの場合の $z/B=0.16$ における鉛直断面内($x-y$)の流速ベクトルを形状ごとに示す。各形状において流向に大きな違いがみられる。いずれの形状においても溝部分は、プール内全体の流速と比較して流速が遅いことがわかる。一方、溝部分より上部の底面近傍では流速が速くなっている。ここで、4つの形状を比較すると、U-ditchを除く3つの形状ではオイカワの定位位置付近の流向が

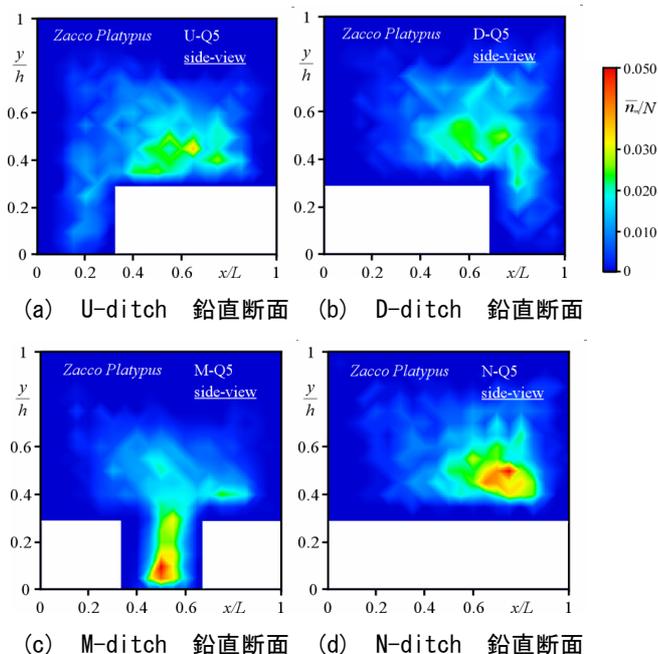


図-4 オイカワの存在率コンター

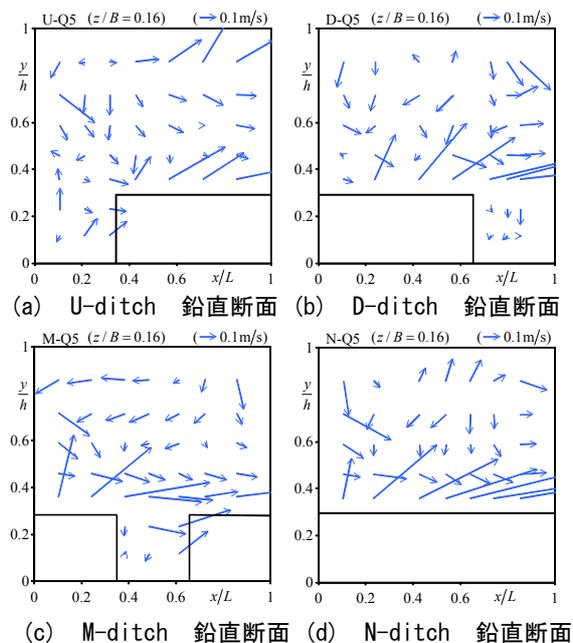


図-5 $z/B=0.16$ における鉛直断面内の流速ベクトル

揃っておらず、U-ditch では定位位置付近の流向が流下方向を向いて揃っていることがわかる。ところで、多くの魚には流れに逆らって遊泳する性質、すなわち、「正の向流性」があることが知られている¹⁾。ここで、U-ditch では正の向流性によって切欠きに向かう可能性が増加し、遡上率の増加につながったと考えられる。

(3) 各形状におけるオイカワの遡上経路と遡上率との関係

図-6 に流量 Q が $5l/s$ の場合における各形状の遡上経路の 1 例を示す。遡上経路は、オイカワが切欠きの正面に位置し、切欠きに向かい始めた瞬間を遡上経路の始点とした。図-5 より遡上経路の流向をみると、流れの向きに逆らって遡上していることがわかる。

図-7 に流量 Q が $5l/s$ の場合における各形状の遡上経路長と遡上経路内流速との関係を示す。いずれの形状においても遡上経路の前半では流速に差はないが、経路の後半では流速が大きく異なる。特に、U-ditch の場合において流速が大きく減少していることがわかる。このことから、U-ditch では遡上直前の流速が遅く、他の形状と比較して遡上に適した流速であるといえる。

4. おわりに

本研究は、階段式魚道において底面に横断方向の溝を設置し、その位置を変化させることによって、オイカワの遊泳特性を解明したものである。本研究より得られた知見は以下の通りである。

- (1) 魚道底面の上流側横断方向に溝を設置した場合、溝を設置していない場合と比較して遡上率が増加することが判明した。
- (2) 魚道底面の上流側横断方向に溝を設置した場合、プール内の流向が流下方向となり、正の向流性により、遡上率が増加することが判明した。
- (3) 魚道底面の上流側横断方向に溝を設置した場合、遡上経路において経路後半の流速が遅くなることが判明した。

参考文献

- 1) 中村俊六：魚道のはなし，山海堂，1995。

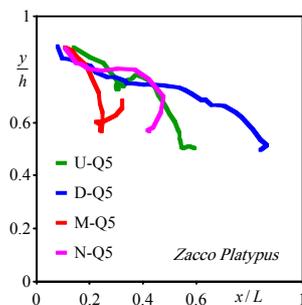


図-6 各形状の遡上経路の 1 例

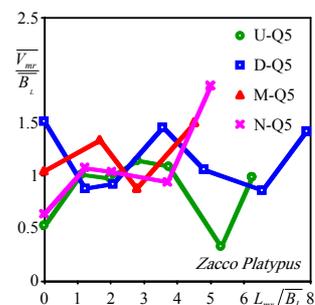


図-7 遡上経路内の流速