

階段式魚道におけるカワムツおよびオイカワの遡上特性の比較

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

○角田裕香
藏本更織
鬼束幸樹
秋山壽一郎

1. はじめに

河川では、魚の遡上または降下を可能にする魚道の設置が必要とされている。魚の遡上を促進させるためには、魚道内の水理特性と魚の挙動との関係を解明する必要がある。ところが、魚の遡上特性については断片的な情報しかなく、既往の研究では単一の魚種の遡上特性を解明したものがほとんどである。本研究は、我が国で最も設置例が多い階段式魚道においてカワムツおよびオイカワの遡上特性を比較、検討したものである。

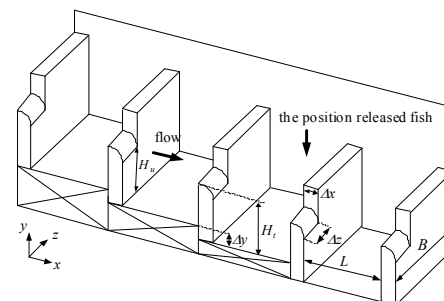


図-1 実験に用いた魚道の概略図

2. 実験装置および実験条件

図-1に示すプール長 $L = 0.7\text{m}$ 、プール幅 $B = 0.6\text{m}$ 、プール底面から切欠き天端までの高さ $H_t = 0.9\text{m}$ 、プール底面から切欠き下端までの高さ $H_u = 0.7\text{m}$ の4つのプールを隔壁厚 $\Delta x = 0.15\text{m}$ 、落差 $\Delta y = 0.15\text{m}$ 、切欠き幅 $\Delta z = 0.12\text{m}$ で連結させた階段式魚道を用いて実験を行った。下流から2番目のプールにおける上流側隔壁の右岸側隅角部を原点とし、流下方向に x 軸、鉛直上向きに y 軸、横断方向に z 軸をとる。

表-1に示すように、流量 Q を1, 5および9(l/s)の3通りに変化させて、平均体長 $\overline{L}_t = 80\text{mm}$ のカワムツ(*Nipponocypris temminckii*)およびオイカワ(*Zacco platypus*)を実験対象とし、魚種を混合させたケースを含む合計9ケースの実験を行った。流水を開始した後、下流から2番目のプールにカワムツおよびオイカワを $N = 30$ 尾放流した。3分程度馴致した後、側壁および水路上部に設置した2台のカメラで30fps、30分間の撮影を行った。 x 、 y 、 z 軸方向にそれぞれ7点のメッシュで構成される合計343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 から3次元合成流速 $V_r = \sqrt{U^2 + V^2 + W^2}$ を算出した。

表-1 実験条件

	$Q=1(\text{l/s})$	$Q=5(\text{l/s})$	$Q=9(\text{l/s})$
<i>N. Temminckii</i>	NTQ1	NTQ5	NTQ9
<i>Z. Platypus</i>	ZPQ1	ZPQ5	ZPQ9
<i>mixed fish species</i> (<i>N. Temminckii</i> and <i>Z. Platypus</i>)	MQ1	MQ5	MQ9

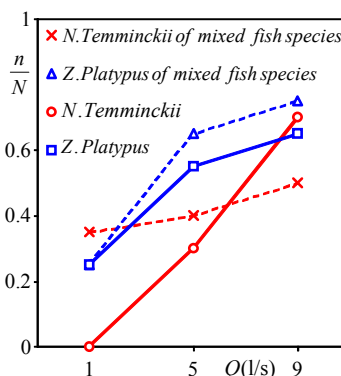


図-2 カワムツおよびオイカワの遡上率

3. 実験結果および考察

図-2に流量とカワムツおよびオイカワの遡上率との関係を示す。両魚種ともに、流量の増加に伴い遡上率が高くなる。これは、流量の増加に伴いプール内の流速が速くなり、魚が上流方向を認識しやすくなったためと考えられる。一方、全流量においてカワムツよりもオイカワの遡上率の方が高い値を示している。また、単独の魚種を用いたケースと比較して、魚種を混合させたケースの遡上率が高くなっている。

図-3に流量 $Q = 1, 5$ および $9(\text{l/s})$ における鉛直断面($z/B = 0.1$)および水平断面($y/h = 0.1$)の3次元合成流速 V_r を表す。上流側隔壁付近の流速が最大となっており、切欠きからプールに流出する落下流が確認できる。また、流量の増加に伴い、断面内で落下流の占める範囲が増大する。

図-4に流量 $Q = 5(\text{l/s})$ におけるカワムツおよびオイカワの瞬間遊泳位置を各5例ずつ色分けして示した。両魚種ともに右岸側に発生する高速な落下流を避けて遊泳している。また、カワムツは比較的集まって遊泳しているのに対し、オイカワは散乱して遊泳している。

図-5に各流量における x 軸方向の魚群半径 R_x を、平均体長 $\overline{L}_t$ で除した値 $R_x / \overline{L}_t$ の頻度分布を示す。両魚種ともに、流量の増加に伴い魚群半径が増加する傾向がある。また、魚群半径のピーク値はカワムツよりオイカワの方が大きく、散乱して遊泳していることがわかる。カワムツは魚種を混合させることにより魚群半径のピーク値が大きくなり、同ケースのオイカワとのピーク値の差異が小さくなる。したがって、カワムツとオイカワの遊泳特性が異なる一方、魚種を混合させると各魚種がもつ

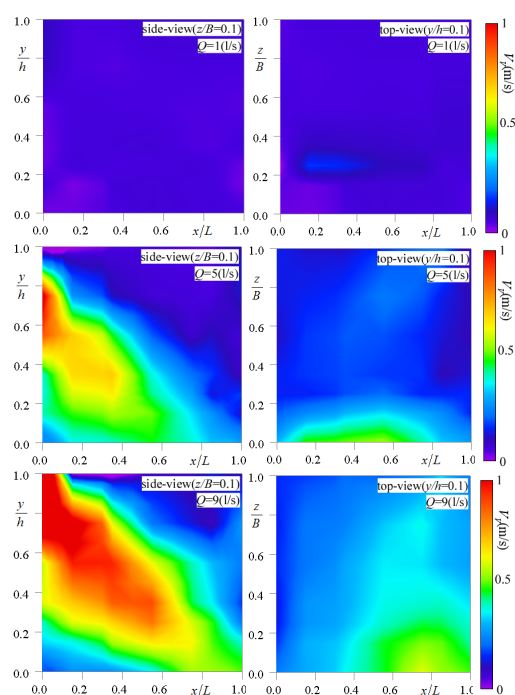


図-3 鉛直および水平断面内の流速コンター

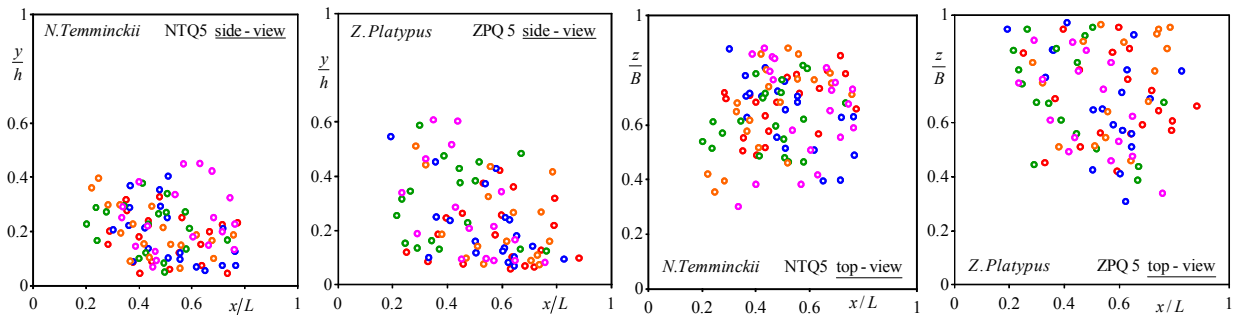


図-4 プール内におけるカワムツおよびオイカワの瞬間遊泳位置

遊泳特性がみられなくなる可能性があるといえる。

中村¹⁾はある魚が遡上した場合、他の魚が追従して遡上する傾向があると主張した。図-6に各流量における魚の遡上時刻 t を示す。横軸は実験を開始してから魚が遡上するまでの時刻 t 、縦軸は遡上個体数 n を表している。遡上個体数が多い時刻に着目すると、オイカワよりカワムツの方が短時間に多数の魚が遡上している。また、オイカワは単独の魚種を用いたケースより魚種を混合させたケースの方がより短時間に多数の魚が遡上している。ここで、ある魚が遡上した時刻と次に魚が遡上した時刻との間隔を遡上時間間隔 Δt と定義する。図-7に遡上時間間隔 Δt の10秒ごとの頻度分布を示す。オイカワと比較して、カワムツは遡上時間間隔が小さい値のとき頻度が高くなっている。すなわち、オイカワよりカワムツの方が高い追従性をもつと考えられる。また、両魚種において魚種を混合させたケースでは、単独の魚種を用いたケースと比較して遡上時間間隔が非常に小さくなっている。すなわち、単独の魚種を用いたケースと比較して追従性が高くなっているといえる。これは、比較的高い追従性をもつカワムツの遡上特性がオイカワの遡上特性に影響を及ぼしたためであると考えられる。以上の要因により、魚種を混合させたケースでは、両魚種ともに遡上率が高くなったと考えられる。

4. おわりに

本研究で得られた結論を以下に示す。

- (1) 流量が増加すると、カワムツおよびオイカワの遡上率が増加することが判明した。流量の増加に伴い、プール内の流速が速くなる。そのため、魚が上流方向を認識しやすくなり、遡上が誘発された。
- (2) カワムツは比較的集まって遊泳するのに対し、オイカワは散乱して遊泳していた。また、ある魚が遡上して次の魚が遡上するまでの時間間隔はオイカワよりカワムツの方が小さくなった。すなわち、カワムツの方が比較的高い追従性をもつといえる。

- (3) カワムツとオイカワの両魚種において魚種を混合して遊泳させると、単独の魚種を用いた場合と比較して遡上時間間隔が小さくなった。したがって、魚種を混合させることにより追従性が高くなり、遡上率が高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.

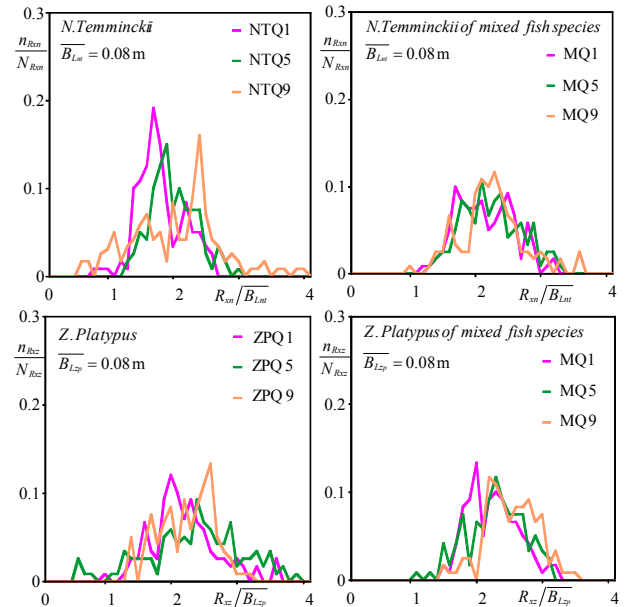


図-5 x 軸方向における魚群半径の頻度分布

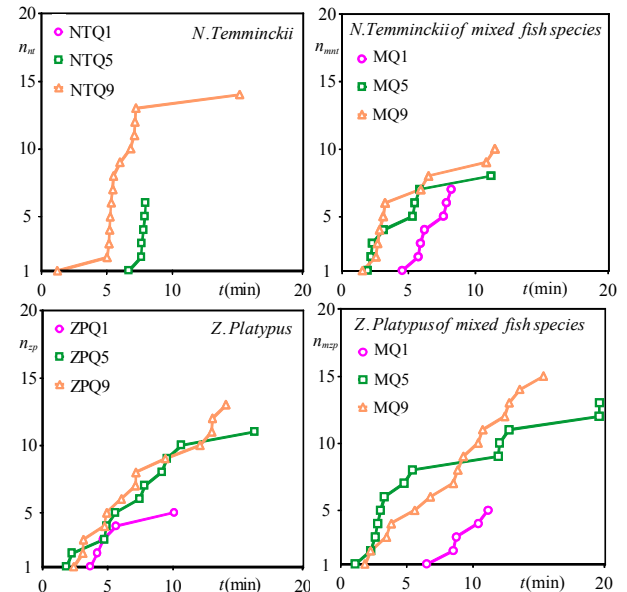


図-6 カワムツおよびオイカワの遡上時刻

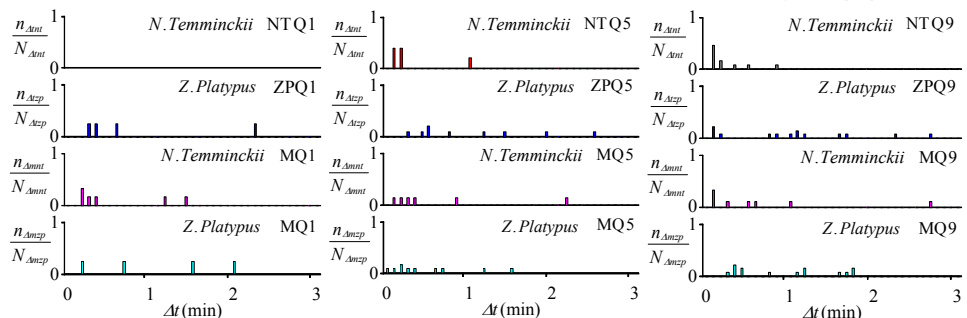


図-7 カワムツおよびオイカワの遡上時間間隔の頻度分布