

空腹状態がオイカワおよびカワムツの遡上特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生会員

○田島 怜太

九州工業大学大学院 正会員

鬼束 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。魚道内に魚が進入し遡上し続けるためには、魚が遡上しようとするための引き金機構が必要である¹⁾。魚が回遊行動を引き起こすための引き金機構の一つとして環境条件の変化があげられる¹⁾。環境条件の変化に関して、水温の上昇、照度の変化、魚の密集度の上昇、空腹状態持続、水深の低下などがあげられる¹⁾。このうち、河川魚について空腹状態を持続させた場合の遡上特性を解明した研究はほとんどない。魚の消化時間が魚種によって違うこと²⁾を考慮し複数の魚種で比較するため、本研究では日本の河川の多くに生息するオイカワ(*Opsariichthys platypus*)およびカワムツ(*Candidia temminckii*)³⁾を対象として空腹状態持続時間の変化が両魚種の遡上特性に及ぼす影響を比較、検討した。

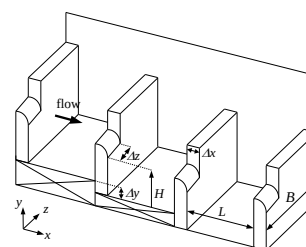


図-1 階段式魚道の概略図

表-1 実験条件

Time after feeding T (hours)	Fish name	
	<i>Opsariichthys platypus</i>	<i>Candidia temminckii</i>
0	Op-0	Ct-0
10	Op-10	Ct-10
96	Op-96	Ct-96

2. 実験装置および実験条件

図-1に示すプール長 $L=0.9\text{m}$ 、プール幅 $B=0.8\text{m}$ 、隔壁厚 $\Delta x=0.2\text{m}$ 、落差 $\Delta y=0.15\text{m}$ 、切欠き幅 $\Delta z=0.16\text{m}$ に設定した階段式魚道を実験に用いた。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。プール底面から切欠き下端までの高さ $H=0.3\text{m}$ とした。

実験に用いた魚は平均体長 $\overline{B_L}=70\text{mm}$ のオイカワおよびカワムツである。オイカワおよびカワムツに十分餌を与えて飽食状態としたのち、表-1に示すように飽食状態からの時間を $T=0, 10$ および $96(\text{h})$ とし、計6ケースの実験を行った。下流から2番目のプールにオイカワおよびカワムツをそれぞれ $N=20$ 尾放流した。左岸側および水路上部に設置した2台のカメラで30fps、20分間の撮影を行った。撮影後、オイカワの遊泳位置を10sごとに解析すると共に、下流から3番目のプールへの遡上数をカウントした。

本研究において、一般に魚の消化時間が4~10時間であること⁴⁾を考慮し、 $T=10$ および $96(\text{h})$ のオイカワおよびカワムツの状態を空腹状態と定義する。

3. 実験結果および考察

(1) オイカワおよびカワムツの遡上率

遡上率を次式のように定義した。

$$\text{遡上率} = \frac{\text{遡上に成功した尾数 } n_m}{\text{実験に用いた尾数 } N (=20)} \quad (1)$$

図-2 に飽食状態からの時間 T とオイカワおよびカワムツの遡上率 n_m/N との関係を示す。どちらの魚種についても、 $T=0(\text{h})$ の場合と比較して $T=10, 96(\text{h})$ の場合の方が遡上率の値が高くなっている。Uchida *et al.*⁵⁾は飽食状態より空腹状態の方がトビハネ行動を行うアユの個体が多いと述べており、本実験においても同様の結果が得られたと言える。 $T=10$ および $96(\text{h})$ のケースを比較すると、オイカワは $T=10(\text{h})$ および $T=96(\text{h})$ の両ケースの遡上率 n_m/N の値について顕著な差は見られない。一方、カワムツは $T=10(\text{h})$ のケースと比較して $T=96(\text{h})$ のケースの方が遡上率 n_m/N の値が顕著に高い。

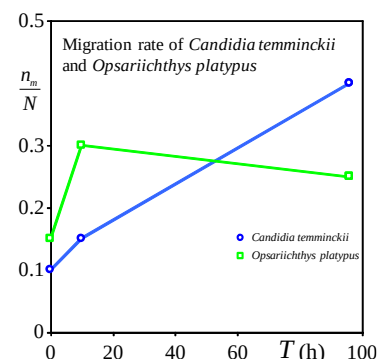


図-2 オイカワおよびカワムツの遡上率

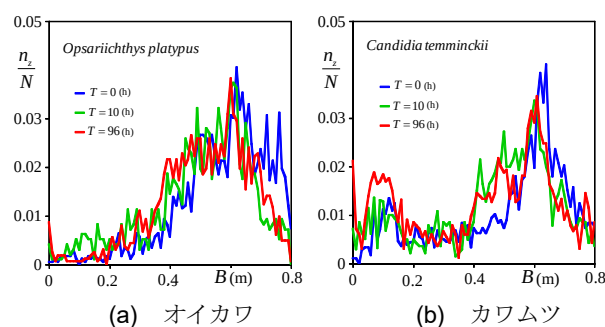


図-3 z軸方向の遊泳位置頻度

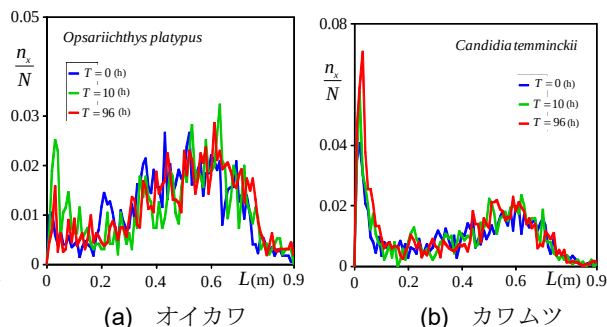


図-4 x軸方向の遊泳位置頻度

(2) オイカワおよびカワムツの遊泳位置頻度

図-3(a), (b)にオイカワおよびカワムツの x - z 平面における z 軸方向の遊泳位置の頻度 n_z/N を、飽食状態からの時間 T ごとに示す。 $z = 0.6 \sim 0.8(\text{m})$ の範囲でオイカワおよびカワムツのどちらも、 $T = 10, 96(\text{h})$ の場合と比較して $T = 0(\text{h})$ の場合の方が高い n_z/N の値を示している。 $z = 0.6 \sim 0.8(\text{m})$ の範囲はプール内において左岸側で比較的低流速域である。すなわち、オイカワおよびカワムツは空腹状態の場合と比較して飽食状態では低流速域を遊泳する頻度が高いことを示している。一方、 $z = 0 \sim 0.2(\text{m})$ で $T = 0(\text{h})$ の場合と比較して $T = 10, 96(\text{h})$ の場合の方が高い n_z/N の値を示している。 $T = 10, 96(\text{h})$ のケースについて比較すると、 $z = 0 \sim 0.2(\text{m})$ の範囲でオイカワは $T = 96(\text{h})$ のケースと比較して $T = 10(\text{h})$ の方が高い n_z/N の値を示すのに対し、カワムツは $T = 10(\text{h})$ のケースと比較して $T = 96(\text{h})$ の方が高い n_z/N の値を示している。

図-4(a), (b)にオイカワおよびカワムツの x - z 平面における x 軸方向の遊泳位置の頻度 n_x/N を、飽食状態からの時間 T ごとに示す。 $x = 0 \sim 0.2(\text{m})$ でオイカワおよびカワムツのどちらも、 $T = 0(\text{h})$ の場合と比較して $T = 10, 96(\text{h})$ の場合の方が高い n_x/N の値を示している。 $z = 0 \sim 0.2(\text{m})$ および $x = 0 \sim 0.2(\text{m})$ の範囲はプール内において上流側切り欠き付近で高流速域である。すなわち、オイカワおよびカワムツは飽食状態の場合と比較して空腹状態では高速流域を遊泳する頻度が高いことを示している。 $x = 0 \sim 0.2(\text{m})$ で $T = 10$ および $96(\text{h})$ のケースを比較すると、オイカワは $T = 96(\text{h})$ のケースと比較して $T = 10(\text{h})$ のケースの方が高い n_x/N の値を示している。一方、カワムツは $T = 10(\text{h})$ のケースと比較して $T = 96(\text{h})$ のケースの方が高い n_x/N の値を示している。

以上より、オイカワおよびカワムツは空腹状態では飽食状態の場合と比較して高流速域を遊泳する頻度が高く、飽食状態では空腹状態の場合と比較して比較的低流速域を遊泳する頻度が高いことがわかる。また、オイカワはカワムツと比較して空腹状態の持続する時間が短い方が高速流域を遊泳する頻度が高いことがわかる。

(3) オイカワおよびカワムツの魚群半径

10s ごとのオイカワおよびカワムツの魚群半径 R を算出した後、それぞれの魚群半径 R の差を魚群半径変動値 ΔR として算出した。図-5 に魚群半径変動値 ΔR と実験時間 t の関係を飽食状態からの時間 T ごとに示す。オイカワおよびカワムツの実験時間 t の経過に伴う魚群半径変動値 ΔR に顕著な変化はみられない。飽食状態からの時間 T ごとの魚群半径変動値 ΔR に着目すると、実験時間内を通してオイカワは $T = 0(\text{h})$ の場合と比較して $T = 10, 96(\text{h})$ の場合の方が魚群半径変動値 ΔR が高い値を示す傾向があることがわかる。カワムツについても同様に、 $T = 0(\text{h})$ の場合と比較して $T = 10, 96(\text{h})$ の場合の方が魚群半径変動値 ΔR が高い値を示す傾向があることがわかる。これは、オイカワおよびカワムツは飽食状態と比較して空腹状態の方がより広範囲を遊泳するためと考えられる。 $T = 10$ および $96(\text{h})$ の場合を比較すると、オイカワは $T = 96(\text{h})$ の場合と比較して $T = 10(\text{h})$ の場合の方が魚群半径変動値 ΔR が高い値を示す傾向がある。一方、カワムツは $T = 10(\text{h})$ の場合と比較して $T = 96(\text{h})$ の場合の方が魚群半径変動値 ΔR が高い値を示す傾向がある。これは、オイカワは $T = 96(\text{h})$ の場合と比較して $T = 10(\text{h})$ の場合の方がより広範囲を遊泳するのに対し、カワムツは $T = 10(\text{h})$ の場合と比較して $T = 96(\text{h})$ の場合の方がより広範囲を遊泳するためと考えられる。

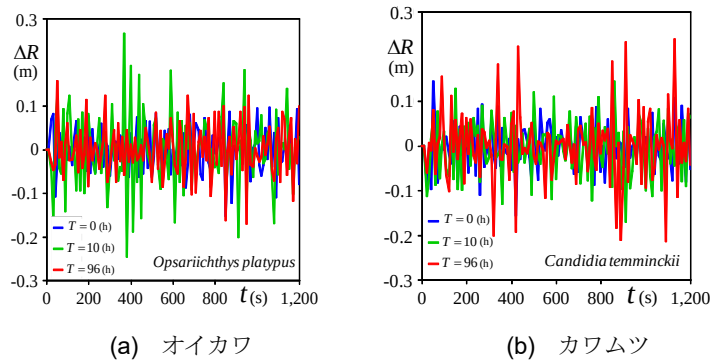
4. おわりに

本研究では飽食状態からの時間の変化が平均体長 $\overline{B_L} = 70\text{mm}$ のオイカワおよびカワムツの遡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) オイカワおよびカワムツは、飽食状態と比較して空腹状態の方が遡上率が高い。
- (2) オイカワおよびカワムツは、空腹状態では飽食状態の場合より高流速域を遊泳する頻度が高く、飽食状態では空腹状態の場合より低流速域を遊泳する頻度が高い。
- (3) オイカワはカワムツと比較して空腹状態の持続する時間が短い方が高速流域を遊泳する頻度が高く、より広範囲を遊泳する。

参考文献

- 1) 中村俊六：魚道のはなし，山海堂，1995。
- 2) 石渡直典：魚の胃における餌料の消化，水産増殖，26 巻，2 号，pp.66-70，1978。
- 3) 佐合純造，永井明博：全国河川の魚類相と河川特性の関係，土木学会論文集，2003 巻，748 号，pp.11-23，2003。
- 4) 福所邦彦：インダイ稚魚の飽食時間と消化時間，魚類学雑誌，24 巻，3 号，pp.193-198，1977。
- 5) Uchida, K., Tsukamoto, K. and Kajihara, T.: Effects of Environmental Factors on Jumping Behavior of the Juvenile Ayu *Plecoglossus altivelis* with Special Reference to Their Upstream Migration, *Nippon Suisan Gakkaishi*, Vol.56, No.9, pp.1393-1399, 1990。



(a) オイカワ
(b) カワムツ
図-5 オイカワおよびカワムツの魚群半径変動