学生会員	○平野陽一
学生会員	桃谷和也
正会員	鬼束幸樹
フェロー会員	秋山壽一郎
	学生会員 学生会員 正会員 フェロー会員

1.はじめに

佐川ら¹は自然共生研究センターの実験河川の側岸にワンドゾーンおよび横断方向に傾斜した水際部を設置し、増水の前後にサデ網で魚類を捕獲した.その結果、増水時に稚仔魚が本川からワンドあるいは水際部に忌避することを解明した.以上のように平水時と洪水時における本川と一時水域の魚類の利用状況は解明されつつあるが、上記の研究は個体を個別に追跡した調査ではないため、増水期などに各個体が本川から高水敷へ遊泳したのか、増水中などに上流側で本川から高水敷に流された個体が移流されてきたかの判別は困難である.洪水中の魚類の挙動を把握するには、各個体の遊泳軌跡を個別に追跡する方法が適切と考えられる.しかしながら、洪水時における河川魚を追跡した研究は少ない.

本研究は、ベース流速を固定し、ピーク流速と加速度を変化させた流況において、オイカワの遊泳に及ぼす増水の影響を 解明したものである.

2.実験装置および実験条件

図-1に示す水路長4.0m,横断方向幅0.8m,高さ0.25m の水路を実験に用いた.流下方向にx軸,x軸に直角上 向きにy軸,横断方向にz軸をとる.水深h = 0.04mで 体長倍流速が2になるように流量を設定した状態で,水 路下流端から2.0mの位置の水路中央に設置した直径 0.25mの円形金網に平均体長70mmのオイカワ1尾を挿入 する.オイカワが流れに慣れていると判断できた後金網 を取り上げ,水路上部に設置した画素数1440×1080,撮影 速度30fpsのビデオカメラを用い,水路下流端から1~3m の範囲のSwimming Areaにおけるオイカワの遊泳を撮影 した.ピーク流速および加速度は表-1に示す通りである. 上記の実験を各ケースで30回,合計360回行った.実験後, 0.5sごとのオイカワの遊泳位置を特定し,遡上率,降下率, 遊泳速度,屈折角度および停滞率を算出した.

3.実験結果および考察

(1) 増水時の遡上率および降下率

増水中に Swimming Area の上流境界に到達した場合を遡上, Swimming Area の下流境界に到達した場合を降下と定義し,各ケースの遡上率および降下率を算出した. 図-2 に各加速度における遡上率および降下率の変化をピーク流速ごとに示す. 遡上率はピーク流速が大きいほど低くなっている. 遊泳速度が魚の最大遊泳速度である突進速度($10 B_L$)に近づくにつれて普通筋の使用割合が増加し,疲労が蓄積 2 する. したがって,遡上率





base velocity	peak velocity	acceleration $\alpha(m/s^2)$			
$U_B/\overline{B_L}(1/s)$	$U_P/\overline{B_L}(1/s)$	0.4	0.6	0.8	1
2	6	U6-04	U6-06	U6-08	U6-10
	10	U10-04	U10-06	U10-08	U10-10
	12	U12-04	U12-06	U12-08	U12-10











 n_{θ} Zacco Platypus
 0.4 (m/s²)

 \overline{N} $\overline{B_L}$ = 70(mm)
 0.6 (m/s²)

 40
 Δ 0.8 (m/s²)

 40
 Δ 0.8 (m/s²)

 Δ X 1 (m/s²)

 0 0.6 (m/s²)

 0 0.6 (m/s²)

 0 0.6 (m/s²)

 0 0.8 (m/s²)

 0 0.9 (m/s²)

 0.8 (m/s²)
 0.120 (deg.) 180

 (c) \mathcal{L} $-\mathcal{D}$ 体長倍流速 12

はピーク流速が大きいほど低くなったと考えられる.

降下率はピーク流速が大きくなるほど高くなっている.速い流速であるほど流体 からの運動量が大きくなり、魚は突進速度での遊泳を長時間継続できない.したが って、上流方向への遊泳困難になり、下流側に流されたと考えられる.また、増水 中の遡上率、降下率にピーク流速による変化は見られるが、加速度の違いによる一 様な傾向は見られない.

(2) 増水時の遊泳速度

図-3 に各加速度における遊泳速度の平均値と標準偏差の変化をピーク流速ごと に示す. ピーク流速が大きくなるに伴い,遊泳速度の平均値は増加していることが わかる. 一方で,標準偏差は体長倍流速 2~4 でピーク流速の違いによる変化は少 ない. また,加速度の違いによる遊泳速度の変化に一様な傾向はみられない.



(3) 増水時の屈折角度

図-4 に各加速度における屈折角度の頻度分布をピーク流速ごとに示す. いずれのピーク流速においても増水時の屈折角度 は10°付近の頻度が一番高くなっている. 遊泳の際に流体からの運動量を小さくするためには, 屈折角度が小さく, より直 線的な遊泳を行う必要がある. したがって, 屈折角度の頻度は10°付近が高くなったと考えられる.

ピーク流速6においてはその他のケースに比べて10°以上の角度においても頻度が高い. ピーク流速が6の場合, ピーク 流速が突進速度付近であるケースに比べてランダムな遊泳を行うことが可能である. したがって, ピーク流速6では10°以 上の角度においても頻度が高くなったと考えられる. また, 加速度の違いによる屈折角度の変化に一様な傾向は見られない.

(4) 増水時の停滞率

図-5 に各加速度における停滞率の変化をピーク流速ごとに示す.ここで本実験では、停滞率を増水中のオイカワの対地速度が体長倍 0.2 倍以下である場合の割合と定義する.停滞率はピーク流速 10 および 12 において低いことがわかる.流速が速く、突進速度に近い流速であると停滞することがより困難になる.したがって、ピーク流速 10 および 12 において停滞率が低くなったと考えられる.

ピーク流速6において停滞率が30~40%となっている. ピーク流速6では遡上の際に一度停滞してから遡上を開始する場合が多い. そのため,停滞率が高くなったと考えられる. また,加速度の違いによる屈折角度の変化に一様な傾向はみられない.

4.おわりに

本研究は、ベース流速を固定し、ピーク流速と加速度を変化させた流況において、オイカワの遊泳に及ぼす増水の影響を 解明したものである.得られた知見は以下の通りである.

(1) 増水時のオイカワの遡上率はピーク流速が大きくなるに伴い低くなり,降下率はピーク流速が大きくなるに伴い高くなることが判明した.

(2) 増水時のオイカワの遊泳速度の平均値はピーク流速が大きくなるに伴い増加し、標準偏差は体長倍流速2~4でほぼ変化 しないことが判明した.

(3) 増水時のオイカワの屈折角度は10°付近の頻度が一番高く,突進速度よりも小さな流速の場合は10°以上の角度においても頻度が高いことが判明した.

(4) 増水時のオイカワの停滞率は流速が速く、突進速度に近い流速であると低くなることが判明した.

(5) 増水中のオイカワの遊泳に及ぼす影響は加速度よりも流速の影響が支配的であることが判明した.

参考文献

1) 佐川志朗, 萱場祐一, 荒井浩昭, 天野邦彦: コイ科稚仔魚の生息場所選択, 応用生態工学, Vol.7, pp.129-138, 2005.

2) Webb, P.W.: Hydrodynamics and energetics of fish propulsion, Bull. Fish. Res. Bd. Can., Vol.190, pp.1-159, 1975.