階段式魚道における側壁凹部がオイカワの遡上特性に及ぼす影響

1.はじめに

河川にダムや堰などの河川構造物が建設されると,水 域の連続性が失われ,魚類の縦断方向の移動が困難にな るため魚道が併設されることが望ましい.魚道には魚の 休憩場所を確保しつつ,魚を速やかに遡上させる工夫が 求められる.また,我が国に設置されている魚道の約半 数が階段式魚道である.これまで底面粗石の設置や,プ ールの水平断面形状を変化させるなど,階段式魚道にお ける休憩場所の確保に関する様々な研究が行われてきた. しかし,階段式魚道内の側壁凹部がオイカワ (Opsariichthys platypus)の遡上特性に及ぼす影響を検討し た研究はほとんど存在しない.本研究では,階段式魚道 における側壁凹部の位置および流速がオイカワの遡上特 性に及ぼす影響を検討した.

2.実験装置および実験条件

図-1 および図-2 に本実験で用いた片側切欠き付き階 段式魚道の概要を示す.プール底面,右岸側壁,上流側 隔壁および下流側隔壁は木材を用いて作製した. 左岸側 壁は水平方向からの撮影のため透明アクリル板を用いて 作製した. プール長 L=0.80m、プール幅 B=0.60m の3つ のプールを隔壁厚 Δx =0.20m, 落差 Δy =0.16m, 切欠き幅 Δz =0.08m, プール底面から切欠き下端までの高さ H=0.30m として連結した.また,切欠き形状はR型とし た. プール番号は上流から下流に向かって昇順とし,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.表-1に実験条件を示す.第2プールにおいて右岸 側壁から b=0.40m の位置に幅 s=0.20m,長さ l=0.30mの 側壁凹部を作製した.この時,凹部の位置を上流部 (upstream area), 中央部(middle area), 下流部(downstream area)の3通りに変化させた. 中央部は0.25m<x<0.50mの 範囲に凹部が位置している. 越流部の体長倍流速を 1,3,5,7 および 9(1/s)の計 5 通りに変化させた合計 15 ケー スの実験を行った. ここで越流部の流速の設定理由は次 のようである.一般にオイカワの維持速度および突進速 度は体長倍表示でそれぞれ 2-4, 10(1/s)程度とされており, 魚道内および魚道入口からの流出水の流速は突進速度を 超えないことが必要である.そのため,突進速度未満の 遊泳速度を網羅するように流速の範囲を設定した. 実験 魚には平均体長 $\overline{B_L}$ =70mmのオイカワを使用し,1ケー



$U_m / \overline{B_L}(1/s)$	position of cavity area		
	upstream area	middle area	downstream area
1	up-1	mi-1	do-1
3	up-3	mi-3	do-3
5	up-5	mi-5	do-5
7	up-7	mi-7	do-7
9	up-9	mi-9	do-9



スあたり N=30 尾挿入した.ここで,畜養水温および実験水温は 20℃である.第2 プールの鉛直方向と水平方向 に設置した画素数 1440×1080,撮影速度 30fps のビデオカメラで 20 分間の撮影を行った.撮影後,10s ごとの魚 の遊泳位置を解析した.

3.実験結果および考察

(1) オイカワの遡上率

第2プールから第1プールに遡上したオイカワの遡上数 n_r を実験に使用した尾数Nで除し, 遡上率 n_r/N を算出した.図-3に体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s)$ と遡上率 n_r/N との関係を側壁凹部の位置ごとに示す.体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s)$ の増加に伴う遡上率 n_r/N の変化に顕著な傾向は見られない.側壁凹部の位置が下流部の場合,他の2 ケースと比較していずれの体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s)$ においても遡上率 n_r/N は約30%と高い値を示した.一方で,側壁凹部の位置が上流部の場合は、いずれの体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s)$ においても遡上率 n_r/N は約10%未満を示した.



(2) 側壁凹部内の存在率

側壁凹部内を遊泳していたオイカワの尾数 $n_l \ge 10s$ ごとに 数え,時間平均尾数 $\overline{n_l} \ge$ 算出し,実験尾数Nで除し側壁凹部 内の存在率 $\overline{n_l}/N$ を算出した. 図-4 に体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s)$ と存在率 $\overline{n_l}/N$ との関係を側壁凹部の位置ごとに示す.体長倍 流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s)$ の増加に伴って,いずれのケースにおいても 存 在 率 $\overline{n_l}/N$ は 増 加 傾 向 を 示 し た .体長 倍 流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s) = 9(1/s)$ のケースにおいて,側壁凹部の位置が上流 部の場合,側壁凹部内の存在率は約 60%を示した.また,側 壁凹部の位置が中央部の場合は約 55%,下流部の場合は約 40%を示した.

(3) オイカワの遡上経路

図-5 にオイカワの遡上経路の例を示す.体長倍流速が最大の U_m/B_L (I/s) =9(1/s)の時,側壁凹部の位置に関わらず多くのオイカワが遊泳している側壁凹部付近から左岸側に遊泳した後に遡上した.側壁凹部の位置が上流部の場合, U_m/B_L (I/s) =9(1/s)のケースでは左岸側に到達した際に,オイカワと切欠きとの距離が体長の2倍程度しかなく,遡上経路の十分な確保ができなかったと考えられる.

(4) 水平断面内のオイカワの遊泳位置

図-6 に体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s) = 1.9(1/s)$ における水平断面内 のオイカワの遊泳位置を示す. 側壁凹部の位置に関わらず, 体長倍流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s) = 1(1/s)$ の場合,オイカワは側壁凹部お よびその近傍を中心にプール全体を遊泳した.一方,体長倍 流速 $U_m/\overline{B_L}(1/s) = 9(1/s)$ の場合,側壁凹部の位置が上流部およ び中央部のケースではオイカワは側壁凹部内およびその近傍 を遊泳した.

4.おわりに

本研究は、階段式魚道における側壁凹部がオイカワ

- $(\overline{B_L} = 70 \text{ mm})$ の遡上特性に及ぼす影響を解明したものである.その結果,以下の知見を得た.
- (1) 側壁凹部の位置が下流部の場合、体長倍流速の変化に関わらず、遡上率は約30%で一定の値を示した.
- (2) 側壁凹部の位置に関わらず、体長倍流速の増加に伴い側壁凹部内の存在率が増加する.体長倍流速が U_m/B_L(1/s)=9(1/s)の時、側壁凹部の位置が上流部の場合、側壁凹部内の存在率は約 60%を示した.側壁凹部 の位置が中央部の場合は約 55%、下流部の場合は約 40%を示した.
- (3) 側壁凹部の位置が上流部の場合, 遡上率は約10%未満と低い値を示した.
- (4) 上記内容を踏まえ、本研究よりいずれの体長倍流速においても非常に高い遡上率を示した下流部が側壁凹部の最適な位置であると考えられる.

参考文献

1) 小川豪司, 佐合純造, 坂之井和之, 都築隆禎, 白尾豪宏: 直轄管理区間における魚道の傾向, リバーフロント研究所報告, 第22号, 2011.



図-6 水平断面内のオイカワの遊泳位置