

階段式魚道における下流入口での水位落差が魚類の遡上に及ぼす影響について

東洋大学大学院工学研究科 学生員 ○小坂 祐樹  
 東洋大学工業技術研究所 正会員 青木 宗之  
 東洋大学理工学部 非会員 吉澤 謙人  
 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

階段式魚道において、魚道下流域との水位落差が拡大した場合、魚道内への進入が困難となり魚類の遡上が妨げられる場合がある。プール間落差については、10~20(cm)程度とすることが推奨されており<sup>1)</sup>、プール間での水位落差の拡大が魚類の遡上を妨げることは、鬼束ら<sup>2)</sup>や浦ら<sup>3)</sup>により明らかとなっている。また、段落ち流れにおいては、ウグイの跳躍可能な落差  $h_a$  は、魚の突進速度を用いれば十分に予測可能であることが示されている<sup>4)</sup>。しかし、魚道下流入口における水位落差の拡大と魚類の遡上について、魚道模型を用いて検討された例は見当たらない。

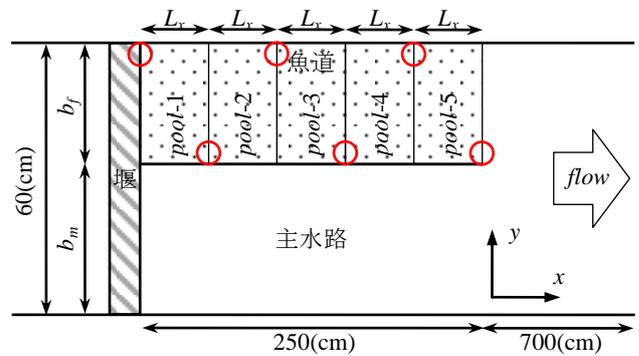
本研究では、魚道入口における水位落差を変化させた模型水路において、実魚を用いた挙動実験を行い、階段式魚道入口における水位落差の拡大が、魚類の遡上に及ぼす影響について検討を行うことを目的とした。

2. 模型実験概要

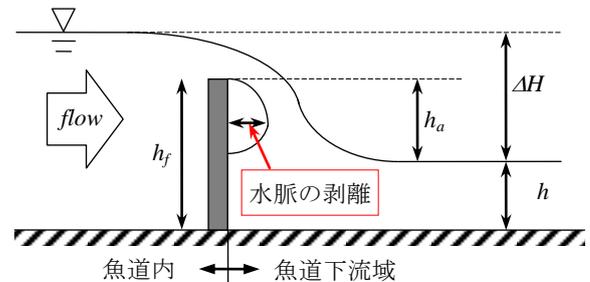
幅 60(cm)、全長 1,500(cm)、勾配 1/500 の水路に、図-1 に示す階段式魚道模型を設置した。プール長  $L_x=50(xm)$ 、魚道幅  $b_f=10(cm)$ 、主水路幅  $b_m=50(cm)$ 、魚道勾配は 1/10 であり、隔壁には交互に切り欠き (2.5 × 2.5(cm)) を設けた。

実験条件は、魚道下流端の隔壁高さ  $h_f$  と下流水深  $h$  を調節し、魚道下流入口での水位落差  $\Delta H$  を変化させた (図-2 b)。なお、隔壁高さ  $h_f$  の調節はプール数を変化させて行なっている。プール数が 3 の時に  $h_a=15(cm)$  となり、プールを 1 つ追加する毎に  $h_f$  が 5(cm) 下がる。実験条件を表-1 に示す。

挙動実験には実魚としてウグイ (平均体長  $BL=8.9(cm)$ ) を用いた。実験手順は、水路下流に設けた仕切りネット内にウグイを放流し、流れに馴致させ、30 分後、上流側の仕切りを取り外しウグイの挙動をビデオカメラで 1 時間撮影した。1 回の実験に使用した



a) 水路平面図 (○: 切り欠き)



b) 魚道下流端側面図

図-1 階段式魚道模型概要

表-1 実験条件

	プール数	$h_f$ (cm)	$h$ (cm)	$\Delta H$ (cm)
case1-1	3	15	10	10
case1-2	3	15	15	5
case2-1	4	10	10	5
case2-2	4	10	15	0
case3-1	5	5	10	0

個体数は 20 であり、ウグイの学習能力を考慮して毎回異なる個体を使用した。

3. 実験結果

遡上率  $R_r(\%)$  を次のように定義し求めた。

$$R_r = \frac{F_C}{F_T} \times 100(\%)$$

ここで、 $F_C$ : 遡上に成功した魚の個体数、 $F_T$ : 実験に使用した魚の個体数である。

キーワード 階段式魚道、水位落差、ウグイ

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 TEL049-239-1404 E-mail: gd1100020@toyo.jp

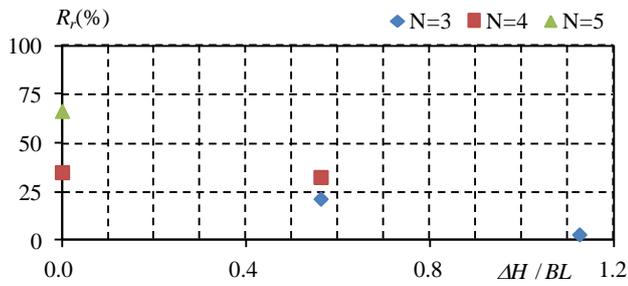


図-2 水位落差と遡上率の関係

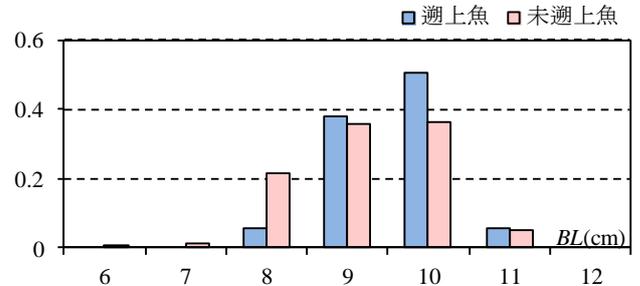


図-3 使用したウグイの体長のヒストグラム

各ケースの遡上率を水位落差 $\Delta H$ 毎に整理した(図-2)。水位落差の減少に伴い遡上率が増加していることがわかる。また、水位落差 $\Delta H$ が体長 $BL$ の1.12倍の時(case1-1)、遡上率が最も低く、遡上が困難な状況であったといえる。この条件のみ落差が存在し、かつ水脈の剥離が確認された。青木ら<sup>4)</sup>の報告によると、体長 $BL=8.0(\text{cm})$ のウグイが跳躍可能な落差 $h_a$ は、体長の1.75~2.00倍以下の高さである。落差 $h_a$ が最大となるcase1-1は $h_a=5(\text{cm})$ であり、本実験で使用した個体は十分に跳躍可能なはずである。実験終了時、遡上していた個体とそうでない個体を分けて体長を測定し、ヒストグラムにした(図-3)。遡上した個体は、遡上しなかった個体に比べ若干ではあるが体長が大きい。しかし、遡上の可否に体長による影響は見られないといえる。そのため、本実験の条件では、体長や跳躍能力の優劣により遡上が困難となったとはいえない。本研究では階段式魚道模型を用いており、魚道幅は水路の一部しかないため、遡上してきた個体は魚道への進入以外を選択可能であったことが考えられる。よって、魚道入口での水位落差の拡大は、跳躍による遡上可能な範囲であっても遡上を妨げる要因となり得るため、遡上率の低下につながったといえる。したがって、魚道下流入口においては、水位落差が生じないよう隔壁の高さを考慮する必要がある。なお、魚道下流端は水位変動や将来的な河床の洗掘に備え、魚道を河床へ突き込むことが提案される<sup>1)</sup>。最も遡上率が高いcase3-1は、下流端を突き込んだ状態に近いことから、水位落差を縮小することや魚道下流端の隔壁天端を下流水深以下にすることにより、魚道への進入が容易になることが明らかとなった。

魚道下流入口部を撮影したビデオを見ると、水脈が剥離しているcase1-1では、隔壁近傍でウグイが頭を地面向けて遊泳している瞬間が見られた。一方、落差 $h_a$ が無い条件では、このような遊泳をした個体は見

れなかった。これは、水脈が隔壁から剥離し到達点が離れることで、隔壁近傍に上昇する流れが発生したためである。このような流れと遊泳行動の特徴は、階段式魚道内に斜め流が生じた際と類似している<sup>5)</sup>。斜め流が生じた場合、遡上を困難にする要因となる<sup>6)</sup>ことから、魚道下流入口において斜め流が生じた場合も同様に、遡上を妨げる要因となったと考えられる。

#### 4. おわりに

魚道下流入口において水位落差が拡大した場合、ウグイの遡上に及ぼす影響について検討を行った。その結果、ウグイの跳躍能力に関わらず、魚道下流入口での水位落差の拡大は、遡上を妨げる要因となることが明らかとなった。また、水脈が剥離している場合、魚道下流入口に遡上を妨げる要因となる斜め流が生じることが示唆された。そのため、今後は魚道下流域の水量の測定をし、流況の変化について検討を行う。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局：魚がのぼりやすい川づくりの手引き，2005。
- 2) 鬼束幸樹，秋山壽一郎，森 悠輔，小林達也，飯國洋平：階段式魚道におけるプール間落差と遡上率の関係，応用力学論文集，Vol.11，pp.677-688，2008。
- 3) 浦 勝，山口秀和，鬼束幸樹，秋山壽一郎：水位落差の大きな魚道の流況改善について，水工学論文集，第47巻，pp.769-774，2003。
- 4) 青木宗之，松岡大祐，三谷浩司，福井吉孝：ウグイの跳躍遡上と循環流に対する行動について，土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，第36回，II-74，2009。
- 5) 林田寿文，本田隆秀，萱場祐一，島谷幸宏：階段式魚道における落下流と表面流の発生特性とウグイの遊泳行動，環境システム論文集，第28巻，pp.333-338，2000。
- 6) 浪平 篤，後藤眞宏，小林宏康：階段式魚道における流量変化に伴うプール毎の流況およびウグイの遡上行動，水工学論文集，第51巻，pp.1291-1296，2007。