

側壁傾斜型魚道の壁面改良の基礎的実験

Basic experiment on wall improvement of inclined side wall fishway

○小野 真*、矢田谷 健一**、堀内 孝人***、渡邊 潔***、丸居 篤**、東 信行**

○Makoto ONO*, Kenichi YATAYA**, Takato HORIUCHI***, Kiyoshi WATANABE***, Atsushi MARUI**
and Nobuyuki AZUMA**

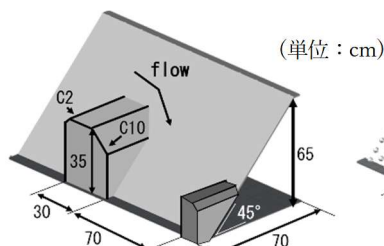
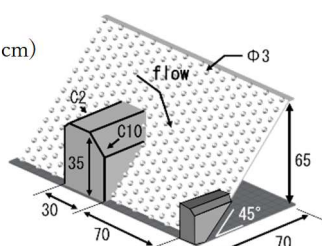
1. はじめに

河川横断構造物には魚類等の遡上を助ける魚道が設けられる。しかし魚の種類や成長段階によって遡上能力が異なるため、遡上阻害が生じている場合がある。そのため、魚道内に遡上能力の弱い魚種に配慮したルートを確認することは、より河川生態系を豊かにすることに繋がる。本実験では、多様な水生生物の遡上を目的に考案された側壁を 45° の傾斜させた台形断面型魚道¹⁾に着目し、本形式を模した側壁傾斜型魚道の模型を用いた遡上実験を行った。本実験によって遊泳能力が弱い小型通し回遊魚の傾斜側壁面における遡上特性を調べた。さらに、側壁に突起を設けて流れを減勢させる改良を行い、その効果を検証した。

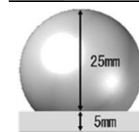
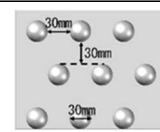
2. 実験概要

(1) 実験魚道の概要

実験水路(正方形断面、水路幅 70cm)に隔壁高 35cm、左岸側のみ側壁を 45° 傾斜させた魚道越流部の模型を設置した。魚道模型の模式図を Fig.1 と Fig.2 に示す。Fig.1 のモデルは側壁傾斜面をフラットにした模型である。Fig.2 のモデルには側壁近傍流速の減勢効果を期待し側壁に直径 3cm の球(以下、突起と呼ぶ)を複数配置した。突起は、直径 6 分の 1 が壁面に埋め込まれており(Fig.3)、側壁傾斜面を 45° 斜方向から見て水平方向および縦方向にそれぞれ 3cm の間隔で千鳥状に配置した(Fig.4)。球状突起を含む側壁傾斜面は樹脂製で、3D プリンターにて作製した。

Fig.1 魚道模型 (突起なし)
Fishway model (No protrusions)Fig.2 魚道模型 (突起あり)
Fishway model (With protrusions)Table 1 実験条件
Experimental conditions

Case	日付	魚種	水位差 Δh	突起	水温($^\circ\text{C}$)
1	8/11	ウキゴリ	10cm	なし	23
2	8/10		10cm	あり	23
3	8/11		15cm	なし	23
4	8/10		15cm	あり	23

Fig.3 突起の大きさ
Size of protrusionFig.4 突起の配置
Arrangement of protrusions

(2) 実験方法・実験条件

供試魚には河川遡上期の小型のウキゴリ(個体数 464 尾, 平均体長 $4.1\text{cm} \pm$ 標準偏差 0.4cm)を用いた。水理条件は越流水深 h_1 を 15cm に固定し、プール間水位差 $\Delta h=10\text{cm}$ と 15cm の 2Case とした(Table 1)。供試魚を越流部下流に投入後、遡上行動を鉛直方向、水平方向、斜方向の 3 点からビデオカメラで 20 分撮影し記録した。供試魚は 1Case につき 60 尾使用し、

* 弘前大学大学院 農学生命科学研究科 Hirosaki Univ. Agriculture and Life Science graduate course

** 弘前大学 農学生命科学部 Faculty of Agriculture and Life Science, Hirosaki University

*** (株) ホクエツ Hokuetsu Co., Ltd.

キーワード: 台形断面型魚道、河川連続性、ウキゴリ

一度実験に用いた個体は、同日中に二度以上使用しないようにした。また、遡上実験とは別日に三軸電磁流速計（ACM-300；アレック電子）を用いて隔壁上および下流プール内の流速を測定した。

3. 結果と考察

(1) 傾斜側壁魚道の特性 (Case1, 3)

越流部の遡上を試みた個体数は、Case1 で 40 個体、Case3 で 22 個体であった。また、遡上成功率は Case1 で 55%，Case3 で 18%であった。Fig.5 にウキゴリの遡上経路を大別して示す。主要な遡上経路は 3 つに分類され、Case1,3 ともに傾斜側壁沿いを遡上する個体が多数を占めた。Case1 では、遡上成功した個体のうち 73%が傾斜側壁沿い(a ルート)を遡上した。一方、9%の個体は b ルートを遡上した。Case2 においても同様の傾向がみられ、遡上成功した個体のうち 72%が a ルートを、15%が b ルートを遡上した。実験模型内の流速は、Fig.6 に示す 4 つの空間に分けて整理した。A,C は傾斜側壁から水平距離 2.5cm における測点群で、A は隔壁上、C は下流プール内の領域である。B,D は側壁沿い(A,C)を除いた測点群で、B は隔壁上、D は下流プール内の領域である。Case1 の隔壁上の三次元合成平均流速は A 領域で 1.22m/s、B 領域で 1.26m/s となり、側壁沿いの方が 3%低い値であった。但し、傾斜側壁沿いの越流水脈がプールに進入する直上流（供試魚の遡上失敗が多数確認された位置）の近傍流速は 1.66m/s と速く、遡上成功率向上のために流速低減の必要性が示唆された。

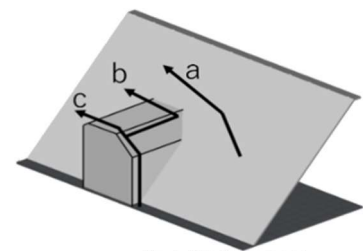


Fig.5 遡上経路の大別
Major classification of upstream migration routes

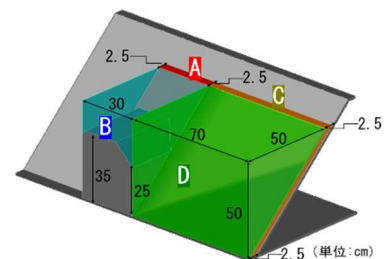


Fig.6 流速測定位置
Location of flow velocity measurement

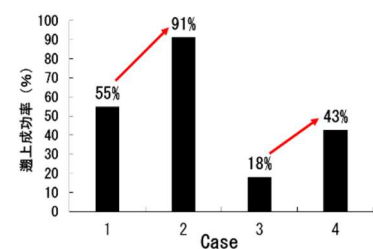


Fig.7 遡上成功率
Success rate of passage over the weir

(2) 球状突起設置の効果 (Case2, 4)

プール間水位差 $\Delta h=10\text{cm}$, 15cm の条件とともに、突起の設置によって遡上成功率が向上した (Fig.7)。また、Case1 では a ルートを選択した個体の遡上成功率は 48%であったのに対し、Case2 では 93%と大きく向上した。Case3 と Case4 を比較しても 12%から 52%と向上し、側壁沿いを選好した個体の遡上を助ける効果が特に顕著であった。この要因として、突起設置による側壁沿いの減勢効果が考えられる。側壁沿い (Fig.6 の A,C 領域) の三次元合成平均流速は Case1:1.13m/s, Case2:0.76m/s となり突起設置によって 33%低減していた。しかし側壁沿い以外 (Fig.6 の B,D 領域) の平均流速の差は僅かであり、突起の影響は限定的であった。

4. まとめ

傾斜側壁に突起を設けることで、河川遡上期のウキゴリの隔壁遡上成功率の向上が確認できた。この要因として隔壁遡上時に傾斜側壁沿いを選好する個体が多く、突起を設けることで側壁近傍の流速が低減されていることが挙げられる。加えて、球状突起に接するように定位する個体も観察できたことから、突起は遡上時の休息の場としても有効であると推察される。但し、突起による流速低減範囲は限定的であり、課題が残る。今後は、球状突起のサイズ変更、側壁の傾斜角度の変更を試みた実験を行う予定である。

引用文献：

- 1) 安田ら (2005)：長崎県千綿川に設置された台形断面型魚道の特徴と魚道設置の効果，河川技術論文集第 11 巻