

G-4

可搬魚道を用いたサケ・マス類の遡上環境構築の試み

○高橋直己（国立高専機構 香川高等専門学校）

1. はじめに

シロザケ (*Oncorhynchus keta*) やカラフトマス (*Oncorhynchus gorbuscha*) は漁業資源的価値が高い魚種である。これらの魚種は産卵のために河川を遡上するが、移動経路上に堰などの落差構造物が存在することで、その遡上行動が阻害される。このような魚類にとって河川内の遡上は重要であり、遡上阻害が発生すると、地域の漁業資源や河川生態系に悪影響が及ぶ<sup>1)</sup>。落差構造物にて大型魚を遡上させる手法として、コンクリート等を用いて構築する恒久的な魚道の整備が挙げられる。しかし恒久魚道の整備には、その構造物の規模から事前調査や設計、設置に費用と時間がかかる。遡上阻害地点の数を考慮すると、大型魚に適する製作・設置が容易な魚道構造の検討が必要である。

高橋らは、専門知識を必要とせず、簡単に着脱できる可搬魚道システムを提案し、サケ・マス類に対応した大型可搬魚道を開発した。一方で、既往実験<sup>2)</sup>において落差約 40 cm の現場においてはシロザケを遡上させることに成功しているが、北海道内に複数存在する落差約 1 m の構造物に魚道を設置する方法については検討されていない。本研究では、シロザケやカラフトマスが遡上可能かつ落差 1 m 程度の現場に設置可能な大型可搬魚道の開発を試みた。

2. 研究方法

本研究では、魚道デザインの検討、実規模の魚道を用いた現地実験、1/6 模型を使用した魚道内水深・流速分布の検討により、魚道構造の検討と実証実験を行った。提案魚道の特徴を以下にまとめる。

- 人力で運搬・設置可能
- 複数ユニットを連結し、約 1 m の落差に対応可能
- 破損ユニットを取り替え、速やかに機能を回復可能

設計では、2/5 模型を製作して室内実験を行い、魚道内流況を確認した。Fig.1 に提案魚道の概要を示す。現地実験では、複数の遡上阻害定点にて提案魚道を運用し、シロザケおよびカラフトマスの遡上状況の調査、魚道内の水深・流速の測定を行った。遡上状況調査にはビデオカメラを、水理量の測定には金尺とプロペラ式流速計 (VR-301) を用いた。また、より詳細に魚道内の流れを分析するため、現地での水深・流速測定結果をもとに室内実験を行い、魚道内の水深・流速を測定した (原型換算流量  $Q_p = 63.4 \text{ L/s}$ )。水理量の測定には、金尺と三次元電磁流速計 (KENEK VP3500) を用いた。室内実験では 1/6 模型を使用し、測定流速をフルードの相似則に基づいて原型換算した。Fig.2 に水深・流速の測点を示す。流速測定は、5 割水深にて実施した。本報告では、北海道斜里郡斜里町の河川で 2020/8/27 ~ 2020/9/23 に実施した、カラフトマスを対象とする実験結果について報告する。

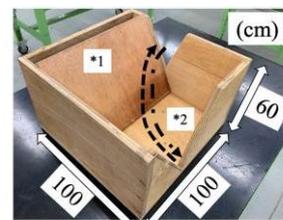
3. 研究結果と考察

シロザケやカラフトマスの体高と巡航速度を考慮し、室内実験を行うことで、Fig.1 の魚道を製作した。カラフトマス遡上期に遡上阻害地点への設置した結果、対象魚の遡上が確認された。一方で、魚道上流端で約 20 cm の流れの剥離が生じ、体長の大きい個体が遡上に失敗する様子が複数回確認され



U1 ~ U4 : 可搬魚道ユニット  
 ←--- : 移動経路

a) 試験設置の様子



2/5模型 (図中の値は原型換算値)

---▶ : 流れ ←--- : 移動経路

\*1 : 傾斜側壁

\*2 : 休憩用プール

b) 可搬魚道ユニットの構造

Fig.1 提案魚道の概要

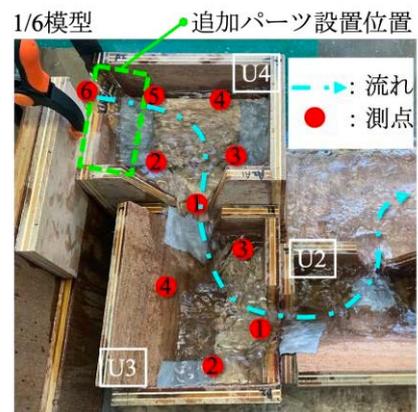


Fig.2 水深・流速の測点

た. そのため魚道上流端に剥離を低減するためのパーツを追加した. 追加パーツを設置 (設置角度約 40°) することで当該箇所の流れを堰き上げ, 流れの剥離を低減させた. 改良後, 体長の大きい個体が跳躍せずに (遊泳のみで) 遡上可能になり, 実験期間内で約 1000 匹 (目視調査結果にもとづく推定値) のカラフトマスが遡上した. カラフトマスの遡上の様子を Fig.3 に示す. 現地実験より, 流れの剥離の低減が大型可搬魚道の開発において重要な要素になると考え, 室内実験にて魚道内の流れを分析した. 室内実験では流れの剥離が顕著な状態 (追加パーツ無) と流れの剥離を低減している状態 (追加パーツ有) の流速  $v$  と水深  $h$  を測定し, 流況を確認した. 魚道内流況と,  $v$  と  $h$  の測定値をそれぞれ Fig.4, Fig.5, Fig.6 に示す. Fig.5, Fig.6 の赤線は, 対象魚の体長を 60 cm, 体高を 20 cm, 巡航速度を  $4 \times B.L.$  (体長) /  $s^3$  と仮定した場合の推定値を示している. U3 ユニットの流速 (追加パーツ有) において, 測点 1 と測点 3 の流速はそれぞれ 1.09 m/s, 0.19 m/s であり, 追加パーツ無の場合でも同様の値が得られた. 流況に関しては, 追加パーツを設置することによって流れの剥離が低減されていることが確認された. 流速に関しては追加パーツの有無によって大きな変化はなく, 全ての測点で原型流速は対象魚の巡航速度以下に抑えられていた. 水深に関しては, プール内には想定される対象魚の体高以上の水深が確保されていた. 遡上出口付近の一部の測点では, 流速が大きくなり, 体高を下回る水深になったが, 現地実験での観察により魚道としての機能に影響はないと考えられた.

#### 4. まとめ

カラフトマスの遡上期に現地実験を行った結果, 魚道上流端での流れの剥離を低減することにより, 対象魚の遡上を多数確認した. 室内実験において, 追加パーツの有無による, 流速, 水深への影響はほとんどないことが明らかとなった. 以上より本実験条件では, 流れの剥離を低減させることが, 提案魚道の開発において重要になると考えられる. 2021 年度に実施した現地実験では, カラフトマスのみでなくシロザケも提案魚道ユニットを利用することが確認されており, 引き続き開発を継続することで, サケ・マス類の自然産卵を補助する技術に発展させたい.

#### 謝辞

本研究は, 斜里町役場, 斜里第一漁業協同組合をはじめとする斜里町の皆様や, 林姫奈さんをはじめとする香川高専高橋研究室のメンバーの協力により継続できています. ここに関係各位の理解と協力に対して感謝の意を述べさせていただきます.

#### 参考文献

- 1) 眞山 紘: さけ・ます類の河川遡上生態と魚道, SALMON, No.13, pp.1-7, 2004.
- 2) 小林 圭, 山本悠生, 高橋直己, 柳川竜一, 多川 正: サケ・マス類に対応可能な可搬魚道の開発, 令和 2 年度土木学会四国支部第 26 回技術研究発表会, 2020.
- 3) (財) ダム水源地環境整備センター: 最新 魚道の設計-魚道と関連施設-, (株) 信山社サイテック, p.112, 1998.

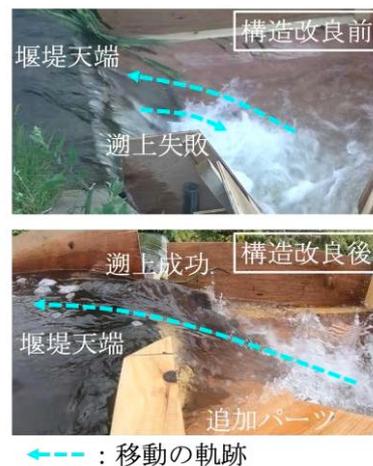


Fig.3 カラフトマスの遡上



Fig.4 魚道上流端の流況(1/6 模型)

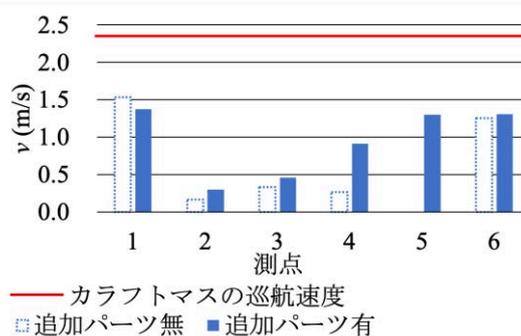


Fig.5 U4 ユニット内の流速(原型換算値)

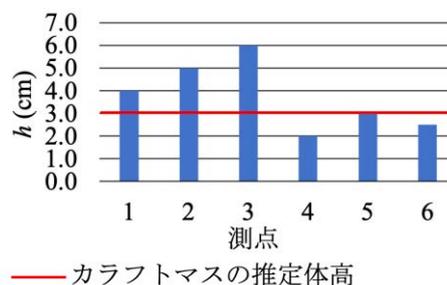


Fig.6 U4 ユニット内の水深(1/6 模型)