

サケ・マス類に対応可能な可搬魚道の開発

香川高等専門学校専攻科 学生会員 ○小林圭

香川高等専門学校 賛助会員 山本悠生 香川高等専門学校 正会員 高橋直己

香川高等専門学校 正会員 柳川竜一 香川高等専門学校 正会員 多川正

1. はじめに

サケは漁業資源的価値が高い水産有用種である。このような魚類にとって河川内を遡上できることは重要であり、落差構造物により遡上阻害が発生すると、正常な再生産が行われず、地域の漁業資源や河川生態系に悪影響が及ぶ。落差構造物において、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（以降、恒久魚道と呼ぶ）の整備が挙げられる。一方で、恒久魚道の整備には、事前事後の周知な調査設計が必要になり、その構造物の規模から、設置に時間と費用がかかる。

簡易魚道は安価な素材を用いて作られる暫定的な魚道であり、費用の関係で恒久魚道が設置できない現場にも構築することができる²⁾。一方で従来、サケが遡上できる規模の簡易魚道は、設置にある程度の専門知識や重機もしくは労力を要するものが多い。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を開発し、河川生態系および水田生態系に属する、複数種の水生動物の遡上経路の構築に成功している³⁾。一方でこれらの可搬魚道は、小型から中型（最大で全長 20cm 程度）の水生動物の利用を想定したものであり、体長 70cm 程度のサケのような大型魚に適する可搬式の魚道構造については、検討されていない。本研究では、体長 70cm 程度の魚類が遡上可能な可搬魚道を開発し、その設置効果を検証する。

2. 研究方法

本研究の提案魚道は、サケの体が収まる必要最小限の大きさのプールを連結させること、プール間の水面差を 10 cm 程度にすること、プール間の流れを極力壁面から剥離させないことを条件として設計した。設計では、1/2 模型にて流況を確認し、側壁勾配を決定した。提案魚道の概要を図-1 に示す。現地実験では、サケの遡上状況の調査、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系（KENEK VR-301）を用いた。実験対象

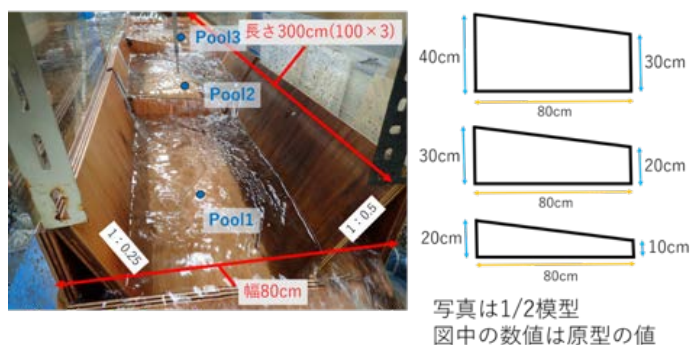


図-1 提案魚道の概要

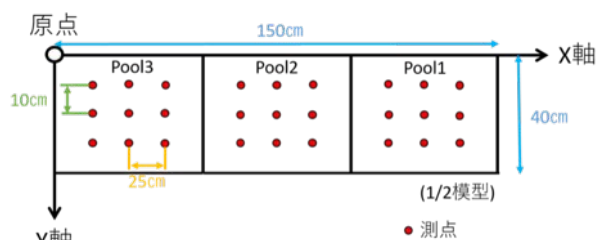


図-2 室内実験における流速の測点



図-3 シロザケの遡上の様子



図-4 サケの遡上成功率

地は北海道小清水町のイチャンオマナイ川で、2019/10/12～2019/10/14 に遡上状況を調査した。また、より詳細に魚道内の流れを分析するため、室内実験を行い、魚道内の水深・流速を測定した。水量の測定には、金尺と三次元電磁流速計（KENEK VP3500）を用いた。室内実験では 1/2 模型を使用し、測定流速をフルードの相似則にもとづいて原型換算した。流速は隔壁部とプール内に着目し、計測した。図-2 に流速の測点を示す。Pool 間の測点の鉛直方向について、2 割・6 割・8 割水深にて測定した。

3. 研究結果と考察

提案魚道は、異なる高さの隔壁によって奥行き 100cm のプールを連続的に創出し、遡上阻害箇所の水面差を小さくする構造になっている。この提案魚道は木材で製作されているため製作費用が少なく、専門知識のない一般市民でも 3 時間で製作から設置まで完了できた。現地実験にてシロザケの遡上が確認できたことからプールの大きさや水面の高低差は魚道として適していると考えられる。遡上状況について記録を集計し、式 3.1 を用いて遡上成功率 R_r を求めた。

$$R_r = \frac{F_s}{F_s + F_f} \cdots \text{式 3.1}$$

ここで、 F_s は魚道に進入し上流端まで遡上した個体数、 F_f は魚道に進入し上流端まで遡上しなかった個体数である。図-3 にシロザケの遡上の様子を図-4 にシロザケの遡上成功率のグラフを示す。遡上達成率は 3 日間とも 70%以上であり、魚道に進入した個体の多くが速やかに上流側に遡上した。シロザケが遡上する際に側壁が低く外に飛び出したため 10/13 に側壁の高さを延長し、10/14 に魚道上流端からの流れを減勢するために、魚道上流端に幅 20 cm の堰板を追加した。図-5、図-6、図-7 に、10/14 の水の流れを室内実験で再現した魚道内における、各プールの 2 割水深の平面流速ベクトル分布を示す。魚道内流速の最大値は 1.60m/s であった。図より、各プールの流入量の多い箇所は流速が大きくなっているが、その他は流速が小さく休息できる空間が存在すると推測できる。

4. まとめ

現地実験より、提案魚道の設置によって大型魚であるシロザケが遡上可能になることがわかった。また、室内実験によって得られた流速ベクトル分布から、魚道内の流速はサケの遊泳速度よりも小さく、各プールで休息箇所が確保されているため、サケにとって遡上しやすい流況が創出されていると考えられる。

参考文献

- 1) Helfield, J. and Naiman, R.J. : Effects of salmon-derived nitrogen on riparian forest growth and implications for stream productivity, Ecology, Vol. 82, No. 9, pp2403-2409, 2001.
- 2) 町田善康, 山本敦也, 秋山吉寛, 野本和宏, 金岩稔, 神保貴彦, 岩瀬晴夫, 橋本光三: 複数の手作り魚道はサケ科魚類の生息場所の回復に寄与したのか?, 応用生態工学 21(2), pp.181-189. 2019.
- 3) 高橋直己, 木下兼人, 齋藤稔, 柳川竜一, 多川正: 実河川における V 形断面可搬魚道を用いた水生動物の遡上と魚道内流速特性, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 75, No2, pp. I_565- I_570, 2019.

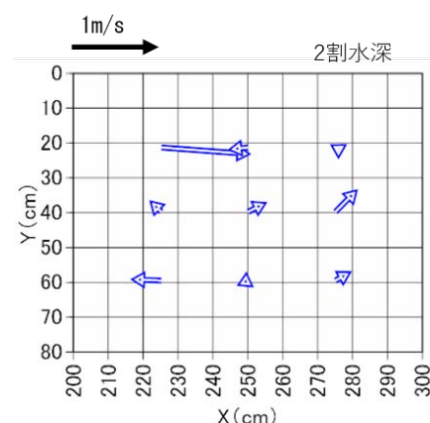


図-5 平面流速ベクトル分布 (Pool1)

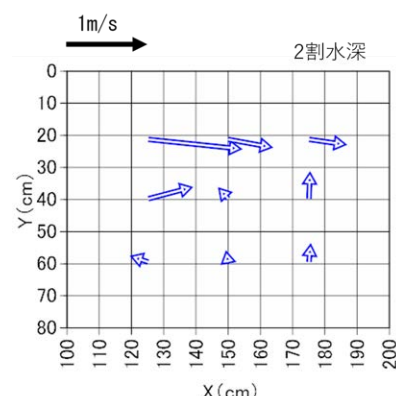


図-6 平面流速ベクトル分布 (Pool2)

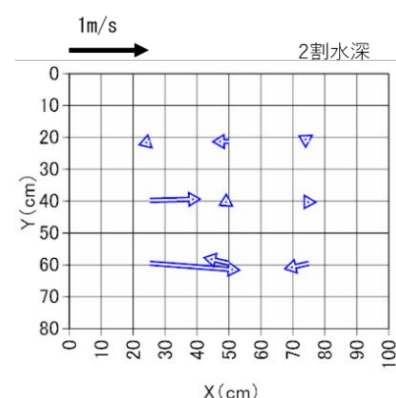


図-7 平面流速ベクトル分布 (Pool3)