

### 階段式魚道における低遡上率の原因と改善策

東洋大学大学院工学研究科

学生員 ○小坂 祐樹

パシフィックコンサルタンツ株式会社

正会員 青木 宗之

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

日本の既設魚道の約90%以上はプールタイプの階段式魚道である。このような魚道には主として以下に示す問題点等があげられる。

- ①河床洗掘等による水位差の増大
- ②魚が魚道下流入口を見いだせない
- ③魚道下流の流れが速く魚道下流入口へ魚が辿りつけない

④魚の遡上意欲を削ぐような快適な流れ場がある  
 既往の実験においても①～④のような問題点が明らかになっている。例えば、①については、魚道下流端の隔壁越流部と魚道下流域の水位差を広げた場合、魚道下流入口での河床洗掘が拡大し(図-1)、遡上率が低下した。②については、魚道下流域での循環流の形成が考えられる。循環流が形成された場合、その流れに魚が乗ってしまい上流へ遡上しにくい状況となってしまう(図-2)。③については、水路内の流量を増やし、図-3のような流速で実魚を用いた挙動実験をした結果、水路左岸を遡上する個体は魚道下流入口手前で流れに押し戻されてしまうことが確認され、遡上率が低下した(図-4)。このとき多くの個体は水路右岸側を遡上し、魚道下流域等で滞留している様が見られ、④の問題点に相当する状況が確認できた。なお、①②についての改善策は既往研究で見出している。一方で、③や④についての改善策は見出せていない。

そこで本研究では、③について着目し、模型実験を行なった。

#### 2. 模型実験概要

実験に用いた階段式魚道モデルを図-5に示す。魚道勾配は1/10、呼び水水路勾配は1/11であり、隔壁には交互に切り欠き(2.5×2.5(cm))を配置した。

実験条件は、既往の研究で判明した遡上に適した

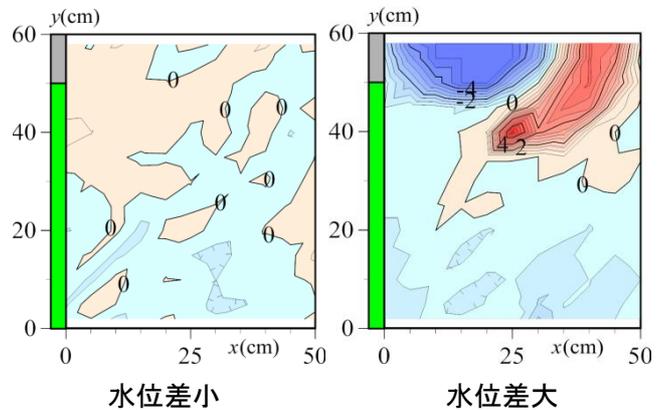


図-1 河床洗掘状況

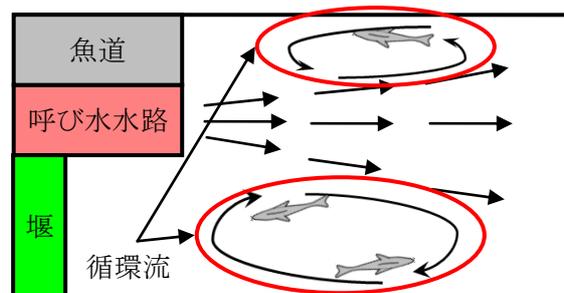


図-2 循環流のイメージ

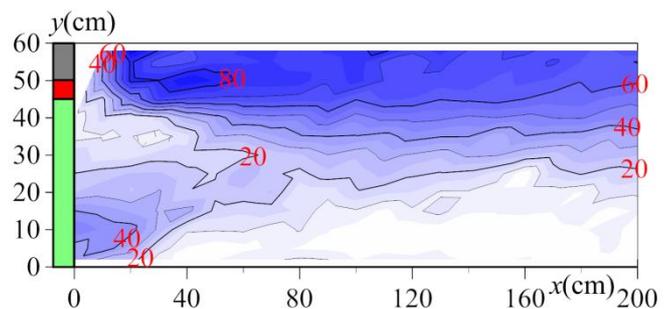


図-3 Q=18(l/s)の流速分布

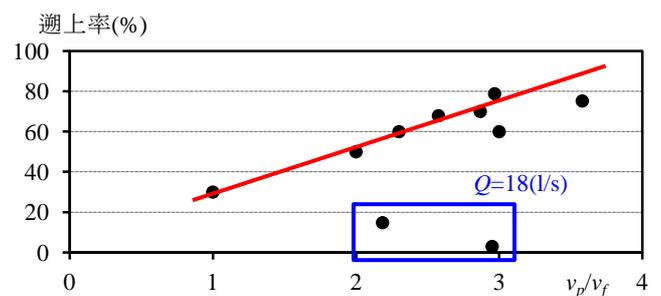


図-4 流速比  $v_p/v_f$  と遡上率の関係

キーワード 階段式魚道, 呼び水, 迷入, ウグイ

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 TEL : 049-239-1404 E-mail : gd1100020@toyo.jp

流量と遡上が困難であった流量の2つとし、集魚機能のある呼び水水路の有無による検討を行なうため、表-1 に示す4 ケースとした。

挙動実験には実魚としてウグイを用いた。使用したウグイの平均体長は 7.6(cm)である。実験手順は、水路下流に設けた仕切りの中でウグイを 30 分間流れに慣れさせた後、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用いた。

3. 実験結果

迷入率を次のように定義し、各ケースの結果を図-6 に示す。

$$\text{迷入率} = \frac{\text{堰下流に進入した魚の総個体数}}{\text{遡上を試みた魚の総個体数}} \times 100$$

実験開始から 10 分間の迷入率は全てのケースで 50%以上であり、呼び水水路が無い場合は 80%前後であった。また、開始直後に多くの個体が右岸側から遡上し、堰下流へ迷入していることがビデオから確認できた。これは、遡上してきた魚が初めて魚道に接触するとき、多くの個体は魚道下流入口を見つけることが困難であるということを示唆している。しかし、呼び水水路を設けることで迷入率が減少していることから、呼び水の魚道下流域における集魚効果の増進が確認できた。

流量  $Q=6(l/s)$  の条件の場合、迷入率が時間の経過と共に減少しており、堰下流に滞留している魚の個体数も同様に減少している。これは、堰下流の流速が体長の 0.5 倍の値であり、迷入した個体は堰下流全体を自由に遊泳していることが確認できた。そのことから、堰下流へ迷入した場合でも魚道下流入り口付近で魚道下流域の流れを感知することにより、降下することが可能であり、再度遡上を試みる事が可能であることがわかった。また、遡上・降下を繰り返すことで魚道下流入口を見つけることができ、迷入する個体の減少と遡上に成功する個体の増加が期待できる。

4. おわりに

改善策は、①は礫を敷く、②は導流壁を用いる。③と④については今後の検討により見出すこととする。

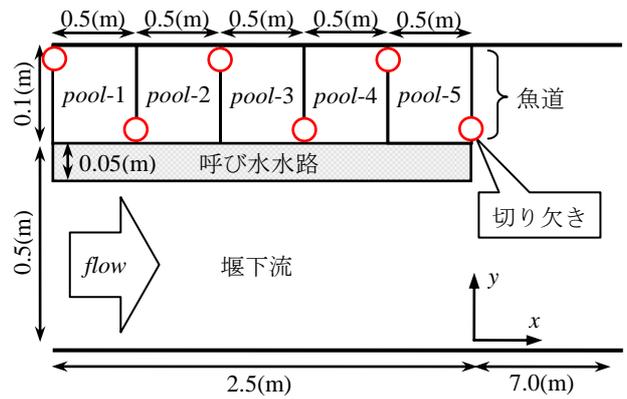


図-5 階段式魚道モデル

表-1 実験ケース

	全流量 $Q(l/s)$	呼び水水路
Run1-1	6	無し
Run1-2	6	有り
Run2-1	18	無し
Run2-2	18	有り

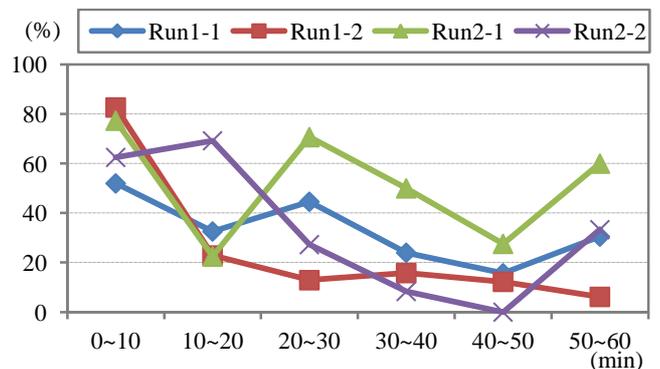


図-6 迷入率の時間変化

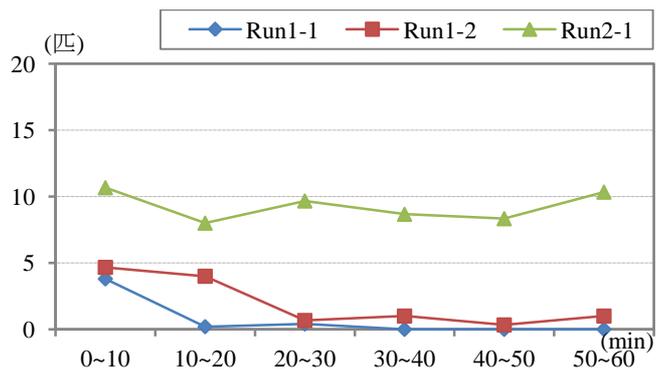


図-3 堰下流に滞留する個体数の時間変化

5. 参考文献

小坂祐樹, 青木宗之, 田口裕基, 福井吉孝: 呼び水式階段魚道における問題点とその対処法について, 水工学論文集, 第 56 巻, pp.679-684, 2012