

全断面粗石付き魚道の流れと機能増進について

東洋大学大学院 学生員 ○松木 越  
 東洋大学 正会員 青木 宗之  
 東洋大学 正会員 福井 吉孝  
 東洋大学大学院 学生員 菊池 裕太

1. はじめに

全断面粗石付き魚道は、魚の遡上促進効果を発揮することが分かっている。しかし、流量が増し、流速も大きくなると、遡上が困難になる。そのような、ケースを対象として、魚道の機能の増進について検討した。

2. 実験概要

図-1 に示すような、底勾配  $i=1/20$  の模型魚道を用いた。粗石密度  $\rho_s$  (魚道の面積に占める粗石の割合) は 0.16 としたり。実験は、まず、魚道下流をネットで区切り、ウグイ (*Tribolodon hakonensis*) を放流する。30 分後、ネットを開放し、ウグイの挙動を 30 分間高解像度カメラ (ひまわり GE60 : (株) ライブラリー) を用いて撮影し、挙動、遡上数を求めた。ウグイの平均体長は、9.1(cm)である。また、流速は、実験動画から求めたウグイの遊泳深度を  $z=2(\text{cm})$  とし、二次元電磁流速計を用いて測定した。実験ケースを表-1 a) に示す。

3. 実験結果

図-2 に、遊泳中のウグイが選好した点 ( $x= 0(\text{cm}), 200(\text{cm}), 400(\text{cm}), 600(\text{cm}), 700(\text{cm})$ ) での流速の平均値  $V_0$  と、遡上率  $R_r$  を合わせて示す。流量が大きくなると、魚道内の流速も大きくなり、遡上率は減少する。Run1-6 では、最大流速が 140(cm/s)程度にまでなり、遡上率は 2.0%と最低になった。ウグイの挙動を見てみると、遡上途中で下流へ押し流されてしまっていた (図-3)。

4. 魚道の改善策その1

図-4 のように、魚道中央部にフラット部分を設け、ウグイの休憩場所とする<sup>2)</sup>。さらに、フラット部分の粗石高  $h$  を変えた。実験ケースを表-1 b), 図-5 に結果を示す。遡上率は増加し、Run2-3 ( $h=6.5(\text{cm})$ ) で最大値を示した。しかし、 $h$  を高くし過ぎると、低流速域の拡大により、遡上意欲が削がれ、その場に停留してしまい、遡上しきれないウグイがでた (図-6 点線)。

5. 魚道の改善策その2

流速を抑えること、低流速域を適度に拡大させるため、Case2 で遡上率の高かった  $h=6.5(\text{cm})$  の粗石を用いて実験を行った。魚道の粗石全てを高くした (図-7 a)) ケース、中央部では側壁部に比べ、流速が遅くなって (図-8) ので、そこでの流速を遅くさせるため、

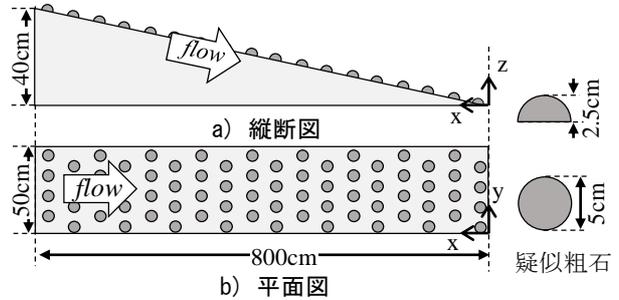


図-1 模型魚道・疑似粗石概略図

表-1 実験ケース

a) Case1						
Run	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
流量 $Q(l/s)$	2.2	3.5	4.7	13.5	14.7	22.2
b) Case2						
Case	Run	休憩場の形状	延長 $l(\text{cm})$	粗石高さ $h(\text{cm})$	流量 $Q(l/s)$	
2	2-1	フラット	50	2.5	22.2	
	2-2			4.5		
	2-3			6.5		
	2-4			8.5		
	2-5			10.5		
c) Case3						
Case	Run	流量 $Q(l/s)$	$h=6.5(\text{cm})$ の粗石の配置			
3	3-1	22.2	全体			
	3-2		中央のみ			

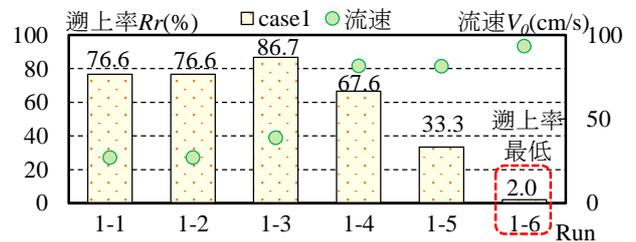


図-2 Case1 の遡上率

中央部の粗石のみを高くして (図-7 b)), 実験を行った。実験ケースを表-1 c) に、実験結果を図-5 に示す。

Run3-1, Run3-2 とともに、Run1-6 より高い遡上率を示した。Run3-1 では、全体的に流速が低下 (図-8) したことにより、側壁部を遊泳するのではなく、横断方向

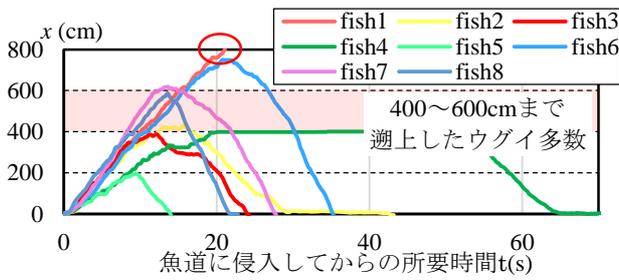


図-3 最大遡上距離と所要時間 (Run1-6)

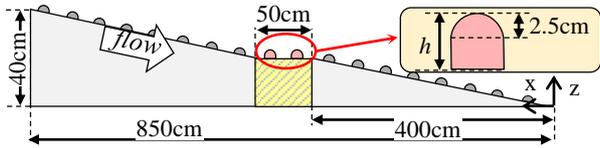


図-4 中央フラットを設けた模型魚道

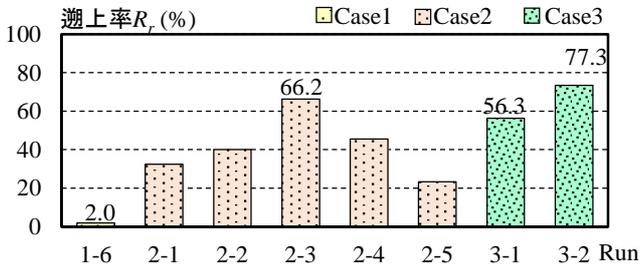


図-5 Case2 と Case3 の遡上率

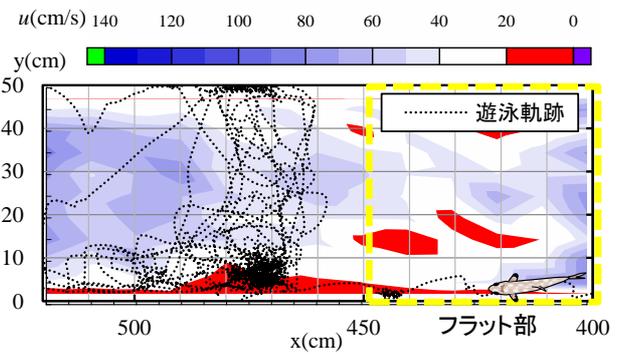


図-6 遡上経路と流速 u コンター (Run2-3)

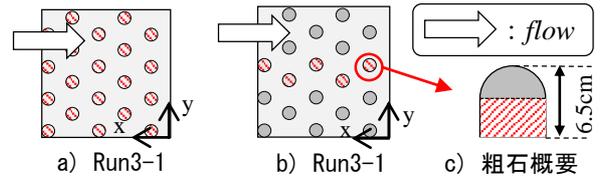


図-7 配置粗石の変更点

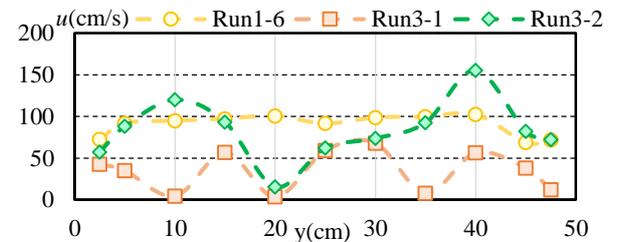


図-8 横断方向流速 u 分布 (x=602.5 (cm))

に広く遊泳しながら遡上していた (図-9)。

Run3-2 では、流量が小さいときのように高い遡上率となった。この時の流況と遡上経路 (図-10) を見てみると、遡上経路は様々であるが、流速の小さい(50(cm/s)程度)中央付近を遊泳するウグイ (図-8) が多く確認できた。また、流れの速くなった領域(100(cm/s)以上)  $y=0\sim 15, 35\sim 50$ (cm)を遡上する際、時折中央付近の低流速域を遊泳することで、最後まで遡上することが出来たのだと考える。さらに、途中で押し流されても、縦断方向に低流速域が連続しているため、低流速の中央付近に辿り着くと、その場で休憩をして、再度遡上することもできた (図-10 点線)。

6. まとめ

魚道内に、50(cm/s)程度の流速域を作り出すことが出来れば、そこで一旦休憩することが可能となり、遡上率は高くなった。魚道内全体の流速を抑えるよりも、流速の速い領域と遅い領域が混在すると、遊泳能力の違いにより、各々の好む流速域を選好することが出来、遡上率の増加につながったと考える。

参考文献

- 1) 和田吉弘：言いたい放題魚道見聞録，株式会社山海堂，pp.142-143，2003.1.
- 2) 松木越ら：粗石付き魚道の機能増進策について，土木学会第41回関東支部技術研究発表会，第41巻，II-14，2014

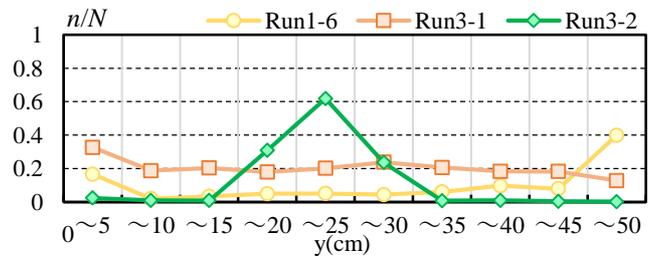


図-9 各 Run におけるウグイの横断方向存在頻度

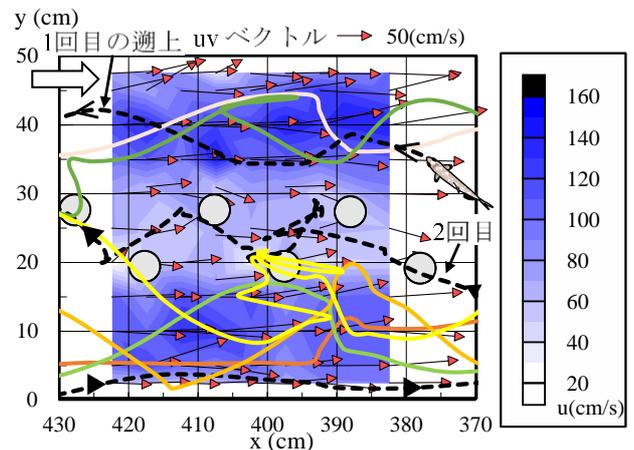


図-10 遡上経路と流況 (Run3-2)