

舟通し型魚道における溪流魚の遡上実験

豊橋技術科学大学 正会員 中村俊六
同 正会員 小出水規行
同 葛西雄介
同 寺境則繁
同 藪木昭彦

1. 目的

近年、多くの利点を持つ舟通し型魚道の設計事例が増加しているが、その設計にあたって必要となる水理特性は必ずしも明確にされていない。この理由として、魚道内の流速分布が複雑多様であるため、全面の水理特性を把握するには膨大な時間、労力が必要とされることが挙げられる。しかし、魚がある特定の経路を選好し遡上するのならば、その経路に重点をおいた合理的な測定が可能である。

本研究は上記の考えに基づき、設計資料としての水理特性把握のための第一歩として、舟通し型（修正ラニーニア型）魚道模型における溪流魚の遡上行動の観察を行なったものである。

2. 実験概要

2. 1 遡上経路把握実験

実験に用いた水路の概略を図-1に示す。水路勾配 1/10 で、底面がガラス製である。水路への通水は隣接する貯水槽から、インバータ付きのポンプを介して行われている。この水路中央に図-

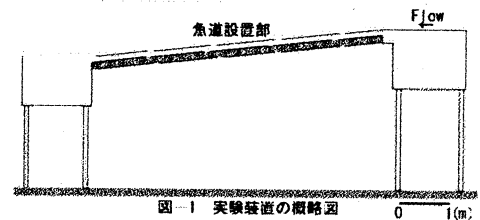


図-1 実験装置の概略図

2に示す待避所付き舟通し型魚道の 1/3 縮尺模型を設置した。模型魚道は総延長 5.64m、幅 0.27m（拡幅部 0.65m）、深さ 0.15m である。中央部に左右対象に設置された阻流材は流れを中央に集める働きをし、1m 間隔で設置した拡幅部は待避所として想定したものである。観察は図-2に点線で示す範囲を水路下方よりビデオ

カメラで撮影しながら行った。供試魚には稚魚期のイワナを2種類用いた（表-1）。流量は原則的に $0.014 \text{ m}^3/\text{s}$ に設定したが、比較的小型なイワナ B はこの流量では遡上しそうになかったため、流量を $0.0094 \text{ m}^3/\text{s}$ に再設定した。また、本実験は冬季であったことからヒーターを用いて水温調節を行った。

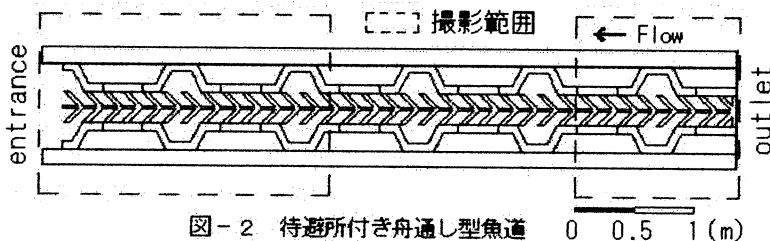


図-2 待避所付き舟通し型魚道

表-1 供試魚概要、実験条件

グループ名 ^{*1}	計測個体数	体長(cm)		体重(g)		実験日 1999年	時間 (時:分)	使用個体数	流量 (m^3/s)	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	気温 ($^{\circ}\text{C}$)
		平均	標準偏差	平均	標準偏差						
イワナA	17	11.0	1.9	15.2	4.2	11月25日	8:34~17:39	22	0.014	18.4	13.5
						11月26日	5:37~9:40	23	0.014	18.4	14.9
イワナB	5	6.0	0.2	3.1	0.2	12月4日	13:46~17:15	6	0.0094	15.5	15.0

*1 本実験において便宜的に使用した名称

キーワード：待避所付き舟通し式魚道 溪流魚 通過頻度分布 流速

連絡先：〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 豊橋技術科学大学 建設工学系 建設水工研究室

Tel: 0532-44-6860 E-mail: koizumi@jughead.tut.ac.jp

実験後、撮影されたテープから遡上経路が明瞭な個体のみについて経路図を作成し、それをもとに図-3に示す通過頻度分布を作成した。作成にあたっては、まず魚道内を横断方向に63mmで5等分、縦断方向には83mm間隔で区切って、4角形のセルに分割し（ただし、待避所は全体でひとつのセル）、経路図を重ね合わせ、各セルの通過経路数をカウントした（ただし、降下する際の経路はカウントしなかった）。次に範囲内の通過経路総数をセル総数で除した平均通過数を求め、各セルの通過数を、平均より多い、平均以下、ゼロの3種に区分けした。

2. 2 流下方向の流速測定

一方、流量 $0.014 \text{ m}^3/\text{s}$ での各セルの流下方向の流速をプロペラ流速計（ $\phi 18\text{mm}$ ）にて測定した。流速は各セルの中央の、阻流材天端から25mmの高さにおいて12回ずつ測定し、最大、最小を除いた残り10値の平均及び標準偏差（流速の変動度のひとつの指標として）を求めた。図-4はその分布図である。同図は各セルの流速、標準偏差を、全セルの（算術）平均+同標準偏差を超える、平均-標準偏差未満、その中間、の3種に区分して示したものである。

3. 考察

遡上経路の選好には魚種特有の傾向がみられ、比較的大型のイワナ A は、流れが比較的速い中央部を、また、小型のイワナ B は、流れが緩い側壁近傍を遡上するものが多く観察された。ただしイワナ B の場合、設定流量が小さく中央部の水深が浅すぎたことも、中央部を利用しなかったことに原因してくる可能性がある。

なお、図-5に水面形の一例として、上流端より2.12mの位置における横断水面形を示す。魚道内では通常、同図に示すように、水面は中央部が浅く側壁近傍が深い。

図-3と4を対比し、魚の遡上経路と流速の変動度の関係についてみると、比較的変動が大きいセルにおいて通過頻度が高くなっていることがわかる。特にイワナ A は上流端付近において、最頻ルートがあえて流れの比較的穏やかなセルを避ける方向に向かっている。このことから、流速の変動は、魚の遡上行動において突入をうながす、何らかの刺激である可能性が高いと推論される。

舟通し型魚道においては、魚の遡上経路は魚種ごとに特定の選好をもつことから、この主要経路に絞って流況を測定することが可能である。またその際、流速だけでなく、その変動度や水深といった物理量が流況をあらわす重要な要素となることが示唆された。今後は実験を重ねることによりデータを蓄積し、本魚道の設計指標の確立を目指す。

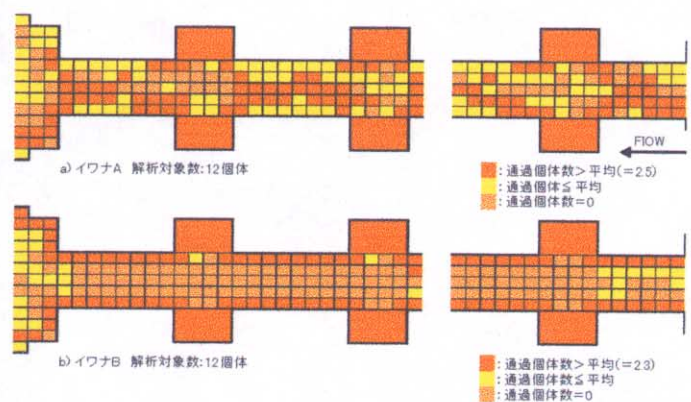


図-3 通過頻度分布

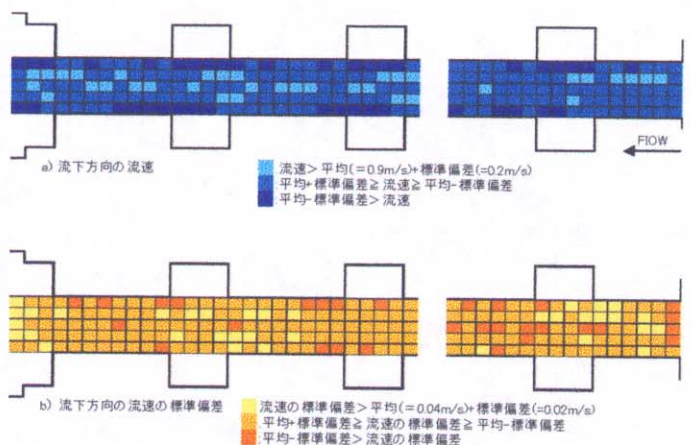


図-4 流速、標準偏差の分布図

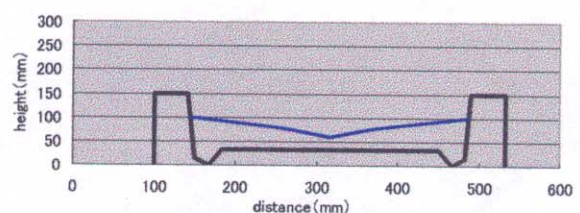


図-5 横断水面形(上流端より2.12m, $Q=0.014 \text{ m}^3/\text{s}$)