

68 イワナを用いた魚道に関する実験

建設省土木研究所 ○ 福本晃久、石川芳治
原 義文、平山浩之
水産庁養殖研究所日光支所 福所邦彦
(株)建設技術研究所 長井 斎

1. はじめに

アユを対象とした魚道の研究はこれまで多く行われてきており¹⁾、実際に施工されてきているが、砂防工事を行うような河床勾配が急で多量の土砂流出が起こるような区域におけるイワナやヤマメなどを対象とした魚道の研究例は少ない²⁾。

そこで、砂防における適切な魚道の条件を把握するため、階段式魚道についてイワナを用いて基礎的な実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

2.1 魚道模型

実験に使用した魚道の模型を図-1に示す。検討対象とした魚道は、図-2に示すような切欠部を設けた階段式魚道と、切欠部に更にスリットを設けたスリット付き魚道(仮称)の2種類とした。近年、階段式魚道以外にバーチカルスロット式や、デニール式魚道が紹介され、一部河川で実用化されつつあるが、砂防河川では土砂堆積による機能低下が懸念される。そこで、スリット部が土砂で埋まっても階段式としての機能は残されるスリット付き魚道の特性も階段式に加えて検討した。

魚道模型として用いた水槽は木製の片面アクリル製で、幅(内幅)0.7m、長さ1.7m、深さ0.9mであり、下流側の水槽と中間の水槽の隔壁の高さや形状は変えられるようになっている。切欠は水槽の幅の半分(0.35m)とし、スリット幅は10cmとした。なお、潜孔は設けてない。

2.2 実験方法

今回の実験は、5尾のイワナを下流の水槽に入れ、1時間放置し、その間に下流水槽から中間水槽に移動したイワナの数を数えるとともに遡上状況をビデオ撮影する方法で行った。変化させた実験条件は、単位幅流量(=流入流量÷切欠幅(今回0.35m))を20

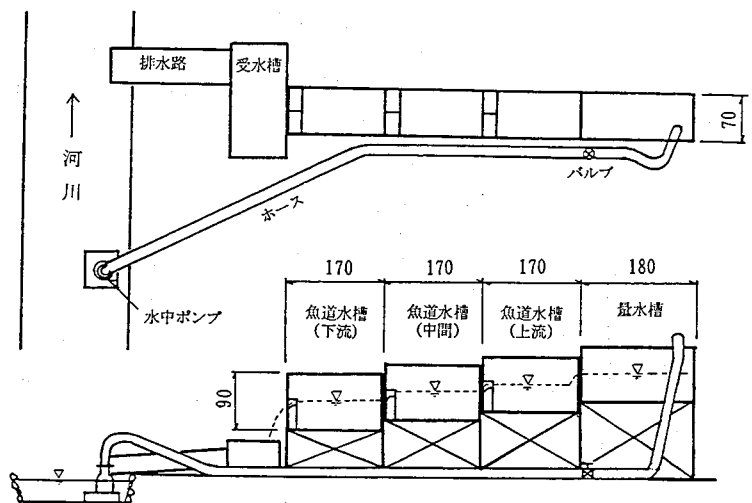


図-1 魚道模型全体図 (単位:cm)

～60 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ 、水槽間の隔壁高さ（隔壁間落差）を10、20、30cmの3種類及び形状（スリット）である。同じ条件の実験を2回繰り返し行った。事前に、隔壁及び下流水槽の水位と流向・流速についても測定した。

実験に使用したイワナは、研究用に養殖された、全長20cm～30cmの2年魚、100尾で、同じ日に同じイワナを2回使用しないようにした。実験は、1991年12月10日～14日の昼間（8:30～15:20）に行い、その間の天気は晴または曇で、水槽内の水温は9.2～9.6℃であった。なお、イワナにとってこの時期は、一年の内では比較的行動の少ない時期である。

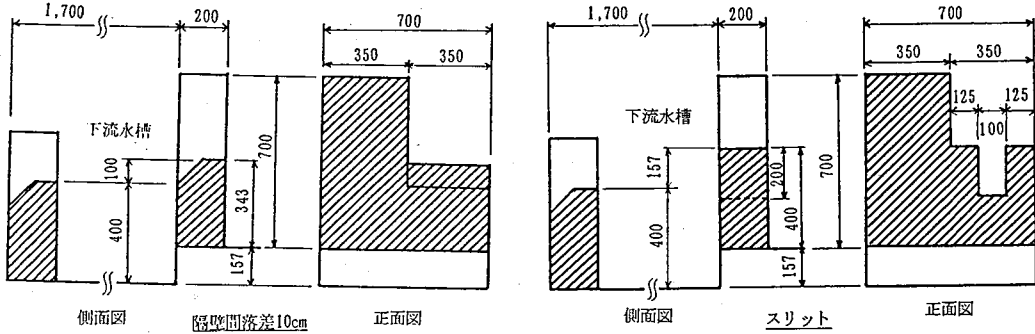


図-2 隔壁の形状 (単位:mm)

3. 実験結果

3.1 魚道内の水理

図-3に隔壁天端での平均水深（各隔壁間落差の水深を平均）を、図-4に隔壁天端の平均流速を示す。平均水深は、スリットを設けない場合には、単位幅流量20 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ で2.3cm、60 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ で6.0cmとなっている。また、スリットを設けた場合は、単位幅流量20 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ で8.5cm、60 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ で19cmとなっている。なお、スリットを設けた場合の中間水槽と下流水槽の水位差（隔壁間の落差）は、単位幅流量20 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ で2.7cm、40 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ で5.9cm、60 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ で7.7cmであった。

切欠設置側の側壁から横断距離20cmの流速及び水面形の事例を図-5及び図-6、魚道内の流速分布の事例を図-7に示す。水槽の下流部分の流速が遅く、水槽の上流部分の流速が早くなっている。

3.2 水槽内の魚の行動

最初の段階では水槽に入れたイワナは、流速の小さい水槽下流端下部に留まっているが、単位幅流量が40 $\text{g}/\text{sec}/\text{m}$ 以下の場合には、10分後ぐらいから5尾の内1～2尾が水槽内を回遊するようになる。しばらく回遊してい

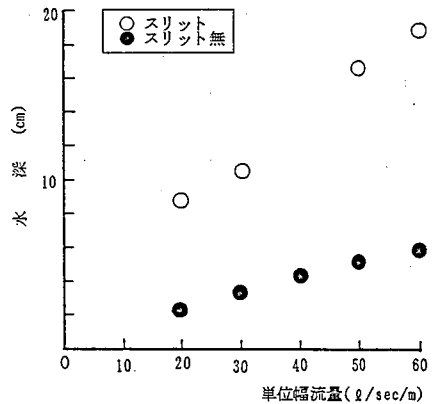


図-3 隔壁（縦断距離160cm）での水深と流量の関係

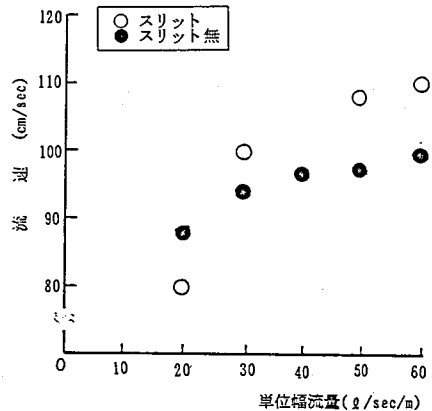


図-4 隔壁（縦断距離160cm）での流速と流量の関係

る内に切欠から落下する流水沿いに泳ぎ上がる行動をみせるようになる。何回か切欠付近まで行く行動を繰り返した後、切欠部まで泳ぎ上がる行動に移り、遡上に成功する場合(図-5)と切欠途中から落下する場合に分けられる。途中から落下してしまう状況として、隔壁天端面の水深が小さいため(単位幅流量 20 l/sec/m で水深 2.3 cm でイワナの体高が約 5 cm)に魚の腹部が隔壁に支えてしまう場合と、落差が大きい(隔壁間落差 20 cm)ため上りきれない場合が観察された。単位幅流量が 40 l/sec/m を越えるとイワナはほとんど水槽下流端に留まっていた。スリットが有る場合のイワナの遡上は、落差を上るより容易に遡上していた(図-6)。

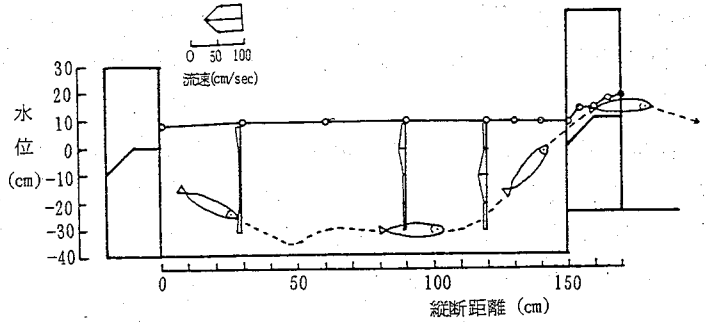


図-5 横断距離20cmの流速分布とイワナの遡上経路 (隔壁間落差10cm、単位幅流量 40 l/sec/m)

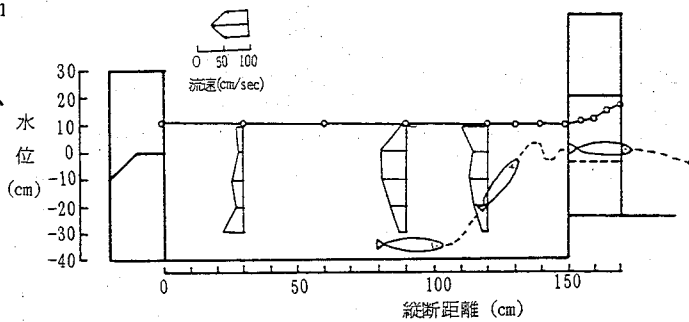


図-6 横断距離20cmの流速分布とイワナの遡上経路 (スリット、単位幅流量 50 l/sec/m)

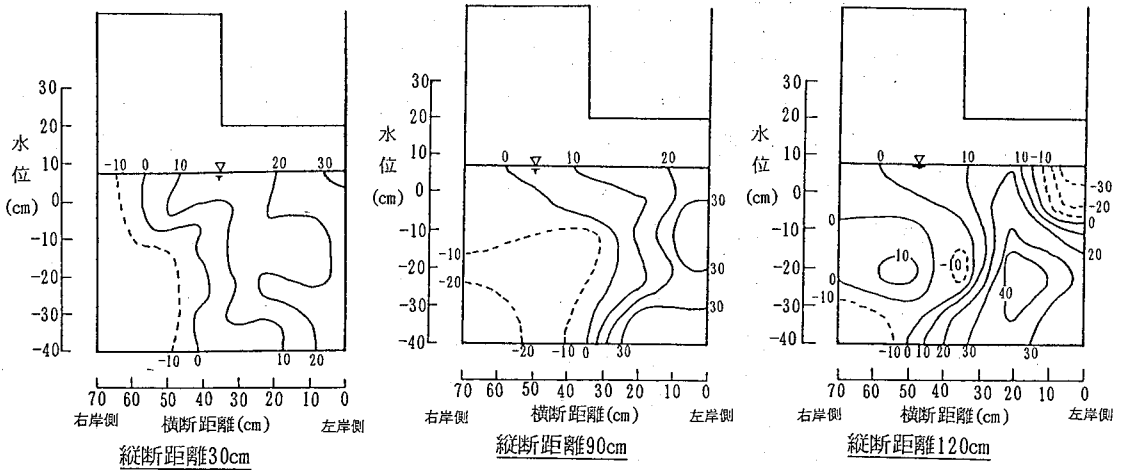


図-7 等流速分布図 (隔壁間落差 20 cm 、単位幅流量 30 l/sec/m)

流速の単位: cm/sec

3.3 遡上結果

図-8は、遡上回数について示したものである。なお、遡上回数が5回を越えているものがあるが、これは一旦遡上したものが下流水槽に降下し再び遡上したものを含んでいるためである。同じ条件のケースでも遡上回数に差がある。全体的傾向として隔壁間落差 10 cm で単位幅流量が $20 \sim 40 \text{ l/sec/m}$ の時、すなわち落差が小さく流量が多くも少なくもないときに遡上回数が多いといえる。スリットを設

けた場合は、今回実験した全ての流量で1尾か2尾が遡上した。また、トライ回数（明らかに隔壁を越えて遡上しようとして失敗または遡上した回数）について図-9に示す。同じ条件であってもバラツキが大きくはっきりしたことは言えないが、トライ回数の多いと遡上回数も多くなっている。

4. まとめ

今回の実験の結果をまとめると、以下のようになる。

- ① スリットを設けない場合、隔壁間落差10cm、単位幅流量20~40 $l/sec/m$ が遡上回数が多く、隔壁間落差を20cmと高くしたり、単位幅流量が40 $l/sec/m$ を越えると遡上するイワナはほとんどいなかった。また、単位幅流量が40 $l/sec/m$ を越えるとほとんど遡上行動も起こしていない。
- ② スリットを設けた場合、遡上回数は少ないが全ての流量で遡上が確認できた。
- ③ 遡上に失敗する原因として、隔壁天端での水深が関係しており、水深が小さい場合は魚の腹部が隔壁に支えてしまい成功する率が低くなる。また、隔壁間落差が大きくなるとトライしても遡上しきれないものが見られた。

5. 今後の課題

イワナを用いた階段式魚道に関する実験によりいくつかの知見が得られたが、今回の実験は、非常に限られた条件下で行ったものであり、実際に魚道の設計に今回の結果をそのまま用いることは必ずしも適当でない。今後、魚道の基本構造について明らかにして行かなければならない課題としては、

- ① 陸封型の魚の場合、年間を通して魚道を使うことが考えられ、年齢、季節による遡上条件の違いを明らかにする必要がある。
- ② 魚の上りやすい切欠部の形状やスリットの形状、魚が遡上するのに適するプールの大きさ等についての検討が必要である。
- ③ 他の魚種（ヤマメ・アマゴなど）、他の形式の魚道（デニール等）の検討が必要である。
- ④ 土砂の流入に対する魚道機能への影響と維持管理方法についての検討が必要である。
- ⑤ 実河川での検証が必要である。

参考文献

- 1) 例えば、Proceedings of the International Symposium on Fishways'90 in Gifu, Japan, 1990.8
- 2) 例えば、小山長雄、滝沢達夫：ニジマスおよびヒメマスの遊泳力、一関谷分水路事業に関する水理現況調査報告書、1972

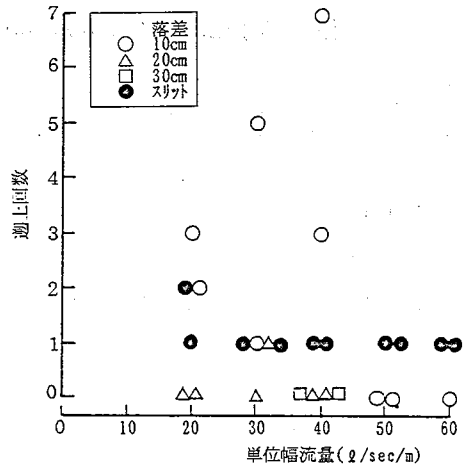


図-8 遡上回数と流量の関係

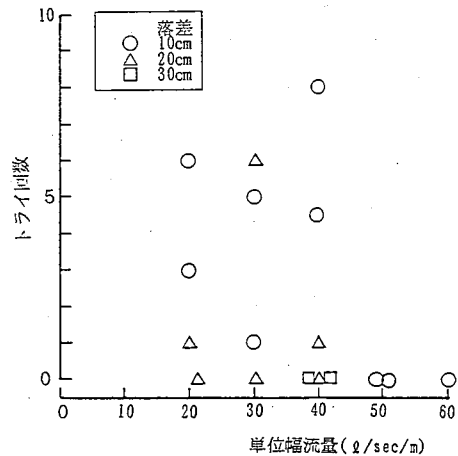


図-9 トライ回数と流量の関係