

令和 6 年 5 月 31 日現在

機関番号：32663

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K04280

研究課題名(和文)急勾配な水路式魚道における魚類の遡上率向上のための方策

研究課題名(英文)Plan for improvement of fish passing upstream in steep stream-type fishway

研究代表者

青木 宗之 (AOKI, Muneyuki)

東洋大学・理工学部・准教授

研究者番号：00712853

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、急勾配な水路式魚道を作製・水路落差部に設置し、室内実験および現地実験を行った。ここで、現地水路幅150 cmに対し、実験室水路は100 cmであるため、単位幅流量を一致させて実験を行った。一方、魚道幅は24 cmで同一のため、魚道内流量は同一とした。その結果、水路式魚道の推奨勾配1/20よりも急な1/7の勾配であっても、水路式魚道内の粗度要素を工夫することで、魚道内の水深が確保でき、流速を低減させることができ、魚道内は多様な流速が形成された。そのため、実魚が無理なく遡上し、落差部の上流側へと移動することが可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

「魚ののぼりやすい川づくりの手引き」では、水路式魚道の縦断勾配を1/20以下にすることが推奨されている。一方、これは魚道延長が長くなりやすくなる特徴を示している。しかしながら、魚道延長が十分に確保できない箇所もあり、特に中小河川では、条件を満たすことが困難なときもある。本研究では、その推奨勾配より急な状況でも、魚類が遡上できるような水路式魚道内の粗度要素に工夫を施した。その結果、1/7の勾配であっても、魚類が無理なく遡上できることを示した。このことは、特に中小河川や小規模水路の落差部に魚道を設置する際に、非常に役立つ知見であるといえる。

研究成果の概要(英文)：In this study, laboratory and field experiments were conducted using a steep stream-type fishway constructed and installed in the channel drop. In the laboratory channel was 100 cm wide while the field channel was 150 cm wide, therefore the unit width flow quantity was matched. The fishway width made the same; 24 cm and the flow quantity in the fishway was assumed to be the same quantity. As the results, even with a slope of 1/7, which is steeper than the recommended slope of 1/20 for the stream-type fishway, the water depth in the fishway was maintained, the flow velocity was reduced, and a variety of velocities were formed in the fishway. This is due to the within the steep stream-type fishway were devised the roughness. Thereby, the fish was able to become moving upstream of drop without difficulty.

研究分野：水工学

キーワード：水路式魚道 急勾配 粗度群 簡易魚道 可搬魚道 遡上

### 1. 研究開始当初の背景

堰やダムなどの河川横断構造物があるとき、魚類や甲殻類の上下流への移動の手助けをするために、魚道が設けられる。魚道は大正時代以前から利活用されていたといわれている<sup>2)</sup>。魚道は、大きく3つのタイプ(プールタイプ、ストリームタイプ、オペレーションタイプ)に分類され、なかでもプールタイプの階段式魚道数が最も多いといわれている<sup>3)</sup>。しかし、申請者は2000年頃から設置数が増えてきている<sup>4)</sup>。



写真-1 急勾配な水路式魚道の事例 (T川)

<sup>5)</sup>ストリームタイプに着目している。なぜならば、プールタイプは流量変動に対して対応しにくい、オペレーションタイプは人為的操作を伴うための労力が必要である、というそれぞれデメリットがある。その一方で、ストリームタイプは河川流量が少ないときでも流れの連続性を確保しやすいため、3つのタイプのなかでは魚道としての機能を確保しやすく、かつ、自然に近い景観で施工できる等の理由もあり、需要が増加するものだと考えているためである。ここで、魚ののぼりやすい川づくりの手引き<sup>1)</sup>によれば、水路式魚道の縦断勾配を1/20以下にすることが推奨されている。一方で、このことは魚道延長が長くなりやすくなる特徴を示している。また、魚道延長が十分に確保できない箇所もあり、特に中小河川では、その勾配の条件を満たすことが困難なときもある。実際に、縦断勾配が1/20よりも急な水路式魚道も存在している(写真-1)。河川の規模や年間を通じての流量、対象魚種、等々により、どのようなタイプの魚道を設けるかが課題でもある。また、魚道延長が長くなると施工や維持管理等に係わるコストの高騰や魚類の遡上時間も長期化する可能性が考えられ、鳥類などの外敵から捕食されることもあるといわれている<sup>5)</sup>。そこで、手引きで推奨されている縦断勾配よりも急な水路式魚道でも魚類が遡上できるような手段があり、これを解決することで、魚類等にとって効率的な魚道を計画できるものだと考えている。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、急勾配である水路式魚道においても、魚類が遡上できるような流況を作り出すことである。急勾配な水路式魚道では、魚道内流速が速くなることが容易に予測できる。そのため、本研究では水深を確保し流速を緩和することを考え、粗度要素の流れに対して凹部を設け、凹部を上流に向けることで水深の確保が期待できる。

これまで、水路式魚道においては、粗石を用いた粗石魚道や阻流板を用いたデニール式などが一般的であった。一方で、本研究では円柱や角柱をいくつか連ねたものを粗度要素として適用し、急勾配な水路式魚道で魚類が遡上できるような状況を目指す。

### 3. 研究の方法

本研究では、1/10 および 1/7 の急勾配な水路式魚道を作製・水路落差部に設置し、室内実験および現地実験を行った(写真-2)。写真-2では、現地水路幅150cmに対し、実験室水路は100cmであるため、単位幅流量を一致させて実験を行った。一方で、魚道幅は24cmで同一のため、魚道内流量は同一とした。

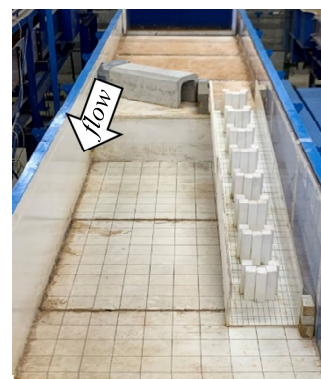
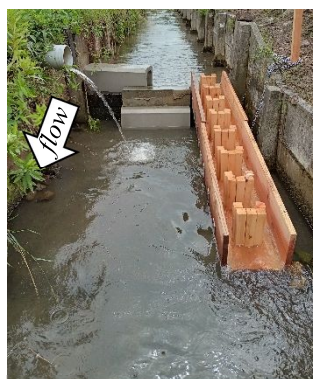


写真-2 実験に使用した魚道(左:現地,右:実験室)の一例

本実験で作製した魚道は、可搬可能であり、非常に容易に修復・補修可能な簡易的なものである。そのため、見よう見まねで誰もが作製でき、かつ、機能する魚道である。また、維持管理も再設置も非常に容易な形態でもある。

実験は、魚道内および魚道下流域における水理量(水深および流速)の計測、実魚(アユおよびウグイ)の遊泳行動の観察を行った。実魚の遊泳行動は、水路上方から夜間時も状況確認ができる防犯カメラを用いて無人状態で撮影を行い、動画の確認および実験終了時における実魚の存在箇所の確認を行った。また、実験に用いた実魚は、現地では養殖アユ、実験室では養殖ウグイであり、ともに体長10cm程度である。なお、実験開始時に、実魚を水路内の環境(水温や流況等)に馴致させるため、実魚を水路内に放流10分後に実験を開始した。ここで、ウグイはアユと同等の遊泳能力を有するため、室内および現地実験の結果に差異はないといえる。

#### 4. 研究成果

水路式魚道の推奨勾配 1/20 よりも急な 1/7 の勾配であっても、水路式魚道内の粗度要素を工夫することで、魚道内の水深が確保でき、流速を低減させることができた。その結果、魚道内は多様な流速が形成され、実魚が無理なく遡上し、落差部の上流側へと移動することが可能となった。図-1 は、室内実験で行った、水理実験およびウグイの遊泳行動観察結果である。ウグイは、流速の遅い粗度間を利用しながら遡上している様子が見て取れる。また、写真-3 は現地水路に設置した魚道の上流側を示している。これを見れば分かる通り、魚道上流側にはアユが群れをなして遊泳していた。そのため、本研究で提案した魚道を当該落差に設置することで、魚類が上下流に日常的に移動することが可能となることを示した。なお、現地および室内での魚道内流量は同一であるため、写真-3 における魚道内の流速は、図-1 と同等である。

以上より、水路式魚道の勾配を緩やかにできないような箇所においても、魚道内の粗度要素の工夫を施し、対象魚種が遊泳可能な流速を形成することで、当該魚道は機能することを示した。今後は、中小河川でよく見受けられる、比較的落差が高く延長が確保しにくい箇所に設置可能な水路式魚道も視野に入れて、研究を進展させていく予定である。

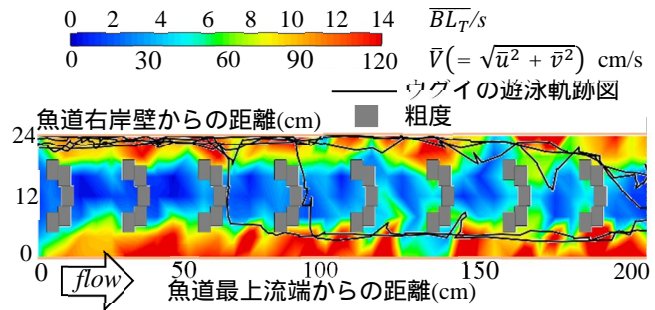


図-1 魚道内流速コンター図とウグイの軌跡図（室内実験）



写真-3 設置した魚道を遡上したアユ

#### 【参考文献】

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局：魚がのぼりやすい川づくりの手引き，  
[http://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/kankyo/kankyou/sakana\\_tebiki/pdf/print.pdf](http://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kankyo/kankyou/sakana_tebiki/pdf/print.pdf)，2005．
- 2) 廣瀬利雄，中村中六：魚道の設計，山海堂，pp.5-308，1991．
- 3) 中村俊六：魚道のはなし，山海堂，pp.2-88，1995．
- 4) 水野信彦，森 誠一：魚の生態からみた魚道の見方，応用生態工学，Vol.3，No.2，pp.209-218，2000．
- 5) 常住直人，中 達雄，加藤 敬：農業利水との調和に配慮した取水堰付設魚道の実験的検討，応用生態工学，第3巻，No.2，pp.179-192，2000．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 青木 宗之, 佐藤 大誠, 船越 智瑛, 新田 将之	4. 巻 78
2. 論文標題 急勾配な水路式魚道における粗度配置の工夫とウグイの遡上行動について	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 土木学会論文集G (環境)	6. 最初と最後の頁 61 ~ 70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2208/jscej.78.2_61	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Muneyuki Aoki, Masayuki Nitta, Tomoaki Funakoshi, Taisei Sato	4. 巻 14
2. 論文標題 A Novel Roughness and Flow Pattern for Steep Stream-Type Fishways: Preliminary Insights	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 1 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w14162540	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐藤大誠, 中村理希, 椎名 慧, 新田将之, 青木宗之
2. 発表標題 1/10勾配の水路式魚道に設置した粗度群がウグイの遡上に与える影響について
3. 学会等名 土木学会全国大会第76回年次学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青木宗之, 渡辺円花, 相野谷美鈴
2. 発表標題 小規模水路の落差部を対象とした簡易的な魚道の提案
3. 学会等名 土木学会全国大会第78回年次学術講演会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 香山賢未, 小林海斗, 青木宗之
2. 発表標題 複数の小規模落差に設置する簡易的な魚道の検討について
3. 学会等名 土木学会関東支部第51回技術研究発表会
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------