

# サイフォン式パイプ魚道の技術開発と魚類の遡上モニタリング

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○藤井克哉・田中俊吾

(独)国立高専機構 岐阜工業高等専門学校 正会員 和田 清

## 1. はじめに

魚道は、ダムや堰などの高低差が生じる場所において、魚類の遡上や降下を目的として設置される構造物である。しかしながら、経年的にその機能が失われ、十分に機能していない魚道が数多く存在している<sup>1)</sup>。これらの魚道改善案として、サイフォン式パイプ魚道を提案する。主な材料は、市販の塩化ビニル樹脂(PVC)やコルゲート管を利用することができ、容易に低コストで作製可能である。本研究は、サイフォン式パイプ魚道の開発と普及を目的としている。具体的には、現地における遡上実験より、1~2m程度の落差の堰における管内流速を魚類が遊泳する突進速度以下に低減させる流速制御の構造形式を考案し、魚類の生息場改善案としてサイフォン式パイプ魚道の有効性を評価する。

## 2. パイプ魚道の適用例

サイフォン式パイプ魚道は、塩ビパイプの異径管の継ぎ手として利用されるインクリーザーを管路内に配置した流速制御構造である<sup>2)</sup>。以後、インクリーザーは、流速低減に利用するためリデューサーと呼ぶ。リデューサーにより管径が変化し、急拵急縮の形状損失によりエネルギー減衰を発生させ、魚類が遡上可能となる所定の流速値まで低減するものである(図-1)。本魚道は、管内に配置するリデューサーの個数を増やすことで、流速減衰効果を高めることで、魚類が遡上可能となる流速まで減衰させることを意図している。本魚道は、設置・取り外しが容易であり、設置地点を任意に選択でき、堰やゲートが多用される農業用水路などのように、魚道が設置されていない場所に遡上最盛期に一時的に設置することも可能である。

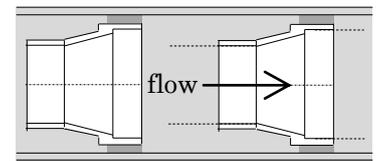


図-1 管路とリデューサーの配置状況

## 3. 現地河川および農業用水路における遡上実験について

### (1) 現地河川における遡上実験の概要

現地実験の対象地点は、岐阜県の一級河川である根尾川木知原地区の床固工周辺である(図-2(a))。階段式魚道が既設されているが、魚道本体と上流水面との落差が大きく、魚類の遡上を困難にしている。同図(b)に示すように、既設魚道に隣接する床固工に2013年6月29日に設置し、同日11:50~13:04までの1時間14分に遡上実験を行った。現地における水位差は0.80m、パイプ魚道の最大高さ1.474mである。遡上実験は、魚道入口部に魚類を放流し、その遊泳行動を魚道入口部に設置した水中カメラおよび透明パイプの観察部2箇所(水平・出口部)において、遡上実験開始と同時にビデオ撮影を行った。さらに、魚道出口にはトラップを仕掛けて遡上魚類を採捕した。遡上実験に使用した放流魚はオイカワ、アブラハヤなど19種類242個体である。

### (2) 農業用水路における遡上モニタリングの概要

農業用水路に一時的に設置することで適合性・施工・管理の面も含めて検討を行い、遡上モニタリングにより現地在来魚を対象とした遡上機能の確認を行う。対象地点は、岐阜県本巣市の農業水路網であり、図-3(a)に示すように水門設置されており、魚道が設置されていない。同図に示すように水位差1.70mである水門に隣接する越流部にパイプ魚道を設置した。2013年9月7日現地に設置、設置日から10月7日に渡り遡上モニタリングを行い、魚道出口にはトラップを設置することで遡上する魚類の確認を行った。より遡上率を高めるために、鉛直部の2箇所に一時的に休憩可能な止水域を設置して構造形式を検討した。また管内における遊泳行動を観察のために、透明な塩ビ管に変更している。



(a) 既設魚道



(b) 魚道設置後(上:水平透明部)



(a) 魚道設置後



(b) 鉛直部に設置した止水域

図-2 現地河川における遡上実験の概要

図-3 農業用水路における遡上モニタリングの概要

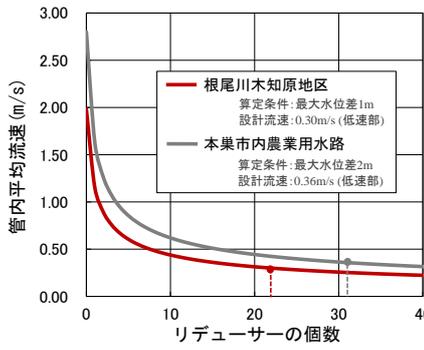


図-4 リデューサーによる流速減衰効果

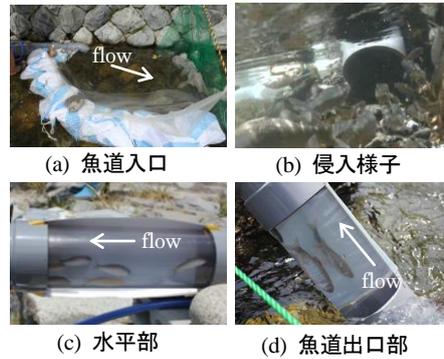


図-5 魚類の遡上状況

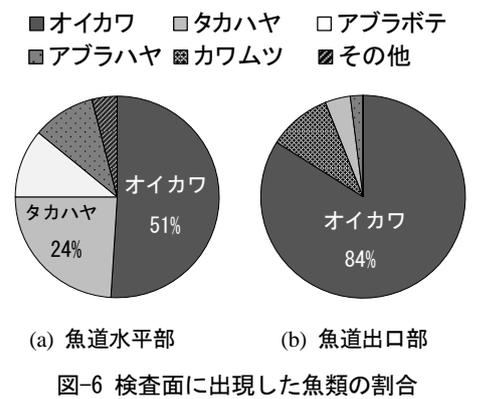


図-6 検査面に出現した魚種の割合

### 3. 結果および考察

#### (1) 現地河川における遡上実験結果

図-4は、管内に配置するリデューサーの個数と管内流速を算定したものを示している。使用したパイプ魚道は、外管にVU100、リデューサーはVU75×50を使用し、最大水位差を1mとして、魚類が遡上可能となる流速まで減衰させるために必要なリデューサー数を算定した。同図よりリデューサー高速部で平均流速 1.09 m/s、低速部で平均流速 0.30 m/s、まで減速させることを想定し、リデューサー22個を挿入した。流水が完了後、電磁流速計(KENEK製、VP2000)による流速測定により、魚道入口の末端流速は、0.308 m/s まで減速されていることを確認した。

図-5に、水平部および出口部に設置された透明箇所を確認された魚類の遡上様子を示す。同図(a)に示すように、土嚢とネットにより確保した水域内に供試魚を放流したところ、短時間で魚道入口からパイプ内に侵入する様子が確認された(同図(b))。放流後3~5分程度で、水平部分の透明パイプに(同図(c))、その後出口部に最短1分以内でオイカワが先頭個体として到達した(同図(d))。遡上実験終了後放流した19種類すべての魚種がパイプ内に侵入し、オイカワ、タカハヤ、アブラハヤ、カワヨシノボリは、魚道出口まで遡上していることを確認した。図-6は、検査面を通過した全個体数の魚種別内訳を示したものである。水平部で確認された魚類は、オイカワ、タカハヤ、アブラボテら10種の魚種が確認されたが、出口部では4種のみであり、遡上した魚種に大きな偏りがあったことがわかる。またビデオ撮影によると一気に上流まで通過する個体の他に、検査面を通過した魚類が、上流から再び透明パイプ部まで押し戻される様子が確認されている。これはパイプ魚道の管内は、サイフォン効果により連続した流水状態であり、止水域となる休憩場所が少ない状態であった。そのため管内に侵入した魚類は、遡上・滞留・降下を繰り返しながら、遊泳し続けなければならない状態であり、管内に侵入後、出口部まで到達した魚種は、オイカワなど比較的遊泳力の高い魚種であったと考えられる。

#### (2) 農業用水路における遡上モニタリング

農業用水路で使用したパイプ魚道は、最大水位差を2mとし、リデューサー高速部で平均流速 1.30 m/s、低速部で平均流速 0.36 m/s まで減衰させることを想定し、リデューサーを31個挿入した。電磁流速計により、末端流速は、0.363 m/s まで減速されていることを確認した。

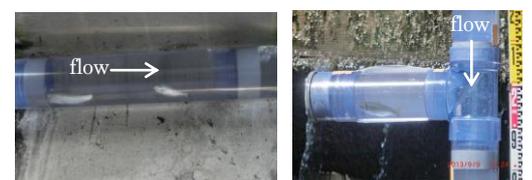


図-7 遡上モニタリング結果

図-7に遡上モニタリングにより確認された魚類の遡上様子を示す。魚道を設置後、しばらくすると魚類が管内に侵入する様子が確認されている。また同図(a)に示すように、魚道を透明化したことにより管内に侵入した後の魚類の遊泳行動を確認できている。管内に侵入した魚類のうち、鉛直部に新たに設置した止水域に侵入ししばらく滞留する魚類の様子が確認された(同図(b))。

現地に設置後のモニタリング期間において、サイフォン効果により途切れることなく流水状態が維持されており、現地の在来魚が管内に侵入し、本魚道を遡上する様子が確認されている。このように農業用水路のように魚類が遡上不可能な地点においても、サイフォン式パイプ魚道を一時的に設置することで魚類が遡上可能となり、サイフォン式パイプ魚道は、十分な遡上機能を有していることが明らかとなった。

【参考文献】 1)中村 俊六:魚道のはなし, リバーフロント整備センター, 山海堂, 225p, 1995. 2)赤司信義・石川誠・太田有生夫ほか: 流速制御装置を取り付けたパイプ魚道の遡上機能に関する実験, 西日本工業大学紀要, 第41巻, pp.51-58, 2011.