

生物の増殖を妨げる堰や落差工の 改修方法に関する研究



山口県土木建築部河川課

大嶋 洋志

1. はじめに

山口県の河川には海と川を往来して繁殖する「通し回遊型」の生活史を持つ生物が多く、アユやウナギ、モクズガニなどの水産重要種もそうした生活史を持ち、幼魚や稚ガニは海から遡上（そじょう）して来る。これらの生物を増やし豊かな河川生態系を保全・回復するためには、これらの生物が堰や落差工などの河川横断工作物を越えて自由に河川内移動ができるように、これらの河川工作物に魚道を整備する必要がある。しかしながら、近年の公共事業予算は縮減されており、より一層、費用対効果に優れた安価な魚道工法の開発や、既存魚道の機能を高めるための安価な改修技術の開発が期待されている。

そこで山口県では、土木建築部河川課や各土木建築事務所の技術者、独立行政法人水産大学校や河川漁協の関係者らが協議を重ねながら、安価に設置できる機能的な新魚道の開発と既設魚道の改修を実施してきた。それらについては、設置改修後の漁業者の評価も良好であるので、いくつかの事例について報告する。

2. 水辺の小わざ魚道

生物の移動が水際でよく見られ、アユも水際を遡上することが観察されていることから、従来のように側壁が垂直に切り立った階段式の魚道とはせず、水際を広くとって、自然石で小さなプールを作って繋げることによって、多様な生物が遡上できる魚道を安価に作る事が出来る。これは山口県土木建築部による河川生態系の回復を図るための「水辺の小わざ」の理念にも一致しているため、そのまま魚道名とし、通称「水辺の小わざ魚道」と称している。

この魚道は、堰や落差工の基部にあるコンクリートエプロンの上を作る。天端から、30 cm ほど下げた 1 m 四方の減勢プールを作り、その中に溜まった水が、粗石（30 cm 内外の雑石）の間に設けた水路に入るようにしている。水路は、流軸に沿って前方向に 1 本と、落差工と並行な側方向の水路からなる。それらの水路の勾配は 1/5 以下になるようにし（できれば 1/7 が望ましい）、粗石の間に 20 cm 内外の石を埋め込んで、小階段状の小プールが互いに連続する構造とする。また、魚道周囲のコンクリートの河床を 5 cm 程度はつり水深を確保し、魚が魚道周辺に集まりやすいようにしている。減勢プール上流の取り付け部も削り、低水時にも水が魚道に集まりやすいようになっている。魚道水路の勾配を緩くするために、水路を斜めに作ることも可能である。

施工時には、水路になる部分の勾配を 1/5 以下に保つように気をつける必要がある。勾配が 1/5 以下であれば、アユなどは十分に遡上可能である。魚道の高低差が小さいときには部分的には 1/3 勾配まで可能であるが、その場合には埋め込む石（隔壁）の配置を密にしたり、水路幅を広くとるなど、水勢を弱める工夫が必要になる。1/7 勾配で作ることができれば、多少、小階段状の小プールがうまくできなくても生物の往来を妨げることはないと考える。まず、魚道と堰や落差工の間に隙間ができないように差し筋を入れるなどの工夫をして、一次コンクリートを打設する。一次コンクリートに粗石を固定した後、二次コンクリートを流し込むが、そのときにコンクリートが固まる前に、粗石の間に石を埋め込み、小階段状の小プールを作って行く。最後に、落差工の天端周囲で剥離流が生じないように 5 cm 程度削る。完成後に仮設土のうの一部を取り除いて水を流して流況を観察した後、もう一度水を止めて、ハツリ（削ること）とモルタルで水路内の流れを修正する。

この魚道の施工例には、中央設置型（図 1）、側面設置型（図 2）、変動水位対応型（図 3、4）があるが、特に、側面設置型のものは既設魚道の改修に使われている。

2.1. 中央設置型

護岸から離して設置するタイプ。水路は、流軸に沿って前方向に1本と、落差工と並行に両側方向に1本ずつ、計3本である。出水時には水路からオーバーフローした水が、魚道全面を覆うように流れる。



図 1 . 水辺の小わざ魚道（中央設置型）.

2.2. 側面設置型

護岸に沿って設置するタイプ。下流に突出した従来型の魚道では、魚道入口を見つけられなかった生物が落差工直下に集まり、うまく魚道に入らない「迷入」が問題となる。しかし、この魚道を旧魚道の側面に設置することで、これまでの魚道も活かしながら、かつ、堰堤直下に迷入した生物も遡上させることができる。水路の勾配や石の配置などは中央設置型と同じである。



図2．水辺の小わざ魚道（側面設置型）．

既設魚道の改良工事の事例。堰堤直下の魚道横に集まるアユを遡上させることをねらっている。また、河床が下がり、旧魚道入口と河床の落差が大きくなったため、その場所にも粗石を埋設して落差を緩和している。遡上経路で剥離流が起きないように、落差工の天端の角をはつっている。

2.3. 変動水位対応型

複数の角落としのある農業堰の場合は、堰板を入れたときと、はずしたときの、いずれでも機能する魚道が要求される。この場合、既存の角落としの1つを堰板を入れたときの魚道水路として使い、上流部プールを設けることで、堰板の有無にかかわらず機能する「水辺の小わざ魚道」を作ることができる。施工時には、生物の通路となる角落としと天端のプールの間に、強い流れや剥離流ができないよう両者の接合部の勾配や構造に留意し、プールの水深を十分に保つようにすることが必要である。魚道水路は、水路幅を広くとるように心がけたい。

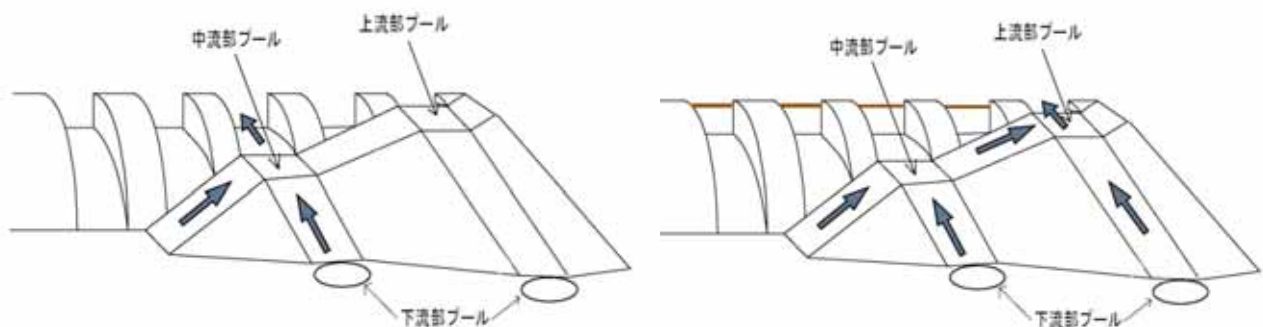


図3．水辺の小わざ魚道（変動水位対応型）．

低水位（左）と高水位（右）のときの生物の遡上経路。



図4．水辺の小わざ魚道（変動水位対応型）．

堰が比較的大きく魚道の規模も大きいので、工費を節約するために構造物全体に粗石を使うことはせず、台形断面の水路の中にだけに粗石を使った。水路勾配は1/5で、側壁が粗面の斜面となっているため、底生魚やエビ・カニ類にとっても遡上、降河がし易い魚道となっている。粗石の隔壁は千鳥配置とし、流れ出た水が次の隔壁に当たって減勢するようにしてあり、さらに20 cm前後の雑石で粗石間のすき間を調整した。

2.4. 水辺の小わざ魚道の利点と問題点

本魚道は従来の魚道に要求されていた問題を良く解決している。まず、多様な生物が遡上可能であること、構造が単純であるため生物が入口を見つけやすいこと、生物の降河も容易であること、堆砂やゴミ詰まりが少ないこと、安価に設置できることである。これに加えて、大変重要な機能として「安全性」が挙げられる。側壁が垂直に作られていないため、水辺で遊ぶ子どもたちにとっては、より安全な構造になっていると考えられる。魚道自体に親水性の機能がある。

なお、間詰めの小石を埋設して魚道水路の小プールを作る作業は、漁協関係者や生物の専門家に立ち会ってもらうことを前提としているので、人員確保が難しい場合があるが、その一方で関係者らと協働して魚道を作り上げることで、関係者全員に魚道に対して責任を担う意識が芽生え、信頼関係も高まる。これについては、工事を施工するのに合わせて研修会を開き、関係者に実際に作業を半日程度体験してもらうことで、施工指導ができる者を養成することができると考える。

本魚道については、漁協、水産大学校、水産研究センターの関係者らによって、生物が良く遡上していることが観察されているが、具体的な数値データは無い。しかしながら一方で、近県で設置された水辺の小わざ魚道（側面設置型）では、本年5月のある1時間に14000尾を越えるアユの遡上が確認されており、既設魚道より良いとの評価もなされている。

3．迷入と河床低下の改善例

山口県下で既設魚道が十分に機能していない理由として最も多いのは次の2つと考える。まず、(1)堰や落差工に魚が当たった後に魚道入口を見つけられない(迷入)、(2)魚道入口の河床が洗掘によって下がってしまい、落差が大きくなり魚が遡上できない(河床低下)。山口県厚狭川河口堰に設置されていた既設魚道においても、この2つが問題となっていた。そこで、魚道側壁を切って堰方向に向かう流れを作り、魚道の外側を囲むようにコンクリート壁を設置して水流の落差を解消する工事を行った(図5)。

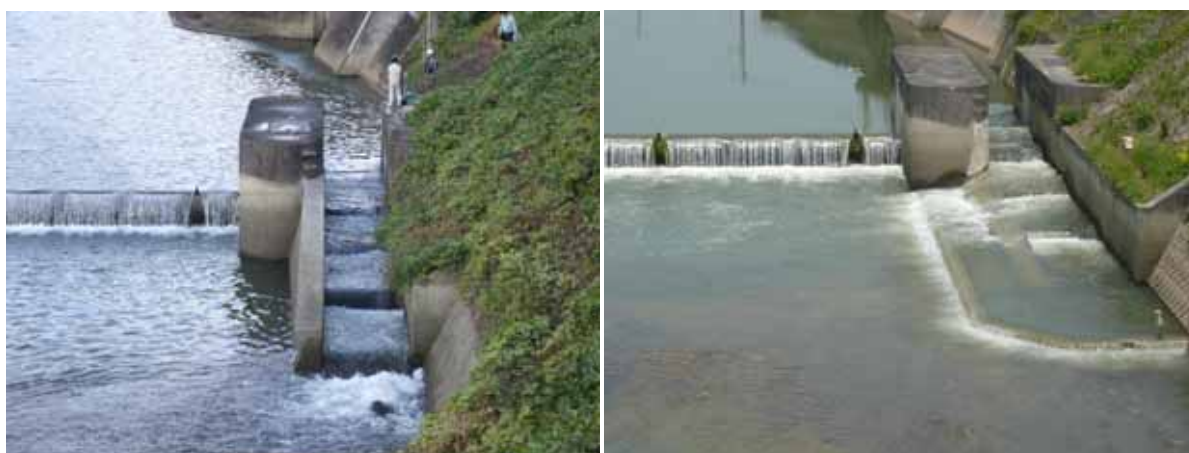


図5．魚道の改修事例．改修前(左)と改修後(右)．

本工事によって、堰直下でさまよっているアユを魚道に導く流れができ、また、河床低下による落差の問題も解消されている。アユの遡上群は堰堤直下で左に右に群泳するため、川幅がさほど広くない河川なら、このように遡上できる場所から広範囲に流れを出すことで、群れの先頭のアユがそこに突き当たれば流れを感じて上流へ向かうと考えられる。本年度は山口県全域でアユの遡上量が極めて少なく、また、本工事の工期がアユの遡上盛期までかかったため、遡上効果を数量的に確認することはできなかった。しかしながら、実際に遡上している様子が認められ、また、漁協や生物の専門家からは、流況から判断して、十分にアユは遡上可能とのコメントをいただいている。

謝辞

現場での技術開発は、荒木 晶、伊藤信行、井本郁子、上坂寛子、岡本博之、坂田節男、杉山 滋、中村 聡、西富一平、浜野龍夫、弘中隆義、山本秀夫、吉本静磨氏らとの共同研究の成果であり、お礼申し上げます。

参考文献

浜野龍夫・伊藤信行(編著)(2007):水辺の小わざ.山口県土木建築部.256 pp.