

産官学の協働でつくる「水辺の小わざ」魚道

荒木 晶¹

“Mizube-no-Kowaza” fishway Industry-Academia-Government Collaboration.

Akira Araki

Abstract : In Japan, many diadromous aquatics migrate for reproduction and/or growth between the seas and the rivers during their life history. They include many commercially important species for river fisheries, e.g. the ayu fish *Plecoglossus altivelis*, the Japanese eel *Anguilla japonica*, the Japanese mitten crab *Eriocheir japonica*, and so on. Many artificial structures like weirs and dams are constructed in the rivers of Japan and they become barrier walls that block migration. Most of the structures have fishways for big fish, e.g. salmon and trout, but those fishways are not always suitable for small diadromous animals. I have conducted a joint research with Yamaguchi Prefecture to improve the existing fishways with a low-cost and simple method of construction. The “Mizube-no-Kowaza” fishway is a slope type fishway having protruding boulders on its bed. The term of “Mizube-no-Kowaza” means a collection of small-scale devices for the improvement of river structures. We aim to connect the upper stream with the lower stream for aquatic organism’s migration by adopting the “Mizube-no-Kowaza” method. It can be constructed at low cost because of its simple structure. The “Mizube-no-Kowaza” fishway is effective in increasing wild resource of river dwellers by promoting networks among habitats isolated by manmade structures.

Key words : Mizube-no-Kowaza ; Fishway ; Weir ; Migration ; Diadromous aquatic

はじめに

日本は四方を海に囲まれた島国であり、河川に生息している生物には、一生の間に海と川を往来する「通し回遊」する生物が多い^{1,2,3)}。昔から人間の食料となっているアユ *Plecoglossus altivelis*、ウナギ *Anguilla japonica*、モクズガニ *Eriocheir japonica* という内水面漁業の重要種も含まれている³⁾。また、それ以外にも、ヨシノボリ類などの多くの小型の魚類^{4,5)}、やテナガエビやヌマエビの仲間などにも通し回遊種が多く含まれているが^{2,3)}、一般市民には海から遡上してきていることが知られていないことも多い。しかし、現地の人に聞き取りを行うと、これらの生物も過去にはかなり上流まで遡上していたことがわかる。

日本の河川には、稲作用に田に水を引くための井堰など

の河川横断構造物が多数存在していて、それらが段差となり河川の上下のつながりが分断されていることも多い (Figs. 1,2)。「通し回遊性」の生物は、魚道のついていないダムや堰堤の上流部では、天然の個体群が衰退していく^{6,7)}。それらの生物資源を回復させていくには、構造物による段差を魚道によってつないでいく必要がある。河川生態系を本来あるべき姿に戻すには、これらの「通し回遊」する生物が自由に河川を往来できなければならない。

人間社会からの過度の二酸化炭素の排出によって、地球温暖化は日本だけの問題ではなく、世界的な問題となっている。気象庁が2005年に出した『地球温暖化予測情報第6巻』⁸⁾では、日本の80～100年後の気温や降水の変化が予想されている。平均気温は2～3℃上昇し、真冬日の減少・真夏日の増加が見込まれている。中でも降水に関し

2011年7月15日受付。 Received July 15, 2011.

1 水産大学校生物生産学科 (Department of Applied Aquabiology, National Fisheries University)

† 別刷り請求先 (corresponding author) : arakia@fish-u.ac.jp

住所 : 〒759-6595山口県下関市永田本町2-7-1 (2-7-1 Nagata-honmachi, Shimonoseki, Yamaguchi 759-6595, Japan)

では、降水量の増加、大雨の発生頻度の増加など、特に西日本に影響が大きいことが予測されている。しかし、河川生態系については、地球温暖化の影響を受けて、どのように変化していくかについては全く予想がつかない。

過去に施工された堰堤においても、魚道が敷設された堰堤はたくさん存在している。しかし、過去に設計された堰堤の魚道は、大陸をゆったりと流れる大河川のサケ・マスなどの大型魚用の魚道を模倣している場合が多く⁹⁾、小型の通し回遊種の多い西日本の中小河川においては、効果的な魚道とはいえない (Fig. 2)。

たとえ大型魚用の魚道であっても、きちんと管理されて機能している魚道であれば、小型の生物にとっても多少の効果は期待できると考えられるが、実際には、洗掘などによって河床が大きく下がっていたり、魚道が堆砂によって埋まっていたり、隔壁が長年の摩耗によって損壊して



Fig. 1. Many artificial structures like weirs and dams constructed across Japanese rivers prevent the migration of aquatics.



Fig. 2. The conventional type of fishway for large-sized fish such as salmon or trout.

機能していないケースが多く認められる。

近年の世界的な景気の低迷によって、日本においては公共事業の縮小や見直しなどで、土木建築に当てられる予算は大幅に縮減されるようになった。そのため、大規模に河川の改修をすることは、災害対策用を除くと大きく減っている。また、今後は地球温暖化による気候変動予測にもあるように、大雨の確率が増えて洪水の発生率も高まることが考えられるため、予算はその対策や復旧に優先的に使われるようになると思われる。一般市民にも“多自然川づくり”という意識が広まってきているが、それを目的とした予算を獲得するのは難しい状況である。

水辺の小わざとは

「水辺の小わざ」とは、山口県が独自に行っている川づくりへの取り組みのことである³⁾。山口県は、三方を海に囲まれており、国が管理する一級河川は少ないが県の管理する二級河川は108水系と多い³⁾。県においても公共事業への予算は縮減されており、さらに数年ごとに比較的大きな自然災害にも見舞われている。

このような状況下においても、森と海を川によってつないでいくことは非常に重要なことである。大規模な堰堤の改修工事はできなくても、各堰堤においては経年の劣化による小規模な改修は継続的に行われている。その改修の際に、河川生物の往来に配慮した小さな工夫を心がけるようにしていけば良い。予算の範囲内で行えることを、知恵を出し合ってクリアしていく、これが“小わざ”の精神である。

山口県では、土木建築部河川課が事務局となり、平成17、18年度の2年間にわたり、「水辺の小わざプロジェクトチーム」を立ち上げた。このプロジェクトは、水産大学校と河川課がチームリーダーとなり、水産資源の増殖を念頭において、「産・官・学」が協働で河川の生態系復元を目指したものである。このチームのメンバーは、山口県内水面漁連（産）の他に、官として山口県農林水産部、環境生活部、土木建築部河川課、山口県環境保健センター、山口県水産研究センター、山口県建設技術センター、さらに学として水産大学校、山口大学工学部であり、お互いに連携をとりながら協働で行ってきた。この取り組みの中で、水辺の小わざは、次のように定義された³⁾。

『水辺の小わざ』とは、流域全体の生態系をより豊かにするために川のなかのいろいろな生きもの的一生や川全

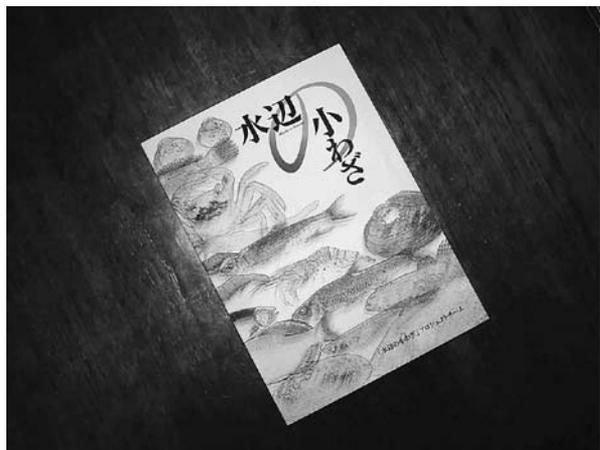


Fig. 3. The book titled “Mizube-no-Kowaza”, published of Yamaguchi Prefecture.

体の特性を把握し、小規模でありながらもその水辺にふさわしい効率的な改善策を様々な視点で工夫する山口独自の取り組みをいう。』

平成19年3月には、「水辺の小わざ」¹⁰⁾として一冊の本に取りまとめられた (Fig. 3)。平成20年11月には改訂増補版となっている³⁾。これは、生物に優しい川づくりのためのガイドラインとして、河川全般に関する知識や河川に生息する生物、県内の代表的な河川水系の生態系の現況と復元目標、さらには生物が利用しやすい河川における事例を一冊にまとめたものである。天然の生物資源を増やすための安価な工法等を事例で示したものであり、山口県の土木技術者全員、各内水面漁協には無償で配布された。また、生物図鑑としての利用も想定しており、河川工事の際に周辺に生息する生物について、どのようなところに施工上注意しなければならないかを詳しく記している。山口県の刊行物としても販売されたため、他県からの問い合わせも多く、他県の河川行政、内水面漁業にも多くの影響を与えている^{3,10)}。

河川の生物にとって、川に段差がないことが理想ではあるが、人間の社会生活が伴う以上、農業用、取水用、防災用など様々な用途の堰堤が多数存在して、そのことで河川には多数の段差が生じている (Fig. 1)。そのため、これらの段差を無くすことは現実的に不可能であると考えられるが、バリアフリー化していくことは簡単な工夫をすることで可能であると考えられる。

何千万円、何億円と大金をかけて、魚道の改修や新設をしても、実際に生物が遡上しなければ意味がない。特に、山口県の場合には二級河川が多く、また西日本であること

もあり通し回遊をするサケ・マスなどの大型の魚類が少なく、これらの種について水産業的には特に考慮する必要はない。大きな段差よりは小さな段差、小さな段差よりはスロープ、スロープも一様な流れではなく、遊泳力の弱い生物も遡上できるように水際を大切にするとともに、休息場所となるようなプールをつくる。このような小さな工夫で、川の段差の影響を少なくしてバリアフリー化してやるのが重要である。

また、今後の地球温暖化による気候変動が正しいとすれば⁸⁾、今いる河川の生物が今後もそこにいるとは限らない。コストをかけて種苗を生産して放流しても、効果が上がらないことも考えられる。また、特定の親から生まれた稚仔を大量に放流することも、決して好ましいことではない。現時点では、水産的に重要なアユ、ウナギ、モクズガ



Fig. 4. A weir (drop) at the Fushino River in Yamaguchi Prefecture before the construction of “Mizube-no-Kowaza” fishway.



Fig. 5. “Mizube-no-Kowaza” fishway constructed to the Fushino River.

二の天然個体が大量に遡上してきている^{2,11)}。それ以外の通り回遊性の生物も多数遡上してきている^{2,11)}。ただし、これらの生物が、堰堤などの段差によって生息環境が大きく狭められており、そのことが天然資源の減少につながっている³⁾。

よって、「水辺の小わざ」による小さな工夫の積み重ねによって、河川の段差を解消していくことによってバリアフリー化し、河川の生態系が自らの力で回復していくのを手助けしていただくだけである。

「水辺の小わざ」による魚道施工・改修の事例

堰堤の改修や魚道の改修については、現場により問題点や状況は異なるため、特定の工法のようなものは存在しない。水辺の小わざの定義にもあるように、小規模でありながらもその水辺にふさわしい効率的な改善策を様々な視点で工夫する、というのがコンセプトであり、現場の状況を見極めながら対応する必要がある。ここでは、これまでに「水辺の小わざ」の理念に基づいて施工された事例を3件紹介する³⁾。

落差工への施工事例（樫野川）

落差工は、河床の高さや勾配を安定させるために河川を横断する形で設けられている床止め（床固め）のための施設であるが、垂直の落差を伴っているものことである。床止めが目的の構造物であるため、多くの河川でみることができ、特に河川の上流部では地形の勾配が大きいため短い間隔で多数設置されていることが多い。ここでは、山口県の樫野川の中流部に施工された事例を挙げた（Figs. 4,5）。

垂直の落差は、地形にもよるため場所によって様々な高低差があるが、概して1～2mであることが多い。この落差工も約1mの垂直の高低差がある。また、水が落ちる際に剥離流となり、河床と水の間に空気が入るために生物にとって非常に遡上しにくい流れとなっている（Fig. 4）。

ここでは落差工の下流側に、「水辺の小わざ」魚道（粗石付斜路式魚道）を施工することになった³⁾（Fig. 5）。まず、魚道施工位置に一次コンクリートを打設する。その際に、堰堤の天端のレベルに合わせて、下流方向に突き出す形で減勢プールを作るようにする。そこから傾斜が約1/5の斜面を作る。この傾斜は、可能であればさらに緩傾斜としたほうが生物にはやさしい。斜面には約30cm程度の雑石を置き、下側に差筋で石が転がらないように補強

し、その後に二次コンクリートを雑石の間に流し込む。さらに雑石の間に小石を埋め込み小さなプールができるよう



Fig. 6. A small dam (head works) with five sliding timber weirs at the Ooi River in Yamaguchi Prefecture before the construction of "Mizube-no-Kowaza" fishway.



Fig. 7. Sheathing board (Sliding timber).



Fig. 8. "Mizube-no-Kowaza" fishway constructed the Ooi River.

にする。この時に、完成後の水の流れをイメージしながら、階段状になるようにプールを作っていく、プール同士を緩いスロープでつないでいく (Fig. 5)。

魚道上部につくったプールと堰堤上流側とのつながりをよくして生物の移動がしやすくなるように、堰堤の上部を5 cm程度切り欠くようにする (Fig. 5)。また、魚道下流部については、コンクリートの叩きの上に魚道を施工した場合には、生物が集まり易くするために、裾部についても魚道を取り巻くような形で5 cm程度のはつりをいれてプール状にするとよい。

農業用頭首工への施工例一水位変動型 (大井川)

山口県の大井川の中流部に位置している本堰堤は、農業用取水のための頭首工である³⁾ (Figs. 6,7,8)。堰堤の高さは約2 mあり、左岸側には5箇所ある堰板を入れて水位を調節するための角落としがある (Fig. 7)。秋から春にかけての農閑期には、堰板を取り外してあるが、約1 mの高低差があり生物の遡上は非常に難しい。このタイプの堰堤の問題点は、堰板を入れた場合と外した場合で上流側の水位が大きく異なることである (Figs. 6,7,8)。

そこで、本堰堤では堰板を入れた場合でも、農閑期で堰板を外した場合でも魚道として機能するようにしたものである (Fig. 8)。形は異なっているが、基本的な考え方は、落差工へ設置した魚道 (Fig. 5) と同様である。堰堤の規模が比較的大きいので、工費節約のために全体に雑石を埋め込むのではなく、水路をつくりその中だけに粗石によって隔壁を埋め込んで千鳥配置の魚道構造とした。水路の側壁は、エビやカニなどの底生性の生物が遡上しやすいように垂直ではなく斜め45°にした^{12,13,14)} (Fig. 8)。堰堤に沿って横断方向に水路を通して、堰板の有無による高低差に対応するようにした。5箇所ある角落としのうち、最も左岸側の角落としは堰板を入れた場合の水路として使用する。また、3個目 (真ん中) の角落としは、全堰板を外した場合に生物が通ることのできる水路となる。この2つの角落としからは、流路方向へも水路を延ばして水量や水勢を調節できるようにしている。水路の勾配は、1/5程度であり小型生物であっても十分に遡上が可能である (Fig. 8)。

魚道付き可動堰の改修事例 (厚狭川)

山口県の厚狭川の最下流部の堰堤で潮止堰であり、鋼鉄製の可動ゲートのある堰堤である。左岸側に魚道が付設されている³⁾ (Figs. 9,10)。堰の上流では取水のために、

ゲートによって常に一定の高低差を保っていて、ゲートを落として水を通すことはない。魚道が左岸に下流側に突き出すような形で設置されているが、可動ゲート部からの水量が多いために、遡上してきた生物はゲート下に向かってしまいそこに溜まることになり、魚道に入ってくる生物は非常に僅かであった。また、干潮時には魚道全体が水面より見える状態になるが、最下段の落差が大きいために、生物が遡上しにくくなっていた (Fig. 9)。

可動ゲート下に溜まった魚を魚道に導くために、魚道内の流れを本流ゲート側に向けるために魚道の側壁上部を取り除いた。さらに落差の緩和のために既設の魚道の外側にプールができるような形で新たに擁壁を設置した³⁾ (Fig. 10)。側壁を取り除いたことにより、可動ゲート下から魚道へ横から入ることができるようになったため、魚道を遡上する個体数が増加した。



Fig. 9. Movable weirs with fishway at the Asa River in Yamaguchi Prefecture before the construction of "Mizube-no-Kowaza" fishway.



Fig. 10. Improved fishway in the Asa River. Sidewall of fishway was removed.

ま と め

「水辺の小わざ」魚道（粗石付き斜路式魚道）は、従来型の大型魚のための魚道に比べて、1/3～1/5の低コストで施工することが可能である。また、構造も簡単であり、生物の往来が妨げられている現場の状況に応じて改良を加えることができ、柔軟な対応が可能となっている。天然資源の確保が内水面漁業の振興を重要なポイントであるため、構造物による段差を解消し河川生態系をつないでいくことは、今後ますます重要になってくると考えられる。

文 献

- 1) 川那部浩哉, 水野信彦 (編): 改訂版日本の淡水魚, 山溪カラー名鑑, 山と溪谷社, 東京 (2001)
- 2) 浜野龍夫, 鎌田正幸, 田辺 力: 徳島県における淡水産甲殻類の分布と保全, 徳島県立博物館研究報告, 10, 1-47 (2000)
- 3) 浜野龍夫, 伊藤信行, 山本一夫 (編著): 水辺の小わざ 改訂増補版, 山口県土木建築部河川課, 山口 (2008)
- 4) 藤岡 豊: 山口のさかな, 藤岡豊教授退官記念事業会, (1991)
- 5) 酒井治己, 伊藤大樹, 渡辺智久, 出射邦明, 伊藤行政, 松原創, 高木基裕, 池田至: 山口県における淡水産ハゼ科魚類の分布, 水産大学校研究報告, 48, 49-56 (1999)
- 6) 浜野龍夫, 三矢泰彦, 石崎勝義: 河川横断工作物がエビ・カニ類に及ぼす影響とその個体群の復元について, 新しい河川整備と管理の理念とそれを支援する河川技術に関するシンポジウム, 第4回河道の水利と河川環境シンポジウム (土木学会水理委員会河川部会) 論文集, 183-188 (1998)
- 7) 三矢泰彦, 浜野龍夫: 魚道のないダムが十脚甲殻類の流程分布に与える影響, 日本水産学会誌, 54(3): 429-435 (1988)
- 8) 気象庁: 地球温暖化予測情報第6巻, IPCCのSRES A2シナリオを用いた地域機構モデルおよび都市気候モデルによる気候予測, 財団法人気象業務支援センター, 東京 (2005)
- 9) 水野信彦: 魚にやさしい川のかたち, 信山社, 東京 (1995)
- 10) 浜野龍夫, 伊藤信行, 山本一夫 (編著): 水辺の小わざ, 山口県土木建築部河川課, 山口 (2007)
- 11) 畑間俊弘, 金井大成, 松尾圭司, 田原栄一郎, 荒木晶: 内水面重要生物増殖試験事業, (2) 粟野川に生息する魚類及び十脚甲殻類調査, 平成19年度山口県水産研究センター事業報告, 229-236 (2008)
- 12) 浜野龍夫, 吉見圭一郎, 林 健一, 柿本 皓, 諸喜田茂充: 淡水産 (両側回遊性) エビ類のための魚道に関する実験的研究, 日本水産学会誌, 61(2): 171-178 (1995)
- 13) 浜野龍夫, 勝俣亮介, 三矢泰彦, 安田陽一: モクズガニ遡上魚道に関する実験的研究, 水産増殖, 50(2): 143-148 (2002)
- 14) 安田陽一, 大津岩夫, 浜野龍夫, 三矢泰彦: エビ・カニ類に適した遡上水路の提案, 第6回河道の水利と河川環境に関するシンポジウム (土木学会水理委員会河川部会) 論文集, 149-154 (2000)