

# 籠川および市木川における近自然魚道に関するデザイン・施工指導の報告

中村 創<sup>1</sup>・橋本 健一<sup>2</sup>・洲澤 譲<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 大日本コンサルタント（株）インフラ技術研究所 川づくり研究室  
（〒170-0003 東京都豊島区駒込3-23-1, E-mail:nakamura\_hajimu@ne-con.co.jp）

<sup>2</sup>非会員 大日本コンサルタント（株）東京支社 防災技術部 港湾計画室  
（〒343-0851 埼玉県越谷市七左町5-1, E-mail: hashimoto\_kenichi@ne-con.co.jp）

<sup>3</sup>非会員 （有）河川生物研究所 九州支所  
（〒811-3425 福岡県宗像市日の里9-17-14, E-mail: ysuzawa-kasen@pop12.odn.ne.jp）

矢作川水系の一級河川籠川および市木川の魚道をデザインする際に河川の機能に着目し、その形状をステップ&プールにすることで、魚類の移動、生育空間、土砂排出、水質浄化等の機能を発揮し得る事を確認した。また、魚道最下流部において侵食作用により淵が維持され、その下流に堆積した砂礫は、産卵場や生息空間として機能し始めている事を確認した。さらに、施工指導を通じて、設計の意図を確実に伝える事が可能になる事を確認し、公共事業におけるデザイン管理の必要性について述べた。

キーワード: 多自然川づくり, 魚道工, 生息空間, 水質浄化, 産卵場, 自然景観, 河床形態, 石積み

## 1. はじめに

一般的な魚道は、階段式、アイスハーバー式等の人工的なものが多いが、ヨーロッパ諸国では、落差を多段式から早瀬状に改善した近自然魚道が工夫されている。我が国でも、福留<sup>1)</sup>によって同工法が導入され、日本の河道条件に合わせた工夫が行われてきたが、事例が少なく、その設計法についても確立されていない状況である。

そのため、事前・事後調査を実施し、その結果を設計にフィードバックしながら改善を行う事が重要である。また、具現化に必要な石積みの技術が失われているため、伝統工法を知る石工による施工指導が必要である。

これらについて、矢作川水系の一級河川籠川および市木川(図-1.1 参照)において試みた結果を報告する。

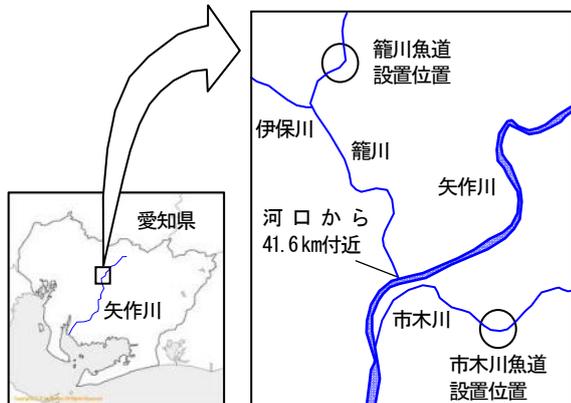


図-1.1 魚道設置位置図

## 2. 魚道の設計条件

### (1) 籠川

籠川は、河川改修済みではあるが自然が残る河川であり、矢作川中流圏域河川整備計画の中で環境対策の実施河川として指定され、4基の近自然魚道が施工された。

以下に魚道の設計条件の概要を示す(表-2.1参照)。

表-2.1 魚道の設計条件(籠川)

設計条件	設計値
計画流量	370.0(m <sup>3</sup> /s)
河床勾配	1/400
川幅	約40m
落差工の高さ	約1.5m→魚道として0.3m/1段に分割
平水流量	1.5(m <sup>3</sup> /s)
対象魚	・アユ(回遊魚)を基本とし、底生魚や幼魚も極力移動可能とする。
その他	・落差工を壊さない。 ・多自然川づくりの考え方で実施。



写真-2.1 既設落差工(H約1.5m)の状況(籠川)

## (2) 市木川

同じく矢作川水系の一級河川市木川(図-1.1 参照)は、平水流量が少ない都市河川である。地域のNPO 団体である「市木川美化ボランティアの会」の要望で事業が実施され、近自然型の魚道(2 基)が採用された。魚道を設計する際は、籠川のデザインを基に、親水性、生息空間機能、土砂コントロール機能を向上させた。

以下に魚道の設計条件の概要を示す(表-2.2参照)。

表-2.2 魚道の設計条件(市木川)

設計条件	設計値
計画流量	160.0(m <sup>3</sup> /s)
河床勾配	1/250
川幅	約20m
落差工の高さ	約1.5m→魚道として0.3m/1段に分割
平水流量	0.1(m <sup>3</sup> /s)
対象魚	・アユ(回遊魚)を基本とし、底生魚や幼魚も極力移動可能とする。
その他	・魚道に親水性を持たせる。



写真-2.2 既設落差工(H約1.5m)の状況(市木川)

## 3. デザイン上の配慮事項

### (1) 考え方・方針

#### a) 河川の動的な作用(ダイナミクス、侵食・堆積作用)

河川構造物をデザインする場合、施工後に河床が変化し、機能不全に陥る事が有るため、注意が必要である。

例えば、直線河道において、単列交互砂州が移動することを考慮せず、ある時期の淵の位置に魚巣ブロックを施工した場合、出水後に砂州が移動して魚巣ブロック前面の河床が土砂で埋没する事は実際によく起こる事象であり、多自然川づくりの「課題の残る川づくり」の代表事例として紹介されている。

そのため、河川構造物をデザインする際は、河道内が、洪水時の水と土砂のエネルギーによって、絶えず変化する事を念頭に置いて実施すべきである。

#### b) 河床・河岸形態(モルフォロジー)

河川の環境対策として、貴重種だけの環境を保全したり、種数や多様度を増す事だけを目標とする事は、事業説明の分かりやすさから実施されることが多いが、その河川に合った対策とは言い難い。

対象とする河川に合った河川環境を再構築するためには、その川の流程や地質に応じた前述の動的な作用とその結果生じる河床・河岸形態が本来の姿に近づき、付着藻類や底生動物等の生態ピラミッドの底辺の生物の環境を創出することが必要である。

河川の動的な作用の結果生じる河床形態の事例としては、山地河道に見られるステップ&プール(小規模河床形態の反砂堆)や、扇状地河川で見られる交互砂州(中規模河床形態)が挙げられる<sup>2)</sup>(写真-3.1参照)。

また、その結果「河川が有する機能」としては、移動路(縦・横断方向の連続性)、動・植物の生育・生息空間、水質浄化等が考えられるため、目標や評価指標としては、これらの視点も重要である。



写真-3.1 魚道下流に発生した砂州(籠川1基目)

### (2) 具体策

上記を実現するための具体策は、洪水時の水と土砂の流れをコントロールする構造物(魚道工、根固工)を設置し、河川(河床および河岸)の基盤をつくる事を基本とした。

竜澤ら<sup>3)</sup>によると、魚道を設計する際、小規模河床形態である反砂堆(ステップ&プール)(写真-3.2参照)の形状・構造とすることにより、土砂で埋まり難く、環境上の機能も持たせる事が可能である。

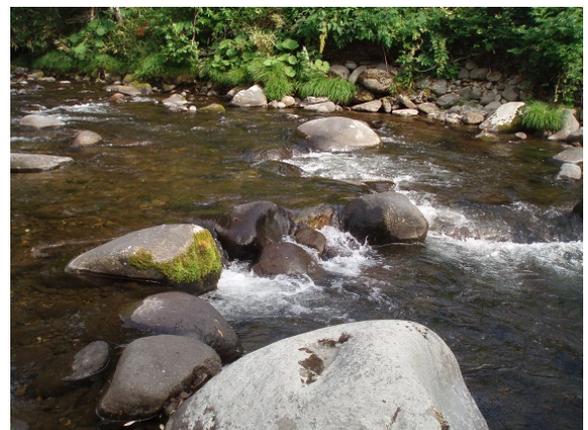


写真-3.2 自然のテップ&プール(徳志別川)

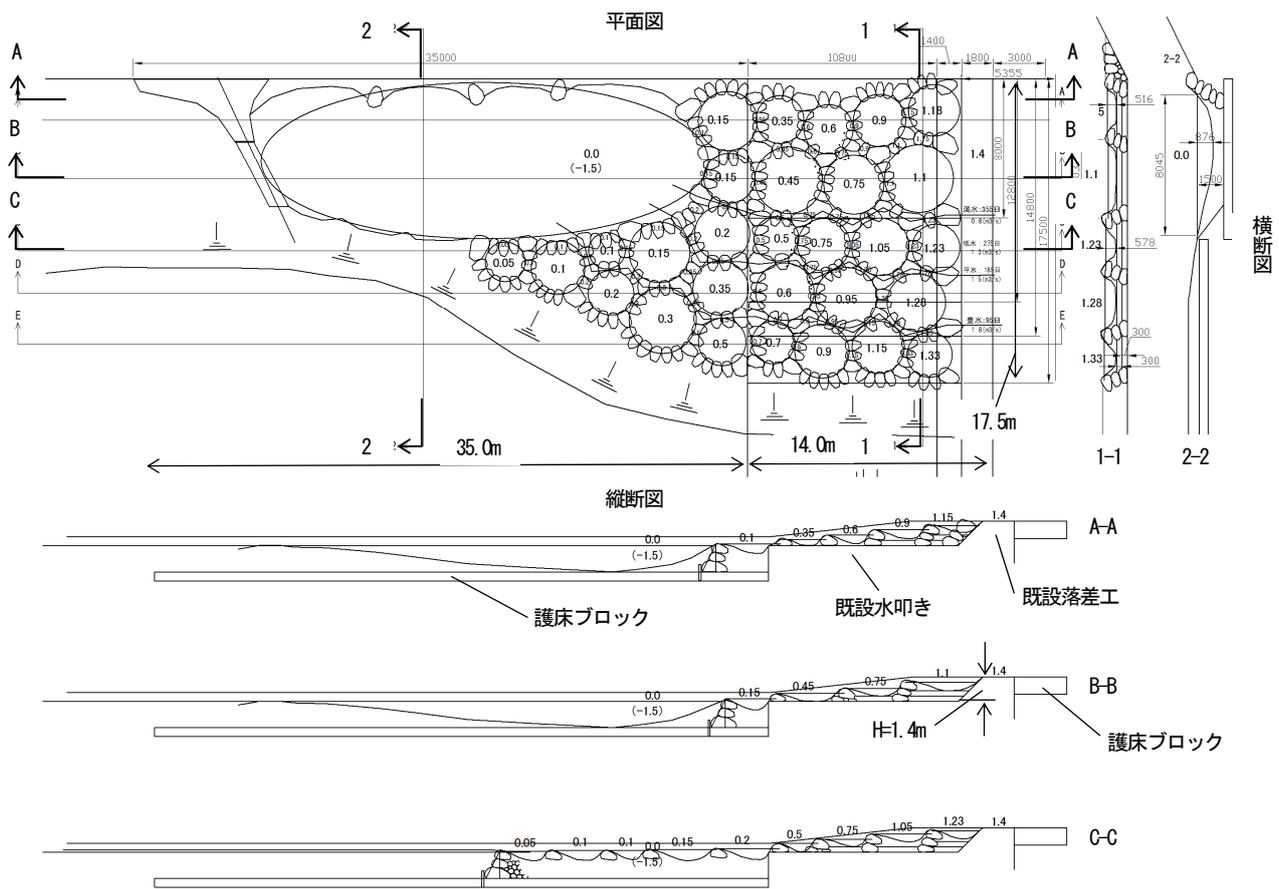


図-3.2 基本図(平面、縦断、横断)(籠川1基目)

#### a) 籠川(4基設計、4基竣工)

籠川において自然再生事業を行うとすれば、落差工を撤去し、河床勾配を本来の1/200に戻す事が考えられるが、多自然川づくりとしては、河床勾配は1/400のまま、魚道部分を1/10程度の斜路にする事が適当である。

その場合、斜路部分の勾配は山地河道に該当するため、その形状および構造をステップ&プールに設定した。

その結果、落差を踏み段状に分割することになり、さらに落差が低減出来た上、越流部の石材により多様な流速・水深が生じ、遊泳力の弱い魚の遡上が可能となった。

魚道の位置は、河道が湾曲している場合は水衝部側とし、洗掘されて淵を生じ、反対側は砂州が形成される計画とした(1基目)。直線河道では全断面魚道とし、交互砂州の移動による砂州と淵の移動に対処した(2~4基目)。

また、魚道の最下流部の形状を工夫し、水を集めて洗掘させ、その下流に土砂を堆積させる計画とした。



写真-3.5 越流部(ステップ)とプールの状況(籠川)



写真-3.3 施工前(H=1.5m)



写真-3.4 施工後(H=0.3m/1段)



写真-3.6 魚道の全景(籠川)

(魚道本体で瀬を形成し、下流に淵を創出)

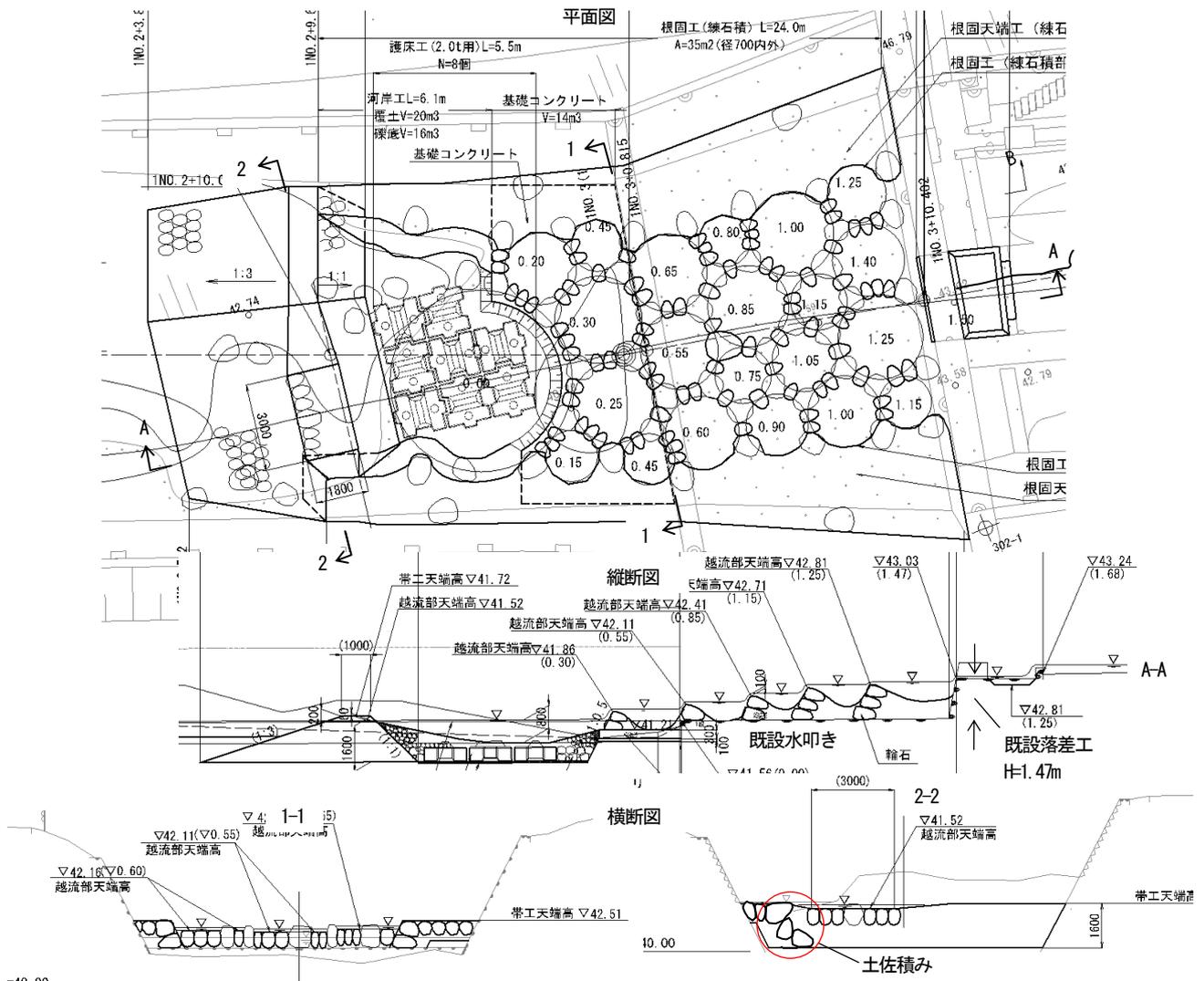


図-3.3 基本図(平面、縦断、横断)(市木川)

b) 市木川(2基設計、1基竣工)

既設の落差(H≒1.5m)をステップ&プールとして分割し、下流の淵を創出する魚道の形状および構造は、籠川で効果が得られたため、市木川でも同様とした。

これに加え、住民(特に子供)の利用のため、根固工の天端の石張りを平らに設置し、親水性を持たせた。

さらに、根固工前面の護岸は、オーバーハングした岩盤や堆積した岩をイメージして魚が隠れられる空隙が生じる石積み(崩れ積みの一種の土佐積み)を採用した。



写真-3.7 越流部(ステップ)とプールの状況(市木川)

籠川では、魚道のみお筋以外の河床に植生が繁茂して2極化が生じ、滞筋の河床低下により魚道際下段に落差が生じている。

市木川では、これに対処するため、あらかじめ帯工を設置し、最下流部の水位を確保した。帯工の方向は、わずかに屈曲し左岸側に向かう流れと直角方向に設定し、交互砂州の発生を促す計画とした(写真-3.8参照)。



写真-3.8 魚道の全景(市木川)

## 4. 具現化に際し工夫した点

### (1) 籠川

設計施工分離方式であるため、施工要領図を示して考え方が伝わるように工夫したが、十分伝わらなかった。

1 基目は造園技術者が担当し、変化はあるが石が立ち過ぎており、流水の抵抗となりがねない(写真-4.1 参照)。

2~4 基目の魚道は、土木技術者が担当したため、石材は目立たないが、図面よりもプールの形状がそろったり、直線化したりと人工的な様相を呈してしまった。



写真-4.1 籠川1基目の魚道(庭園の石工による施工)



写真-4.2 籠川2~4基目の魚道(土木技術者による施工)(写真は3基目)

### (2) 市木川

籠川における施工結果から、担当者によって完成した構造物の差が大きく、考え方が伝わり難い事が分かった。

そこで、多自然川づくりを数多く施工した経験のある石工の棟梁(高知県の小松総一氏)から担当する施工会社の石工さんに直接指導を行い、技術を伝える事を試みた。

特に、コンクリートを使った練石積みの構造でも、石材の形状を活かした空隙が出来るような石積みの方法(崩れ積みの一種の土佐積み)を根固工前面および越流部の下流側に取り入れ、魚道の機能を向上させる事に取り組んだ(写真-4.3 参照)。



写真-4.3 施工指導の結果(土佐積み)

## 5. 追跡調査結果

### (1) 籠川

施工後に追跡調査<sup>4)</sup>を実施し、以下の内容を確認した。

- ・移動については、回遊魚のアユだけでなく、カワヨシノボリや体長3cm以下のオイカワ等、遊泳力の弱い魚の遡上を確認した(図-5.1 参照)。

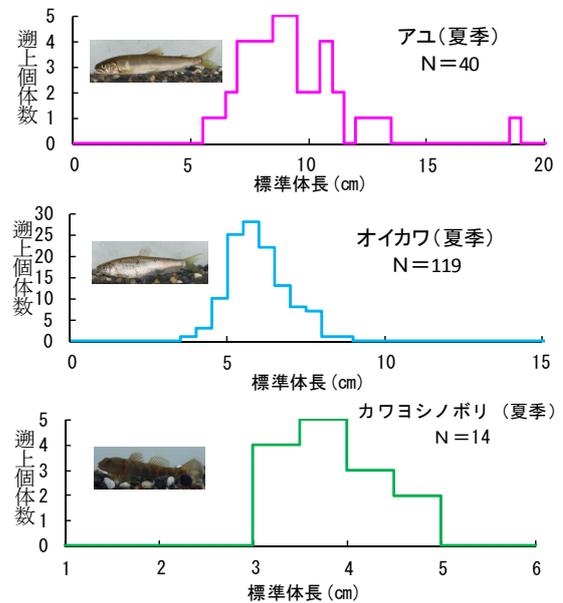


図-5.1 魚道を遡上した魚類(籠川)

- ・生息環境については、魚道上流区間へのアユの生息域の拡大および魚道に堆積した土砂を利用してカワヨシノボリが生息していることを確認した。
- ・景観上は、上流に見られる瀬と淵(ステップ&プール)に近い自然景観が得られた。
- ・洪水時の流れにより、魚道本体の土砂が排出される状況を確認した(写真-5.1 参照)。
- ・この事により、プール部に一時的に堆積した土砂による水質浄化が継続すると推測される。
- ・魚道最下流部は、洪水時の水の力により侵食されて淵が形成されている事を確認した。
- ・その下流には、侵食された土砂の堆積を確認した。



写真-5.1 洪水時の土砂の排出状況(籠川)

## (2) 市木川

2基設計した内の下流側の1基が2014年7月に竣工したため、8月1日～2日に追跡調査(物理・生物)を実施し、籠川と同様に以下の内容を確認した。

- ・移動については、体長5cm以下のオイカワ、ヌマムツ等、遊泳力の弱い魚の遡上を確認した(図-5.2参照)。

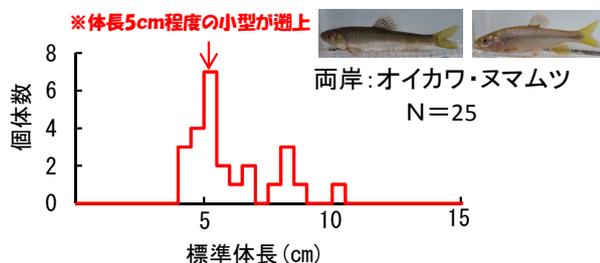


図-5.2 魚道を遡上した魚類(市木川)

- ・生息については、オイカワ、カワムツ等を確認した。
- ・プール部において、婚姻色のオイカワ(雄)が見られたため、産卵場の環境が創出されたものと推測される。
- ・景観上は、籠川と同様の効果が得られた(写真-3.8)。
- ・帯工の瀬、緩傾斜の水際、魚道最下流の淵等において、侵食・堆積作用による変化が期待される(写真-5.2)。
- ・施工指導を実施した土佐積みの河岸の空隙は、多数の魚類が隠れ場所として利用していた(写真-5.3参照)。
- ・アユの遡上や生息が確認されず、その原因として魚道以外の河道が人工的で生息空間が無い事が挙げられる。
- ・また、魚道を遡上したものの、調査当時の水温が28度と高かったため引き返した可能性も有り、今後、遡上時期の調査を実施し、明らかにすることが望まれる。



写真-5.2 土砂の侵食・堆積状況(市木川)



写真-5.3 土佐積みの空隙に隠れる魚類(市木川)

## 6. まとめ

本報告で得られた成果は、以下のとおりである。

- ・魚道にステップ&プールの構造を取り入れる事により、遊泳力の弱い魚の移動が可能になった。
- ・同様に、生息・生育空間としての機能を確認した。
- ・魚道本体に土砂排出機能が有るため、継続的に水質浄化の機能を発揮し得る事が窺えた。
- ・最下流部の淵では、侵食作用により淵が維持され、その下流の礫の堆積が産卵場や生息空間として機能している事が窺えた。
- ・施工指導を実施する事により、設計の意図を確実に伝える事が可能になる事が確認できた。

## 7. 今後の課題

今後の課題は、以下のとおりである。

- ・籠川では、河道内の2極化により、最下流部の河道と魚道最下段に落差が生じているため、下流河床の堆積を防止する土砂のコントロールが必要である。
- ・市木川では、魚道以外の河道に生息空間が無く、アユの生息域の拡大していないため、改善する必要がある。
- ・景観上は、空間、用材等の規則性を減らし、より自然に近づける余地が有るため、今後取り組む所存である。
- ・籠川では実施しなかった施工指導を市木川で実施した所、効果が大きかったため、公共事業における、施工指導も含めたデザイン管理の必要性を感じた。

謝辞：本報告の作成にご協力いただいた愛知県豊田加茂建設事務所および市木川美化ボランティアの会に謝意を表明する。また、魚道のデザインのご指導をいただいた松崎喬氏に、施工指導をしていただいた小松総一氏に、厚く謝意を表明する。

## 付録

### 参考文献

- 1) 福留脩文, 有川崇, 西山穩, 福岡捷二: 石礫河川に組む自然に近い石積み落差工の設計, 土木学会論文集 F, Vol. 66, No. 4, 490-503, 2010. 10
- 2) 土木学会水理委員会移動床流れの抵抗と河床形状研究小委員会: 移動床流れにおける河床形態と粗度, 土木学会論文報告集 210, pp. 65-91, 1973
- 3) 竜澤宏昌, 林日出喜, 長谷川和義: 溪流の小規模河床形態を模擬した新たな魚道設計法の提案, 土木学会第 54 回年次学術講演会, pp. 450-451
- 4) 中村創, 塚本敬人, 洲澤譲, 洲之内伸光, 山本信二: 籠川における多自然魚道の追跡調査結果について, 河川技術論文集, 23(9), pp. 463-468, 2008. 6.