# タイムラプスカメラによる水中画像を用いた 石組み魚道における遡上魚の確認

### 山下泰司

Confirmation of upstream fish movement along the fish passage with stacking boulders through underwater imaging using time-lapse camera

#### Yasushi Yamashita

河川には、アユPlecoglossus altivelis altivelisなどの通し回遊種と呼ばれる河川と海を往来する水生生物が生息する。堰などの河川横断構造物に設置された魚道は、それを助ける役割を担っているものの、一部には構造上の問題や老朽化によって遡上が困難なものがある<sup>1)</sup>。大規模な魚道設置は多額の費用を要することから、経済面も考慮した効果的な魚道改修が各地で実施されている<sup>2,3)</sup>。岡山県下でも高梁川の潮止堰堤や吉井川の鴨越堰の魚道が改修され、2017年12月には旭川水系宇甘川の中泉地区の堰で石組み魚道が設置された<sup>4,5)</sup>。この魚道は、長径50~100cmの石を半円状に配し、その内側をまさ土、栗石およびコンクリートで充填した5段の階段構造で、石の間の流水部が遡上ルートとなっている。ただし、1段の高さが約40cmあり、魚類が2mの高さを遡上できるかは不明であった。

そこで、本研究では本魚道の有効性を確認し、他の魚道改修事案への波及を図るため、アユ放流後の5,6月に遡上調査を実施した。従来、主な手法として目視観察や定置網による採捕が挙げられるが<sup>6,7)</sup>、これらは調査員の現地滞在や漁具設置といった労力を要する。このため、近年では間欠動画撮影システムが開発される<sup>8)</sup>など、画像による調査手法の導入が図られている。本調査でも陸上および水中画像による確認を試み、タイムラプスカメラを用いた水中画像で遡上魚を確認するとともに、画像取得時の留意事項を整理したので以下に報告する。

## 材料と方法

調査場所 旭川水系宇甘川は,県中央部を東西に流れる延長36kmの一級河川で,中泉地区の堰は旭川との合流箇所から上流約6kmに位置する農業用施設である(図1)。左岸から15mの位置には旧魚道があり,右岸から

20m付近に'16~19年度の堰改修事業に併せて新たに石組み魚道が設置された(図1)。改修前は堰堤体から下流水面までに約70cmの落差があり、魚類の遡上が困難な剥離流が見られた(図2(a))。また、旧魚道は出口(上流側)が板で遮蔽されており、遡上が困難な状況であった(図3)。改修後は堰と水面との落差が解消され、石組み魚道への呼び水水路も設置された(図1,2(b))。

宇甘川の河川水位 魚道内の流量の参考にするため,

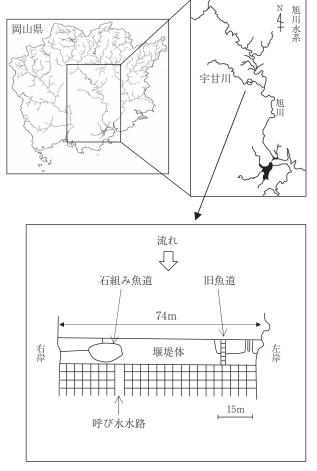


図1 調査対象魚道の位置

(a)





図2 改修前後の堰の状況 (a)前 (b)後



図3 旧魚道出口の遮蔽板

調査期間中、国土交通省の水文水質データ(http://www1.river.go.jp/、20年6月29日現在)から金川水位・流量観測所の水位データを取得した。

**アユの放流** 本魚道の100~400m下流において, 体重10g程度のアユを'18年5月22日に30kg,'19年5月27日に35kg放流した。

画像記録および遡上魚の計数  $^{184}$  5月21~25日,6月1~5日の各5~19時の間,高さ1.5mの位置に画像レコーダー(GEANEE社製DVRGPS-02)を設置し(図4(a)),魚道上部の動画撮影を行った。SDカードに記録した動画ファイルをパーソナルコンピュータ(以下,PC)上で再生し,上流側へ遊泳しフレームアウトする魚影を目視により計数した。

<sup>'18年のレコーダーには画像精度, 記憶容量, 動画確認の所要時間に課題があったことから, '19年は魚道上部</sup>

の陸上および水中に、一定の時間間隔で撮影するタイム ラプスカメラ (brinno社製TLC200Pro) を設置した (図 4 (b, c))。陸上撮影は市販の防水ハウジング (バイコ ム社製ATH120) を使用し、堰の突起物にロープで固定 した。水中撮影では市販品に水漏れの恐れがあったこと から、国立研究開発法人水産研究・教育機構瀬戸内海区 水産研究所が公表する方法 (http://feis.fra.affrc.go.jp/ seika/tayousei/fishdiv/housing.html, '20年6月29日 現 在)で、ポリ塩化ビニル製配管用品を用いたハウジング を作製し、約4kgの錘を括り付け設置した。記録は6 月16~21日の各5~19時で、撮影間隔は1秒間とした。 魚影の計数は、'18年と同様にPC上で目視により行った。

(a)







撮影機材(円内)の設置状況 (a) 2018年陸上 (b) 2019年陸上 (c) 2019年水中

動画形式の再生では正確な計数が困難であったことか ら、フリーウェアavi2jpgでJPEG形式の静止画に変換後、 遡上数を確認した。なお、上流側から遊泳してきた魚は 計数対象から除外し,同一個体と思われるものは二重計 数しないよう留意した。

水中画像の縮尺の確認 水中画像の魚体の大きさを確 認するため、5cm毎に赤と白で塗り分けられた長さ 70cmの鉄製ポールをカメラ前に設置して視野範囲と画 像内の縮尺を確認した。

#### 結 果

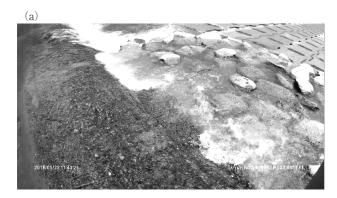
記録画像の比較 本調査の記録画像の種類, 記録時間, 河川水位, 魚影の有無および計数の可否を表1に, 各画 像を図5に示した。18年の陸上撮影は10日間,計140時 間実施したものの、魚影は確認されなかった。期間中の 水位は2.81~2.98mの間で変動した。'19年は、陸上、水 中撮影ともに魚影が確認され、水中で計数が可能であっ た。一方、陸上は堰越流部を遊泳し、翻る魚影を認識で きるものの、光の反射や水面のゆらぎが支障となり、正 確な計数が不可能であった。撮影期間中,水位は3.05m から2.85mへと低下した。

水中画像のスケールおよび視野 水中画像は、10cm 先で横幅が約20cm、20cm先で約30cmであった。奥行 きは約70cm先まで確認できたことから、視野はカメラ 前方90度の範囲、0.49㎡程度であった。

**遡上魚数の経時変化** '19年の水中画像のうち濁りの 影響やゴミ等の付着物がなく、良好な連続画像が取得で きた6月17, 19, 20日の遡上魚数の経時変化を図6に示 した。画像記録から確認された魚類は全長2~5cmの ヨシノボリ属,同5~10cmのオイカワZacco platypus, 同1~2cmの種不明の小型魚類で、アユは確認されな かった。17日の遡上数はオイカワ11尾を含む16時台の19 尾が最も多かった。19日は種不明の小型魚類が主体で 15, 16時台に各80, 72尾であった。20日も同小型魚が主 体で16時台の38尾が最高であった。15、16時台に遡上数 のモードがあり、日によって主な魚種および遡上数に違

表1 遡上確認に用いた記録画像の比較

調査年	画像種類	記録時間 (h)	期間中の 河川水位 (m)	魚影の有無	魚影の計数 の可否
2018	陸上	140	2.81~2.98	無	-
2019	陸上	84	2.85~3.05	有	不可
2019	水中	84	2.85~3.05	有	可





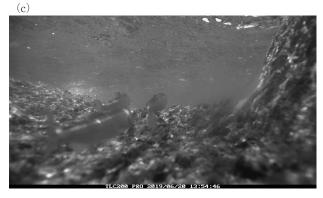


図 5 陸上および水中画像 (a) 2018年陸上 (b) 2019年陸上 (c) 2019年水中

いが見られた。

#### 考 察

オイカワや1~2 cmの小型魚類は、新設した石組み 魚道を利用し、高さ2 mの堰を遡上していることが明ら かとなった。また、このような遡上の把握には水中画像 が有効で、遡上のピークが15、16時台であるなど遡上数 の定量化も可能であった。一方、その視野は0.49㎡程度 と範囲が限定された。これでは魚道全体の把握は困難で、 本調査の遡上数は、カメラを設置した魚道右岸側を遡上 した個体の一部を計数したに過ぎないと考えられた。ま た、日によって遡上数の違いがあり、今後、河川水位に 伴う魚道内の流量変化と遡上ルートの変化について確認 していく必要があると考えられた。

今回、アユの遡上は確認されなかったが、鬼束らは

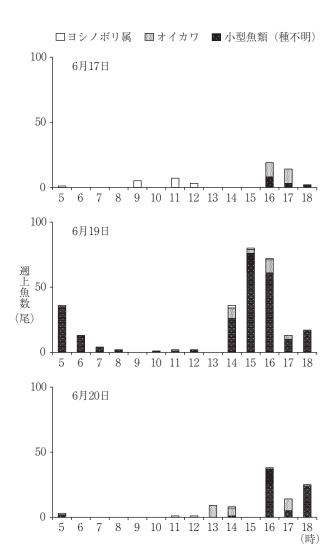


図6 水中画像による魚種別遡上魚数の経時変化

10cm程度のアユとオイカワでは突進速度が同程度であることを示しており9),放流直後から良好な水中画像を取得できれば、アユの遡上も確認できたものと思われた。カメラを設置する際,流れ藻や気泡の影響が少なく,良好な光および流量条件を備えた場所の選定に時間を要したことから,これら諸条件を事前に確認することが,良好な画像取得に必要であった(図7)。

また、労力の軽減を図るため画像撮影を実施したものの、遡上魚の計数に多くの時間を要した。長期にわたる画像データを確認する場合、PC上の目視計数は効率的ではなかった。さらに、魚体の一部のみが撮影された画像については、計数者によって誤差が生じることも考えられた。膨大なデータを同一基準で処理するには、現在普及が進んでいるAI(人工知能)を活用した物体検出の手法を用いた計数を検討するなど、今後も本手法の改良を図ることが必要である。

#### 濁りの影響が少ない水位データの確認

カメラの設置場所の選定

(留意点)

- ・水位低下時にレンズ位置が水中
- ・流れ藻などのゴミが溜まりにくく、気泡の発生が少ない
- ・十分な光量があり、逆光となる時間帯が少ない



カメラの設置・固定、盗難防止対策 (留意点)

- ・魚影が横または斜め前となるようカメラの方向を調整
- ・ロープや錘による流出防止対策の実施
- ・調査実施者の明記



連続した画像データの取得 (留意点)

- 事前に撮影可能時間を把握
- ・必要に応じてバッテリーおよび記録媒体を交換

図7 良好な水中画像取得のためのフロー図

### 要 約

- 1. 旭川水系宇甘川の中泉地区の堰に新設された石組み 魚道において、陸上および水中画像による魚類の遡 上調査を行った。
- 2. 本魚道における遡上魚は、ヨシノボリ属、オイカワ、 種不明の小型魚類で、このような遡上の定量化には、 タイムラプスカメラによる水中画像が有効であった。
- 3. 良好な水中画像の取得には、カメラ設置時に流れ藻や気泡の影響が少なく、良好な光および流量条件を備えた場所を選定する必要があった。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、カメラの設置に協力いただいた旭川南部漁業協同組合の二枝茂広氏と唯野耕平氏に厚くお礼申し上げます。また、石組み魚道の設置に尽力いただいた岡山県備前県民局農林水産事業部農地農村整備第二課の担当職員および日本大学理工学部土木工学科環境水理研究室の安田陽一教授に改めてお礼申しあげます。

#### 文 献

- 1) 高橋勇夫・東 健作, 2016: 大量に存在する「上れない魚道」, 天然アユの本, 築地書館, 東京, 158-162.
- 2) 国土交通省河川局, 2005: 第V章 魚道の施工事例, 魚がのぼりやすい川づくりの手引き, 111-147.
- 3) 山口県土木建築部河川課, 2007: 第5章 水辺の小わざの種類 と適用, 水辺の小わざ, 187-249.
- 4) 安田陽一,2018:頭首工に設置された石組み魚道に関する実験から実務への適用,土木学会河川技術論文集,24,125-130.
- 5)田中昌彦,2019:石組み魚道の施工事例,農業農村工学会誌, 87,44-45.
- 6) 近藤正美・増成伸文・小田浩之,2014:吉井川流程の堰がア ユの遡上に及ぼす影響と遡上状況,岡山水研HP. https://www. pref.okayama.jp/uploaded/attachment/206364.pdf.
- 7) 高瀬智洋, 2018: 多摩川中流におけるアユの遡上数推定の試み, 東京都水産海洋研究, 6, 21-29.
- 8) 高瀬智洋,2018: 簡易な間欠動画システムの開発とアユ遡上 調査への利用,東京都水産海洋研究,**6**,31-38.
- 9) 鬼束幸樹・秋山壽一郎・山本晃義・渡邉拓也・脇 健樹, 2009:河川に生息する数魚種の突進速度に関する研究~アユ, オイカワ, カワムツ, ギンブナを対象~, 土木学会論文集B, **65**, 296-307.