

広瀬川に設置した簡易な斜路式魚道におけるアユの遡上

縄田 暁^{*1}・岩淵龍一^{*1}・藤原健^{*1}

Upstream migration of Ayu *plecoglossus altivelis* by simplified fish-way built at Hirose River.

Akatsuki NAWATA^{*1}, Ryuichi IWABUCHI^{*1} and Takesi HUJIWARA^{*1}

キーワード：アユ, 粗石付き扇型斜路式魚道, 広瀬川

名取川水系広瀬川は、関山峠を源に仙台市内を流れ、河口上流約7km地点で名取川と合流する流路延長約46kmの1級河川である⁽¹⁾。本河川には、名取川合流点から約3.5km上流に農業用取水堰である郡山堰が設置されており、右岸と左岸に階段式魚道が付属している。広瀬川の河川型は、郡山堰から約1.2km上流に位置する愛宕堰から上流が中流域となる。したがって河川に遡上した稚アユは、餌となる藻類が豊富に存在する中流域へ到達するために郡山堰および愛宕堰の魚道を利用しなくてはならない。しかし、2004年、2005年に水産技術総合センター内水面水産試験場が実施したアユ遡上調査結果によって、郡山堰に設置された魚道の機能低下が示唆された⁽²⁾。近年、粗石付き扇型斜路式魚道（以下、斜路式魚道）と呼ばれる簡易な魚道がアユの遡上に対して高い効果があると報告されている^(3, 4)。そこで、2009年に当場の助言を基に宮城県仙台土木事務所によって、郡山堰左岸の斜面が斜路式魚道に改修された。本報では新たに設置された斜路式魚道の遡上補助効果について、アユを対象に調査したので報告する。

方 法

1 斜路式魚道の概要

広瀬川郡山堰においてアユの遡上環境を改善するため

に、左岸階段式魚道と左岸の間の斜面を斜路式魚道へと改修が行われ、2009年5月26日に通水が開始された（図1, 2）。形状は下方に広がる扇型で、魚道出口は幅2m、入口は幅7m、全長15mである。魚道出口には水量調節溝が設置されており、河川水位の変化に対応できるようになっている。魚道内には、粒径約30cm以上の石を用いてプール部が3段作られ、プール間には複数の石を配置して魚の休憩できる緩衝帯が設置されている。

2 魚道流速と流量

2009年の遡上状況調査時に、電磁流向流速計（アレック電子（株）ACM200-D）を用いて、斜路式魚道の1段目、2段目および3段目プール中心部からの越流流速を計測した。また、左岸階段式魚道の流速は、全14段あるプール部のうち1段目、6段目および14段目の隔壁切りかけ部において計測した。なお、6月下旬には斜路式魚道と左岸階段式魚道において、魚道入口流速および魚道内流入水量 $[Q (m^3/s) = \text{出口幅 (cm)} \times \text{出口水深 (cm)} \times \text{出口流速 (cm/s)} \div 1,000,000]$ を算出した。

3 遡上調査

2006年、2007年は5月中旬から6月下旬、2009年は5月上旬から6月下旬にかけて、ほぼ10日間隔で名取川との合流点から約500m上流（St.1）、郡山堰下（St.2）、愛宕堰下

^{*1}水産技術総合センター内水面水産試験場

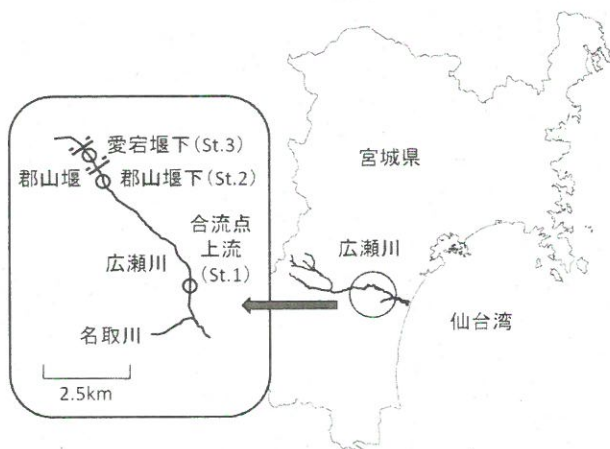


図1 広瀬川における堰堤と調査点位置図

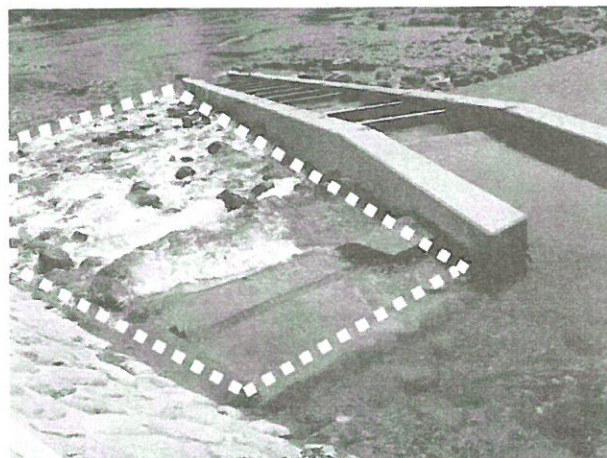


図2 斜路式魚道（点線内）と左岸階段式魚道

表1 2009年の左岸階段式魚道および斜路式魚道の平均流速，魚道入口流速，魚道内流量

		5月中旬	5月下旬	6月上旬	6月中旬	6月下旬
左岸階段式魚道	平均流速(cm/s)	211.7	81.2	169.9	166.0	190.27
	最小-最大流速(cm/s)	196-226	70.5-89.1	129.4-210.4	141-195.5	155.7-234.4
	魚道入口流速(cm/s)	—	—	—	—	31.00
	魚道内流入量(m ³ /s)	—	—	—	—	0.31
斜路式魚道	平均流速(cm/s)	—	133.7	127.3	165.9	145.15
	最小-最大流速(cm/s)	—	123-152	119.4-134.4	102.6-251.2	126.6-163.7
	魚道入口流速(cm/s)	—	—	—	—	27.4-91.5
	魚道内流入量(m ³ /s)	—	—	—	—	0.48

結果

(St.3)において遡上状況調査を実施した。アユの採捕は広瀬名取川漁業協同組合員の協力を得て、目合26節の投網を用いて、1調査点あたり10回行った。採捕したアユは、1調査点につき60尾を目安に持ち帰り、体長、体重を計測した。次に、実体顕微鏡(40倍)を用いて背鰭基部前端を基点に側線上方横列鱗数を計測し、熊谷ら⁽²⁾に準じて20~24枚を天然魚、14~19枚を放流魚とした。各調査点において全採捕尾数から放流魚の採捕尾数を引いた値をもとに、投網1回あたりの遡上アユ採捕尾数(CPUE)を求めた。

4 遡上観察

2009年6月に計11回、斜路式魚道および左岸階段式魚道の出口にて、目視で10分間に遡上したアユの数を計測した。概ね14時から16時までの間に1~4回計数し、平均遡上尾数を求めた。なお、内9回の調査はボランティアの地域住民の協力を得て実施した。

1 魚道の流速と流量

調査期間を通じて、斜路式魚道の平均流速は127.3~165.9cm/s、左岸階段式魚道の平均流速は81.2~211.7cm/sであった(表1)。6月下旬の調査では、斜路式魚道入口は複数の流路が存在し、流速は速いところで91.5cm/s、遅いところで27.4cm/sであった。左岸階段式魚道入口の水は一樣に流れており、流速は31cm/sであった。魚道内流入水量は、斜路式魚道が0.48 m³/s、左岸階段式魚道が0.31 m³/sであった。

2 遡上調査

(1) 2006年

調査を開始した5月中旬は最下流の調査点であるSt.1でのみアユが採捕され、CPUEは6.3尾/回であった(図3)。5月下旬はSt.1で6.3尾/回に加え、郡山堰下の調査点であ

るSt.2でも28.8尾/回採捕され、アユは郡山堰下まで遡上していた。6月上旬以降は郡山堰上流の調査点であるSt.3でもアユが採捕されたが、0.5~1.3尾/回と低い値で推移し、St.2の5.4~12.7尾/回を上回ることがなかった。

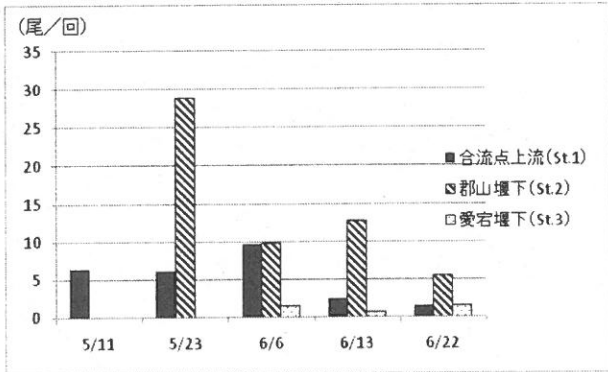


図3 2006年の各調査点における CPUE

(2) 2007年

調査を開始した5月中旬にはSt.2のCPUEは11.7尾/回であり、St.1の8.9尾/回を上回っており、アユは郡山堰下まで遡上していた(図4)。2007年は左岸階段式魚道を補修したことで、入口落差が小さくなり、魚道内流速も適正範囲に収まるようになった。このため、St.3におけるアユの初採捕は5月中旬に0.6尾/回であり、2006年と比べると2旬早かった。その後、St.3は6月初旬に4.3尾/回で最大となり、2006年のSt.3の最大1.3尾/回を上回った。しかし、St.3のCPUEはSt.2を上回ることがなかった。

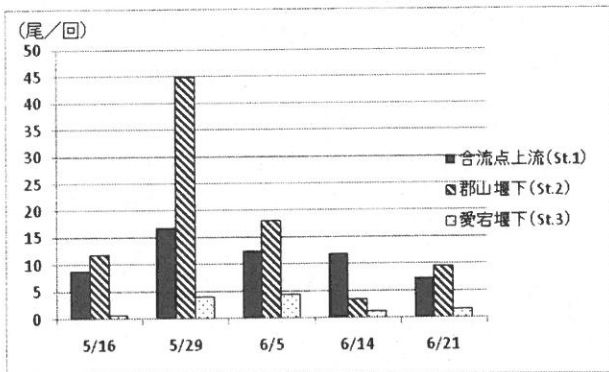


図4 2007年の各調査点における CPUE

(3) 2009年

調査を開始した5月上旬には、St.2のCPUEは6.2尾/回であり、St.1の4.3尾/回を上回っており、アユは郡山堰下まで遡上していた(図5)。斜路式魚道の通水開始後の5

月下旬は、St.3のCPUEは28.6尾/回で最大になり、2006年、2007年のSt.3における最大CPUEを大きく上回った。また、5月下旬以降はSt.3のCPUEは、St.2を常に上回り、郡山堰上流に多くのアユが遡上していた。

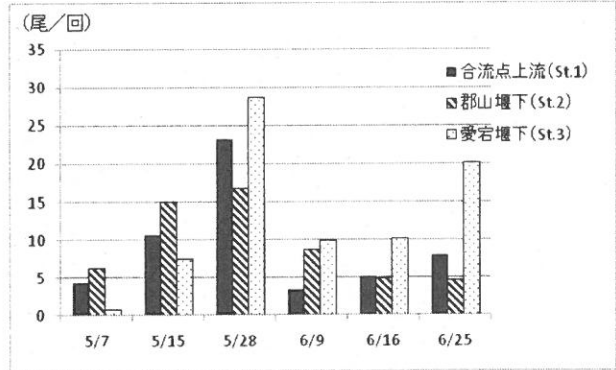


図5 2009年の各調査点における CPUE

3 遡上観察

斜路式魚道を遡上するアユは、11回の調査のうち9回観察された(図6)。最も遡上尾数が多かったのは6月8日で、10分間あたり50尾のアユが遡上していた。この日は斜路式魚道内でアユが群れで遡上している姿が観察された。アユの群れは岸よりの流速が弱いところを遡上していた。旬毎に見ると6月上旬から中旬にかけて遡上尾数が減少し、St.2におけるCPUEと同様の傾向を示した。一方で、階段式魚道を遡上するアユは、調査期間を通じて観察されなかった。

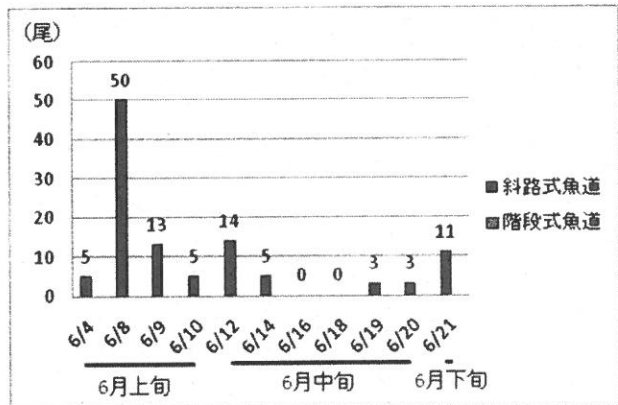


図6 目視観察による遡上確認尾数

4 郡山堰の上流域で採捕したアユの体長組成

2006年、2007年、2009年に郡山堰上流のSt.3で採捕したアユの体長組成を図7, 8, 9に示す。2006年はサンプル数

17尾, 平均体長は8.9cm, 体長モードは8cm台が29%で最も多かった。2007年はサンプル数93尾, 平均体長は10.6cm, 体長モードは11cm台が23%で最も多かった。2009年はサンプル数301尾, 平均体長8.4cm, 体長モードは7cm台が31%で最も多かった, 2006年, 2007年と比べて小型化していた。

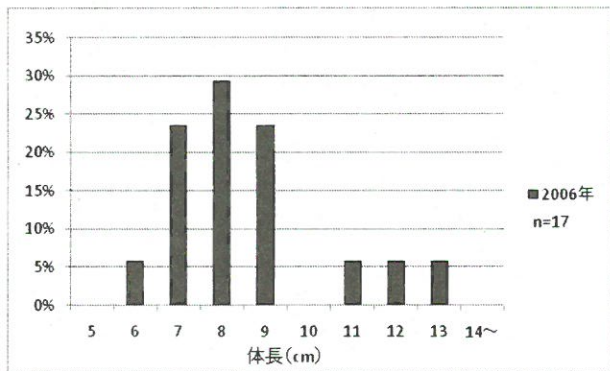


図7 2006年にSt.3で採捕されたアユ体長組成

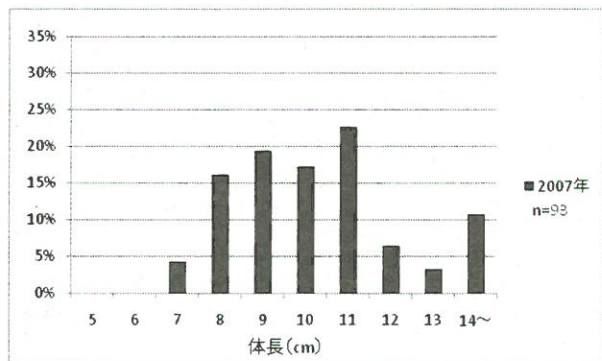


図8 2007年にSt.3で採捕されたアユ体長組成

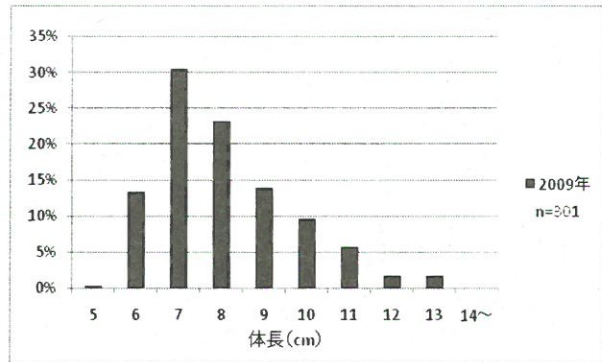


図9 2009年にSt.3で採捕されたアユ体長組成

考 察

郡山堰では以前から魚道が十分に機能しないためアユ

が滞留して問題となっていた。1999年には, 老朽化していた右岸階段式魚道を補修したことで, 多くのアユが郡山堰を遡上できるようになった⁽⁵⁾。しかし, 2004~2005年の調査で, 郡山堰下の中州の撤去による河川の形状や流量の変化, 魚道の破損やプール内の土砂堆積により, 再び魚道機能は低下したことが明らかになった⁽²⁾。本報における2006年の遡上状況調査でも, 郡山堰下のSt.2のCPUEは郡山堰上流のSt.3のCPUEを常に下回っており, 魚道機能の低下が確認された。2007年には左岸階段式魚道の補修を行ったことで, St.3のCPUEは2006年と比べて高くなり一定の効果は見られたが, 同年のSt.2のCPUEを上回ることではなく, 魚道が十分に機能しているとは言えない状況であった。しかし, 2009年に, 斜路式魚道の通水を開始した5月下旬以降St.3のCPUEは高い値を示し, St.2のCPUEを常に上回り, 2006年, 2007年と比べて多くのアユが郡山堰を遡上したことが明らかになった。魚道出口における遡上観察では, アユは主に斜路式魚道を利用していったことから, 2009年のSt.3におけるCPUEの上昇は斜路式魚道が有効に機能した結果と考えられる。

斜路式魚道が有効に機能した理由として, アユが魚道入口を見つけ易かったことが考えられる。斜路式魚道は下流方向に広がる扇型になっており, 入口幅が10mあり, 左岸階段式魚道の2mと比べて広い。また, 遡上期のアユは正の走流性があるため, 流量, 流速が大きいほど魚道入口への誘導効果がある⁽⁶⁾。斜路式魚道は左岸階段式魚道と比べ, 水量が約1.6倍, 魚道入口における流速は複数の流路のうち速いところで91.5cm/sと左岸階段式魚道の31cm/sに対して速く, 豊富な水量と速い流れの筋は, アユにとって呼び水となり斜路式魚道入口に魚を誘導する機能を果たしたと考えられる。

次に, 魚道内を小型のアユが遡上できたことが考えられる。魚が魚道内を遡上するためには, 魚道内流速が重要となる。アユの突進速度は体長に比例し, 体長6.6cmで120cm/s, 体長14.4cmで180cm/s, 体長の約12~18倍とされている⁽⁷⁾。3年間の調査を通じてSt.2で採捕されたアユの平均体長は8.6cm, 体長8cm未満の小型魚の割合は39.8%であった (n=703)。仮に, 平均体長のアユの突進速度を体長の18倍で計算すると154cm/sとなる。しかし, 2009年の左岸階段式魚道は流速が154cm/sを上回る時期が大半であったため, 平均体長以下の小型のアユにとつ

て、階段式魚道の遡上は困難であったと考えられる。一方、斜路式魚道の流速は127~165cm/sで、154cm/sを下回る時期が多かった。さらに、斜路式魚道内には様々な流速の流れが存在しており、小型のアユは流速の弱いところを選んで遡上することが可能と考えられる。実際に、斜路式魚道設置前の2007年はSt.3で採捕されたアユのうち体長8cm未満の割合が4.4%であったが、設置後の2009年には約44%に増加してSt.2の割合と変わらなくなっており、斜路式魚道を小型のアユが遡上できたことが確かめられた。

本研究により斜路式魚道がアユに対して有効な魚道型式であることが明らかとなった。アユは遊漁の対象魚として人気が高く、本県の2003年における延べ遊漁者数は24,900人と推定されている⁽⁸⁾。しかし、近年、本県のアユ遊漁者人口は大幅に減っており、その理由として釣り人の県外への流出が指摘されている。本県の河川が釣り人にとって魅力を回復するためには、天然資源の増大は必須である。そのためには斜路式魚道のような効果が高く設置コストの低い魚道を普及し、遡上環境を整えることが有効であると考えられる。なお、広瀬川においては斜路式魚道の設置により郡山堰の遡上環境は大きく改善されたが、上流の愛宕堰の魚道機能低下も指摘されており⁽³⁾、今後の魚道改修が望まれる。また、斜路式魚道はヨシノボリやウグイ等の小型の遡上魚に対しても同様に高い遡上補助効果があると推測される一方で、構造上水深は十数cmと浅くなるため、サクラマス等の大型魚に対する遡上補助効果の有無や、野鳥による食害の有無等を明らかにする必要がある。今後の課題として残された。さらに、階段式魚道は年数を経るとプール内に土砂が堆積し、機能が低下することが知られている。斜路式魚道については構造が単純なため、土砂の堆積は予想されにくい。良好な機能が維持されていくか今後の継続調査が必要である。

要 約

広瀬川において、アユ遡上期に投網を用いて、1回あたりの天然アユ採捕尾数 (CPUE) を調べた結果、2006年、2007年の郡山堰上流のCPUEは下流のCPUEと比べて低く、既存魚道機能の低下が明らかになった。2009年にアユの

遡上環境改善を目的として、郡山堰左岸に斜路式魚道が設置された。斜路式魚道の通水開始後、郡山堰上流のCPUEが、下流のCPUEを上回り、多くのアユが郡山堰を遡上していた。魚道利用調査の結果、主にアユは斜路式魚道を利用して遡上しており、2009年の郡山堰上流のCPUEの上昇は、斜路式魚道の設置による効果と考えられた。また、斜路式魚道設置後、郡山堰上流では小型魚アユの割合が増え、郡山堰下流と同程度になったことから、斜路式魚道は小型アユに対して利用しやすい型式であると考えられた。

謝 辞

本研究は、2006年は魚影の郷整備推進事業 (県単事業)、2007年、2009年は漁場環境保全推進事業 (県単事業) で実施しました。斜路式魚道について、たかはし河川生物事務所高橋勇夫博士に御教授を賜った、ここに厚く御礼申し上げます。斜路式魚道の設計・設置を担当された仙台土木事務所の小林晴紀技術次長、島貫康雄技師に厚く御礼申し上げます。また、現地調査にあたり多大な御協力を頂いた、広瀬名取川漁協の伊藤勝理事、宍戸宗理事、広瀬川市民会議の間嶋一郎氏、東北大学大学院農学研究科水圏資源生態学研究室の助教伊藤絹子博士および庄司充広氏、宮城教育大学生物学教室の准教授棟方有宗博士および学生の方々に厚く御礼申し上げます。本稿を校閲して下さった水産産技術総合センター内水面水産試験場長高橋清孝博士に御礼申し上げます。最後に2006年、2007年の調査を担当した熊谷明博士、谷合祐一氏および内水面水産試験場職員の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 田村俊和・小岩直人・岩船昌紀・安斎秀樹・鈴木収二・デボスリ チャタリジ・相澤裕子・堀内恒雄 (1994) 広瀬川流域の地形環境特性, 広瀬川流域の自然環境, 仙台市環境局, 85-127
- 2) 熊谷明・三品祐輔・伊藤絹子 (2006) 2004~2005年の広瀬川における天然アユおよび人工放流アユの分布状況, 宮城水産研報, (6), 65-70
- 3) 水辺の小枝プロジェクトチーム (2007) 水辺の小枝の種類と適用, 水辺の小枝, 195-197, 山口県土木建築部河川課
- 4) 高橋勇夫 (2009) アユの一生「春」, 天然アユが育つ川, 7-13, 築地書館
- 5) 伊藤貴 (2002) 広瀬川郡山堰魚道改修による天然アユ遡上状況の変化, 宮城水産研報, (2), 59-65
- 6) 松井魁 (1986) 生態, 鮎, 36-56, 法政大学出版局
- 7) 広瀬利雄・中村俊六 (1993) 関係魚類の生理生態, 魚道の設計, 170-171, 東京, 山海堂
- 8) 農林水産省統計部 (2005) 内水面漁業の部, 2003年 (第11次) 漁業センサス, (7), 354