

土嚢を使用した簡易魚道の設置方法と アユの遡上環境改善効果の検証

藤原 直

1. はじめに

河川にはアユ *Plecoglossus altivelis altivelis* やサケ *Oncorhynchus keta*、モクズガニ *Eriocheir japonicus* など、通し回遊性の魚介類が多種生息している。これらの種は特定の成長段階で海と河川中流・上流域を行き来するため、その往来がダムや堰などの河川横断施設に阻害されると成長や繁殖において大きな影響を受ける。例えばアユやサツキマス *Oncorhynchus masou ishikawae* では、大規模な河口堰の影響で長期的に個体数の減少した例が報告されている(高橋, 2000)。

そこで建設省(国土交通省)は1991年に「魚がのぼりやすい川づくり推進モデル事業」を立ち上げ、モデル指定河川において魚介類の遡上、降下環境を改善する試みを続けている。

東京都と神奈川県の間を流れる一級河川である多摩川もモデル指定河川の1つであり、また東京都では「水産業振興プランー川の恵み復活プログラム」と題した独自の河川環境改善策を実施している。これら行政の施策により多摩川では魚道の設置や改修が進み、魚介類の遡上を阻害しない日向和田床固め、日野橋護床工の2箇所と小河内ダムを除いた16箇所の河川横断施設に魚道が整備された。しかし魚道はその構造以外にも設置場所や周囲の環境条件、設置後のメンテナンスにより機能が大きく左右されるため(安田, 2010)、設置された魚道の中には正常に機能していないものも存在する。2010年に多摩川で実施された魚道機能調査(藤原, 2010)では、二ヶ領上河原堰、大丸用水堰、日野用水堰、昭和用水堰でアユの遡上が阻害されていることが報告された。

多摩川においてアユは水産資源としての利用価値が高い種の一つであり、この遡上が阻害されている現状は資源管理上大きな問題となりうる。そのため、少なくともアユの遡上期に魚道を正常に機能させることが魚道を管理する上で優先すべき目標であると考えられる。しかしこれらの堰が抱える問題は堰と魚道の構造や礫の堆積状況などに起因しており、根本的な解決には長い時間と多大な費用が必要となる。

以上の背景を踏まえ、本実験では設置に時間がかからず費用が少ない土嚢を用いた簡易魚道を提案し、アユの遡上環境改善効果を検証することを目的とした。

2. 簡易魚道実験の概要

2.1 実験場所

実験は、多摩川河口から45.2 km上流に位置する日野用水堰で実施した(図1)。日野用水堰の大部分(堰全体の幅の約80%)は固定堰であり、右岸側の一部が可動堰である(図2)。また堰の左右岸にはハーフ

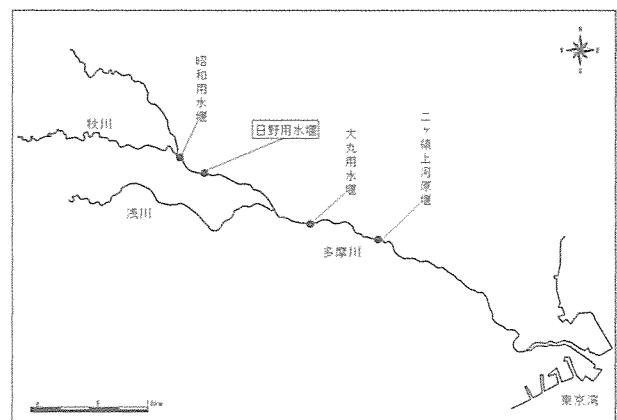


図1 実験場所

コーン型魚道が1基ずつ設置されており、魚道以外にアユが遡上できる場所はない。

実験場所はアユの滞留状況と設置しやすさを考慮し、左岸側魚道の右岸側壁と固定堰の間とした(図3)。

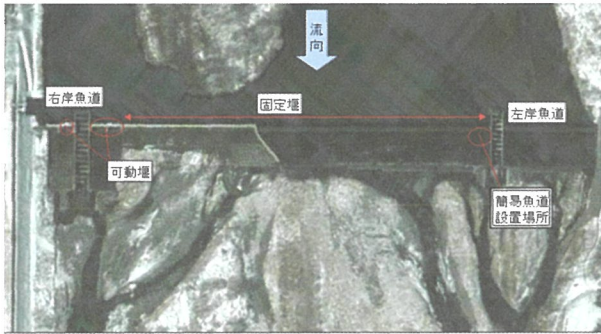


図2 日野用水堰の概要

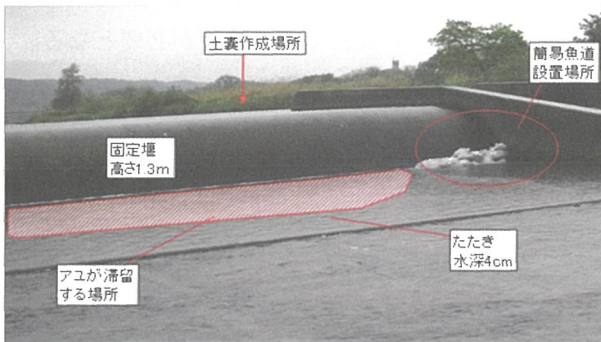


図3 簡易魚道設置場所周辺の状況

2.2 実験日程

実験は以下の日程で実施した。

- ・簡易魚道設置 平成22年5月29日、30日
- ・簡易魚道機能調査
 - 1 回目調査：平成22年6月2日
 - 2 回目調査：平成22年6月6日
- ・簡易魚道撤去 平成22年6月11日

2.3 実験項目および方法

2.3.1 簡易魚道の設置および撤去

1) 簡易魚道設置

簡易魚道は費用や設置の手間などを考慮し、土嚢を用いて作成した。使用した材料を表1に示した。土嚢作成には、左岸側魚道の上流部付近に堆積した礫径5～10cm程度の礫を使用した。

2) 簡易魚道撤去

簡易魚道は設置から12日後に撤去した。

2.3.2 簡易魚道機能調査

1) 物理環境調査

設置した簡易魚道の物理的状況を把握するため、簡易魚道内と簡易魚道周辺の水深、流速を測定した。簡易魚道内では主な流路に沿って上流端から下流端まで10cm間隔で測点を設定した。

表1 使用した材料

	写真	仕様	価格
土嚢袋		ポリエチレン製 幅 48 cm 長さ 68 cm 耐加重 20 kg	単価：9.45 円 × 248 枚 = 2533 円
ガラ袋		ポリプロピレン製 幅 58 cm 長さ 88 cm 耐加重 40 kg	単価：17.9円 × 110 枚 = 1969 円

なお簡易魚道上流の物理環境は1回目調査時に、簡易魚道内と簡易魚道下流の物理環境は2回目調査時に調査した。

①流速

流速は電磁流速計(AEM1-D: JFE アドバンテック社製)を用いて測定した。測定水深は簡易魚道周辺では1/2水深とし、また簡易魚道内では測点内で流速が最も速い場所の値と最も遅い場所の値をそれぞれ最大流速、最小流速とした。

②水深

水深は測深棒を用いて測定した。簡易魚道内では測点内で最も水深が深い場所で測定した。

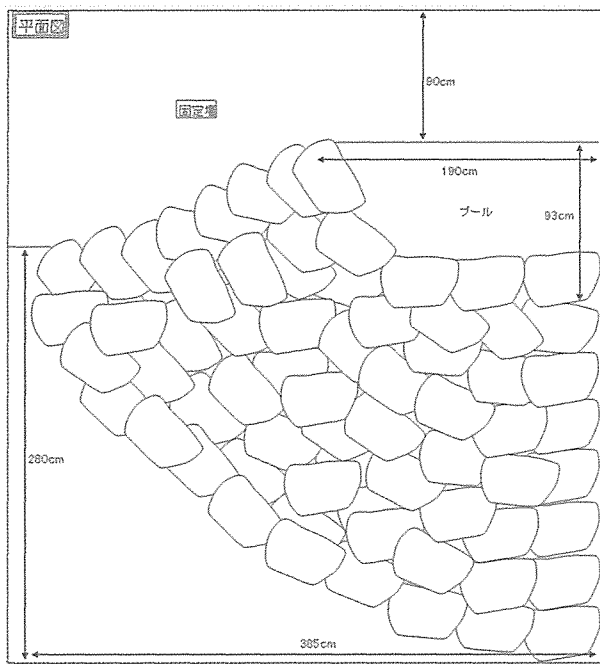


図4 簡易魚道の平面図

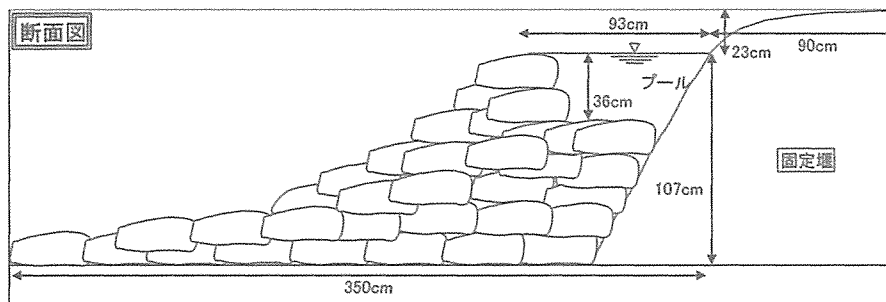


図5 簡易魚道の断面図

2)アユ遡上量調査

アユの遡上効果を把握するため、遡上量調査を2回実施した。調査では1回目が13～17時の4時間、2回目が8～17時の9時間で簡易魚道から固定堰を通過したアユを目視により計数した。目視範囲は簡易魚道直上の固定堰とし、固定堰を完全に越えたアユの個体数を簡易魚道左岸側の魚道側壁上から計数した。計数時間は1時間ごとに正時～10分、30～40分の計20分間を基本とし、一部で計10分間、30分間とした。計数結果と計数時間から1時間あたりの個体数を計算し、遡上数の推定値とした。

また1回目調査では15時に、2回目調査では調査時間の1時間ごとに水温を棒状水銀温度計で測定した。

3. 結果

3.1 簡易魚道の設置作業

3.1.1 作業工程

簡易魚道は、以下の2つの工程で作成した。

1)土嚢の作成および運搬

左岸側魚道上流の水深が30cm程度の場所で、剣先スコップを用いて248個の土嚢を作成した。作成した土嚢は固定堰のスロープを滑らせてたたきに降ろした。

2)簡易魚道作成

設置した簡易魚道の模式図を図4、5に示した。簡易魚道は全体的に1/3程度の勾配を持たせた扇型とした。簡易魚道の高さは固定堰上部の斜面距離や角度などから決定し、固定堰の高さの80%程度と

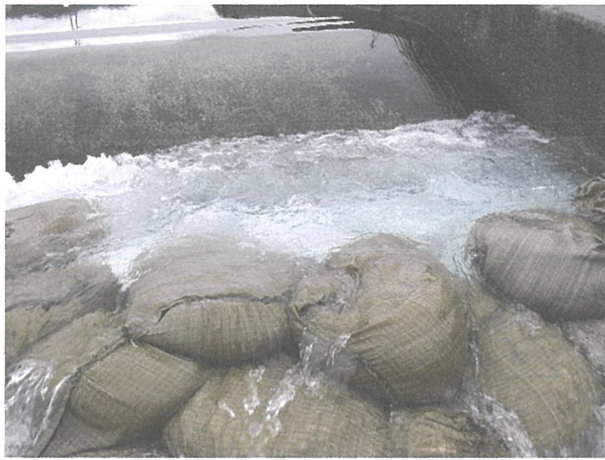


写真1 プールの状況

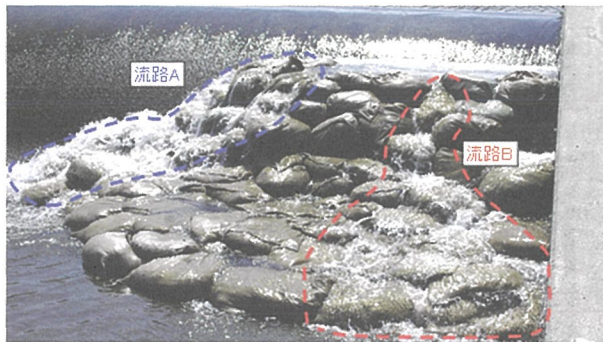


図6 簡易魚道上の流況



写真2 土嚢積み上げ作業

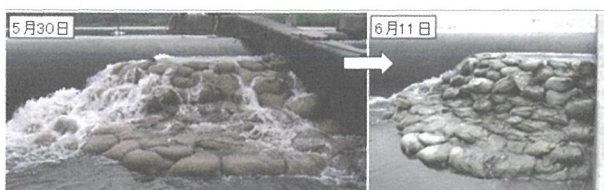


図7 簡易魚道設置時と撤去時の状況

した。簡易魚道の最上段には幅 190 cm、長さ 93 cm、水深 36 cm のプールを設けた(写真1)。このプールは簡易魚道を遡上したアユの休憩場所となり、また固定堰の斜面を遡上するための助走をつける場所となるよう設計した。

簡易魚道上には流路 A と流路 B の 2 つの流路を作成し(図6)、平水時には流量が多い流路 A を、増水時には流量が少ない流路 B を遡上するように設計した。なお、これら流路の水深は浅く、流路周辺の広い範囲にも越流するようにした。この構造によりさまざまな流れが簡易魚道上に形成され、小型の底生魚や甲殻類などが遡上しやすくなると考えられた。

本実験で使用した土嚢袋は耐久性に乏しく、また色はアユが忌避行動をおこす白色(小山, 1978)であった。そこでこれらの問題を解決するため、土嚢を茶色のガラ袋に 2 個ずつ入れて使用した。土嚢を入れたガラ袋は結び口を下にして自重で押さえ付けるようにし、簡易魚道の外側から内側に向かって積み上げた(写真2)。

3. 1. 2 作業人員と作業時間

簡易魚道設置に要した努力量は、12 名で約 4 時間であった。人員の作業分担は、土嚢作成に 6 名、土嚢運搬に 3 名、簡易魚道組み立てに 3 名であった。

3. 2 簡易魚道の形状変化と撤去時の状況

簡易魚道の形状変化を図7に示した。



写真3 土嚢の隙間で死亡していたアユ

設置時と撤去時とで簡易魚道の形状には特に変化はみられなかった。ガラ袋には退色がみられたが大きな破損は確認されなかった。しかしガラ袋に入れていなかった一部の土嚢袋には破損がみられた。

撤去時には土嚢の隙間でウナギ、アブラハヤ、ウグイ、シマドジョウ、サワガニが1個体ずつ確認された。また土嚢の隙間でアユの死体が20個体確認された(写真3)。

3. 3 簡易魚道機能調査

3. 3. 1 物理環境調査

1) 簡易魚道内の物理環境

流路 A と流路 B の水深、流速を図 8、9 に、その結果をまとめて表 2 に示した。

(1) 流路 A の物理環境

流路 A の流路長は 170 cm で、流路勾配は 1/2 程度であった。

最大流速は全測点で 100 cm/s を超え、最大値は

211 cm/s であった。最小流速は 18 測点中の 10 測点(56%)で 50 cm/s を下回り、最小値は -11 cm/s であった。また、流路の中央付近(プールから 90 cm 下流)から上流部と下流部では最小流速に大きな差がみられ、平均値は上流部で 90 cm/s、下流部で 10 cm/s であった。

水深はプールから 60 cm 下流までの平均値が 4 cm と比較的浅く、それより下流の平均値は 10 cm であった。

(2) 流路 B の物理環境

流路 B の流路長は 270 cm で、流路勾配は流路中央より下流側が 1/3 程度、上流側が 1/2 程度であった。

最大流速は 28 測点中の 24 測点(86%)で 100 cm/s を下回り、最大値は 172 cm/s であった。最小流速は 28 測点中の 23 測点(82%)で 50 cm/s を下回り、最

表 2 流路 A、B の水深と流速

物理環境/流路		流路A	流路B
流路長 (cm)		170	270
最大流速 (cm/s)	最大値	211	172
	最小値	121	13
	平均値	158	59
最小流速 (cm/s)	最大値	148	60
	最小値	-11	-11
	平均値	50	23
水深 (cm)	最大値	18	19
	最小値	3	1
	平均値	7	4

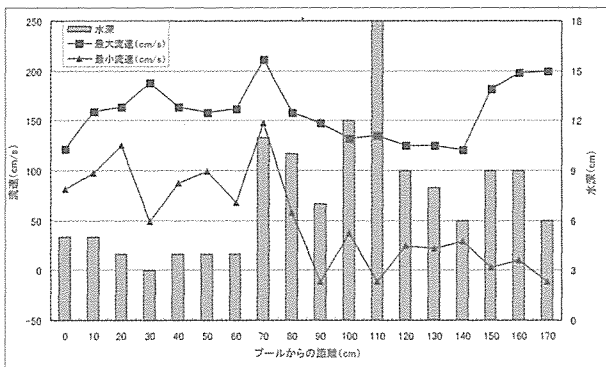


図 8 流路 A の水深と流速

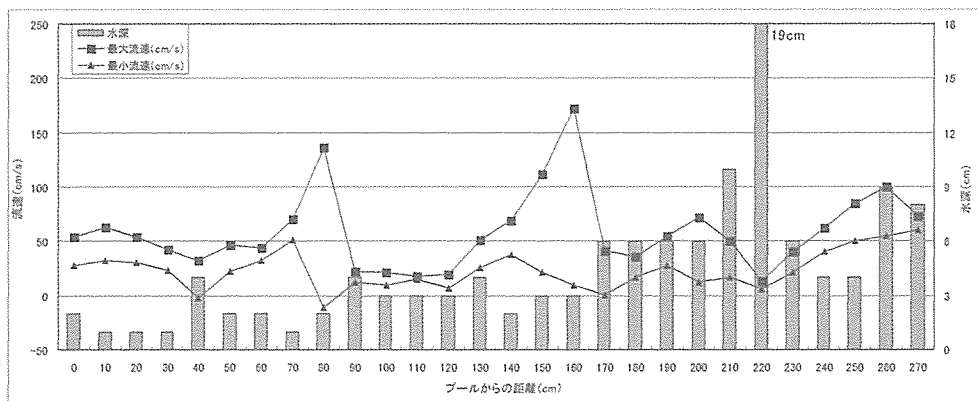


図 9 流路 B の水深と流速

表3 流路 A 下流の水深と流速

流路下流端からの距離	流速 (cm/s)	水深 (cm)
10cm	134	4
50cm	135	8
100cm	115	7
200cm	66	5

表4 流路 B 下流の水深と流速

流路下流端からの距離	流速 (cm/s)	水深 (cm)
10cm	120	2
50cm	76	4
100cm	40	4
200cm	34	4

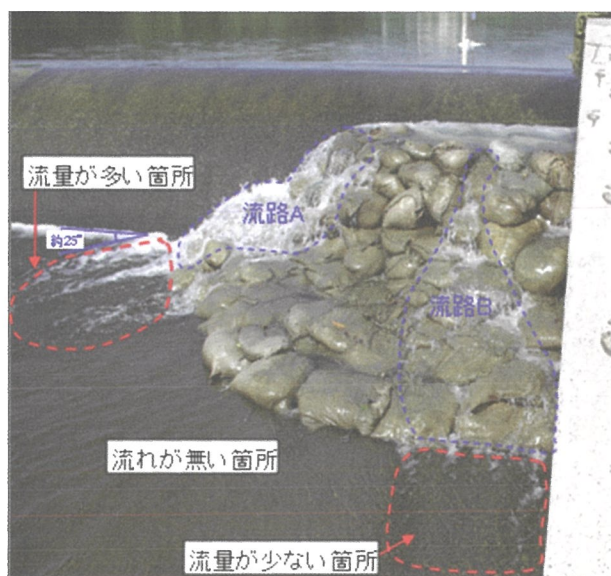


図10 簡易魚道下流の流況

小値は流路 A と同様に -11 cm/s であった。

水深はプールから 160 cm 下流までの平均値が 2 cm と比較的浅く、それより下流の平均値は 8 cm であった。

(3) プール内の物理環境

プール内の水深は 36 cm で、流速はプール中央の表層付近で 25 cm/s であった。

2) 簡易魚道下流の物理環境

簡易魚道下流の流速、水深を表 3、4 に、下流の流況を図 10 に示した。

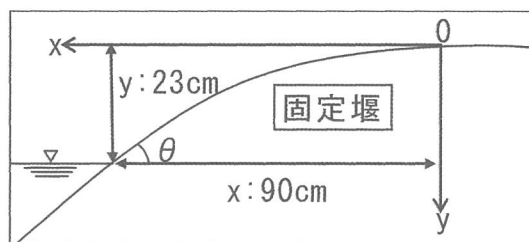


図11 プール直上流部の物理環境

流路 A 下流の流速は、流路下流端から 100 cm 下流でも 100 cm/s を超えた。また流向は固定堰からの流れに影響を受け、固定堰沿いから下流側に約 25° 傾いていた (図 10)。固定堰からの流れの流速は、固定堰下流端から 10 cm 下流で 50 cm/s であった。

流路 B 下流の流速は、下流端から 10 cm 下流で 100 cm/s を超えた。しかし、流路 A と比較するとそれより下流での減速幅が大きく、下流端から 100 cm 下流では 40 cm/s であった。流向は魚道側壁に沿って下流方向であった。

簡易魚道下流では流れがある場所が流路 A と B の下流に限定され、流路の間では流れがみられなかった。

3) 簡易魚道上流固定堰の物理環境

プール上流端から固定堰の面が水平になる部分までの斜面距離は 90 cm であった。

固定堰のプール直上流部は水深が浅く、今回使用した電磁流速計では流速を測定することができなかった。そこで、以下の水理計算によりプール直上流部の傾斜角度、水深などを求め、そこからプール直上流部の流速を算出した。

(1) プール直上流部の傾斜角度

プール直上流部の傾斜角度は、固定堰越流面の形状を二次元標準越流頂と仮定して次のように算定した。なお y = プール直上流部から固定堰天端までの高さ、x = プール直上流部から固定堰天端までの水平距離とし、それぞれ実測値として x = 90 cm、y = 23 cm を使用した (図 11)。

まず①式から設計水頭(Hd)は 1.982 m と推定された。

$$\frac{y}{Hd} = \frac{1}{2} \left(\frac{x}{Hd} \right)^{1.85} \dots\dots\dots \text{①}$$

次に、①式から傾斜部を $y = \frac{Hd}{2} \left(\frac{1}{Hd} \right)^{1.85} x^{1.85}$ で表し、その傾きを②式により算定した。

$$\frac{dy}{dx} \tan \theta = \frac{Hd}{2} \frac{1}{Hd^{1.85}} \cdot 1.85x^{0.85} = \frac{1.85}{2Hd^{0.85}} x^{0.85} \dots\dots ②$$

$x = 90 \text{ cm}$ 、 $Hd = 1.982 \text{ m}$ より、 $\frac{dy}{dx} \approx 0.4728$

②式より $\tan \theta = 0.4728$ と求められるので、

$$\theta = \tan^{-1} 0.4728$$

$$\theta = 25.3^\circ$$

以上から、プール直上流部の傾斜角度 θ を 25.3° と算定した。

(2) プール直上流部での流速と水深の評価

固定堰天端で生じる支配断面での物理量を求めるために、実測した限界水深 (hc) = 2.5 cm および限界流の条件式(③式、ただしエネルギー補正係数 α を 1 とする)から単位幅流量 (q) を算定した。

$$1 = \frac{\alpha BQ^2}{gB^3hc^3} \dots\dots ③$$

α : エネルギー補正計数、 B : 水面幅、 Q : 流量、 g : 重力加速度

単位幅流量 (q) = $\frac{Q}{B}$ なので、

$$1 = \frac{q^2}{ghc^3}$$

$$q = \sqrt{ghc^3}$$

次に、③式から求めた単位幅流量 q を④式に代入して限界流速 (V_c) を算定した。

$$V_c = \frac{q}{hc} \dots\dots ④$$

限界流が生じている支配断面(固定堰天端)とプール直上流部の断面との間でベルヌーイの定理を適用し、⑤式より、プール直上流部(基準面)から固定堰天端までの高さ (H)、②式で求めた傾斜角度 (θ)、限界水深 (hc) および単位幅流量 (q) に対してプール直上流部での水深 (d) を求めた(図 12)。

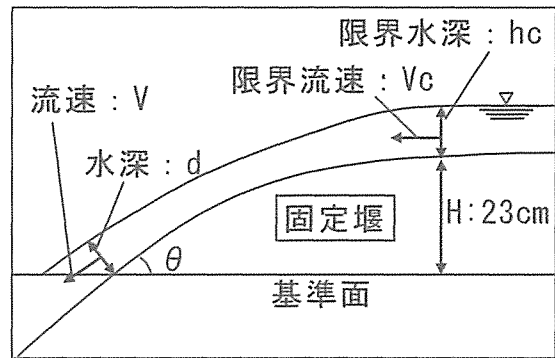


図12 プール上流の物理環境①

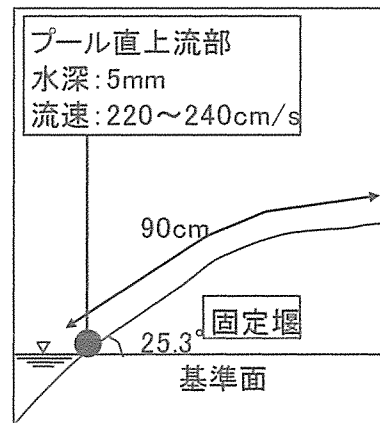


図13 プール上流の物理環境②

$$H + hc + \frac{V_c^2}{2g} = d \cos \theta + \frac{V^2}{2g} \dots\dots ⑤$$

(ただし、 $V = \frac{q}{d}$ とする。)

また、⑤式より求めた d を $V = \frac{q}{d}$ に代入し、プール直上流部の流速を算定した。

以上から、プール直上流部の水深 (d) を 5 mm、傾斜角度を 25.3° 、流速を 220 ~ 240 cm/s と算定した。

(図 13)

3. 3. 2 アユ遡上量調査

1) 1 回目調査(平成 22 年 6 月 2 日)

アユ遡上量調査の結果を図 14 に示した。なお、図中の個体数は 1 時間ごとの推定個体数である。

調査時の天候は晴天であり、また増水はみられなかった。水温は 14 時の 1 回のみ測定し、 22.1°C であった。

固定堰直下にはアユが大量に滞留しており、活発

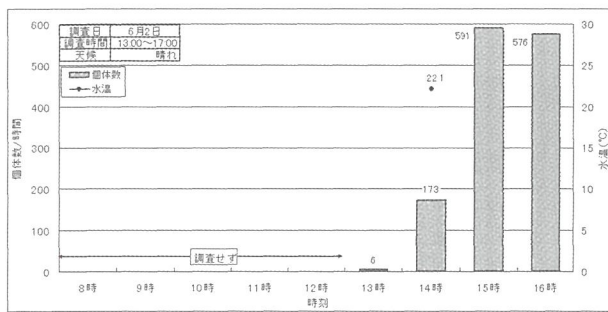


図14 簡易魚道遡上結果(1回目調査)

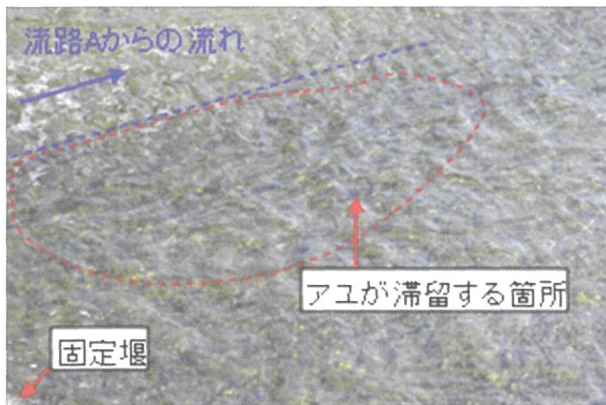


図15 固定堰下流に滞留するアユ



写真4 流路Aを遡上するアユ

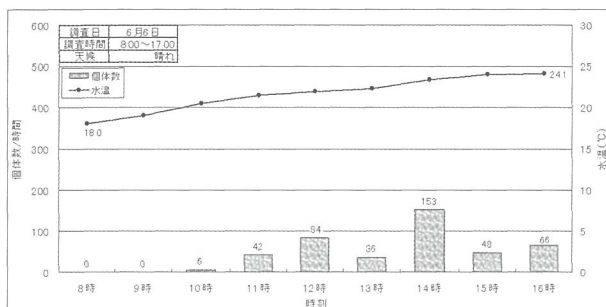


図16 魚道遡上結果(2回目調査)

に固定堰からの流れに対して飛び跳ね行動を繰り返していた。アユの滞留は特に流路 A からの流れの右岸側に多くみられ(図 15)、その滞留量は 200 個体/m² 程度であった。

簡易魚道を通過して固定堰を遡上したアユの個体数は、13～17時の4時間で1,346個体と推定された。遡上量は15時から17時の間に多く、この2時間で全体の87%が確認された。

アユの遡上は流路 A で確認され(写真 4)、流路 B からの遡上は確認できなかった。

2) 2 回目調査(平成 22 年 6 月 6 日)

アユ遡上量調査の結果を図 16 に示した。なお、図中の個体数は 1 回目調査と同様に 1 時間ごとの推定個体数である。

調査時の天候は晴天で増水はみられなかった。水温は 10 時以降に 20°C を上回り、16 時には 24.1°C まで上昇した。

固定堰直下に滞留するアユは 1 回目調査時よりも少なく、流路 A からの流れの右岸側に滞留するアユは 20 個体/m² 程度であった。

簡易魚道を通過して固定堰を遡上したアユの個体数は、8～17時の9時間で435個体と推定された。遡上数は10時から12時にかけて徐々に増加し、14時にピークを迎えた。

2 回目調査でもアユの遡上経路は流路 A に限定されていた。

4. 考察

4. 1 簡易魚道に対する評価

4. 1. 1 設置、撤去および維持管理に対する評価

1) 費用
今回の簡易魚道設置にかかった材料費は 4,502 円であった。使用した土嚢袋、ガラ袋は単価が安いいため、材料費を安く抑えることができた。また簡易魚道を設置した場所は魚道側壁と固定堰の間であり、固定堰はスロープ状であったため土嚢を積み上げる幅と高さを抑えることができた。この点も費用削減に大きく貢献している。

しかし土嚢を使用した簡易魚道の費用面で最大の課題となるのは、礫の手配である。今回は堰上流に堆積した礫を使用することができたため礫に費用はかからなかった。しかし簡易魚道の設置場所によっては土嚢作成に適した大きさの礫が周辺に存在しない場合もあり、その場合は業者から礫を購入しなければならない。さらに購入した礫の運搬にも費用がかかるため、今回より大幅に費用が増大すると考えられた。

また今回は実験が短期間で行われたため、土嚢袋とガラ袋は強度より価格の安さを優先させた。設置期間が長期になる場合は、簡易魚道の耐久性を向上させるために例えば紫外線による劣化を軽減する抗UV剤入りの丈夫な土嚢袋を使用する必要がある。その場合は今回の3倍程度の費用がかかると考えられた。

2) 努力量

簡易魚道設置には12名×4時間の努力量が必要であった。比較的少ない努力量で作業を終えることができたが、これは土嚢作成場所が簡易魚道設置場所に近かったことが大きな要因である。これらの条件が整わなかった場合は、努力量が大幅に増加すると考えられた。

3) 維持管理

実験を実施した11日間においては簡易魚道の耐久性に問題はみられず、維持管理には費用がかからなかった。撤去時にはガラ袋の破損や簡易魚道の型崩れはほとんど確認されず、土嚢袋をガラ袋に入れて積み上げる方法は簡易魚道の耐久性向上に効果的であると考えられた。

4. 1. 2 アユの遡上環境改善に対する評価

1) 調査時の状況

簡易魚道のアユに対する遡上環境改善効果を評価するにあたり、まず調査時の状況について以下に考察した。

(1) 調査時の環境条件

アユ遡上量調査時の天候は1回目、2回目調査とも晴天であり、両調査時に大きな増水はみられなかった。水温は18.0～24.1°Cで、稚アユの遊泳活

動に適しているとされる21～23°C(小山, 1978)付近であった。また簡易魚道には設置から12日後の2回目調査時にも型崩れや土嚢の破損などの大きな劣化はみられなかった。以上から、両調査におけるこれらの環境は、簡易魚道の効果検証に適した条件であったと考えられた。

(2) 調査時における日野用水堰でのアユ遡上状況および固定堰直下のアユ滞留状況

アユ遡上量調査での簡易魚道遡上数は、1回目調査(6月2日)で1,346個体/4時間、2回目調査(6月6日)で435個体/9時間と両調査で顕著な差がみられた。また固定堰直下のアユ滞留量でも同様の傾向がみられ、流路A直下の滞留量は1回目調査で200個体/m²程度、2回目調査で20個体/m²程度であった。前段で述べたように両調査における天候や水温、簡易魚道の状況などには大きな差がなかったことから、両調査の簡易魚道遡上数に差が生じた原因は固定堰直下の滞留量の違いであると考えられた。またこの滞留量の差から、日野用水堰に到達したアユの量は1回目調査以降に大きく減少したものと推定された。

2) 簡易魚道の遡上環境の詳細な検討

簡易魚道のアユ遡上環境改善効果を検証するため、以下に簡易魚道およびその周辺における遡上環境を考察した。

(1) 簡易魚道下流

1回目調査時に測定した簡易魚道下流付近の流速は、流路A下流端から10cm下流で134cm/s、固定堰下流端から10cm下流で50cm/sであり、流路A下流の流速が固定堰下流の流速を大きく上回った。また流路A下流付近には他の場所より多くのアユが集まっており、これらのことから流路Aからの流れはアユに対する呼び水として効果的であったと考えられた。

しかし簡易魚道下流付近に滞留したアユの多くは簡易魚道ではなく固定堰に向かってジャンプを繰り返していた。これは固定堰からの流れが稚アユの選好流速[40～60cm/s(小山, 1978)]に該当したこと、

流路 A 下流付近に滞留したアユが固定堰からの流れと流路 A からの流れの両方を感知出来る位置に定位していたこと(写真4)が原因と考えられた。流路 A への遡上数を増加させるためには、流路 A 下流端に流速が遅い(40～60 cm/s 程度)部分を作ること、さらに固定堰から流路 A 下流にぶつかる流れを土嚢などを置いて堰き止めるなどの工夫が必要であると考えられた。

簡易魚道下流に集まったアユは流路 A 下流より左岸側には分布せず、流路 B へ誘引される個体はほとんど確認できなかった。これは流路 A と流路 B の間が止水域となっていたためアユが流路 B からの流れを感知できなかったためと考えられた。今回は平水時にのみ調査を実施したが、簡易魚道全体に越流して止水域が消滅するような出水があれば流路 B 下流にアユが誘引される可能性もある。

(2) 遡上経路

① 流路

稚アユが遡上できる限界の流速は、体長や個体差によりばらつきはあるが 120～130 cm/s 程度とされている(小山, 1978)。流路 A の最大流速をみると 18 側点中 14 側点(78%)で 130 cm/s を超え、稚アユの遡上には適さない流速であった。しかし最小流速は 18 側点中 11 側点(61%)で稚アユの選好流速の上限とされる 60 cm/s を下回り(図 8)、一部では逆流も生じていた。この流れの強弱は積み上げた土嚢の段差により生じており、流路 A を遡上したアユはこの流速が遅い部分を上手く利用しながら遡上したものと考えられた。

アユの遡上に適した魚道の勾配は階段式魚道で 1/10、斜路式魚道で 1/20 程度とされるが(和田, 2003)、流路 A の全体的な勾配は 1/2 程度とかなり急勾配であった。しかし流路 A の距離は 170 cm と短く、また局所的に勾配の緩い場所が点在するため、アユの遡上が可能であったと考えられた。

流路 B ではアユの遡上がほとんど確認されなかった。これは流路 B 下流にアユが誘引されなかったこと、また勾配が急になるプール付近の水深が 1～3

cm と浅く、土嚢の段差が際だったためアユの遡上が困難であったことが原因と考えられた。しかし流路 B の全体的な勾配は流路 A より緩やかであり、増水時には流路 A に代わる遡上経路として機能する可能性が考えられた。

② プール

プール直上の流速の推定値は 220～240 cm/s と速かったが、プール内の流速は 25 cm/s 程度であった。流路 A を遡上したアユの多くはいったんプール内に入り、プール内の固定堰側でしばらく留まったのちに固定堰上流へ遡上していった。これらのことから簡易魚道上流に設置したプールは遡上するアユの休憩場所として効果的に機能していたと考えられた。

③ プール上流の固定堰斜面

簡易魚道のプール直上流部の流速は 220～240 cm/s と速く、また斜面距離は 90 cm と長かった。しかし固定堰傾斜面の水深はアユの体の半分が水面上に出るほど浅かったため(写真5)、アユの遡上が可能であったと考えられた。従って流量が増加し斜面の水位が上がるとアユの遡上数が減少する可能性も考えられ、その場合は固定堰上流端に土嚢を積みあげるなどして傾斜面に水深が浅い場所を作る必要がある。

3) 遡上環境改善に対する評価

1 回目調査から 2 回目調査の 4 日間で、固定堰直下のアユ滞留量は大幅に減少した。調査時には固定堰付近において鳥類による大量のアユの捕食や他の滞留場所への移動が確認されなかったことから、こ



写真5 プールから遡上するアユ

これらのアユは日野用水堰の上流へ遡上したものと考えられた。

固定堰直下に滞留したアユが堰を遡上する経路は、以下の2つである。

移動パターン①：簡易魚道を利用して遡上する。

移動パターン②：固定堰直下からいったん下流へ流下し、左右岸側の魚道を遡上する。

固定堰直下に滞留したアユの減少が堰上流への遡上によるものとすれば、これら2経路でのアユ遡上数を比較することで簡易魚道の遡上環境改善効果が検証可能であると考えられた。

1回目調査時に左右岸の魚道で実施したアユ遡上数調査の結果と、同時間帯での簡易魚道のアユ遡上数を表5に示した。なお、簡易魚道の遡上数は10分間の実測値、左右岸魚道の遡上数は5分間の実測値を10分間に換算したものである。

簡易魚道の遡上数は、右岸魚道の0.4倍、左岸魚道の4.2倍であった。右岸魚道の遡上数が特に多かったが、これは日野用水堰下流の遡上環境によるものと考えられた。図17に示すように日野用水堰の400m下流に位置する八高線護床工では魚道が右岸側のみに設置されており、日野用水堰と八高線護床工の間は流路が左右に分断されていた。また調査時には日野用水堰の右岸魚道にアユの遡上を阻害するような問題は確認されなかったことから、八高線護床工下流から日野用水堰上流に至るアユの遡上経路は、ほぼ右岸側流路に限定されたと考えられた。

また右岸側流路の日野用水堰から約100m下流には固定堰直下からの流路が合流しており、この流路に誘引されたアユが固定堰直下で滞留するものと考えられた。しかしこの流路の流量は右岸側水路と比較すると少なく、右岸側流路を遡上するアユの多くはそのまま右岸魚道を通過するものと推定された。つまり右岸魚道を遡上した320個体のアユ(表5)には固定堰直下に滞留せずに日野用水堰を通過した個体が多く含まれており、経路②として通過したアユは320個体のごく一部であると考えられた。また左

表5 左右岸魚道と簡易魚道のアユ遡上数

調査場所	開始時刻	遡上個体数 (個体数/10分間)
簡易魚道	16:00	133
左岸魚道	16:15	32
右岸魚道	17:05	320

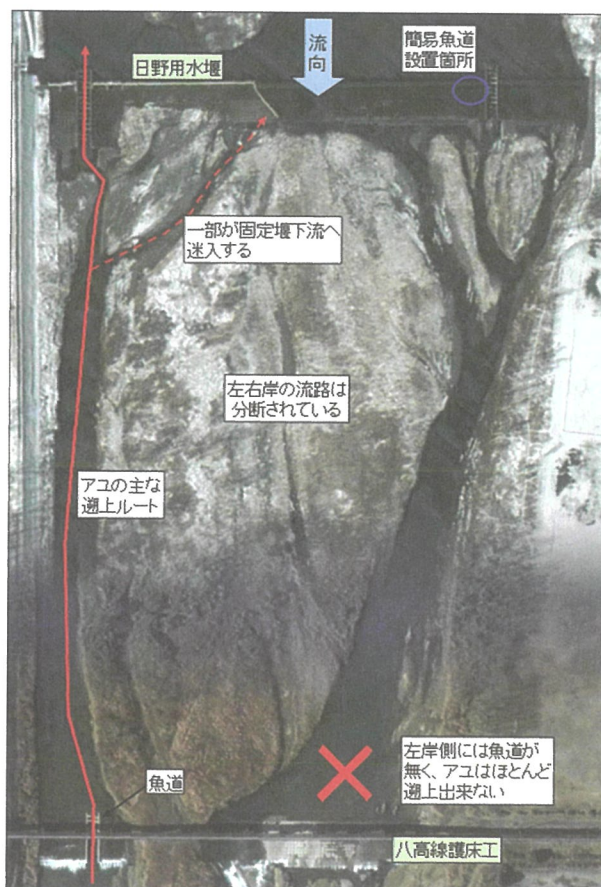


図17 推測されるアユの遡上ルート

岸魚道を遡上したのは堰下流の流況からほとんどが経路②の個体であると考えられたが、遡上数は簡易魚道の約1/4であった。以上のことから、固定堰に滞留したアユを遡上させるという点において簡易魚道は左右岸の魚道と比較しても十分効果的に機能していたと考えられた。

なお、左右岸魚道での調査は各5分間のみであり、より詳細に比較するには簡易魚道と同程度の調査を実施する必要がある。

5. 終わりに

今回設置した簡易魚道は、アユの遡上環境改善に一定の効果を持つと考えられた。しかし魚道を利用して遡上する魚介類はアユだけではない。河川内には回遊性魚介類が多種生息し、それぞれが遡上する時期に適切な遡上環境を簡易魚道で創造するのは非常に困難である。魚介類の遡上を阻害している河川横断施設において、簡易魚道設置による遡上環境の改善はいわば対症療法に過ぎない。問題の根本的な解決にはそれぞれの河川横断施設において遡上阻害の原因を明らかにし、必要であれば堰や魚道の全面的な改修、周辺環境の大規模な整備などを実施する必要がある。

また今回のような土嚢を使用した簡易魚道の設置には、簡易魚道の設計や流路の造成において専門の知識や技術が必要である。したがって効果的な簡易魚道を設置するためには、簡易魚道の専門家の指導のもとで作業を行うことが望ましい。

6. 謝辞

本実験を行うにあたり、日本大学理工学部教授安田陽一先生には簡易魚道の設計から設置までご指導いただいた。ここに記して深謝の意を表す。

7. 引用文献

- 藤原 直. 2010. 多摩川に設置されている魚道の機能評価. (株)日本海洋生物研究所 2010 年年報, pp. 9-15.
- 小山長雄. 1978. アユの生態. 中公新書, pp. 176.
- 水野信彦・森 誠一. 2000. 魚の生態からみた魚道の見方. 応用生態工学, 3(2): 209-218.
- 高橋剛一郎. 2000. 魚道の評価をめぐって. 応用生態工学, 3(2): 199-208.
- 和田吉弘. 2003. 言いたい放題魚道見聞録. 山海堂, pp. 199.
- 安田陽一. 2010. 技術者のための魚道ガイドライン, NPO法人 北海道魚道研究会, pp. 147.