

H3-15

治山えん堤直下流側の溯上経路のための適切な誘導に関する実験的検討

Experimental investigation on appropriate guidance for upstream migration route just below check dam

○藤原直¹, 庄山友貴², 安田陽一³, 高橋 直己³

*Nao Fujiwara¹, Yuki Shouyama², Youichi Yasuda³, Naoki Takahashi³

Abstract: A switchback-type fishway has been installed at the downstream of check dam for the upstream migration, however as a flow at the downstream end of fishway has not been combined to a mainstream passing over the spillway of check dam effectively, many aquatic animals have been misled. The improvement of the flow condition at the downstream of fishway should be required in order that aquatic animals can find a flow through the fishway easily. In this report, the combination between the mainstream passing over the check dam and the flow passing through the fishway has been investigated experimentally by comparing two different formations of a plunging flow and a surface flow at the downstream end of fishway. We revealed that a plunging flow at the downstream end of the fishway may lead aquatic animals to the fishway as an upstream migration route.

1. まえがき

治山えん堤は森林を保護するために設置されているが、えん堤による落差により水生生物の溯上を阻害している。その対策として魚道を設置する場合、折り返し型魚道を整備することによって魚道終端をえん堤直下流側に位置させることができるため、水生生物の滞留を抑制することが期待できる¹⁾。従来の研究では、魚道からの流れと治山えん堤からの流れとの関係について着目されていないため、折り返し型魚道を設置しても魚の迷入（えん堤直下で長期にわたり滞留し、魚道の下流端を見出せない状態）が起きている場合が多い²⁾。また、迷入対策の一つとして呼び水の流れによって水生生物を魚道に誘導する考案がされている³⁾が、呼び水の流れによる局所的な流れが魚類の溯上行動に与える影響が解明されていないため、迷入の本質的な解決に至っていないことが多い。ここでは、通常時の流れを対象に治山えん堤の放水路からの流れと折り返し型のプール式台形断面魚道（折り返し下流部を再現したもの）からの流れとの関係を明らかにするために模型実験を行い、迷入防止につながる魚道から流れについて実験的に検討した。

2. 実験方法

実験では、長方形断面水平水路（高さ 60cm 幅 80m 長さ 15m）にえん堤模型と折り返し魚道の模型を設置した（Fig. 1）。模型は 1/10 スケールを想定し、治山えん堤直下の流況について検討した。えん堤下流側の水深は、魚道下流端で潜り込み流れ（パターン P と呼ぶ）と表層流れ（パターン S と呼ぶ）が形成されるように設定した。なお、フルードの相似則に基づき実験を行った。また、堰堤の越流部に 10mm メッシュのネトロン系の網を設け、実規模で見られる乱れた越流水脈を想定した状態にした。折り返し下流部を再現した魚道への通水にはえん堤模型で堰止めた箇所からホースを使い、サイフォンで通水した。流量は平水時～豊水時を想定し、放水路からの越流水深（限界水深の 1.3 倍）が原型規模に換算して 20cm 程度となるように設定した。魚道の流量は、ホースからの流れを測定用容器に入れた時間とその重量を測定し、3 回の平均から算定した。総流量については水路下流端に設置された全幅刃型せきを用いて算定し、放水路からの流量は総流量から魚道内の流量を差し引いて評価した。流向と流速の測定は電磁流速計を用いて（採取時間：30s, 採取間隔：10ms）、x 方向には基本的に 10~20cm 間隔で、y 方向には 10cm 間隔で行った。なお、z 方向（水深方向）では z=0.9, 2, 4, 6, 8cm で計測した。

Table 1. The conditions of the experiments (Prototype scale)

放水路の限界水深	放水路からの流量	放水路再現幅	魚道内の限界水深	魚道の隔壁幅	魚道内の流量
0.139 m	0.654 m ³ /s	3.5 m	0.195 m	1.5 m	0.395 m ³ /s
放水路袖の勾配	放水路上の単位幅流量	袖の高さ	魚道勾配	隔壁間の落差	隔壁越流面勾配
1:0.5	0.187 m ² /s	1.5 m	1:8	0.25 m	1:1

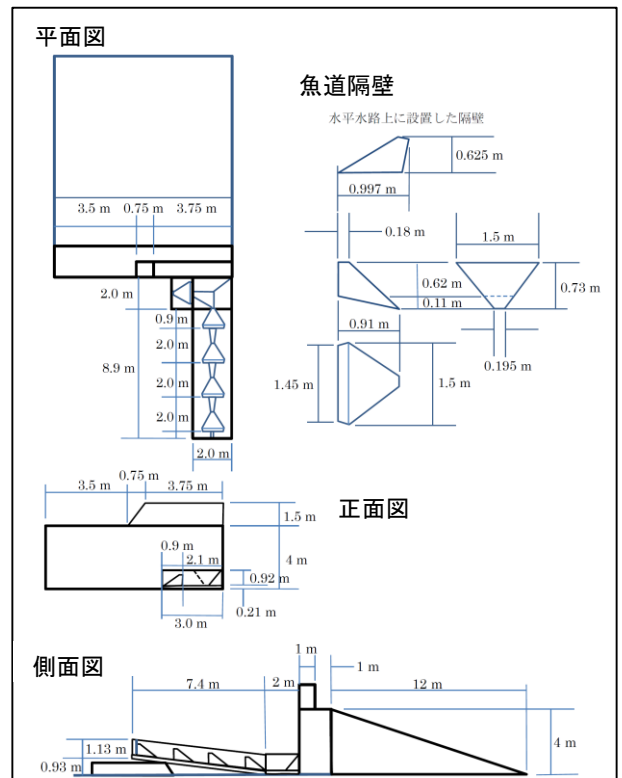


Figure 1. Dimension of the model

1：日大理工・院（前）・土木 2：日大理工・研究生・土木 3：日大理工・教員・土木

3. えん堤下流の平面流速ベクトル

Figure 2 はパターン P (潜り込み流れが形成される場合) とパターン S (表面流が形成される場合) の治山えん堤下流部の平面流速ベクトルの一例を示す. ここでは, $z=0.2\text{ m}$, 0.4 m における平面流速ベクトル図 (座標および流速の大きさは原型換算したもの) を示している. 図に示されるように, 両パターンともにえん堤下流側の流れは 3 次元性が強く, えん堤からの流れによる潜り込み流れの主流が右岸側 (魚道とは反対側) に位置するようになり, 左岸側 (魚道側) では, 循環流に伴う逆流が形成される. パターン P では, 魚道からの流れが潜り込むために, 底層付近の $z=0.2\text{ m}$ においても魚道終端付近で魚道からの強い流れが確認できる. また, 現地調査の結果から, 迷入したサケなどの魚類がえん堤直下の底層付近に定位することが確認されている. 従って, 一旦えん堤の直下に移動した魚類が, 底層付近まで届いた魚道からの流れを感知し, その流れに沿って魚道に導かれることが期待される. 一方, S パターンでは魚道からの流れが表層流となり, 魚道終端付近で分散してしまうために底層～中層には魚道からの流れが届いていない. 従って, P パターンのような, 底層に定位した水生生物を魚道へ導く流れは形成されていない.

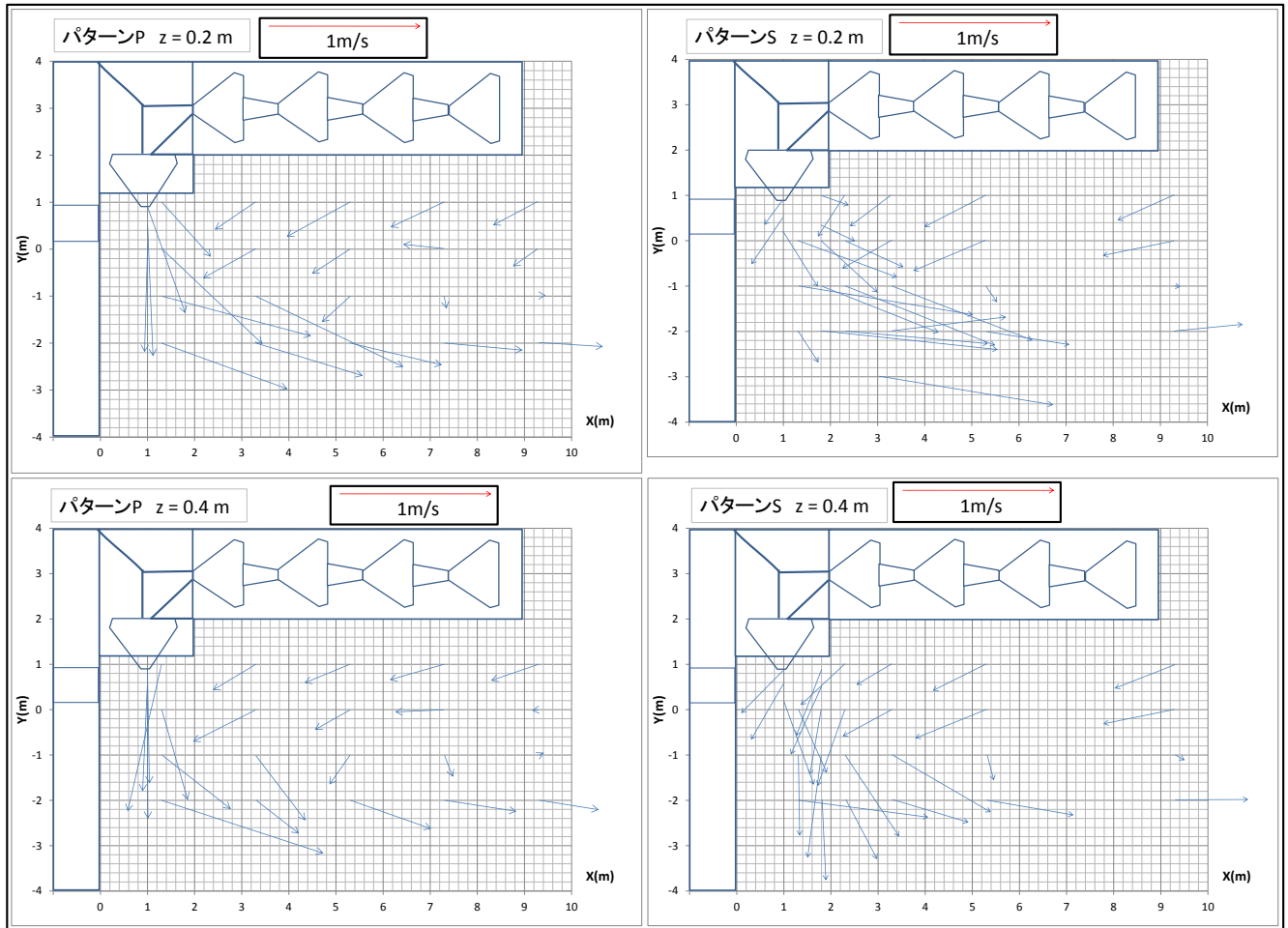


Figure 2. Plan Vectors at the downstream of check dam

4. まとめ

通常時の流れを対象に治山えん堤直下の潜り込み流れと折り返し型プール式台形断面魚道からの流れとの関係について 10 分の 1 に想定した縮尺模型実験に基づいて検討した. 魚道からの流れが表層流となる場合と潜り込み流れになる場合との間で比較検討した結果, 魚道からの流れが表層流となると, えん堤からの流れの影響が大きく魚道からの流れを認識することが困難であることを推定した. また, 魚道下流端で潜り込み流れを形成させることで, 魚道へ水生生物を誘導する流れを形成することが可能となることを示した. 溯上してくる魚類などはその流れに沿って魚道に迷入することなく導かれることが期待される.

今後, 迷入する原因を明らかにするため, 魚道下流端の設置位置, 魚道内の流量の変化, およびえん堤下流側の礫の設置等を行い, 迷入防止対策について系統的な検討を行う.

参考文献

- [1] 安田陽一: 技術者のための魚道のガイドライン, 北海道魚道研究会編集, コロナ社, 141 pages, 2011.
- [2] 栗山昂, 安田陽一: 「砂防堰堤および治山堰堤下流側での水生生物の溯上経路と流況との関係」, 第 56 回日本大学理工学部学術講演会 (CD-ROM), 2012.
- [3] 青木宗之, 吉野隆, 福井吉孝: 「呼び水式魚道下流における流れとそれに対する魚の挙動」, ながれ, 日本流体力学会誌, 日本流体力学会誌会, 28 号, pp485-494, 2009.