

多連オリフィス式魚道の規模と効果の関係について

Relation between Scale and Performance of Steep Fishways with Short Span Orifices

常住直人

Tsunesumi, N.

1. はじめに 近年、生物多様性保全の見地から農村域においても様々な施策が講じられるようになってきている。多様性保全のためにはそれを醸成するビオトープとビオトープ相互をつなぐネットワークの構築が重要と考えられ、そのためには用排水路内の堰、落差工、急流工や水田・排水路間など、水生生物移動の障害となる力所をつなぐ簡易な構造物が必要である。本報文ではこのような簡易構造物への多連オリフィス式魚道の適用可能性について水理実験結果を基に検討した。

2. 所要条件と魚道形状 魚道を用排水路系内に適用する場合には、小流量、急勾配、小規模簡易形状であることが重要と考えられる。特に休耕田をビオトープとして活用する場合は流量の制約が厳しくなると推測される。また、敷地の制約や取り外しの便から急勾配（短延長）、小規模なことも要求されると思われる。これらの条件に比較的適合する魚道として、ここでは Fig.1 に示す多連オリフィス式の魚道（オリフィスを短区間に多数接続した魚道）を呈示し検討した。

3. 実験方法と水理特性 Fig.1 の形状で魚道幅を

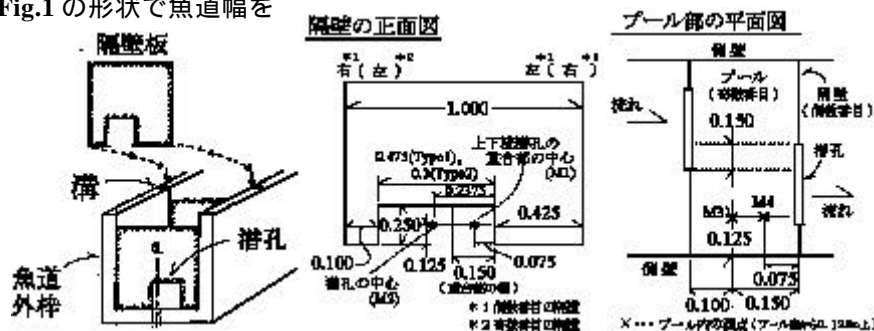
0.2mとした全体模型（プール数13）と魚道幅0.5mの部分模型（1プール）について水理実験を行い、その流況を検証した。この際のプール

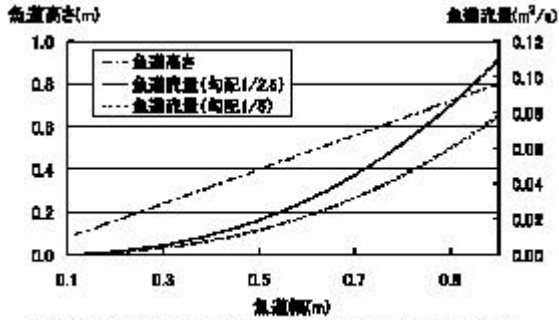
Fig.1 検討魚道の形状比

間水位差は魚道幅の約0.1

倍であり（各プール、水深により変動するが 0.1 ± 0.02 の範囲であった）、平均水面勾配、魚道勾配とも約 $1/2.5$ であった。計測には直角三角堰、5mm径プロペラ式流速計、4mm径Z方向電磁流速計、1mm読みスケールを用いた。

その結果、本魚道は、魚道としては急勾配（約 $1/2.5$ ）で、オリフィス間隔が狭く、隣接オリフィス断面が一部重合しているものの、非重合幅を拡幅し重合率を下げた Type1 形状（重合率 31.6%）では、各プール水深が低下せず（ほぼ均等で）、潜り流出に近い安定した流況が確保されることが明らかとなった。Type1 形状の水理特性は次のようになった - 水深比 0.6（魚道幅に対する水深比。以下同様）以上では各プール水深はほぼ均等化し、水深が上がるほど均等性が高まった、低水深ほど水面変動は増大したが、水深比 0.6 でも水面変動比は最大力所で 0.045 以下であった、水深比 0.6 以上では流量はほぼ一定であった、水深比 0.8 以上ではオリフィス、オリフィス重合断面のいずれの中心流速も下流に向けて





※ 流量は、勾配低減率の平方根で割った(プール間水位差)は潜孔式魚道減速率の自乗根で割る)として算出。

Fig.2 魚道幅と高さ、流量

加速する状況は見られなかった、オリフィス中心流速は重合中心流速の約4割(全オリフィス平均)と低い反面、径時的な変動が比較的大きく、水深比0.8以上では間欠的に0m/s近くまで低下した、上流オリフィスと反対側の側壁付近におけるプール低層(Fig.1中のM3、M4測点)の流速とその径時変動は、水深比0.8以上では水深に依らず安定する傾向が見られた。

4. 魚道規模と効果 上記結果から潜り流出のように流況が安定する最小水深比は0.8であることが分かったので、これに基づき魚道規模(幅、高さ)と流量、遡上機能の関係について整理するとFig.2、Fig.3のようになった。Fig.3において魚の遡上条件、遡上経路はTable1¹⁾、Fig.4に依った。Fig.2から本魚道は勾配1/2.5(1/5)と従来魚道より概して急勾配にも関わらず、幅0.1~1mにおいて流量0.0005~0.11(0.00035~0.08)m³/sと従来魚道よりも小規模、小流量となることが分かる。一方、Fig.3から概ね多様な魚種の遡上が可能と見られること、しかし、小規模化するほど、中型魚(経路B)を中心に遡上が困難になることが分かる。小規模化させつつ多様な魚種を遡上させるにはプール間水位差、すなわち勾配を若干低減させる必要がある(勾配は1/5と緩くなり魚道延長はその分、延びるが、流量は更に小さくなる)。

1) 農水省(1994)頭首工の魚道. 農業農村整備情報総合センター, 東京, 18-22&28&64, 等

本文出典・・・農土論文0274イ-7°.jtdより

図表出典・・・.¥..¥..¥My Documents\F潜孔式魚道74イ-7°p-lxep1,2結果からの遡上可能性の論証(改).xls中のシート

”魚道規模と魚道諸元&遡上可否の概略検討”、”魚道幅と高さ、流量”、”魚道幅と遡上機能”より

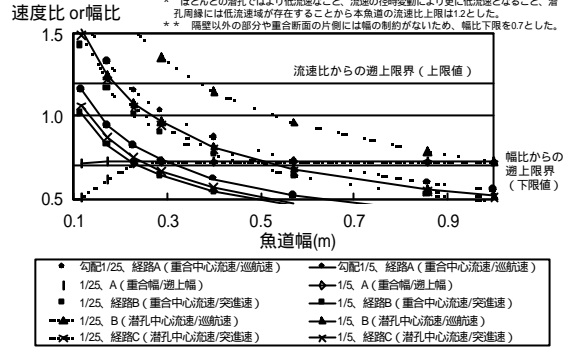


Fig.3 魚道幅と遡上機能

(各経路の最大魚について)

Table1 魚の遡上、休息の所要条件

魚の遡上のための所要条件	
i) 流速 $V \geq B.S. (m/s) = L_f (m) \times 10 (= L_f (m) \times 7 \text{ (原生魚)})$	
ii) $W_j \geq W_a$, ($W_{a,max} = L_f \times 0.5$ (突進速度で遡上時))	
iii) $K_j \geq K_a$, $K_a = K_f \times 1.2 \approx L_f / 3.5$	
魚の休息域(原生魚では定位置域)における所要条件 ^{*1}	
iv) 流速 $V \leq C.S. (m/s) = L_f (m) \times 4$	
流速 $V \leq G.V. (m/s) \approx L_f (m)$ (原生魚)	
v) 下記条件を満たす十分な広さの休息域	
v-1) $W_r \geq W_r$, ($W_{r,max} < L_f \times 0.5$, ($W_{r,min} = K_f \approx L_f / 4.2$))	
$W_r = K_f \approx L_f / 4.2$ (原生魚)	
v-2) $K_r \geq K_r$, $K_r = K_f \times 1.2 \approx L_f / 3.5$	
v-3) $L_r \geq L_r$, $L_r = L_f \times 1.2$	

< 上表中の記号 >

- B.S.: 魚の突進速度(持続時間は数秒程度)
- C.S.: 魚の巡航速度(持続時間は30分程度)
- G.V.: 原生魚の定位置速度
- K_a : 魚の遡上のための所要高さ
- K_f : 魚の体高
- K_j : 魚の休息のための所要高さ
- K_i : i)の遡上条件を満たす遡上時の高さ
- K_r : iv)の休息条件を満たす休息域の高さ
- L_f : 魚の体長
- L_r : 魚の休息のための所要長さ
- L_j : v)の休息条件を満たす休息域の長さ
- W_a : 遡上時の魚の尾びれの揺れ幅(遡上速度に応じて大きくなる)
- W_r : 休息時の魚の尾びれの揺れ幅(流速に応じて大きくなる)
- W_j : i)の遡上条件を満たす遡上時の幅
- W_r : iv)の休息条件を満たす休息域の幅

*1 休息域は遡上魚の遡上速度の持続時間を越える長い遡上距離の場合に必要な。原生魚では定位置休息しつつ遡上するので遡上距離の長短に依らず必要となる。

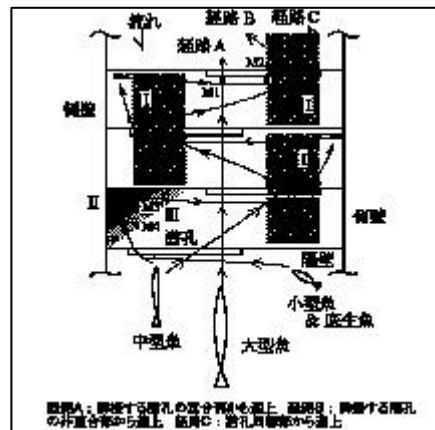


Fig.4 各魚種の遡上経路