# 杭水制と魚の挙動について

東洋大学　学生員　○栗原　朋之
東洋大学　青木　宗之　増矢　俊典
東洋大学　正会員　福井　吉孝

## 1.目的

本研究の目的は,杭水制が持つ水理学的機能の再評価とともに,杭水制が魚の生息に有効な場を提供できるのか否かを検討することである.

## 2.実験概要

実験水路は**図**-1 に,実験ケースは**表**-2 に示す.直径 d=0.5(cm)の木製円柱を擬似杭水制として用い,水路右岸側に設置した.円柱は水没しない.

魚の挙動実験では,観察領域の下流側に網で仕切った囲みをし,中にウグイ(全長約 12cm)20 匹を放し,30 分間流水に慣れさせた後,網の仕切りを外し,遊泳させた.30 分撮影し,魚の挙動を(cosmos capture)で動画解析した.

## 3.実験結果

### (1)水理実験

**図**-2 は,各ケースの流下方向の流速変化(y=10cm)を示す.**図**-3 に,円柱群後(x=140cm,y=10cm)の流速比較図を示す.**図**中の赤線は,Run1 の 7 割の流速値を表す.本研究では,流速が 3 割減少しているケース Run2～Run8 が水制としての機能（流れを減速させる）を有していると判断した.

### (2)魚の挙動実験

#### a)　魚の存在位置

**表**-2 は,魚の挙動実験で,ウグイが,水路内のどこにいたかを求めるため,ビデオを 1 分ごとに停止し,表に示す場所での個体数の合計を勘定して,全匹数に対する割合で表している.これを見ると,横断方向間隔 l=4cm より s=2cm で,円柱群内,円柱群際に多く存在している事がわかる.**図**-4 と**図**-5 は流下方向における円柱群際,円柱群内のレイノルズ応力変化を示す.図より際はレイノルズストレスが大きくなっており流れの変化が多きことによるものであると考える.

#### b)　円柱群内への出入りと滞留

**表**-2　実験中にウグイがいた場所の割合

| (%) | x=0~120 | x=120~160 | x=0~160 | |
|---|---|---|---|---|
| | y=0~30 | y=0~30 | y=0~40 | y=90~110 |
| Run1 | 10.5 | 5.5 | 18.5 | 13.0 |
| Run2 | 4.5 | 21.3 | 38.5 | 14.0 |
| Run3 | 3.8 | 8.4 | 25.5 | 11.0 |
| Run4 | 4.8 | 11.3 | 27.8 | 10.8 |
| Run5 | 3.8 | 11.5 | 25.0 | 5.0 |
| Run6 | 6.5 | 3.2 | 16.5 | 4.8 |
| Run7 | 5.2 | 4.8 | 14.8 | 14.0 |
| Run8 | 12.3 | 13.2 | 39.3 | 2.7 |
| Run9 | 0.7 | 3.8 | 12.1 | 1.7 |
| Run10 | 30.3 | 7.2 | 45.5 | 3.5 |
| Run11 | 3.0 | 13.3 | 18.8 | 17.5 |
| 場所 | 円柱群内 | 円柱群後 | 円柱群内,際 | 壁際（左岸側） |

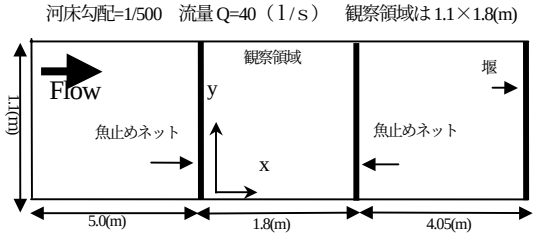


**図-1　実験水路図**

**表 -1　実 験 ケ ー ス 一 覧 表**

| | 円柱本数（本） | 横断方向設置間隔 s(cm) | 縦断方向設置間隔 l(cm) |
|---|---|---|---|
| Run 1 | 0 | - | - |
| Run 2 | 275 | 2 | 4 |
| Run 3 | 150 | 4 | 4 |
| Run 4 | 143 | 2 | 10 |
| Run 5 | 78 | 4 | 10 |
| Run 6 | 77 | 2 | 20 |
| Run 7 | 42 | 4 | 20 |
| Run 8 | 44 | 2 | 40 |
| Run 9 | 24 | 4 | 40 |
| Run 10 | 33 | 2 | 60 |
| Run 11 | 18 | 4 | 60 |

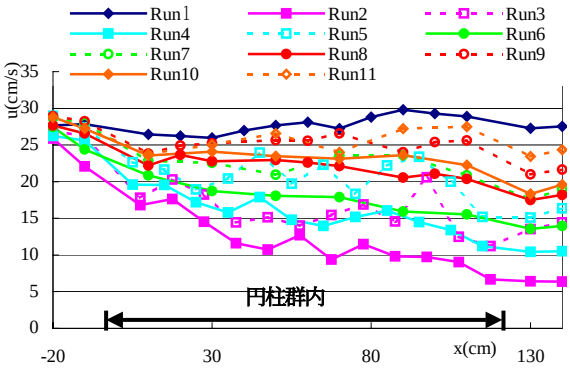


**図-2　流下方向の流速変化の比較(y=10cm)**

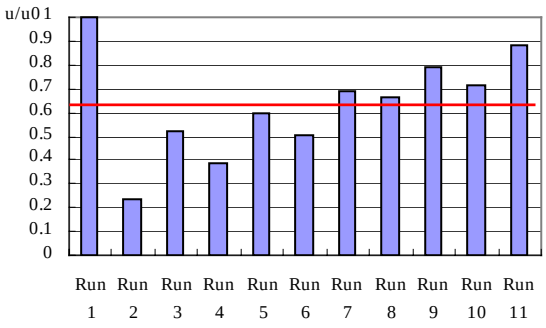


**図-3　円柱群(x=140cm,x=10cm)後の流速比較図**

Key word　杭水制,魚の挙動,ウグイ,

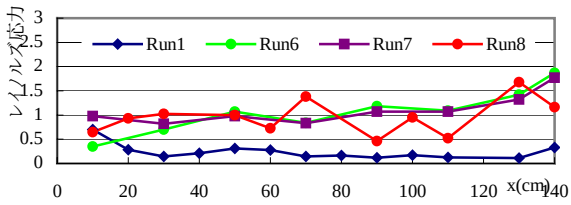


**図-4　レイノルズ応力の比較（円柱群際y=30cm）**

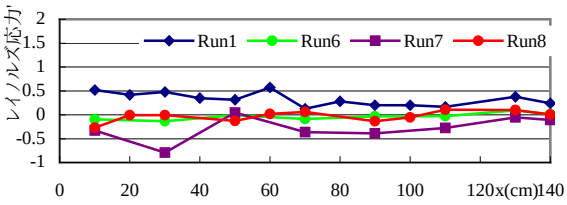


**図-5　レイノルズ応力の比較（円柱群内y=10cm）**

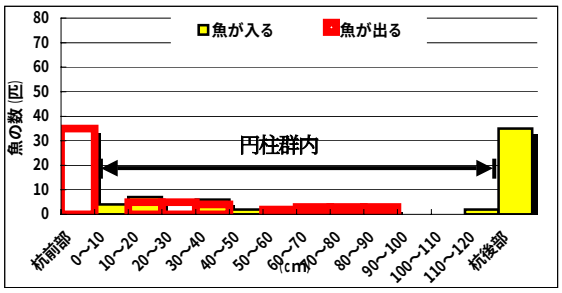


**図-6　Run4 の魚の出入り箇所（B-β）**

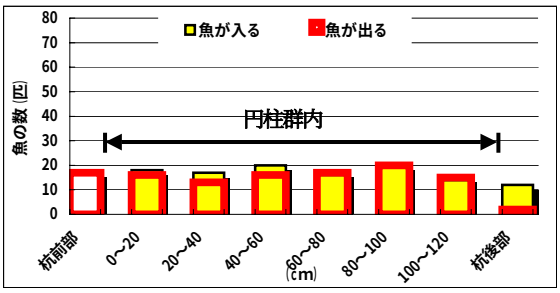


**図-8　Run6 の魚の出入り箇所（A-α）**

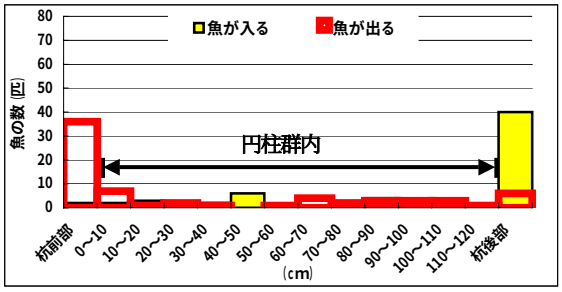


**図-7　Run5 の魚の出入り箇所（B-β）**

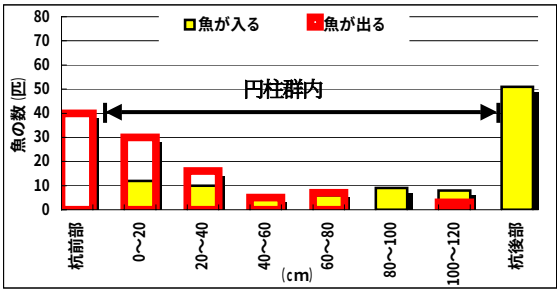


**図-9　Run7 の魚の出入り箇所（A-α）**

**表-3 魚が滞留(3匹以上)していた場所の流速と時間**

| | 滞留している場所の平均流速(cm/s) | 最大滞留時間(秒) | 出入りケース |
|---|---|---|---|
| Run4 | 18.5 | 7 | B-β |
| Run5 | 21.2 | 15 | B-β |
| Run6 | 20.8 | 117 | A-α |
| Run7 | 25.6 | 33 | A-β |
| Run8 | 23.5 | 250 | A-α |

図-6～10 は，魚が杭のどこから入り,どこから出るかを表し,判別する.ケース A は,「魚が入りやすいケース」B は,「魚が入りにくいケース」α,「滞留しやすいケース」β,「滞留しくいケース」とし図-6～10 に示す.表-3 は,Run6～8 の滞留していた場所の流速と最大滞留時間を示す.Run4.5 では,杭群の後部から入り,Run6～8 では円柱群の中部からも出入りが多く見られる.

**c)　滞留位置の流れの特徴**

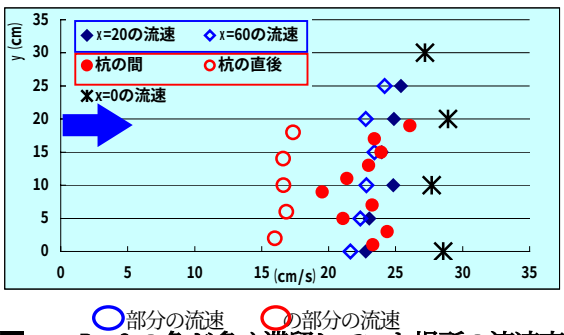


**図-11　Run8 の魚が多く滞留していた場所の流速変化**

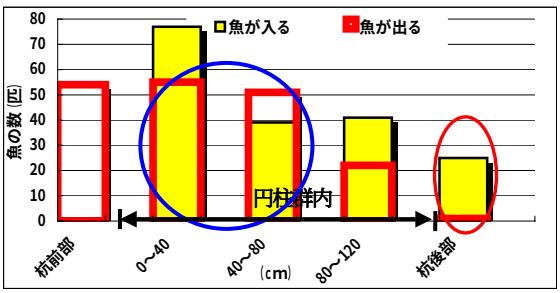


**図-10　Run8 の魚の出入り箇所（A-α）**

図-11 は Run8 の魚が多く出入りと滞留りした x=20cm, x=60cm での流速と杭間の最後列と杭の直後の流速を示す.杭最後列での流速が大きいのでそこから杭群内に入り易くなっている x=20,x=60 では杭前方の流速より減少していることが判る.

## 4.まとめ

1) Run2～Run8 で流速は減少するので水制の機能を有している.2) 魚は円柱群内（杭郡）にも入るが,円柱群際に良く集まった.3) l の値が大きくなると円柱群の中部からの出入りが多くなる.特に円柱群の2列目での出入りが大きくなっている.休息するときは Run8 で,最も休息していた.

{参考文献}

1) 山川正巳・中尾忠司・龍岳比呂多摩川の魚と河川環境（口頭）青梅市リーダー育成研修会 1998.7

2) 山本　晃一　護岸・水制の計画・設計　山海堂