

複断面開水路における流量変化と魚の行動

パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 ○青木 宗之  
 東洋大学 工学部 非会員 遠藤 篤美 茨城県 染井 香栄  
 東洋大学 理工学部 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

日本の河川の多くは、複断面開水路であり、その流れ構造の解明への努力は多くされている。しかし、複断面開水路流れの魚の行動は、明確にはされていない。洪水時、特に流量(流速)が急増、急減したときの魚の行動を明確にすることは、魚の生息実態の把握、生息環境の維持、避難場所の創生を計るうえで非常に重要である。

本研究は、流量(流速)の増減に対して、複断面開水路内で遊泳している魚がどのような行動を示すのかを明らかにすることを目的としている。そのため、流量(流速)を変化させて実験を行った。また、杭水制に着目し、その水理機能を明らかにするとともに、魚の行動に対し、杭水制がどのような役割を果たしているのかを実験より検証してきている<sup>1)</sup>。本研究においても、杭水制のある水路で実験を行っている。

2. 実験概要

実験水路は、全幅0.8(m)、全長10.8(m)であり、高さ9.0(cm)、幅 $b_f(=0.3(m))$ の高水敷が水路右岸側に設けられている複断面開水路を用いた。測定対象領域は、図-1に示したとおりであり、長さ3.6(m)×幅0.8(m)である。なお、水路勾配は1/500である。

実験ケースを表-1に示す。Run1は、疑似杭水制を設置せず、Run2では疑似杭水制を低水路右岸側に設置した。また、Run3は、疑似杭水制を高水敷上に設置した(図-1a)。ここで、疑似杭水制は直径 $d=0.5(cm)$ 、高さ8(cm)の木製円柱を122本使用した。円柱群配列は、整列配列に比べ流速低減効果の高い千鳥配列とし<sup>1)</sup>、円柱群設置面積は、 $b \times L = 8.5 \times 192.5(m^2)$ である。また、 $Q=4.5, 5.0(l/s)$ のときでは、低水路のみの通水であり、円柱は非水没である。一方、 $Q=25, 28.0(l/s)$ のときでは、高水敷にも通水し、Run2においての円柱(低水路設置)は水没であり、Run3においての円柱(高水敷設置)は非水没である。また、流量を変化させての実験も行った(図-2)。このときの水深変動は図-1b)である。なお、本実験での低水路水深 $H$ と高水敷高さ $D$ の比 $H/D$ は、複断面流れ(図-3)が形成される1.56および1.6である<sup>2)</sup>。

実魚には、平均体長 $BL=5.0(cm)$ のウグイを実験毎に10尾使用し、測定対象領域の下流に放流し、30分間流水に馴れさせた。その後、魚の遊泳行動をビデオカメラで撮影した。

なお、魚の遊泳時間は、45分間とした。水温は $16 \pm 2.0^\circ C$ 、水面の照度は200~250(lx)である。このとき、魚は活発に行動していた。

キーワード：複断面開水路、流量変化、ウグイ

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 TEL: 049-239-1404 E-mail: muneyuki.aoki@gmail.com

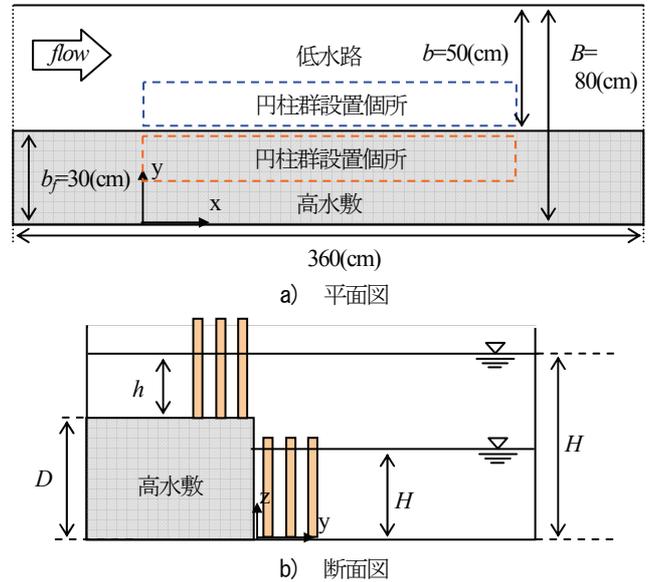


図-1 測定対象領域の概略図

表-1 実験ケース

	疑似杭水制 (円柱群) 設置箇所	高水敷 高さ D (cm)	流量 Q (l/s)	低水路 水深 H (cm)
Run1-1-1	なし	9	5	6
Run1-1-2	なし	9	28	14
Run1-1-3	なし	9	5.0→28.0→5.0	6→14→6
Run1-2-1	なし	5	4.5	4
Run1-2-2	なし	5	25	8
Run1-2-3	なし	5	4.5→25.0→4.5	4→8→4
Run2-1-1	低水路	9	5	6
Run2-1-2	低水路	9	28	14
Run2-1-3	低水路	9	5.0→28.0→5.0	6→14→6
Run2-2-1	低水路	5	4.5	4
Run2-2-2	低水路	5	25	8
Run2-2-3	低水路	5	4.5→25.0→4.5	4→8→4
Run3-1-2	高水敷	9	28	14
Run3-1-3	高水敷	9	5.0→28.0→5.0	6→14→6
Run3-2-2	高水敷	5	25	8
Run3-2-3	高水敷	5	4.5→25.0→4.5	4→8→4

3. 実験結果

図-4に定常流の場合の魚の分布図を示す。複断面定常流れの場合、

1)水路内に円柱群がないとウグイ側壁に沿って遡上する。そのままそこに滞留するものもいるが、最下流に戻ってその辺

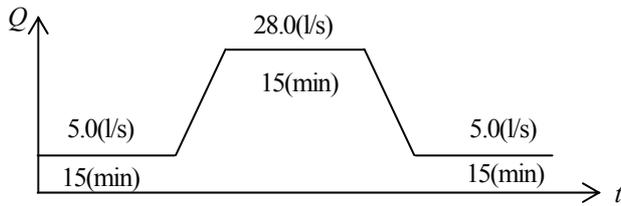
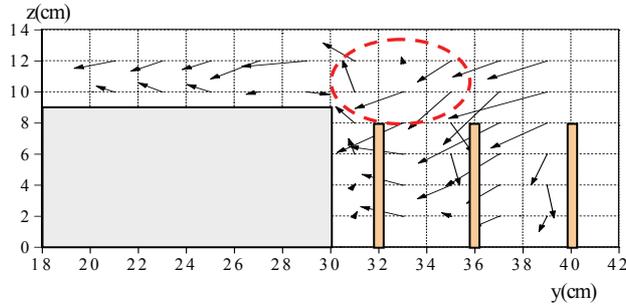


図-2 実験における流量ハイドログラフ



Run2-1-2 (Q=28.0(l/s), 低水路に円柱設置) → 5(cm/s)

図-3 vwベクトル図 (y=102(cm))

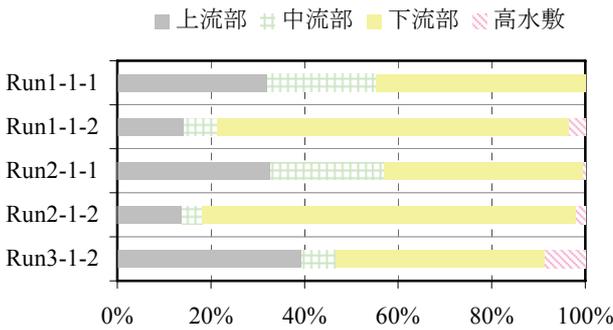


図-4 定常流の場合の魚の分布図

に滞留するものも多い。

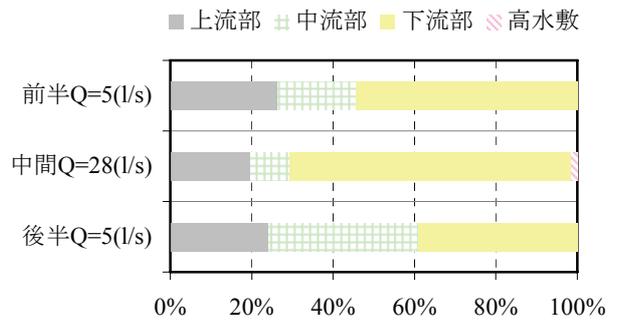
2)低水路内に樹木群を設置すると円柱群内に進入する魚もいる。

3)高水敷に円柱群を設置すると、上流まで遡上していきそのまま上流端に滞留するものと下流に戻るものがある。

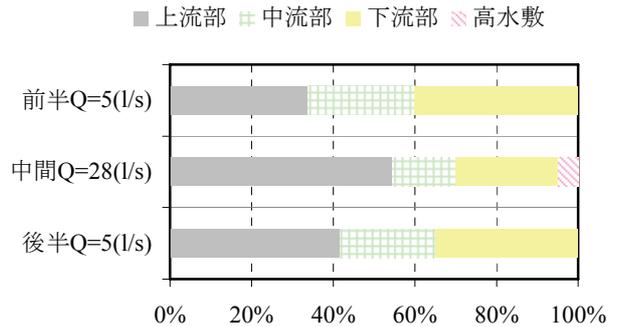
ウグイは壁際選好性があるが、主として流速に対応して移動する。そして流速場の乱れにも反応する。ここでは、主流部に円柱群を設置すると、円柱群の内外に選好する流速場、乱れが出来るのでそこに進入滞留する。しかし、ウグイは主に水路床の近くを遊泳するので高水敷上の円柱群内にはあまり進入しない。なお、本実験において、これらの結果は高水敷高さDに影響を受けていない。

図-5に非定常流の場合の魚の分布図を示す。複断面非定常流れ場合、流量の変化は実河川ではごく自然のことであり、この実験でも流量を増加させ減少させた。

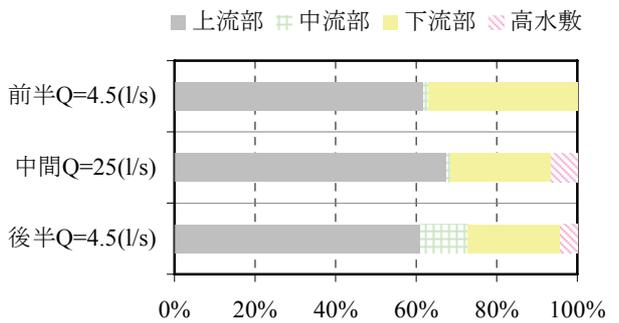
結果的には、流速の急激な増加に対しては、少し戻されるが、壁方向などに動いて遡上を始める。一方、減水時に極端な動きはせず。そのままその場に滞留する。



a) Run1-1-3



b) Run2-1-3



c) Run3-1-3

図-5 非定常流の場合の魚の分布図

複断面において、二次流が生じており、乱れが発生しているため、ウグイが円柱群内に進入した。

#### 4. おわりに

実験室での動きが実際の河川での動きとどのように対応するのかの検証が要求される場所であるが、本実験の結果は実際の場での動きを示唆していると考えている。

#### 参考文献

- 1) 青木宗之, 染井香栄, 小原 誠, 吉野 隆, 福井吉孝: 間伐材を用いた杭水制の水利機能と魚の生息について, 環境システム研究論文集, 第37巻, pp.19-28, 2009
- 2) 禰津家久, 鬼束幸樹, 相良幸輝, 池谷和哉: かぶり水深の変化が複断面開水路流れの組織渦に及ぼす影響に関する研究, 土木学会論文集, No.649/II-51, pp.1-15, 2000