

複断面開水路における流量（水位）の増減と魚の挙動

東洋大学大学院 工学研究科 学生会員 ○福島 徹  
 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 正会員 福井 吉孝

1. はじめに

洪水時の氾濫を抑制する為に、日本の河川の9割が河川の構造を複断面開水路としている。

我々は、洪水時の魚の挙動に着目した実験を行って来て、魚の挙動として以下の内容が判った。

- 1) 流量，流速が小さい時，魚は上・中・下流に幅広く分布して遊泳する。
- 2) 増水時，魚は低流速域（体長の4倍程度）が形成された場所を選好する為．高水敷上に形成されていれば，高水敷上へ上がる。
- 3) 減水時も同様に，体長の4倍程度の流速領域を選好する為，その流速領域が高水敷と低水路間で連続して存在するならば，低水路へと避難が可能である。
- 4) ウグイの遊泳深度（層）は，単断面開水路では水路床2(cm)程度（全体の80(%)），複断面開水路では，水路床2(cm)程度（全体の38(%)）と高水敷上から2(cm)程度（全体の42(%)）である。

しかし，増水時に高水敷へなぜ，どのようにして上がるのか解明できていない為，それについて遊泳深度（層）と流速から検討を行った．そして，更に低水路護岸に勾配をつけた場合の魚の挙動特性を明らかにするために，実魚を用いた挙動実験と水理実験を行った。

2. 実験概要

表-1 に実験ケース，図-1，2 に水路形状と護岸形状を示す．本実験で使用した水路は，全長 10.8(m)，幅 0.8(m)、水路床勾配は 1/500 であり，水路右岸側に，幅 0.3(m)、高さ 5(cm)，長さ 10.8(m)の高水敷を設置し，複断面開水路とした．低水路護岸には，平均粒径 7mm の白砂利を低水路右岸側に敷き，護岸勾配  $b/h$  は 1.0 (1 割勾配)，0.5 (2 割勾配)，0.3 (3 割勾配) の 3 ケースを検討した．ここで，測定時間  $t_l$ (min)，低水路水深  $H_1$ (cm)，高水敷水深  $H_2$ (cm)，高水敷高さ

表-1 実験ケース

	護岸勾配 $b/h$	$Q$ (l/s)	$t_l$ (min)	$H_1$ (cm)	$H_2$ (cm)	$B$ (cm)	$D$ (cm)
Run 1-1	1.0	4.5→25→4.5	各30 計90	5→10→5	-→5→-	80	5
Run 1-2	0.5						
Run 1-3	0.3						

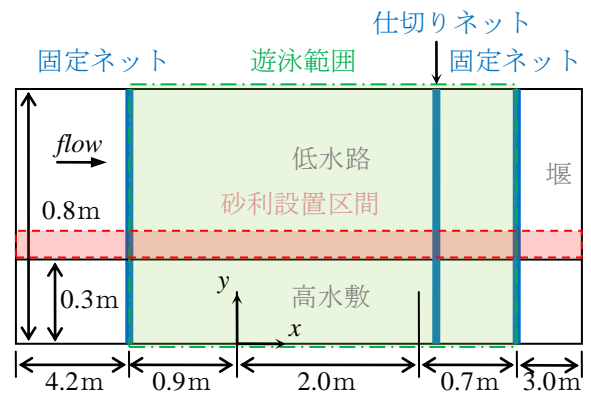


図-1 実験水路(Run1,2)

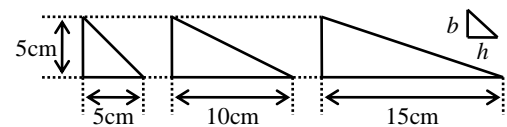


図-2 低水路護岸勾配

$D$ (cm)である。

実験対象魚は，ウグイ(*Tribolodon hakonesis*)を使用し，流速の測定は KENEK 製二次元電磁流速計 VM2001 を用いて計測を行った．実験時の水温は 16°C であり，照度は 274(lx) である。

実験方法は，①遊泳範囲内の下流部を仕切りネットで区切り，そこへウグイ(平均体長は 6.1(cm)，平均体重 3.8(g))を 10 尾放流し，流水に 30 分間馴れさせる．②その後，仕切りネットを外し，流量を変化させる ( $Q=4.5\rightarrow 25\rightarrow 4.5$ (l/s)と増加，減少させる)．各々の流量で 30 分間の計 90 分間におけるウグイの挙動をビデオカメラで撮影した．流量の変化は 2 分間かけて行い，実験回数は魚の個体差を考慮し，全ケース 5 回行った。

3. 実験結果

(1) 遊泳深度(層)と流速について

a) 単断面開水路, 複断面開水路の低水路低水路において底面より2cm付近を遊泳している.

b) 高水敷上に上がった場合も底面付近より2cm付近を遊泳している.

(2) 複断面開水路における隅角部の流速ベクトル

・図-4, 6では, 高水敷と低水路の境界部に下向きの流れが見られる. 下向きの流れが大きくなっている円柱群が高水敷上にあるケースでは, 高水敷に移動したウグイが多かった.

(3) 護岸に勾配をつけた実験

・Run1-2では, 水路内の斜面に沿ってウグイの選好する流速場が形成されるので, 低水路から高水敷へ比較的容易に移動ができる

4. まとめ

1) 増水時には下流に流されるものもあるが高水敷上に上がるものもいる. 高水敷に入る最も多かった箇所は下流部からであった.

2) 減水時には取り残されるものもあるが, 低水路へと避難したものが多かった. 尚, 最も良く退避したのは下流からであった.

3) 高水敷と低水路間に勾配をつけると, 増水時により多く高水敷上に移動した. 傾斜面に沿ってウグイの遊泳に好ましい流速域が形成されるためである. さらに, 斜面の角度, 材質を変えて検討していく予定である.

4) ウグイが高水敷に上がる要因として,  $vw$ ベクトル図を見て判る通り, 高水敷上から低水路へと落ちる流れ働く下向きの流れがウグイにとって高水敷への移動を容易にすると思われるがまだ検討の余地がある.

5. 参考文献

1) 山本晃一: 護岸・水制の計画・設計——歩先そして一歩手前——, 山海堂, pp.283-330, 2003  
 2) 傳田ら: 魚類自動追跡システムの現地実証実験と魚類の行動特性, 土木学会論文集 B, Vol.65 No.1, pp.1-14, 2009  
 3) 鈴木興道: 魚道設計に資する淡水魚類の耐久遊泳速度, 土木学会論文集, No.622/VII-11, pp.107-115, 1999

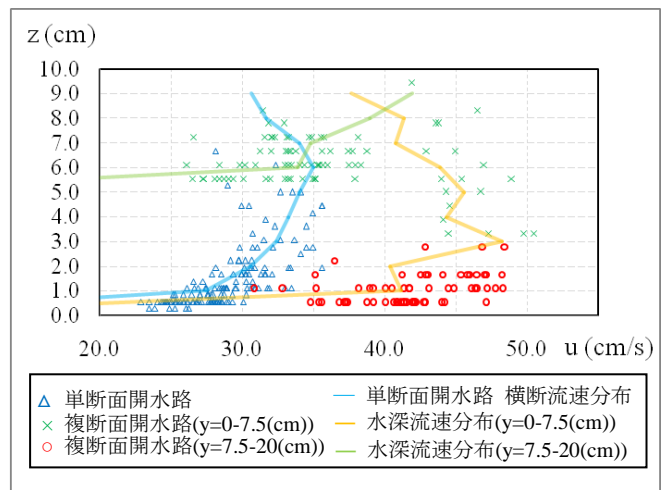


図-3 (vw ベクトル)

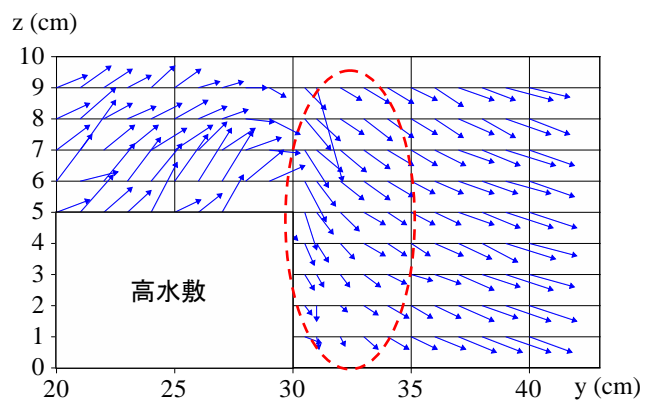


図-4 隅角部の  $vw$  ベクトル

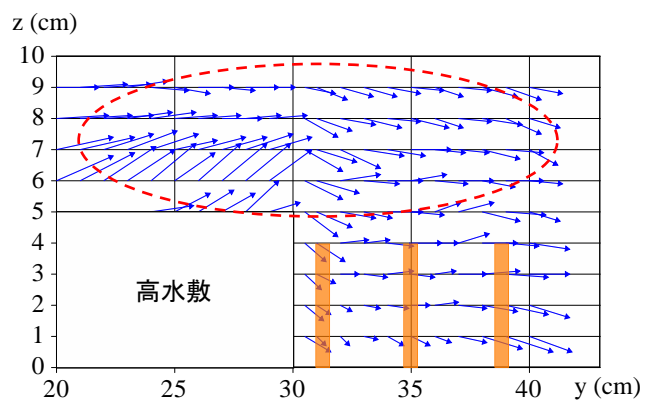


図-5 隅角部近傍の  $vw$  ベクトル(低水路に円柱群を設置)

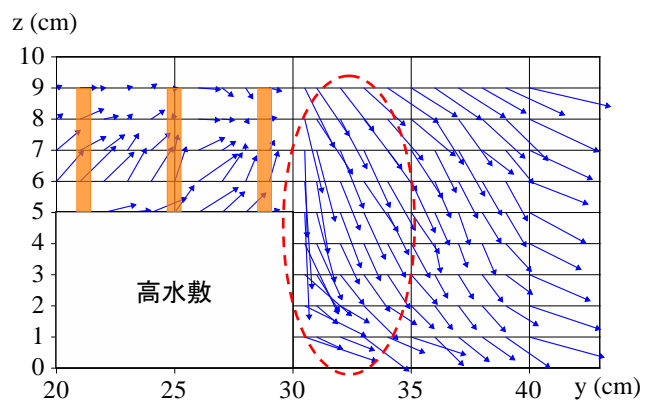


図-6 隅角部近傍の  $vw$  ベクトル(高水敷に円柱群を設置)