河床・河岸の変化に対する魚の応答

東洋大学	学生会員	○小原	誠
東洋大学	学生会員	青木	宗之
東洋大学	学生会員	染井	香栄
東洋大学	正会員	福井	吉孝

1. はじめに

本研究は、ウグイについて、どのような形状の水路で いかなる流れが生息に好ましいかを見るため、模型開水 路の河床形状、河岸形状を変化させて実験を行い、流れ の持つ乱れに対するウグイの挙動に着目した.

2. 模型実験

(1)実験概要

実験ケースを表-1に示す.実験方法は幅20(cm)の水路 に観測領域を設け、下流部からウグイを5尾放ち、ビデ オカメラでウグイの挙動を30分間撮影した.ビデオの解 析方法は、1分毎に止め、その時ウグイがどこを遊泳し ていたかを記録していった.なお、今回実験に使用した ウグイの平均体長は6.0(cm)であった.

(2)河床構成材料に対する実験

礫は右岸側に10(cm)幅で帯状に敷き,左岸側には河床 高を合わせるために板を設置した.各流量のケースの水 深は礫上で10(cm)とした.

(3)河床形状に対する実験

河床に木製のブロック(0.2(m)×0.1(m)×0.03(m))を横断 方向にRun5~8は1段, Run6~12は2段にして設置し部分 的に河床高を変化させた.水深はブロックの設置してい ない箇所での水深を13(cm)としている.

(4)河岸形状に対する実験

右岸壁面に30(cm)ごとに上記のブロックを壁面に設置 し、片方の壁面の形状を変化させて実験を行った.各流 量のケースでの水深は10(cm)とした.

3. 実験結果

(1)河床構成材料が礫の場合

それぞれのケースでのウグイが遊泳した河床の割合を 図-1に示す. Run1,2に比べRun3,4では礫河床上での 遊泳が大幅に増加している.ウグイが河床付近で遊泳し ていたことからz=2(cm)の点の各流量の横断方向の流速 の変化と乱れ(-pu'v')の変化を図-2,3に示す.礫による 流速の低減は大きくないが,乱れは流量が増えるとより 大きくなっている.つまり,礫では乱れ(-pu'v')が増加

表-1 実験ケースー覧表

	河床構成材料	河床形状	河岸形状	流量(l/s)
Run1	· 右岸側礫河床	_	_	2.5
Run2				4.5
Run3				6.5
Run4				7.5
Run5	—	高さ3cmの 構造物を設置	_	2.5
Run6				4.5
Run7				6.5
Run8				7.5
Run9	_	高さ6cmの 構造物を設置	_	2.5
Run10				4.5
Run11				6.5
Run12				7.5
Run13	—	_	右岸側壁面を凹凸	2.5
Run14				7.5

し、その結果Run3、4の様にウグイは礫上を多く 遊泳 したと考えられる. ウグイの体長が6(cm)前後だったこ とを考えると、体長に対して巡航速度(体長の2~4倍の 数値:ここでは12~24(cm/s)程度)以下の流速(Run1,2)な らば河床構成材料が異なってもウグイの遊泳に影響は与 えないが、それ以上の流速となると乱れの大きい礫上を 遊泳するということが分かる.

(2)河床形状を変化させた場合

Run12の横から見た遊泳の分布(1区画5(cm)×10(cm)) を図-4に示す.ウグイは上流部やブロックの後方の河床 付近を多く遊泳していることが分かる.Run12でのブ ロック後方の流速は河床付近では15(cm/s)前後,z=6~ 7(cm)付近で30~40(cm/s),水面に近づくにつれ増加し ていき,最大で60(cm/s)前後となった.ウグイの分布が 多くみられたブロック後方での乱れを図-5に示す.乱れ は河床付近で大きくなっている.ウグイは下流で放して いるため,最初に乱れの大きい河床付近で多く遊泳する. しかし,z=6~7(cm)付近で流速が遡上に適した速さ(巡航 速度以上,突進速度(体長の10倍以上の数値:ここでは 60(cm/s)程度)以下)となっているため遡上し上流での遊 泳が増加したと考えられる.

(3)河岸形状を変化させた場合

図-5にRun14の遊泳箇所の分布を示す.上流部分での 遊泳やブロック周辺での遊泳が見られる.乱れの変化を

キーワード 河床構成材料 河岸形状 ウグイ FFT解析 1/fゆらぎ 連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学工学部 TEL:049-239-1404 E-mail:gd0800135@toyonet.toyo.ac.jp





図-6に示す.ブロックを設置することにより、周辺での 流速の乱れの増加が確認できる. 下流部で乱れがより大 きくなっており、ウグイはより乱れの大きい部分を好み、 その後、場の速い流れにより遡上を促されたために上流 での分布が多くみられた.

4. FFT解析

Run14でウグイが多く遊泳していたが乱れの少ない点 (x=25(cm), y=1(cm))と、同ケースで遊泳が少ないが乱



河岸変化に対する魚の分布(Run14)





れの大きい点(x=105(cm), y=1(cm))の2点の-pu'v'に対し てFFT解析を行った(図-8). その結果、ウグイが多くい た場所では周波数の減衰が1/f勾配となっており、ウグ イの少なかった場所では1/ピ勾配となっていた. 同様に, 各ケースのウグイの多い場所では1/f勾配が確認された. 1/fでのスペクトル勾配は生物に快適な感覚を与えるも のと知られているので1/fゆらぎはウグイにも好ましい と考えられる. ウグイは流れを側線で感知し、乱れが発 生する場を遊泳する. その中でもより乱れが大きいとこ ろでなく、1/fゆらぎを持つ場で多く遊泳するというこ とがわかった.

7. まとめ

1)河床や河岸の形状が変化することにより、流速に乱れ が発生する. その中でも特に1/fゆらぎが発生している 場を側線で感知し遊泳をする.

2)その場の流速が巡航速度(ここでは12~24(cm/s)程度) 以下の場合は滞留行動をし、巡航速度以上、突進速度 (ここでは60(cm/s)程度)未満の流速の場合は主に遡上を 行う.ただし、突進速度を超えた流速では、長時間の遊 泳を行えず、流速の遅い場への退避や降下を行う.

100 %

75

50 25

0

20 y(cm) 15 10

20 **y(cm)**

0

15

10

5

0

13

 10_{z} 5

0 0

15

10

5

o

0

z(cm)

図-5

5

0