

河床の材質変化がカワムツの遊泳特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生員 ○白岡敏 三原和也
 白杵幸平 福田拓也
 九州工業大学大学院 正会員 鬼束幸樹
 九州工業大学大学院 フェロー会員 秋山壽一郎

1. はじめに

現在、河川には様々な魚類が生息している。鬼束ら¹⁾は、1尾のアユを開水路流に放流し、体長倍流速を変化させて遊泳挙動を観察した。その結果流速の増加に伴い上流方向の対地距離が増加すると共に屈折角度が減少することを解明した。野上ら²⁾は真駒内川における底生魚類生息環境の改善についての現地実験を行なった。その結果ハナカジカの生

息密度の少ない区間において、生息環境の改善のために流速、粒径を大きくする必要があることを明らかにした。しかし、粒径など河床の条件を変化させて魚の遊泳特性の詳細を解析した研究は少ない。本研究は、開水路の河床の材質を木材平板、人工芝、砂利に変化させてカワムツ(*Nipponocypris temminckii*)の遊泳特性の変化を検討したものである。

2. 実験条件

図-1 に示す水路を実験に用いた。流下方向に x 軸、 x 軸に直角上向きに y 軸、横断方向に z 軸をとる。平均体長 $B_L = 60\text{mm}$ のカワムツを実験に用いた。実験条件は表-1 に示すように変化した。各ケースで水路の下流端から 0.25m の位置に直径 0.25m の円形金網を設置し、1尾のカワムツを挿入する。挿入後 $5 \sim 10$ 秒間馴致した後に金網を取り上げ、水路上部に設置した画素数 1440×1080 、撮影速度 30fps のビデオカメラで撮影を開始する。撮影は1分間行い、上記の実験を各ケースで50回、合計450回行った。

3. 解析結果および考察

(1) 河床の材質変化によるカワムツの挙動の変化

図-2 に体長倍流速が4倍の時の任意に抽出したカワムツの遊泳挙動および遊泳速度を示す。木材平板の場合は比較的水路内の広範囲を遊泳している。一方、河床材質を人工芝や砂利にした場合は遊泳範囲が比較的狭く、プロットが重なりあっている箇所が多い。したがって魚が水路内で停滞する傾向が強くなっていることがわかる。

(2) 休憩の定義と休憩時間

図-3 にカワムツがその場に留まり停滞している様子を示す。この時、カワムツは腹部を河床に付けて体を引っ掛けている様子が観察される。このことから、魚は流されないように停滞するために腹部を河床に付けていることが理解される。そのため本実験では図-3の状態を休憩と定義する。

図-4 に総休憩時間の平均 $\bar{t}_r$ を実験の総時間の平均 $\bar{t}$ で除したものと体長倍流速との関係を示す。流速の増加に伴い休憩時間が長くなることがわかる。また河床材質が木材平板の場合と比較して河床材質が人工芝と砂利の場合、休憩時間が長くなることがわかる。これは河床材質が人工芝と砂利の場合、河床の凹凸が大きくなり体を

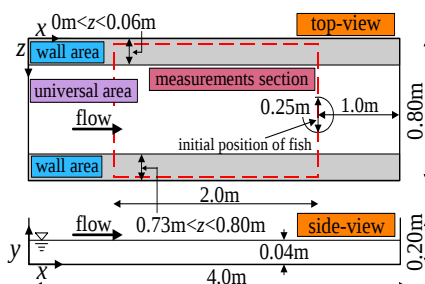


図-1 実験水路の模式図

表-1 実験条件

case name	$\overline{B}_r$ (m)	h (m)	U_m/B_r
Smooth	0.6	0.04	2
			4
			8
Artificial turf			2
			4
			8
Gravel			2
			4
			8

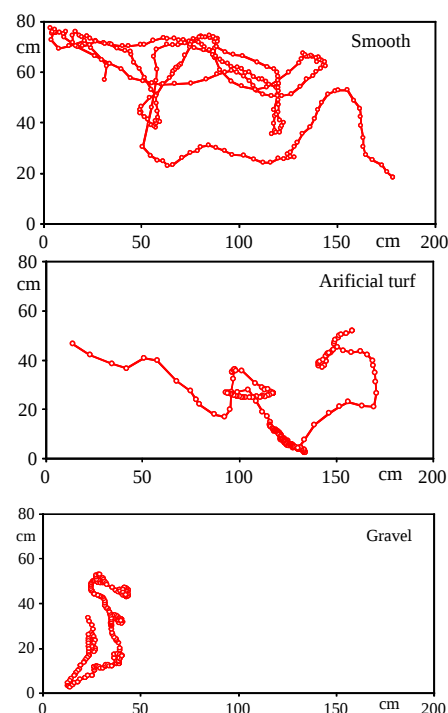


図-2 遊泳軌跡の例



図-3 休憩しているカワムツ

引っ掛け易くなるためである。

(3) 河床材質変化と流速変化による遊泳特性の変化

図-5(a)～(c)に z 軸方向の平均対地距離 $\overline{L_{Gz}}$ を魚の平均体長 $\overline{B_L}$ で除したものの、 x 軸方向の平均対地距離 $\overline{L_{Gx}}$ を魚の平均体長 $\overline{B_L}$ で除したもののおよび平均対地距離 $\overline{L_G}$ を魚の平均体長 $\overline{B_L}$ で除したものとそれぞれの体長倍流速との関係を示す。河床材質が木材平板の場合において z 軸方向の平均対地距離 $\overline{L_{Gz}}$ が増加している。これは図-2より、プール内全域にわたって遊泳をし休憩する場所を探していることが原因と考えられる。また、体長倍流速が2倍の場合に例外があるが、河床材質が木材平板の場合と比較して、河床が人工芝と砂利の場合では平均対地距離 $\overline{L_G}$ は減少する傾向があることがわかる。これは河床に河床材質が木材平板の場合と比較して河床を人工芝や砂利にした場合、休憩を多く取ることが原因である。

図-5(d)に平均対地速度 $\overline{V_G}$ を魚の平均体長 $\overline{B_L}$ で除したものと流速変化の関係を示す。河床材質が木材平板の場合と比較して、河床が人工芝や砂利の場合は平均対地速度 $\overline{V_G}$ は減少する。これは図-5(a)と比較すると、河床材質が木材平板の場合は、 z 軸方向に遊泳しているため流速の影響が少なく、平均対地速度 $\overline{V_G}$ が比較的高くなったと考えられる。また人工芝と砂利の場合は休憩を多く取るため、平均対地速度 $\overline{V_G}$ が減少する場合が多いことも原因である。

図-5(e)に平均遊泳距離 $\overline{L_f}$ を魚の平均体長 $\overline{B_L}$ で除したものと体長倍流速の関係を示す。体長倍流速が2倍の場合に例外があるが、河床材質が木材平板の場合が最も平均遊泳距離 $\overline{L_f}$ が高く、砂利の場合が最も平均遊泳距離 $\overline{L_f}$ が減少することがわかる。これは対地距離の場合と同様に、河床が人工芝や砂利の場合は休憩しようとするためである。図-5(f)に平均遊泳速度 $\overline{V_f}$ を魚の平均体長 $\overline{B_L}$ で除したものと体長倍流速の関係を示す。河床材質が木材平板の場合と比べ人工芝と砂利の場合は平均遊泳速度 $\overline{V_f}$ が減少することがわかる。これは人工芝と砂利の場合は休憩時間が増加するためである。

4. おわりに

本研究は、河床の材質と流速を系統的に変化させてカワムツの遊泳特性に与える影響を求めたものである。得られた知見は以下の通りである。

- (1) カワムツは河床の材質が人工芝と砂利の場合、休憩を多く取るようになる。これは河床材質が人工芝と砂利の場合だと河床の凹凸が大きくなり、体を引っ掛け易くなるためである。
- (2) カワムツは体長倍流速の増加に伴い、休憩を多く取るようになる。これは疲労が蓄積されるため休憩時間が増加することが原因である。

参考文献

- 1) 鬼束幸樹，秋山壽一郎，竹内光，小野篤志：流速変化が単独アユの遊泳特性に及ぼす影響，水工学論文集，第54巻，pp.1309-1314，2010。
- 2) 野上毅，渡邊康玄，中津川誠，土屋進，岩瀬春夫，渡辺恵三，加村邦茂：真駒内川における底生魚種生息環境の改善についての現地実験，河川技術論文集，Vol.7，pp.309-314，2001。

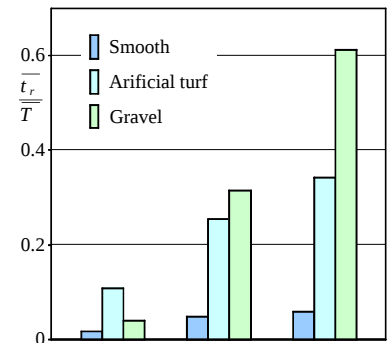


図-4 単位時間あたりの休憩時間と流速の関係

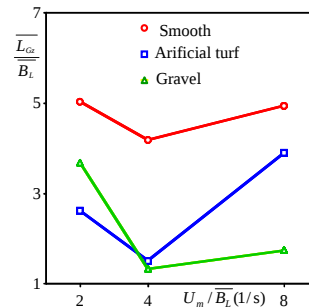


図-5(a) z 軸方向の対地距離と流速の関係

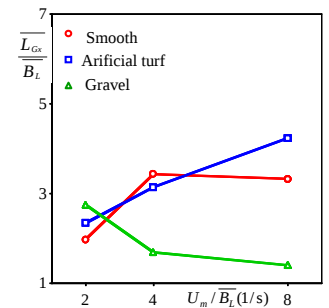


図-5(b) x 軸方向の対地距離と流速の関係

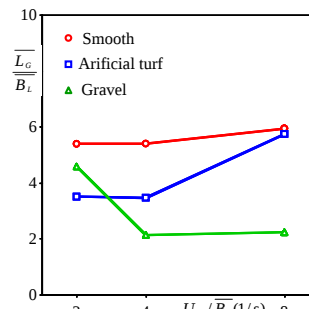


図-5(c) 対地距離と流速の関係

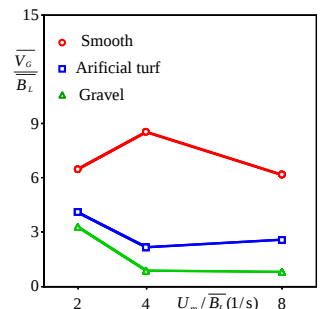


図-5(d) 対地速度と流速の関係

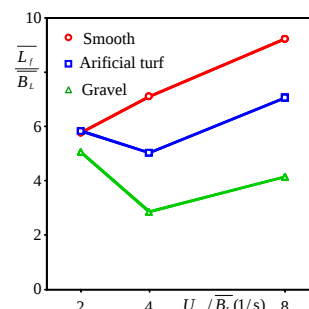


図-5(e) 遊泳距離と流速の関係

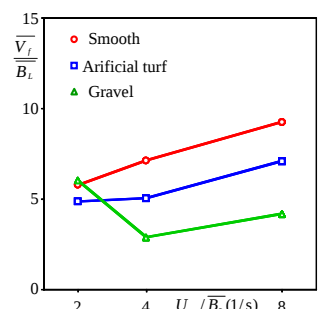


図-5(f) 遊泳速度と流速の関係