

千鳥状に配置した遮蔽物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 ○宇佐川学司, 大西浩史
 九州工業大学大学院 学生員 竹内光
 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。阿蘇ら¹⁾は、水制を設置した水路において金魚を用いた実験を行い、洪水時に金魚は流速が遅い水制の前後に退避するという結果を得た。高水ら²⁾は、実河川および実験水路において、間伐材を用いた杭水制内が魚の生息場に適していること、杭水制が流速を低減させる効果を持つという結果を得た。本研究では、開水路に遮蔽物を設置し、遮蔽物間距離を遮蔽物幅の2倍、5倍、10倍と変化させたとき、カワムツの遊泳特性に与える影響を求めた。

2. 実験条件

図-1 に示す水路を実験に用いた。遮蔽物の寸法は長さ 0.15m、高さ 0.15m である。一例として遮蔽物間距離が遮蔽物幅の 5 倍(C5)の場合を図に示す。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 $\overline{B_L} = 60\text{mm}$ 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、遮蔽物幅と遮蔽物間距離のアスペクト比が 2, 5, 10 倍の 3 ケース、体長倍流速を 2, 4, 8 倍の 3 ケースに設定し、合計 9 ケースとした。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 5~10 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 30Hz 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。

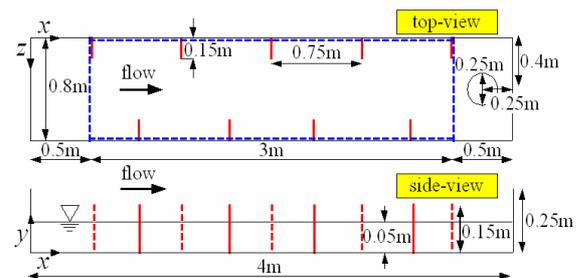


図-1 実験水路の模式図

3. 解析結果および考察

(1) 休憩の定義

目視により多くのカワムツは遮蔽物背後で休憩していることが確認できた。そこで、撮影後に全カワムツの遊泳軌跡における 0.02 秒ごとの位置を読み取った。図-2 にカワムツが遮蔽物背後に進入して次の遮蔽物に移動するまでの対地速度の変化の一例を示す。図より、カワムツの対地速度は遮蔽物背後で著しく低下していることがわかる。一般に、魚の巡航速度は体長の約 2 倍以上³⁾と言われており、遮蔽物背後でのカワムツの対地速度はおおよそ巡航速度以下であることがわかる。したがって、本実験ではカワムツの対地速度が体長の 2 倍以下の場合を休憩と定義した。

表-1 実験条件

case name	Aspect Ratio	Bulkhead Space (m)	U_m/B_L (1/s)
C2-2	2	0.3	2
C2-4			4
C2-8			8
C5-2	5	0.75	2
C5-4			4
C5-8			8
C10-2	10	1.5	2
C10-4			4
C10-8			8

(2) アスペクト比変化による遊泳特性の変化

図-3(a) に平均休憩時間とアスペクト比との関係を示す。図より、アスペクト比が増加するに伴い休憩時間が増加していることがわかる。図-3(b) に平均遮蔽物使用枚数とアスペクト比との関係を示す。図より、アスペクト比が増加するに伴い遮蔽物の使用枚数が増加していることがわかる。図-3(c) に平均休憩回数とアスペクト比との関係を示す。図より、アスペクト比が増加するに伴い休憩回数が増加していることがわかる。図-3(d) に遮蔽物 1 枚あたりの休憩回数とアスペクト比との関係を示す。図より、アスペクト比が増加するに伴い遮蔽物 1 枚あたりの休憩

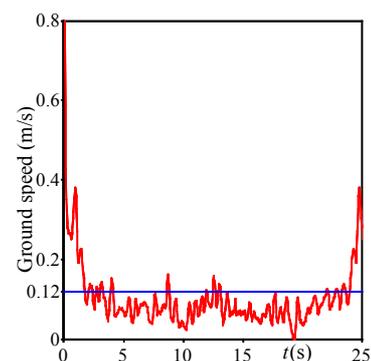


図-2 対地速度の時間変化

回数が増加していることがわかる。以上より、カワムツはアスペクト比が増加するに伴い休憩を多くとる傾向にあることがわかった。これは、遮蔽物間距離が増加すると遮蔽物背後の休憩場所までの遊泳距離が増加し、その間に疲労が蓄積するため、高い確率で休憩することが原因と考えられる。

(2) 流速変化による遊泳特性の変化

図-4(a)に平均休憩時間と体長倍流速との関係を示す。図より、体長倍流速の増加に伴い、C5、C10の場合は休憩時間が増加していることがわかるが、C2の場合はほとんど変化していない。図-4(b)に平均遮蔽物使用枚数と体長倍流速との関係を示す。図より、体長倍流速が増加するに伴い、C5、C10の場合は遮蔽物使用枚数が増加しているが、C2の場合は減少している。図-4(c)に平均休憩回数と体長倍流速との関係を示す。図より、C5、C10の場合は体長倍流速が増加するに伴い休憩回数が増加しているが、C2の場合は変化していない。図-4(d)に遮蔽物1枚あたりの休憩回数と体長倍流速との関係を示す。図より、C10の場合は体長倍流速が増加するに伴い遮蔽物1枚あたりの休憩回数が増加しているが、C2、C5の場合は変化していない。以上より、体長倍流速の増加に伴い、C5、C10の場合は休憩を取るようになるが、C2の場合はあまり変化がみられないことがわかる。これは、遮蔽物間距離が小さい場合、休憩場所までの遊泳距離が小さいため、疲労が蓄積しにくいと考えられる。

4. おわりに

本研究は、遮蔽物間距離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) カワムツは遮蔽物間距離の増加に伴い、休憩を多く取るようになる。これは、遮蔽物間距離が増加すると、次の休憩場所までの遊泳距離が増加するため、高い確率で休憩することが原因と考えられる。

(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、巡航速度以上の速度で遊泳し続けると疲労が蓄積されるため、休憩を行うことが原因と考えられる。

参考文献

- 1) 阿蘇修一ら：中小河川における洪水時の魚類の退避場所に関する研究，福岡大学工学部卒業論文，2004。
- 2) 高水克哉ら：杭水制内外の流れと魚の挙動，土木学会水工学論文集，第51巻，pp.1273-1278，2007。
- 3) 中村俊六：魚道のはなし，山海堂，1995。

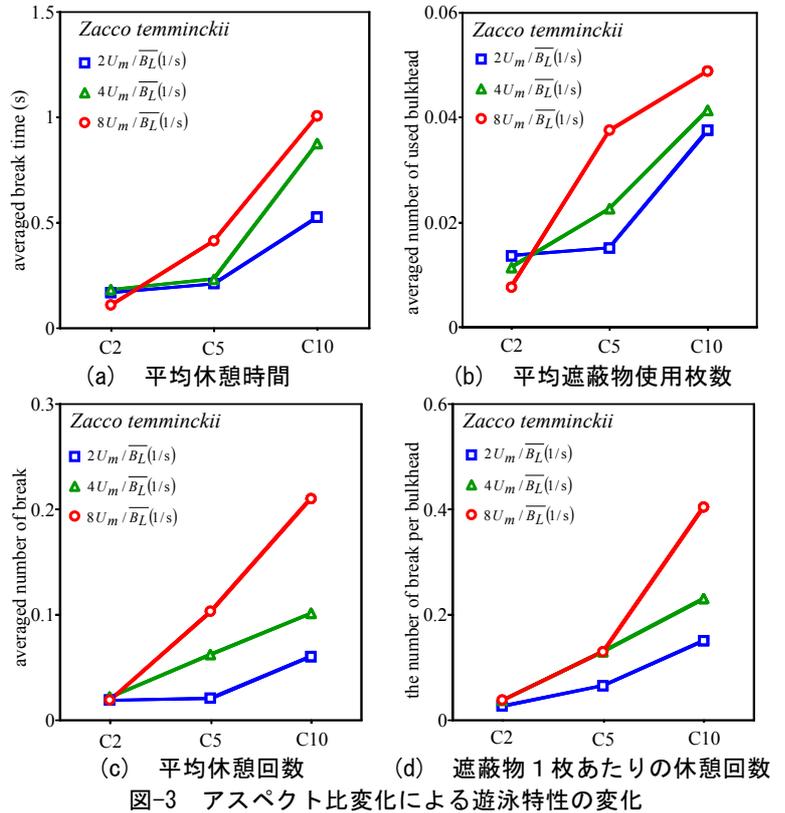


図-3 アスペクト比変化による遊泳特性の変化

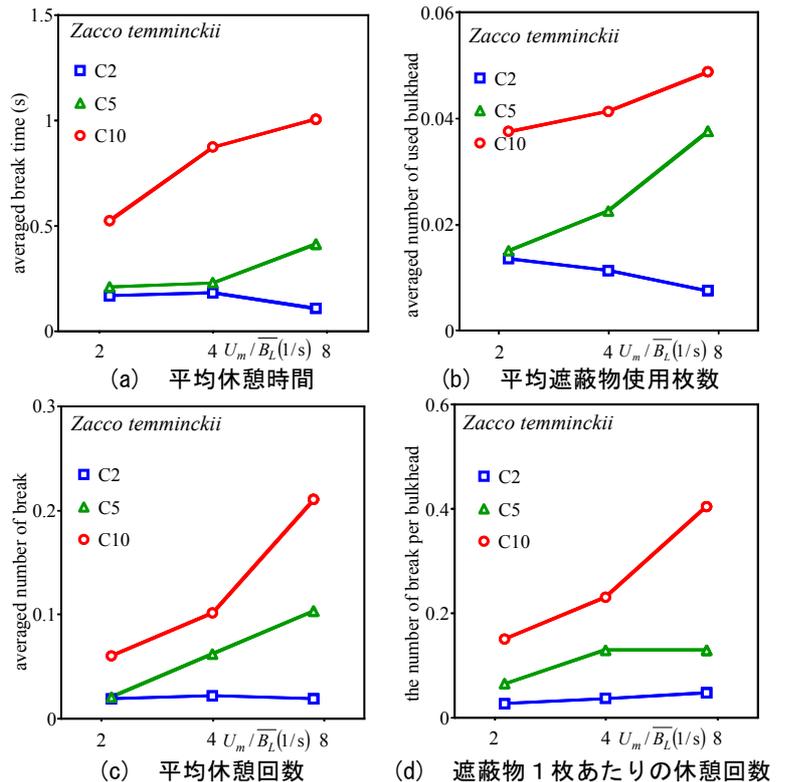


図-4 流速変化による遊泳特性の変化