

# 河床の粒径変化がカワムツの遊泳特性に及ぼす影響

九州工業大学 学生会員 大塚寛崇  
 九州工業大学大学院 学生会員 白岡敏, 三原和也  
 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

魚のすみやすい河川環境を整備するには、各魚種の生息域や遊泳特性を把握する必要がある。そのため、河川環境と魚の生息域の関係についての研究が行われた。野上ら<sup>1)</sup>は真駒内川における、底生魚類生息環境の現地実験を行なった結果、ハナカジカの生息密度の小さい場所において、生息環境を改善するためには流速、粒径を大きくする必要があると指摘した。

しかしながら、河床の粒径などの条件を変化させて、魚の遊泳特性を詳細に解析した研究はほとんどない。本研究は、開水路の河床の粒径を 1.2mm, 2.5mm, 5mm, 10mm 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. 実験装置および実験条件

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  $\bar{B}_L = 60\text{mm}$  のカワムツを実験に用いた。実験条件は表-1 に示すように変化させた。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 30fps のビデオカメラで撮影を開始する。撮影は 1 分間行い、x 軸方向 2m の測定エリアを遡上し終えた場合は、その時点で実験終了とした。上記の実験を各ケースで 50 回、合計 600 回行った。

## 3. 実験結果および考察

### (1) 河床の粒径変化によるカワムツの挙動の変化

図-2 に体長倍流速  $U_m/\bar{B}_L$  が 2 倍の時の任意に抽出したカワムツの遊泳挙動をケース別に示す。粒径が 1.2mm, 2.5mm の場合、カワムツは比較的水路内を広範囲に遊泳している。一方、粒径が 5mm, 10mm と増加するに伴い遊泳範囲は狭くなり、プロットが重複している箇所が多くなる。したがって、粒径の増加に伴い、魚が停滞する傾向が強くなることわかる。

### (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、カワムツが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た。したがって、魚は流されないように体を引っ掛けて停滞することにより、疲労の蓄積を軽減していると考えられる。そこで、本実験ではカワムツが腹部を河床に付け、なおかつ対地速度が 1cm/s 以下の場合を休憩と定義する。

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  $U_m/\bar{B}_L$  との関係を示す。どの流速においても粒径の増加に伴い、休憩時間が増加する。また流速の増加に伴い、休憩時間は増加する。これは粒径が 1.2mm, 2.5mm に比べ 5mm, 10mm の方が河床の凹凸が大きくなり、体を引っ掛けやすくなったためであると思われる。

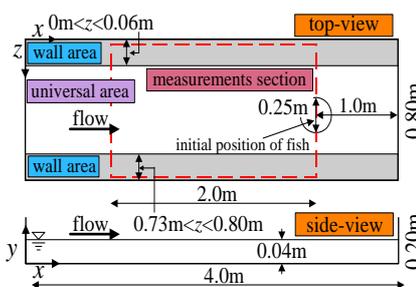


図-1 実験水路の模式図

表-1 実験条件

case name	Particle size(mm)	$B_L$ (m)	$h$ (m)	$U_m/\bar{B}_L$
P12	1.2	0.06	0.04	2
				6
				10
P25	2.5	0.06	0.04	2
				6
				10
P50	5	0.06	0.04	2
				6
				10
P100	10	0.06	0.04	2
				6
				10

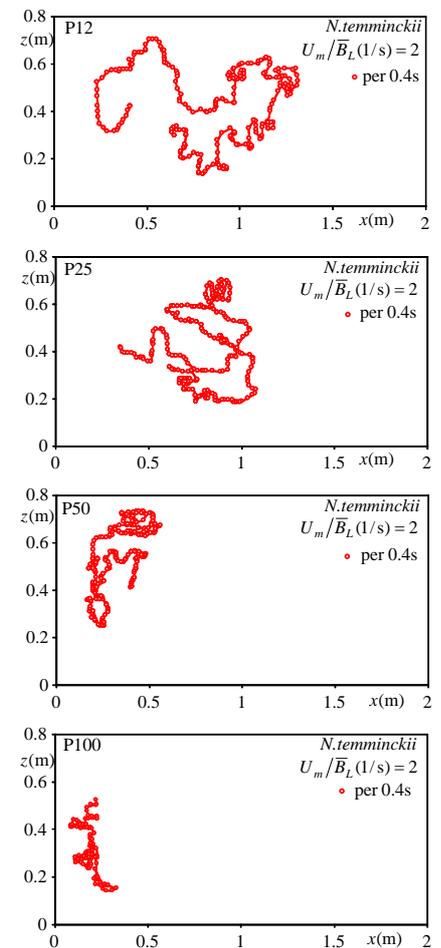


図-2 カワムツの遊泳軌跡の一例



図-3 休憩しているカワムツ

(3) 遊泳時における河床粒径変化と流速変化による遊泳特性の変化

図-5 に遊泳中の  $x$  軸方向の平均対地距離  $\overline{L_{Gx}}$  を魚の平均体長  $\overline{B_L}$  で除したものと体長倍流速  $U_m/\overline{B_L}$  との関係を示す。粒径が 1.2mm, 2.5mm において体長倍流速が 6 倍から 10 倍に増加するに伴い, 値は顕著に減少する。粒径が 10mm において流速が変化しても値はほぼ一定値をとっている。

図-6 に遊泳中の  $z$  軸方向の平均対地距離  $\overline{L_{Gz}}$  を魚の平均体長  $\overline{B_L}$  で除したものと体長倍流速  $U_m/\overline{B_L}$  との関係を示す。 $z$  軸方向の平均対地距離  $\overline{L_{Gz}}$  は流速の増加に伴い若干値は変化するが,  $x$  軸方向の平均対地距離  $\overline{L_{Gx}}$  と比べると値の変化率は小さい。

図-7 に遊泳中の平均対地距離  $\overline{L_G}$  を魚の平均体長  $\overline{B_L}$  で除したものと体長倍流速  $U_m/\overline{B_L}$  との関係を示す。グラフの形状は図-5 とほぼ一致する。これより  $x$  軸方向と  $z$  軸方向の平均対地距離を合成した平均対地距離  $\overline{L_G}$  の値は,  $x$  軸方向の平均対地距離  $\overline{L_{Gx}}$  の値の影響が大きいことが理解される。

図-8 に遊泳中の平均対地速度  $\overline{V_G}$  を魚の平均体長  $\overline{B_L}$  で除したものと体長倍流速  $U_m/\overline{B_L}$  との関係を示す。どの粒径においても流速の増加に伴う, 顕著な値の変化は見られない。しかしながら, どの流速においても粒径が 1.2mm, 2.5mm の値が 5mm, 10mm の値に比べて高い値を示している。これは粒径が 5mm, 10mm の方が 1.2mm, 2.5mm に比べて河床の凹凸が大きいためであると考えられる。

図-9 に遊泳中の平均遊泳距離  $\overline{L_f}$  を魚の平均体長  $\overline{B_L}$  で除したものと体長倍流速  $U_m/\overline{B_L}$  関係を示す。流速の増加に伴い, 粒径が 1.2mm, 2.5mm の値は顕著に増加する。一方, 粒径が 10mm の値の増加率は 1.2mm, 2.5mm の値の増加率と比べて小さい。これは休憩時間が 1.2mm, 2.5mm に比べて 10mm の方が長いためであると思われる。

図-10 に遊泳中の平均遊泳速度  $\overline{V_f}$  を魚の平均体長  $\overline{B_L}$  で除したものと体長倍流速  $U_m/\overline{B_L}$  との関係を示す。流速の増加に伴い, どの粒径においても値は増加している。

4. おわりに

本研究は, 河床の粒径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検討したものである。得られた知見は以下の通りである。

- (1) カワムツは河床の粒径が 1.2mm, 2.5mm に比べて大きい 5mm, 10mm の場合, 休憩時間は増加する。これは河床の粒径が 1.2mm や 2.5mm に比べて 10mm の方が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と考えられる。
- (2) 遊泳中のカワムツの平均対地速度は粒径が 1.2mm, 2.5mm の方が 5mm, 10mm に比べて大きいことが判明した。これは河床の粒径が 5mm, 10mm の方が 1.2mm, 2.5mm に比べて河床の凹凸が大きいためであると考えられる。

参考文献

1) 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。

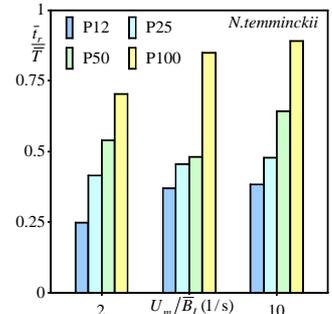


図-4 単位時間あたりの休憩時間と流速の関係

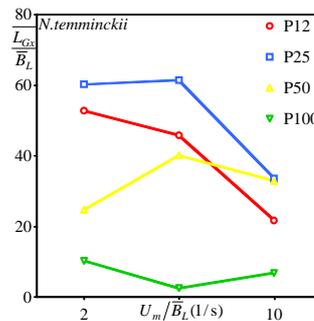


図-5  $x$  軸方向の対地距離と流速の関係

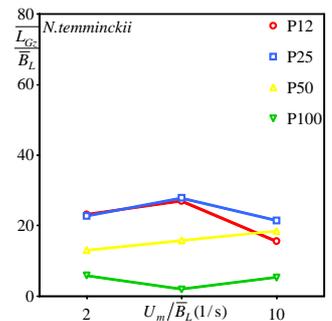


図-6  $z$  軸方向の対地距離と流速の関係

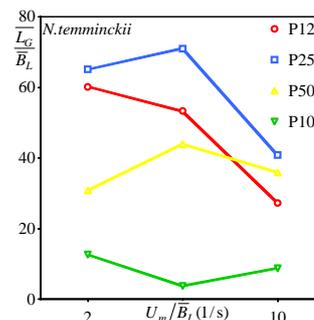


図-7 対地距離と流速の関係

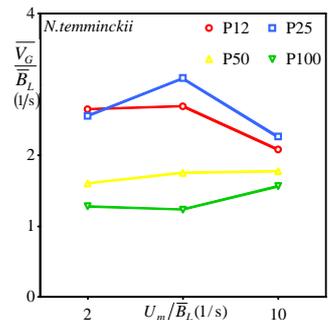


図-8 対地速度と流速の関係

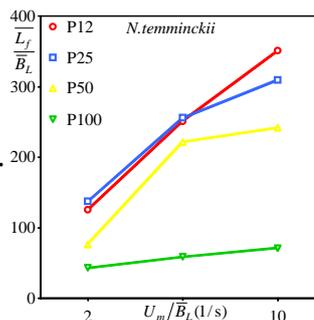


図-9 遊泳距離と流速の関係

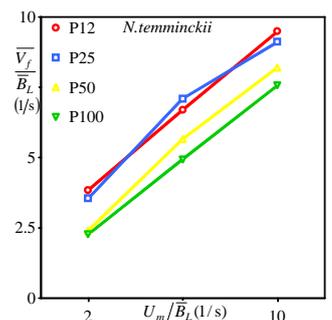


図-10 遊泳速度と流速の関係