

# 体長の異なる同魚種に対するオイカワの忌避行動の解明

九州工業大学 学生会員 ○野口翔平, 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

魚がすみやすい川づくりを推進するには、各魚種の生息域や行動特性を把握し、これらを考慮した河川構造物の設計が必要である。川那部<sup>1)</sup>はアユが瀬で摂食を始めると瀬にいたオイカワは滞へ忌避することを報告した。鬼束ら<sup>2)</sup>は、魚は体長の大きい他魚種を忌避する傾向があることを報告した。以上のように魚の他魚種への忌避行動に関する報告がされているが、その詳細を解析した研究は少ない。本研究は、その基礎研究として同魚種間での忌避行動を解明するために、体長の大きい同魚種が存在する静止流体におけるオイカワの遊泳挙動を観察したものである。

## 2. 実験装置および実験条件

直径1.83mの円形プールに水深が0.05mになるように水を溜め、オイカワ(*Zacco platypus*)の遊泳挙動を観察した。平均体長の異なるオイカワを使用するため、平均体長の大きなオイカワおよび小さなオイカワに関する諸量にはそれぞれL, Sの添字を付記する。また以下の記述ではオイカワ(大)を大魚、オイカワ(小)を小魚とし、それぞれが形成する魚群を大魚群および小魚群とした。図-1(a), (b)に示すように大魚と小魚の平均体長はそれぞれ $\overline{B}_L=70\text{mm}$ ,  $\overline{B}_S=30\text{mm}$ である。大魚および小魚の尾数 $N_L$ ,  $N_S$ はそれぞれ表-1のように変化させた。各ケースにおいて、大魚はプール内を遊泳させ、小魚はプール中央に設置した直径0.25mの円形金網に投入する。魚が落ち着いたことを確認した後に金網を取り上げ、プール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30分間撮影した。

## 3. 実験結果および考察

### (1) 大魚および小魚の個体間距離の変化

図-2(a), (b)に大魚および小魚の個体間距離の頻度分布を大魚の尾数 $N_L$ 別に示す。個体間距離はいずれのケースも低値が高頻度で、高値方向に裾を持つ形状を示すため、次式に示すガンマ分布を採用し図中に曲線で示した。

$$f(L_G/\overline{B}_S) = \frac{1}{\Gamma(\lambda)} \alpha^\lambda (L_G/\overline{B}_S)^{\lambda-1} e^{-\alpha L_G/\overline{B}_S} \quad (1)$$

$$\Gamma(\lambda) = \int_0^\infty e^{-x} x^{\lambda-1} dx \quad (2)$$

係数 $\alpha$ ,  $\lambda$ は最小二乗法より算出した。

図-2(a)に示すように、 $N_L$ が変化しても大魚の個体間距離 $D_L/\overline{B}_L$ の最頻値はほぼ一定の値をとる。一方、図-2(b)に示す小魚の個体間距離 $D_S/\overline{B}_S$ は $N_L$ の増加に伴い最頻値が増加する傾向が確認される。

図-3に各個体間距離を平均体長 $\overline{B}_S$ で除した値の最頻値 $\hat{D}_L/\overline{B}_S$ および $\hat{D}_S/\overline{B}_S$ と $N_L$ の関係を示す。ここで、魚は魚群で遊泳する際最寄りの魚との個体間距離を体長の約1倍に保つとされている<sup>3)</sup>。しかし、大魚の個体間距離 $\hat{D}_L/\overline{B}_S$ は平均体長の約4倍程度で一定の値となっている。一方、小魚の個体間距離 $\hat{D}_S/\overline{B}_S$ は平均体長の約3~5

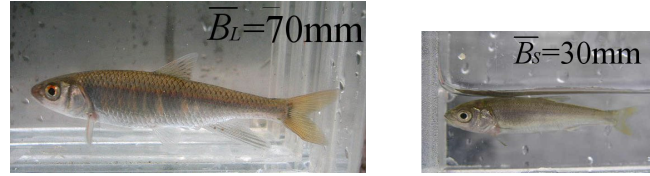


図-1 実験に用いた魚

表-1 実験条件

| case | $N_L$ | $N_S$ |
|------|-------|-------|
| C0   | 0     | 5     |
| C1   | 1     |       |
| C3   | 3     |       |
| C5   | 5     |       |
| C10  | 10    |       |

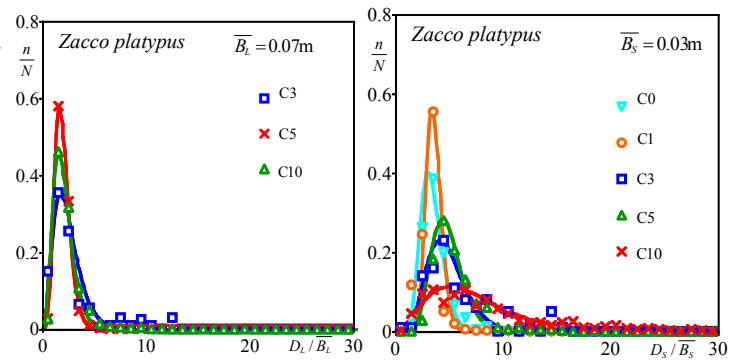


図-2 個体間距離の頻度分布

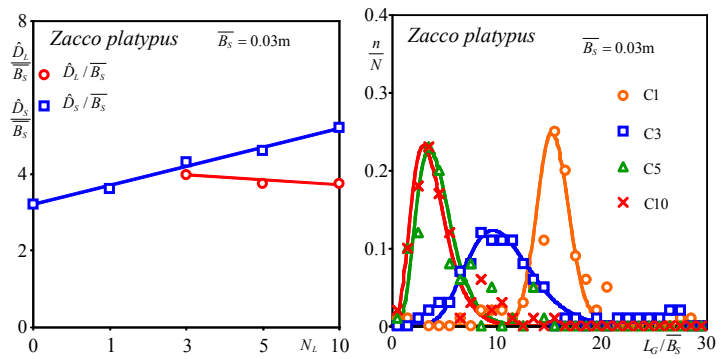


図-3 個体間距離と尾数の関係 図-4 魚群重心間距離頻度分布

倍程度で大魚の尾数  $N_L$  の増加に伴い増加している。以上のことから、大魚は小魚の存在を意識せず大魚同士の個体間距離のみを保って遊泳しており、小魚は大魚の存在を意識して大魚との個体間距離を保とうと遊泳していることが推察される。

## (2) 大魚群と小魚群の魚群重心間距離

図-4に大魚群と小魚群の重心間距離  $L_G$  を平均体長  $\overline{B_S}$  で除した値  $L_G/\overline{B_S}$  の頻度分布を大魚の尾数  $N_L$  別に示す。魚群重心間距離はいずれのケースも低値が高頻度で、高値方向に裾を持つ形状を示すため、式(1)および式(2)に示すガンマ分布を採用し図中に曲線で示した。 $N_L$  の増加に伴い魚群重心間距離  $L_G/\overline{B_S}$  は減少している。

図-5に魚群重心間距離  $L_G/\overline{B_S}$  の最頻値  $\hat{L}_G/\overline{B_S}$  と大魚の尾数  $N_L$  との関係を示すと共に、両者の関係を線形式で求めて図中に直線で示した。 $N_L$  の増加に伴い  $\hat{L}_G/\overline{B_S}$  は減少していくので大魚群と小魚群の距離が近づいていることがわかる。

## (3) 大魚群および小魚群の魚群半径

図-6(a), (b)は各魚群の魚群半径と大魚の尾数  $N_L$  の関係をそれぞれ示したものである。 $\overline{R_f}$  は魚群の前後方向、 $\overline{R_c}$  は魚群の横断方向の半径を表しており、 $\overline{R_f}/\overline{R_c}$  は魚群の形状を表す。

図-6(a)より、大魚の魚群半径はいずれのケースにおいても横断方向の半径  $\overline{R_{cl}}/\overline{B_L}$  より前後方向の半径  $\overline{R_{fl}}/\overline{B_L}$  の方が高値を示している。また、いずれのケースでも  $\overline{R_{fl}}/\overline{R_{cl}}$  の値が1以上である。以上のことから大魚群は進行方向に長辺を持つ楕円形の魚群を形成することがわかる。

図-6(b)より、小魚の魚群半径は  $N_L$  の増加に伴い  $\overline{R_{cs}}/\overline{B_S}$  より  $\overline{R_{js}}/\overline{B_S}$  の方が高値を示すようになる。また、いずれのケースでも  $\overline{R_{js}}/\overline{R_{cs}}$  の値が1以上である。以上のことから小魚群は  $N_L$  の増加に伴い進行方向に長辺を持つ楕円形の魚群を形成することがわかる。

図-7に魚群重心間距離  $\hat{L}_G/\overline{B_S}$  と、大魚群と小魚群が縦列および横列で隣接したときの合成魚群半径  $\overline{R_f}$ 、 $\overline{R_c}$  を比較したものを示す。ここに  $\overline{R_f} = \overline{R_{fl}} + \overline{R_{js}}$ 、 $\overline{R_c} = \overline{R_{cl}} + \overline{R_{cs}}$  である。 $N_L = 5$  以上になると魚群重心間距離  $\hat{L}_G/\overline{B_S}$  が  $\overline{R_f}$  および  $\overline{R_c}$  より低値を示すことから、 $N_L$  が増加すると大魚と小魚が入り交じった1つの魚群が形成されることがわかる。これらのことから、魚は自分の体長以上の他魚種を忌避する傾向があるという報告はある<sup>2)</sup>が、同魚種の場合は忌避しないことが明らかとなった。

## 4. おわりに

本研究は、体長の大きい同魚種が存在する静止流体におけるオイカワの遊泳挙動を観察したものである。得られた知見を以下に記す。

- (1) オイカワは体長の大きい同魚種をその尾数と無関係に忌避せず、接近して魚群を形成しようとする。これは大きい個体と共に行動することで身を守ろうとするためと推測される。
- (2) オイカワは体長の小さい同魚種との個体間距離は意識せず、同サイズとの個体間距離のみを一定に保とうとする。これは小さな同魚種の存在は魚群内において影響力が小さいためと推測される。

## 参考文献

- 1) 川那部浩哉：川と湖の魚たち，中公新書，1982。
- 2) 鬼束幸樹，秋山壽一郎，小野篤志，芹川泰介：水工学論文集，第53巻，pp.1255-1260，2009。
- 3) 兼廣春之，鈴木誠，松田皎：日本水産学会誌，第51巻，2号，pp.1977-1982，1985。

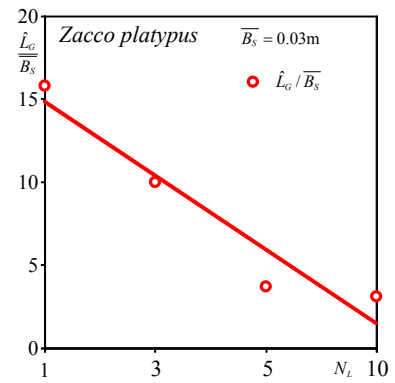
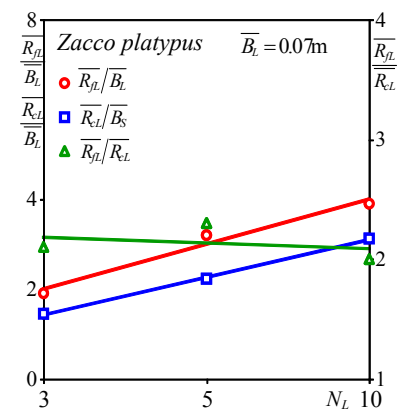
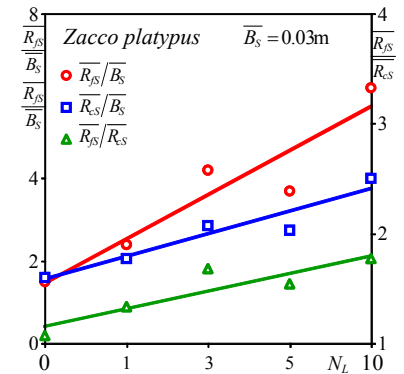


図-5 魚群重心間距離と尾数の関係



(a) 大魚



(b) 小魚

図-6 個体間距離の頻度分布

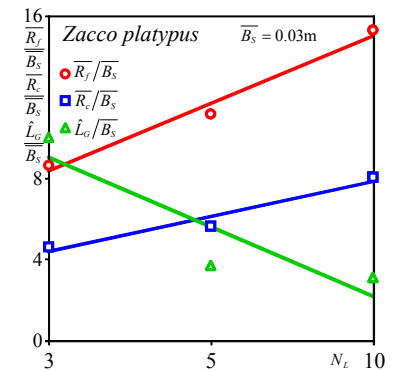


図-7 魚群の混合