

アユに対する体長の異なるオイカワの忌避行動特性

九州工業大学大学院 学生会員 ○三原和也
九州工業大学工学部 学生会員 鋳敬介, 松田直樹
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

河川の有する水理特性や規模に応じて魚種数および尾数が決定していると推測される．そのため，単一の魚種だけでなく，複数の魚種が河川に存在する場合も考慮した河川構造物の設計が必要である．伊藤・水野¹⁾は仁淀川の魚類調査により，魚種により生息領域を選択する順番があることを解明した．鬼束ら²⁾は二級河川板櫃川の魚類調査によりオイカワはギンブナを，カワムツはギンブナおよび体長が80mm以上のオイカワを忌避することを統計的に証明した．以上のように異魚種の個体群が遭遇した際の魚群の挙動は若干解明されているものの，魚種の体長を系統的に変化させてその挙動を解明した研究は皆無である．本研究は，静止流体中においてアユの体長を固定した状態でオイカワの体長を系統的に変化させ，両者の行動特性の変化を解明したものである．

2. 実験装置および実験条件

直径1.83mの円形プールを実験に用い，水深を0.05mにした．図-1(a)，(b)および表-1に示すように，平均体長 $\overline{B_P}$ が80mmの養殖アユ(*Plecoglossus altivelis altivelis*)を1尾と，平均体長 $\overline{B_{LZ}}$ が60, 80, 100, 120あるいは140mmのいずれかのオイカワ(*Zacco platypus*)1尾を実験に用いた．以下では，アユの諸量にはP，オイカワの諸量にはZの添字を用いる．プール内にアユ1尾を遊泳させた状態で，1尾のオイカワをプール中心に設置した直径0.25mの円筒状金網内で遊泳させる．オイカワが馴致し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10分間撮影した．上記の実験を各ケースで20回，合計100回行った．

3. 実験結果および考察

(1) アユとオイカワの遊泳距離

図-2(a)，(b)にアユおよびオイカワの遊泳距離 L_P ， L_Z を，それぞれの平均体長 $\overline{B_{LP}}$ ， $\overline{B_{LZ}}$ で除した値 $L_P/\overline{B_{LP}}$ ， $L_Z/\overline{B_{LZ}}$ の頻度分布をケース別に示す．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．そこで，式(1)，(2)に示すガンマ分布を採用し図中に曲線で示した．

$$f(L_P/\overline{B_{LP}}) = \frac{1}{\Gamma(\lambda)} \alpha^\lambda (L_P/\overline{B_{LP}})^{\lambda-1} e^{-\alpha L_P/\overline{B_{LP}}} \quad (1)$$

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

係数 α ， λ は最小二乗法より算出した．

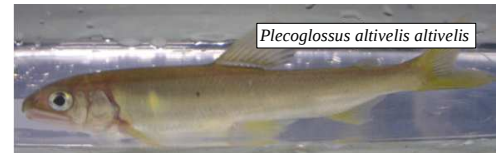
オイカワの平均体長 $\overline{B_{LZ}}$ の増加に伴い，アユの遊泳距離 $L_P/\overline{B_{LP}}$ に大きな変化は観察されないのに対し，オイカワの遊泳距離 $L_Z/\overline{B_{LZ}}$ は減少している．このことから，オイカワの体長の変化が，アユに対する忌避行動に影響を及ぼすことが明らかとなった．

(2) アユとオイカワの遊泳速度

図-3(a)，(b)にアユおよびオイカワの遊泳速度 V_P ， V_Z を，それぞれの平均体長 $\overline{B_{LP}}$ ， $\overline{B_{LZ}}$ で除した値 $V_P/\overline{B_{LP}}$ と $V_Z/\overline{B_{LZ}}$ の頻度分布をケース別に示す．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．そこで，アユは式(1)，(2)において L_P を V_P に置き換え，オイカワは式(1)，(2)において L_P を V_Z に， B_{LP} を B_{LZ} 置き換えて求めたガンマ分布を曲線で示した．オイカワの平均体長 $\overline{B_{LZ}}$ の増加に伴い，アユの遊泳速度 $V_P/\overline{B_{LP}}$ に顕著な変化は観察されないのに対し，オイカワの遊泳速度 $V_Z/\overline{B_{LZ}}$ は減少している．これは，オイカワがアユの接近に対して，アユとの距離を一定以上に保とうとする遊泳行動が緩慢になったためと考えられる．

(3) アユとオイカワの屈折角度

図-4(a)，(b)にアユおよびオイカワの屈折角度 $|\theta_P^w|$ の頻度分布をケース別に示す．いずれのケースも比較的低い値に頻度が高く，高値方向



(a) アユ



(b) オイカワ

図-1 実験に用いたアユとオイカワ

表-1 実験条件

case name	$\overline{B_{LZ}}$ (mm)	$\overline{B_{LP}}$ (mm)
C6	60	80
C8	80	
C10	100	
C12	120	
C14	140	

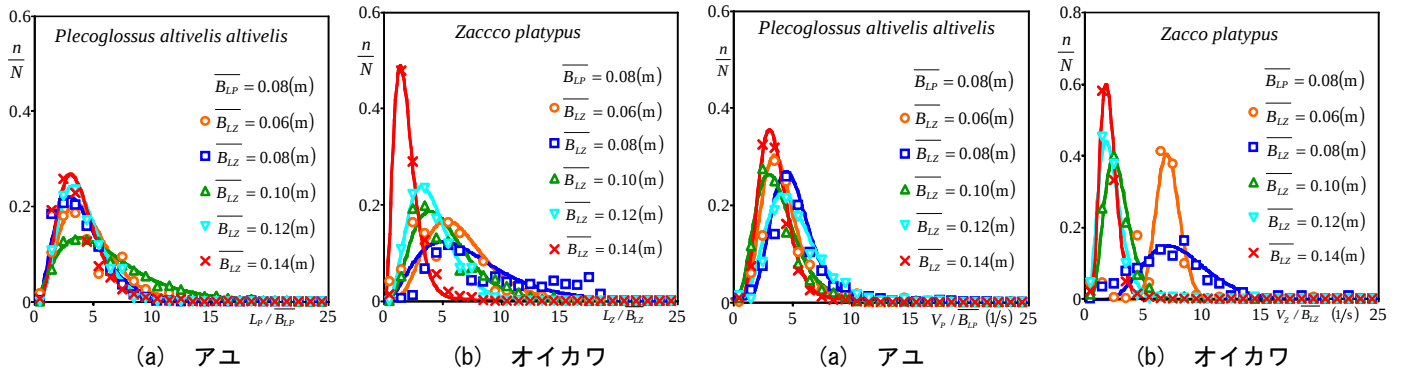


図-2 Ayuとオイカワの遊泳距離

図-3 Ayuとオイカワの遊泳速度

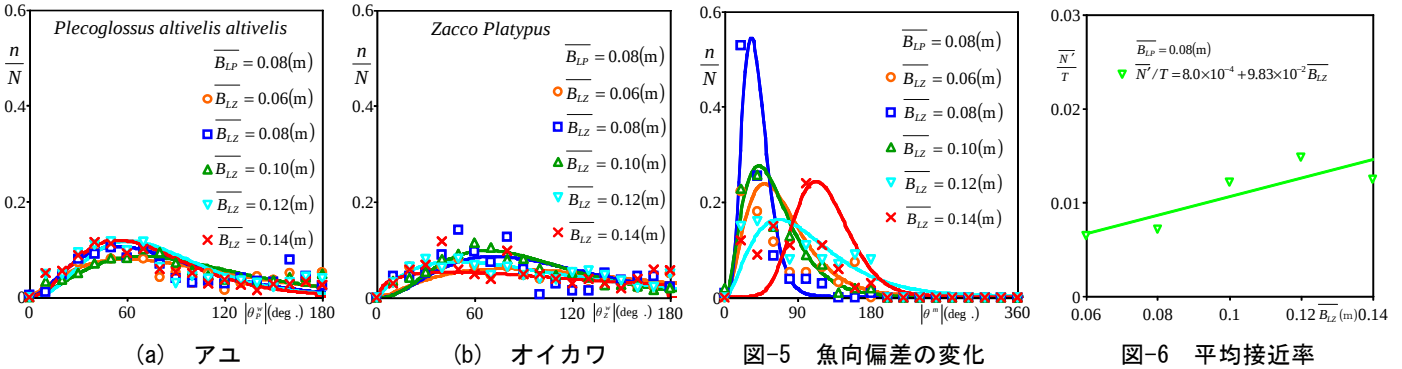


図-4 Ayuとオイカワの屈折角度

図-5 魚向偏差の変化

図-6 平均接近率

に裾を持つ形状を示している。アユは式(1), (2)において $L_p / \overline{B_{LP}}$ を $|\theta_p^w|$ に置き換え、オイカワは式(1), (2)において $L_p / \overline{B_{LP}}$ を $|\theta_z^w|$ に置き換えて求めたガンマ分布を曲線で示した。オイカワの体長 $\overline{B_{LZ}}$ が増加してもアユの屈折角度 $|\theta_p^w|$ には変化が観察されないのに対し、オイカワの屈折角度 $|\theta_z^w|$ は減少している。

(4) Ayuとオイカワの魚向偏差

Ayuとオイカワが遊泳する際の進行方向の交差角を魚向差と定義する。

図-5 にAyuとオイカワの魚向差 $|\theta^m|$ の頻度分布をケース別に示す。魚向差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。そこで、式(1), (2)において $L_p / \overline{B_{LP}}$ を $|\theta^m|$ に置き換えて求めたガンマ分布を曲線で示した。オイカワの平均体長 $\overline{B_{LZ}}$ の増加に伴い、魚向差 $|\theta^m|$ の値は増加している。これは、オイカワの体長の増加に伴い、アユがオイカワを追尾しなくなったためと考えられる。

(5) 平均接近率

Ayuはオイカワの存在を確認すると接近し、威嚇する行動がみられた。そこで、アユがオイカワに向かって遊泳し、アユの体長の2倍以下の距離となった時を接近と定義した。アユがオイカワに接近した回数を実験時間で除した値を接近率として、各ケースにおける平均接近率 $\overline{N^*}/T$ とした。図-6 にAyuとオイカワの平均接近率 $\overline{N^*}/T$ をケース別に示す。オイカワの平均体長 $\overline{B_{LZ}}$ の増加に伴い、平均接近率 $\overline{N^*}/T$ は増加している。これは、オイカワの体長がアユの体長以下の場合、アユがオイカワを追尾し続けることでAyuとオイカワの平均接近率は減少したためと考えられる。以上のことから、Ayuはオイカワに対しての威嚇行動を追尾から、接近を繰り返す行動に変えることが判明した。

4. おわりに

本研究は、静止流体中における同一体長のAyuに対する体長の異なるオイカワの行動特性を解析したものである。得られた知見は以下の通りである。

- (1) オイカワの体長の増加に伴い、オイカワの遊泳距離、遊泳速度および屈折角度が減少する。このことから、オイカワの体長の変化が、Ayuに対する忌避行動に影響を及ぼすことが判明した。
- (2) オイカワの体長の増加に伴い、Ayuはオイカワに対しての威嚇行動を追尾から、接近を繰り返す行動に変えることが判明した。

参考文献

- 1) 伊藤猛夫, 水野信彦: 仁淀川水系の河川環境・魚類・漁業実態について, 仁淀川水系水産資源調査会, 1972.
- 2) 鬼束幸樹, 秋山壽一郎, 松田孝一郎, 臼杵幸平, 竹内光: 板櫃川における魚類生息域の季節変化の調査, 水工学論文集, 第56巻, pp.703-708, 2012.