

水温変化がオイカワの遊泳特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生会員 ○錠敬介
九州工業大学工学部 学生会員 松田直樹, 小菌朋子
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

魚類は変温性の動物であり、種々の生理機能は環境水温の影響を大きく受ける。また、中野¹⁾は護岸に植生がなく木影を有さない河川や、小規模なコンクリート水路において日中の水温が 30℃を突破する環境は夏期にはよく発生しうると述べている。よって、水温の変化は、河川生態系に大きな影響を及ぼしていると考えられる。そのためには、河川の水温の変化を把握すると共に、水温の変化が魚類に与える影響を調査することが必要である。しかし、温度変化が河川に生息する魚類に与える影響に関する研究はほとんどなされていない。本研究は静止流体中において水温を系統的に変化させてオイカワの遊泳特性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 の円形プールに注水し、水深を 0.05m にした。図-1 および表-1 に示すように、平均体長 $\overline{B_z}$ が 70mm のオイカワ (*Zacco platypus*) 1 尾を用いて、水温を 15, 20, 25 および 30℃と変化させて実験を行った。円形プールにオイカワを放流して、魚が馴致したことを確認した後に実験を開始し、プール上部に設置された画素数 1440×1080、撮影速度 30fps のビデオカメラで 180s 間撮影を行った。各ケース 30 回、合計で 120 回の実験を行った。実験後、撮影した動画を 0.2s 刻みに分割し、得られた位置情報より供試魚の位置を特定し、供試魚が屈折してから再び屈折するまでの遊泳距離、遊泳速度、屈折角度および各実験時間中の総遊泳距離を算出した。

3. 実験結果および考察

(1) オイカワの遊泳距離と総遊泳距離

図-2(a)に遊泳距離 L_z をオイカワの平均体長 $\overline{B_z}$ で除した値 $L_z/\overline{B_z}$ の頻度分布を各水温別に示している。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。

$$f(L_z/\overline{B_z}) = \frac{1}{\Gamma(\lambda)} \alpha^\lambda (L_z/\overline{B_z})^{\lambda-1} e^{-\alpha L_z/\overline{B_z}} \quad (1)$$

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

係数 α , λ は最小二乗法より算出した。オイカワの遊泳距離 $L_z/\overline{B_z}$ は、水温の増加に伴い減少している。

図-2(b)に水温の変化とオイカワの遊泳距離の最頻値 $\hat{L}_z/\overline{B_z}$ との関係を示すと共に、両者の関係を最小二乗法で求めて直線で示した。水温の増加に対してオイカワの遊泳距離の最頻値が順に減少している。このことから、水温の変化はオイカワの遊泳距離に顕著な影響を及ぼすことが明らかとなった。

図-2(c)に水温の変化と総遊泳距離 L_{tz} をオイカワの平均体長 $\overline{B_z}$ で除した値 $L_{tz}/\overline{B_z}$ との関係を示す。水温が増加するに伴い、総遊泳距離 $L_{tz}/\overline{B_z}$ は減少している。このことから、オイカワの遊泳活動量は水温の増加に伴い、顕著に減少することが解明された。

(2) オイカワの遊泳速度

図-3(a)にオイカワの遊泳速度 V_z を、オイカワの平均体長 $\overline{B_z}$ で除した値 $V_z/\overline{B_z}$ の頻度分布を各水温別に示す。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)において L_z を V_z に置き換えて求めたガンマ分布を曲線で示した。オイカワの遊泳速度 $V_z/\overline{B_z}$ は、水温の増加に伴い減少している。

図-3(b)に水温の変化とオイカワの遊泳速度の最頻値 $\hat{V}_z/\overline{B_z}$ との関係を示すと共に、両者の関係を最小二乗法で求めて直線で示した。水温の変化に対してオイカワの遊泳速度の最頻値 $\hat{V}_z/\overline{B_z}$ は 25~30℃では 2 以下の著しく低値をとっている。これは、オイカワの生息に適した水温の 15~20℃を超えたことが原因で遊泳行動が緩慢になったためと考えられる。



図-1 実験に用いたオイカワ

表-1 実験条件

degree of water	15	20	25	30
-----------------	----	----	----	----

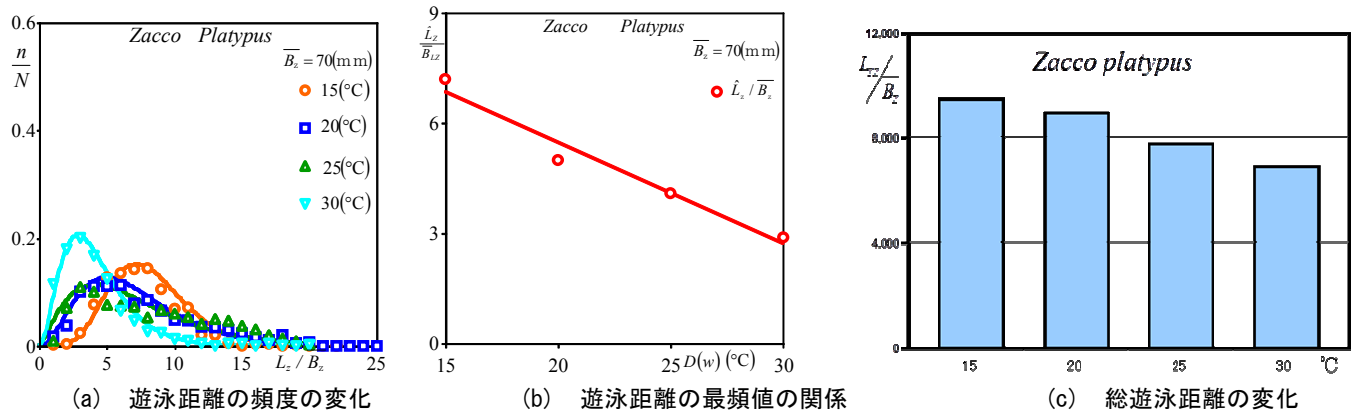


図-2 オイカワの温度変化に伴う遊泳距離の頻度、最頻値および総遊泳距離の変化

(3) オイカワ屈折角度

図-4(a)にオイカワの屈折角度 $|\theta_z|$ の頻度分布を示す。比較的低い値に頻度が高く、高値方向に裾を持つ形状を示している。オイカワは式(1), (2)において L_z/B_z を $|\theta_z|$ に置き換えて求めたガンマ分布を曲線で示した。オイカワの屈折角度 $|\theta_z|$ は、水温の変化に関わらず顕著な変化はみられない。

図-4(b)に水温の変化とオイカワの屈折角度の最頻値 $|\hat{\theta}_z|$ との関係を示すと共に、両者の関係を最小二乗法で求めて直線で示した。水温の変化に関わらず、オイカワの屈折角度 $|\hat{\theta}_z|$ は約 45° で安定した値をとっている。このことから、水温の変化はオイカワの遊泳特性における屈折角度に影響を与えないことが判明した。

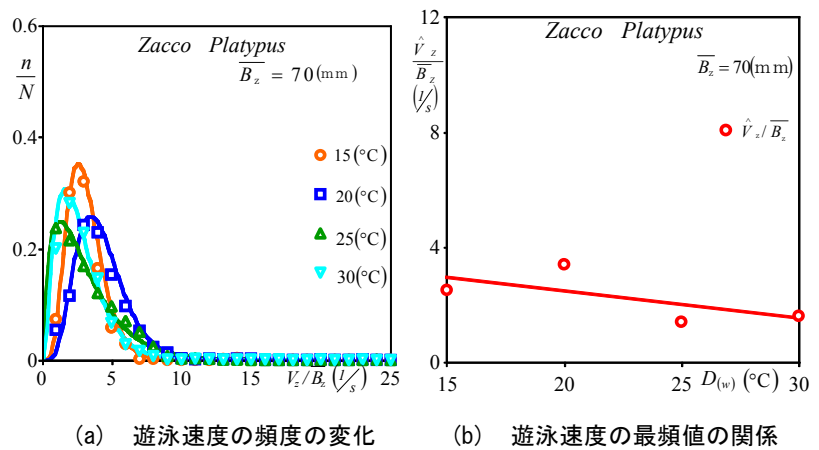


図-3 オイカワの温度変化に伴う遊泳速度の変化

4. おわりに

本研究は、静止流体中において水温を系統的に変化させ、オイカワの遊泳特性を解明したものである。本研究より得られた知見は以下の通りである。

- (1) 水温が増加するに伴い、遊泳距離と総遊泳距離はともに減少している。これにより、オイカワの遊泳活動量は顕著に減少することが解明された。
- (2) 水温の増加に伴い、オイカワの遊泳速度は減少している。これは、オイカワの生息に適した水温の $15\sim 20^\circ\text{C}$ を超えたため遊泳行動が緩慢になったためと考えられる。

- (3) 水温の変化は、オイカワの屈折角度に影響を与えず、静止流体中で屈折角度の最頻値は約 45° 付近であることが判明した。

参考文献

- 1) 中野秀章：森林水文学，共立出版，1976.

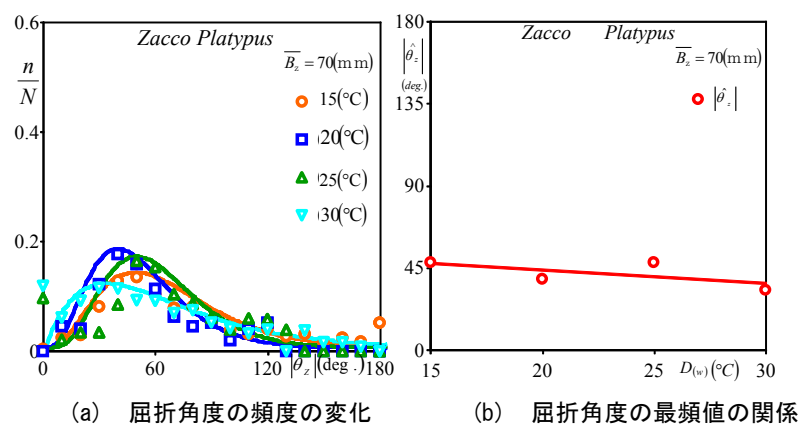


図-4 オイカワの温度変化に伴う屈折角度の変化