

側壁および底面の色がニホンウナギの遊泳特性に及ぼす影響

九州工業大学工学部 学生会員

○河野純祈

九州工業大学大学院 正会員

鬼束幸樹

1. はじめに

近年、魚類の行動を制御する方法として視覚等の感覚を利用する手法があり、それについて多くの研究がされている。関谷ら¹⁾は底面の色が白色と黒色とが隣接する水路では、アユが白色領域を忌避することを解明した。鬼束ら²⁾は杭水制の密度および明度を変化させ、ニホンウナギの杭水制の利用率を向上させる条件を検討した。その結果、杭水制の間隔が狭く明度が低いときにウナギの杭水制の利用率が向上することを解明した。一方、側壁および底面の色がニホンウナギの遊泳特性に及ぼす影響について解明した研究は少ない。本研究では側壁および底面の色を色の三属性の要素である色相、彩度および明度で系統的に変化させ、ニホンウナギの遊泳特性に及ぼす影響について検討した。

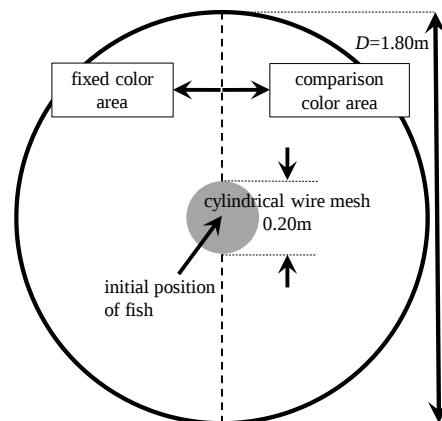


図-1 実験に用いた装置

2. 実験装置および実験条件

表-1 実験条件

value	N 1/0-N 2/0	N 1/0-N 4/0	N 1/0-N 6/0	N 1/0-N 8/0	N 1/0-N 9/0
chroma	10B 5/1-10B 5/3	10B 5/1-10B 5/6	10B 5/1-10B 5/9	10B 5/1-10B 5/12	
hue	5B 6/8-5Y 6/8	5B 6/8-5P 6/8	5B 6/8-5R 6/8	5B 6/8-5G 6/8	

図-1 に実験に用いた実験装置の概要を示す。実験には、内径 $D=1.80\text{m}$ 、高さ 0.30m の円形プールを用いた。また、水深を $h=0.10\text{m}$ とし、カルキを抜いた 20°C の水道水を利用した。

表-1 に実験条件を示す。色は日本工業規格 JIS-Z-8721 による明度、彩度、色相の三属性を尺度化した表記方法に基づき記している。例えば、黒を意味する N 1/0 は色相が N、明度が 1、彩度が 0 を意味する。円形プールを線対称に fixed color area および comparison color area に分割し、明度に対する実験では fixed color area の底面および側壁の明度を N 1/0 とし、comparison color area の底面および側壁の明度を N 2/0, N 4/0, N 6/0, N 8/0, N 9/0 に変化させた。彩度に対する実験では 10B の青を用い、fixed color area の底面および側壁の彩度を 10B 5/1 とし、comparison color area の底面および側壁の彩度を 10B 5/3, 10B 5/6, 10B 5/9, 10B 5/12 に変化させた。色相に対する実験では fixed color area の底面および側壁の色相を 5B 6/8(青)とし、comparison color area の底面および側壁の色相を 5Y 6/8(黄), 5P 6/8(紫), 5R 6/8(赤), 5G 6/8(緑)に変化させた。内径 0.20m 、高さ 0.20m の円筒形金網をプール中心に設置し、その中にニホンウナギを 1 尾挿入する。実験に用いたニホンウナギの平均全長は $\bar{B}_L=200\text{mm}$ である。馴致後に円筒形金網を取り除くと同時に、プール上方に設置した画素数 1440×1080 のビデオカメラを用いて撮影速度 30fps で 1 分間撮影した。上記の実験を各ケースで 10 回行い、動画を 1s 刻みに分割した画像をもとにニホンウナギの遊泳位置を解析した。

3. 実験結果および考察

(1) ニホンウナギの軌跡

図-2(a)~(c)に N 1/0-N 9/0, 10B 5/1-10B 5/12, 5B 6/8-5Y 6/8 の遊泳軌跡の例を示す。図-2(a), (b)は comparison color area の明度および彩度が最大のケースにおける 1 尾の例である。また、図-2(c)は、色相の実験ケースの 1 尾の例である。図-2(a)より、N 1/0-N 9/0 のケースにおいてニホンウナギが comparison color area を避けるような傾向が顕著に表れていることが分かる。一方、図-2(b), (c)より、10B 5/1-10B 5/12 および 5B 6/8-5Y 6/8 のケースにおいてニホンウナギが comparison color area を避けるような傾向がほとんど見られなかった。このことから、明度がニホンウナギの遊泳に影響を及ぼすと考えられる。

(2) ニホンウナギの後退率

fixed color area と comparison color area の境界をいずれかの方向からニホンウナギの頭が越えた回数を移動回数 N_m とする。また、移動した個体の中で 2s 以内にニホンウナギの頭が、境界を越える前の領域に引き返した状態を後退と定義する。fixed color area に後退した回数を後退回数 N_b とし、後退回数 N_b を移動

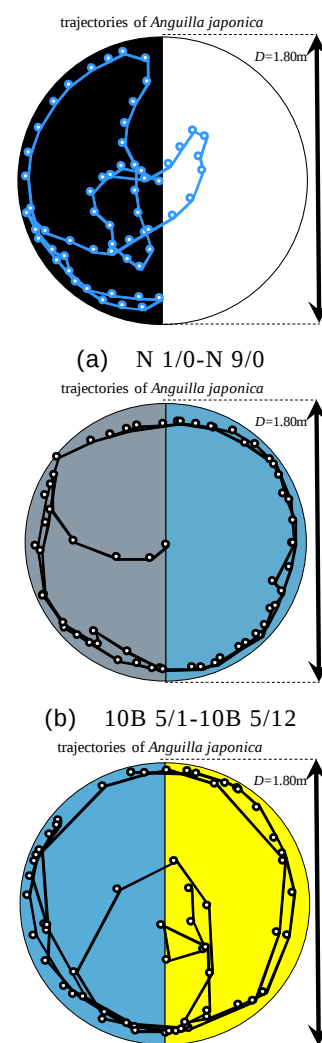
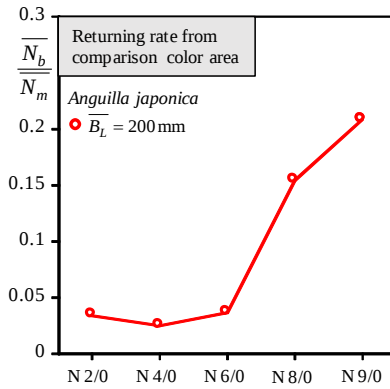
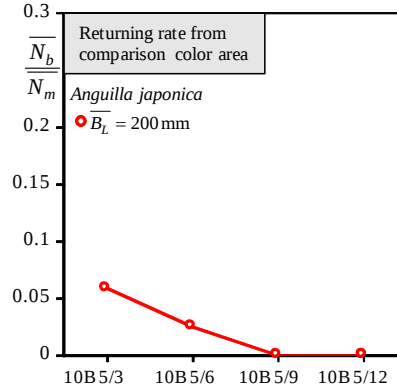
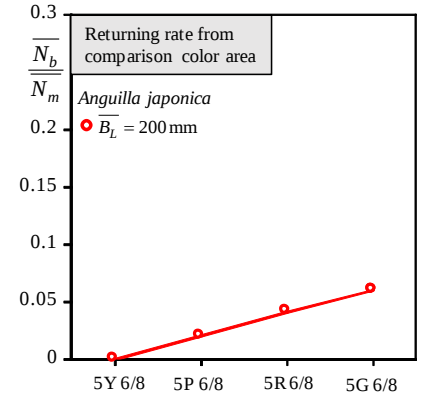


図-2 遊泳軌跡の例

図-3 明度と後退率 $\frac{N_b}{N_m}$ との関係図-4 彩度と後退率 $\frac{N_b}{N_m}$ との関係図-5 色相と後退率 $\frac{N_b}{N_m}$ との関係

回数 N_m で除した値を後退率 $\frac{N_b}{N_m}$ とする. 図-3~5 に明度, 彩度および色相とニホンウナギの後退率 $\frac{N_b}{N_m}$ との関係を示す. 図-3 より, comparison color area の明度の増加に伴いニホンウナギの後退率 $\frac{N_b}{N_m}$ は増加していることが分かる. このことから, ニホンウナギは明度の高いエリアを避ける傾向があると考えられる. 一方, 図-4 より, ニホンウナギの後退率 $\frac{N_b}{N_m}$ は最大でも 10B 5/1-10B 5/3 で 0.06 と低い値を示しており, 10B 5/1-10B 5/9 および 10B 5/1-10B 5/12 のケースでは 0 の値を示しているため, comparison color area の彩度の変化に伴う顕著な傾向は見られないと判断される. また, 図-5 より, ニホンウナギの後退率 $\frac{N_b}{N_m}$ は comparison color area のどの色相においても 0~0.06 と低い値を示しており, comparison color area の色相の変化に伴う顕著な傾向は見られなかった.

(3) ニホンウナギの fixed color area 遊泳時間割合

fixed color area の遊泳時間を T_f , ニホンウナギの総遊泳時間を T_a とし, T_f を T_a で除した値を fixed color area 遊泳時間割合 $\frac{T_f}{T_a}$ とする. 図-6~8 に明度, 彩度および色相とニホンウナギの fixed color area 遊泳時間割合 $\frac{T_f}{T_a}$ との関係を示す. 図-6 より, comparison color area の明度の増加に伴いニホンウナギの fixed color area 遊泳時間割合 $\frac{T_f}{T_a}$ は増加していることが分かる. このことから, 図-3 において明度の高いエリアをニホンウナギが避けるため, 明度の低いエリアを遊泳する時間が増加する傾向があると考えられる. 一方, 図-7 より, ニホンウナギの fixed color area 遊泳時間割合 $\frac{T_f}{T_a}$ は comparison color area の彩度の増加に伴う顕著な傾向は見られなかった. また, 図-8 より, ニホンウナギの fixed color area 遊泳時間割合 $\frac{T_f}{T_a}$ は約 0.4~0.6 の値で 0.5 付近の一定の値を示しており, comparison color area の色相の変化に伴う顕著な傾向は見られなかった.

4. おわりに

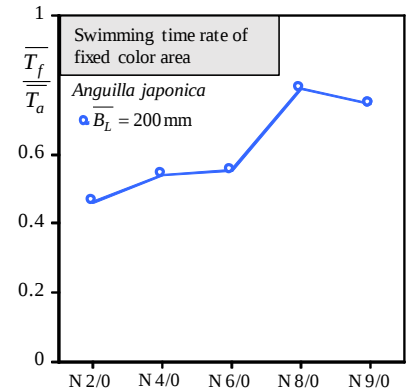
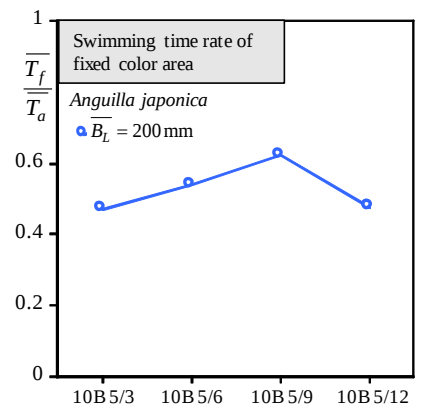
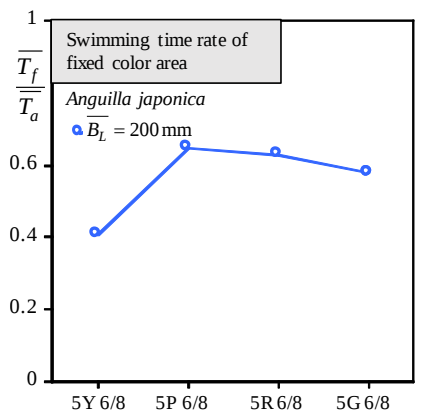
本研究では底面および側壁の色を色の三属性の要素である色相, 彩度および明度で系統的に変化させ, ニホンウナギの遊泳特性に及ぼす影響について検討した. その結果, 以下の知見が得られた.

- (1) 明度の増加に伴いニホンウナギの後退率が増加する傾向があり, ニホンウナギが明度の高いエリアを避けるため, 明度の低いエリアの遊泳時間が増加する.
- (2) 彩度の増加および色相の変化に伴うニホンウナギの後退率および遊泳時間割合は顕著な傾向が見られなかった.

謝辞: 本研究を遂行するにあたり実験魚を無償提供していただいた株式会社丸翔に感謝の意を表する.

参考文献

- 1) 関谷明, 下村充, 坂本裕嗣, 甲田篤史, 福井吉孝: アユの行動特性と迷入防止について, 水工学論文集, 第 46 巻, pp.1133-1138, 2002.
- 2) 鬼束幸樹, 窄友哉, 富澤太一, 宮川智行, 田島怜太: 杭水制の密度および明度を利用したウナギの誘導手法, 河川技術論文集, 第 27 巻, pp.271-276, 2021.

図-6 明度と fixed color area 遊泳時間割合 $\frac{T_f}{T_a}$ との関係図-7 彩度と fixed color area 遊泳時間割合 $\frac{T_f}{T_a}$ との関係図-8 色相と fixed color area 遊泳時間割合 $\frac{T_f}{T_a}$ との関係