

ニホンウナギの常駐に適した円筒材質および幾何学形状

九州工業大学工学部 学生会員

○高丸幹

九州工業大学大学院 正会員

鬼束幸樹

1. はじめに

近年、魚類の生息・避難場所を確保することを目的に魚巣ブロックが注目されており、魚巣ブロックについて多くの研究が行われている。成田ら<sup>1)</sup>は竹筒、コンクリート管、塩化ビニル管、陶管の異なる4種類の素材の筒を配置した実験では、ナマズ *Silurus asotus* は竹筒に最も潜入することを解明した。三好<sup>2)</sup>は生簀内の環境を、木蓋をしたもの、内径6.5cmの孟宗竹3本を一束にして入れたもの、さらに上記孟宗竹を入れてビニル暗幕で生簀の周囲を底面以外覆ったものの3通りで変化させた実験では、シラス期のニホンウナギ *Anguilla japonica* は、上記孟宗竹を入れた生簀の斃死率と共食い率が減少することを解明した。一方、クロコから黄ウナギ期のニホンウナギを対象とした魚巣ブロックの研究は少ない。本研究では中空円筒形の材質、内径、明度、色相がニホンウナギの行動特性に与える影響を検討した。

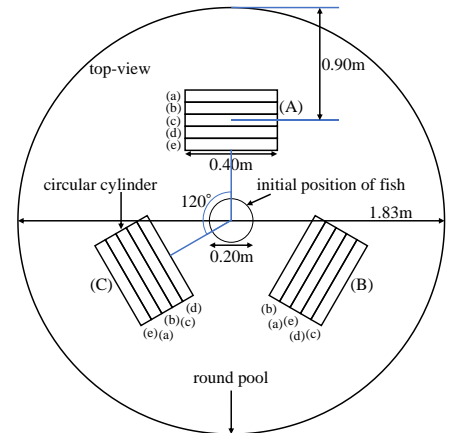


図-1 実験装置の概要

2. 実験装置および実験条件

本実験では、中空円筒形の材質、内径、明度、色相を変化させる実験を行った。いずれの実験においても、図-1に示した直径1.83m、高さ0.38m、底面が白色、壁面が青色の円形プールを用いた。表-1に各実験の実験条件を示す。中空円筒形を5本平行に、隙間なく並べたものを1セットとした。円形プールの中心から120°ずつ、側壁から0.90mの位置に各セットの中心を配置し、それぞれのセットを12時の方向から時計回りに(A), (B), (C)とした。実験を行う際に中空円筒形の場所による相違を解明し、その影響をなくすために(A)の中空円筒形を側壁から(a), (b), (c), (d), (e), (B)は(c), (d), (e), (a), (b), (C)は(e), (a), (b), (c), (d)とし、配置した。

表-1 実験条件

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
name of material	bamboo	PVC	concrete	aluminium	acrylic
inside diameter(mm)	25	30	40	50	65
value	N 1/0	N 3/0	N 5/0	N 7/0	N 9/0
hue	5R 5/5	5Y 5/5	5G 5/5	5B 5/5	5P 5/5

本実験ではシラスウナギの段階で捕獲され、その後蓄養されたクロコ期から黄ウナギ期に相当する、平均全長 $\bar{l}_t=300\pm 20\text{mm}$ の養殖ニホンウナギを用い、畜養水温を20°Cに設定した。以後ニホンウナギをウナギと呼称する。また、ウナギは自身の全長より長い中空円筒形を好んで選択する<sup>3)</sup>ため、中空円筒形の長さはいずれも0.40mとした。各実験の実験時間は1時間とし、それぞれ10回行った。

(1) 中空円筒形における材質の選好実験

本実験に用いた中空円筒形の材質は(a)竹筒(bamboo), (b)塩化ビニル筒(PVC), (c)コンクリート筒(concrete), (d)アルミニウム筒(aluminium), (e)アクリル筒(acrylic)の5種類であり、図-1に示した実験装置に配置し、実験を行った。内径は全て45mmである。内径を45mmとした理由は採取した竹筒の内径に合わせたためである。

円形プールの中央に直径0.20m、高さ0.20mの円筒形金網を設置し、ウナギ5尾を入れ、1分間馴致させた後に金網を取り除いた。実験終了時に各中空円筒形に潜入しているウナギの尾数をカウントした。以降の実験においても上記の手順で行う。

(2) 中空円筒形における内径の選好実験

本実験に用いた中空円筒形の内径は(a)25, (b)30, (c)40, (d)50, (e)65mmの5種類であり、図-1に示した実験装置に配置し、実験を行った。材質は3(1)に記述するが、ウナギの常駐に最も適した材質は塩化ビニルおよびコンクリートであるため、塩化ビニル筒とした。

(3) 中空円筒形における色の選好実験

明度と色相の2種類実験を行った。実験ケース名に色相、明度、彩度を尺度化した日本工業規格 JIS-Z-8721の記載法を採用した。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を意味し、ケース名のハイフン前半が固定色、後半が変化色である。また、黒とグレーの中間色を黒グレー、グレーと白の中間色を白グレーと命名した。

明度の実験は、(a)黒(N 1/0), (b)黒グレー(N 3/0), (c)グレー(N 5/0), (d)白グレー(N 7/0), (e)白(N 9/0)の5種類、色相の実験は、(a)赤(5R 5/5), (b)黄(5Y 5/5), (c)緑(5G 5/5), (d)青(5B 5/5), (e)紫(5P 5/5)の5種類であり、図-1に示した実験装置に配置し、実験を行った。材質は2(2)同様塩化ビニル筒を用い、内径は3(2)に記述するが、ウナギの常駐に最も適した内径は30mmであるため、30mmとした。

3. 実験結果および考察

(1) 中空円筒形における材質の選好実験

2(1), (2), (3)の全実験を通して、すべてのウナギにおいてウナギの全長の8割が各中空円筒形内に存在し、それ以外の状態のウナギは確認されなかった。また、実験終了時に、ウナギの全長の8割が各中空円筒形内に存在するデータ数  $n$  を実験尾数  $N$  で除した値を滞在率  $n/N$  とした。

図-2 に中空円筒形における材質の選好実験の滞在率  $n/N$  の実験結果を示す。塩化ビニル筒およびコンクリート筒で最も高い滞在率を示し、竹筒、アルミニウム筒、アクリル筒の順で低下している。よって、ウナギの常駐に最も適した材質は塩化ビニル筒およびコンクリート筒である。夜行性のウナギは暗い環境を好むため、中空円筒形内の明るさが滞在率に強い影響を与えると考えられる。アクリル筒は透明で中空円筒形内に光が差し込むため、内部が明るくなり、アルミニウム筒は中空円筒形の開口部に差し込む光が内部に反射するため、中空円筒形内が明るくなる。よって、アクリル筒とアルミニウム筒の滞在率は低い値を示したと考えられる。

(2) 中空円筒形における内径の選好実験

図-3 に中空円筒形における内径の選好実験の滞在率  $n/N$  の実験結果を示す。内径が30mmで最も高い滞在率を示し、25, 40, 50, 65mmの順で低下している。よって、ウナギの常駐に最も適した内径は30mmである。本実験に用いたウナギの体高は12~14mmであり、ウナギは自身の体高の2倍程度の内径を選好する知見が得られた。

(3) 中空円筒形における色の選好実験

図-4 に中空円筒形における色の選好実験の滞在率  $n/N$  の実験結果を(a)明度、(b)色相でそれぞれ示す。明度の実験では黒(N 1/0)で最も高い滞在率を示し、黒グレー(N 3/0)、グレー(N 5/0)、白グレー(N 7/0)、白(N 9/0)の順で低下している。よって、ウナギの常駐に最も適した明度は黒(N 1/0)である。以上より、ウナギは明度の低い中空円筒形を選好し、明度の高い中空円筒形を忌避する傾向が見られる。このような結果となった理由として、3(1)の考察と同様に夜行性のウナギは暗い環境を好むため、光を反射しにくいより明度の低い中空円筒形を選好したと考えられる。色相の実験では赤(5R 5/5)および紫(5P 5/5)で最も高い滞在率を示し、黄(5Y 5/5)・青(5B 5/5)、緑(5G 5/5)の順で低下している。よって、ウナギの常駐に最も適した色相は赤(5R 5/5)および紫(5P 5/5)である。以上より、赤(5R 5/5)から紫(5P 5/5)の間の色相を選好する知見が得られた。

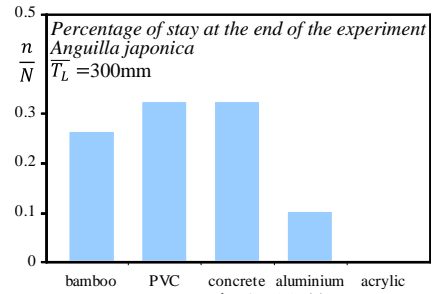


図-2 滞在率(材質)

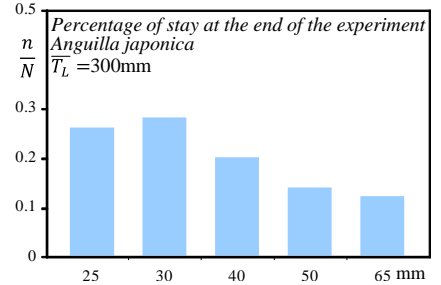
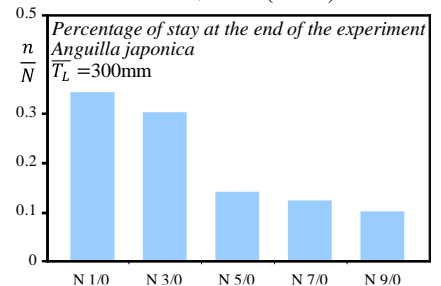
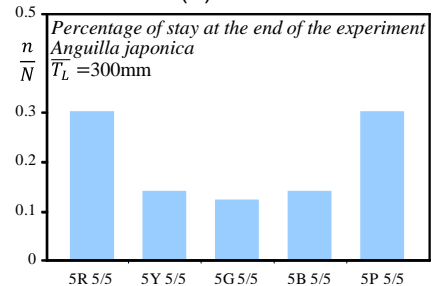


図-3 滞在率(内径)



(a)明度



(b)色相

図-4 滞在率(色)

4. おわりに

本研究では中空円筒形の材質、内径、明度、色相がウナギの行動特性に与える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)中空円筒形における材質の選好実験の滞在率は塩化ビニルおよびコンクリートで最も高く、竹、アルミニウム、アクリルの順で低下した。以上より、ウナギの常駐に最も適した材質は塩化ビニルおよびコンクリートである。
- (2)中空円筒形における内径の選好実験の滞在率は内径30mmで最も高く、25, 40, 50, 65mmの順で低下した。以上より、ウナギの常駐に最も適した内径は30mmである。
- (3)中空円筒形における色の選好実験の明度における滞在率は、最も明度の低い黒で最も滞在率が高く、明度が減少するに伴い低下した。以上より、ウナギの常駐に最も適した明度は黒である。
- (4)中空円筒形における色の選好実験の色相における滞在率は赤および紫で最も高く、黄・青、緑の順で低下した。以上より、ウナギの常駐に最も適した色相は赤から紫の間の色である。

謝辞：本研究を行う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。

参考文献

- 1) 成田義昭, 浅利修一, 竹内勝美, 松本邦彦, 丸山為蔵, 石田力三：魚巢ブロックの素材が日本産ナマズ *Silurus (parasilurus) asotus* の行動に与える影響, 水産工学, Vol.37, No.1, pp.55-62, 2000.
- 2) 三好勝：魚巢がウナギの飼育成績に与える影響, 水産増殖, Vol.23, No.4, pp.168-172, 1976.
- 3) 朝倉孝志, 熊谷俊介, 後藤寛史, 赤川泉：静岡県の小河川下流部で採取された黄ウナギ期のニホンウナギは、どのような筒を選択するのか?, Vol.9, No.3, pp.35-41, 2012.