

チチブの貧酸素水塊への耐性および忌避行動について

徳島大学工学部（学）○岩見和樹 徳島大学大学院（正）上月康則 徳島大学大学院（学）平川倫
五洋建設（株）（正）竹山佳奈 日本海工（株）（正）宮本一之 徳島大学大学院（学）松重摩耶
徳島大学大学院（学）西上広貴 五洋建設（株）（正）岩本裕之 徳島大学大学院（正）山中亮一

1. はじめに

大阪湾湾奥にある尼崎運河では、底層での貧酸素化が常態化しており、チチブなどの底生魚が多数、表層を回遊する姿が見受けられた。環境基準に底層 DO が新たに加えられたこともあり、DO 値をどの程度に維持するべきであるか、各水域で課題になると思われる。そこで、本研究では、ハゼ科チチブ（写真 1）を運河での底生魚の代表的な魚種として、当種の貧酸素耐性や忌避行動について実験することとした。



写真 1 ハゼ科チチブ

2. 実験方法

実験は、貧酸素耐性実験 A と円柱水槽を用いた貧酸素忌避実験 B を実施した。【実験 A】大型広口 T 型瓶（Φ11cm，高さ 26cm，容量 3L）に貧酸素化しやすい夏季の底層水を想定して水温 25℃，塩分 25psu の人工海水を注ぎ、窒素曝気を用いて DO を 0，0.25，0.5，0.75，1.0，1.5，2.0mg/L とそれぞれ一定範囲に維持した試験系を用意した。後に側面に直径 1cm 程度の穴をあけた小型広口 T 型瓶（Φ6cm，高さ 9cm，容量 300mL）にチチブ（ $5.53 \pm 1.8\text{cm}$ ， $2.03 \pm 2.6\text{g}$ ）を一尾ずつ投入し、大型広口 T 型瓶に入れた（図 1）。ここでは、一分間の呼吸数、死亡までの時間を計測した。【実験 B】円形水槽（Φ12cm，高さ 145cm）に尼崎運河での夏季の酸素、塩分勾配（上層：塩分 15psu，水温 25℃，DO6mg/L，底層：塩分 21psu，水温 25℃，DO0~4mg/L）を再現し実験を行った。まず、上層水となる海水を底面から 75cm まで注ぎ、後に底層水となる海水を底面にチューブを降ろし、慎重に注ぎ込み、水面が 135cm となるように実験系を作成した。対象系は、DO を 4.0~6.0mg/L としたことを除いて、試験系と同様の条件にした。ここに 1 尾のチチブ（ $4.53 \pm 1.2\text{cm}$ ， $1.06 \pm 1.0\text{g}$ ）を実験系ごとに入れ、試験系 12 回、対象系 3 回行った。なお、チチブは汽水域の石の下や窪みに生息する底生魚であることから、円柱水槽の底層部には Φ2cm，長さ 5cm の塩化ビニル製のパイプを 5 本置いた（図 2）。実験開始後 23~24 時間中の 1 秒ごとの行動観察を行い、鉛直方向でのチチブの滞在時間を記録した。

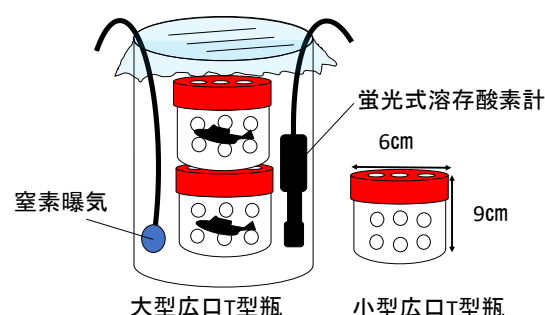


図 1 貧酸素耐性実験（実験 A）

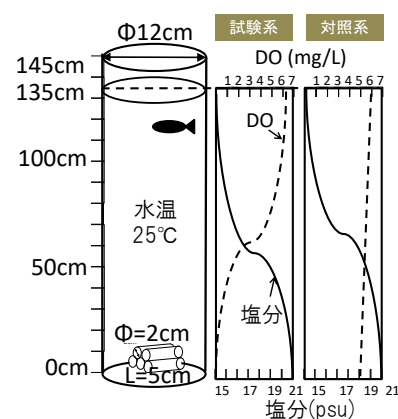


図 2 忌避行動実験（実験 B）

3. 結果と考察

3.1 貧酸素耐性実験【実験 A】

DO4.0mg/L や 6.0mg/L での 30 分間の平均呼吸数は約 65 回/分で、穏やかにエラを動かしていた。しかし、DO が 3.0mg/L，2.0mg/L に低下すると呼吸数は 104，114 回/分と増加し、エラを小刻みに動かすといった異常行動

を示した。さらに DO を 1.0mg/L, 0.5mg/L, 0.0mg/L と低下させると、呼吸数は逆に 104, 65, 50 回と減少した。特に DO0.5mg/L 以下になると、エラを大きく動かすといった異常行動を示した(図 3)。また、チチブの 1h-LC₅₀ (1 時間の曝露時間における 50%の個体が致死する DO) は 0.35mg/L であった(図 4)。表 1 の魚種と比較した結果、チチブは比較的貧酸素耐性の高い魚種であることが示唆された。

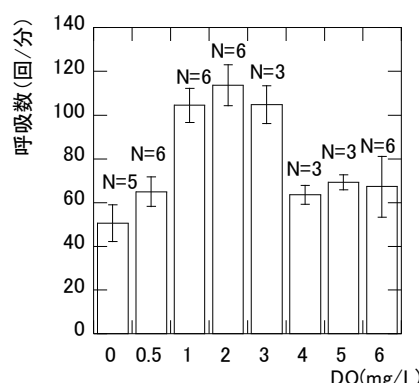


図 3 各 DO での曝露開始時 30 分間の平均呼吸数

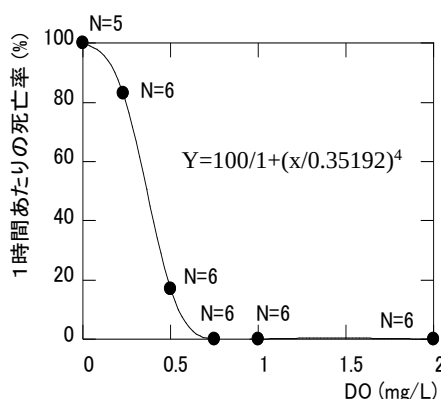


図 4 各 DO での死亡率

表 1 魚種別の 1hr-LC₅₀(¹)

魚種	1hr-LC ₅₀ (mg/L)
ウナギ	0.61
ヒラメ	0.83
スズキ	0.97
マコガレイ	0.97
トラフグ	1.01
ホシガレイ	1.01
シロギス	1.06
マダイ	1.06
シロメバル	1.37

3.2 忌避行動実験【実験 B】

実験 A の結果を踏まえ、試験系の DO の値を基に実験系を 6 区間に分けた(表 2)。1 時間あたりの死亡率が高い DO0.5mg/L 以下を区間 1, 1 時間あたりに死亡する可能性があり、異常行動を示す DO1.0mg/L 以下を区間 2, 呼吸数が最も増える DO2.0mg/L 以下を区間 3, 呼吸数の増加が見られる DO3.0mg/L 以下を区間 4, 呼吸数の増加が見られ始める DO4.0mg/L 以下を区間 5, 異常行動を示さない正常な状態である DO4.0mg/L 以上を区間 6 とした。対照系と試験系で、区間ごとの滞在時間の割合を出したものが図 5 となる。対照系と比べて、滞在時間が大幅に減った区間は 1, 2, 3 であり, DO は 2.0mg/L 以下である。滞在時間が増えた区間は 4, 5, 6 であり, DO が 2.0mg/L 以上である。以上のことからチチブの貧酸素を忌避する濃度は 2.0~3.0mg/L と推測できる。今回、実験系が狭いため、チチブが同じところにとどまらず、壁に沿って上昇と下降を繰り返す様子が見られた。しかし、本実験では貧酸素を忌避する濃度を見るため、実験結果に影響はないと考える。実験 A の結果から、2.0mg/L 程度であれば生存可能であるといえるが、実験 B の結果からでは、2.0mg/L に達する前に忌避していることがわかった。

4. おわりに

貧酸素耐性実験と忌避行動実験の結果から、チチブの一時間あたりの死亡率が 50%となる DO は 0.35mg/L, 貧酸素を忌避する濃度が 2.0mg/L, 異常行動を示さない濃度は 4.0mg/L であることがわかった。

参考文献

- 1) 中央環境審議会 (2012) 水生生物の保全に係る水質環境基準の類型指定について (第 6 次答申)
- 2) 丸茂ら (2012) 海生研研報 第 15 号 貧酸素水塊の形成および貧酸素の生物影響に関する文献調査

表 2 区間ごとの底面からの高さ DO (mg/L)

区間	底面からの高さ(cm)	DO (mg/L)	
		実験系	対照系
1	0~15	0~0.5	4.0~6.0
2	15~40	0.5~1.0	
3	40~55	1.0~2.0	
4	55~65	2.0~3.0	
5	65~80	3.0~4.0	
6	70~135	4.0~	

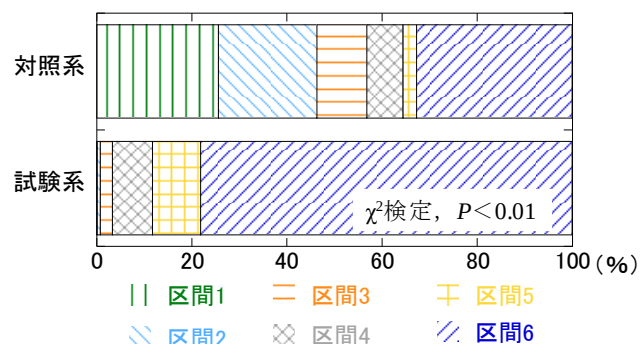


図 5 各区間での滞在時間の割合