

貧酸素と無酸素環境中でのチチブの行動変化について

徳島大学工学部（学）○橋上和生 徳島大学環境防災研究センター（正）上月康則
徳島大学大学院（学） 田辺尚暉 徳島大学大学院（学）岩見和樹
徳島大学大学院（学） 平川倫 徳島大学環境防災研究センター（正）山中亮一

1. はじめに

大阪湾湾奥にある尼崎運河は護岸を鋼矢板で囲まれ、その水環境は慢性的に貧酸素化している。またときには水中の大半で無酸素化が生じ、魚類の大量死が見られるように生物の生息場として運河は過酷な環境にあると言える。これに対し、筆者らはそれらの影響を緩和させることを目的に、水中の表層部に構造物を設けることを考え、運河内で優占するハゼ科チチブを対象とした実験を行い、構造物の設置方法などについて考察を行った。具体的には、酸素環境の異なる条件下で水槽実験を行い、チチブの構造物の利用の仕方を観察した。なおここでは、チチブが忌避する DO 濃度¹⁾ (1.0mg/L 以下) 以下を「無酸素」と称し、実験を行った。

2. 実験方法

チチブはハゼ科の底生魚であり、日本各地の汽水域に生息している。また、河床の転石や投棄物などの周辺を好んで生活場にし、攻撃性が高く、これらの隙間などを占有する傾向がある。食性は雑食性で藻類や小型の魚類などを食す。最小成熟個体長は雌 2.7cm、雄 3.0cm で、満一年で平均 4cm となる²⁾³⁾。

実験には不透明の円筒水槽(φ 60cm)を用い、この中に構造物を置いた。構造物は直径 40cm の円形で、放射状に高さ 2cm の仕切り板を置き、16 個の空隙を設けた(図 1)。実験は、構造物を水面付近(水面下 3cm)と水槽底面のそれぞれに置き、酸素環境を全層に酸素のある系 A (DO7.5~8.5mg/L)、底層貧酸素の系 B、全層無酸素の系 C (DO1.0mg/L 以下)(図 2)の 3 種類、計 6 種類の条件下で行った(図 3)。ここに尼崎運河で採集したチチブを 16 尾(体長 5.03±1.31cm、体重 3.77±2.53g)入れ、デジタルカメラで円盤周辺のチチブを撮影した。実際には、水槽内でチチブを 12 時間馴致した後に 1 時間撮影し、映されたチチブの位置を 1 秒間隔で計 3600 回観察した。結果は、構造物内の空隙にいた個体の数(以下、空隙内個体数)、構造物の天板上にいた個体の数(以下、天板個体数)、それらの合計個体数を構造物の利用個体数とした。各条件での繰り返し実験回数は 6 回とした。

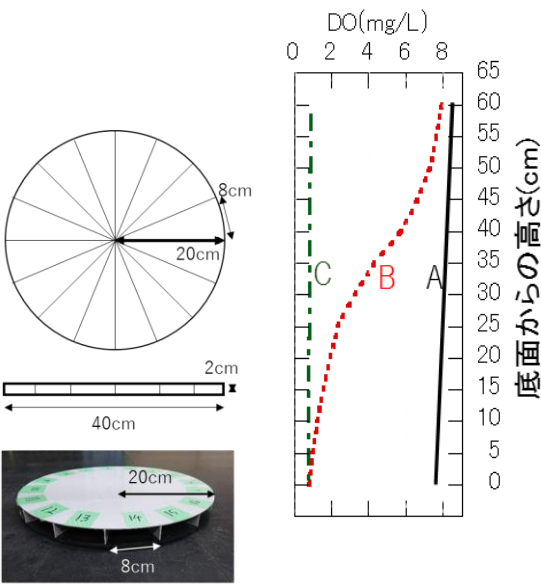


図 1 使用した構造物

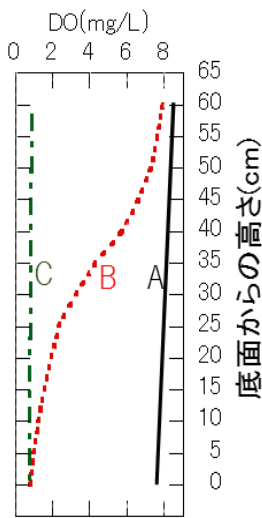


図 2 底層貧酸素化の酸素勾配

		酸素環境		
		全層酸素あり	底層のみ貧酸素化	全層無酸素化
構造物の位置	水面付近(水面下3cm)	実験As	実験Bs	実験Cs
	底層(水槽底面)	実験Ab	実験Bb	実験Cb

図 3 酸素環境と構造物の設置位置

3. 結果と考察

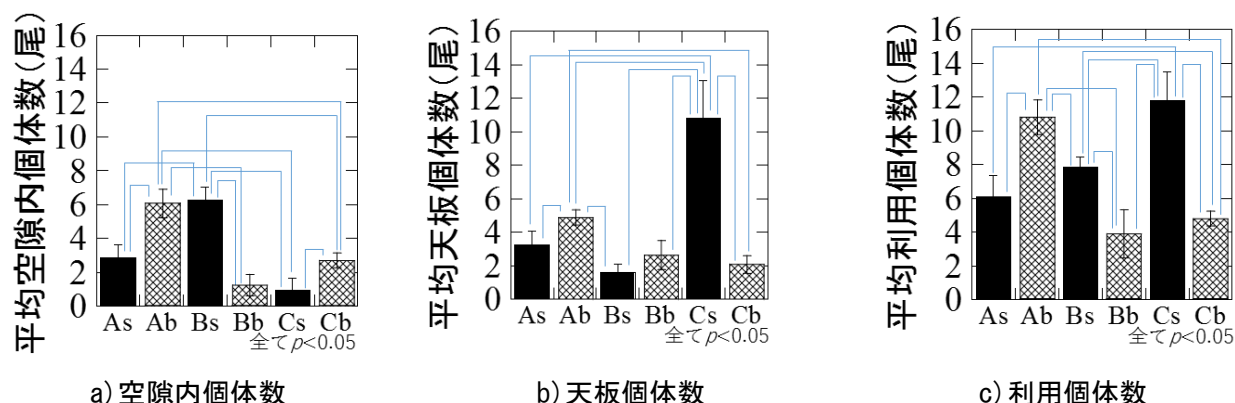


図4 実験条件ごとの個体数の比較

各実験で確認された平均個体数を図4にまとめた。

図4cより構造物を水面付近においた系(As)との利用個体数を比較すると、Abの方が多く、転石などの隙間を住处とする底生魚のチチブの基本的な性質を表した結果であった。一方、底層を貧酸素化させた実験Bでは、底層から多くのチチブが忌避し、水面付近の個体数(Bs)の系の方が底面の系(Bb)よりも利用個体数は多くなり、個体数の傾向は逆転した。また、無酸素化させた実験Cでも、CsではCbに比較して利用個体数は多く、酸素不足となる環境では底面にある構造物を利用しなくなることが示された。さらに、図4aよりBsでの空隙内の個体数は、酸素が十分にある環境中で底面に置いた構造物の空隙内の個体数(Ab)と同程度であり、底層が貧酸素化した場合には、水面付近にある構造物の空隙が選好されることがわかった。



写真1 浮遊物上で鼻上げ行動を示すチチブ

無酸素化させた環境中で構造物を水面に置くと(Cs), 構造物の利用個体数はAbと同程度となった(Steel-Dwass, NS). ただし、実験Csでの空隙内個体数と天板個体数とを比較すると、後者の個体数は著しく多くなる点にも特徴がみられた(Mann-Whitney Utest, $p < 0.05$). また酸素が十分にある環境(Ab)では天板上でチチブの個体同士で攻撃行動が見られたが、より個体数密度が高くなったCsでは、攻撃行動はほとんど見られなくなった。大半の個体は、構造物の天板にヒレをつけて鼻先を持ち上げ、水面付近のわずかな酸素を求めるような行動が観察された。同様の行動は、実際の尼崎運河で全層が無酸素化したとき(2018.9.15)に、浮遊するゴミや死亡した魚の上に乗ったチチブでも見られた(写真1)ことから、こういった水面付近に床を持つ構造物を設けることは、酸素不足という環境悪化の影響を緩和させる効果があると考えられる。

4. おわりに

底層が貧酸素、無酸素化する環境では、水面付近の構造物はその影響を緩和する効果のあることがわかった。底層のみが貧酸素化する環境では、水面付近の構造物の空隙を選好し、全層にわたって無酸素化すると、構造物の天板が避難場所として作用していることが示された。

謝辞：本研究を行うにあたって、兵庫県阪神南県民センター、徳島大学大学院水圏教育研究センター 齋藤稔氏に、ご支援頂いたことをここに記し、深く感謝申し上げます。本研究はJSPS 科研費 17K01921の助成を受けた。

参考文献

- 1) 上月康則, 平川倫, 竹山佳奈, 松重摩耶, 西上広貴, 岩見和樹, 山中亮一, 宮本一之: 酸素・塩分勾配水槽を用いたチチブの貧酸素応答に関する実験的研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発) Vol73(2), I_839-I_844, 2017
- 2) 宮地傳三郎, 川那部浩哉, 水野信彦: 原色日本淡水魚類図鑑(全改訂新版), pp.346-347, 保育社, 1996
- 3) 阪倉良孝: 魚類の攻撃行動の個体発生に関する研究, 日本水産学会誌 67 巻 4 号, pp.605-609, 2000