

八千代エンジニアリング 正員 〇山本 義男 山口大学工学部 正員 関根 雅彦
 山口大学工学部 正員 浮田 正夫 山口大学工学部 学生員 上浦慎太郎
 東京水産大学 濱田 悦之

1 はじめに

内湾や沿岸域での開発行為に伴う停滞水域の拡大、あるいは陸域からの栄養塩負荷量の増大による貧酸素水塊の発生が懸念されている。数値シミュレーションなどにより貧酸素水塊の発生自体はある程度予測可能となっている。しかし、貧酸素水塊が水産生物に悪影響を与えることは定性的には理解されているものの、魚などの大型水産生物への定量的な影響評価法はほとんど知られていない。魚は貧酸素水塊に対して忌避行動をとる可能性があることも指摘されているが、定量的な情報はほとんどない。

本研究では、室内実験においてマコガレイの環境選好性の定式化を行い、貧酸素がカレイの分布に与える影響を予測することを目的とした。

本研究結果を数値モデルなどによる水質シミュレーション結果と組み合わせることにより、漁業被害の定量予測を可能とすることを最終的な目標としている。

2 実験方法

実験水路を図1に示す。実験水路の周りには、高さ約140cmのフレームを作り、暗幕(遮光性のカーテン)を張った。その内部に照明として7wの白熱電球1個を取り付けた。試験魚は、今年5月頃に刺し網漁により捕獲した体長約30cmのマコガレイ6匹である。水温は20度となるようクーラーを用いて飼育した。実験装置の水温は飼育水槽と等しくなるようクーラーを用いて20±1度に保った。流速はカレイが底魚であることを考慮して1cm/secとした。予備実験より馴致時間は1時間、実験時間は20分間とし、実験には、水槽の中から必要な魚を実験毎に任意に選んで用いた。実験水路にカレイを2匹投入し馴致させた後、左右の水路の環境を種々変化させて、カレイの挙動をビデオ撮影し、カレイの口の位置を基準として、1分毎の存在位置を記録した。貧酸素、水温そして塩分の環境因子をそれぞれ単独に変化させた単一因子実験、これらの環境因子を組み合わせた複合因子実験を行った。

実験結果を用いて単一の環境因子に値する選好強度式の定式化を行い、複合因子実験の結果を用いてDOと水温との因子ウェイト値を求めた。複合した環境因子に対する選好強度の定式化に関する式を以下に示す。

$$\frac{\text{右水路}_{DO \cdot \text{水温}} \text{の存在率}}{\text{左水路}_{DO \cdot \text{水温}} \text{の存在率}} = \frac{(P_{DO \cdot \text{右}})^{W_{DO/W_{max}}} \times (P_{\text{水温} \cdot \text{右}})^{W_{\text{水温}/W_{max}}}}{(P_{DO \cdot \text{左}})^{W_{DO/W_{max}}} \times (P_{\text{水温} \cdot \text{左}})^{W_{\text{水温}/W_{max}}}}$$

ここに P_{DO} 、 $P_{\text{水温}}$ は選好強度式より求めた選好強度、 W_{DO} 、 $W_{\text{水温}}$ は DO、水温因子に対するウェイト、 W_{max} は DO、水温因子に対するウェイトのうち最大値をとるウェイトである。

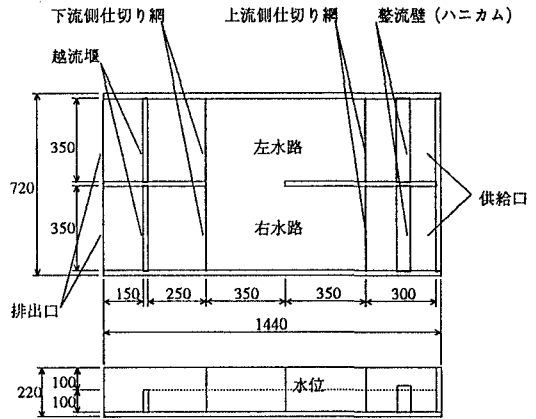


図1 実験水路

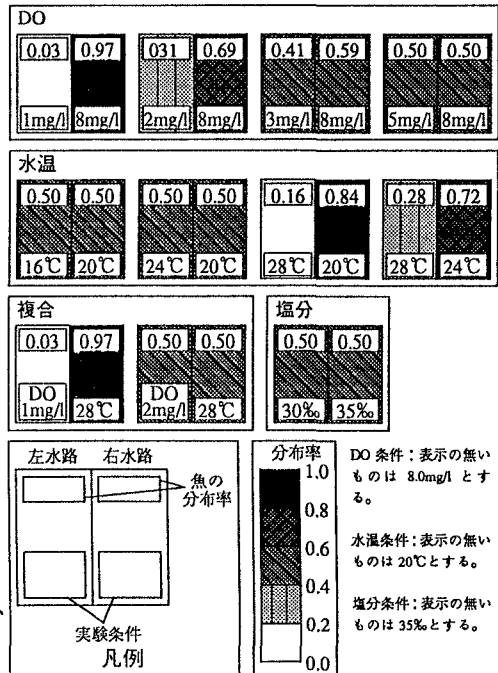


図2 室内実験結果

3 実験結果および考察

選好性実験結果を図2に示す。貧酸素因子実験から DO=2mg/l~3mg/l、水温因子実験から 24 度~28 度の時が忌避行動を起こすか起こさないかの境界であることが確認された。また、塩分因子実験から現地追跡調査時の塩分濃度差ではカレイの選好性に影響がないことが明らかとなった。

単一因子実験における定式化の結果を図3に示す。また、選好強度に対する因子ウエイトは、DO (1mg/l、2mg/l) と水温 (20 度、28 度) を組み合わせた複合環境条件における分布比率より求めた。実験より求めた因子ウエイト値を表1に示す。

4 実験結果を用いた魚の分布予測

室内実験結果より求めた選好強度式とウエイト値を組み込んだモデルを用い、A 湾での追跡調査時¹⁾における湾内のマコガレイの分布予測を行った。ここでは、DO と水温の2条件を考慮した。

追跡調査時の定点での DO、水温および塩分のプロフィールをもとに、湾奥部を14BOXに分割し、各BOXの表層と底層について、それぞれ選好強度を求め、最大選好強度 (DO=8mg/l、水温16℃であるときの選好強度) が1になるように正規化した。

図4より、底層の選好強度が表層に比べて極端に低い。計算結果については上層のものだけを載せた。この結果から調査当時カレイが上層を泳いでいた理由が選好強度によって示された。分布予測計算結果を図5に示す。計算結果から、カレイは上層における選好強度の高い方向に向かって泳いでいることが確認された。

図6はカレイ追跡と同時に測定した水質データにおける選好強度を計算した結果を示す。この計算結果からも、おおむね選好強度の高い方向に向かって泳いでいることがうかがえた。

5 おわりに

室内実験により DO、水温そして塩分と行動の関係を明らかにし、実験結果に合致した環境選好性の定式化を行うことができた。また、求めた選好強度式で、調査結果をある程度説明することができた。よって、生態系モデルと水質予測モデルを組み合わせることにより、カレイについては死亡事故発生を事前に予測できる可能性があることが示唆された。

もちろんこの結果は体長 30cm 以上のカレイにのみ適用されるものであり、他の魚種、あるいはカレイの稚魚などでは異なった環境要因がその行動を支配しているかもしれない。今後、これらの問題についても確認する必要がある。

参考文献

- 1) 上浦慎太郎, 関根雅彦, 浮田正夫, 山本義男: 貧酸素環境下におけるカレイの挙動調査, 土木学会中国支部研究発表会概要集, 1997

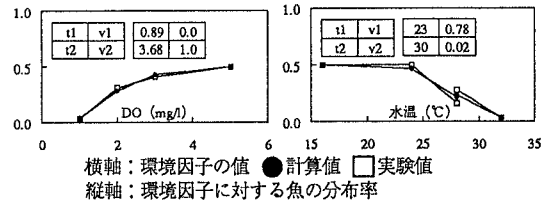


図3 実験値と計算値の比較

表1 因子ウエイト値

条件	ウエイト値
DO	1.0
水温	0.66

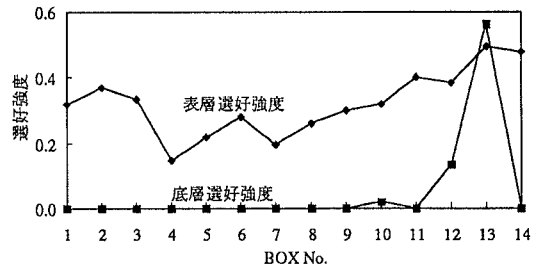


図4 各BOXにおける表層および底層の選好強度

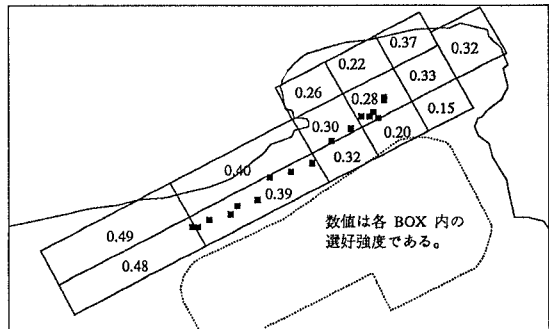


図5 分布予測計算結果

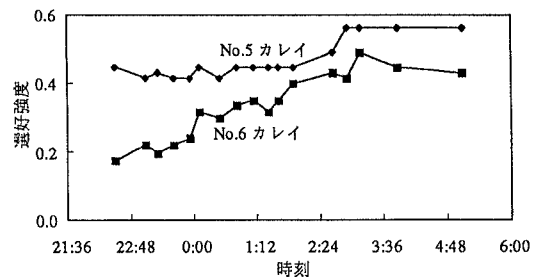


図6 追跡調査時の水質の選好強度