

魚類の行動変化に基づく水質監視方法

山梨大学大学院 学生員 望月 修一
山梨大学工学部 正会員 中村 文雄

1. はじめに

河川や湖沼などには、人の健康に害を及ぼす様々な物質が流入してくる可能性がある。従って、常時、水質を監視する必要がある。従来から、魚類の行動等を評価指標にした監視方法の研究を行ってきたが、本研究では、水槽内に銅を曝露したときの魚類の行動を画像解析することにより、魚類の行動評価指標の銅への応答性、及び、その応答感度の検討を行った。

2. 実験装置及び材料

実験装置は、実験水槽、撮像素及び画像処理・記録装置で構成される(図 1)。画像処理装置では、実験水槽の濃淡原画像から、魚体を黒、背景を白に 2 値化し、画像認識をしている。また、魚体の重心座標を基に記録されるデータには 6 種類(位置方向<縦・横>、中心位置方向<縦・横>、拡がり度、速度)あり、5 分間隔で連続的に記録される。図 2 に位置横方向の例を示した。横軸は水槽を横方向に 41 分割した分級(位置)を示している。つまり、0 は水槽の左端を示し、41 は右端を示す。縦軸はそれぞれの分級で存在した割合を相対度数で示している。

その他の指標も同様に、横軸は中心位置や速度を示し、縦軸はその分級での相対度数を示す。

供試魚として、入手と飼育が容易で一般河川に生育しているブルーギルとタナゴ(いずれも体長約 2cm、重さ約 0.5g)を用い、有害物質としては殺藻剤として使用されている $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ を用いた。

3. 実験方法

実験水槽に供試魚を 10 匹入れ、その行動を 5 分間隔で 4 日間連続的に記録して、平常時での供試魚の行動を把握した。その後、5 日目の 9:00 より曝露実験を行った。ここでは、実験水槽最下部に硫酸銅水溶液を流入させ(図 3)、その銅濃度を順次増加させた。濃度段階は 0.001 ~ 100mg - Cu/L の 21 段階とし、各濃度段階での曝露時間は 30 分とした。また、ブルーギルに対しては同一実験を 4 回、タナゴに対しては 2 回行い、応答の再現性も併せ検討した。

4. 解析方法

解析には χ^2 検定を用い、その結果を D^2 値と表記した。平常時の値を曝露前 6 時間の 72 データの平均値 (P_i) とし、曝露時は各曝露時間 30 分間の 6 データの平均 (X_i) を用いて、 D^2 値 = $\sum (X_i - P_i)^2 / P_i$ を算出した。平常時の D^2 値より、許容変動範囲を $\mu \pm 3\sigma$ に設定し、これを超えれば応答ありとした。

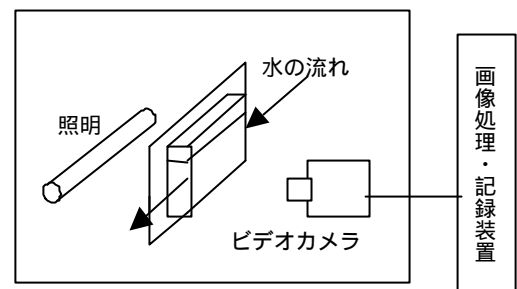


図 1 実験装置の概略

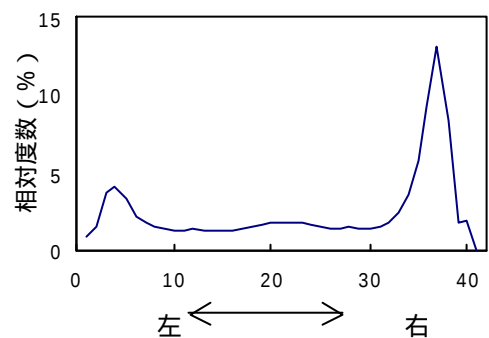


図 2 位置横方向の分布例

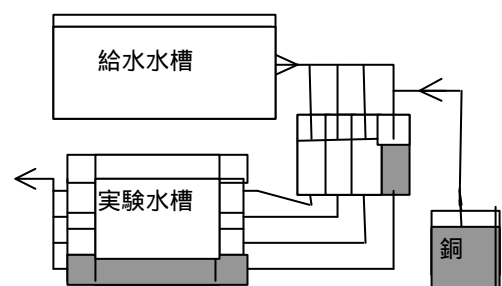


図 3 硫酸銅の曝露方法

キーワード 水質監視, バイオアッセイ, 魚類の行動変化, 画像解析,

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 TEL 055-220-8593

FAX 055-220-8770

5. 実験結果と解析結果

平常時と曝露時における各指標の位置分布形は、ブルーギル、タナゴ共に大きく異なった。各曝露濃度に対する応答を検出するために行った解析の結果を以下に示す。図4、6はブルーギル、タナゴにおける「中心縦方向」の D^2 値の経時変化と各濃度への応答を示しており、3:00~9:00が平常時であり、その後9:00~20:00までが曝露時である。図5、7は「中心縦方向」及び全指標のCuへの応答率(%)を示す。

(1) ブルーギルの結果

曝露開始直後の9:00(0.001mg-Cu/L)から D^2 値が増加し、応答が認められた。平常時の D^2 値の変化とは明らかに異なっている(図4)。また、各指標には応答率の差が見られたが、「中心縦方向」による応答性は他の指標に比べ比較的良好であった(図5)。

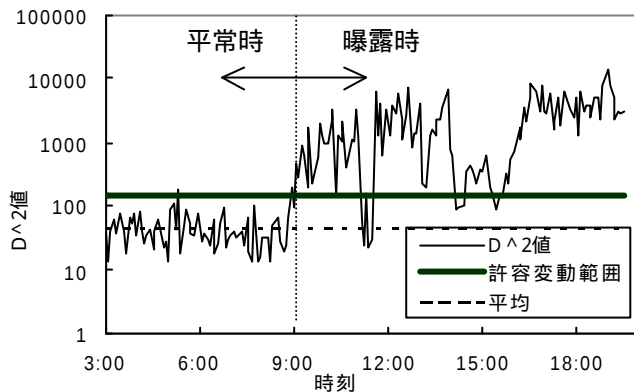


図4 中心縦方向の D^2 値の変化と応答

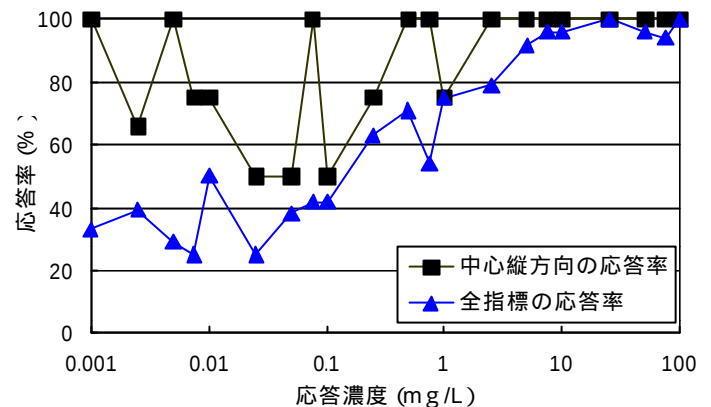


図5 中心縦方向と全指標の応答率の比較

(2) タナゴの結果

曝露開始直後から D^2 値が急激に増加し、0.001mg-Cu/Lから応答が認められた。その後、 D^2 値は変化が緩やかになるが、明らかに平常時とは異なった値の分布を示している(図6)。実験回数が2回だったため、各指標には大きな差は認められなかったが、全体的にどの指標も応答率は高かった(図7)。

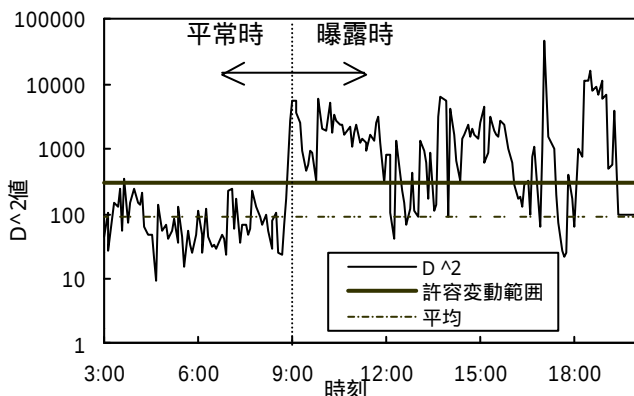


図6 中心縦方向の D^2 値の変化と応答

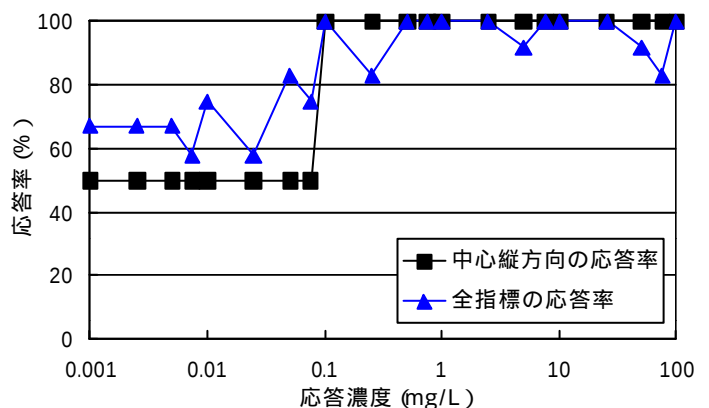


図7 中心縦方向と全指標の応答率の比較

6. まとめ

上記の結果をまとめると下記の通りとなる。

ブルーギル、タナゴともに、曝露濃度が高くなると D^2 値が大きく変化し、上昇した。

本研究の解析方法より、ブルーギル、タナゴの行動変化から、0.001mg-Cu/Lから応答を得ることができた。

しかし、ブルーギルでは、中心縦方向の応答率が高かったように、各指標によって応答率に差が見られた。

各指標から確実に応答を検出できたと言えるのは、ブルーギルでは0.50mg-Cu/L以上、タナゴでは0.075mg-Cu/L以上であった。

今後の課題は、再現性、解析方法、他の有害物質への応答などの検討である。