

魚を用いた水道原水水質監視システムの検討

山口大学工学部 学生員 ○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 県 正 員 藤岡健智

1.はじめに 魚による水質監視は単純な方法ではあるが、あいまいで定量化しにくい面を持つ。また、人の目に依存するため連続観察には限界があり、判断に個人差が出やすいという課題があった。これらの欠点を解消するため、画像解析を用いた手法が少数ながら研究あるいは実用化されているが、普及には至っていない。そこで本研究では、画像解析によって毒性物質に対する魚の挙動を観察し、毒性物質に対する行動の定量評価基準を再検討した。

表 1 毒性物質の濃度と水質基準値(厚生省)

毒性物質名	濃度 (mg/L)	水質基準値 (mg/L)	水質基準値に 対する倍率
シアン	0.05(1倍)	0.01	5倍
テトラクロエチレン	6.0(1倍)	0.01	600倍
クロロホルム	200(1倍)	0.06	3333倍
チウラム	0.06(1倍)	0.006	10倍
シマジン	0.6(1倍)	0.003	20倍

注：濃度における倍率は、同時に行った水質安全モニタに関する研究における検出濃度を基準としたもの。

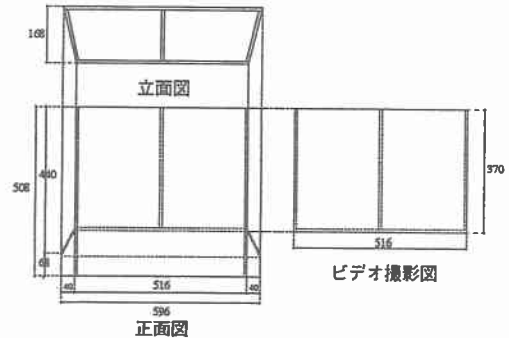


図 1 実験装置

2.実験方法 使用した毒性物質と濃度を表 1 に示し、実験装置を図 1 に示す。浄水場では水道原水を掛け流し

とするが、本実験では装置の単純化および廃水量の低減化のため回分式とした。本水槽の特徴は、2 槽を接合した形状とし、試験区と対照区を設けたことである。試験区、対照区それぞれの水槽に所定数の魚を投入し、試験区には毒性物質と飼育水、対照区には飼育水を注入し、魚の挙動を 1 時間ビデオ撮影し撮影結果を基に目視観察と画像解析を行った。供試魚として、浄水場で毒性物質の生物検定に用いられている種のうち、比較的きれいな水を好むマス(体長 12~16cm、湿重 20~50g)、比較的農業や工場排水にも強いと言われているコイ(体長 6.5~13cm、湿重 5~35g)、小型で飼いやすいタナゴ(体長 3~6cm、湿重 0.35~3.5g)の 3 魚種を用いた。また、供試魚数は撮影時間である 1 時間以内に供試魚が水槽内の溶存酸素の半分の量を使うことを基本としてマス 4 尾、コイ 5 尾、タナゴ 10 尾とした。

3.画像解析システムの作成 ハードウェアとして画像解析システム PIAS を用い、それを制御するソフトウェアは C++言語を用いて作成した。魚の挙動の特性値として、個体の面積、個体の図心の座標、水槽底面から図心までの距離の平均、個体の図心の水深方向分布の標準偏差を抽出した。

4.結果および考察 画像解析結果を図 2~3 に示す。グラフの中の魚の絵は目視観察した挙動の結果を図にしたものである。図中の魚の位置が挙動の始まった時刻を示している。左や上を向いている魚は、挙動が正常でないことを示し、右を向いている魚は正常であることを示す。これらの図から、死亡した場合は底面からの距離が 0 でばらつきがない事、鼻上げの場合は底面からの距離は上部に集まりばらつきは対照区と似ていることが読みとれたが、頭を振る、痙攣するといった行動は読みとれなかった。図 4~6 にそれぞれの毒性物質に対する底面からの距離と標準偏差の 1 時間の平均を求めたグラフを示す。これらの図から、対照区は底面からの距離と標準偏差の両方とも安定し、試験区は対照区と比較して変動が大きいこ

とが読みとれる。しかし、目視観察では異常な挙動が観察されたものの、グラフでは対照区との違いがそれほど明確でない場合もある。よって、異常な挙動は水深方向の魚の位置とその標準偏差という指標では必ずしも対照区との差となって現れていないことが判明した。また、目視観察の結果試験区の挙動が正常と言えたものについては、底面からの距離と標準偏差の両方とも対照区の値とはほぼ一致していることが判明した。そして、死亡したもの以外は試験区の方が対照区より水面に近い位置に分布する(鼻上げの頻度が増える)ものと予想していたが、解析結果からは対照区の方が水面に近い位置に分布する場合が多いことが判明した。

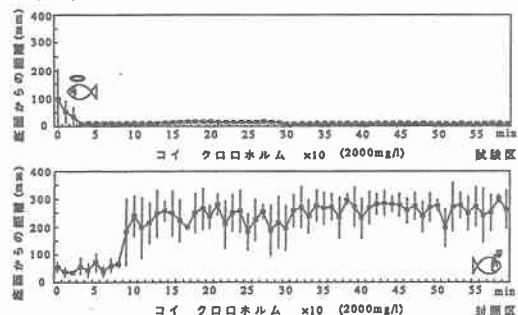


図2 画像解析結果

画像解析によるタナゴの静水試験の結果

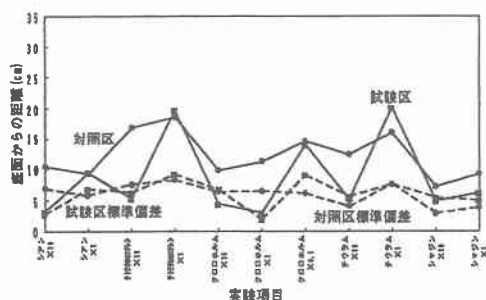


図4 画像解析結果

5.今後の課題 画像解析により抽出する特性値として、個体の位置とその分布の標準偏差だけではなく、これに移動速度を加えることで、より繊細な判断が可能になると考えられる。

今回の実験では1時間という短時間で判定できる急性毒性のみに着目したが、魚を用いた水質監視では日単位で現れる毒性やさらに長期間のうちに現出する慢性毒性の検出が可能であるという側面もある。よって、異なった時間スケールにおける魚の挙動も調べる必要がある。

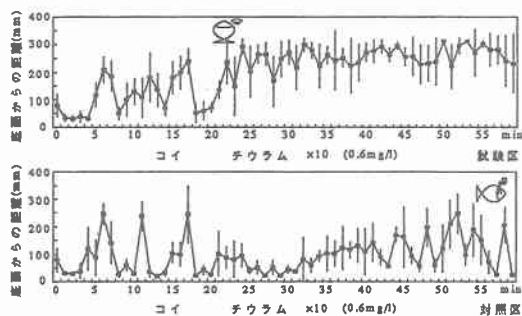


図3 画像解析結果

画像解析によるコイの静水試験の結果

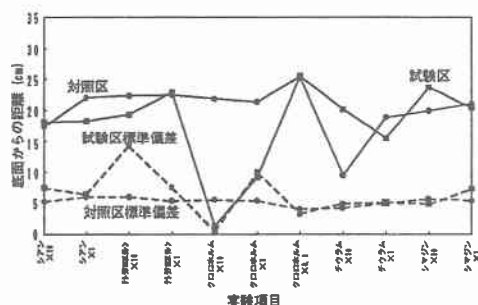


図5 画像解析結果

画像解析によるマスの静水試験の結果

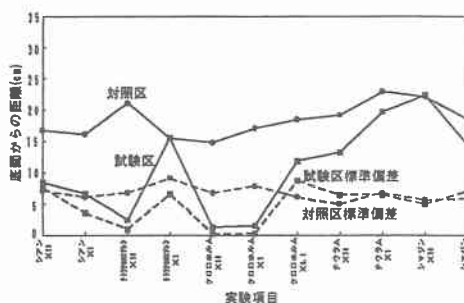


図6 画像解析結果