

生物センサ「メダカの体育館」

鉄管事業部 / ピー・エス・ティ株式会社

1. はじめに

多くの浄水場では、法の規定、水道施設維持管理指針によって、水槽に水道原水を通し、原水水系に生息する魚類を飼育して、これらの挙動を観察することで、原水中に毒物などが混入することの監視を行っている。

この監視を自動的に行うシステムが開発され、実施されている浄水場も多くなってきた。しかし、現在実施されているこれらのシステムは、魚類の挙動解析方法によって毒物などの遭遇時における挙動と給餌時の挙動などを誤認し誤信号を発信するケースもあること、またシステムの価格が比較的高価であることなどより一部で使用されているに過ぎない。

今般、小型で毒物混入時の行動パターンの研究がなされた「ヒメダカ」を対象魚とした、水道水などの毒物混入を監視する生物センサを開発した。開発された生物センサは、「ヒメダカ」の挙動を常時画像解析し、同魚の活性が鈍ったり、死に至ったりした異常を正常状態に対する比率によって段階的に信号を発信するものである。したがって本システムは、誤信号を発信することも少なく、しかも小型魚を対象としているので、感度が高く設備全体をコンパクトにでき、低価格で提供できるものである。

以下に、「ヒメダカ」を対象魚とした生物センサを紹介する。

2. 生物センサとしてのめだか

2.1 めだかの特性

めだかの学名は *Oryzias* (オリージス) と言い、その由来は稲の学名 *Oryza sativa* (オリーザ・サーティバ) からきていて、めだかの分布は水田の分布と一致している。日本(北海道を除く)、朝鮮半島、中国大陸東部、台湾および東南アジア一帯、西側ではパキスタンまで生息している。

自然環境では、水田のような水深が浅く光が行き届くところを好む。

日本には8種類のめだかが生息している。本生物センサに使用するのは「ヒメダカ」で、養殖めだかである。人工飼育のめだかは遺伝的に均一化されており、特定の毒物に弱点を持たず毒物反応の誤差が少ないので、実験データが実用に適用できるなどの特性を持っている。また、めだかは小型魚であるので急性毒物反応が早く、生物センサとしての利点がある。

めだかは、実験用の生物として広く採用されていること、小型魚であるので装置も小型に設計できること、数十種類の毒物に対する反応テストを大学の研究室で検証済みであることなどで生物センサとして採用された。さらに、監視水槽の住環境を整え、多数のめだかを同時飼育することで群本能に対応し、長期飼育を可能にしている。

2.2 「ヒメダカ」の毒性物質との遭遇時における行動

魚類による毒性物質混入の監視を行うには、混入物質に遭遇したときの魚類の反応が一定していることとその反応が早いことが必要である。

シアン化カリウム(呼吸器系毒)とフェニトロチオン(神経系毒: 農薬)を混入させた時、「ヒメダカ」の毒物遭遇時の行動パターンを以下に示す。

- ①シアン化カリウム濃度10mg/L (ppm)に遭遇した「ヒメダカ」は数十秒後に狂奔、数分後には鼻上げ状態となり、遭遇5分後には仮死状態となって沈んでしまった。
- ②フェニトロチオン濃度10~50mg/L (ppm)に遭遇した「ヒメダカ」は5~7分後には死亡してしまった。

上記結果より、毒物が混入したときの「ヒメダカ」の行動は、狂奔、鼻上げ、沈下行動、死亡と反応が一定しており、その発症時間も数分と早く現れることがわかる。

3. めだかを使用した生物センサ

3.1 生物センサの動作

複数匹(15~20)の「ヒメダカ」が遊泳している水槽を上部よりCCDカメラで撮影し、画面(水槽全面)を画像解析することで魚体の活性を認識する。

通常、ほとんどの「ヒメダカ」が活性していると認識されていれば正常となる。しかし、設定された一定時間、魚体が動いていないと認識された場合は異常として、その動かない魚体数の比率に応じて段階的に信号が出される。

図1に示すように、毒性物質の混入で行動停止または死亡などで、活動する魚体が減少、またはいなくなることを感知したとき、正常時との比率で4段階の信号を発信する。

3.2 生物センサの特徴

1) 誤警報を発信しない

「ヒメダカ」の活性(生死)を監視、解析することで誤警報の発信が抑制できる。

2) コンパクトな設計で省スペース

魚体の小さなめだかを使用、専用の画像解析装置の採用で本体を全て一つのキャビネットに収容できる。

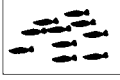
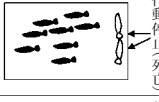
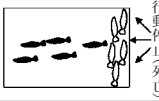
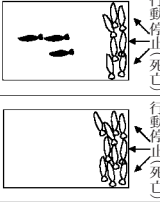
正 常	全数泳いている	
注意-1 20%が行動停止		注意-3 70%が行動停止
注意-2 50%が行動停止		危 険 全数が行動停止
		

図1 生物センサの異常信号発信基準

3) 低価格

コンパクト設計により、従来品より低価格である。

4) 信号データはパソコンに収納

市販パソコンに信号内容を収納、市販ソフトでのデータ処理が可能である。

5) 自己診断機能

一定時間無動作の場合、警報を発信する。

3.3 システムの外観

システム本体の外観および主要寸法を図2に示す。

4. 生物センサシステムの構成

生物センサシステムの構成は以下のとおりである。

1) 生物センサ本体

- ①めだか用水槽(ビデオ用照明付)
- ②カラー CCDビデオカメラ
- ③スーパーセンサ(画像解析装置)
- ④表示ユニット
- ⑤カラーモニターテレビ
- ⑥自動給餌器
- ⑦簡易フィルタ
- ⑧簡易水温コントロール器
- ⑨水温測定用温度計
- ⑩pH計
- ⑪キャビネット

(W680mm×H1840mm×D700mm)

2) オプション(標準準備品)

- ①データ収録用パソコン
 - ・Windows98/Me/2000搭載パソコン
- ②検水温度コントロール用加温器
 - ・温度コントロール用サーモスタット
 - ・加温用電気ヒータ
- ③原水監視用高濁度対応フィルタ
 - ・クロスフロー式膜フィルタ
- ④浄水監視用残留塩素中和器
 - ・残留塩素中和装置

(注) Windows98/Me/2000は米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標である。



図2 システム本体の外観、主要寸法

5. システムの拡張性

本生物センサシステムは、水道原水、浄水の毒性物質混入監視だけでなく、各種排水の水質監視にも対応できる。

また、雄めだかが雌化する特性を利用し、内分泌攪乱物質混入の有無が確認できる。

6. おわりに

以上、「ヒメダカ」を使用する生物センサについて述べた。

従来の監視システムは、魚体行動が異常な場合と給餌や争いの行動を誤認するなどがあったが、本システムは対象魚の活性停止を解析し、信号を発する方法で誤動作を極力回避する思想を特徴としている。

また、小型魚を使用しているのでコンパクトに設計され、低価格化が図られている。今後、本システムが広く活用されるように努めていきます。

(製品問い合わせ窓口

：鉄管事業部/ピー・エス・ティ株式会社
TEL 06-6538-7869 担当：水野