

毒性物質に対する魚の挙動の実験的検討

西松建設	正員	○木谷自伸
山口大学工学部	正員	関根雅彦
山口大学工学部	正員	中西 弘
山口県	正員	藤岡健智

1. はじめに

魚を用いた水道原水水質監視が行われているが、魚の行動は定量化し難く、判断に個人差が出やすい。発表者らはこれまで数魚種について自然環境因子に対する選好性実験^{1,2)}を行ってきたが、本手法によればより高感度かつ定量的に魚の行動異常を検出できる可能性がある。また、環境水中での毒性物質に対する魚の行動予測も興味ある課題である。このような視点から、魚の毒性物質に対する忌避行動を実験的に解析することを試みた。

2. 実験方法

実験水路図を図1に示す。毒性物質実験では、水が流速約1 cm/secで流れている水路に魚を放し、10分間馴致後、試験区側の水路には毒性物質を、対照区側の水路には安全

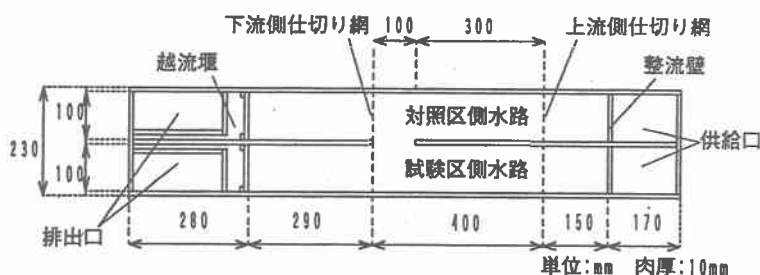


図1 実験水路図

な水を流して魚の分布をビデオにより30分間撮影した。この30分間における1分毎の試験区および対照区の存在率の平均を実験結果とした。また、この実験において忌避される側の水路に、魚の選好性が高い一般環境因子（全遮蔽、水温）を加えた複合因子実験も行った。供試魚にはタナゴ(体長4cm, 7尾)、マス(体長14cm, 6尾)、コイ(体長10cm, 6尾)、毒性物質にはテトラクロロエチレン、クロロホルム、チウラム、シマジンを用いた。

毒性物質実験の結果を用いて単一の環境因子に対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毒性物質と一般環境因子との因子ウエイト値を求めた。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下記に示す。

$$\frac{\text{試験区全遮蔽・毒有の存在率}}{\text{対照区開放・毒無の存在率}} = \frac{(\text{全遮蔽の存在率})^{W_{\text{全遮蔽}}/W_{\text{max}}} (\text{毒有の存在率})^{W_{\text{毒有}}/W_{\text{max}}}}{(\text{開放の存在率})^{W_{\text{全遮蔽}}/W_{\text{max}}} (\text{毒無の存在率})^{W_{\text{毒有}}/W_{\text{max}}}}$$

ここに、 $W_{\text{全遮蔽}}$ 、 $W_{\text{毒有}}$ ：全遮蔽、毒性物質に対するウエイト、 W_{max} ：最大値をとるウエイトであり、因子ウエイト値は $W_{\text{全遮蔽}}$ と $W_{\text{毒有}}$ の比である。

3. 実験結果および考察

流水試験の結果を図2に示す。マスはタナゴの結果に類似していたので省略した。毒性物質実験において忌避行動が見られたのは、タナゴではテトラクロロエチレン(60ppm)、チウラム(0.06, 0.6ppm)、コイではクロロホルム(20ppm)であった。また、複合因子実験において忌避行動が見られたのは、タナゴではテトラクロロエチレン(60ppm)、クロロホルム(200ppm)、チウラム(0.6ppm)、コイではテトラクロロエチレン(60ppm)、クロロホルム(200ppm)であった。しかし、忌避行動が見られなかった毒性物質実験において魚

が狂奔行動を起こしたものもあり、分布率には現れていなくとも毒性物質に対する反応を示した場合があった。これらの場合には、試験区と対照区で往來を繰り返す行動が観察された。このように、魚種により毒性物質に対する応答に差があり、毒性物質実験では魚の忌避行動が予想ほど明確に表れなかった。

複合因子実験の結果を用いて求めた毒性物質と一般環境因子との因子ウエイト値を表1に示す。毒性物質に対する一般環境因子のウエイトが低いほど魚の毒性物質に対する忌避行動が明確に判定できた。このとき、複合因子実験で用いる魚の一般環境因子に対する選好性が高いほど忌避行動が表れやすいことが示された。

表1 因子ウエイト値の結果

毒性物質の種類	毒性物質	一般環境因子
テトラクロロエチレン	0.97	1
クロロホルム	1	0.195
チウラム	1	0
シマジン	1	0
	0.78	1
	1	0.67
	1	1

注：上段はタナゴ、下段はコイの結果

4. おわりに

毒性物質に対する魚の忌避行動の判定には、その魚にとって選好性が高い一般環境因子条件を複合することで感度の向上が示された。また、魚の忌避行動を定式化できたことにより、毒性物質の流出事故が発生した際の魚の行動予測が可能となった。本結果は魚を用いた新しい水道原水監視方法の手がかりになるものと思われる。

参考文献

- 1) 関根雅彦, 浮田正夫, 中西弘, 内田唯史: 河川環境管理を目的とした生態系モデルにおける生物の環境選好性の定式化. 土木学会論文集, No. 503/II-29, pp177-186 (1994).
- 2) 関根雅彦, 檜崎寿晃, 浮田正夫, 中西弘: 水域環境管理への応用を目的とした魚の行動の実験的解析. 環境工学研究論文集, 31, pp.225-232 (1994).

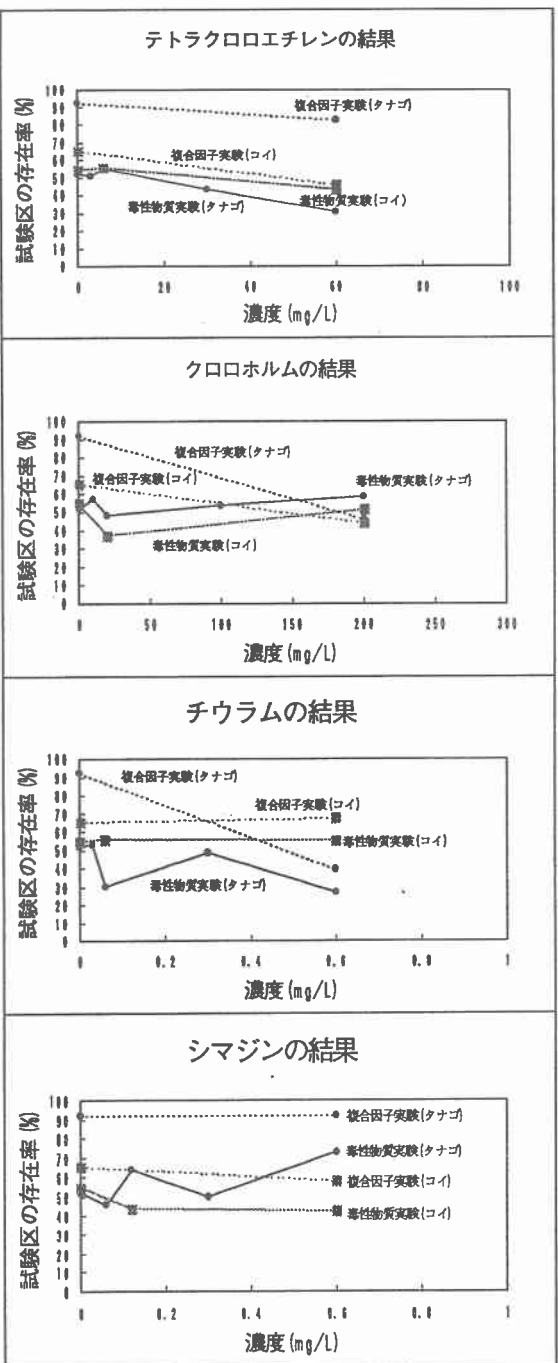


図2 実験結果