

B-39 水質事故へのバイオアッセイ活用に関する基礎的研究

建設省 中国地方建設局 中国技術事務所 高倉 寅喜 牟田口 勝平 ○ 濱本 隆

1. まえがき

河川における水質事故の発生件数はここ数年横這いであるが、上水道の取水停止を伴った重大事故の件数は増加傾向にある。水質事故では、流出初期の迅速な対応が効果的であるが、現状は事故発見、通報の遅れとともに、油流出以外の事故では、事故原因物質の特定に多大の時間を要していることが多い。

バイオアッセイとは生物を利用した毒性試験であり、水質事故時の河川水の総合的な毒性の有無の確認に加え、毒性水に曝気等の前処理を行った後の毒性変化を観測することにより、原因物質のある程度の絞り込みが可能となるものと考えられる。

本研究は、水質事故時の初期対応における簡易なバイオアッセイの活用を目的に、純水に毒物を添加した室内実験での、バイオアッセイによる毒性の有無の迅速な確認、及び原因物質の絞り込みの可能性について検討したものである。

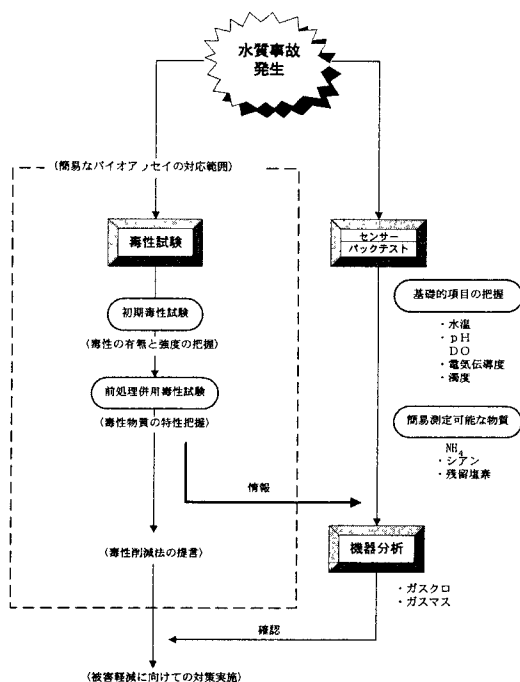


図-1 水質事故時における「簡易なバイオアッセイ」の活用

2. 実験概要

(1) 実験方法

- 1) 対象バイオアッセイ ; 既往事例、感度、簡便性等から、いずれにおいても高い適応性を示した「ミジンコ遊泳阻害実験」及び「マイクロトックス」を選定した。
- 2) 対象有害物質 ; 水質事故原因物質として出現頻度の高い物質としてシアン及び遊離塩素を、また環境基準の健康項目から重金属としてカドミウムを、揮発性物質として1,1-ジクロロエチレンを、農薬構成物質としてイベンプロフェンを選定した。
- 3) 対象前処理法 ; 米国の排水毒性同定評価(TIE)を参考に、対象毒性物質の毒性削減の可否、及び操作の簡便性を考慮して、アルカリ塩素法、キレート剤添加、還元剤添加、曝気、活性炭添加を選定した。

(2) 実験内容

- 1) 短時間EC₅₀の測定 ; 急性毒性試験の一般的な試験時間は24時間以上であるが、水質事故時には迅速な対応が求められることから、対象毒性物質について、ミジンコ遊泳阻害及びマイクロトックスの暴露時間5分、15分、30分、3時間(ミジンコのみ)のEC₅₀(半数影響濃度)を測定した。
- 2) 前処理による毒性削減 ; 対象毒性物質を含んだ試水に対し、対象前処理を行い、毒性物質の濃度変化を測定した。続いて、前処理を行った試水に対してバイオアッセイを行い、毒性の削減を確認した。

3. 実験結果

ミジンコ遊泳阻害, マイクロトックスのEC₅₀及びNOECを図-1, 図-2に、各物質に対する前処理による毒性削減効果を表-1に示す。

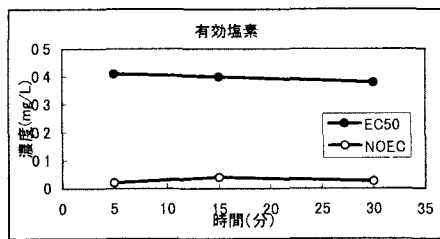
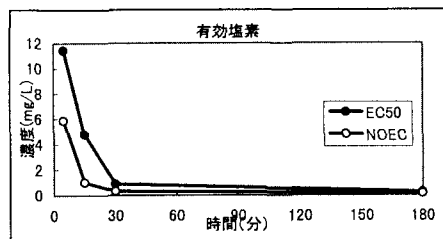
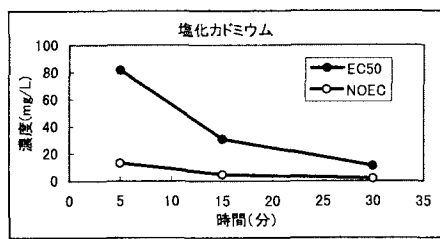
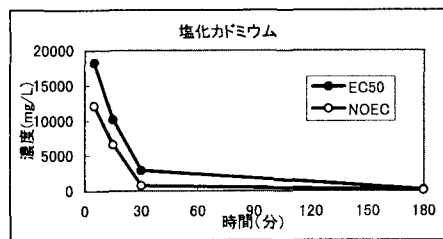
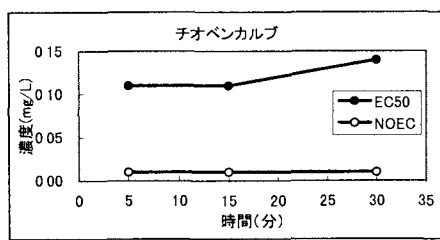
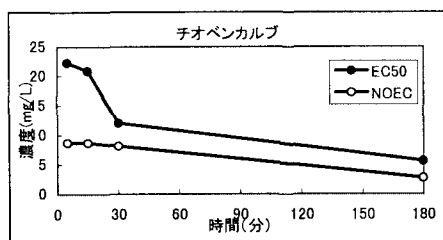
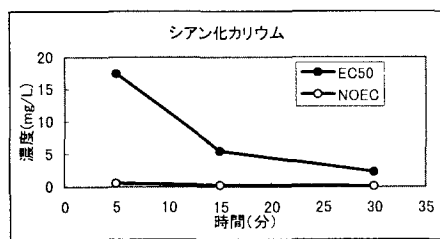
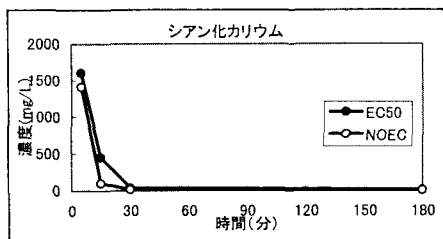
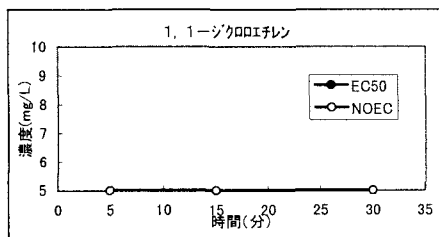
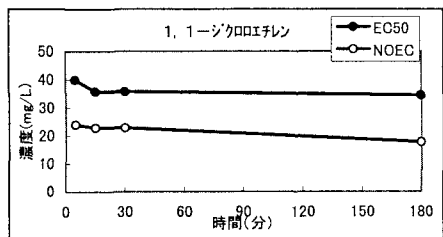


図-2 ミジンコのEC₅₀及びNOEC

図-3 マイクロトックスのEC₅₀及びNOEC

4. 考察と結論

(1) 生物種及び暴露時間による感度の差異

シアン及びカドミウムは、暴露時間が長くなるにつれ感度が増加した。これに対し、1,1-ジクロロエチレンやチオベンカルブは、暴露時間を長くしても感度の増加は小さかった。

水質事故現場においては迅速な対応が求められるため、試験時間は短い方が望ましい。しかし、感度が低くなり毒性物質の検出が困難となってしまうのは、その後の前処理による原因物質の絞り込みも行えず、バイオアッセイの存在意義が小さくなってしまう。実際の現場でのバイオアッセイの適用にあたっては、この点を考慮し適切な暴露時間を設定することが求められる。

ミジンコとマイクロトックスでは、同一暴露時間では、マイクロトックスの感度が高かった。特にカドミウムなどについては、1000倍程度の感度差になる場合もみられており、感度の点からいえば、マイクロトックスの方がミジンコより優れているものと考えられる。

(2) 前処理による毒性原因物質の絞り込み

今回の実験で、選定した毒性5物質全てが5つの前処理法のいずれかを行うことにより水中濃度が低下し、バイオアッセイにより毒性の削減が確認された。

また5つの毒性物質について、簡易な前処理法である「曝気」「EDTA添加」「還元剤添加」「活性炭添加」で、毒性物質の絞り込みが可能であった。

すなわち、これらの5物質についてはそれぞれ次のような置き換えが、概ね可能であると考えられる。

- ・カドミウム→重金属（陰イオン系重金属を除く）
- ・遊離塩素→酸化剤
- ・1,1-ジクロロエチレン→揮発性物質
- ・チオベンカルブ→有機化合物（吸着性物質）
- ・シアン→シアン

以上より、簡易なバイオアッセイを用いた毒性原因物質の絞り込みは可能であることが示された。

5. あとがき

純水に毒物を添加した本室内基礎実験により、バイオアッセイによる短時間での毒性の有無の確認、及び簡易な前処理による毒性物質の絞り込みについての可能性が示されたことから、今後は、実河川水を試水とした室内実験の実施、水質事故時の現場対応を想定した野外における操作性の確認実験を行い、水質事故へのバイオアッセイ活用に向けた解析・検討を実施するよう考えている。

表-1 各物質に対する前処理による毒性削減効果

(○：効果あり, △：やや効果あり, ×：効果なし)

毒性物質	前処理方法	濃度低下効果 (mg/L)	毒性削減効果 (阻害率%)	
			ミジンコ	マイクロトックス
シアン化カリウム	曝気	×	×	×
		40 → 37	52 → 52	81 → 78
塩化カドミウム	アルカリ塩素法	○	○	○
		40 → 未検出	52 → 0	81 → 0
灰重塩素酸	EDTA 添加	×	○	○
		3300 → 3674	50 → 0	100 → 32
ナトリウム	チオ硫酸	○	○	○
	ナトリウム添加	0.9 → 0.1	48 → 0	92 → 16
	曝気	△	△	×
		0.9 → 0.6	48 → 28	92 → 89
1,1-ジクロロエチレン	活性炭添加	○	○	○
		0.9 → 未検出	48 → 0	92 → 34
チオベンカルブ	曝気	○	○	×
		36 → 未検出	50 → 2	32 → 30
エチレン	活性炭添加	○	○	×
		36 → 3	50 → 0	32 → 68
チオベンカルブ	曝気	△	△	×
		14 → 6	50 → 27	97 → 98
チオベンカルブ	活性炭添加	○	○	△
		14 → 0.3	50 → 0	97 → 83

*1 たたし、計測値のほとんどは EDTA と融合し、毒性が削減されたと考えられる。
*2 有機溶媒濃度が規定値 (1%) を超過したため、正確な測定が不可。

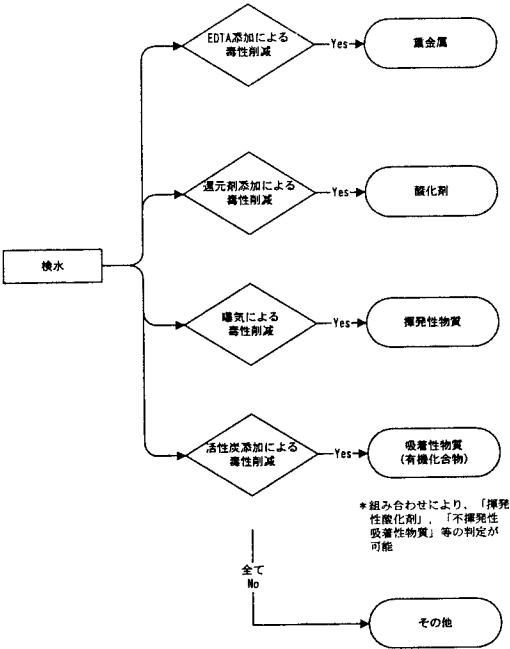


図-4 前処理による毒性物質絞り込みフロー