

生物応答を用いた下水処理水の毒性原因の特徴化

いであ株式会社 環境創造研究所 ○安田 侑右、澤井 淳、中本 貴士、岡村 哲郎、増崎 優子、宮本 信一

Characterization of toxicity for sewage treatment water using the whole effluent toxicity test, by Yusuke YASUDA, Atsushi SAWAI, Takashi NAKAMOTO, Tetsuro OKAMURA, Yuko MASUZAKI, Nobukazu MIYAMOTO (Inst. of Environ. Ecol. /IDEA Consultants, Inc.)

1. はじめに

環境省において、事業場排水の生物応答試験（日本版 WET 試験）の法制化が検討されている。

下水処理水について、生物応答試験により、生物に影響がみられた原因の絞り込み（毒性原因の特徴化）を実施した結果を報告する。

2. 方法

(1) 下水処理水

平成 26 年 10 月および 11 月に、都市部の下水処理場から塩素消毒前の下水処理水を採水した。下水処理水は、冷蔵、遮光条件で 24 時間以内に試験施設に搬入し、ナイロンメッシュでろ過後、試験溶液の調製に用いた。

(2) 日本版 WET 試験

10 月に採取した下水処理水を試料として、ゼブラフィッシュを用いる魚類胚期仔魚期短期毒性試験（魚類試験）、ニセネコゼミジンコを用いるミジンコ繁殖試験（ミジンコ類試験）、ムレミカヅキモを用いる藻類生長阻害試験（藻類試験）を実施した。

各試験は、環境省の「排水（環境水）管理のバイオアッセイ技術検討分科会」において作成された試

験法案¹⁾に準拠した。試験条件を表 1 に示す。

(3) 毒性原因の特徴化

10 月に採取した下水処理水において、ミジンコ類および藻類に毒性がみられたため、11 月に採取した下水処理水を用いて、毒性原因の特徴化を試みた。

US EPA の方法を参考にし、下水処理水に 7 種類の物理化学的処理（①曝気、②pH6.5 調整、③pH8.5 調整、④EDTA 添加、⑤チオ硫酸ナトリウム添加、⑥固相カラム透過、⑦固相抽出）を施した試験溶液を調製した。

物理化学的に処理した 7 種類の試料についてミジンコ類試験を、また pH8.5 調整を除く 6 種類の試料について藻類試験を実施し、それぞれ未処理の試料と毒性を比較した。ミジンコ類試験は、2 試験濃度区（20%および 80%について 5 連）で実施し、産仔数から算出した半数影響濃度（EC₅₀）を比較した。藻類試験については、1 試験濃度区（80%）で実施し、生長阻害率を比較した。毒性が低減した物理化学的処理法から、ミジンコ類および藻類の毒性原因を特徴化した。

表 1 日本版 WET 試験の試験条件

項目	魚類試験	ミジンコ類試験	藻類試験
ばく露方式	半止水式（2日ごとに換水）	半止水式（2日ごとに換水）	止水式、振とう培養（100 rpm）
ばく露期間	9日間	7日間	72時間
試験区	下水処理水5、10、20、40、80%区および対照区		
連数（繰り返し）	4連／試験区	10連／試験区	3連／試験濃度区、6連／対照区
試験生物	ゼブラフィッシュ受精卵 （ <i>Danio rerio</i> ）	ニセネコゼミジンコ （ <i>Ceriodaphnia dubia</i> ）	ムレミカヅキモ （ <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i> ）
試験生物数	15粒／試験容器	1個体／試験容器	5×10 ³ cells/mL／試験容器
試験用水	脱塩素水道水	人工調製水	OECD培地
試験液量	50 mL／試験容器	15 mL／試験容器	100 mL／試験容器
試験温度	26 ± 1 °C	25 ± 1 °C	23 ± 2 °C
照明	白色蛍光灯、 16時間明／8時間暗周期	白色蛍光灯、 16時間明／8時間暗周期	白色蛍光灯、連続光、 光子束密度60～120 μmol/m ² /s
給餌	なし	緑藻（ムレミカヅキモ、 クロレラ）、YCT	なし
エンドポイント	生存率、ふ化率、 ふ化後生存率、生存指標	産仔数、親個体の死亡率	生長速度、生長阻害率

3. 結果

下水処理水の3生物種による日本版 WET 試験の結果を図1~3に示す。藻類およびミジンコ類に対する下水処理水の無影響濃度 (NOEC) はいずれも10%であった。魚類については、下水処理水の NOEC は80%であり、毒性はみられなかった。

下水処理水の毒性原因を特徴化するために実施した藻類試験およびミジンコ類試験の結果をそれぞれ図4、5に示す。ミジンコ類試験では、未処理の試料と比較して、pH6.5調整、EDTA添加、チオ硫酸ナトリウム添加、固相カラム透過および固相抽出した試料でEC₅₀が増加した。藻類試験では、曝気、pH6.5調整、固相カラム透過および固相抽出した試料の生長阻害率が有意に低下した。

4. まとめ

ミジンコ類に対する毒性の低減に、pH6.5調整、EDTA添加、チオ硫酸ナトリウム添加、固相カラム透過処理が効果的であったことから、毒性原因として陽イオン金属の寄与が示唆された。藻類については曝気により毒性が低減しており、ミジンコ類と異なる毒性原因が考えられた。

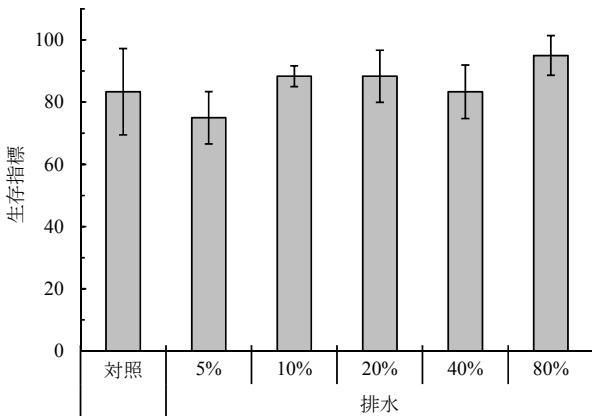


図1 各試験濃度区における魚類の生存指標

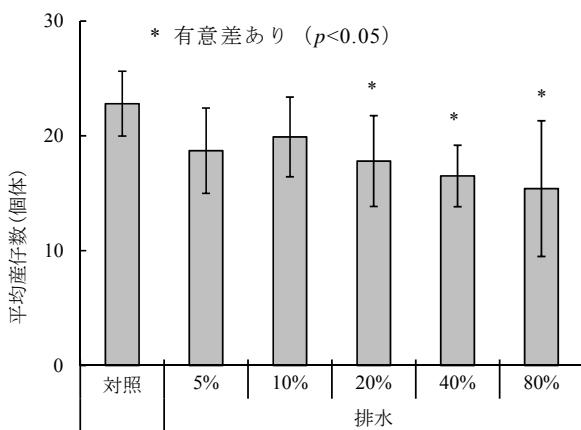


図2 各試験濃度区におけるミジンコ類の平均産仔数

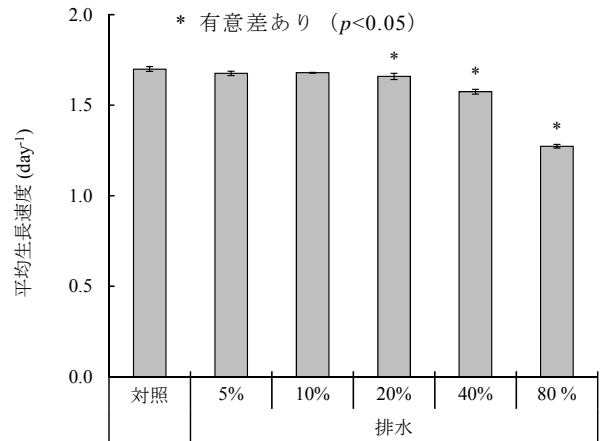


図3 各試験濃度区における藻類の平均生長速度

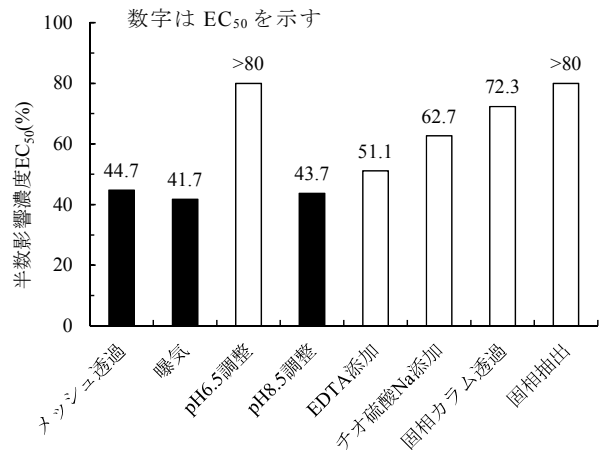


図4 各試料におけるミジンコ類の半数影響濃度

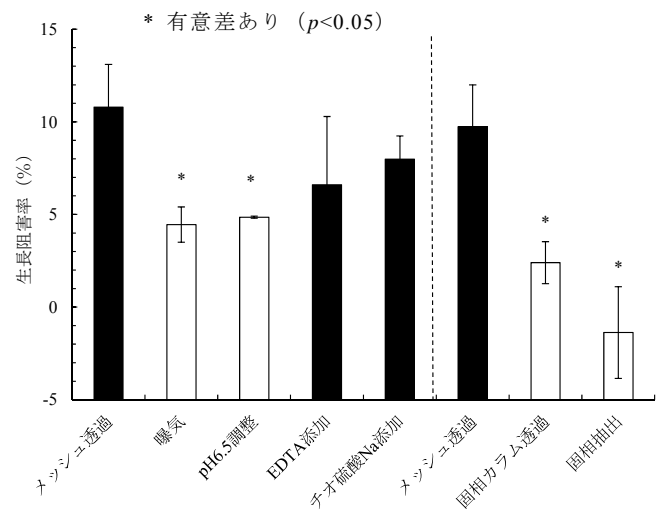


図5 各試料における藻類の生長阻害率

参考文献

1) 渡部ら (2012) 第21回環境化学討論会, 3C-02