

単独・合併処理浄化槽処理水の藻類生長阻害原因物質群の検討

東洋大学 学生会員 ○陳 凱杰

(公財)日本環境整備教育センター 非会員 武田 文彦

東洋大学 正会員 山崎 宏史

1. はじめに

現在、日本で導入が検討されている排水管理手法である WET(全排水毒性)試験は、生物影響を化学物質質量ではなく生物作用量で評価するものであり、排水中に含まれる全ての化学物質による生物影響を評価することが可能であるという特長を有する。一方で、工場排水および下水処理水を対象に毒性が確認された排水に関して、毒性同定評価(TIE)を行った事例がある。その結果、カチオン金属¹⁾やアンモニア、疎水性化合物、界面活性剤²⁾などの物質が生長阻害物質と推定された。これらのことから、水生生物に有害な排水が水環境中に放流すると水生生態圏に有害影響を与えられとされる。著者の既往研究で、夏冬の浄化槽処理水および生活雑排水を用いて WET 試験に基づく藻類生長阻害試験を実施した。その結果、全合併処理浄化槽処理水のうち 5 割、全単独処理浄化槽処理水のうち 9 割以上、全生活雑排水のうち 7 割において藻類に対する生長阻害効果を確認した。浄化槽処理水の藻類生長阻害原因物質を推定するため、本研究では上記のサンプルのうち、4 件を対象とし、TIE を実施した。

2. 実験方法

本研究は環境省の「生物応答を用いた排水試験法(検討案)」³⁾を参考に藻類生長阻害試験を実施した。TIE は U.S.EPA^{4,5)}Phase 1 を基づいて生長阻害原因物質の推定を行った。

(1) 試料水

試料水としては、夏季における合併処理浄化槽(M邸)、単独処理浄化槽(T20)の塩素消毒後の処理水および生活雑排水(Z17,Z20)を採水した。生活雑排水は排水マスに貯留していた排水を用いた。各試料は採水後、クーラーボックスに入れ 6 時間内に研究室へ持ってきた後、藻類生長阻害試験および TIE に供すると共に、水質分析も行った。

(2) 藻類生長阻害試験

藻類生長阻害試験には、恒温室内で継体培養しているムレミカツキモを用いた。各試料を適宜希釈し C 培

地作製時と同等の栄養塩を添加した。これらの試料は 0.2 μ m ポアサイズのフィルターでろ過滅菌を行った。ビオルクス(4,000~7,500lx)照明下で 72 時間 24°C, 100 rpm 回転振とう培養を行った。初期細胞濃度は 5~10 \times 10³(cells/mL)に設定し、対照区(0%濃度区)は 24 時間ごと、他の試料区は試験開始から 72 時間後に細胞数の測定を行い、各試料区での平均生長速度を計算した。また、試料区と対照区それぞれの生長速度を式 1 により求めた。

$$\mu = \frac{\ln C_1 - \ln C_0}{t} \dots(1)$$

C1: a cell concentration after 72 h (cells/mL)

C0: the initial cell concentration(cells/mL)

t: Culture duration (= 72 h = 3d)

(3) 毒性同定評価

毒性同定評価は U.S.EPA の参考資料^{4,5)}に従って実施した。本研究中では表 1 のように酸化剤/塩化物や NH₃-N、無極性有機物、界面活性剤、カチオン金属の藻類生長阻害効果を考慮し、各試料に対し、チオ硫酸ナトリウム添加(5mg/L)、pH 調整(6.5~6.6)、固相抽出(SPE)、EDTA ナトリウム添加(5mg/L)、曝気の前処理を行い、各生長阻害原因の無毒化を図った。未前処理の試料水とともに 80%濃度における藻類生長阻害試験を実施した。

表 1 各前処理により生長阻害効果が低減される物資群

	pH	曝気	SPE	チオ	EDTA
酸化剤/塩化物		○		○	
NH ₃ -N	□				
無極性有機物			○		
界面活性剤		○	○		
カチオン金属	□		○	○	○

○：毒性が低減

□：pH が低いと毒性が低減

(4) 統計解析

各試験区における生長速度に対し、R Studio を用いて Bartlett 検定、Dunnnett 検定と Steel 検定を実施し、対照区と未前処理区・各前処理区の生長速度における有意差の有無(有意水準 $\alpha=0.05$)を評価した。

キーワード WET(Whole Effluent Toxicity), 排水管理, *Pseudokirchneriella subcapitata*, 浄化槽

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 E-mail:yamazaki058@toyo.jp

表2 試料水の品質分析結果

	NH ₄ -N(mg/L)	NO ₂ -N(mg/L)	NO ₃ -N(mg/L)	PO ₄ -P(mg/L)	BOD(mg/L)	NH ₃ -N(mg/L)	pH(調整後)
M邸	2.1	0.00	8.6	2.6	1.1	0.005	7.1(6.5)
T20	57	1.2	0.17	5.6	11	2.3	8.0(6.5)
Z17	5.2	0.49	0.46	0.00	70	0.008	6.6
Z20	1.6	0.00	0.84	0.00	66	0.003	6.6

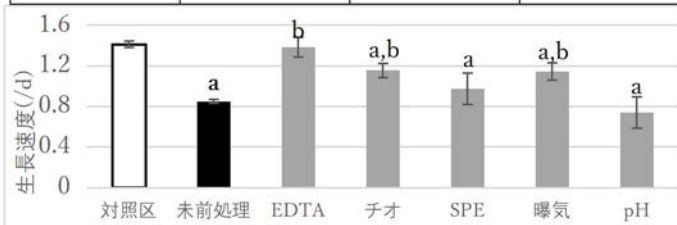


図1 合併浄化槽処理水(M)のTIE結果

a:対照区と比べて有意に低下 (p<0.05)

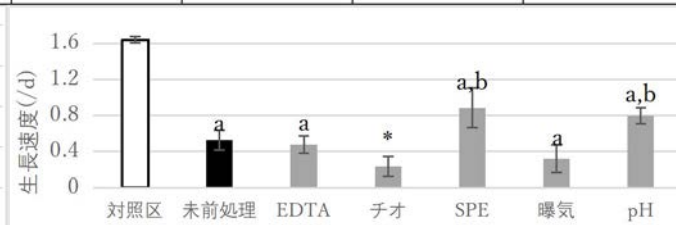


図2 単独浄化槽処理水(T20)のTIE結果

b:未前処理区に比べて有意に上昇 (p<0.05)

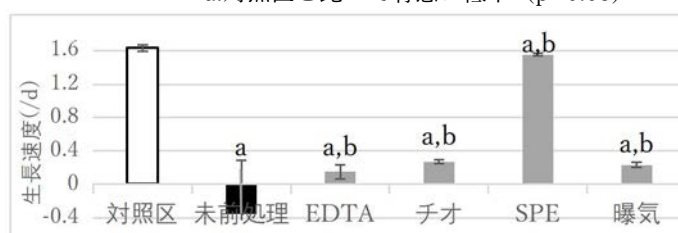


図3 生活雑排水(Z17)のTIE結果

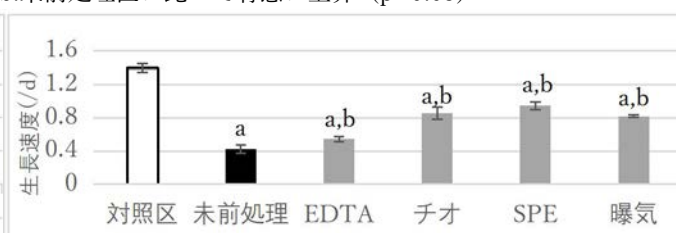


図4 生活雑排水(Z20)のTIE結果

3. 結果と考察

各試料水の品質分析結果を表2に示す。単独処理浄化槽処理水のNH₄-NおよびPO₄-P濃度はそれぞれ、57mg/Lと5.6mg/Lであり、合併処理浄化槽処理水の2.1mg/Lと2.6mg/Lと比べて28倍、3倍高かった。し尿を含まない生活雑排水の窒素・リン濃度は低いが、BOD濃度は最も高く、平均で68mg/Lであった。

図1~図4に合併処理浄化槽処理水(M邸)、単独処理浄化槽処理水(T20)、生活雑排水(Z17,Z20)の毒性同定評価の結果を示す。合併処理浄化槽M邸処理水の試験結果から、対照区に比べ、EDTA処理区は有意差なし、その他試料区で生長速度が有意に低下した。未前処理に比べ、曝気区、チオ硫酸ナトリウム添加区、EDTA処理区は生長速度が有意に上昇し生長阻害効果が削減された。よって合併処理浄化槽処理水には酸化物/塩化物、カチオン金属が生長阻害物質と推定された。

単独処理浄化槽T20処理水のTIEでは、対照区に比べ、全ての試料区で生長速度が有意に低下した。未前処理に比べ、曝気区、SPE処理区、pH調整区は生長速度が有意に上昇し、生長阻害効果が削減された。pH調整前処理水のNH₃-N推定濃度が2.3mg/Lであることから、NH₃-Nの影響が考えられた。併せて界面活性剤やカチオン金属も生長阻害物質と推定された。

生活雑排水Z17では、対照区に比べ、全ての前処理区で生長速度が有意に低下していた。未前処理区と比

べ、SPE処理区の生長速度は大きく改善されたことから、Z17では主な生長阻害物質は界面活性剤であると考えられた。

生活雑排水Z20では、対照区に比べ、全ての前処理区で生長速度が有意に低下した。未前処理区に比べ、全ての前処理区で生長速度が有意に上昇したことから、Z20では界面活性剤など表1に示すような様々な化学物質が生長阻害効果を作用していると推定された。

4. まとめ

本研究では、夏季の合併処理浄化槽処理水1件、単独処理浄化槽処理水1件、生活雑排水2件のTIE(毒性同定評価)を実施した。その結果、合併処理浄化槽処理水において酸化剤/塩化物やカチオン金属、単独処理浄化槽処理水ではNH₃-N、界面活性剤、カチオン金属、生活雑排水では界面活性剤などの様々な化学物質が藻類に生長阻害効果を有すると考えられた。

参考文献

- 1) Yasuda, et al. The 18th Proc. of Symp. of Jpn. Soc. Water Environ., 159-160 (2015)
- 2) Takeda, et al. JSWTB., 52, 4 93-104 (2016)
- 3) 排水(環境水)管理のバイオアッセイ技術検討分科会:生物応答を用いた排水試験法(検討案)第3版 (2015)
- 4) U. S. EPA, EPA/600/6-91/005F (1992)
- 5) U. S. EPA, EPA/833B-99/002 (1999)