

毒性同定評価(TIE)で実施する物理化学的処理による生態影響物質の挙動

いであ株式会社 環境創造研究所 ○澤井 淳、岡村哲郎、戸田美沙、宮本信一、
横浜国立大学 亀屋隆志、鹿児島大学 高梨啓和

Behavior of ecotoxic substances through physicochemical wastewater treatments, by Atsushi SAWAI, Tetsuro OKAMURA, Misa TODA, Nobukazu MIYAMOTO (Inst. of Environ. Ecol. /IDEA Consultants, Inc.), Takashi KAMEYA (Yokohama National Univ.), Hirokazu TAKANASHI (Kagoshima Univ.)

1. はじめに

排水の生物応答試験 (WET 試験) を実施し、排水に有意な毒性がみられた場合、毒性を削減していくことが重要となる。米国では毒性削減評価 (TRE: Toxicity Reduction Evaluation) および毒性同定評価 (TIE: Toxicity Identification Evaluation) が実施される。PRTR データ等から下水処理場への生態影響物質の流入が明らかとなっているが、TIE で実施する物理化学的処理における挙動についての知見は少ない。そこで、生態影響物質のうち有機化合物の物理化学的処理における挙動を把握することとした。

2. 実験方法

2. 1 被験試料

下水処理場から、流入下水および放流水を採取し、Oasis HLB plus (日本ウォーターズ) を用いて 50 または 100 倍に固相抽出し、WET 試験および GC/MS による機器分析に供した。脱離溶媒として、アセトンを用いた。WET 試験用の試料は、窒素気流でアセトンを 100 μL まで除去し、採取した試料水の 80 vol% となるよう下記に示す希釈水で希釈した。

2. 2 生物応答試験および機器分析

流入下水について、ニセネコゼミジンコを用いたミジンコ繁殖試験およびムレミカヅキモを用いた藻類生長阻害試験を行った。希釈水として、ミジンコ類試験では人工調製水、藻類試験では OECD 培地を用いた。各試料の 80%濃度区のみで試験したこと以外は「生物応答を用いた排水試験法 (検討案)」¹⁾ に準拠した。流入下水および放流水の機器分析には、GC/MS-QP2010 plus (島津製作所) および自動同定・定量データベースシステム (AIQS-DB) を用いた。

3. 結果および考察

3. 1 固相抽出試料の生物応答試験

検討したすべての試料においてミジンコ類および藻類に有意な影響がみられた。最も毒性が強かった流入下水では、藻類に対する生長阻害率が 84.0%、ミジンコ類の死亡率が 100%であった。下水中の農薬の生態影響が報告²⁾されているが、固相抽出により回収した下水中有機物の生態影響についてはほとんど報告されていない。

3. 2 固相抽出試料の機器分析

流入下水の毒性が最も強かった下水処理場につい

て、流入下水と放流水に含まれる生態影響物質を一斉分析した。流入下水から 42 種類の生態影響物質が検出された。10 $\mu\text{g/L}$ 以上の高濃度で検出された物質の例を表 1 に示す。42 物質のうち 40 物質は、下水処理場における生物処理で 50%以上除去され、31 物質は 90%以上除去されていた。GC/MS で検出可能な物質の多くが、下水処理により除去されていることが示された。

TIE における物理化学的処理として、ばっ気、pH 調整、キレート剤添加、還元剤添加等が定められている³⁾。本研究において流入下水から検出された物質は、上記処理の中でのばっ気以外では除去されにくいと考えられる。そこで、ばっ気による除去の可能性をヘンリー定数から検証した (表 2)。その結果、ヘンリー定数が $1.9 \times 10^{-4} \text{ atm} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$ 以上であり、比較的揮発性が高い物質の除去率は、59%以上であった。今後、これらを検証する実験を実施予定である。

表 1 高濃度で検出された生態影響物質の例

物質名	CAS No.	濃度 ($\mu\text{g/L}$)		除去率 (%) (a-b)/a \times 100
		流入下水 (a)	放流水 (b)	
N,N-ジメチルドデシルアミン	112-18-5	21.3	<0.1	100
ピラクロストロビン	175013-18-0	19.9	<0.05	100
ベンジルアルコール	100-51-6	15.0	<0.01	100
2-エチル-1-ヘキサノール	104-76-7	12.6	0.22	98
2-フェニルエタノール	60-12-8	12.2	<0.01	100
カフェイン	58-08-2	11.8	<0.1	100

表 2 揮発性が高い生態影響物質の例

物質名	CAS No.	ヘンリー定数 ($\text{atm} \cdot \text{m}^3/\text{mol}$)	濃度 ($\mu\text{g/L}$)		除去率 (%) (a-b)/a \times 100
			流入下水 (a)	放流水 (b)	
p-シメン	99-87-6	1.2E-02	0.33	<0.025	96
p-ジクロロベンゼン	106-46-7	3.0E-03	0.16	0.066	59
o-ジクロロベンゼン	95-50-1	3.0E-03	0.16	0.066	59
m-ジクロロベンゼン	541-73-1	3.0E-03	0.15	0.063	59
N,N-ジメチルドデシルアミン	112-18-5	8.2E-04	21.3	<0.1	100
ビス(2-クロロエチル)エーテル	111-44-4	1.9E-04	2.15	<0.01	100

謝辞 本研究の一部は、国土交通省下水道技術研究開発 (GAIA プロジェクト) により実施された。

参考文献

- 1)環境省, (2015) 生物応答を利用した排水管理手法の活用について (検討会報告書)
- 2)J.R. Amato *et al.*, (1992) *Environ. Toxicol. Chem.*, 11(2), 209-216
- 3)US EPA, (1991) Methods for Aquatic Toxicity Identification Evaluations.