

B-19 活性汚泥処理プロセス及び微生物担体処理プロセスにおける医薬品の除去特性

○小森 行也^{1*}・岡本 誠一郎¹

¹独立行政法人土木研究所（〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6）

* E-mail: komori@pwri.go.jp

1. はじめに

下水処理場に流入する医薬品類の一部は下水処理により除去されることが知られているが、放流水に存在する医薬品類も少なくない¹⁾²⁾。また、医薬品類には、藻類生長阻害、ミジンコ繁殖阻害を起こす物質があることが報告³⁾⁴⁾⁵⁾されている。放流水に残存する医薬品類の水生物への影響が懸念されることから、下水処理における医薬品類除去率の向上手法について検討が必要である。

本研究は、活性汚泥処理プロセスと微生物担体を用いた高度処理プロセスにおける医薬品類4物質（クラリスロマイシン、アジスロマイシン、ケトプロフェン、トリクロサン）の除去特性について調査を行ったものである。これら4物質は下水処理水に残存し、藻類生長阻害³⁾⁴⁾又はミジンコ繁殖阻害⁵⁾があることが報告されている物質である。

2. 調査方法

調査は、有効水深が約 2mの最初沈殿池(0.5m³)、エアレーションタンク(0.5m³×4槽)、最終沈殿池(0.7m³)で構成される活性汚泥処理実験装置と微生物保持担体を添加した反応槽(10L×4槽)の担体処理実験装置を用いて行った(図-1参照)。実下水処理場の流入下水を定量ポンプを用いて活性汚泥処理実験装置に導入した。生汚泥、余剰汚泥の引抜はタイマーコントロールによる間欠運転で行った。活性汚泥処理実験装置は、流入下水量6.8m³/d、汚泥返送率約38%、エアレーションタンクHRT約7時間で運転した。担体処理実験装置は担体を嵩比率35%で添加、反応槽は担体が浮遊するよう機械攪拌し、担体表面に自然発生的に付着した生物膜により高度処理した。担体処理実験装置の各反応槽のHRTは約30分であり、担体処理水④では約2時間のHRTとなる。

分析試料は、運転開始から2ヶ月以上経過した平成

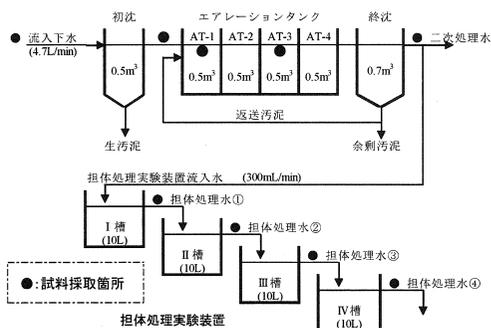


図-1 実験装置の概要と試料採取箇所

26年2月5日～6日においてそれぞれ2時間間隔で採取した各試料を等量混合したコンポジット試料とした。採取箇所は、流入下水、初沈流出水、AT-1混合液、AT-3混合液、終沈流出水（二次処理水）、担体処理水①～④である。

クラリスロマイシン、アジスロマイシン、ケトプロフェンは、ガラス繊維ろ紙(GF/B)でろ過したろ液をOasis HLBを用い固相抽出した後、LC-MS/MSにより分析⁶⁾した。また、トリクロサンの分析は、ガラス繊維ろ紙(GF/B)でろ過したろ液をOasis HLBを用い固相抽出した後、アセチル誘導体化しGC-MSにより分析⁷⁾した。

3. 調査結果

一般水質項目分析結果を表-1に示す。本実験装置のBOD除去率は94%であり、本装置の処理水質は標準活性汚泥法の実下水処理場と同レベルであった。流入下水中のNH₄-N、NO_x-Nの濃度は、それぞれ20mg/L、0.05mg/L以下であるのに対し、二次処理水では0.47mg/L、18mg/Lで十分に硝化が進行していた。また、エアレーションタンク混合液のMLSS、余剰汚泥

表-1 一般水質項目分析結果

	流入水	初沈流出水	二次処理水	担体処理水④
BOD (mg/L)	150	140	9.1	-
DOC (mg/L)	35	37	7.8	6.4
NH ₄ -N (mg/L)	20	21	0.47	0.04
NO _x -N (mg/L)	<0.05	<0.05	18	19
TN (mg/L)	33	31	20	20
TP (mg/L)	3.2	3.2	1.6	1.6
水温 (°C)	16.8	16.4	14.9	13.4

引き抜き量より計算したSRTは約13日であった。

活性汚泥処理実験装置及び担体処理実験装置の各処理プロセスにおける医薬品類4物質7物質の分析結果を図-2に示す。流入下水のクラリスロマイシン(CAM), アジスロマイシン(AZM), ケトプロフェン(KP), トリクロサン(TCS)の濃度は、それぞれ1,600ng/L, 310ng/L, 950ng/L, 340ng/Lであった。図-2は、流入下水の医薬品類濃度をC₀, 各プロセスの医薬品類濃度をCとし、C/C₀で示した。CAM, AZMは、初沈流出水で流入下水に比べ約10%高い値を示したが、エアレーションタンク内で減少し、二次処理水ではそれぞれ1,400ng/L, 270ng/Lとなり流入下水の0.88, 0.87の値を示した。本調査における活性汚泥処理による除去率は、それぞれ12%, 13%である。KPは、初沈流出水で流入下水の0.89を示し、エアレーションタンク内で大きく減少し、二次処理水では240ng/Lとなり流入下水の0.25となった。TCSは、初沈流出水では流入下水とほぼ同じ値を示し、エアレーションタンク内で大きく減少し、二次処理水では69ng/Lとなり流入下水の0.2となった。KP, TCSの活性汚泥処理による除去率は、それぞれ75%, 80%である。

担体処置実験装置での医薬品の減少は、各物質とも処理が進むにつれ減少し、担体処理水④では二次処理水(担体処理実験装置流入水)の1/5以下となった。担体処理における医薬品類除去率は、合計HRTが約2

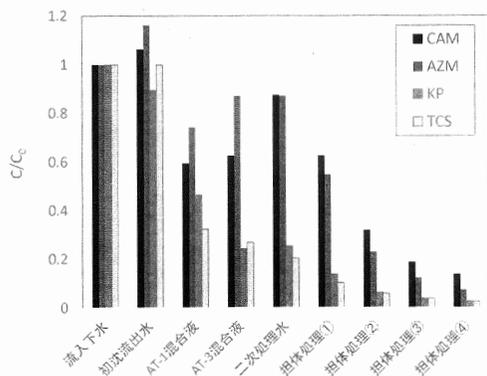


図-2 医薬品類分析結果

時間の担体処理水④では、CAMが84%, AZMが91%, KPが90%, TCSが88%であった。CAM, AZMは、活性汚泥処理での除去率(12%, 13%)に比べ大きな除去率を示し、担体処理水④の濃度は220ng/L, 23ng/Lであった。KP, TCSは、活性汚泥処理における除去率が75%, 80%であり、活性汚泥処理により比較的除去され易い物質ではあるが、流入下水の20~25%は二次処理水に残存している。これら二次処理水に残存するKP, TCSは担体処理により更に除去することができ、担体処理水④の濃度は25ng/L, 8.5ng/Lとなった。また、担体処理における医薬品類除去は、DOC除去率18%に比べ大きな値を示したことから、二次処理水に残存する溶解性有機物の中でも比較的除去され易い物質といえる。

4. まとめ

下水処理水に残存し水生生物への影響が懸念される医薬品類4物質について活性汚泥処理プロセスと微生物担体を用いた高度処理プロセスにおける除去特性の調査を行い以下の結果を得た。

CAM, AZMは、活性汚泥処理による除去率は12%, 13%であるが、微生物担体処理では84%, 91%であり、全体除去率は86%, 93%であった。また、KP, TCSの活性汚泥処理による除去率は、75%, 80%であるが担体処理により更に90%, 88%除去が可能であり、全体除去率は97%, 98%であった。

担体処理における医薬品類の除去率は、活性汚泥処理の除去率に比べ大きな値を示したことから、微生物担体を用いる高度処理が二次処理水に残存する医薬品類の除去に有効であることがわかった。

参考文献

- 1) 成宮他, 下水処理過程における医薬品類の存在実態と挙動, 環境工学研究論文集, 46, pp.175-185, 2009
- 2) 小森他, 下水処理における医薬品(92物質)の除去特性, 第45回下水道研究発表会講演集, pp.91-93, 2008
- 3) 福永他, 藻類生長阻害試験を用いた医薬品の毒性評価, 環境工学研究論文集, 43, pp.57-63, 2006
- 4) A. Harada et al., Biological effects of PPCPs on aquatic lives and evaluation of river water, Water Science & Technology, Vol.58, No.8, pp.1541-1546, 2008
- 5) 環境省, 化学物質の生態影響試験について, <http://www.env.go.jp/chemi/sesaku/seitai.html>, 2006
- 6) 小西他, 水環境中医薬品のLC-MS/MSによる一斉分析法の検討, 環境工学研究論文集, 43, pp.73-82 (2006)
- 7) 宝輪他, GC-MSによる水環境中のPPCPs一斉分析法の基礎的検討, 第16回環境化学討論会講演要旨集, pp.774-775 (2007)