

水再生センターにおける 医薬品類に使用される化学物質の実態調査

横浜市 ○酒井 真美・手塚 寛也

1. はじめに

近年、医薬品類に使用される化学物質による水環境の微量汚染や、その生理活性に由来する水生生物への影響が懸念されており、新たな環境問題として注目されている。環境省の平成 26 年度化学物質環境実態調査では、「エリスロマイシン及びクラリスロマイシン並びにその他マクロライド化合物等」、「オキシテトラサイクリン、クロルテトラサイクリン及びその他テトラサイクリン化合物並びにその代謝物質」、及び「5-クロロ-2-(2,4-ジクロロフェノキシ)フェノール（別名：トリクロサン）」といった抗生物質が初期環境調査の対象となっており、横浜市鶴見川の亀の子橋で、クラリスロマイシンやトリクロサン等の物質が他地点と比較して高濃度で検出されている。トリクロサンについては、平成 28 年に厚生労働省から「トリクロサン等を含む薬用石けんから、代替製品への切り替えを促す」という旨が通知されている。

こうした医薬品類に使用される化学物質（以下、医薬品類）は、家庭排水や病院排水などから下水道に流入し、下水処理施設（横浜市においては水再生センター）で処理された後に水環境に排出されることから、水再生センターにおける医薬品類の流入・流出状況の調査の必要性は高いと考えられる。そこで今回、医薬品類について環境リスクが懸念される濃度で水再生センターから排出されているかどうか、知見を得ることを目的として調査を行った。

2. 調査内容

(1) 調査検体

横浜市内 11 か所の水再生センターにおける流入水および放流水の 24 時間混合試料を調査した。

(2) 調査物質

過去に下水処理施設放流水から検出例のある物質からさまざまな用途で使用される医薬品 21 種類を選定し(表 1)、濃度を測定した。

(3) 調査期間

カフェイン及びトリクロサンは平成 28 年 1 月、その他 19 物質は平成 28 年 3 月に試料採取及び分析を行った。

(4) 分析方法

カフェイン及びトリクロサンは、中島ら¹⁾の方法を参考に固相抽出 - GC/MS 法を用いて測定し、絶対検量線法で定量した。その他 19 物質は、鈴木ら²⁾の方法を参考に固相抽出 - LC/MS/MS 法を用いて分析を行い、絶対検量線法で定量した。

表 1. 測定物質一覧

物質名	主な用途
アジスロマイシン	抗生物質
クラリスロマイシン	抗生物質
レボフロキサシン	抗生物質
スルファジメトキシ	抗生物質（動物用）
アンピシリン	抗生物質（人・動物用）
テトラサイクリン	抗生物質（人・動物用）
スルファメトキサゾール	抗生物質（人・動物用）
クロラムフェニコール	抗生物質（人・動物用）
チアムリン	抗生物質（動物用）
アセトアミノフェン	解熱鎮痛消炎剤
ケトプロフェン	解熱鎮痛消炎剤（人・動物用）
クロタミトン	外皮用薬
カルバマゼピン	抗てんかん剤
ジソピラミド	不整脈用剤
ジルチアゼム	血管拡張剤
テオフィリン	気管支拡張剤
ベザフィブラート	高脂血症用剤
フロセミド	利尿剤
スルピリド	精神神経用剤
カフェイン	強心剤
トリクロサン	抗菌剤

3. 結果および考察

(1) 流入水中の医薬品類濃度 (図 1)

流入水からは、調査した 21 項目のうち 18 項目がいずれかの水再生センターで検出された。カフェインの濃度が最も高く、アセトアミノフェン、テオフィリン、ベザフィブラート等も高い濃度で検出された。抗生物質のうち、アジスロマイシン、クラリスロマイシン、レボフロキサシンは $0.1 \mu\text{g/L}$ 以上の濃度で検出された。その他の抗生物質は濃度が低く、動物用の抗生物質として利用されることの多いテトラサイクリン、スルファジメトキシム、チアムリンは検出されなかった。

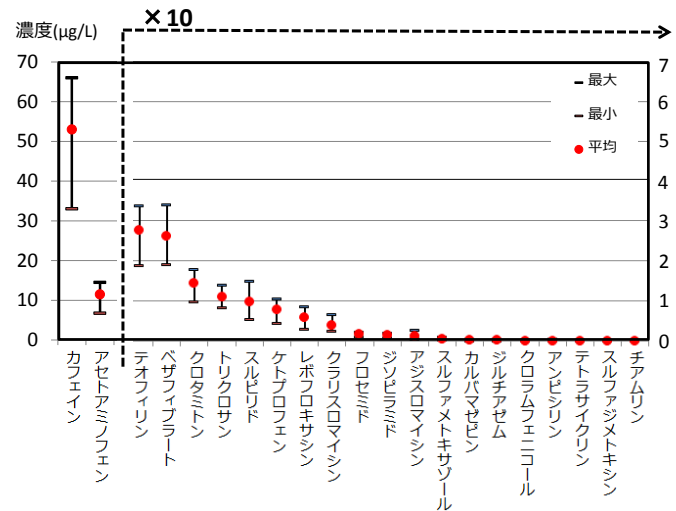


図 1. 流入水中の医薬品類濃度

(2) 放流水中の医薬品類濃度 (図 2)

放流水からは、18 項目がいずれかの水再生センターで検出された。クロタミトンの濃度が最も高く、次いでスルピリド、クラリスロマイシンも高い濃度で検出された。流入水から高濃度で検出されたカフェイン、アセトアミノフェン、テオフィリン、ベザフィブラートの放流水中濃度は低かった。アンピシリン、スルファジメトキシム、チアムリンは不検出だった。

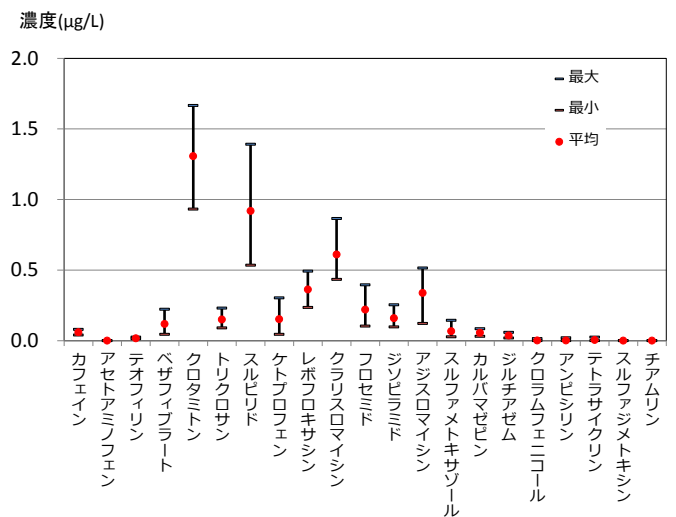


図 2. 放流水中の医薬品類濃度

(3) 下水処理過程における医薬品類の除去率

流入濃度が定量下限以下、または流入濃度、放流濃度ともに定量下限付近で除去率の算出が困難であった 5 物質を除いた 16 物質の除去率を図 3 に示す。カフェインなど流入濃度の高かった 4 物質は、90%以上の高い除去率を示し、下水処理過程で十分に除去されることが示唆された。トリクロサン、ケトプロフェンの 2 物質も約 80%と比較的高い除去率を示した。

その他の物質は除去率が低く、特に抗生物質は全て低い除去率であったため、下水処理過程での除去が困難であることが示唆された。

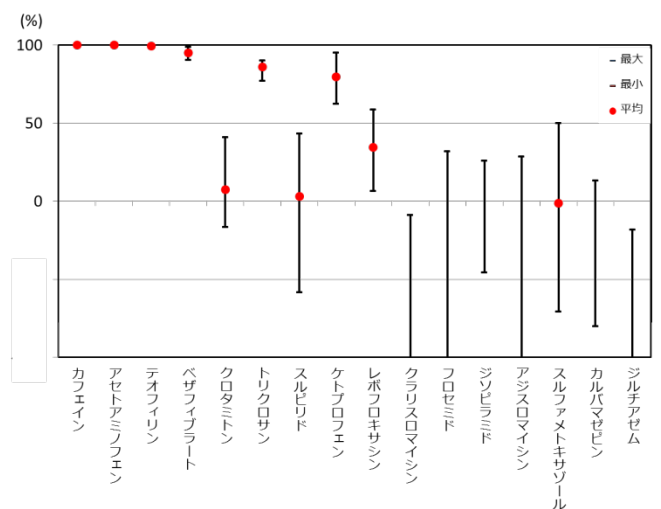


図 3. 下水処理による医薬品類除去率

(4) PNEC (予測無影響濃度) を用いたリスク評価

放流水中の各物質の環境リスクを考えるために、PNEC を用いた評価³⁾を行った。PNEC の値は報文⁴⁾⁵⁾から収集した。各物質の PNEC を

表 2 に示す。予測環境中濃度(PEC)/PNEC の値を算出し、1 以上であれば「詳細な評価を行う候補と考えられる」、0.1 以上 1 未満であれば「情報収集に努める必要がある」、0.1 未満であれば「現時点では作業は必要ないと考えられる」と評価される。今回は PEC の代わりに、実測された放流水中濃度の最大値 (MEC_{max}) を用いた。

放流水中濃度が定量下限以下の物質及び、PNEC の正確な値が収集できなかった物質を除いた 15 物質の評価値(MEC_{max}/PNEC)を図 4 に示す。アジスロマイシン、クラリスロマイシン、レボフロキサシン、ケトプロフェン、トリクロサンの 5 物質の評価値が 1 以上で「詳細な評価を行う候補と考えられる」という評価となった。特にアジスロマイシンとクラリスロマイシンは評価値が 10 以上であった。また、テトラサイクリン、クロタミトンは「情報収集に努める必要がある」と考えられる」という評価となった。

4. 結論

医薬品類に使用される 21 の化学物質について、水再生センター流入水および放流水中の調査を行い、各物質の濃度や下水処理過程における除去の状況について知見を得ることができた。測定結果をもとに環境リスク評価を行い、詳細な評価を行う候補と考えられる医薬品類が複数あることがわかった。リスク評価の数値が高かった物質を中心に、引き続き調査を行っていく予定である。

表 2. PNEC 一覧

物質名	PNEC (µg/L)	物質名	PNEC (µg/L)
アジスロマイシン	0.019	クロタミトン	3.5
クラリスロマイシン	0.02	カルバマゼピン	5.2
レボフロキサシン	0.079	ジソピラミド	63
スルファジメトキシ	5.29	ジルチアゼム	5.2
アンピシリン	31	テオフィリン	>100
テトラサイクリン	0.09	ベザフィブラート	10
スルファメトキサゾール	1.6	フロセミド	-
クロラムフェニコール	0.21	スルピリド	>10
チアムリン	-	カフェイン	5.2
アセトアミノフェン	14	トリクロサン	0.028
ケトプロフェン	0.16		

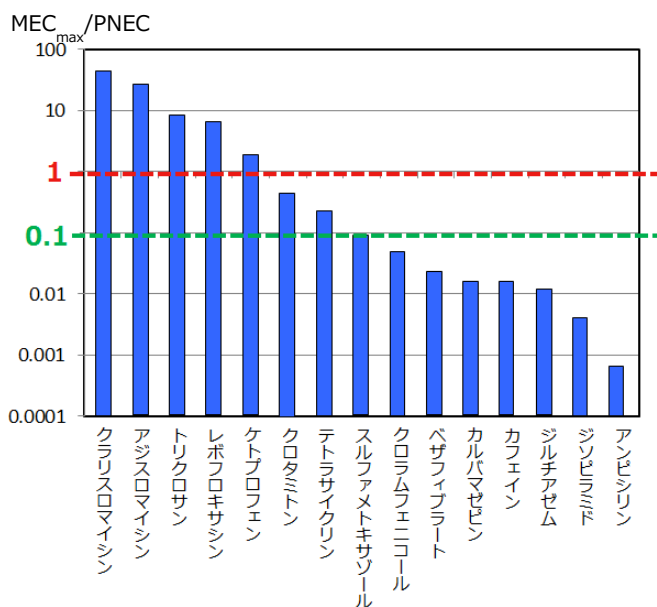


図 4. PNEC を用いた評価結果

参考文献

- 1) 中島純夫、南部佳弘、柏原守、矢野公一 (2009)、札幌市衛生研究所年報 第 36 号 p.67
- 2) 鈴木俊也、矢口久美子、栗田雅行、西村哲治、小縣昭夫 (2009)、東京都健康安全研究センター研究年報 第 60 号 p.253
- 3) 環境省 化学物質の環境リスク初期評価ガイドライン (平成 26 年 12 月版)
- 4) 環境省 化学物質の環境リスク評価 第 7 巻
- 5) 土木研究所 平成 22 年度下水道関係調査研究年次報告書

問い合わせ先：横浜市環境創造局下水道水質課 酒井 真美

〒231-0803 横浜市中区本牧十二天 1 - 1 TEL : 045-671-4343 E-mail : ma20-sakai@city.yokohama.jp