

下水処理場および河川水中における医薬品の挙動に関する研究

益永・中井・松田研究室 大隈啓伸

1. 緒言

本研究の対象である医薬品は、製品の性質上、生理活性を有していることが多く、水環境中へ排出されると水生生物への影響や薬剤耐性菌の拡散への影響が懸念されている。また飲料水を上水に用いる地域においては人への健康影響も懸念されている。既往研究より水環境中で検出される医薬品はヒトや家畜のし尿中に含まれたものが下水処理場を経由して流入することに起因すると考えられる。ただし、日本においては欧米と比較して環境中の医薬品汚染の実態に関しては情報が不足しており、医薬品が河川へ流入してから流下に伴ってどのような挙動をとるかを研究した例はほとんどない。そこで、本研究では神奈川県境川を対象とし、その流域に存在する下水処理場と、下水処理水が流入した河川水中における医薬品の挙動を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

[2.1 対象物質]

人用医薬品：解熱鎮痛剤である Ibuprofen(=IBP)、Acetaminophen(=AAP)、不整脈治療薬である Propranolol (=PROP)、抗てんかん薬である Carbamazepine(=CBZ)、高脂血症溶剤 Clofibrate の代謝物である Clofibric Acid(=CA)、人用および動物用医薬品：合成抗菌剤である Sulfadimethoxine(=SDM)、Sulfamethoxazole(=SMX)、Sulfamethazine(=SMT)、抗生物質である Tetracycline(=TC)、Oxytetracycline(=OTC)、Chlortetracycline(=CTC)、動物用医薬品：タイロシン(Tylosin=TYL)の計 12 物質。

[2.2 河川水調査]

2006年11月14日及び11月15日に境川計11地点の河川水中の医薬品濃度を調査した。また、下水処理水は河川への医薬品の主な流入負荷であるため、境川に放流する4箇所の下水処理場放流水中の医薬品濃度を同時に調査した。さらに河川水の採取と同時に採取地点の河川流量を測定し、測定濃度と流量の積として負荷量を算出した。

[2.3 下水処理場内調査]

境川調査範囲内にある標準活性汚泥法を用いている4箇所の下水処理場で行った。各処理場において、流入下水および放流水を24時間の時間比例コン

ポジットサンプリングによって採水した。各水試料は2時間当たりの流出水量の比に応じて適量採取・混合することでコンポジットサンプルとして医薬品濃度を測定した。

[2.4 分析方法]

水試料200mlをpH調整した後、固相カートリッジを用いて抽出を行った。メタノールで溶出後、濃縮乾固し、メタノール1mlに再溶解させ抽出液とした。作成した試料はLC/MS/MSで測定した。

3. 結果と考察

全物質の結果を示すことができないため、本要旨では人用および動物用医薬品から代表的な挙動を示す化合物について述べることにする。

図2に水試料採取地点における対象医薬品の負荷量を示した。図3にはPROP、CBZ、SMT、

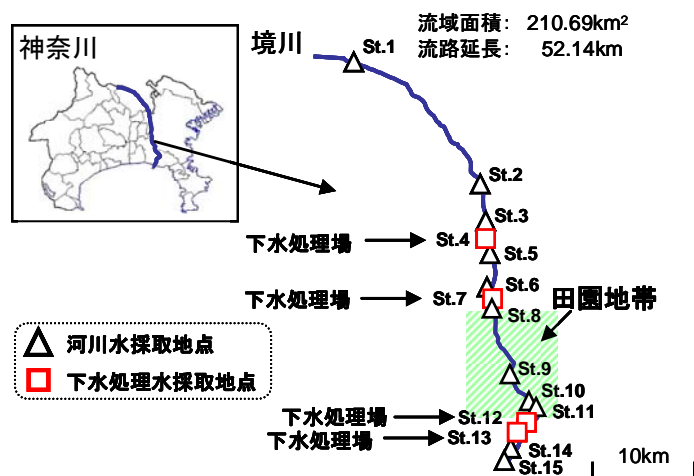


図1 境川サンプリング地点

OTC の流下負荷量と下水処理水を主要な負荷源と仮定した累積流入負荷量を示し、図 3 にはこれらの医薬品の下水処理場における除去率を示した。

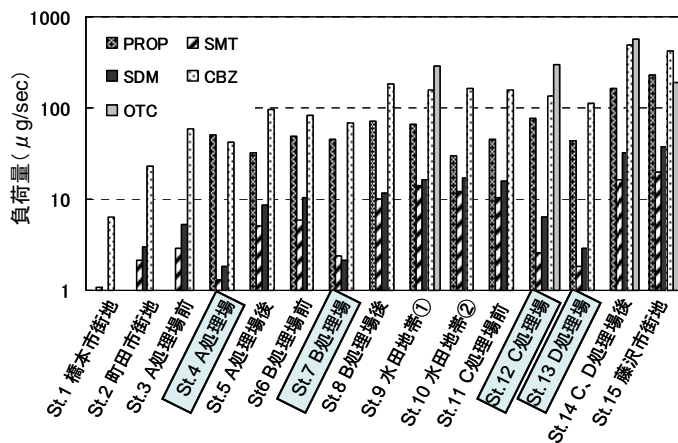
図 2 より CBZ は累積流入負荷量と流下負荷量が同程度であることから、処理場が主な負荷源であると同時に、河川水中でほとんど減少しないことが明らかとなった。また、下水処理場における CBZ の除去率は-48~5%であり調査した全ての処理場において除去率が非常に低かった。PROP は河川流下に伴い多少の減少が見られたが下水処理水流入後から下流まで全ての地点で検出された。下水処理場における PROP の除去率は-15~10%と低い結果であった。一方、SMT と OTC については累積流入負荷量を超える地点が存在した。SMT と OTC は動物用としての使用量が多く、超過地点は水田地帯にあたることから、下水処理場を経由しなかった畜産農家由来の排水が流入した可能性がある。下水処理場における除去率は SMT、OTC ともに高く、かなりの除去が期待できる OTC は水田地帯や処理場からの負荷量が多いものの、流入後には河川水中で速やかに減少する結果となった。

4. まとめ

医薬品の種類によって河川流下方向での減少率が異なり、下水処理場における除去率が高い物質は河川水中で減少しやすい傾向があった。人用医薬品の多くは下水処理場が主な負荷源であるため、下水処理水中濃度が生態影響を及ぼす可能性がある場合には、除去率を上げる工夫を検討する必要があるだろう。また、動物用医薬品については下水処理場以外に流入源が存在することが明らかとなった。これらの流入源からの負荷量は非常に多く、畜産排水についても処理実態について調査する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 清野敦子,古荘早苗,益永茂樹, わが国の水環境中における人用・動物用医薬品の存在,水環境学会誌,27,685-691(2004).
- 2) Jorgensen, S. E. & Halling-Sorensen, B. Drugs in the environment. Chemosphere 40, 691-699(2000).



※流下方向(上流→下流) ※ □ は下水処理水からの流入負荷量
 図2 境川における医薬品(PROP、SMT、SDM、CBZ、OTC)の負荷量

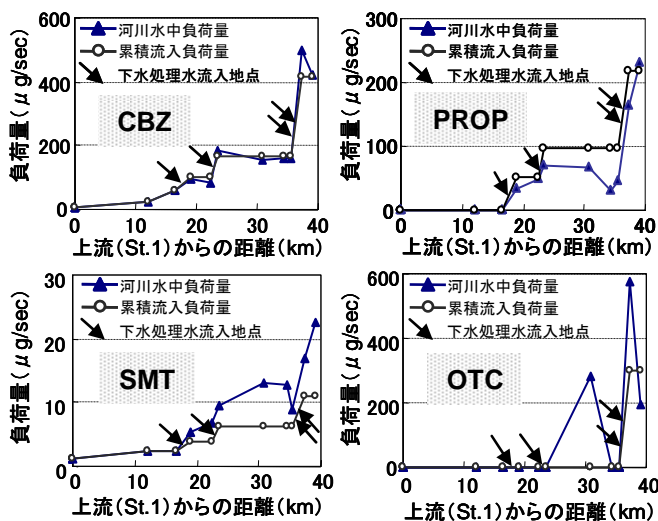


図3 境川における医薬品の流下方向負荷量変動

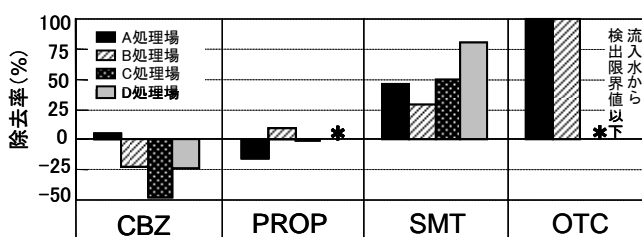


図4 4つの下水処理場における医薬品の除去率
 (* : could not be determined due to interference)