

## 下水処理水放流河川での抗菌剤の挙動と UV ライトを用いた抗菌剤の除去処理に関する研究

岩手大学 学生会員 ○伊藤来夢 岩濑零司

岩手大学 非会員 笹本誠 正会員 石川奈緒 伊藤歩

岩手県環境保健研究センター 伊藤朋子

## 1. 背景

抗菌剤は人や家畜に投与後、完全に消化されず排泄物とともに体外に排出される。下水処理施設ではすべての抗菌剤を除去することは困難であり、除去されない抗菌剤は下水処理放流水とともに河川に流出し、生態系へ悪影響を及ぼす、または薬剤耐性菌の発生を助長する恐れがある。

本研究では、下水処理放流水(放流水)から検出された 6 種類の抗菌剤を対象とし、下水処理放流および放流先河川の抗菌剤負荷量から河川での抗菌剤の挙動を明らかにすることを試みた。また、2 種類の抗菌剤について UV ライトによる溶液中抗菌剤の分解除去を検討した。

## 2. 実験方法

## 2-1 対象抗菌剤

調査対象の抗菌剤は、予備調査により下水放流水から検出されたマクロライド系 3 種類(アジスロマイシン(AZI)、クラリスロマシ(CLR)、ロキシシロマイシン(ROX))、ニューキノロン系 1 種類(レボフロキサシン(LEV))、サルファ剤 2 種類(スルファメトキサゾール(SMXZ)、スルファピリジン(SPD))である。また、UV ライトによる除去実験では、AZI の他、既存の研究において下水処理水中で検出報告があるスルファメサジン(SMZ)を対象とした。

## 2-2 下水処理水放流河川での抗菌剤の挙動調査

本調査は 2022 年 11 月 8 日に行った。採水地点を図-1 に示す。試料はすべて褐色ガラス瓶にて保存した。孔径 1.2  $\mu\text{m}$  のガラス繊維ろ紙でろ過したろ液を試験液として実験に用いた。試料は、石川ら<sup>1)</sup>と同様の方法を用いた。標準添加法で定量し、抗菌剤の分析は高速液体クロマトグラフ-タンデム質量分析装置(LC-MS/MS、Waters、LC : Acquity UPLC H-Class、

MS/MS : Xevo TQD)で分析した。

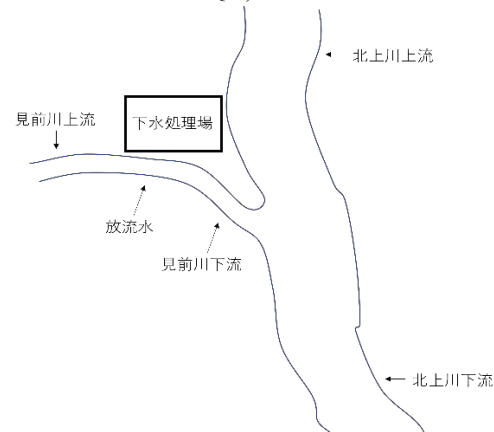


図-1 採水地点

また、見前川上流では流量を測定し、ほかの地点では浄化センターや国交省の HP よりデータを取得し、各地点での各抗菌剤の負荷量を次式により算出した。

$$\text{負荷量}[\mu\text{g/s}] = \text{濃度}[\text{ng/L}] \times \text{流量}[\text{m}^3/\text{s}]$$

## 2-3 UV ライトを用いた溶液中抗菌剤の除去実験

25  $^{\circ}\text{C}$  の恒温室で抗菌剤溶液を水槽に入れ、UV ライト(波長 264 nm、COOSPIDER、CTUV-H11)を照射した(図-2)。初期濃度は AZI では 37.0  $\mu\text{g/L}$ 、SMZ では 73.8  $\mu\text{g/L}$  であった。照射時間 0 分、10 分、30 分、60 分、180 分、360 分の溶液を採取し、LC-MS/MS で定量した。

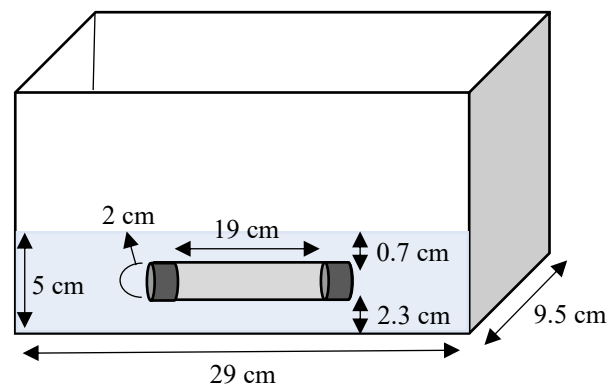


図-2 UV ライト除去実験の概略図

キーワード: 下水処理水、抗菌剤、河川、UV、負荷量

連絡先: 岩手大学 岩手県盛岡市上田 4-3-5 TEL: 019-621-6982

### 3. 結果と考察

#### 3-1 下水処理水放流河川での抗菌剤の挙動調査

図-3 は各採水地点(図-1)での対象抗菌剤の濃度を示す。見前川下流のLEVと北上川下流のSPDは分析値の変動が大きいため掲載していない。抗菌剤濃度は放流水で最も大きく、見前川下流では希釈により濃度は減少し、さらに流量の大きい北上川に合流するとほとんどが検出下限値以下となった。

図-4 は各採水地点の対象抗菌剤の負荷量を示す。放流水と見前川下流で各抗菌剤の負荷量が大きく、特にLEV以外は放流水と見前川下流では負荷量の減少はわずかであり、北上川に合流するまではほとんど残留して流下していることが示された。

#### 3-2 UV ライトを用いた溶液中の抗菌剤除去実験

図-5 は各抗菌剤の濃度と時間の関係を示す。SMZはUV ライト照射 180 分で完全に除去することができたが、AZIは360分の照射でもほとんど除去することはできなかった。UV ライトはサルファ剤の分解除去に対しては有効であるが、マクロライド系に対しては効果が期待できないと考えられる。LEVは既存の研究よりUV ライトで除去できるとの報告があり、またマクロライド系抗菌剤はゼオライトで除去できるとの報告があるため、ゼオライトとUVの複合的な除去処理により下水処理水中の抗菌剤を同時に除去できる可能性がある。

### 4. まとめ

本研究で行った下水処理水放流河川での抗菌剤の挙動調査については、下水処理水放流水や放流水の合流先である見前川下流での抗菌剤濃度および負荷量が大きく、流量が見前川よりも35倍以上の北上川に合流後は多くの抗菌剤が濃度検出下限値以下となっていた。今後は、季節によって抗菌剤の濃度および負荷量に変動があるかを調査・検討する必要がある。

また、UV ライトによる各抗菌剤の除去処理については、サルファ剤の抗菌剤の除去には適しているが、マクロライド系の抗菌剤の除去には適していないことが分かった。このことから、UV ライトでの除去処理に有効な抗菌剤の種類が存在すると考えられるため、UV ライト処理が有効な系列について分類

できる可能性があるかを調査・検討する必要がある。

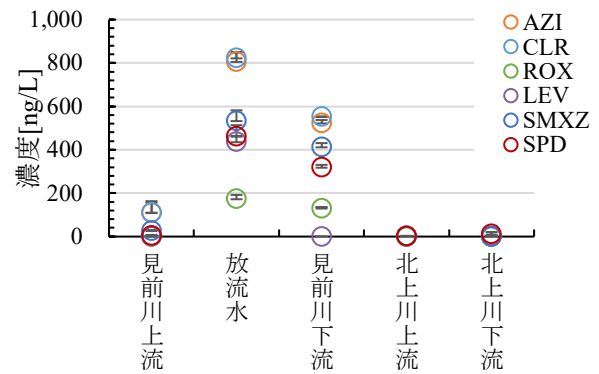


図-3 各地点の抗菌剤濃度

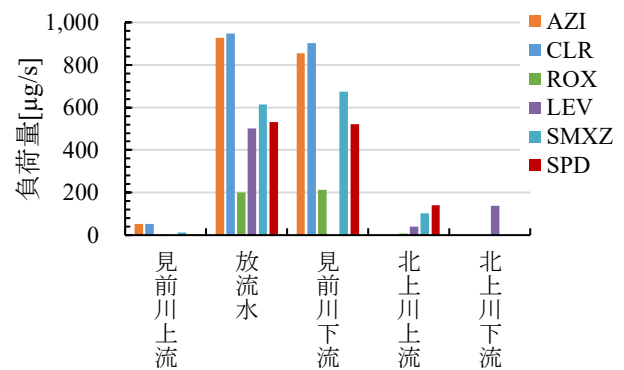


図-4 各地点での負荷量

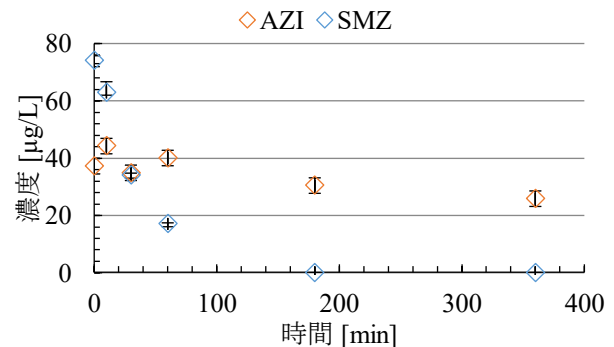


図-5 各抗菌剤の濃度とUV ライト照射時間の関係

#### 参考文献

1) 石川ら、土木学会論文集 G(環境) 78(7)、III 297-III 306 2022.

#### 謝辞

本研究の一部は一般社団法人東北地域づくり協会技術開発支援(2022-2)および岩手大学ソフトパス理工学部センター補助金で実施された。