

## 水生植物を用いた抗生物質除去法に関する実験的検討

早稲田大学創造理工学研究科 学生会員 ○平原 壮、V.P.Ranjusha

早稲田大学創造理工学研究科 正会員 榊原 豊

## 1. はじめに

人や家畜由来の抗生物質による水環境汚染が問題となっている。また、抗生物質の暴露によって、抗生物質に耐性を持つ菌やウイルスの出現も新たな問題である<sup>1)</sup>。この耐性菌の問題に何も対策を講じない場合、2050年には年間の死亡者数が1000万人を超え、がんによる死亡者数を上回るという推計もなされている<sup>2)</sup>。抗生物質汚染の原因として、抗生物質の適切な使用・管理がなされていないこと、抗生物質が自然環境中では分解されづらい物質であるということが挙げられる。適切な使用とは、医師の処方箋に基づき用法・容量を守って使用することであるが、現在、開発途上国では処方箋なしに抗生物質が入手できるため適切な管理がなされているとは言えない。そのため過剰に投与されたり、余った抗生物質が廃棄物処分場を通じて環境中へと流出し、環境汚染へと繋がっている。

本研究では、耐性菌発生の原因となる抗生物質による水環境汚染問題への対策方法として、水生植物を用いた新たな水処理技術の開発を行う。すなわち、開発途上国においても適用可能な安価で、優れた抗生物質除去能力を有した新しい技術として植物が産生する過酸化水素を利用したフェントン反応法を人工湿地に組み込むことを目指し、抗生物質の連続除去実験を行った。

## 2. 実験装置

供試植物は、ウチワゼニグサ (*Hydrocotyle verticillata*)、オオカナダモ (*Egeria densa*)、マツモ (*Ceratophyllum demersum*)、マツバイ (*Eleocharis acicularis*) である。これらの植物は世界中の広範囲に分布しており、入手が容易であることから選択した。実験は、27°C程度に保たれた温室で、供試水を入れた容器(3L)に前述の4種を植栽して蛍光灯(1300lux)を照射することにより行った。写真1に実験装置の様子を示す。また、供試水の組成を表1に示した。実験装置は2系列準備し、表1の供試水及びケイ酸塩のみを除いた供試水をそれぞれHRT7日で連続供給した。実験では処理期間中における処理水の抗生物質 Sulfamethoxazole(SMX)の濃度の測定、優占植物および付着生物の観察を行った。ここで、SMX流入濃度は1mg/Lとした。SMX濃度は、シリンジフィルター(孔径0.45μm)で濾過後、高速液体クロマトグラフ(HP1100, Agilent)を用いて分析・測定した。



写真1. 実験装置の様子

表1. 供試水の組成

成分組成	水槽への流入濃度(mg/L)	成分組成	水槽への流入濃度(mg/L)
NaHCO <sub>3</sub>	52	ZnCl <sub>2</sub>	0.0022
NaNO <sub>3</sub>	7	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	0.0006
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0.4	CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	0.0005
Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ·9H <sub>2</sub> O	11	Na <sub>2</sub> MnO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.0039
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.75	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0.0286
CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0.36	Cyanocobalamin	0.0004
FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.0746	Biotin	0.0004
MnCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	0.0181	Thiamin HCl	0.0004
Sulfamethoxazole	1		

キーワード：水生植物、SMX

連絡先：早稲田大学大学院創造理工学研究科建設工学専攻榊原研究室

〒169-8555 東京都新宿区大久保3-4-1、sakaki@waseda.jp

VII-24

### 3. 実験結果および考察

図1はSMXの除去率の経日変化を珪酸有り(点線)と無し(実線)で比較して示した図である。両処理系共にSMXの除去率は70~90%程度であった。また、実験開始後50日程度経過すると、珪酸を供給した系の除去率が若干高かった。なお、装置内の植物は種類によって増殖速度が異なり、いずれの場合もマツモが徐々に優占する傾向にあった。

図2は珪酸を供給している実験装置内の植物に付着する微生物の観察結果を示したものである。赤い丸で囲った部分に珪藻が確認できる。図2はオオカナダモにおける珪藻の付着状況を工学顕微鏡にて確認したものであるが、他の3種類の植物も同様に珪藻の付着が確認された。

著者らは珪藻と鉄化合物が存在すると(珪藻が産生する過酸化水素から)OHラジカルが生成することを明らかにしている(式(1)及び式(2))<sup>2)</sup>。



このことから、珪藻の被殻に鉄化合物が沈殿していればSMXの一部はOHラジカル等の活性酸素によって分解されている可能性がある。

### 4. まとめ

本実験条件下では植物によりSMXが70%以上除去された。また、ケイ酸塩を加えた系で、SMXの除去率は若干高かった。今後はより長期間の処理性能および植物と付着微生物によるSMX除去メカニズムについて検討を行う予定である。

### 参考文献

- 1) S.Suzuki, T.Kobayashi, F.Suehiro, B.C.Tuyen, and T.S.Tana(2008). High Occurrence Rate of Tetracycline(TC)-Resistant Bacteria and TC Resistance Genes Relates to Microbial Diversity in Sediment of Mekong River Main Waterway. Japanese Society of Microbial Ecology, Vol. 23, No.2, 149-152.
- 2) Jim O'Neill; Review on Antimicrobial Resistance. Antimicrobial Resistance: Tackling a Crisis for the Health and Wealth of Nations. (2014)
- 3) V.P.Ranjusha and Y.Sakakibara: Application of Bio-Fenton Process in Removal of Tetracyclines in SBR, Annual meeting of JSCE(2019)(submitted).

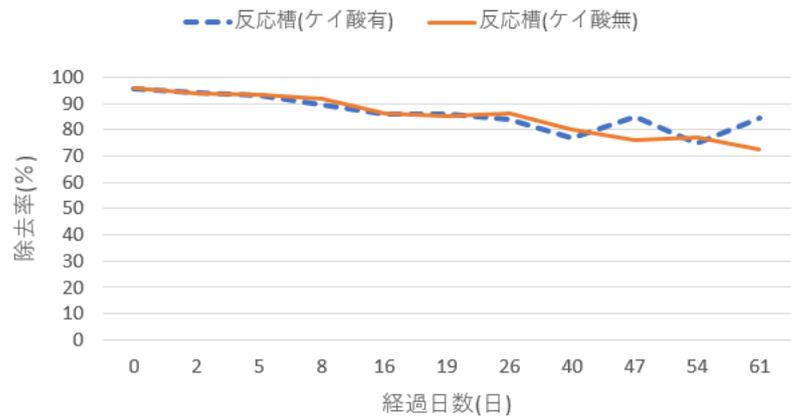


図1. SMX 除去率の経日変化

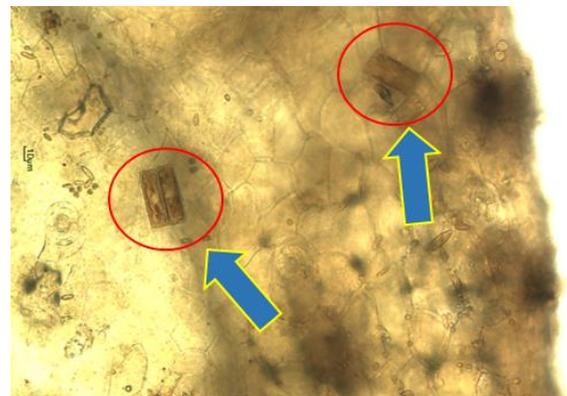


図2. 実際に植物に付着した珪藻の様子