

B-21 電気分解処理法による模擬排水中における 医薬品類の除去特性について

○田中 嵩人^{1*}・谷口 省吾²・尾崎 博明³

¹大阪産業大学大学院工学研究科(〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)

²大阪産業大学新産業研究開発センター(〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)

³大阪産業大学工学部(〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3-1-1)

* E-mail:s08mk03@sub.osaka-sandai.ac.jp

1. はじめに

近年、多種多様な医薬品類が水環境中に放出されている。医薬品類は生体に対して使用されることを前提にしているため、水環境中では難分解性を示すことが多い。これら医薬品類は既存の下水処理場において十分に処理されることなく水環境中に排出されているのが現状であるが、難分解性物質であるため自然浄化されることなく水環境中に残留している。また、水圏生態系への影響や、薬剤耐性菌の発生等を引き起こすことが懸念されている。抗生物質や抗菌剤は特に使用頻度が高い。

そこで本研究においては、電極材料や処理効率に以前より改善されつつある電気分解処理法¹⁾により医薬品類の除去特性について検討を行った。また、医薬品類の分解がどの程度まで進んでいるのかを明らかにするために、有機炭素量の測定結果から有機炭素収支について検討し、それより分解の進捗について検討を行った。

2 実験方法

2.1 実験装置

図-1 に実験装置の概要図を示す。電極には表面をメッシュ状に加工した白金電極(直径 50mm、厚さ 1mm、棒の白金線 0.7φ)を用いた。電源には直流安定化電源装置(AD-8735)を用い、1.0A の定電流で通電し電圧については 15.3~17.0V とした。

(1) 医薬品類の分解実験および分解進捗の検討

今回対象とした医薬品類については測定例や環境中で検出例があるものを 5 種類選定した。電解槽には 1L のガラスビーカーを用い、溶液については 1L の超純水に、Clarithromycin(CAM)、Erythromycin(EM)、Levofloxacin(LVFX)、Triclosan(TCS)、Triclocarban(TCC)をそれぞれ溶解させた。濃度は TOC 測定を行うために医薬品類

の飽和溶液で実験を行った。それに伴い各実濃度は CAM:17.5mg/L、EM:105.1mg/L、LVFX:72.5mg/L、TCS:3.8mg/L、TCC:0.1mg/L となった。実験時間については 6 時間行い、1 時間毎に試料を採取した。

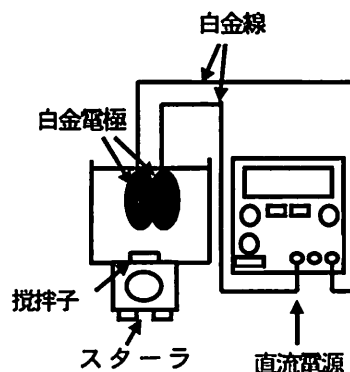


図-1 実験装置概要図

2.2 測定方法

測定は、医薬品類の濃度、TOC 濃度、pH について行った。医薬品類の濃度測定は LC/MS/MS(3200 Q TRAP: Applied Biosystems 製)により行った。TOC 測定は TOC 計(TOC-VCSH:SHIMADZU 製)により、pH の測定にはコンパクト pH メーター(B-212:HORIBA 製)によりそれぞれ行った。

3 実験結果

3.1 分解実験

図-2 に 360 分後の医薬品類の除去率を示す。抗生物質類については、初期濃度に差はあるが CAM については

極めて高い除去率を得ることができ、LVFX についても 90%の除去率を得ることができた。一方、EM については除去率が 63.9%であった。

抗菌剤類については TCC、TCS 共に疎水性であり、低い濃度ではあるが除去率が高い。

以上のことから、医薬品類によって、溶解度の違いから医薬品類の初期濃度に違いがあったものの CAM や TCS、TCC といった医薬品類は極めて高い除去率を得ることができた。一方、EM の除去率は 63.9%となり、医薬品類によっては除去率に差が見られたが、本実験では 105.1mg/L と高濃度であることから、実排水などでは電気分解法は有効であると考えられる。

3.2 医薬品類の分解進度の検討

(1) 抗生物質について

図-3 に 360 分後の抗生物質の炭素収支を示す。ここで示す無機物の割合は、初期 TOC 濃度から実験後の TOC 濃度を差し引いて求めた。また、図中の医薬品由来の炭素は LC/MS/MS の分析からの計算により求めた。

最も分解が進んでいるのは残留 TOC が 37.5%の CAM であり、EM、LVFX についてはそれぞれ 97.6%と 74.6%であった。CAM については、図-2 の結果より医薬品としては極めて高い除去率を示していることから、残留している有機物は CAM とは異なる構造であると考えられる。LVFX、EM についてはそれぞれ 10%、26.1%が医薬品として残留していることから CAM よりも難分解性であるといえる。

(2) 抗菌剤について

図-4 に 360 分後の抗菌剤の炭素収支を示す。TCS で 47.4%、TCC で 19.3%が無機化しており、検出された有機物についても、図-2 の除去率の結果から、もとの化合物ではないと考えられる。このことより、濃度に差があっても分解進度については異なる結果が得られており分解進度には化合物の特性が関係していると考えられる。

(3) 残留有機物について

図-3 と図-4 中の溶液中に残留している有機物については、医薬品類の分解により生成した副生成物としてもとの医薬品ではなく、他の有機化合物になっていると考えられる。また、これらの残留有機物の生理活性については不明であり、今後検討していく必要がある。

4. まとめ

医薬品類は電気分解法により除去されることを明らかにすることができた。また、TOC の測定から医薬品類を無機物まで分解していることも明らかにすることができ、電気分解法の有効性を示す結果が得られた。

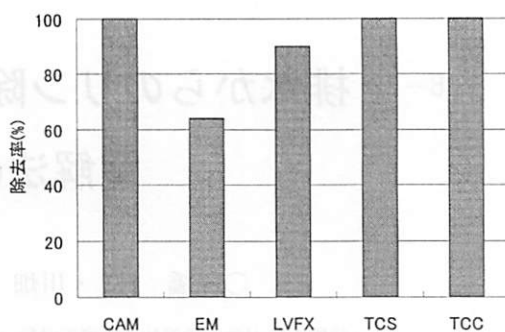


図-2 360 分後の医薬品類の除去率

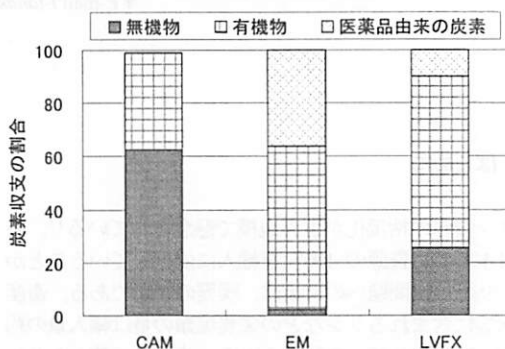


図-3 360 分後の抗生物質の炭素収支

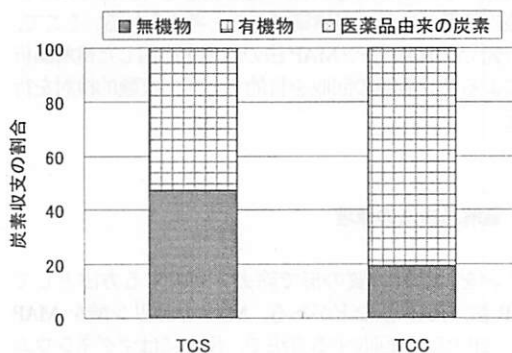


図-4 360 分後の抗菌剤の炭素収支

参考文献

- 1) 田中嵩人、尾崎博明、谷口省吾、笠原慎也、橋本政明:電気化学的処理法による排水中 PFOA および PFOS の除去について、第 45 回環境工学研究フォーラム講演集, p50, 2008
- 2) 山本敦子、益永茂樹:水環境中における医薬品類の挙動に関する研究の最新動向、水環境学会誌, Vol29, No.4, pp186-190, 2006

なお本研究は、(独)日本学術振興会科学研究費基盤研究 A (平成 20~22 年度) の一環として行ったものである。

B-22 排水からのリン除去・回収における 電解法の有効性

○高橋 淳¹・川畑 翔紀¹・田中 恒夫^{1*}

¹前橋工科大学工学部社会環境工学科（〒371-0816 群馬県前橋市上佐島町 460-1）

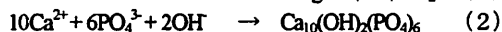
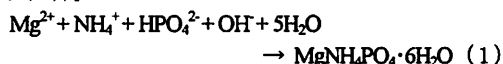
* E-mail: t-tanaka@maebashi-it.ac.jp

1. はじめに

リン資源の枯渇化が世界規模で懸念されている¹⁾。特に日本はリン資源の 100% を輸入に依存していることから、リン枯渇問題への対策は、喫緊の課題である。畜産排水等に含まれるリンなどの栄養塩類の量は輸入量の約 3 割と報告されている²⁾ ことから、畜産排水等からリンを回収することができれば、量と質ともに安定したリン資源の循環システムが構築できると考えられる。そこで、本研究では HAP 法や MAP 法の原理を応用した電解晶析法によるリン資源の回収を目的として、実験的検討を行った。

2. 電解晶析法の原理

リンを結晶性物質の形で除去・回収する方法として MAP 法、HAP 法などがある。MAP 法はリン酸を MAP として析出させ回収する方法で、反応にはマグネシウムとアンモニウムイオンが必要である（反応式（1））。HAP 法は、リン酸塩とカルシウムイオンの反応より、不溶性のヒドロキシアパタイトを生成させる方法である（反応式（2））。



電解法の原理を図-1 に示す。本プロセスでは、HAP 法や MAP 法による結晶化反応において水の電気分解による電極付近の pH 変化を利用する（陰極付近での pH を変化）。これにより、アルカリ剤を加えずに MAP や HAP 等を生成させることができる。また、結晶性物質の生成において種晶などが存在するとその効率は高まるが、電解法では電極がその役割を果たすことになり、種晶の添加も不要となる。

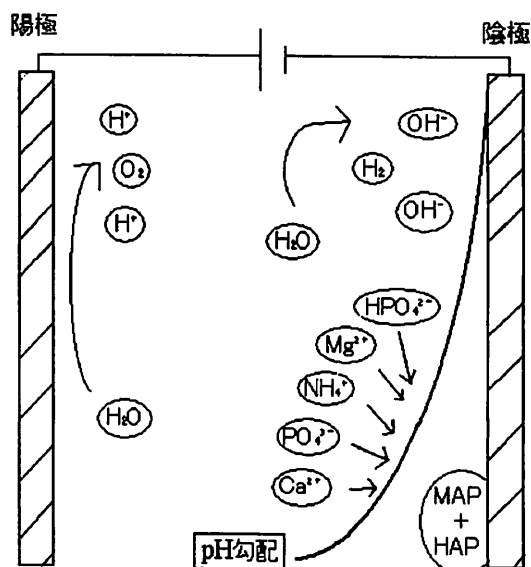


図-1 電解法の原理

3. 実験装置

本研究で用いた電解システムを図-2 に示す。電解システムは大きく分けて電解槽反応槽と制御装置から構成される。反応槽は縦：60cm、横 80cm、高さ：170cm であり、内部は 2 槽に分けられている。右側が電解槽となり有効容積は約 350L である。図のように底部を傾斜形状にして剥落した結晶性物質を沈殿させ、回収できるようにした。左側の槽は、電解により発生する泡を処理するための消泡槽とした。消泡槽に溜まった処理水はフロート付のポンプを設置して系外に排出できるようにした。制御装置は、500A まで通電可能な直流電源を装着し、さらにリバース・タイマー通電が可能なシステムとした。