

尿中医薬品の電解処理における尿中成分の影響

埼玉県環境科学国際センター 正会員 ○柿本貴志
新日鉄 大澤輝真
北海道大学大学院工学研究科 正会員 船水尚行

1. はじめに

医薬品は投与されると生体内で代謝され、し尿中に排泄される。これらは下水管を経て下水処理場に導かれるが、下水処理場における処理性が低いため水環境中に放出されている¹⁾。下水処理場において医薬品の除去が困難であるのは、医薬品の生分解性が低いことに加え、し尿中では高濃度(尿中では mg/L レベル)で存在している医薬品が他の排水や雨水、地下水などと混ざり希釈されてしまうことも大きな要因として挙げられている²⁾。よって、医薬品を含むし尿が雨水や他の家庭排水と混合・希釈される前に分離・処理することにより、処理効率の改善や医薬品の排出の管理がしやすくなると思われる。

著者らは家庭排水を発生源で分離して処理する排水分離分散型処理システム³⁾について研究・開発しており、その中の尿中医薬品の処理装置として直接電解酸化法の可能性を検討している。小野ら⁴⁾により、直接電解酸化法を用いることにより、抗生物質の Tetracycline や 17 β estradiol を迅速に処理できることが明らかにされている。しかし、その他の医薬品の電解酸化処理の可能性については未知の部分が多く、更なる検討が必要である。また尿中には極めて多種・高濃度の成分が存在しており、尿中医薬品の処理を妨害することも考えられる。

本研究ではまず生産量の多い医薬品数種類への直接電解処理適用の有用性を評価することを目的とし、医薬品 19 種類の酸化還元電位を調査した。続いて妨害物質について検討するために尿中の主要成分の酸化還元電位を測定し、妨害物質になる可能性のある物質を調べた。最後に回分式の電解処理試験により妨害影響を検討した。

2. 実験方法

2.1 医薬品と尿中の主要物質の酸化還元電位の測定

本研究ではまず 8 分類 19 種類の医薬品(表 1)の酸化還元電位をサイクリックボルタンメトリー(CV)により測定した。尿中の主要物質としては表 2 のものを対象とし同様に CV により酸化還元電位を測定した。表 1、2 の物質の濃度が 1mM になるように、pH6.9 のリン酸緩衝溶液に溶解させ、直径 4mm の Pt 電極を用い、走査速度 50mV/s、走査範囲 0~1.5V (Ag/AgCl)の条件下で CV の測定を行った。

2.2 回分処理実験

尿中主要物質の CV 測定の結果、尿酸、アスコルビン酸から電極反応が観察され、またその酸化還元電位が医薬品の有する酸化還元電位よりも低くなっていたため、これらの 2 物質が妨害物質になると考えられた。そこで、本検討では pH7.0 のリン酸緩衝溶液に対して妨害物質として尿酸、アスコルビン酸を医薬品としては Imipramine(IMI)を添加し、この溶液中の IMI を回分式の電解酸化処理装置を用いて処理した。

3. 実験結果・考察

3.1 医薬品と尿中の主要物質の酸化還元電位の測定

溶液中に溶解している成分が酸化されると電流が流れるため、CV より得られるサイクリックボルタモグラムから酸化還元電位を調べることが出来る。表 1、2 に検討対象医薬品と尿中主要物質の酸化還元電位を示す。その結果、酸性の官能基を有する酸性医薬品の多くからは酸化ピークが検出されたため、酸性医薬品は電解処理が可能であると考えられる。中性医薬品は医薬品の酸化による電流が検出されなかったため、電解処理が困難な物質であると考えられる。塩基性医薬品については、Atenolol からは酸化ピークが検出されるが、Metoprolol からは酸化ピークが検出されず、一様な傾向を見出すことが出来なかった。また検討対象医薬品の酸化還元電位は、

キーワード：医薬品，尿，電解処理，CV

連絡先：347-0115 埼玉県騎西町上種足 914 埼玉県環境科学国際センター 0480-73-8331

表1 対象医薬品と酸化還元電位

分類	医薬品名称	E(V)
抗生物質	Amoxicillin	0.6
	Oxytetracycline	0.4
	Tetracycline	0.4
消炎鎮痛剤	Aspirin	0.3
	Diclofenac	0.4
	Ibuprofen	0.4
	Indomethacin	0.7
	Naproxen	0.5
	Paracetamol	0.3
高脂血症用剤	Bezafibrate	0.5
	Pravastatin	-
	Simvastatin	-
β -遮断剤	Atenolol	0.8
	Metoprolol	-
抗てんかん剤	Carbamazepine	-
抗うつ剤	Imipramine	0.7
造影剤	Iopamidol	-
興奮剤	Caffeine	-

表2 尿中主要物質の酸化還元電位

物質名称	E(V)
グルコース	-
乳糖	-
尿素	-
尿酸	0.3
クレアチニン	-
アンモニア	-
タウリン	-
グリシン	-
クエン酸	(0.3)
アスコルビン酸	0.2
ヒポキサンチン	-

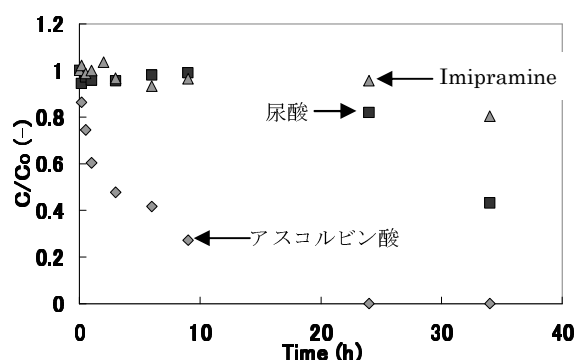


図1 回分処理実験の結果

0.3~0.8 V 程度であった。

表2にCV測定より得られた尿中主要物質の酸化還元電位を示す。尿中の主要成分のうち、尿酸とアスコルビン酸から明確な酸化ピークが得られ、その酸化還元電位はそれぞれ0.3, 0.2 Vであった。この酸化還元電位は医薬品のものと比べて低く、電解処理時の妨害物質になる可能性がある。

3.2 回分処理実験

図1に回分処理実験の結果を示す。pH7.0のリン酸緩衝溶液中に共存するIMI、尿酸、アスコルビン酸のうち、アスコルビン酸の濃度が実験開始直後から低下し、24時間経過後には検出限界以下まで処理されていた。一方、尿酸、やIMIの濃度は10時間経過した段階ではほぼ初期濃度と同じであり、この間尿酸もIMIも処理されていなかったことが分かる。IMIと尿素の濃度の低下はアスコルビン酸が不検出となった24時間後以降から観察された。尿酸による明らかな妨害影響は観察されなかったものの、アスコルビン酸は妨害物質になると確認された。

4. まとめ

本研究では医薬品と尿中成分の酸化還元電位の測定と回分式の電解処理実験を行い、次の知見を得た。

1. CVの測定結果から、尿中の尿酸、アスコルビン酸が医薬品処理の妨害物質になると考えられた。
2. 回分実験より、医薬品処理に対するアスコルビン酸の妨害影響は観察されたが、尿酸の妨害は観察されなかった。

謝辞

本研究は科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業(CREST)の補助を得て実施した。

参考文献

- 1) 清野ら, 水環境学会誌, Vol.27, pp.685-691, 2004
- 2) Pronk et al., Water Sci. Technol., 53, 3, 139-146, 2006
- 3) Lopez. et al., Water Sci. Technol. 46, 317-324, 2002
- 4) 小野ら, 土木学会第61回年次学術講演会講演集, pp.55-56, 2006