

人工尿中の微量有害物質の電気化学的連続処理に関する研究

早稲田大学創造理工学研究科

学生会員

小野 大樹

早稲田大学創造理工学研究科

学生会員

○岩本 良輔

早稲田大学創造理工学研究科

正会員

岸田 直裕

早稲田大学理工学術院

正会員

榊原 豊

1. はじめに

現在、し尿および雑排水を分離し、し尿を処理した上で農地などの土壤に還元、再利用する「持続可能なサニテーションシステム」が提唱されている¹⁾。その際、懸念されている点として物質循環系における微量有害物質の蓄積や、それに伴う人や生態系への影響が指摘されている。これらの物質は主として尿を経由して排泄され、尿中濃度はmg/lオーダー、環境水中においてもμg/lで存在²⁾しており、特に使用制限による管理が難しい人畜由来の女性ホルモンと医薬品は重要であると考えられる。

本研究では女性ホルモンの中で最も内分泌攪乱性が高い17βエストラジオール（E2）および、公共水域で高頻度に検出されている抗生物質のテトラサイクリン（TC）を対象物質として、電解法による連続処理性能について実験的検討を行った。

2. 実験方法

実験装置の簡略を図1に示す³⁾。電解槽の作用電極（陽極）は、幅55mm、奥行き30mm、深さ60mmの2槽の多重電極槽になっており、直径3mm、高さ5mmの円柱形の白金コーティングチタン（Pt/Ti）粒状電極または直径1mmのGC粒状電極を充填し、Pt/Tiメッシュ電極と接触させたものである。陽極の全面積はPt/Ti粒状電極で約2100cm²、GC粒状電極で約4800cm²である。カウンター電極（陰極）には粒径1~2mmのガラスビーズを充填した陰極槽に陽極と同様のPt/Tiメッシュ電極を挿入したものを用いた。

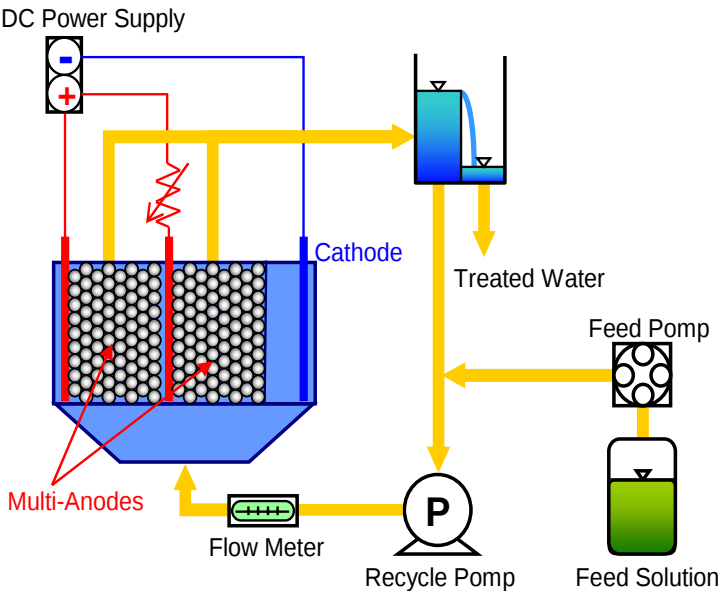


表 1 人工尿の成分 (pH6.5)

成分	濃度 (g/L)
Urea	16.00
Creatinine	1.10
Uric acid	0.63
Citric acid	0.54
CaCl ₂ ・2H ₂ O	0.63
NaCl ₂	2.32
Na ₂ SO ₄	4.31
KCl	3.43
NH ₄ Cl	1.06
MgCl ₂	2.73
NaH ₂ PO ₄	0.45

図 1 実験装置の簡略

電解槽には表 1 に示す組成の人工尿に E2 および TC をそれぞれ 2mg/l 添加したものを供給し、槽内は循環ポンプを用いて完全混合状態とした。さらに尿中の共存物質が E2、TC の電解処理に与える影響を検討するため、尿酸を含まない人工尿についても実験を行った。また E2、TC、尿酸の定量には GC/MS および HPLC を使用した。

3. 実験結果および考察

図 2 は両電極の連続処理実験結果を示したものであり、HRT および電流値の点線部は尿酸非添加系を表している。両電極とも処理に必要なエネルギー消費量は数十(Wh/m³)程度であった。また図より、通電状態では若干のばらつきはあるものの、ほぼ一定濃度に維持された定常状態となっていることが分かる。一方、非通電状態では Pt/Ti 電極による E2 および TC の除去率はほぼ 0% となった。また、尿酸非添加系では他の同条件と比べ、除去率が格段に上昇した。さらに、同一電流条件化では HRT を短くすると除去率は減少する傾向にあった。

図 3 に HRT=40(hr)における電流値と除去率の関係を示した。図より、E2、TC、及び尿酸の除去性能は Pt/Ti 電極と GC 電極ではほぼ同様であった。

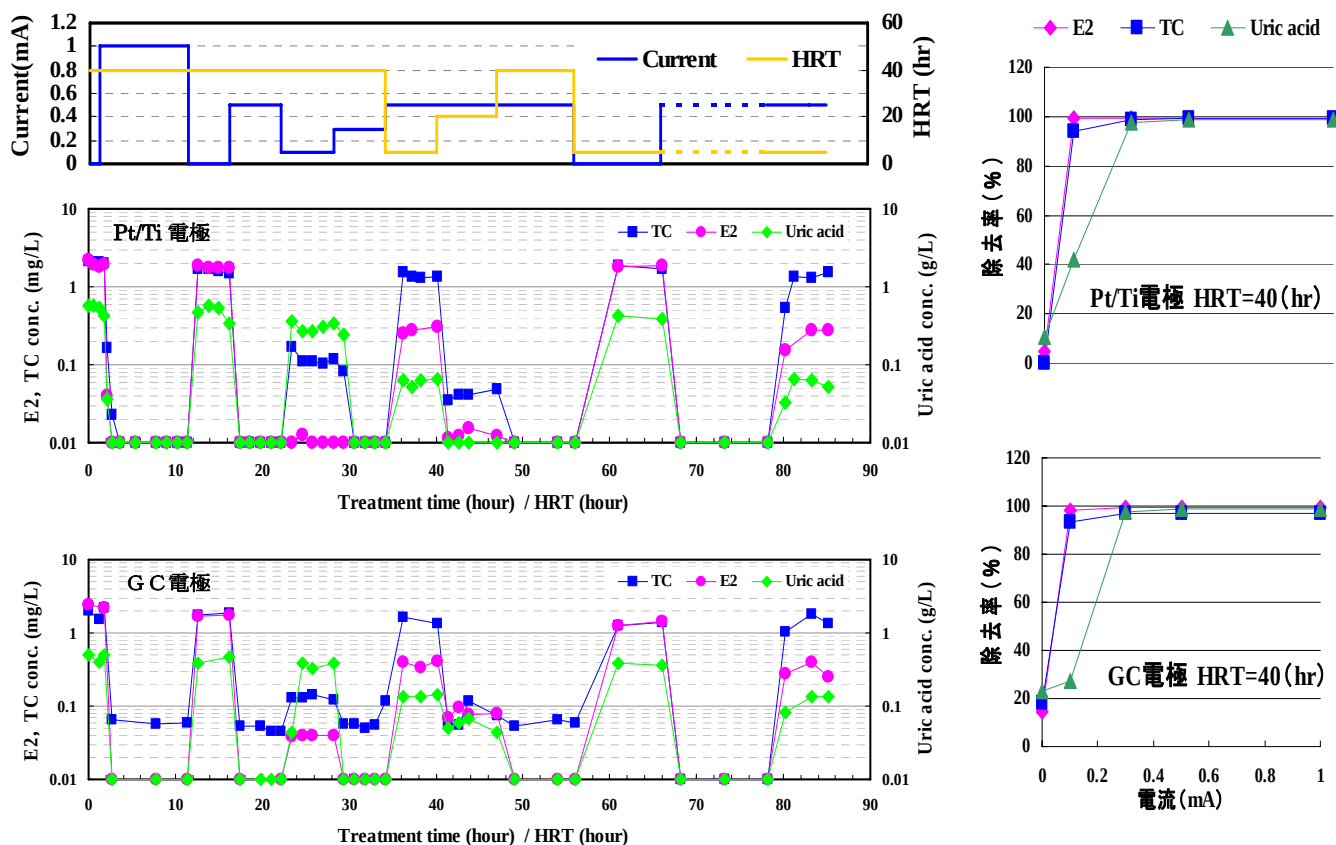


図 2 連続式電解処理実験結果 (図中の点線部分は尿酸の非添加系)

図 3 各電流での除去率の変化
(HRT=40 hr)

4. まとめ

電解処理により、人工尿中の E2、TC 及び尿酸を連続的に除去することが可能であり、処理に必要なエネルギー消費量は数十(Wh/m³)程度であった。また、除去性能は Pt/Ti 電極と GC 電極ではほぼ同様であった。

参考文献

- 1) Lopez Zavala M.A., Funamizu N., Takakuwa T.: Onsite wastewater differential treatment system : modeling approach, *Water Science and Technology*, **46**(6-7), 317-324, 2002
- 2) Ternes T.A.: Occurrence of drugs in German sewage treatment plants and rivers, *Water Research*, **32**(11), 3245-3260, 1998
- 3) 小野大樹, 林雅樹, 榎原豊: 尿中の微量有害物質の電気化学的除去に関する研究, 環境工学論文集, **44**, 347-353, 2007