

内分泌攪乱物質の電解処理に関する基礎的検討

早稲田大学理工学部 学生会員 ○永田 隆太
早稲田大学理工学部 学生会員 尾花山 友哉
早稲田大学理工学部 正会員 榊原 豊

1. はじめに

近年、内分泌攪乱物質（環境ホルモン物質）による水質汚染が社会問題化しつつある。環境ホルモン類の対策技術として生物処理法や物理化学的処理法（特に促進酸化処理法）の有効性が指摘されている。しかし、生物処理では主として吸着により除去され、長い SRT を必要とする。また、促進酸化処理法はほとんどの有害物質に適用可能であるが、オゾン注入や紫外線照射に伴う大きなエネルギーを必要とする。

本研究では、省エネルギー型 高度物理化学処理法の開発を目的とし、環境ホルモンの直接電解処理の可能性及び処理性能について実験的検討を行った。

2. 実験装置及び実験方法

実験装置の概略を図1に示した。装置本体は、粒状Pt/Ti電極を2槽の多重電極槽に充填した作用電極槽(陽極)と、カウンター電極(陰極)のPt/Tiメッシュ電極よりなる電解槽である。電解槽の材質はステンレス製及びテフロン製である。陽極槽の容積は 200ml、電極比表面積は 35cm²/cm³である。

供試物質として人畜由来女性ホルモンである17βエストラジオール(E2)と生活系由来の環境ホルモンであるノニルフェノール(NP)、4t オクチルフェノール(4tP)、ビスフェノーA(BPA)、ジクロロフェノール(DCP)、ペンタクロロフェノール(PCP)を用いた。

実験は環境ホルモンを添加した人工排水に対して、表1に示す条件で回分処理実験及び連続処理実験を行った。回分処理実験では電流値及び pH 値が除去性能に及ぼす影響について検討し、連続処理実験では共存物質としてフミン質を 1mg・C/l 添加し、連続処理性能について検討した。17βエストラジオールの分析はELISA 法により行い、それ以外の物質の分析は内部標準物質およびサロゲート物質を用いたGC/MS 法で行った。

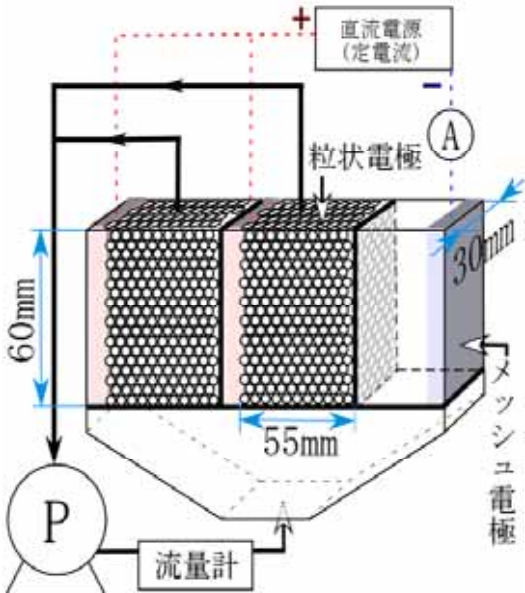


図1 実験装置の概略図

表1 実験条件

実験 番号	実験系	初期濃度 (μg/l)	HRT(h)	電解質	電流値(μA)	pH	共存物質
1 2	回分	1000	-	Na ₂ SO ₄ 10mM	400-1000 800	6 3-11	なし
3	連続	100 (1) *	4		200-1000	6	フミン質 (1mg・C/l)

* () 内の数値は 17βエストラジオール濃度。

キーワード 環境ホルモン、17βエストラジオール、ビスフェノールA、ノニルフェノール、
電気化学的処理、フミン質

連絡先 〒160-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部社会環境工学科榊原研究室 TEL:03-5286-3902

3. 実験結果及び考察

図2は電流値を変化させた場合の回分処理結果を示したものである。図より、通電により供試物質の濃度は時間の経過につれ減少した。ここで、ジクロロフェノール(DCP)、4t オクチルフェノール(4tP)は比較的速やかに減少し、ペンタクロロフェノール(PCP)、ノニルフェノール(NP)、ビスフェノール A(BPA)は遅かった。しかしながら、各物質の減少速度は通電量の増加につれ、大きくなる傾向にあった。また $I=1000\mu A$ の条件において、通電開始から6時間後には全ての物質は検出下限値 ($0.1\sim 1.0\mu g/l$) 以下まで減少した。

一方、pH を 3,6,11 と変化させて回分処理を行った場合、pH3 の条件では処理速度が上昇する傾向がみられた。しかし pH11 の条件においては、ジクロロフェノールやペンタクロロフェノールなどのクロロフェノール類の除去が進行しなかった。これらの反応メカニズムについては、今後検討する必要がある。

図3は人工排水にフミン質($1mg\cdot C/l$)を添加し、連続処理実験を行った結果である。図より、本電解槽を用いることにより、供試物質を連続的に処理できることが分かる。除去率は 90-96% であった。また本実験条件下では電流値により除去率が大きく変化することはなかった。図3の条件において、処理に要したエネルギーは $2\sim 10Wh/m^3$ であった。

4. まとめ

三次元電解槽を用いることにより環境ホルモン物質 (17 β エストラジオール、ノニルフェノール、4t オクチルフェノール、ビスフェノール A、ジクロロフェノール、ペンタクロロフェノール) を 90-96% の除去率で処理できた。また、消費エネルギーは極めて小さく、数 Wh/m^3 程度であった。

今後はより長期の連続処理性能および除去メカニズム等について検討する予定である。

(謝辞)

本研究は平成15年度国土交通省建設技術研究開発助成制度の補助を得て実施した。

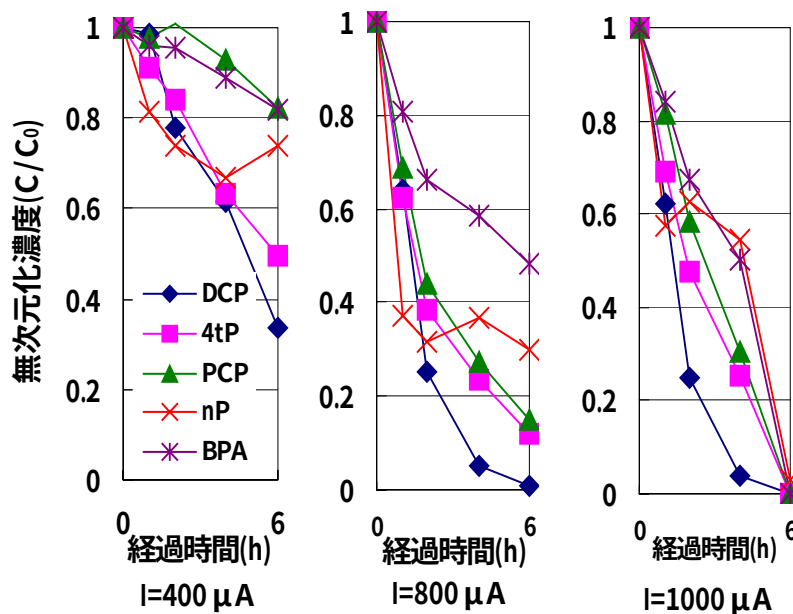


図2 回分処理結果(電流値の影響)

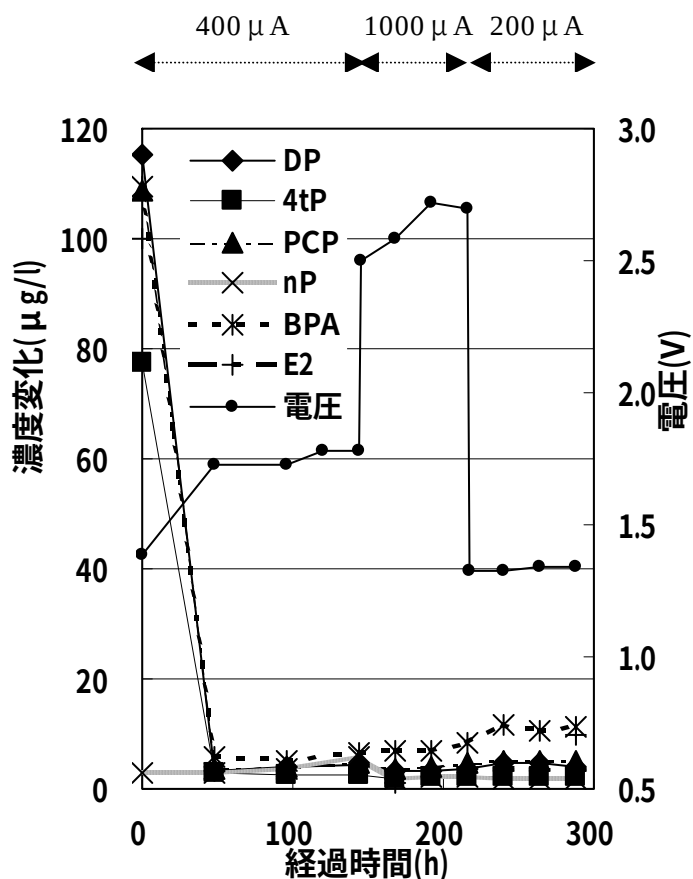


図3 連続処理結果