

病院排水における 17 - エストラジオールの排出実態に関する研究

山口大学 学生会員 宇都 秀一
 山口大学 正会員 浮田 正夫
 山口大学 正会員 樋口 隆哉

1. 研究背景および目的

高度医療に伴って、抗がん剤、ホルモン剤、鎮痛・消炎剤、睡眠・麻酔剤など多くの医薬が使われ、投与された薬品類の 50～90%程度が患者の尿を通して排出されている。しかし、病院排水は、特殊廃液については別途処理されているものの、患者の尿を含む生活下水系の処理については、あまり関心を持たれていないのが現状である。また、水環境中によく検出される物質として、内分泌攪乱物質である 17 - エストラジオール（以下 E2）が挙げられる。E2 はもともと人畜由来の女性ホルモンであり、ホルモン補充療法や骨粗鬆症、アルツハイマーの治療薬として使用されている。最近では遺伝子組み換えによる大腸菌からの生産も行われており、病院排水中にも検出されている。実際に病院排水において、実験系の廃水よりも病棟から出る生活排水中の E2 濃度の方が高いという報告があり、環境中に及ぼす影響が懸念される。そこで、本研究では調査対象物質として E2 に焦点を当て、病院排水や下水処理水などについて分析・実態把握を行い、病院排水の安全性について検討することを目的とする。

2. 実験方法

2.1. 試料

下水処理場 2ヶ所、山口大学医学部キャンパスおよび宇部市内の病院 3ヶ所で試料を採取し、分析を行った。採取場所と試料の内容を表 1 に示す。

2.2. 分析方法

E2 の分析は、ELISA キットを用いた方法と GC/MS を用いた方法との 2つの方法により行った（図 1）。また、Estrogen ELISA キットを用いて、主なエストロゲンであるエストロン（E1）・E2・エストリオール（E3）全体の定量も行った。

2-2-1. ELISA 法による分析

採取した試料水を濃縮倍率に応じて 10～20ml 濾過し、濾紙に付着した SS 分はアセトンで 10 分間の超音波洗浄を 2 回行い、そのアセトン溶液を濾液と合わせた。その濾液を Sep-Pak C18 カートリッジに 20ml/min で通水させて濃縮し、抽出後、E2 等分析法フローチャート（図 1）に従い操作を行った。分光光度計を用いて求めた波長 450nm の吸光度と E2 濃度の関係から検量線を作成し、これによりサンプル中の E2 あるいはエストロゲンの濃度を定量した。

2-2-2. GC/MS 法による分析

試料水 1L について、ELISA 法と同様に濾過、通水、濃縮の操作を行った。その後、平成 11 年 12 月環境庁水質保全局水質管理課「要調査項目等暫定マニュアル」メチル誘導体化法に従い、分析を行った。GC/MS を用いて、標準混合液中の E2 とサロゲート物質とのピーク面積比から検量線を作成し、これによりサンプル中の E2 濃度を定量した。

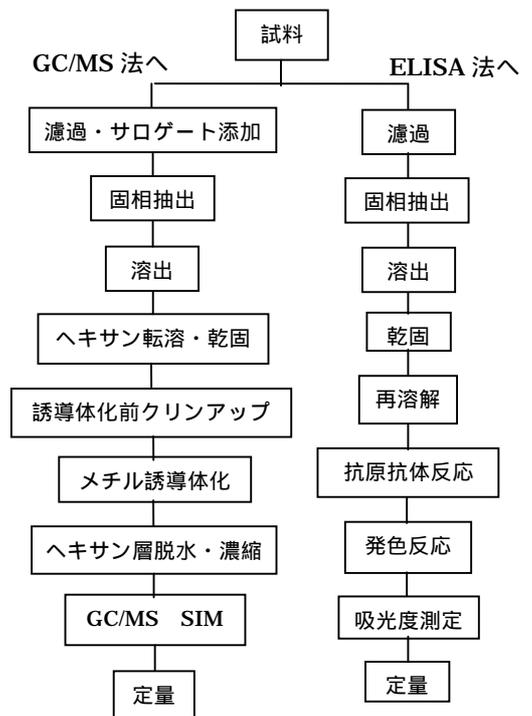


図 1 E2 等分析法フローチャート

キーワード 病院排水, 17 - エストラジオール, エストロゲン, ELISA 法, GC/MS 法

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2 丁目 16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL0836-85-9313

3. 実験結果および考察

図2にELISA法およびGC/MS法によるE2の測定結果を示す。得られたE2濃度はいずれも、これまで他の下水処理場で測定されている流入下水のE2濃度と比較してもそれほど変わりはないことが分かった。次に、ELISA法とGC/MS法による結果を比較すると、A病院浄化槽処理前（1回目）だけを除き、どの試料においてもGC/MS法よりもELISA法の測定結果の方が高い値が得られた。これはELISA法の方が見掛け上高感度に検出されることと、他のエストロゲン物質と交差反応（測定対象物質と類似構造を持つ物質とも反応）する可能性があることからE2濃度が過大に定量されることが理由と考えられる。一方、GC/MS法ははっきりとしたピークが認められれば正確な定量が可能であるが、試料によっては夾雑物質が多く含まれ定量が難しい場合もある。各方法で長所・短所はあるが、試料中のおよそのE2濃度を把握するには、どちらの方法も有用であったと言える。

図3にELISA法によるE2およびエストロゲンの測定結果を示す。ここで、EstrogenキットはE2の他にE1、E3とも反応するが、算出濃度はE2換算値である。実験結果より、E2濃度が数十ng/Lであるのに対し、エストロゲン全体では数十～数百ng/Lと高い値が得られた。下水処理場でもE1が検出されているという報告があること、また、E2はE1と相互に形態変化する可能性が指摘されていることから、今回得られた結果のエストロゲン総量のうち、E1の占める割合が高いのではないかと考えられる。

次に、病院排水におけるE2の処理効果について検討する。図2より、合併処理浄化槽を使用しているA・B・C病院については、浄化槽の処理を経た後でE2が低減していることが分かった。このことから、合併処理浄化槽においても生物処理を適正に行えばE2の除去効果が認められ、かなりの程度まで削減できると考えられる。また、下水処理場でのE2除去率は75%程度であり、国土交通省によって報告されている除去率と同程度であった。

4. まとめ

本研究の結果、E2に関しては病院排水に特に多いということはなく、合併処理浄化槽における処理によって病院排水中のE2の除去が期待できると考えられた。今後は病院排水の安全性を総合的に評価することが求められる。

謝辞

本研究の遂行にあたりご尽力いただいた平成14年度卒業生の山田美佳さん、他皆様に深謝いたします。

表1 試料の採取場所と内容

試料名	採取場所・内容	診療科目(病床数)
し尿処理水	宇部市東部浄化センター し尿処理場からの処理水	
東部分流式生下水	宇部市東部浄化センター 分流式下水流入水	
東部分流式処理水	宇部市東部浄化センター 分流式下水処理水(最終沈殿池)	
西部分流式生下水	宇部市西部浄化センター 分流式下水流入水	
西部分流式処理水	宇部市西部浄化センター 分流式下水処理水(最終沈殿池)	
医学部下水	山口大学医学部キャンパス 総合排水	総合病院(759)
A病院浄化槽処理前	合併処理浄化槽 処理前の水(調整槽)	内・消・循・外・脳外・
A病院浄化槽処理後	合併処理浄化槽 処理後の水(放流水/消毒前)	心外・泌・放(160)
B病院浄化槽処理前	合併処理浄化槽 処理前の水(調整槽)	総合病院(434)
B病院浄化槽処理後	合併処理浄化槽 処理後の水(消毒前)	
C病院浄化槽処理前	合併処理浄化槽 処理前の水(調整槽)	内・呼・消・循・アレルギー・
C病院浄化槽処理後	合併処理浄化槽 処理後の水(放流水)	リハビリ・放(210)

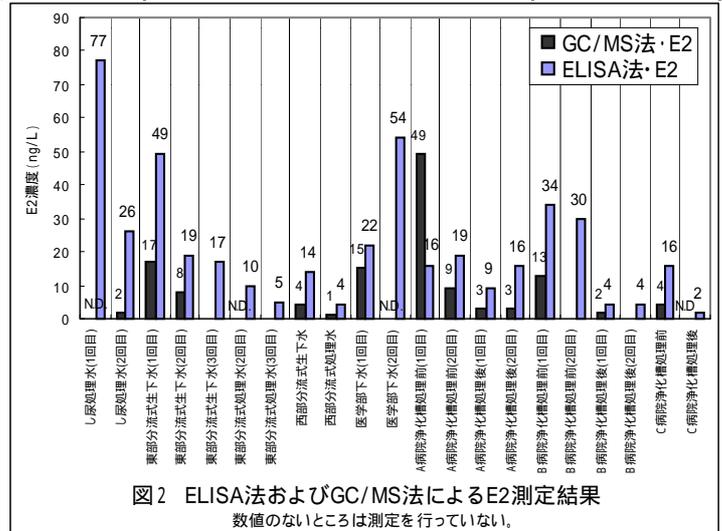


図2 ELISA法およびGC/MS法によるE2測定結果
数値のないところは測定を行っていない。

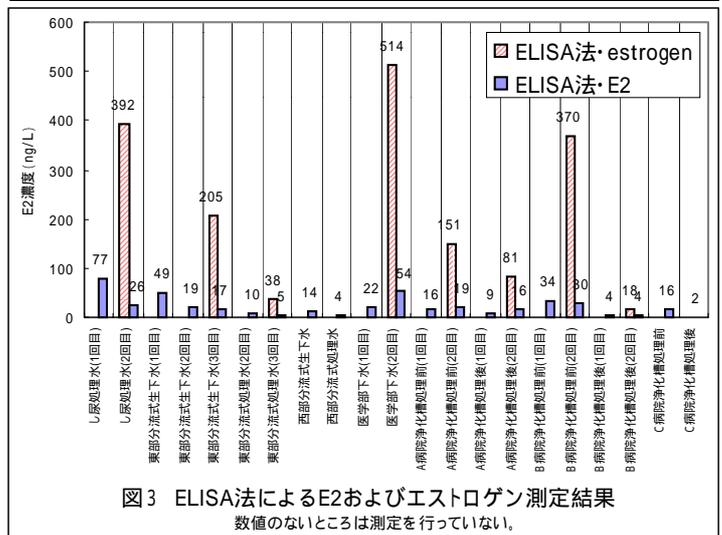


図3 ELISA法によるE2およびエストロゲン測定結果
数値のないところは測定を行っていない。