

紫外線による女性ホルモンの分解について

東洋大学大学院工学研究科	学生会員	○松山 直樹
東洋大学工学部環境建設学科		田部井 進一
東洋大学工学部環境建設学科		三島 由里
東洋大学工学部環境建設学科	正会員	吉本 國春
(株)西原環境テクノロジー		菅原 良行

1.はじめに

ここ数年、環境ホルモン問題が注目を集めている。環境ホルモンとは内分泌攪乱物質のことで、人間や動物などの体内でホルモンと同様の作用を及ぼす物質である。本研究で注目している女性ホルモンも、この環境ホルモンの一つである。

女性ホルモンが環境や生物に与える影響として、水棲生物の内分泌系の異常が挙げられる。この他にも、人体の精子数減少・生殖器ガンを引き起こす可能性があるとの報告もある。女性ホルモンである 17 β -エストラジオール(E2)は、エストロン(E1)・エストリオール(E3)と共にエストロジェンの一種であり、高い内分泌攪乱作用を持っている。さらに E2 は、人体で生合成される女性ホルモンであり、環境ホルモン作用が示唆されている代表的な化学物質に比べて、約 1,000 倍から 10,000 倍のエストロゲン活性を有している。E2 は、内分泌攪乱への寄与が高いことに加え人畜由来のため、法令に基づく排出規制による削減が困難である。また一般の下水処理場では完全に除去しきれず下水処理水に残存していることが多くあり、E2 が環境中に及ぼす影響が指摘されている。また、下水処理水の消毒に使用されている塩素系の酸化剤と結びつき、さらなる影響を引き起こしている可能性が危惧される。

本研究では、下水処理水の消毒法として最近採用事例が増加している紫外線による女性ホルモンの分解作用に着目したものである。紫外線は塩素などの添加に比べ、有害な副生成物が認められないこと、アンモニアとの反応がないこと、その殺菌効果は pH に依存しないことなどの利点が認められる。このような点を踏まえ、下水処理場において消毒薬剤を添加する前(最終沈殿池の流出水)の下水処理水に紫外線を照射し、E2 と E1 の分解・削減効果などを明らかにすることを目的とした。

2.実験方法

本研究では次の 2 種類の実験を行った。

<実験 1> 基礎実験として、蒸留水に E2 と E1 の標準試薬を溶かし、その溶液に紫外線を照射する実験を行った。ここで使用した紫外線照射装置は、実容積 700ml のステンレス製反応槽、15W 低圧水銀ランプ 1 本、紫外線の波長は 254nm を使用した。さらに、E2・E1 の濃度と紫外線照射時間を変化させて実験を行った。その後、試料を固相抽出(Varian 社製 Bond Elut を使用)による濃縮後、高速液体クロマトグラフィー(HPLC: GL Sciences 社製 MODEL556)で定量分析を行い、E2 と E1 の削減率などを求めた。

<実験 2> 本実験として、下水処理水に紫外線を照射する実験を行った。採水を行った下水処理場では、一般家庭排水の割合が高く、放流水の BOD や SS は一桁であった。試料水は、下水処理水に消毒剤を添加する前の最終沈殿池の流出水を使用した。本実験では、実験 1 の結果などを参照して、紫外線の照射時間を決定した。また下水処理水に含まれる E2 と E1 は、非常に低い濃度であることから、3M エムボアディスク(C18 FF オクタデシル 47mm)によって 2000 倍に濃縮して、高速液体クロマトグラフィーで定量分析を行った。その他の実験条件や実験工程は実験 1 と同様である。

キーワード 環境ホルモン, 女性ホルモン, 17 β -エストラジオール(E2), 下水処理水, 紫外線, 分解

連絡先 〒350-0815 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部 TEL049-239-1397 E-mail: yoshi@eng.toyo.ac.jp

3.結果・考察

実験 1 の紫外線による E2 の削減状況を図 1 に、また E1 の削減状況を図 2 に示す。これらの図から、E2 と E1 は、濃度が高いと削減効果は十分には認められず、濃度が低いケースでは削減効果が高いことが分かった。また、紫外線の照射は、長時間照射するほど削減効果の良好なことが分かった。さらに、E2 と比較して E1 の削減効果の高いことが分かった。

実験 2 での E2 と E1 の削減状況を図 3 に示す。図 3 によると、実験 1 における E2 と E1 の低濃度のケースでの紫外線照射の結果と類似しており、1000 秒の照射時間によって E2 は 80%、E1 は 100%削減されることが分かった。なお、下水処理水の E2 と E1 の濃度は、どちらも 30ng/l(ppt)程度であった。

以上のことから紫外線照射による削減は、爽雑物質や浮遊物質に影響されないものと判断される。

4.まとめと今後の課題

今回の実験結果から、紫外線による E2 と E1 の削減は、E2 と E1 の濃度が低いケースでは、比較的短時間の照射で十分な効果が得られることが分かった。また E2 は酸化によって E1 に変化することが知られているが、紫外線による分解ではこのような現象は起らなかった。さらに、紫外線が爽雑物質や浮遊物質の共存下でも E2 と E1 を分解することが可能であり、紫外線の照射によって pH の変化も認められないことから、こうした観点からの環境に及ぼす影響は低いものと考えられる。

今後の課題として、下水処理水に紫外線を照射して、E2 と E1 が分解された後の物質を特定するためにガスクロマト質量分析計で分析し、また同物質が環境にどのような影響を与えているのか(可能性も含めて)、こうした観点からの研究を行っていくことが求められる。

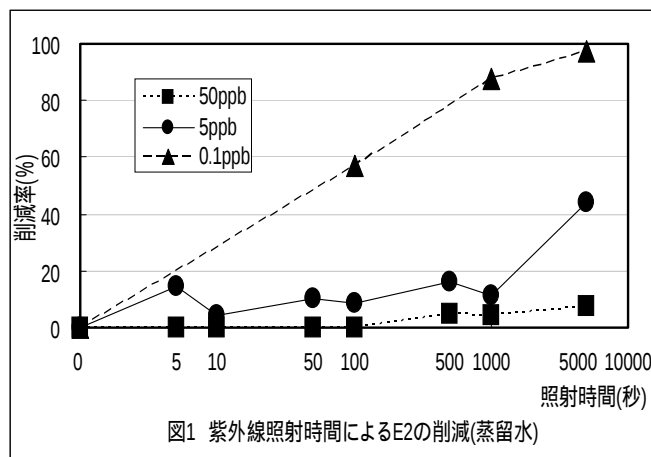


図1 紫外線照射時間によるE2の削減(蒸留水)

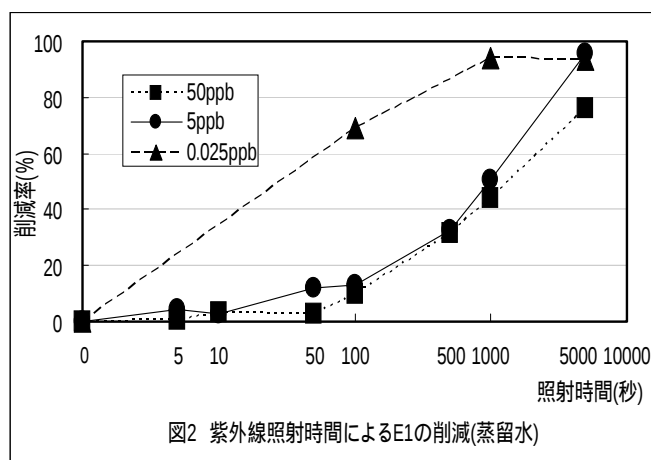


図2 紫外線照射時間によるE1の削減(蒸留水)

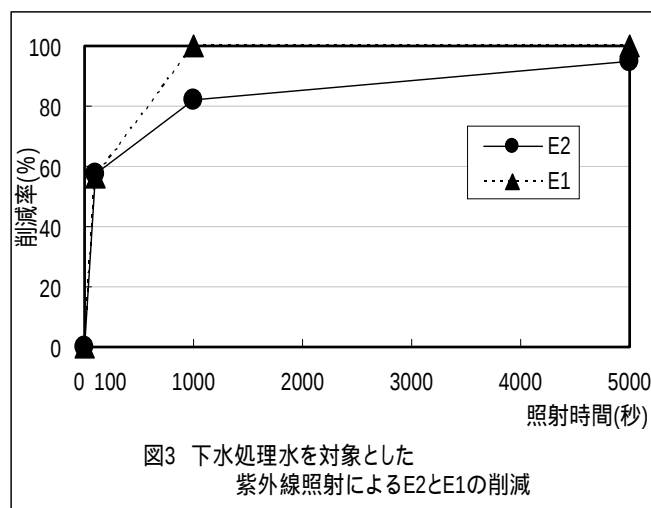


図3 下水処理水を対象とした
紫外線照射によるE2とE1の削減

参考文献

- ・ 日本下水道事業団技術開発部：最近の消毒技術の評価に関する報告書(1997.7)
- ・ (株)西原環境テクノロジー：レジオネラ対策用紫外線消毒装置技術資料(2003)
- ・ 田巻由剛, 吉本國春：下水処理水に含まれる女性ホルモンの消毒剤による削減, 用水と廃水(2003.2)
- ・ 田中美奈子, 栗栖太, 矢木修身：活性汚泥によるエストロゲン分解に関する基礎的検討, 第 56 回土木学会年次学術講演会(2000)