

下水処理水中の女性ホルモンの滅菌剤による削減

東洋大学大学院工学研究科 学生会員 ○北川 朋行
(株)進日本工業 臼倉 大介
東洋大学大学院工学研究科 学生会員 田巻 由剛
東洋大学工学部 正会員 吉本 國春

1. はじめに

人間由来の女性ホルモンである 17β -エストラジオール(E2)は、内分泌攪乱作用が示唆されている代表的な化学物質と比べて1,000倍から10,000倍のエストロゲン活性を有しているといわれており、河川や下水放流水での実態調査が行われ始めている。また、E2以外にも注目されている物質としてエストロン(E1)があり、下水処理場の放流口付近の調査ではE2の5から20倍の濃度が測定されている。さらにE1はE2の1/5から1/2倍程度のエストロゲン活性が認められることから、今後はE1についてもE2と同様に関心を払っていく必要がある。

本研究は、下水処理水の滅菌過程で主に使用されている次亜塩素酸ナトリウム(塩素系薬剤)に着目して、放流水中のE2とE1を効果的に削減することを目的として行なった。

2. 実験法と水質分析法

2-1 実験法

本研究では、次の2種の実験を行なった。

＜実験－1＞基礎実験として、E2とE1の標準物質によって蒸留水中のE2とE1をそれぞれ所定の濃度にして、次亜塩素酸ナトリウムの添加による、E2とE1の削減状況を把握した。

＜実験－2＞下水処理場の最終沈殿池の流出水(滅菌剤を注入する前、以下「下水処理水」)のE2とE1の実態調査を行った。つぎに次亜塩素酸ナトリウムを処理水に10 mg/L添加してE2とE1の削減状況を把握した。

また、標準物質のE2とE1を下水処理水に上乗せ添加して、下水処理水と蒸留水におけるE2とE1の削減状況の差異を把握するための実験を行った。

2-2 水質分析法

試料水の濃縮は、VARIAN-HF-BOND-ERUT-C18を用いて、酢酸エチル/メタノール(5:1)により溶出した。溶出液を窒素により蒸発乾固させ、45%アセトニトリルで溶解した。定量はHPLC法によって行った。

3. 実験結果と考察

3-1 実験-1

標準物質によりE2とE1濃度を100 mg/Lに設定して、次亜塩素酸ナトリウム濃度をE2とE1のそれぞれ2、10、50倍の3ケースについての実験を行なった。実験の結果、この範囲の次亜塩素酸ナトリウム濃度では、E2とE1はほとんど100%削減されていた。

つぎに標準物質によりE2とE1の濃度を100 mg/Lの1/1000の100 μ g/Lに設定し、次亜塩素酸ナトリウム濃度をE2とE1のそれぞれ10、50、100、200倍の4ケースについて実験を行なった。実験結果をE2について図-1、E1について図-2に示す。図-1、図-2によると、次亜塩素酸ナトリウム濃度がE2やE1の200倍の20 mg/Lになって始めて、E2やE1がほぼ100%削減されていた。

キーワード：女性ホルモン、下水処理水、 17β エストラジオール、内分泌攪乱作用、滅菌

連絡先：〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学大学院工学研究科土木工学専攻

3-2 実験-2

下水処理水を対象とした次亜塩素酸ナトリウムによる E2 と E1 の削減実験を行った。

この下水処理場の流入下水は家庭排水の割合が高く、処理水の BOD や SS は 1 桁、滅菌剤として注入した次亜塩素酸ナトリウムを消費するようなアンモニア性窒素や亜硝酸性窒素もほとんどゼロであった。

まず下水処理水中の E2 と E1 の実態調査を行った。その結果、E2 は 27ng/L、E1 は HPLC の定量下限値の 2.5 ng/L 以下の濃度であった。

この下水処理水に次亜塩素酸ナトリウムを 10 mg/L の濃度となるように添加すると、E2 は 3.2 ng/L まで減少しており、削減率は 88.1% であった。なお、次亜塩素酸ナトリウム濃度が 10 mg/L というのは、通常の下水処理場で滅菌を目的として注入される濃度と比較するとやや高めの濃度である。

つぎに標準物質により E2 と E1 の濃度をそれぞれ 100 mg/L となるように下水処理水に上乗せ添加した。この試料水を対象にして、次亜塩素酸ナトリウム濃度をそれぞれ E2 と E1 の 2、10、50、100、500、1000 倍の 6 ケースについて実験を行なった。実験結果、E2 と E1 は全ケースともほぼ 100% 削減されていた。

標準物質により E2 と E1 の濃度を 100 mg/L の 1/1000 の 100 μ g/L となるように下水処理水に上乗せ添加した。この試料水を対象にして、次亜塩素酸ナトリウム濃度を E2 と E1 のそれぞれ 2、10、50、200 倍の 4 ケースについて実験を行なった。実験結果を図-3と図-4に示す。図-3によると、E2 はほぼ 100% 削減されている。しかし、図-4によると、次亜塩素酸ナトリウム濃度が E1 の 10 倍での削減率は 4%、50 倍で 7%、200 倍で 39% である。以上のことから、E1 は E2 と比較して削減しにくい物質であるといえる。

4. まとめと今後の課題

下水処理水の滅菌剤として使用されている次亜塩素酸ナトリウムによって E2 が効果的に削減されることが明らかとなった。処理水中の E2 濃度を 100% 近くまで削減することを目的として、さらなる高濃度の次亜塩素酸ナトリウムの下水処理水への注入は、下水処理水の放流水先の水棲生物などへ与える影響が大いに懸念される。

また、E2 や E1 が削減された後の物質の性状、また安

全性などについては現段階では不明であり、こうした観点からの研究を今後は推進していく必要がある。

