

Original Article

Assessing the Estrogenic Activity of EDCs and Human Risks of Groundwater after Ozonation and Chlorination

オゾン処理および塩素処理後の地下水中 EDC（内分泌攪乱化学物質）のエストロゲン活性と人体リスクの評価

Orta Ledesma de Velásquez María Teresa, Aguirre-Londoño Jessica & Yáñez-Noguez Isaura

ABSTRACT

Endocrine Disrupting Chemicals (EDCs) in groundwater could result in severe risks to human health. Therefore, in the present study, ozone (O_3) and chlorine were applied to remove the estrogenicity of Bisphenol-A (BPA), 4-Nonylphenol (4-NP) and Triclosan (TCS) in groundwater. Bioluminescent Yeast Estrogen Screen and Gas Chromatography Mass Spectrometry (BLYES-GC/MS) demonstrated that there is no directly proportional relationship between concentration and estrogenicity. Human Risk Assessment (HRA) was conducted, considering the concentration of EDCs, their estrogenicity and the by-products formed. Estrogenicity decreased by 98.7, 79.3 and 97.0% (ozone) and 86.2, 94.3 and 97.8% (chlorine) for BPA, 4-NP AND TCS, respectively. The individual Hazard Quotient ($HQ < 1$), cumulative risk Hazard Index (HI) and intake 17-estradiol equivalents (EEQ) ($\mu\text{g day}^{-1}$) indicate that ozone and chlorine treatment, including any by-products formed, do not result in estrogenicity with associated HR.

地下水中の内分泌かく乱化学物質 (EDC) は、人の健康に深刻なリスクをもたらす可能性がある。そこで本研究では、地下水中のビスフェノール A (BPA)、4-ノニルフェノール (4-NP)、トリクロサン (TCS) のエストロゲン活性を除去するために、オゾン (O_3) と塩素を適用した。生物発光酵母エストロゲンスクリーンとガスクロマトグラフィー質量分析法 (BLYES-GC/MS) が適用され、濃度とエストロゲン性の間には正比例の関係がないことが示された。EDC の濃度によるエストロゲン性、生成される副生成物を考慮したヒトリスク評価 (HRA) が実施された結果、BPA、4-NP、TCS はそれぞれ 98.7%、79.3%、97.0% (オゾン)、86.2%、94.3%、97.8% (塩素) 減少を示した。個々のハザード指数 ($HQ < 1$)、累積リスクハザード指数 (HI) および摂取 17-エストラジオール等価物 (EEQ) ($\mu\text{g day}^{-1}$) は、形成された副生成物を含むオゾンおよび塩素処理は、関連する HR を伴うエストロゲン活性をもたらさないことを示している。

KEYWORDS: Ozone, Chlorine, Estrogenic activity, Groundwater, Human risk

キーワード: オゾン、塩素、エストロゲン活性、地下水、人へのリスク