

地下浸透処理とオゾン処理の組み合わせによる下水再生における

前オゾンの有効性

仲辻 真章

キーワード： オゾン処理、地下浸透処理、EDTA、1,4-ジオキサン、PPCPs、臭素酸イオン、トリハロメタン、ハロ酢酸

1. 序論

今後、より深刻な問題になることが予想される水資源の枯渇の解決策として下水の再生利用があげられる。都市域での水資源の確保においては、量の安定性や長距離輸送を必要としないといった利点がある下水の再生は、水資源の枯渇を補う手段として大きな期待が寄せられる。下水再生のための処理プロセスとして、強力な酸化剤であるオゾンを利用したオゾン処理や有機物の浄化能が極めて高く、低コストである地下浸透処理は、有用な技術であると考えられる。本研究では、下水処理水に対してオゾン処理と地下浸透処理を組み合わせた処理プロセスにおける微量汚染物質の除去および各処理における消毒副生成物の低減特性を把握することを目的として研究を行った。

具体的には以下の3点を検討課題とした。まず、微量汚染物質としては、下流の浄水場で高濃度で検出されたエチレンジアミン四酢酸 (EDTA)、地下浸透処理の処理能が低い1,4-ジオキサン、様々な特性を持つ残留医薬品類 (PPCPs) を測定対象とし、その除去性の評価を行った。次に、消毒副生成物としては、オゾン処理副生成物である臭素酸イオン、塩素処理副生成物であるトリハロメタンおよびハロ酢酸を測定対象とし、生成能の低減特性の把握を試みた。最後に、微量汚染物質除去と消毒副生成物生成抑制効果を踏まえてリスク評価を行い、オゾン処理と地下浸透処理を組み合わせた処理プロセス、すなわち前オゾン処理 (オゾン処理+地下浸透処理) と後オゾン処理 (地下浸透処理+オゾン処理) の順序の優劣を評価した。

2. 微量汚染物質除去特性と消毒副生成物低減特性

溶存有機物は前オゾン処理の方が低減され、オゾン処理による生分解性の向上が示された。溶存オゾン濃度は後オゾン処理の方が出現しやすく、この結果と臭素酸イオンの測定結果との関係性が示された。土壌浸透処理で比較的除去されやすい EDTA と難分解性の 1,4-ジオキサンでは、前者は前オゾン処理が、後者は後オゾン処理の方が有効となった。PPCPs はいずれの処理でも 90% 以上除去されたが、DEET のみ前オゾン処理で増加した。トリハロメタンおよびハロ酢酸が最も生成抑制されたのは前オゾン処理 (オゾン注入率 5 mg-O₃/L) であった。

3. リスク評価に基づいた前オゾン処理と後オゾン処理の優劣の比較

研究対象とした微量汚染物質および消毒副生成物について、水質基準値 (もしくは目標値) との比率が 0.1 以下のもの (Safe zone)、0.1 以上 1.0 未満のもの (Monitoring zone)、1.0 以上のもの (Danger zone) に各物質の最大濃度を分類したところ、前オゾン処理の方が優れた処理法であることが示された。また、Safe zone を 0 Pt、Monitoring zone を基準値に対する最大濃度の比を Pt とし、Danger zone を評価対象外としてリスク評価したものを表にまとめる。このリスク評価によって、前オゾン処理 (オゾン注入率 5 mg-O₃/L) が 1.27 Pt となり、本研究では最も優れた処理法となった。

表 各処理の健康リスク評価

	O ₃ (5)+SAT	O ₃ (10)+SAT	SAT+O ₃ (5)	SAT+O ₃ (10)
TCM	0.20	0.21	0.19	0.23
BDCM	0.41	0.45	0.35	0.45
T-THMs	0.35	0.37	0.32	0.37
DCA	0.19	0.15	0.23	0.23
EDTA	0.12	0.00	0.16	0.14
BrO ₃	0.00	0.11	0.95	risk > 1
合計	1.27	1.29	2.21	評価外