

学位論文要旨

Dissertation Abstract

氏名： 野村 洋平
Name

学位論文題目： 回転円板型促進酸化装置による廃水中微量有機化学物質の
Title of Dissertation 除去技術の開発

学位論文要旨：
Dissertation Abstract

近年、微量有機化学物質による水環境問題が世界的に顕在化しつつあり、それぞれの微量有機化学物質の排出源での除去、廃水に含まれる塩分や有機物による阻害影響を緩和可能な除去技術の開発が希求されている。1,4-ジオキサンは、国際ガン研究機関によりヒトに対する発ガン性が疑われる化学物質として分類されており、廃棄物処分場浸出水から高頻度および高濃度で検出されてきた。一方、ビブリオ病予防薬であるサルファモノメトキシシン(SMM)は、神経毒性や生態毒性を有する上、養殖池の放流水などから検出されてきた。

本論文では、1,4-ジオキサンおよびSMMを含む廃水の処理技術の開発を目指し、一連の研究を行った。対象廃水として、1,4-ジオキサンには廃棄物処分場浸出水を、SMMには淡水養殖廃水(FAWW)を選定した。除去対象物質の物性にに基づき、1,4-ジオキサンには活性炭/酸化チタン複合触媒を、SMMにはゼオライト/酸化チタン複合触媒を合成し、これらによる除去対象物質の処理特性ならびに廃水中共存物質の阻害影響を評価した。粉末複合触媒で得られた知見を踏まえ、活性炭/酸化チタン複合シートおよびゼオライト/酸化チタン複合シートを合成し、これらを搭載した回転円板型促進装置(RAOC)による除去対象物質の処理特性および廃水中共存物質の阻害影響を評価した。

第2章では、活性炭/酸化チタン粉末複合触媒により廃棄物処分場浸出水中の1,4-ジオキサンの吸着・分解特性を評価した。木質系活性炭と酸化チタンの複合触媒に紫外線(UVA、最大波長365nm)を照射することで、純水中の1,4-ジオキサンの吸着と光触媒分解にともなう吸着容量の再生が同時に進行した。粉末複合触媒を実浸出水生物処理水に適用した結果、1,4-ジオキサンと溶存有機物の同時除去が可能であったものの、共存物質による光触媒分解への阻害が生じたため、1,4-ジオキサンの分解率は8%にとどまった。そこで、吸着工程と触媒再生工程を分離した処理技術を検討した結果、1mg/Lの1,4-ジオキサンを含む実浸出水生物処理水に対して、排水基準値以下までの1,4-ジオキサンの除去と複合触媒の再生が可能であることが示された。

第3章では、活性炭/酸化チタン複合シートを搭載したRAOCにより、廃棄物処分場浸

出水中1,4-ジオキサンの除去特性を評価した。1mg/Lの1,4-ジオキサンを含む実浸出水生物処理水に対しては、RAOCにより66時間の吸着・分解処理を行うことで、液相から約89%の1,4-ジオキサンが除去され排水基準値を達成するとともに、約81%の1,4-ジオキサンが光触媒分解された。純水中および実浸出水生物処理水中における擬一次反応速度定数 k_d を比較評価した結果、実浸出水生物処理水中の共存物質により光触媒分解は阻害されたものの、分解速度の低下は73%程度であることが示された。RAOCは、水や吸光物質による透過光減衰を抑制しつつ、無機イオンによる光触媒分解の阻害を軽減することが可能である上に、回転させることで吸着工程(液相部)と触媒再生工程(気相部)を繰り返すため、共存物質(無機イオンや溶存有機物)を高濃度で含む実浸出水生物処理水でも1,4-ジオキサンを処理可能であったと考えられた。

第4章では、ゼオライト/酸化チタン粉末複合触媒によりFAWW中のSMMおよびその分解生成物の吸着・分解特性を評価した。粉末複合触媒によるSMMの吸着処理に対する共存物質の阻害は生じなかった。共存物質によりSMMの光触媒分解は阻害された一方、複合触媒/UV処理では複合触媒表面にSMMが濃縮されることにより光触媒分解に対する阻害影響が緩和されたと考えられた。SMMの光触媒分解により生成されたPh-OH(SMMのフェニル環への水酸化反応により生成された物質)の光触媒分解挙動を調査した結果、Ph-OHの光触媒分解は共存物質により阻害された。複合触媒/UV処理では酸化チタン/UV処理よりも速やかにSMMおよびPh-OHを除去することが可能であったため、複合触媒はSMMに加えて分解生成物も効率的に除去できることが明示された。

第5章では、ゼオライト/酸化チタン複合シートを搭載したRAOCにより、FAWW中のSMMおよび分解生成物の除去特性を評価した。RAOCはFAWW中の共存物質による阻害を受けずにSMMを吸着可能であり、SMMの光触媒単独処理に対する共存物質の阻害影響はみられなかった。異なるUV照射強度(0.25–1.0mW/cm²)におけるSMMの吸着・分解特性および共存物質による吸着・分解阻害を評価した結果、いずれの溶媒においてもUV照射強度と k_d には直線的関係が成り立つことが明示された。また、RAOCによるSMMの反復処理性能を評価した結果、同一のシートを用いてSMMを5回繰り返し処理しても、RAOCはFAWW中のSMMを効率的にかつ反復して除去可能であることが示された。

第6章では、本研究で得られた成果と今後の課題について整理した。本研究では、回分式処理により1,4-ジオキサンおよびSMMの除去を行ったため、RAOCの実用化に向けて、連続式処理による除去特性の把握、長期運転やスケールアップによる微量有機化学物質の除去性能の評価も今後の課題となることを述べた。