

下水再利用を目的とした残留化学物質における UV/TiO₂/セラミック平膜処理の検討

SATテクノロジー・ショーケース2017

■ はじめに

2015年に国連で定められた持続可能な開発目標のうち、「水資源の確保」と「衛生施設の改善」のミレニアム開発目標の達成に、水再利用は極めて大きな役割を担っている。従って、再生水に含まれるリスク因子を効率的かつ低価格で供給できる技術開発が重要である。

本研究では、光触媒である二酸化チタン(TiO₂)と紫外線照射(UV)を組み合わせることで、薬品を使わずに促進酸化を促し、さらにセラミック平膜ろ過によりTiO₂を回収するセラミック平膜処理(以下UV/TiO₂/セラミック平膜処理)を考案した。UV/TiO₂/セラミック平膜処理では、セラミック平膜にTiO₂層が形成される特性を活かし、UV光がTiO₂に十分照射されるため、効率良い促進酸化を促すことが期待される。本研究では、水環境中の残留化学物質として注目されている医薬品や日用品由来の化学物質54種の除去率より、UV/TiO₂/セラミック平膜処理を評価した。

■ 活動内容

1. 液相中のTiO₂の凝集分布の把握

液相中でのTiO₂の凝集分布が不明であることから、純水中での5種類のTiO₂(P90:粒径10 nm, P25:粒径20 nm, TiO₂W:粒径20 nm, TiO₂A:粒径100 nm, TiO₂R:粒径200 nm)の凝集分布およびゼータ電位を測定した。その結果、凝集サイズがpHによって大きく異なることが確認された。P90とTiO₂Wの凝集サイズはpH6から10において0.1 μm以上、P25はpH3から10において0.1 μm以上、TiO₂AとTiO₂RはpH1から8において1.0 μm以上の凝集サイズになることが確認された。このことから、本研究では、広いpH範囲でTiO₂の凝集サイズが0.1 μm以上であるP25をUV/TiO₂/セラミック平膜処理の光触媒として選定した。

2. UV/TiO₂/セラミック平膜処理の評価

(a) 実験原水の調整

対象とした化学物質には、解熱鎮痛剤(9種)、不整脈用剤(5種)、抗菌剤(10種)、抗生物質(13種)、その他(17種)が含まれる。これらの化学物質は、初期濃度100 μg/Lになるように純水で調整し、NaOHとH₂SO₄を用いてpH6.5±0.1に調整した。

(b) UV/TiO₂/セラミック平膜処理の評価

実験に用いたUVランプは、低圧水銀ランプ(UV185種波長185&254 nm)を使用し、電圧4W、電流2.5Aの条件で行った。TiO₂は、水中での粒度分布に加え、光触媒と

しての活性の高さからP25を選出し、0.1 g/Lとなるように恒温水槽に添加した。セラミック平膜は、材質 α-アルミナ、孔径 0.1 μm、膜表面積42 cm²(7 cm×6 cm)のものを使用し、恒温水槽へ浸漬し、流束 1.7 m/dでろ過を行った。

UV/TiO₂/セラミック平膜処理を評価するために、54種の医薬品や日用品由来の化学物質に対するUV照射単独による反応速度と、UV/TiO₂の促進酸化による反応速度を回分式実験から算出した。その結果から、各々の実験の定常状態時の除去率を推定し、UV/TiO₂/セラミック平膜処理の除去率と比較した。その結果、UV/TiO₂/セラミック平膜処理は、UV照射単独またはUV/TiO₂の促進酸化よりも多くの化学物質(propranolol, salbutamol, lincomycinなどを除く)を分解することが確認された。さらに、生物処理では分解が困難とされているcarbamazepineにおいては、UV照射による除去率が10%程度であったにもかかわらずUV/TiO₂/セラミック平膜処理では、40%以上の除去率を示した(図-1)。このことから、UV/TiO₂の促進酸化では、セラミック平膜を併用することで、TiO₂を保持でき、酸化をさらに促進できることが示唆された。

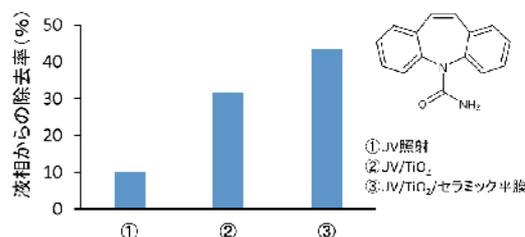


図-1 定常状態時におけるUV照射、UV/TiO₂、UV/TiO₂/セラミック平膜処理によるcarbamazepineの除去率の比較

3. まとめ

UV/TiO₂の促進酸化にセラミック平膜を組み合わせることでTiO₂層を形成し、TiO₂の固液分離が可能な処理プロセスを構築した。さらに、UV/TiO₂/セラミック平膜処理では、UV/TiO₂の促進酸化以上に除去を向上させることが可能となった。今後は、UV/TiO₂/セラミック平膜処理の高効率化について検討を進める。また、本研究では純水系で実験を行ったため、二次処理水や病院廃水を対象にした処理の性能評価及び除去評価の把握を行う。

代表発表者 **本間 亮介 (ほんま りょうすけ)**
 所属 **京都大学大学院工学研究科
 附属流域圏総合環境質研究センター**
 問合せ先 **〒520-0811 滋賀県大津市由美浜1-2
 TEL:077-527-6329 FAX:077-524-9869
 E-mail: homma.ryosuke.32m@st.kyoto-u.ac.jp**

■キーワード: (1) 再生水
 (2) 促進酸化処理
 (3) UV/TiO₂

■共同研究者: 中田典秀 京都大学大学院
 Sadudeewong Esara 京都大学大学院
 鮫島正一 株式会社明電舎
 清家聡 株式会社明電舎
 新井喜明 株式会社明電舎
 田中宏明 京都大学大学院