

特殊な光触媒繊維による生態影響物質の水環境中での分解特性

学生会員 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 ○川端 祥浩

非会員 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 大曾根 なつき

正会員 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 助教授 清水 芳久

1. 概要

本研究では、特殊な光触媒繊維を用いて多環式芳香族炭化水素(PAHs)や医薬品の分解実験を行った。PAHsや医薬品は、難分解性で広範囲に存在し、従来の水処理システムでは十分に処理されず、人体や生態系に慢性的かつ不可逆的な影響を与えていると考えられる。しかし、水環境中で微量に存在する PAHs や医薬品を処理するには、従来の高度処理システムでは多額の費用がかかることが否めない。よって、新しい水処理システムの導入が求められる。本研究により、特殊な光触媒繊維は PAHs や医薬品の分解に有効であると確認された。したがってこのシステムは十分適用可能であると考えられる。

2. 背景

光触媒は、酸化チタン(TiO_2)を主成分としたものが多く、太陽光中の近紫外光を吸収し、強い酸化作用を有している。また、酸化チタンは環境中において安定して存在し、生体にとって安全な触媒である。本研究で使用した光触媒繊維は、特殊な製造方法により、酸化チタンを繊維基材と一体化させ、傾斜構造を有している。よって、光触媒繊維は太陽光を利用できるという点から省エネルギーである従来の光触媒製品が持っていた耐久性や回収性といった諸問題を飛躍的に解決することができる。この光触媒繊維の特殊な構造を図1に示す。この光触媒繊維を用いて PAHs と医薬品の分解実験を行った。また、水環境中に存在する天然有機物質(NOM)が光触媒繊維による PAHs と医薬品の分解に与える影響を確認するため、NOM を共存させて分解実験を行った。

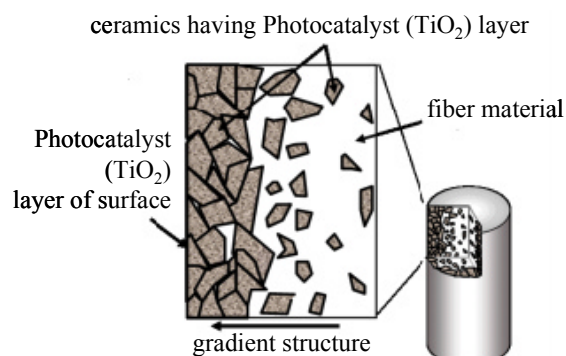


図 1: 光触媒繊維

3. 実験方法

PAHs と医薬品の分解実験は図2に示した装置で行った。試料溶液は、イオン強度 50 mM で pH 7.1 のリン酸緩衝液に溶かすことによって作成した。ガラス製シャーレに光触媒繊維と試料溶液を加え、BLB 蛍光灯を点灯させ、分解実験を開始した。温度は 25 に保った。本実験の対象物質として、PAHs は Anthracene, Phenanthrene, Pyrene を、医薬品は Acetylsalicylic Acid, Atenolol, Ibuprofen, Ifenprodil Tartrate を選択した。なお、PAHs は蛍光分光光度計 (HITACHI, F-4500) で、医薬品は HPLC (Waters, Alliance2695) と蛍光分光検出器 (Waters, 2475) で定量した。

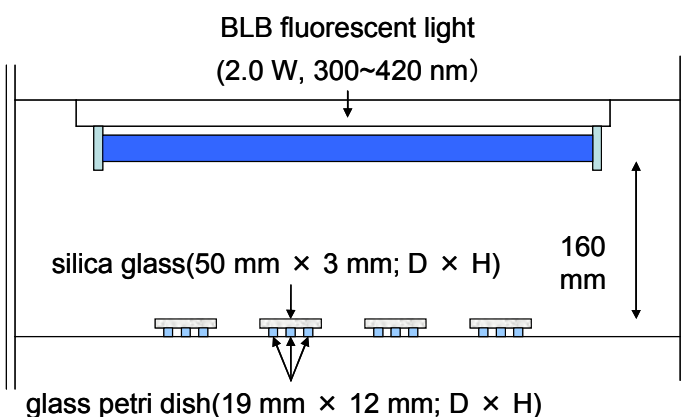


図 2: 実験装置

キーワード 光触媒繊維, 多環式芳香族炭化水素, 医薬品, 分解生成物, 収着, 天然有機物質

連絡先 〒520-0811 大津市由美浜 1-2 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

4．結果と考察

光触媒繊維は、PAHs と医薬品の分解に有効なことが分かった。そして、光触媒繊維による PAHs と医薬品の分解には、紫外線強度、温度および光触媒繊維量が影響することが分かった。また、これらの物質は、紫外線を照射させるだけでは分解されなかった。さらに、試料の残存率が初期濃度に依存することから、分解反応は一次反応ではなく、分解生成物と競合するとして反応速度式で解析を行った。光触媒繊維への収着を競合 Langmuir モデルを用いて解析した結果、PAHs と Acetylsalicylic Acid, Atenolol, Ibuprofen の医薬品については分解生成物の影響がわずかなのに対し、Ifenprodil Tartrate についてはその影響が大きかった(図 3)。これは、Ifenprodil Tartrate が官能基を多く有しているからだと考えられる。よって、化学構造に官能基の数が少ない物質であれば、分解反応速度式に分解生成物の濃度を考慮する必要が無いことが分かった。

また、NOM の共存により、光の透過性の減少、分解対象物質との収着および光触媒繊維による分解への関与などの様々な影響があるにもかかわらず、光触媒繊維による医薬品や PAHs の分解を促進することが分かった(図 4)。ただ、NOM 濃度の増加にともなった残存率の減少に一定の傾向は見られなかった。これは、NOM の化学構造が不均質であることに起因するものと考えられる。

5．結論

本研究で使用した特殊な光触媒繊維は、PAHs と医薬品の分解に有効なことが確認された。また、官能基を多く有している物質は、分解生成物が分解速度に影響を与えることが分かった。これより、分解速度は、物質の化学構造に依存することが分かった。そして、NOM は PAHs と医薬品の分解を促進することが分かった。光触媒繊維を水処理システムに適用する際には、工学的により有効な反応速度式の導出が必要であると考えられる。

6．謝辞

光触媒繊維を提供して下さった(株)宇部興産の皆様に感謝いたします。

参考文献

- Matthews, R. W. (1987) Photooxidation of Organic Impurities in Water Using Thin Films of Titanium Dioxide. *J. Phys. Chem.*, **91**, p.3328-3333.
- Tusnelda E. Doll, Fritz H. Feimmel (2004) Kinetic study of photocatalytic degradation of carbamazepine, clofibric acid, iomeprol and iopromide assisted by different TiO₂ materials –determination of intermediates and reaction pathways. *Water research*, **38**, 955-964.

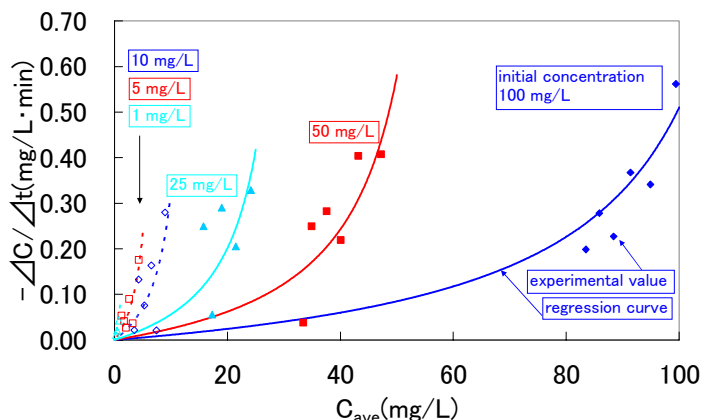


図 3:競合Langmuirモデルで解析したIfenprodil Tartrateの実験結果

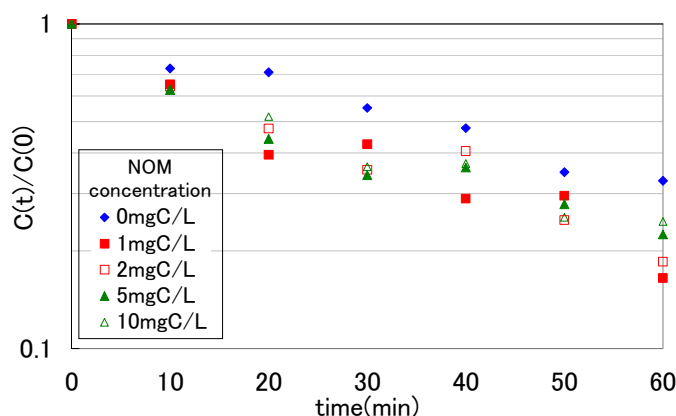


図 4:Ifenprodil Tartrateの光触媒繊維による分解に対するNOMの影響