

深紫外線と酸化チタン微細孔構造を有するボロンドープ ダイヤモンド電極を用いた浄水能力向上

Improvement of the wastewater treatment efficiency by using deep UV light and the boron-doped diamond electrode with fine-structured titanium oxide

○岡崎晟大 (A. Okazaki)¹⁾、栗山晴男¹⁾、芹澤和泉¹⁾、原愛我²⁾、平野裕衣里²⁾
中林志達²⁾、Roy Nitish²⁾、鈴木孝宗²⁾、寺島千晶²⁾、中田一弥²⁾、勝俣健一²⁾
藤嶋昭²⁾

株式会社オーク製作所¹⁾、東京理科大学²⁾

【緒言】

工場排水などに含まれる汚染物質が生態系にもたらす悪影響を防ぐために、これまで様々な浄水処理技術が確立されてきたが、従来の手法ではコストと時間がかかるのみならず、有害な副生成物をもたらすものさえある。そのため、低コスト・低環境負荷な浄水手法が求められている。その一つの候補として酸化チタンの光触媒反応を利用した浄水が広く研究されている。しかし、光触媒機能により生成される活性酸素の酸化力は強力であるものの、生成速度は遅く、これに伴い有機物の分解速度も遅くなる。その為、酸化チタン単体では利用効率が悪く、研究室レベルにとどまっているのが現状である。

そこで本研究では、オゾンを生成する高電圧電極として BDD 電極上（ボロンドープダイヤモンド）に酸化チタンを付加させることで光触媒機能を持たせ、オゾン由来の速い酸化力と酸化チタン由来の強い酸化力を併用することで、高速・低環境負荷・低コストな浄水を実現することを目的とする。酸化チタンに微細構造を導入することで、光触媒反応面を増加させると同時に、BDD 電極面（オゾン生成用）の露出を実現する。また、光源として深紫外線を利用することで、酸化チタンのみならず BDD 電極の光励起も実現させ、光触媒活性の向上を目指す。

【実験方法】

両親媒性界面活性剤を有機鋳型としたゾルゲル法により、BDD 電極上に多孔性酸化チタン薄膜を作製¹⁾した。作製した酸化チタン薄膜の走査電子顕微鏡像 (SEM) を撮影し微細孔構造について評価した。また、広角 X 線回折 (XRD) 測定から酸化チタンの結晶化についても評価した。

浄水能力の判定としては、比色分析が容易なことからメチレンブルー (MB) の分解能から評価した。作製した電極にオゾンを生成する電流を印加しながら、光源として BDD 電極と酸化チタンの双方を光励起する為に深紫外線 (222 nm) を同時に照射した。MB の吸収極大波長 (664 nm) における吸光度の変化から濃度の経時変化を算出した。

【結果・考察】

図 1 に作製した多孔性酸化チタン薄膜の SEM 像を示す。この図から直径約 20 nm 程度の細孔が充填したナノ構造が形成されていることを確認した。

図 2 に作製した電極の広角 X 線回折 (XRD) 測定の結果を示す。参照として BDD 電極単体およびアナターゼ型の結晶構造を有する酸化チタンの測定結果も共に示す。この図から作製した電極は下地である BDD 電極由来の結晶面 (111) とアナターゼ型の結晶構造を有する酸化チタン由来の結晶面 (101) の双方を観測することが出来た。

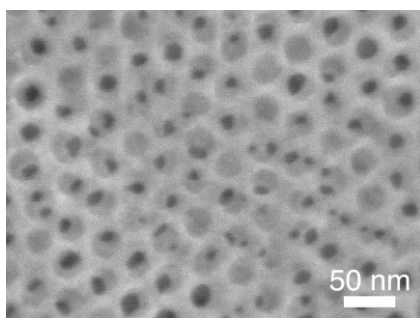


図 1. 多孔性酸化チタン薄膜の SEM 像

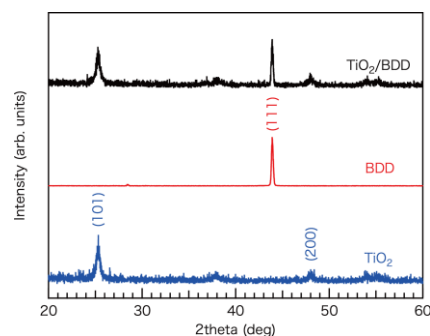


図 2. 広角 X 線回折 (XRD) 測定結果

このことは BDD 電極上に付加させた多孔性酸化チタン薄膜がアナターゼ型に結晶化していることを示している。

図 3 に作製した電極を用いた MB 分解実験の結果を示す。電気化学的効果および光触媒効果単体に比べ、これらを併用することで MB 分解効率が著しく向上した。参照として電気化学的効果と光触媒効果のみの MB 分解量の単純和 (点線) も示すが、興味深いことに電気化学的効果と光触媒効果を併用した場合、これ

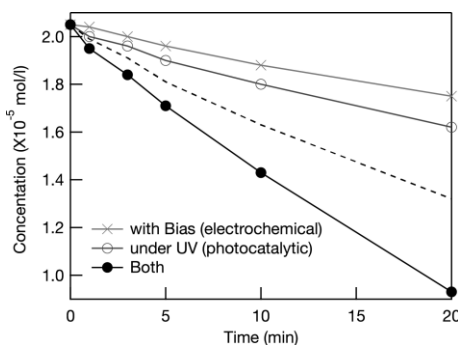


図 3. メチレンブルー分解実験結果

に比べて MB 分解は著しく速く進行した。このことは、電極に酸化電位を印加しながら深紫外線を照射した場合、電気化学反応により生成したオゾンや過酸化水素等の活性種や光触媒活性の単純な足し合わせで MB 分解が進行するのではなく、これらが複合的に作用することでヒドロキシラジカル等の強い酸化活性種が生成し、MB の分解が促進されたことを示唆している。

【結論】

作製した電極に電流を印加しオゾンを生じさせながら、深紫外線を照射することで染色排水 (MB) の速い分解を達成した。これは、電解により生成したオゾンおよび過酸化水素や光触媒、深紫外線を組み合わせることによる相乗効果により MB 分解が促進されたことを示唆している。

【謝辞】

本研究は、東京理科大学光触媒推進拠点の「共同利用・共同拠点」および東京応化化学技術振興財団の研究費の助成により実施された。

【参考文献】

1) X. Jiang, X. Suzuki et al., *Eur. J. Inorg. Chem.*, **2013**, 3286 (2013).

連絡先

岡崎 晟大 株式会社オーク製作所
〒391-0011 長野県茅野市玉川 4896
TEL 0266-73-8340 FAX 0266-73-8344
e-mail a-okazaki@orc.co.jp