

光触媒と放電を利用した有害物質分解に関する研究

日大生産工(院) 永島靖啓 日大生産工 矢澤翔大
日大生産工 ○ 工藤祐輔 日大生産工 大塚哲郎

1 まえがき

汚染された水を処理する技術として、誘電体バリア放電(Dielectric Barrier Discharge, 以下DBD)による処理技術が研究されている。これは放電により発生したオゾン等の活性種を利用して汚染物質を分解し、水を浄化する方法であるが⁽¹⁾、放電時に発生する紫外線は有効に活用されていない。著者らは、この紫外線によって光触媒を活性化させ、活性化した光触媒により有害物質を分解できればより効果的に汚染水の浄化ができるのではないかと考えた⁽²⁾。

ここでは、DBDと二酸化チタン光触媒を併用し、汚染水を模擬したメチレンブルー溶液の分解実験を行った結果を報告する。

2 実験装置

実験装置の概略図および放電リアクタ図を図1に示す。図1(a)に示すように実験装置は交流高圧電源、放電リアクタ、エアープンプから構成されている。メチレンブルー溶液が入った放電リアクタに交流高電圧を印加し、リアクタ内でDBDを発生させて、メチレンブルー溶液を脱色する。また、メチレンブルー溶液内で放電を発生させやすくするため、放電リアクタ下部からエアープンプで空気を送り込み、バブリングを行った。

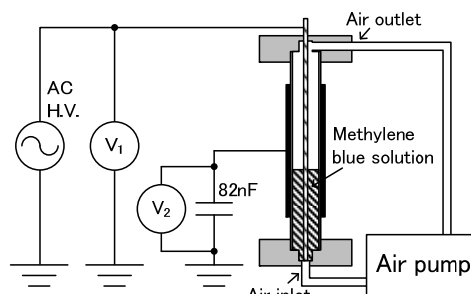
図1(b)に示すように、放電リアクタは外径23 mm, 内径20 mmのガラス管内に高圧電極となる直径3 mmのステンレスネジ棒を配置した同心円状になっている。ガラス管の外側には接地電極となる銅箔を巻いている。

脱色実験は放電リアクタ内に10 ppmのメチレンブルー溶液を20 ml入れ、エアープンプで放電リアクタに空気を0.5 l/minで送り込み、バブリングしながら30分間処理をした。光触媒と放電の効果を調べるため、以下の4つの条件で脱色実験を行った。

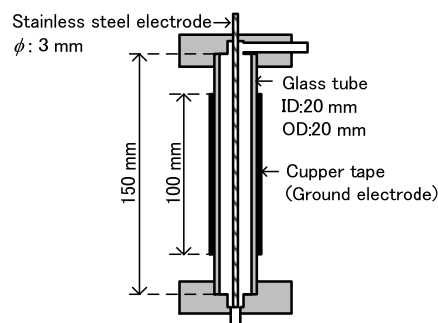
- (1) 溶液をバブリングするのみ
- (2) 溶液をDBDに曝す

- (3) 溶液中に光触媒(ST-01, 石原産業)を0.05 g入れる
- (4) 容器中に光触媒0.05 gを入れ、さらにDBDに曝す

DBDを発生させる場合には8 kV_{rms}, 50 Hzの交流高電圧を放電リアクタの高圧電極に印加した。処理後のメチレンブルー溶液の透過率を紫外可視分光光度計(UV-2450, 島津製作所)で測定した。



(a) 実験装置概略図



(b) 放電リアクタ

図1 実験装置図

3. 実験結果

脱色処理をしたメチレンブルー溶液の透過率を図2に示す。図にはメチレンブルーの吸光ピーク波長である664 nmの透過率のみを示している。また、比較のために全く処理をしていない未処理のメチレンブルー溶液の透過率も示している。未処理の溶液の透過率に対して、

Study on Decomposition of Harmful Substance using Discharge and Photocatalyst

Yasuhiro NAGASHIMA, Shota YAZAWA, Yusuke KUDO and Tetsuro OTSUKA

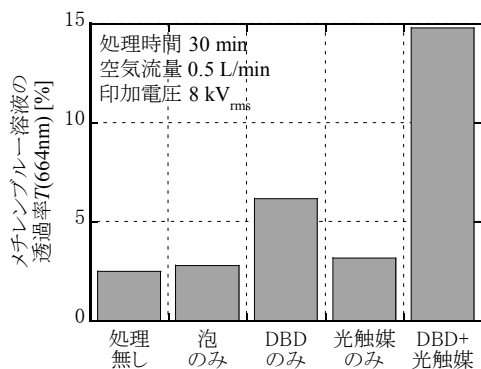


図2 メチレンブルー溶液脱色実験

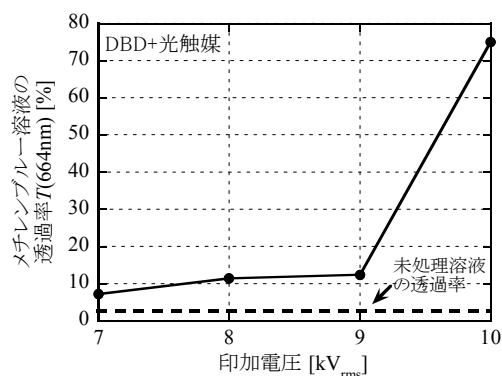
バブリング処理のみをしたものの透過率はほとんど上昇しておらず、バブリングだけでは溶液にほとんど変化が無いことがわかる。また、光触媒を入れただけでも透過率はあまり上昇していない。メチレンブルー溶液をDBDに曝すことにより未処理のものに対して透過率は3.7 %上昇した。DBDに曝すのに加え溶液に光触媒を入れる事で透過率は12.3 %上昇し、他の条件に比べて圧倒的に透明になっていることが分かった。これは、DBDによって生じた紫外線に光触媒が活性化され、光触媒の酸化分解作用によってメチレンブルー溶液が分解される効果が発揮された為だと考えられる。

DBDと光触媒を併用した場合で印加電圧を7 kV_{rms}から10 kV_{rms}まで変化させた場合の透過率の変化を図3(a)に、また、その時に使用したエネルギーおよびメチレンブルー溶液の脱色率DRを計算した結果を図3(b)に示す。ここで、脱色率DRは(1)および(2)式により計算した⁽³⁾⁽⁴⁾。また、(1)式内のTは透過率である。

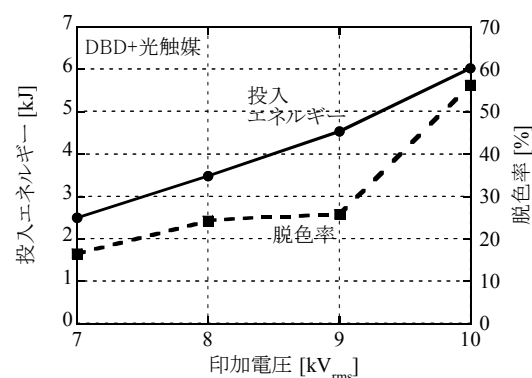
$$\text{吸光度 } A = -\log_{10} T \quad (1)$$

$$DR = \frac{(\text{初期吸光度} - \text{処理後吸光度})}{\text{初期吸光度}} \times 100 [\%] \quad (2)$$

図3(a)より、印加電圧の上昇に伴い、メチレンブルー溶液の透過率が上昇するのがわかる。また、図3(b)より印加電圧と共に脱色率、投入エネルギーも上昇していることが分かる。印加電圧が10 kV_{rms}となると、透過率が劇的に上昇し、それに伴い脱色率も大きく上昇していることがわかる。これは印加電圧10 kV_{rms}の場合にDBDから多くの紫外線が発生し、光触媒がより活性化したためではないかと考えられる。



(a) 印加電圧を変化させた場合の透過率の変化



(b) 各印加電圧での投入エネルギーと脱色率

図3 DBDと光触媒を併用した場合のメチレンブルー溶液脱色実験

4. まとめ

誘電体バリア放電(DBD)と光触媒を併用し、メチレンブルー溶液の分解実験を行った結果、DBDと光触媒を併用することにより、より効率的にメチレンブルー溶液を分解することができることが明らかになった。

「参考文献」

- (1)行村健:環境改善へのプラズマ応用,放電プラズマ工学,オーム社,p134-143
- (2)峠田博史:トコトンやさしい光触媒の本,日本工業新聞社,p10-11
- (3)小池裕幸:分光計測定の基礎,低温科学Vol.67,北海道大学 低温科学研究所,P431-448(2008)
- (4)川野修太:水中気泡内放電による有機染料の脱色におけるパルス幅の影響についての検討,第36回静電気学会誌,p43-49(2012)