

## 誘電体バリア放電と光触媒を用いた浄水に関する研究

日大生産工(院)

○永島靖啓

日大生産工

工藤祐輔 大塚哲郎

### 1. まえがき

現在、地球環境問題の一つとして水質汚染の問題がある。そのため、浄水処理において高効率化・省エネルギー化が求められている。現在一般的な浄水方法として活性汚泥法<sup>(1)</sup>というものがある。これは、好気性微生物を曝気することで活性化させ、汚濁物質を分解する方法である。しかし、活性汚泥法は、分解速度が遅い、浄水設備に広い面積が必要、多量の余剰汚泥が発生するといった問題がある。そのため、近年ではオゾン処理が浄水処理の方法として注目をされている<sup>(2)</sup>。オゾンは非常に強力な酸化力を持っているこの酸化力を利用し有機物を酸化分解することで、脱臭、脱色、消毒などを行うことができる。

本研究では、オゾンを発生させる手段として誘電体バリア放電に注目した。誘電体バリア放電とは、放電する電極間に誘電体を挟み、交流電圧を印加したときに発生する放電の事である。また、一般的なオゾンの発生方法としても用いられている方法である。しかし、誘電体バリア放電だけでは放電時に生じる紫外線を有効利用することができない。

この問題を解決する手段として本研究では、光触媒というものに注目した。光触媒とは光のみで有機物を分解することのできる触媒である<sup>(3)</sup>。この光触媒を用いることで、放電によって生じる紫外線を有効利用する。

本報告では、誘電体バリア放電と、光触媒が浄水に関して有効であるか検討を行ったのでその報告をする。

### 2. 実験装置

実験装置図を図1に示す。右側が放電リアクタ部、左側が電源部である。図2に示す放電リアクタはPyrex製の内径20mm、外径、23mm高さ150mmのガラス円筒に銅テープを巻き接地極とした。直径3mmのステンレス製のねじ切り棒を高圧電極とした。アクリル製の支持台を用いて高圧電極がガラス円筒の中心となる様に配置した。放電リアクタであるガラス円筒内にメチレンブルー水溶液を試料水として注入

した。放電リアクタ内に圧力ポンプ(日発ジャブスコ株式会社, LF521402D, 最大流量: 2.6 l/min)を用いて空気を循環させてリアクタ内の試料水をバブリングさせた。リアクタ内は空気のみが循環するようになっている。

電源部は50 Hz 商用交流電源をスライドトランス(山菱電気株式会社 S-130-5)によって調節した後、ネオトランス(港電業社, TP-0512-3, 最大定格 15 kV)によって高電圧を得た。放電電圧の測定は、高圧用プローブ(岩通計測株式会社, SC-003)とデジタルマルチメータ(三和電気計器株式会社, PC-20)を用いて測定した。

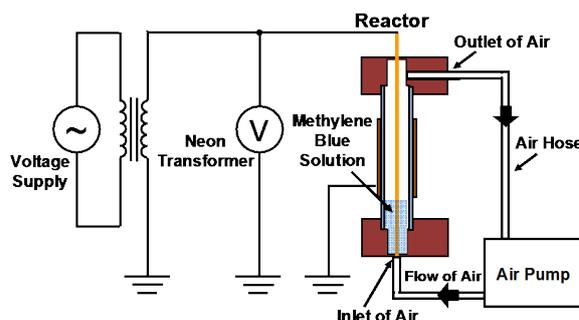


図1 実験装置概略図

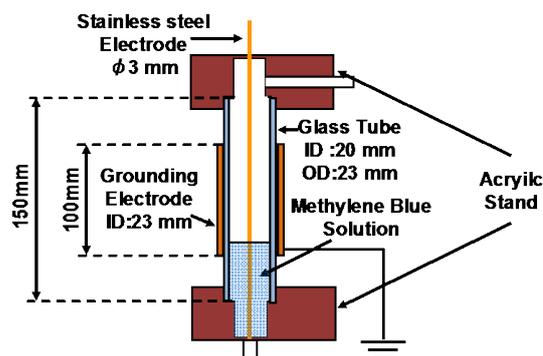


図2 反応装置概略図

Study on the Clean Water by Dielectric Barrier Discharge and Photocatalyst

Yasuhiro NAGASHIMA, Yusuke KUDO and Tetsuro OTSUKA

### 3. 実験手順

#### 3.1 バブリングによる脱色実験

リアクタ内に濃度 10 ppm に薄めたメチレンブルー溶液を 20 ml 注入したあと流量 0.5 l/min でバブリングを行い 30 分間処理をした。

#### 3.2 放電のみによる脱色実験

リアクタ内に濃度 10 ppm に薄めたメチレンブルー溶液を 20 ml 注入したあと印加電圧 8 kVrms で放電を生じさせ、流量 0.5 l/min でバブリングを行い 30 分間処理をした。

#### 3.3 光触媒のみによる脱色実験

リアクタ内に濃度 10 ppm に薄めたメチレンブルー溶液を 20 ml と光触媒 (ST-01) を 0.05 g 混入した後、流量 0.5 l/min でバブリングを行い 30 分間処理をした。

#### 3.4 放電と光触媒による脱色実験

リアクタ内に濃度 10 ppm に薄めたメチレンブルー溶液を 20 ml と光触媒 (ST-01) を 0.05 g 混入した後、印加電圧 8 kVrms で放電を生じさせ、流量 0.5 l/min でバブリングを行い 30 分間処理をした。

#### 3.5 メチレンブルー溶液の測定

リアクタで浄水処理後のメチレンブルー溶液を採取し、紫外可視分光光度計 (島津製作所, UV-2450) を用いてそれぞれのメチレンブルー溶液の透過率を測定した。また、比較のために浄水処理をしていないメチレンブルー溶液の透過率も測定した。

### 4. 実験結果

各実験条件でのメチレンブルー溶液の透過率を紫外可視分光光度計で測定し、メチレンブルーの吸光ピーク波長である 664 nm の時の透過率を抜き出し比較した結果を図 3 に示す。

図より全ての条件において未処理のメチレンブルー溶液よりも処理後のメチレンブルー溶液のほうが透過率が高いことが分かる。しかし、3.1 の実験結果と、3.3 の実験結果は、未処理のメチレンブルー溶液と比べ、透過率の上昇がわずかであった。このことから、この 2 つの条件ではメチレンブルー染料がほとんど分解されていないことが分かる。このメチレンブルー溶液の透過率がわずかに上昇した原因は、リアクタ内や光触媒にメチレンブルー染料が吸着したため透過率が上昇したと考えられる。

3.2 の実験結果と未処理のメチレンブルー溶液を比較すると透過率が 3 倍程度高くなっていることが分かる。さらに、吸着により透過率が上昇したと思われる 3.1 の実験結果よりも透過率が高かった。このことから放電または、放電によって生成された活性種によってメチレンブルー染料の分解が行われたと考えられる。

光触媒の有無による効果を確認するため 3.2 の実験結果と 3.4 の実験結果を比較した。光触媒を入れた 3.4 の実験結果のほうが圧倒的に透過率が高いことが分かる。その要因としては、放電によって生じた紫外光に光触媒が反応し、光触媒による酸化分解作用によってメチレンブルー染料が分解されたため、透過率が高くなったと考えられる。

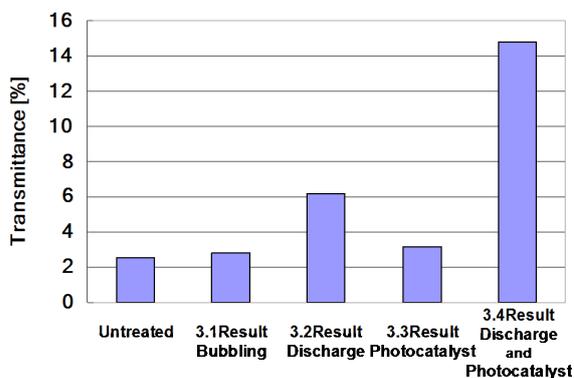


図 3 各実験条件でのメチレンブルー溶液の透過率

### 5. まとめ

本研究では誘電体バリア放電と、光触媒が浄水に関して有効であるか検討した。そこで、光触媒の混入された誘電体バリア放電によるメチレンブルー脱色実験と、光触媒の入っていない誘電体バリア放電によるメチレンブルー脱色実験の結果を比較した。その結果、光触媒が混入された場合、光触媒が入っていないものと比べ 2 倍以上の透過率を得られた。このことから、光触媒を入れることによって、より効果的に浄水することができると考えられる。

今後は、放電と光触媒によってリアクタ内に生成されるオゾンなどの活性種の測定をする。

#### 「参考文献」

- (1) タクマ環境技術研究会: 水処理技術絵とき基本用語, オーム社, p70-71, (2000)
- (2) 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, (2009)
- (3) 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, (2002)
- (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)
- (5) 須貝太一: 水中パルスパワー放電を用いた有機色素脱色のバブリングによる高効率化, 第 32 回電気学会誌, p19-24, (2008)
- (6) 田村亨浩: 円筒式気中パルス放電を用いた水処理特性, 第 36 回静電気学会誌, p239-240, (2011)