

水溶液中放電プラズマによるメチレンブルーの分解

Decomposition of Methylene Blue by the Plasma Discharge in Water Solution

高橋 武¹、松永 智生¹、高橋 繁希¹、吉村 拡充¹、[○]大川 博司^{1,2} (1. HSU 未来産業、2. 山梨大院医工)
Takeru Takahashi¹、Tomoki Matsunaga¹、Shigeki Takahashi¹、Hiromi Yoshimura¹、[○]Hiroshi Okawa^{1,2}
(Happy Science Univ., 2. Yamanashi Univ.)

E-mail: hiroshi-okawa@happy-science.university

水をはじめとする液体中での放電や気液界面での放電が、水処理、殺菌、プラズマ医療などの応用に関連して注目を集めている。非耐熱性クリティカル医療器具の洗浄消毒において、放電により発生する OH ラジカルやオゾンの殺菌や酸化の効果により、消毒や滅菌の他にも、洗浄しきれっていない有機物の残渣や、不十分なすすぎによる人体に有毒な消毒液の残液を分解することが期待できる。本研究では、簡便な試験装置によって、水中気胞内放電プラズマを生成し、模擬廃水として比色分析が可能なメチレンブルー溶液を分解処理した。処理部である放電リアクタは、細管から出てくる各種ガスをプラズマ化させるものであり、グラウンド電極が処理容器の外側に位置しているため、様々な処理容器形状に対応することができるものである。

試験装置には、電源として LHV-13AC (ロジー電子製) を用いた。ピーク電圧 10kV で、発振周波数は 20kHz である。放電リアクタの構造は、Fig. 1 に示す。処理溶液は、50ml の溶液が入る試験管の中に入れた。その後、5 種類の気体を 100ml/min 放電リアクタに注入してプラズマ化した (Fig. 2)。メチレンブルーの濃度の算出は、始めに 5, 10, 15ppm のメチレンブルー溶液を作って検量線を作成した。処理溶液はメチレンブルーを蒸留水で 15ppm に調整した。プラズマ処理 1、2、3 分後のそれぞれの濃度を分光光度計で測定し、式 (1) を用いてメチレンブルーの分解率 (%) を求めた。

$$\text{分解率}(\%) = \frac{(\text{放電前の濃度}) - (\text{放電後の濃度})}{(\text{放電前の濃度})} \times 100 \quad (1)$$

ガスの種類により分解率は異なり、酸素ガスによる分解率が最も高かったが、アルゴンと酸素の混合ガスや、室内の空気においても比較的高い分解率を示した。詳細は Fig. 3 に示す。3 分後の各処理溶液の温度は、酸素ガスの場合には 50.1℃であり、アルゴンガスの場合には酸素より高く 62.4℃であった。

以上、簡便な試験装置による各種ガスの水中気胞内放電プラズマにより、メチレンブルーを分解した。室内の空気を用いても分解が比較的効率よくできたことから、非耐熱性の医療器具の洗浄や消毒への適用の可能性はあると思われるが、プラズマ化させるガス種や混合配分の違いと、フェノールなど難分解物質との分解特性 [1] や、副生成物についての調査が必要である。

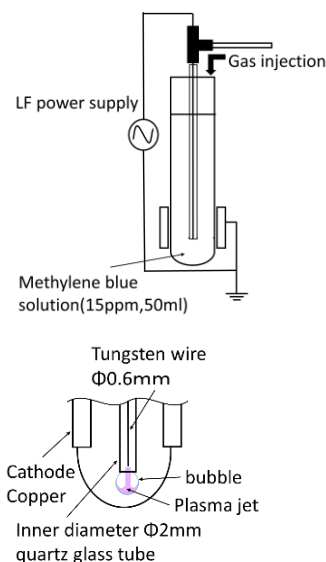


Fig.1. Discharge reactor



Fig.2. Photograph of discharge in water

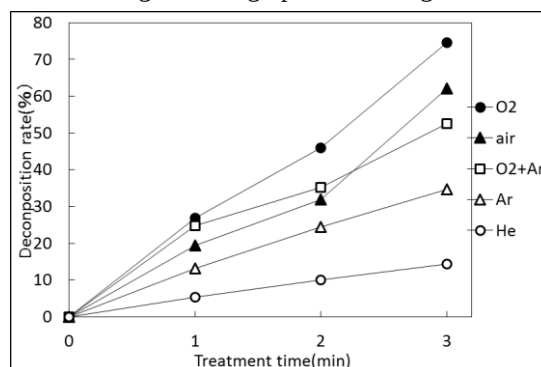


Fig.3. Effect of discharge time on decomposition

[1] K. Katayama-Hirayama, S. Arai, T. Kobayashi, H. Matsuda, Z. Luo, M. Tachibana, H. Kaneko, T. Akitsu and K. Hirayama, Water Science & Technology: Water Supply, 9.3(2009), 263-268.