パルス放電照射によるテレフタル酸分解 −導電率と極性の影響−

Decomposition of terephthalic acid by pulsed discharge plasma exposure -Effect of conductivity and polarity-

室蘭工大，°高橋 一弘，佐藤 孝紀
Muroran I. T., °K. Takahashi and K. Satoh
E-mail: ktakahashi@mmm.muroran-it.ac.jp

1. はじめに

放電プラズマを水に照射することで生成される Reactive Oxygen Species および Reactive Nitrogen Species (ROS/RNS)は殺菌や植物の成長促進に寄与する[1]。しかし，それらに寄与する ROS/RNS の種類や濃度は用途により異なるため, ROS/RNS の生成を適切に制御する必要がある。著者らは，水中の酸解離平衡と化学反応に基づくレート方程式を計算することで長寿命の ROS/RNS の濃度を予測可能であることを示した[2]が，前述の応用においては OH ラジカルなどの短寿命種も重要である。竹内ら[3]は, テレフタル酸(TA: Terephthalic acid)を用いて放電時の OH ラジカルの生成レートを正確に推定する場合，放電処理後の TA および副生成物の濃度を測定するとともに，レート方程式を計算し，フィッティングにより求める手法が有効であると報告している。本研究では，液中に生成される OH ラジカルの生成レートを推定することを目的とする。ここでは，TA 水溶液へのパルス放電照射において，水溶液の導電率および印加電圧の極性が TA の分解に与える影響を調査した結果について報告する。

2. 実験装置および実験方法

直径が4 mm，長さが35 mmのステンレス製の針電極を底面がアルミニウム板の試料容器の上に設置し，アルミニウム板を接地する。試料容器の側面は厚さが3 mm，幅が85 mm，高さが90 mmのアクリル板である。試料液体は，濃度が1 mmol/Lのテレフタル酸二ナトリウム水溶液，およびこれに0.5wt%のNaClを添加した水溶液であり，導電率はそれぞれ0.2および9.4 mS/cmである。各試料液体を容器に200 mL注ぎ，試料液体中の溶存空気の影響を取り除くため，Arガスを試料液体に十分に通気させ，その後，流量を1.0 L/minとしたArガスを試料容器内にフローさせることでAr雰囲気とする。全長が50 m，静電容量が100 pF/mの高周波同軸ケーブル（フジクラ製，8D-2V）を2本用いたBlumlein線路により，正および負極性のパルス電圧（パルス幅：約500 ns）を発生させ，これを針電極に印加することで，水面上にパルス放電を発生させる。なお，同軸ケーブルの充電電圧を∓14.14 kV，パルス繰り返し周波数を20 pps, 針電極先端と水面の距離を4 mm, 放電照射時間を20 minとする。また，TAの濃度測定には，吸光度検出器（検出波長: 240 nm）を接続した液体クロマトグラフを用いる。

3. 実験結果

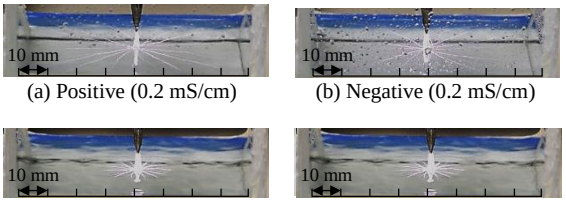
Fig. 1 は各条件におけるパルス放電の写真を示す。放電は，針電極先端から水面に進展し，水面上を放射状に広がる。放電プラズマの水面上での径方向の広がりは，0.2 mS/cm の場合，正極性で約 65 mm，負極性で約 50 mm であり，9.4 mS/cm の場合，どちらの極性においても約 25 mm であった。

Table 1 は，各条件における TA の分解率を示す。9.4 mS/cm の場合，分解率はどちらの極性においても同程度であった。また，0.2 mS/cm の場合，9.4 mS/cm のときよりも分解率が高く，放電の広がりが大きいほど，分解率が増加した。水上パルス放電において，OH ラジカルは, 放電プラズマ中の高エネルギー電子や Ar の準安定励起原子による H_2O 分子の解離によって生成され，正極性パルス放電照射時には，放電プラズマ中の正イオンの電荷が H_2O 分子に移行して水中に生成される H_2O^+の解離によっても生成されることが予測されている[4]。したがって，正極性では，OH ラジカルと TA の反応[5]が促進され，分解率が高くなることが予測される。しかし，9.4 mS/cm の場合，どちらの極性でも分解率と放電の広がりが同程度となることから，本研究の条件下では，TA の分解には，電荷交換反応によって生成される OH ラジカルはほとんど寄与せず，プラズマ中の H_2O 分子の解離によって生成される OH ラジカルが主に寄与すると推測される。今後は, OH ラジカルの生成レートの予測を行う。

本研究は JSPS 科研費 JP19K14956 の助成を受けて実施されたものである。

参 考 文 献

[1]例えば S. Ikawa *et al.*: J. Phys. D: Appl. Phys. **49**, 425401 (2016).
[2] K. Takahashi *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys. **58**, 2, 026001 (2019).
[3] 竹内 他 : 電気学会プラズマ・パルスパワー・放電合同研資, PST-16-11/PPT-16-11/ED-16-38, 41 (2016).
[4] S. Wakisaka *et al.*: IEEE Trans. Plasma Sci. **47**, 2, 1083 (2019).
[5] S. Kanazawa *et al.*: Plasma Sources Sci. Technol. **20**, 034010 (2011).



(a) Positive (0.2 mS/cm) (b) Negative (0.2 mS/cm)
(c) Positive (9.4 mS/cm) (d) Negative (9.4 mS/cm)

Fig. 1. Photographs of pulsed discharge.

Table 1. Decomposition rate of terephthalic acid

	Positive	Negative
0.2 mS/cm	9.7 %	7.5 %
9.4 mS/cm	2.8 %	2.5 %