

パルス放電照射により生成される H^+_{aq} の位置分解測定

Spatially-resolved measurement of H^+_{aq} ions generated by pulsed discharge plasma exposure

室蘭工大, °津田 倅司, 高橋 一弘, 佐藤 孝紀

Muroran I. T., °Kohshi Tsuda, Kazuhiro Takahashi and Kohki Satoh

E-mail: 18043029@mmm.muroran-it.ac.jp

1. はじめに

放電プラズマ照射による水中の大腸菌殺菌において、水の pH すなわち H^+_{aq} の濃度が重要なパラメータであることが示されている^[1]。著者らは、放電の照射に伴う H^+_{aq} の挙動(生成機序や時空間分布)および水中の温度変化を、それぞれ pH 指示薬および感温液晶マイクロカプセルスラリー(microencapsulated thermotropic liquid crystals, MTLCS)を用いた比色分析で調査し、 H^+_{aq} の生成や進展と水温上昇部が一致すること、すなわち MTLCS による温度測定で H^+_{aq} の挙動を把握できることを示した^[2]。しかし、このとき得られた結果では可視化された H^+_{aq} 分布が重なって観測されたため、放電プラズマ照射による H^+_{aq} の生成位置および水中での広がり方を知ることができなかった。

本研究は、MTLCS を用いた比色分析で H^+_{aq} 分布を位置分解測定する手法を確立するとともに、その手法により H^+_{aq} の時空間進展を調査することを目的とする。ここでは、幅が 9 mm のシート光を MTLCS を含む水に照射し、シート光を照射した位置における H^+_{aq} の分布の時間変化を可視化することにより、 H^+_{aq} 分布を位置分解測定したのでその結果を報告する。

2. 実験装置および実験方法

直径が 4 mm のステンレス製の針電極と側面がアクリル板で底面がアルミニウム板の試料容器を用いる。容器の内寸は縦と横がそれぞれ 80 mm、高さが 90 mm であり、試料容器底部のアルミニウム板は接地されている。NaCl 水溶液(導電率: 9.83 mS/cm)に MTLCS を 1ppm となるように添加したものを試料液体とし、それを 200mL 容器に注ぐ。針電極を容器の上に設置し、針電極先端から水面までの距離を 4 mm に設定し、Ar ガスを 1.0 L/min の流量で試料容器内にフローさせる。全長が 50 m、静電容量が 100 pF/m の高周波同軸ケーブルを 2 本用いた Blumlein 線路により、正極性のパルス電圧(パルス幅: 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 とする。RGB-LD 光源(Craft Center SAWAKI Inc, FOLS-13-RGB)から出射された光を 2 枚のシリンドリカルレンズに導き、幅が 9 mm のシート光を形成して試料液体に照射し、照射した位置における H^+_{aq} の分布の時間変化をシート光に対して垂直方向からデジタルカメラを用いて撮影する。この一連の操作をシート光の照射位置を変えて行い、 H^+_{aq} 分布を空間分解測定する。

3. 実験結果

Fig.1 は、放電照射から 1 および 30 s において、シート光の照射位置を(1)-(9)まで変化させて撮影した結果を示す。放電照射から 1s では、(4)-(6)の位置において

水面側から水の色が青紫色に変化し、(5)の空間において放電の先端付近から水の色が青紫色に変化している。また、(4)、(5)および(6)の位置における青紫色の濃淡を比較すると、(5)の位置の色のほうが濃くなっている。したがって、 H^+_{aq} は放電の先端付近から電荷交換反応を介して生成されて、水面付近においてトーラス状に分布していると考えられる。30 s では、(1)-(3)および(7)-(9)の位置において水面側から水の色が青紫色に変化し、(4)-(6)の位置において色が容器側面方向に広がっている。また、(5)の位置においては、1s 後と同様に放電の先端付近から色が変化している。したがって、 H^+_{aq} の生成位置には時間変化がみられず、 H^+_{aq} は生成位置から同心円状に広がっていくと考えられる。

4. おわりに

MTLCS を用いた比色分析で H^+_{aq} 分布を位置分解測定する手法を確立するとともに、その手法により H^+_{aq} の時空間進展について調査した。正極性パルス放電照射に伴う H^+_{aq} は、放電の先端付近から電荷交換反応を介して生成されて、水面付近においてトーラス状に分布し、時間の経過に伴い同心円状に広がることが位置分解測定より明らかになった。

本研究の一部は 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] S. Ikawa *et al.*: Plasma process. Polym. 7, 33 (2013).
- [2] 津田 他: 令和元年度 電気・情報関係学会北海道支部連合大会予稿集, 26 (2019)

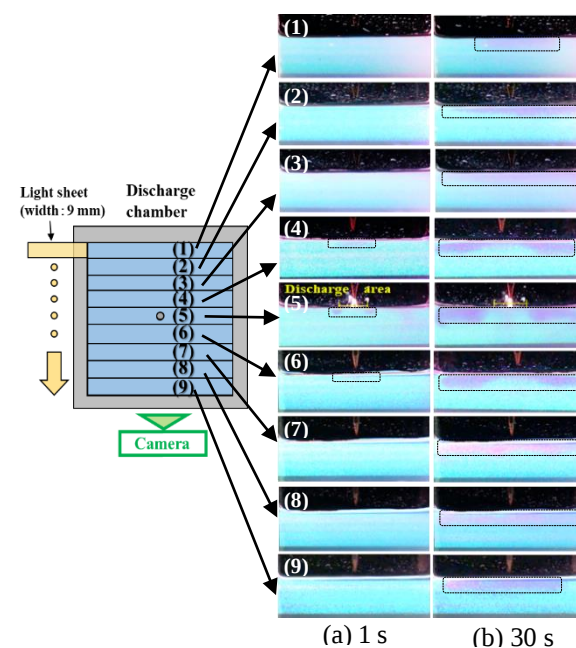


Fig.1 Spatiotemporal distribution of H^+_{aq}