

高速液流導入大気圧プラズマを用いた液相OHラジカルの高時間分解測定

High Temporal Resolution Measurement of OH Radical Decay

in High-speed Liquid Flow Passing through Atmospheric-pressure Plasma

東北大院工

○佐々木 渉太, 羅 文承, 本田 竜介, 高島 圭介, 金子 俊郎

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.

○Shota Sasaki, Wencheng Luo, Ryosuke Honda, Keisuke Takashima, Toshiro Kaneko

E-mail: s.sasaki@tohoku.ac.jp

近年, 非平衡大気圧プラズマを用いた生命科学分野への応用が急速に進んでいる. 多くの場合, 液体と接触するプラズマが用いられ, 液中の細胞や生体組織に対して供給する活性種が重要な作用因子だとされている. プラズマ生成液中活性種は, 数値シミュレーションにより数十種類以上にも及ぶと予測されているが, 1秒より長い時間スケールで残存生成物 (H_2O_2 , NO_2^- , NO_3^-) を観測し, 惹起される細胞応答との相関を議論しているのが現状である. 一方で, 筆者らのこれまで実験は, 細胞 Ca^{2+} 応答や高効率遺伝子・薬剤導入を惹起する作用因子が, それら最終生成物ではなく, 1秒以内に失活する短寿命活性種 ($\cdot\text{OH}$ 等) であることを強く示唆している [1]. しかし, 短い時間スケールでその活性種濃度変化を観測した例はほとんどない. そこで, 筆者らはプラズマ中を高速に通過する液流を導入することにより, 活性種濃度の時間変化を精密に計測する手法の開発を行っている. 今回, $\cdot\text{OH}$ 濃度の時間変化を, 0.1 ms の分解能で計測したので報告する.

図1に示すように, 高圧ポンプと微細管を使用することで大気圧ヘリウムプラズマ中への高速液流 (~ 12.6 m/s) の導入に成功した. プラズマ生成域通過後の液流内 $\cdot\text{OH}$ 濃度を測定するために, 位置制御された試薬注入口から, $\cdot\text{OH}$ の検出試薬であるテレフタル酸を注入する. 流れ方向の空間分布と時間発展を同一視することで, 高時間分解測定が可能になる.

図2に, $\cdot\text{OH}$ 濃度に対応するヒドロキシテレフタル酸 (HTA) 生成量の試薬注入距離 (d_g) 依存性を示す. $\cdot\text{OH}$ 濃度は, 試薬注入距離 (時間経過) の増加に伴い, 急速に減衰していく様子が観測された. 4 mm 下部 (0.32 ms 経過後) における, $\cdot\text{OH}$ 濃度の半減期はおよそ 0.1 ms 程度であった. 測定した液流中 NO_2^- 濃度を用いて, $\cdot\text{OH}$ 濃度の減衰特性を計算したところ (図2, 赤線), 実験値と良い一致を示した. この系では, NO_2^- が $\cdot\text{OH}$ 寿命を決定する重要な要因であることが示唆される. 講演では, $\cdot\text{OH}$ 濃度減衰の主要因について, より詳細に議論する.

[1] S. Sasaki, et al., *Plasma Process. Polym.* **15** (2018) e1700077.

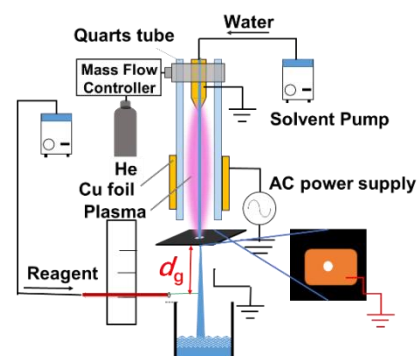


図1:高速液流導入非平衡大気圧プラズマ生成装置.

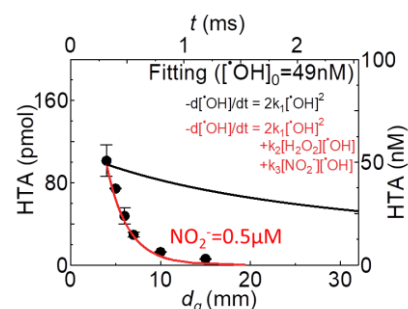


図2:HTA 生成量の試薬注入距離 (d_g) 依存性.