

プラズマ高速水流を用いた液相短寿命活性窒素種減衰の実験的検出

Experimental Detection of Short-Lived Reactive Nitrogen Species Decay Using

Plasma-Exposed High-Speed Water Flow

東北大院工

○武田 一希, 佐々木 渉太, 高島 圭介, 金子 俊郎

Grad. Sch. of Eng., Tohoku Univ.

○ Kazuki Takeda, Shota Sasaki, Keisuke Takashima, Toshiro Kaneko

E-mail: takeda.kazuki.t5@dc.tohoku.ac.jp

近年, プラズマ液体界面を有するプラズマ技術が期待を集めている. その技術の多くが非平衡大気圧プラズマ (APP) 照射によって界面輸送された短寿命な活性酸素・窒素種 (RONS) が作る, 特異な反応場を積極利用している. しかしながら, 高反応性と界面偏在性を有する短寿命RONSは液中挙動や分布が不明瞭であり, 最終生成物の直接計測やモデル計算から時空間的挙動を予測する他ない状況であった. これまで筆者らは, 短寿命RONSの実験検出かつ数値モデルとの比較議論が容易なプラズマ高速液流システムを構築し, 高時間分解能 ($\sim 80 \mu\text{s}$) で 1 ms 以下の寿命を有する液中 $\cdot\text{OH}$ 減衰の観測に成功した^[1]. そこで今回は同システムと高速液体クロマトグラフィによる短寿命活性窒素種 (RNS) の高感度検出を試みた.

図 1 にプラズマ高速液流システムを示す. $\text{He}/0.5\% \text{ N}_2$ ガス流に対して高電圧を印加し APP を生成する. このプラズマ中へ高速水流 ($\sim 12.6 \text{ m/s}$) を射出導入し, 下流側では位置 (d_g) 制御された試薬注入口から, 短寿命 RNS 捕捉剤として p-ヒドロキシフェニル酢酸 (p-HPA) を注入する. この時, p-HPA は混合部で直ちに短寿命 RNS を捕捉すると仮定すると, その濃度は最終生成物である NO_2^- や NO_3^- の蓄積濃度の減少分として解釈できる.

図 2 に液流回収後に測定された NO_2^- 及び NO_3^- 濃度の p-HPA 注入距離依存性を示す. プラズマ照射後の経過時間に対応する d_g を短くすると, 最終物の蓄積濃度減少が見られ, 特に NO_3^- に比べて NO_2^- の方が顕著に減少した. 従って, 短寿命 RNS のほとんどは最終的に NO_3^- ではなく NO_2^- へと至る NO_2^- 前駆体である可能性が高い. また, この NO_2^- 前駆体の半減期は $2 \sim 3 \text{ ms}$ と $\cdot\text{OH}$ の $80 \mu\text{s}$ よりも明らかに長く残存する物質であることが示された. 講演では, NO_2^- 及び NO_3^- 前駆体反応経路の候補なども含め, 詳細に述べる.

[1] K. Takeda *et al.*, Appl. Phys. Express **14**, 056001 (2021).

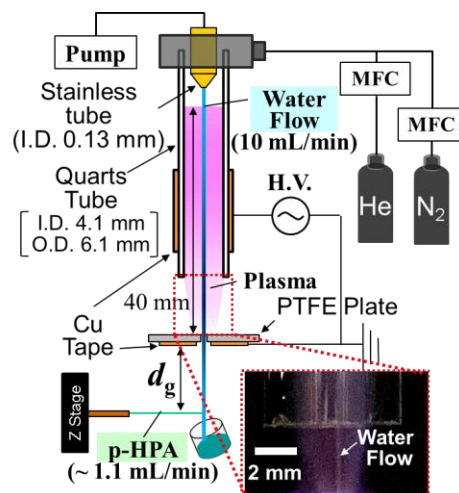


図 1 プラズマ高速水流システム概要

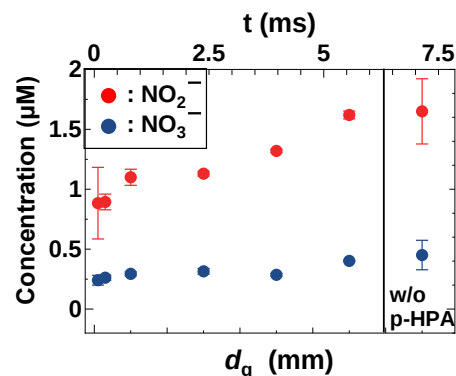


図 2 蓄積 $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$ 濃度の d_g 依存