

周辺雰囲気ガス制御型プラズマジェット照射による溶液中活性酸素・窒素種生成 Productions of ROS and RNS in liquid by irradiation of ambient-gas-control-type plasma jet

阪大接合研 °内田儀一郎, 中島厚, 伊藤泰喜, 竹中弘祐, 節原裕一

Osaka Univ. °Giichiro Uchida, Atsushi Nakajima, Taiki Ito,

Kosuke Takenaka, Yuichi Setsuhara

E-mail: uchida@jwri.osaka-u.ac.jp

はじめに

非平衡プラズマジェットは, 高エネルギー電子と中性粒子の衝突反応により, 反応性の高い様々な活性種を室温ガス環境下で大量に供給できるため, 熱的ダメージを与えることなく表面改質が可能である. 近年は, 生体組織へのプラズマジェット照射による癌治療など, 生体医療への応用が精力的に展開されている. プラズマジェットは液相を介して生体に作用するため, その相互作用の理解は極めて重要である. 今回は, プラズマジェット周辺の雰囲気ガス種を変化させることにより放電特性を制御した. また, その照射による溶液中活性酸素・窒素種生成について詳細に評価した.

実験結果

内径 4 mm の内側石英管(Inner tube)の外周に 2 枚の銅電極を 8 mm 間隔で設置し, その電極間に duty 比 30%の正の方形波電圧を 5 kHz の周期で印加することで管外に伸びるプラズマジェットを生成した. また, その内側石英管(Inner tube)の外側に内径 14 mm の外側石英管(Outer tube)を設置し, プラズマジェット周辺の雰囲気ガスを制御した. 図 1(a)にプラズマジェット周辺が空気で満たされた通常ガス条件のプラズマジェットの写真を示す. ここで内側石英管(Inner tube)には He ガスを 3 slm 流している. このガス条件では He 原子からの発光に加え, N_2 分子と O 原子からの発光が観測された. 一方, 図 1(b)に周辺雰囲気ガスを制御したときのプラズマジェットの写真とその発光スペクトルを示す. 内側石英管(Inner tube)に $He(3 \text{ slm})/O_2(3 \text{ sccm})$ 混合ガスを流し, また, 外側石英管(Outer tube)にも同様に $He(0.8 \text{ slm})/O_2(0.2 \text{ slm})$ 混合ガスを流している. プラズマ発光は紫色から白色に大きく変化し, N_2 分子からの発光強度が大きく低減した. 次にこのプラズマジェットを溶液に照射し, 溶液中 H_2O_2 濃度と NO_2^- 濃度を測定した. N_2 分子からの発光が大きく低減した図 1(b)のガス条件では, 図 1(a)のガス条件に比べ, NO_2^- 濃度が大きく低減し, H_2O_2 濃度が増大した. 本研究により, 周辺雰囲気ガス種が溶液中活性酸素・窒素生成の制御に極めて有効であることが明らかになった.

本研究は MEXT の助成を受けて行った.

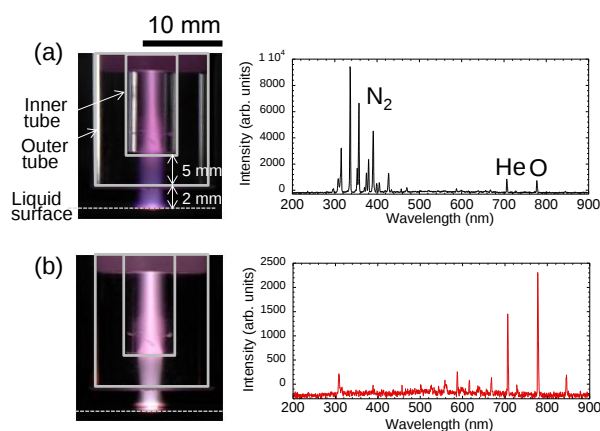


図 1: プラズマジェット発光写真と発光スペクトル. (a)内側石英管: $He(3 \text{ slm})$, 外側石英管: 空気. (b)内側石英管: $He(3 \text{ slm})/O_2(3 \text{ sccm})$, 外側石英管: $He(0.8 \text{ slm})/O_2(0.2 \text{ slm})$.