

窒素を主成分とする大気圧プラズマジェットの生成と分光計測

Production and Optical Emission Spectroscopy of Nitrogen-based Atmospheric-Pressure Plasma Jet

北大工 ○西山 修輔, 石井 元武, 白井 直機, 佐々木 浩一

Hokkaido Univ. ○Shusuke Nishiyama, Motomu Ishii, Naoki Shirai, and Koichi Sasaki

E-mail: shu@eng.hokudai.ac.jp

はじめに 非平衡大気圧プラズマジェットは、減圧環境が不要であり常温に近いガス温度を維持できることから被照射体へ熱的ダメージを避けられるため、工業はもとより医療や農学分野への応用研究が精力的に行われている。我々はこれまでにジャガイモの萌芽防止にプラズマジェットの照射が有効であることをヘリウムおよびアルゴンによるプラズマジェット照射の実験を行って報告してきた。動作ガスとしてヘリウムを用いると容易にプラズマジェットが生成できるが、特に農学分野における低価格の農産物の処理には高価なガスの使用はコスト面の問題となり、より安価なガスによる処理が望まれる。今回は、窒素を主成分とする動作ガスを用いたプラズマジェットを生成し、発光分光計測を行った結果を報告する。

実験方法 外径 6 mm、内径 4 mm の石英ガラス管の中心軸上に直径 1.0 mm のタングステン棒を中心電極として設置し、ガラス管の末端から 10 mm の位置に幅 20 mm の銅箔を管外部に巻いて接地電極とした。中心電極の末端はガラス管の末端から 15 mm 離れた。動作ガスとして(a) 7 slm の窒素または(b) 7 slm の窒素と 50 sccm の酸素の混合ガスをガラス管に導入した。

実験結果および考察 中心電極と接地電極との間に半値全幅 2.7 μs 、電圧 18 kV_{pp} の双極性パルス電圧を 10 kHz で印加して誘電体バリア放電を発生させると、Fig. 1 のようにガラス管の末端から約 15 mm の長さで(a)の場合では黄色、(b)の場合では緑色のプラズマジェットが生成された。石英ガラス管出口における発光を結像光学系と光ファイバを介して分光器 (Ocean Optics USB2000+) に導き発光スペクトルを計測した。(a)(b)いずれの場合にも N_2 の 2nd positive system および 1st positive system による発光スペクトルが観測され、窒素原子や酸素原子のスペクトルおよび動作ガスや雰囲気水分に由来する OH のスペクトルは観測されなかった。プラズマジェットに接地した金属電極を接触させても絶縁されていない中心電極からプラズマジェットを通じての電流がほとんど流れないことから、このプラズマジェットは電子密度が非常に小さいことが推測された。窒素と酸素の混合ガスによるプラズマジェットでは窒素分子の発光の他に一酸化窒素の発光スペクトルが紫外域を中心に観測され、さらに 557 nm に発光スペクトルが存在した。この発光はより分解能が高い分光器を用いても孤立した線スペクトルとして観測され、酸素原子の $^1\text{D}-^1\text{S}$ の遷移 (557.734nm) と思われるが、この遷移は電気四極子遷移で遷移確率が 1.26 s^{-1} の禁制遷移であり、衝突によるクエンチングがあるプラズマ中では容易には観測されないと思われる。この遷移が観測される理由については今後検討して行きたい。

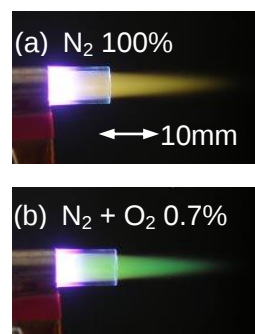


Fig.1 Images of optical emissions from plasma jets