

異なる電源による大気圧プラズマジェットの生成

渡辺謙* 山口太地** 松岡泰志** 王斗艶*** 浪平隆男*** 秋山秀典***
 (熊本大学 *工学部情報電気電子工学科 **大学院自然科学研究科 ***パルスパワー科学研究所)

1 はじめに

近年、大気圧プラズマジェット(PJ)を用いた研究は、殺菌、創傷治療、材料加工など様々な分野で行われている。PJを生成させる電源には交流電源が多く用いられるが、電圧波形をパルス化することで時間幅や繰り返し間隔を制御し、より低温のプラズマを発生させる方法もある。本研究では、交流電源とパルス電源のそれぞれにおいてPJを生成し、そのときの電圧・電流波形特性、PJ温度等について比較検討を行った。

2 実験方法

PJを発生させる電源として、交流電源(LHV-13C、ロジエ電子(株)、最大電圧約9kV、周波数10kHz)とパルス電源(自作、最大電圧約21kV、最大繰り返し周波数10kpps)の2種類を使用した。また電極は、外径6mm、内径3mmの耐熱ガラス管を誘電体として使用し、高電圧および接地電極として幅10mmの銅板をガラス管の外部に円筒状に巻き付けた。銅板電極の間隔は30mmとし、電源に接続した。プラズマ生成のための原料ガスとして、乾燥ヘリウムガス(0.1MPa、25℃)を用いた^[1, 2]。ヘリウムガス流量を3L/minに固定し、異なる電源により生成したPJについて、蛍光式光ファイバー温度計(FL-2000、安立計器(株))を用いてそのときのプラズマ温度を測定した。また、PJをHeLa細胞に照射し、生死判定を行った。そのとき、2つのPJの電圧のピーク値・周波数を、それぞれ約9kV、10kHzに統一して実験を行った。

3 実験結果

3.1 温度測定

交流電源とパルス電源により生成したPJの温度をそれぞれ図1に示す。図1より、交流電源を用いてPJを生成した場合、PJ生成後約20秒までは直線的に温度が55℃付近まで上昇し、30秒前後から緩やかに飽和傾向を示している。一方、パルス電源を用いてPJを生成した場合は、温度上昇はみられず、120秒後においても室温程度を維持した。このように、交流電源では電圧印加時間の増加に伴い上昇したプラズマ温度が、本研究で用いたパルス電源では

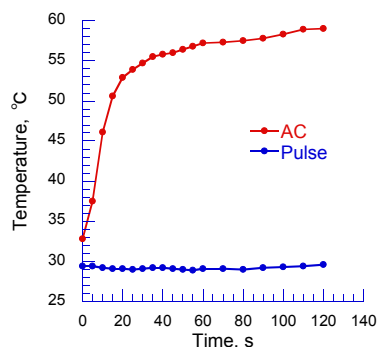


図1. ガラス管下10mmにおけるPJの温度変化

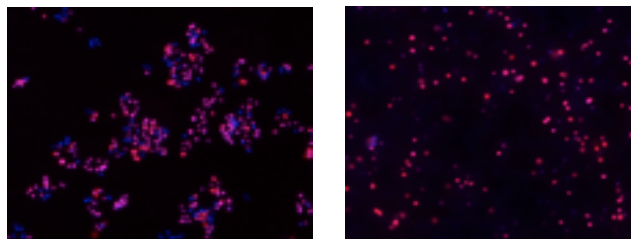


図2. PJを6分間照射した細胞の蛍光顕微鏡画像
 (左) AC電源により生成したPJ
 (右) パルス電源により生成したPJ

電圧印加時間に関わらずプラズマの温度上昇がないことが明らかとなった。これは、パルス電源の場合、1ショットあたりの電圧印加時間が短く、投入エネルギーが小さいため、交流電源よりも熱の発生が抑えられたと考えられる。

3.2 細胞生死判定

交流電源とパルス電源により生成したPJを6分間照射したHeLa細胞の蛍光顕微鏡画像を、図2に示す。細胞染色試薬であるPIとHoechstにより、生細胞は青く、死細胞は赤く染色されている。死亡率は、どちらの細胞も約8割程度となった。PJ照射による細胞の死亡原因は、生成される化学活性種等の化学的影響が支配的である。どちらの細胞の死亡率も同程度であることから、2つのPJの化学的特性に大きな違いは無いと考えられる。

4 まとめ

交流電源とパルス電源を用いてそれぞれPJを発生させ、比較したところ、次の結果が得られた。

- ① パルス電源を用いることで、交流電源を用いる場合より低温のPJを生成することができた。
- ② 2つのPJ間に、化学的特性の大きな違いは見られなかった。

このことから、パルス電源を用いて生成したPJは、消費エネルギーがより小さいにも関わらず、交流電源と同様の化学的特性を持つ、より低温なPJであると考えられる。

参考文献

- [1] 高村紀充、王斗艶、浪平隆男、秋山秀典:”大気圧ミスとPJの生成とその諸特性”、静電気学会誌、Vol. 38、No. 1、pp22-27、2014
- [2] 高村紀充、王斗艶、浪平隆男、秋山秀典:”ガラス管およびアルミナ管を用いて生成した大気圧低温PJの発光分光計測”、静電気学会誌、Vol. 39、No. 1、pp9-14、2015