コロナ放電を伴うテイラーコーンより放出された液滴の動的特性

Characteristics of water droplets emitted from Taylor cone with corona discharge

首都大院システムデザイン　長尾 圭祐，中川 雄介，内田 諭，°栃久保 文嘉

Tokyo Metro. Univ.　Keisuke Nagao, Yusuke Nakagawa, Satoshi Uchida, Fumiyoshi Tochikubo

E-mail: tochi@tmu.ac.jp

1. はじめに

液体が介在するプラズマ応用の発展に伴い、プラズマ液体相互作用の理解に対する重要性が増している。比表面積の大きな液滴はプラズマ液体相互作用の有効利用という観点からは興味深い対象である。テイラーコーン生成を伴うエレクトロスプレー法は液滴生成の一手法であり、静電噴霧熱分解法や静電噴霧-CVD 法としてナノ粒子生成にも用いられる[1]。我々は液体陰極を用いたテイラーコーン生成に伴うコロナ放電の特性について報告した[2]。本研究は、この時に放出される液滴の動的特性を実験的に調べたものである。

2. 実験方法

図 1 に実験装置を示す。内径 0.5 mm, 外径 0.8 mm のステンレス製ノズルと、直径 80 mm のアルミ製平板を電極に用い, 電極間距離を 1 cm に固定した。試液としてドデシル硫酸ナトリウム(以下 SDS)を蒸留水に 1%混合した溶液を用いた。SDS は表面張力と導電率調整のための界面活性剤である。床からの高さ 277 mm のノズル電極に対し、液面高さ 280 mm の U 字管を接続し SDS 溶液を供給した。141 kΩ の電流制限抵抗を介して、電極間に 0～8.5 kV の直流電圧を印加した。テイラーコーンの動的観察には高速ビデオを用いた。また、テイラーコーンから放出された液滴の動的特性は Mie 散乱に伴う散乱光の軌跡から観測した。

3. 結果と考察

図 2 に観測したノズル上の液面の様子と電流波形を示す。ノズルを陰極とした場合、安定してテイラーコーンが形成され、先端からコロナ放電が観測された。電流波形については群パルスが生じ、印加電圧を増加させるとパルス密度が増加した。一方でノズルを陽極とした場合、液面が不安定な状態で液滴が飛散した。また電流波形については、200 μs の時間スケールで単パルスが発生し、印加電圧が増加すると、パルス密度は増加せず、電流ピーク値が増加した。

また、レーザを用いた散乱光計測により、テイラーコーンから放出される液滴の飛散速度を推定した。532 nm の半導体レーザ光を円筒レンズで水平方向に集光し、高速カメラにより液滴の飛散を観測した結果が図 3 である。高速撮影時（図 3 右側）におけるカメラのシャッタ間隔は 100 μs, 露光時間は 50 μs である。散乱光の飛散方向長さから飛散速度を推定した結果、5 m/s 程度と見積もられた。

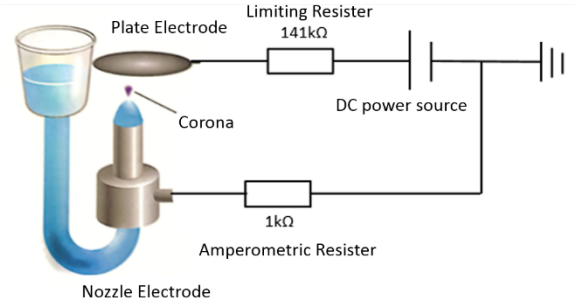

図 1.　実験系概略

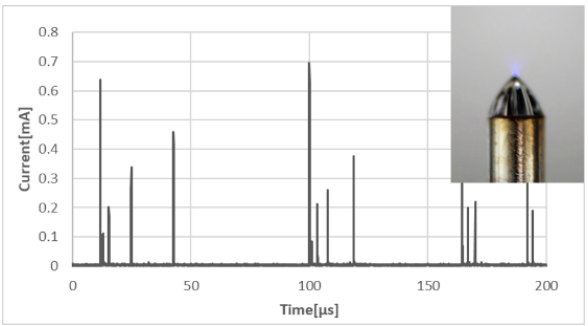

図 2. ノズル陰極(V = 5.0 kV) における液面と電流波形

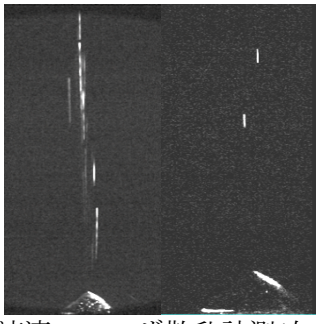

図 3. 飛散液滴のレーザ散乱計測(左：3000 fps, 右：10000 fps)

謝辞

本研究は JSPS 科研費 18H01207 の助成を受けたものです。

参考文献

[1] W. Lenggoro and K. Okuyama, *J. Aerosol Res.*, **20**, 116 (2005)

[2] N.Shirai, et al., *Jpn J. Appl. Phys.*, **53**, 046202 (2014)