液体電極を用いた大気圧グロー放電における液体の表面張力と発光の関連性
Relation between Optical Emission and Surface Tension of Liquid in Atmospheric-Pressure Glow Discharge with Liquid Electrode

北大工 [1]　○(M1)高村祐仁 [1]，白井直機 [1]，佐々木浩一 [1]
Hokkaido Univ. [1], °Y. Takamura[1], N. Shirai[1], and K. Sasaki
E-mail: taka0618@eis.hokudai.ac.jp

【はじめに】

液体と大気圧プラズマの相互作用は医療や農業分野での応用が期待されており、メカニズムの解明が重要視されている。我々は、電解質水溶液を陰極に用いた大気圧直流グロー放電で気相に生じる液中金属イオン由来の原子発光を調べている。これまでの研究から、発光の原因が液面から噴出される液滴であることがわかっている。一方で、液滴発生の原因はよくわかっていない。また、先行研究では、液体の温度が高い場合や液体が酸性である場合に液滴が生じやすいと報告されている[1,2]。

本研究では、温度が高い液体および酸性液体の表面張力が低いことに着目し、液体の表面張力を変化させたときの液体電極放電生成時の発光並びに液滴発生について実験的に検証する。

【実験装置・方法】

実験装置図は図 1 の通りである。プラズマの生成には金属電極と液体電極間に直流電圧を印加し放電を形成する手法を用い、実験はすべて大気中で行った。液面と金属ノズルの間隔は 2.5mm とした。使用した金属ノズルの内径は 0.8mm であり、そこからヘリウムを液面に垂直に噴出した。本実験で用いたのは NaCl と界面活性剤（ポリオキシエチレン(23)ラウリエーテル）の混合溶液で、質量濃度がそれぞれ 1%および 0.4～0%となるように調整した。蠕動ポンプを用いて、液面の高さが変化しないような系にした。この装置を用いて、液体の表面張力を変化させた場合における電流電圧特性の測定およびナトリウム発光に必要な最低電流の測定を行った。

【実験結果及び考察】

図 2 に液体の表面張力を変化させた場合における電流電圧特性を示す。表面張力に対して電流電圧特性があまり変化しないことを確認した。次に、図 3 に液体の表面張力とナトリウム発光に必要な最低電流の関係を示す。表面張力が 45mN/m まで低下すると、電流が 5mA 程度でも、ナトリウム発光が確認できた。これは液体の温度を 70℃まで上昇させたときにもみられる傾向である[1]。一般に水温が増加すると表面張力は減少するため、水温が高いときに低電流でナトリウムの発光が見られたのも表面張力の低下よると考えられる。また、ヘリウムの流量が 400ccm の場合、表面張力の値に対して電流が変化しない領域がみられた。これは液面がガス流によって押されることで液面の形状が変化しにくくなるため、発光の原因とされる液滴が放出されにくくなったことが原因と考えられる。

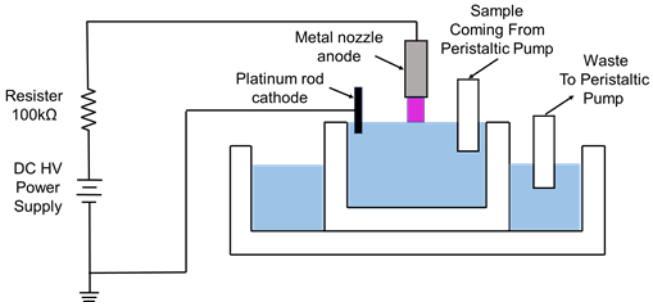

図 1.実験装置

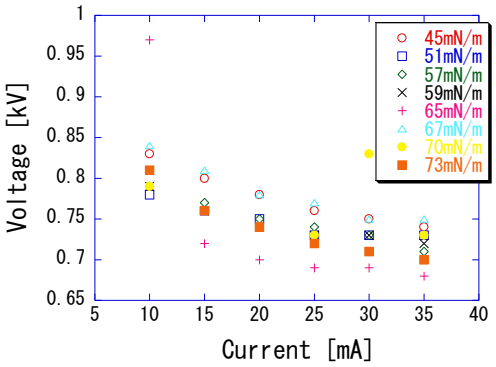

図 2.　様々な表面張力における電流電圧特性

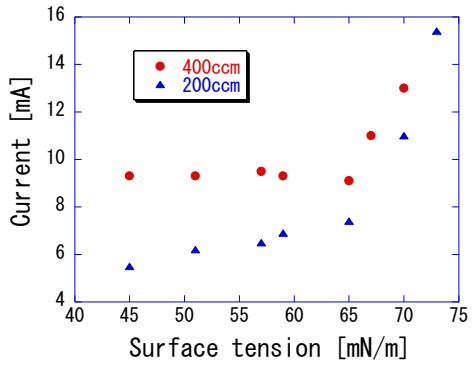

図 3.　液体の表面張力とナトリウム発光に必要な最低電流の関係

[1] N. Shirai et al., Plasma Sources Sci. Technol. 20, 034013 (2011)
[2] T. Csefalvi et al., J. Anal. At. Spectrom., 9, 345 (1994)