

低温大気圧プラズマジェットによるアルブミン凝集現象への 雰囲気ガスの効果

Effect of ambient gas on aggregation of albumin using low-temperature atmospheric pressure plasma jet

福井貴大⁽¹⁾⁽²⁾、清水鉄司⁽¹⁾、榊田創⁽¹⁾⁽²⁾

FUKUI Takahiro⁽¹⁾⁽²⁾, SHIMIZU Tetsuji⁽¹⁾ and SAKAKITA Hajime⁽¹⁾⁽²⁾

(1)産総研、(2)筑波大

(1)AIST、(2) University of Tsukuba

1. 背景及び目的

現在、広く用いられている止血法は、間質組織に通電し発生した熱で組織の水分を蒸発させ、焼灼組織控滅によって出血点が閉塞されて止血に至る収縮凝固法である。しかし、この方法では局所的に重度の熱傷が生じ、術後障害の原因となる場合がある。そこで、低温大気圧プラズマジェットにより組織損傷を伴わない止血方法が提案されている[1]。先行研究では、低温大気圧プラズマジェットの照射に伴い、血液の主成分であるたんぱく質凝集や赤血球溶解現象が生じることが見出されている[2-4]。たんぱく質（アルブミン）凝集に、荷電が関与していることが報告されているが、詳細なメカニズムは未だ明らかではない[5]。そこで本研究では、アルブミン凝集に寄与するプラズマ因子のうち、活性種の効果を調べることを目的として実験を行った。

2. 研究手法

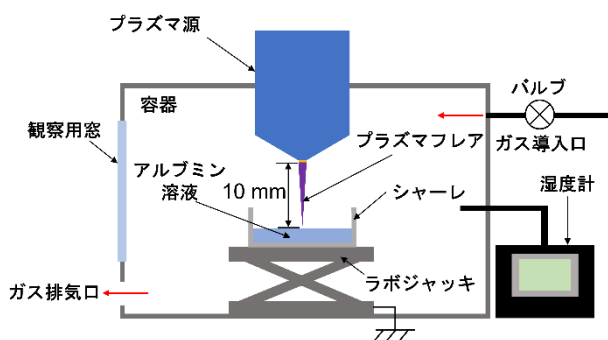


図 1. 実験装置の概略図

通常、大気中ではプラズマ処理に伴い硝酸イオンなどの窒素系活性種が生成されるが、本実験では窒素系活性種の生成を抑え、その影響を排除することで、窒素系活性種の寄与の有無を見出せると考えた。図 1 に、本実験で用いた実験装置を示す。実験手順は次のようである。a) 低温大気圧ヘリウムプラズマによるアルブミン凝集への活性種の効果を調べるために、照射空間の雰囲気ガス

種（空気、アルゴン）を制御して実験を行うための容器を整備した。b) 同容器内に濃度 50 mg/ml のアルブミン水溶液(4 ml)をシャーレ内にセットし、プラズマ処理を行った。c) 雰囲気ガスはプラズマ源と別のポートから 2 l/min で導入した。d) プラズマ生成に用いるヘリウムガスと雰囲気ガスは、プラズマ処理中、容器のポートから自然排気した。e) 湿度を下げるために、各実験の前に乾燥機を用いて乾燥空気を容器内に導入した。f) 計測として、電極への印加電圧、プラズマ電流、電力、発光分光、液中活性種同定のための吸光度分析、及び pH 分析を行った。

3. 研究結果

雰囲気ガスが空気及びアルゴンのいずれの条件においても、プラズマ処理に伴ってアルブミンの凝集が観察された。そこで、プラズマ処理時の容器内の窒素系活性種の存在を調べるために、容器内に別途純水をセットしてプラズマ処理を行い、プラズマ処理前後の pH を測定した。プラズマ処理後、雰囲気ガスがアルゴンの場合 pH は 7.0 から 6.5 に、空気の場合は 7.3 から 5.6 にそれぞれ変化した。これは、雰囲気ガスがアルゴンの場合、純水の pH の低下をもたらす硝酸イオンなどの窒素系活性種の生成が抑えられていることを示している。従って、窒素系活性種のアルブミン凝集への寄与は小さいと考えられる。

参考文献

- [1] Y. Ikehara, et al., J. Photopolymer Sci. Tech. **26**, 555 (2013).
- [2] S. Ikehara, et al., Plasma Process Polym. **12**, 1348 (2015).
- [3] K. Miyamoto, et al., Arch. Biochem. Biophys. **605**, 95 (2016).
- [4] H. Sakakita, et al., Jpn. J. Appl. Phys. **60**, 020502 (2021).
- [5] H. Sakakita, et al., J. Phys. D: Appl. Phys. **54**, 215201 (2021).