

大気圧低温プラズマを用いたノンエンベロープウイルスに対する不活化効果の検証

大澤泰樹¹, 劉智志¹, 福智魁¹, 松村有里子², 岩澤篤郎², 沖野晃俊¹

Taiki Osawa¹, Zhizhi Liu¹, Kai Fukuchi¹, Yuriko Matsumura², Atsuo Iwasawa², Akitoshi Okino¹

¹東工大, ²東京医科大・大学院

¹FIRST, Tokyo Institute Technology, ²Tokyo Healthcare University

本文

従来の殺菌, ウイルス不活化の手法として, アルコールなどを用いた化学殺菌や紫外線殺菌, 医療分野では高圧蒸気を用いたオートクレーブ法がある。現在流行している新型コロナウイルスはアルコールで不活化可能だが, 医療分野で取り扱う細菌やウイルスは薬剤耐性が高いものも多く, 細菌やウイルス種ごとに適切な処理を行う必要がある。また, 医療機器は熱に弱い素材や, 有機溶剤を使用できない素材を用いたものが多く, 使用できる有機溶剤が決まっている場合がある¹⁾。そこで材料や細菌, ウイルスの種類に関わらず, 汎用性の高い殺菌手法が求められている。

我々のグループでは, 殺菌因子である様々な活性種を生成できる大気圧低温プラズマに注目して研究を行なっている。これまでに様々なガスで低温プラズマを生成できる装置を開発し, 用途ごとに適した殺菌手法を試してきた。特に, 菌懸濁液に対して多孔質フィルタを通してプラズマ処理を行なった場合, 大腸菌の懸濁液に対しては30秒間の酸素プラズマ処理で生存菌数が5桁以上減少し, 黄色ブドウ球菌の懸濁液に対しては10秒間の酸素プラズマ処理で生存菌数が6桁以上減少することがわかった。このように, 細菌に対するプラズマ殺菌効果が高いことは明らかにしているが, ウイルスに対する効果は検証していなかった。そこで, 本研究では新型コロナウイルスなどのエンベロープウイルスよりも不活化されにくいノンエンベロープウイルスに対して, 大気圧低温プラズマ処理を行なった際の不活化効果について検証した。

プラズマは窒素, 酸素, 二酸化炭素それぞれを流量3 SLPMでプラズマ装置に導入し, 16 kHz, 9 kV_{0p}の交流高電圧を印加して生成した。その後, 多孔質フィルタを通してウイルス懸濁液にプラズマ処理を行なった。ウイルスは手足口病の病原体であるコクサッキーウイルスA7型(CA-7)を使用した。処理時間ごとに段階希釈を

行なった後, 96 wellプレートに播種したvero細胞に10 μ Lずつ滴下し, 細胞変性効果を評価することでTCID₅₀を算出して感染価を求めた。プラズマの有無による処理効果を区別するため, プラズマをつけずにガスのみ照射も行なった。

プラズマ処理結果を下図に示す。縦軸には感染価を対数で, 横軸にはプラズマ処理時間を示す。点線はプラズマをつけずにガスのみを照射した結果を, 実線はプラズマをつけたときの処理結果を示す。ガスのみ処理と窒素プラズマでは, 300秒処理を行なっても感染価は1桁減少しなかった。しかし, 二酸化炭素プラズマでは60秒の処理で, 酸素プラズマでは30秒の処理で感染価が3桁以上減少した。これは二酸化炭素や酸素プラズマを液中に導入することで, 気液界面や水中で化学反応し, 殺菌に寄与する活性種が多く生成されたためと考えられる。

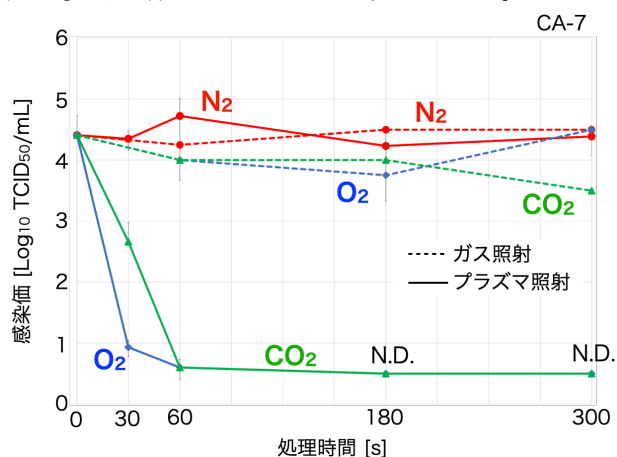


図 CA-7に対するプラズマ処理不活化効果

発表ではCA-7だけではなく, 他のノンエンベロープウイルスに対する不活化効果も紹介し, ウイルス不活化に寄与する活性種について検討した結果を報告する。

1) P. Fernandes, K. OYong, D. Terashita, "Understanding Infection Prevention Practices in Optometry Clinics", Optometry and Vision Science, **97**, 1 (2020) pp.24-27.