

プラズマガス温度がプラズマバブリングの殺菌効果に及ぼす影響 Effects of plasma gas temperature on plasma bubbling disinfection

末永祐磨¹⁾, 大澤泰樹¹⁾, 高松利寛^{2),3)}, 松村有里子⁴⁾, 伊藤典彦⁵⁾, 岩澤篤郎⁴⁾, 沖野晃俊¹⁾

(1)東工大, (2)国立がん研究センター, (3)東京理科大, (4)東京医科大, (5)鳥取大
Yuma SUENAGA¹⁾, Taiki OSAWA¹⁾, Toshihiro TAKAMATSU^{2),3)}, Yuriko MATSUMURA⁴⁾, Norihiko ITO⁵⁾,
Atsuo IWASAWA⁴⁾ and Akitoshi OKINO¹⁾

(1)Tokyo Tech., (2)NCC, (3)TUS, (4)THCU, (5)Tottori Univ.

背景と目的

医療機器や器具の殺菌には、化学薬品や熱を用いた手法が使用されている。しかし、これらの方法には化学物質の残留や熱による損傷などの問題があるため、機器や器具の材質によって使用できる殺菌手法に制限がある。近年、残留毒性や熱の問題を持たない殺菌手法として、大気圧低温プラズマが注目されている。我々は大気圧低温プラズマを精製水などに直接バブリングすることで、液中で殺菌を行うプラズマバブリング手法の研究を行っている。これまでに、様々な細菌や真菌に対してプラズマバブリングの殺菌効果を確認してきた。また、プラズマバブリング後の液体の溶存活性種などを調べることで、殺菌効果が水中に導入された活性種によるものであることを明らかにしてきた。プラズマ中で生成される活性種の種類や量は、プラズマガスの種類や温度などのプラズマ生成条件によって変化する。このため、プラズマバブリングにおける殺菌効果も、これらの条件に影響を受けると考えられる。本研究では、プラズマガス温度とガス種がプラズマバブリングの殺菌効果に与える影響について調べた。

プラズマガスの温度制御

本研究では図1に示す、放電電力とは独立にプラズマガスの温度を制御できるマルチガス温度制御プラズマ装置（研究室で製作）を用いた。この装置では管体に温度を制御した流体を流すことで、管体とガスとの間で熱交換を行い、プラズマガスの温度を実現している。温度制御流体の温度を -20°C から 100°C まで変化させることで、それぞれのガス種においてプラズマガスの温度を約 70°C 変化させることができる。この装置では、アルゴン、窒素、酸素、二酸化炭素や混合ガスのプラズマを生成できる。

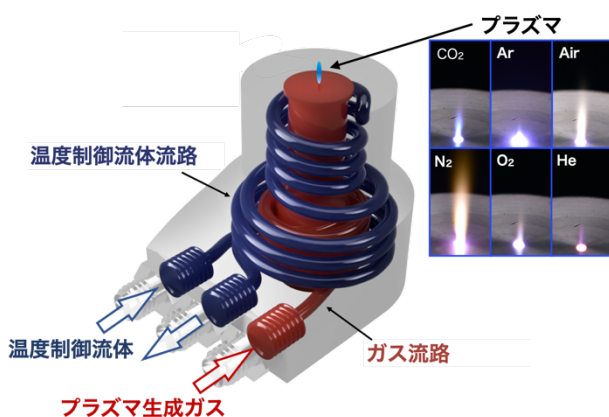


図1 マルチガス温度制御プラズマ

殺菌効果とプラズマガスの温度との関係

プラズマガス温度を変化させてプラズマバブリングの殺菌効果を調べた。プラズマの生成には、前述のプラズマ装置を用い、 $30, 60, 90^{\circ}\text{C}$ の二酸化炭素プラズマを 3 SLPM で生成した。生成したプラズマで約 10^8 CFU/mL の大腸菌懸濁液 50 mL を 10°C 以下に保持し、バブリングを行った。バブリングにはガラス製の全長 110 mm （ガラス管 90 mm 、フィルタ部 20 mm ）の多孔質フィルタを用いた。処理時間 90 秒までは懸濁液を $100 \mu\text{L}$ 採取し、 $100 \mu\text{L}$ のLB培地と混合したのち段階希釈を行い、コロニーカウントにより生存菌数を評価した。処理時間 120 秒以降は懸濁液を 1 mL 採取して直接寒天培地上に塗布し、コロニーカウントにより生存菌数を評価した。結果を図2に示す。

全ての条件において、 300 秒の処理で生存菌数を7桁以上減少させる殺菌効果が確認された。処理時間が 180 秒以下の場合、プラズマガスの温度が 90°C のプラズマバブリングでは、 30°C 及び 60°C の場合に比べて殺菌効果が低下した。特に、 30 秒の処理ではプラズマガスの温度が 30°C 及び 60°C の条件では生存菌数を1桁以上減少させる殺菌効果であるのに対して、 90°C の場合は生存菌数はほとんど減少しなかった。活性種の生成量は温度とともに増加する傾向が見られているため、この殺菌効果の低下の原因は、プラズマガス温度が高いことで殺菌因子となる活性種の寿命が短くなり、 110 mm の導入経路中で失活していると考えられる。

発表では、酸素プラズマバブリングの結果についても報告する。

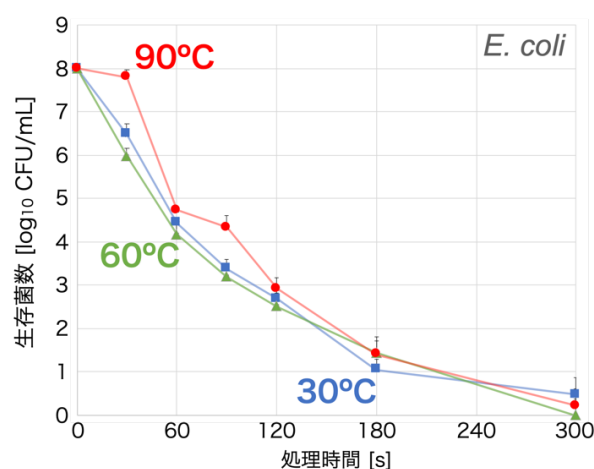


図2 殺菌効果とガス温度の関係