

ガス種及びガス温度がプラズマバブル水中の活性種に与える影響

Influence of gas species and temperature on reactive species in Plasma Bubbled-up Water

○ 小林 智裕¹, 菅原 修馬¹, 川野 浩明¹, 高松 利寛^{1,2}, 松村 有里子³, 宮原 秀一¹,
岩沢 篤郎³, 東 健², 沖野 晃俊¹

(1. 東工大総理工, 2. 神戸大医学, 3. 東工大生命理工)

Tomohiro Kobayashi¹, Shuma Sugawara², Hiroaki Kawano, Toshihiro Takamatsu,
Yuriko Matsumura, Hidekazu Miyahara, Atsuo Iwasawa, Takeshi Azuma, Akitoshi Okino

(1. Department of Energy Sciences, Tokyo Institute of Technology,

2. Graduate School of Medicine, Kobe University,

3. Department of Bioengineering, Tokyo Institute of Technology)

E-mail: t-kobayashi@plasma.es.titech.ac.jp

大気圧低温プラズマは、残留毒性がなく幅広い抗菌スペクトルを持つ殺菌技術として注目を集めている。これまでの研究から、大気圧プラズマによる殺菌要因はプラズマ中で生成される寿命の短い活性種であると考えられている。近年では、その活性種をプラズマ照射することで水中に導入し、水自体に殺菌効果を持たせる「プラズマ処理水」の研究も行われている。発表者らはこれまでに、プラズマジェットを水中に直接導入し、活性種を効果的に導入できるプラズマバブル水 (Plasma Bubbled-up Water: PBW) の研究を行ってきた。

一方、我々の研究室では、様々なガス種でプラズマを生成でき、多種の活性種が利用できるマルチガスプラズマジェット(PCT-DFMJ02, Plasma Concept Tokyo)を開発した¹⁾。また、氷点下から160℃程度までガス温度を自由に制御できる温度制御プラズマ²⁾を開発し、ガス温度が活性種に与える影響についての調査を可能にした。そこで本研究では、これらのプラズマ装置を用い、プラズマガス種とガス温度を変化させてプラズマバブル水を作成し、その中の活性種の種類や存在量が殺菌効果に与える影響を調査した。

まず、プラズマガス種と水中に導入される活性種の変化を調査するため、アルゴン、窒素、二酸化炭素、空気、酸素のプラズマを200 mLの精製水に導入し、水中のオゾン、過酸化水素、亜硝酸イオン、硝酸イオンの濃度を吸光光度法により測定した。これらの活性種は比較的寿命が長く、酸化力も高いため、PBWの殺菌効果に寄与していると考えられる。測定の結果、オゾンと過酸化水素は酸素プラズマを用いた場合に多く検出され、それぞれ8.6 μMおよび28 μMであった。硝酸イオンと亜硝酸イオンは空気プラズマを用いた場合に多く検出され、それぞれ86 μMおよび70 μMであった。次に、活性種測定と同様に様々なプラズマガスを用いてPBWを生成し、大腸菌、緑膿菌、腸球菌、黄色ブドウ球菌の菌液に混合することで殺菌効果を調査した。その結果、酸素、空気、二酸化炭素のプラズマを使用したときに殺菌効果が確認され、中でも酸素プラズマを導入した場合に緑膿菌を5桁、その他の細菌を約6桁不活化でき、高い殺菌効果が確認された。

これらの活性種測定と殺菌実験の結果から、プラズマを導入することで水中に生成されたオゾンと過酸化水素がPBWの殺菌効果に寄与していることが示唆され、オゾンと過酸化水素の濃度を高くすることで、より殺菌効果の高いPBWを生成できる可能性が示された。発表では、これらの詳細な実験方法と結果に加えて、プラズマガス温度が活性種量に与える影響についても報告する。

1) T. Takamatsu, K. Uehara, Y. Sasaki, A. Okino *et al.*, RSC Advances, **4**, pp.39901–09905 (2014).

2) T. Oshita, H. Kawano, A. Okino *et al.*, IEEE Trans. on Plasma Science, **43**, pp.1987–1992 (2015).