

プラズマバブル水生成法の提案および殺菌効果の調査

Generation method of plasma bubbled-up water and investigation of sterilization ability

○小林 智裕¹, 菅原 修馬¹, 川野 浩明¹, 高松 利寛², 松村 有里子³, 宮原 秀一¹,
岩澤 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 and 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、プラズマ中で生成される寿命の短い活性種が大気圧低温プラズマの主な殺菌要因であると考えられている。このため近年では、プラズマを水面に照射することで活性種を水中に導入し、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。しかし、従来の研究は上方から水面へプラズマ照射を行うため、プラズマと水との接触面積が水面に限られていた。

そこで我々は、プラズマと水との接触面積を増やすため、図 1 に示すようにプラズマ化したガスを気泡として水中に直接導入する、プラズマバブリング法を提案した。この手法を用いることでプラズマと水との接触面積が大幅に増加し、また、空気中で活性種が失活しないため、水中への活性種導入効率の向上が期待できる。本研究では、マルチガスプラズマジェット(PCT-DFMJ02, Plasma Concept Tokyo)を使用し、いくつかのガス種を用いてプラズマバブリング法により処理した「プラズマバブル水(Plasma Bubbled-up water: PBW)」を作製して、水中に導入される活性種及び殺菌効果の調査を行った。

まず、プラズマバブリング方式の効果を確認するため、従来法である上方からのプラズマ照射法とプラズマバブリング法をオゾンの導入速度で比較した。導入速度は、酸素プラズマを用いて 200 mL の精製水中のオゾン濃度が 8 μM になるまでの時間を基準として評価した。その結果、プラズマバブリング法は従来法と比較して約 26 倍の導入速度であることが確認された。

次に、アルゴン、窒素、二酸化炭素、空気、酸素を用いて作製した PBW 中に導入される活性種の濃度を測定した。測定対象の活性種は、水中での寿命が比較的長く、酸化力の高い、オゾン、過酸化水素、亜硝酸イオン、硝酸イオンとし、吸光光度法を用いて測定した。その結果、オゾンと過酸化水素は酸素プラズマを用いた場合に最も多く検出され、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最も多く検出され、それぞれ 86 μM および 70 μM であった。

最後に、上述と同様の条件で作製した PBW と大腸菌、緑膿菌、腸球菌、黄色ブドウ球菌の細菌懸濁液をそれぞれ混合し、混合溶液中の生存菌数を測定することで、各種ガスの PBW の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 PBW で殺菌効果が見られ、中でも酸素プラズマを使用した際は、緑膿菌の生存菌数を 5 桁、その他の菌の生存菌数を 6 桁減少させる高い殺菌効果が確認された。

本調査の結果より、プラズマバブリング法による活性種の導入効率の向上が確認され、実用化に向けた有効な処理方法であることが示された。また、酸素 PBW と空気 PBW の殺菌効果には、それぞれオゾンと過酸化水素、硝酸イオンと亜硝酸イオンが寄与している可能性が示唆された。

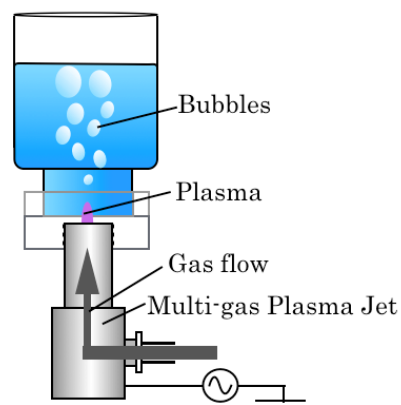


図 1 プラズマバブリング法