

水中プラズマ源による殺菌機構

堂園 大雅*, 後藤 弘輝, 三谷 友倫, 迫田 達也
(宮崎大学)

1. はじめに

環境問題が騒がれる昨今、日本における浄水技術は高精度な発展を遂げてきたが、下水道の普及率は 77.6 % に留まっている。家庭からの排水や産業排水には種々の難分解性有機物が含まれており、現在の処理技術では時間効率が悪く多量の浄水には不向きである。著者等は、気液界面の放電により生成される O_3 及び OH ラジカル(以下 OH) の高い酸素電位に着目し、より効率的な浄水技術として水中プラズマ装置を提案する。本装置は、高酸化電位をもつ O_3 , OH 等を利用することで短時間の処理においても高効率な処理を実現する。

本報では、水中プラズマ装置によって生成される活性種がどのように処理に寄与しているか検討した結果について述べる。

2. 試験方法及び試験条件

図 1 に試験装置概要を示す。水中プラズマ源は、反応容器、放電電力測定用コンデンサ、制限抵抗、高周波高電圧電源から構成される。高周波高電圧電源を用いて、印加電圧は 9 kV_{pp} 、半値全幅 $3.2\ \mu\text{s}$ の正負パルス群を繰り返し周波数 6 kHz で出力した。液相の導電率は 15 mS/m 、ガス供給圧力は 140 kPa に設定した。被処理物には枯草菌芽胞液を用いた。処理溶液は、導電率 $100\ \mu\text{S/cm}$ の滅菌水 100 ml に枯草菌芽胞液を $50\ \mu\text{l}$ を供試したものとした。処理時間は $10\sim 40\text{ min}$ とし、 10 min 毎に採取した処理液を寒天平板表面塗抹法により培養温度 35°C で 24 h 培養した。まず、別途外部オゾンナイザで生成した濃度 200 ppm の O_3 による殺菌(以下、 O_3 バブリング)試験を行い、次に、 OH のスカベンジャーであるマンニトールを処理溶液に添加

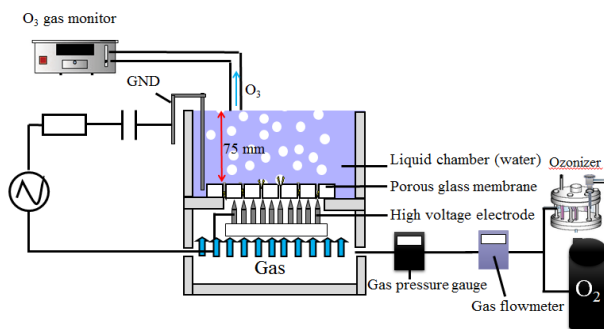


図 1 実験装置の概要

し、 OH 並びに H_2O_2 による影響を除外した際の殺菌試験を行った。処理溶液に添加したマンニトールの濃度は 5 g/L とした。以上の試験結果と、従来の水中プラズマによる試験結果を比較することで OH が芽胞菌に与える影響を検討した。

3. 実験結果

図 2 に各条件における芽胞菌の残存菌数と時間変化を示す。 O_3 バブリングでは D 値= 31.2 min で殺菌できることが確認された。マンニトール添加の水中プラズマによる殺菌試験により、 D 値= 22.5 min で殺菌可能であった。 O_3 バブリングとの差分 8.7 min が O ラジカル(以下 O)及びマンニトールに捕捉される前の OH による影響である。殺菌要因に OH が加わる従来の水中プラズマによる殺菌は、 D 値= 20.4 min で殺菌可能であった。マンニトール添加との差分 2.1 min が気液界面ならびに液中の OH による影響である。 OH の反応性の高さを考えると、液中よりも気液界面での OH による効果が大きいと考えられる。ただし、別試験により OH の発光強度は O の 10% にも満たないことが判っているため、 OH よりも O の方が大きく作用していると考えられる。

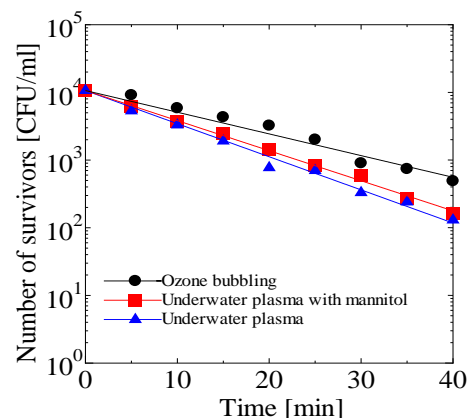


図 2 芽胞菌の残存菌数と時間変化

4. まとめ

本報告では、水中プラズマ装置によって生成される活性種がどのように処理に寄与しているか検討した。その結果、 O_3 , OH , O はそれぞれ殺菌に寄与することが確認され、 O_3 が最も処理に寄与していることが確認された。この結果から、半減期の長さや処理に寄与する割合に相関性があると考えられる。