

パルス大電力の水中注入による
微細気泡の圧壊による衝撃波の観測と
水中微生物の不活化特性の解明

201312003 石塚 裕斗

201312020 平井 正聡

パルス大電力の水中への注入による水中微生物の効率的な不活化処理の研究が進められている。この処理法において、①直径が数十 μm の微細気泡が生成され、その圧壊時に発生するミクロな衝撃波が微生物の細胞壁に損傷を与える、②局所的な水の加熱によりマクロな衝撃波が発生し、それにより微生物がダメージを受ける、③大電力注入用の電極間の放電や水中への通電により微生物が電気衝撃を受ける、④衝撃波や大電力注入により水中にラジカルが発生し、それにより微生物の細胞が傷つけられる、などの要因により不活化されると考えられる。ここで、不活化の要因を詳細に解明できれば、より効率的な不活化が期待できる。本研究では、不活化要因の解明の一助として、パルス大電力の水中注入に伴い発生する微細気泡の圧壊時の衝撃波の観測、および、微細気泡が水中微生物の不活化に及ぼす効果の特定を目指す。

現在、パルス大電力の水中注入実験に用いる新設の高電圧パルス電源装置（(株)パルスパワー技術研究所製、PPJ-HVP、最大電圧 15kV、最大電流 260A、最長パルス幅 3.5 μs (FWHM)、最大パルス繰り返し率 10pps(pulse per second)) の試運転を行っている。ここで、パルス大電力を水中の電極間に注入した際に起こりうる電極間短絡から電源装置を保護するため、電流制限抵抗（目標値：58 Ω 、150W）の製作と試験を行った。抵抗値 220 Ω で耐電力 2W のカーボン抵抗器を 5 つ直列に接続し、それを 17 並列にした場合、単発試験において所定の電圧－電流特性となった。しかしながら、10pps の繰り返し動作では、抵抗器の焼損が起こった。高電圧および大電力に耐久性のある水溶液抵抗器（塩水または硫酸銅水溶液）に変更し、繰り返し動作が可能な電流制限抵抗を製作する予定である。

微細気泡の圧壊時に発生する衝撃波を観測にはシャドウグラフ法を適用する。微細気泡の直径が数十 μm と小さいこと、および、衝撃波の速度が水中の音速から考え 1500 m/s 以上と見込まれることから、顕微鏡レンズと高速度カメラを組み合わせた観測システムを構築する。

パルス大電力により生成した微細気泡のみを取りだして水中微生物へ曝露することにより、微細気泡が不活化に及ぼす効果を吟味する。先行研究によれば微細気泡の寿命が数秒間であることから、本研究では微細気泡生成部と不活化処理部を別容器に分け、微細気泡生成容器で生成した微細気泡を含む水をポンプで不活化処理容器に輸送し概ね微細気泡のみの状態を作り出し不活化特性を吟味する。