

電圧波形重畳型パルスパワー装置により発生した大気圧プラズマ照射による大腸菌の増殖率特性の検討

Dependence of breeding rate for Escherichia Coli on pulse pattern generated by superimposed waveform pulsed-power generator

佐々木徹, 伊藤諒, 樋田了, 大沼清, 高橋一匡, 菊池崇志, 原田信弘

TORU Sasaki, RYO Ito, SATORU Hida, KIYOSHI Ohnuma, KAZUMASA Takahashi, TAKASHI Kikuchi, Nob. Harada

長岡技科大

Nagaoka University of Technology

菌類などの微生物は、受けるストレスの種類や強度に対してそれぞれ異なる応答をとる。微生物のストレスには電気刺激・酸化・放射線などがあり、過度のストレスはDNA・脂質・蛋白質を変質させ、重大な細胞機能障害を引き起こす。その一方で、軽度のストレスが与えられた場合では、細胞機能が活性化されることがある。細胞の分化・増殖の機能に関与するMAPキナーゼなどの生体物質が刺激を受けると、細胞は生体にとって防御的な応答をとり、積極的に細胞の分化・増殖を行うようになる。このため、細胞に対するストレスは微生物の活性化・不活性化の両面に作用すると考えられる。これらのストレスを与える手法として、パルスパワー放電や大気圧プラズマ照射などがある。本研究では、任意に電圧波形を変化させることのできるパルスパワー電源を開発し、それを用いてサンプルである大腸菌に照射した際の増殖率を評価した。

本電源は高電圧MOS-FETを用いた半導体マルクス回路により出力を得ており、高電圧パルスと低電圧パルスを発生させるユニットと制御ユニットから構成されている。高電圧パルスユニットは、高電圧パルスユニットは、1つの基板で3.3 kVの出力が得られ、それを6段直列に構成することで、最大20 kV、200 nsのパルス電圧が得られる。また、低電圧パルスユニットは最大1 kV、1 msのパルス電圧が得られる。低電圧パルスユニットの波形制御にはパワーMOS-FETにファンクションジェネレータの信号を投入することで動作させ、任意のタイミングでスイッチングを行っている。高電圧パルスユニットの出力と低電圧パルスユニットの出力を組み合わせることで、任意の波形重畳パルスを形成することができる。菌類の評価には、濁度測定と菌体数による評価を行い、また、それらの水質の変化についても評価を行った。

その結果、無重畳パルス電圧によって生成したプラズマ照射により大腸菌の増殖が阻害された。一方で、重畳型パルス電圧によって生成したプラズマを照射した場合には大腸菌の処理効果に変化し、大腸菌の増殖阻害効果が確認されなかった。これにより、重畳型パルス電圧によって大腸菌の増殖阻害効果を抑制させられることが確認された。これらのことから、プラズマの発生条件によってプラズマを照射された大腸菌の処理効果に変化した。しかしながら、それらの影響は水質に変化を与えることなく大腸菌の増殖率に変化を与えたことから、そのメカニズムについて解明を行う必要がある。また、5回電圧を重畳したパルス電圧によって大腸菌の増殖率が変化することが明らかとなった。

本研究の一部は、科学研究補助金挑戦的萌芽研究(15K13923)及び(一財)佐々木環境技術財団試験研究費助成により実施されたものである。