

## 強電界パルス殺菌における菌の膜回復に関する研究

渡邊将吾\* 梶原大河\*\* 馬場一磨\*\* 平川信二\*\* 勝木淳\*\*\* 秋山秀典\*\*\*  
( 熊本大学 \*工学部 \*\*自然科学研究科 \*\*\*パルスパワー研究所)

### 1 はじめに

現代社会において、食品の安全を保障するため殺菌処理は必須である。現在、殺菌効果が高く大容量処理できることから加熱殺菌が主流の殺菌法である。しかしながら、加熱殺菌では、食品に含まれるタンパク質が熱変性し品質が劣化することが問題となっている。そのため、従来から非加熱殺菌技術が求められており、その1つとして、パルス強電界(PEF)殺菌が研究されている。PEF 殺菌の効果は菌の膜状態に大きく依存することが知られている。我々は菌の膜状態に着目し、PEF 殺菌の研究をしている。本発表では、PEF を印加した菌の膜回復の時間的特性について述べる。

### 2 実験装置・方法

#### 2.1 菌液

本実験では、グラム陰性菌であるエンテロバクター (*Enterobacter aerogenes*: ATCC 13048) を用いた。24 時間、32°C で継代培養したエンテロバクターをカルボキシメチルセルロース(CMC)水溶液に菌濃度が  $10^7$  CFU/ml となるように懸濁した。

#### 2.2 パルス発生装置

パルス電源は、トランス(TR)を介して磁気パルス圧縮回路でブルームライン型パルス形成回路(BPFN)を充電し、矩形パルスを発生する。BPFN は、400 nH のインダクタ(L)と 5.2 nF のキャパシタを 6 段組み合わせ、20  $\Omega$  の負荷に対しパルス幅 600 ns、電界強度 50 kV/cm のパルス電圧を生成する。

#### 2.3 フロー装置

殺菌を行う菌液は連続的にパルスを印加できる図 1 のようなフロー装置を用いる。まず、加圧容器から菌液を押し出し、加熱器で一定の温度( $T_1$ )に加熱し印加中の液温を調整する。その後、平板電極でパルス強電界を印加する。印加後再び別の加熱器で菌液を加熱( $T_2$ )し、2 分間保温する。流速を制御することで菌液の電極滞在時間を変化させ、PEF 印加回数を調整する。電界印加前後の温度を、光ファイバー温度計(TL2000、安立計器)を用いてリアルタイムで直接測定し温度管理を徹底している。

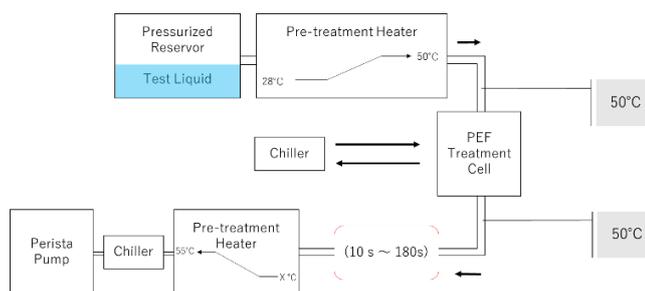


図 1 フロー装置

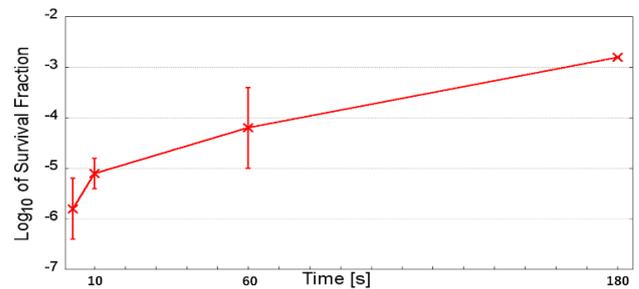


図 2 隙間時間と殺菌効果の実験結果

### 2.4 膜回復の評価方法

本実験では、PEF と温熱処理を併用し図 1 のフロー装置によって PEF を印加後、菌液を  $T_2$  で加熱するまでの隙間時間を設ける。この隙間時間の変化から菌膜が回復し殺菌効果も変動することが予想される。そこで殺菌効果の結果から菌の膜回復の時間的特性を調査する。また、処理後に採取した液体試料を寒天培地に塗り、32°C 以下で 24 時間培養し、コロニーカウント法を用いて殺菌効果を評価する。本実験では PEF 印加回数を 5 回とする。

### 3 実験結果・考察

図 2 に隙間時間と殺菌効果の関係についての実験結果を示す。隙間時間がほぼ 0 s の時に比べて 180 s の時では約 3 桁殺菌効果が落ちることが分かった。先行研究では、パルス強電界によって菌膜に穴が形成され、空いた穴から熱が細胞内部に入り込むことで殺菌効果が高まるということが報告されている[1]。また、穴が開いた菌膜は時間経過によって回復することも報告されている[2]。つまり、この膜回復の作用が隙間時間で引き起こされ 55°C の温熱処理の効果が落ち、殺菌効果が低くなったと考えられる。

### 4 まとめ

今回の実験結果から、隙間時間を長くすることによって殺菌効果が落ちた。これは、菌膜に穴が形成されても時間経過によって膜回復が引き起こされるためだと考えられる。以上のことから、PEF 印加から温熱処理までの隙間時間を短くすることで殺菌効果を高めることが期待できる。

### 参考文献

- [1] M. Amiali, M.O. Ngadi, J.P. Smith, and G.S.V. Raghavan, "Synergistic effect of temperature and pulsed electric field on inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella enteritidis* in liquid egg yolk", *J. Food Eng.*, Vol. 79, pp. 689-694, 2007.
- [2] D. Garcia, P. Manas, N. Gomez, J. Raso and R. Pagan, "Biosynthetic requirements for the repair of sublethal membrane damage in *Escherichia coli* cells after pulsed electric fields", *J. Appl. Microbiol.*, Vol. 100, No. 3, pp. 428-435, 2006