

## ポストハーベストでのパルスパワー利用とその作用機序

### Mechanism of pulsed power applications in post-harvest phase of agriculture

岩手大理工<sup>1</sup>, 次世代アグリイノベーション研セ<sup>2</sup> ◦高木 浩一<sup>1,2</sup>, 高橋 克幸<sup>1,2</sup>  
Iwate Univ.<sup>1</sup>, Agri-Innovation Center<sup>2</sup> ◦Koichi Takaki<sup>1,2</sup>, Katsuyuki Takahashi<sup>1,2</sup>  
E-mail: takaki@iwate-u.ac.jp

#### 1. はじめに

農業において収穫から消費者へ食品として届けられるまでの段階をポストハーベスト工程と呼ぶ<sup>1)</sup>。ポストハーベスト工程は、農作物の保存・加工・流通などからなる。ポストハーベスト工程での高電圧・プラズマの利用として、空中浮遊菌（腐敗菌）の捕集および不活性化、農産物の老化（追熟）を加速させる植物ホルモン物質の分解などがある<sup>2)</sup>。パルスパワーは、電界やプラズマの高精度時空間制御を可能にする技術で<sup>3)</sup>、この特徴を活かすことで、作用対象への作用選択性が高まる。ここでは、パルスパワーで制御されたプラズマや電場のポストハーベストでの利用について、作用機序を中心に述べる。

#### 2. 化学反応を作用機序とする技術

パルスパワーでプラズマを制御することで、電子加速へのエネルギー配分比を増やすことができ、化学反応の選択性やエネルギー効率の改善が可能となる。ポストハーベストでプラズマ由来の化学反応を利用する技術として、農産物の防カビや追熟を加速させる植物ホルモンであるエチレンの分解があげられる。この反応にはROSの中でも、特に酸素原子(Oラジカル)が用いられる。Oによるエチレンの分解速度は、オゾンより3桁ほど速い<sup>4)</sup>。このため反応容器がコンパクトになり、空間効率やコスト面で有利になる。混載輸送のコンテナで利用可能な空間は上部10cm程度であるため、空間効率は大切になる。

#### 3. 帯電・クーロン力を作用機序とする技術

電気集塵と同じ帯電・クーロン力を作用機序とする技術に農産物貯蔵庫や輸送時の空中浮遊菌捕集があげられる<sup>5)</sup>。数kVの電圧をワイヤ電極へ印加することで $\mu\text{A}$ のレートでイオンを発生させ、静電誘導によりカビ胞子や菌が付着した微粒子（空中浮遊菌）を帯電させる。帯電した胞子や菌粒子はクーロン力を利用して取り除く。これらは農産物のカビなどによる腐食を妨げ、鮮度維持につながる。

#### 4. 電界による応力を作用機序とする技術

パルス電界を生体へ印加した場合、部位による誘電率や抵抗率の差異、静電・誘導帯電により、応力（主にMaxwell応力）が生じる。例えば細胞膜は脂質二重構造の疎水結合で構成され、帯電で1V程度の電圧を生じることで結合が切れる（電気穿孔；エレクトロポレーション）。これを作用機序とする技術に食品加工時の有用成分抽出や野菜・果実の乾燥がある<sup>6)</sup>。またパルス電界で生体に生じる応力は、たんぱく質の立体構造へ作用する。これを作用機序とする技術として、無水ブランチングを含む酵素失活があげられる。一例として、パルス電界印加に対する $\alpha$ アミラーゼの酵素活性の変化を図1に示す。

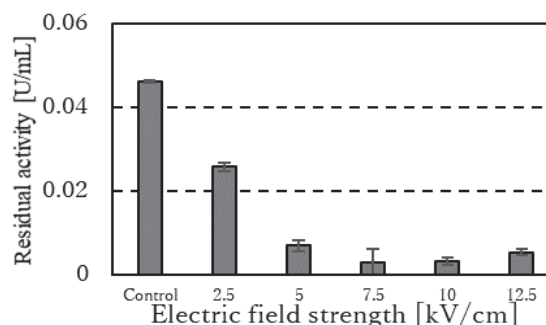


図1 印加電圧に対する酵素活性

#### 謝辞

本研究は共同研究者のご協力のもとに行われたもので、深く謝意を表します。本研究の一部は科研費（基盤研究(S)：19H05611）の支援を受け行われた。

#### 参考文献

- 1) 高木浩一他: 工業技術者のための農学概論, 理工図書 (2018)
- 2) K. Takaki *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. 52, 473001-1-42 (2019).
- 3) 高木浩一他: 高電圧パルスパワー工学, 理工図書 (2018)
- 4) K. Takaki *et al.*, IEEE Trans. Plasma Sci., 43, 3476 (2015).
- 5) S. Koide *et al.*, J. Electrostatics, 71, 734 (2013).
- 6) T. Yamada, *et al.*, IEEEJ Trans. Electrical and Electronic Eng., 15, 1123 (2020).