



高電圧パルスパワーを利用した農業・水産・食品の革新的機能性制御とその新学理探究

電気電子工学
およびその関連分野



研究者所属・職名 : 理工学部・教授

ふりがな たかき こういち
氏名 : 高木 浩一

主な採択課題 :

- [基盤研究\(S\)「パルスパワーによる植物・水産物の革新的機能性制御とその学理深化」\(2019-2023\)](#)
- [基盤研究\(A\)「パルスパワー・プラズマによる青果物の収量改善と鮮度保持科学の深化」\(2015-2018\)](#)
- [基盤研究\(B\)「シャンティングアークベースの複合プラズマ生成とその材料表面処理利用」\(2006-2008\)](#)

分野 : 電力工学関連、プラズマ学関連

キーワード : パルスパワー、プラズマ、植物、食品、機能性

課題

● なぜこの研究をおこなったのか？ (研究の背景・目的)

近年、高電圧現象を、植物の発芽・生長促進、子実体形成、農産物・水産物の鮮度保持、タンパク質の立体構造の変化にもとづく食品機能性や発酵・酵素活性制御などへ利用する試みが始まっている。これらに高電圧パルスパワー技術を組み入れることで電場・プラズマ作用場の高精度時空間制御が可能となる。本研究では、動植物や食品に対して高電圧パルスパワーを用い、革新的機能性制御、およびその新学理探究を目的としている。

● 研究するにあたっての苦労や工夫 (研究の手法)

本研究では、①電界・プラズマ作用場の創出とその時空間制御、②電界・プラズマによる植物の活性制御とその機序解明、③電界・プラズマによる農水産物の鮮度保持・食品機能性制御とその機序解明の3項目について進めている。具体的には、植物へのストレス分類と数値化、ストレスレスポンスのシグナル伝達ルート of 解明、電場やプラズマ作用場のストレスに対する植物のレスポンス、特に発芽や生育、結実など各段階での反応を調べる。生鮮食品保存では、膜タンパク等の立体構造変化、菌活性変化、エチレンなど植物ホルモン感受の把握などを行う。

生体スケール(分子サイズ)

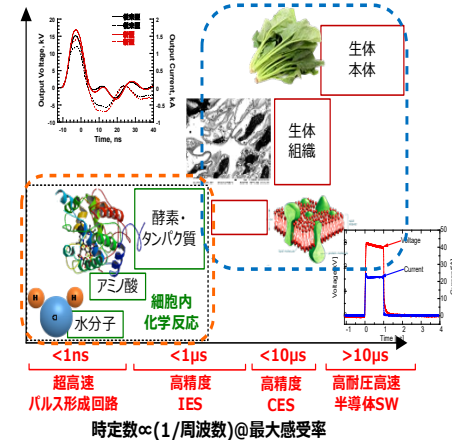


図1 生体スケールとその感受時間



高電圧パルスパワーを利用した農業・水産・食品の革新的機能性制御とその新学理探究

電気電子工学
およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

項目①電界・プラズマ作用場の創出と時空間制御；本研究に適した作用場創出を可能とする、SiC-MOSFET素子を用いた操作性に優れた小型パルスパワー電源を開発した。電源の負荷として生体を想定して、高インピーダンス整合性が高い誘導性エネルギー蓄積方式を用いた。またパルスパワーで生成したプラズマは、一般のストリーマより速い速度で進展し、電子のエネルギーも高い、一般的なプラズマよりエネルギーが高い反応場であることを明らかにした。

項目②電界・プラズマによる植物の活性制御とその機序解明；植物への酸素プラズマ照射でカリキン由来遺伝子の増加や、その機序はラジカルによる種皮の酸化でテルペノイド系の植物ホルモンが産生されることなどを明らかにした。また、パルス電界を植物体へ印加することで、光合成が促進されることを明らかにした。この作用機序は、ストロマ反応でルビスコ活性などによるCO2の取り込み速度、化学エネルギー生成の増加によることなどを解明した。

項目③電界・プラズマによる農水産物の鮮度保持・食品機能性制御とその機序解明；酵素活性のパルス電界印加による変化に関して、変化は電界強度に依存する、たんぱく質の立体構造変化に伴うことを明らかにした。水の氷核形成について、電場は頻度因子へ主に作用、自由（ギブス）エネルギーへわずかに作用することを明らかにした。水産物の保存時での電界印加で、呼吸速度や心拍数など生理（酵素）活性へ作用することなどを明らかにした。



図2 パルスパワー農食利用の全体像

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

本研究目的が達成されることで、高電圧パルスパワーを用いた、①発芽・耐病・生長・結実の改善に伴う生産性の高い農業、②農産物・水産物の長期鮮度維持（おおよそ2倍）に伴う効率的なグローバル・フードサプライチェーンや食ロスの低減、③酵素活性制御や機能性成分抽出などを通じた食品加工過程の効率化や、食の機能向上などの実現に貢献できる。学術の観点においても、生体と電気を中心にした農工を包括する新たな学理創造へつながる。



図3 生体活性を考慮した反応場の創生