研究室めぐり

岩手大学理工学部電気電子通信コース 岩手パルスパワー・プラズマ研究室





1. はじめに

岩手大学がある盛岡市は、北海道を除き面積が最も広 く,人口密度が最も低い岩手県の県庁所在地である.市 中心部から車に乗って40分程度で、冬は-23℃に達する ワカサギ釣りを楽しめるような場所(といってもシーズ ンは2月上旬で大学が忙しい時期のためなかなか行けな いが) や、登山やスキー、温泉を楽しめる多くの山があ る自然豊かな土地に囲まれている。海までは90km程度 離れた内陸に位置するものの、最近はコールドチェーン が発達したとこから、極めて新鮮で豊富な三陸産の海の 幸(執筆現在の7月はウニやホヤが旬)を楽しむことが でき、山中で多く採れる山菜や、自然の中で育てられた 上質な牛・豚・鶏などのお肉、そして人によっては最も 重要な、多種の地酒とともに味わうことができる、また、 市内からは、雄大で美しい岩手山(図1)を眺めること ができ、心のよりどころにしつつ、四季折々によって大 きく姿を変える自然と空気とともに時を過ごしている.

さて、岩手パルスパワー・プラズマ研究室は岩手大学 理工学部・システム創成工学科電気電子通信コースの高 木浩一教授と准教授の高橋によって運営される研究グル ープである。大学院生と学部4年生を主とする構成員は 合計で25人となり(図2)、多くのテーマで、学内外の 研究者・企業と共同研究を行っている。手前味噌とはな るが、よく他学の先生方や共同研究者に言っていただけ



図1 春の岩手山

〒020-0114 岩手県盛岡市上田4-3-5 岩手大学理工学部

Tel: 019-621-6460 Fax: 019-621-6941

E-mail: ktaka@iwate-u.ac.jp

URL https://pplab.eec.iwate-u.ac.jp/



図2 研究室での登山の様子

るように、本グループの学生は、岩手の県民性もあるためか非常にまじめで実直な学生が集まってくれており、みんなで先端研究に取り組んでいる。そのような中でも、頻繁に楽しく酒を交わしたり、登山などをしたりと「よく飲みよく学ぶ」活発な研究グループである。研究の中心となる技術としては、パルス高電圧発生技術およびそれを用いた放電プラズマの発生と制御で、これを用いた環境、材料、特に近年力を入れている農水産・食品業への応用など様々な研究に取り組んでいる。

2. 高耐圧半導体素子駆動パルスパワー電源の開発

本研究グループの柱となるテーマの一つは、パルスパワー電源の開発となる。近年は、Si に代わる材料である炭化ケイ素(SiC)を用いたパワーMOSFET に着目し、小型・軽量かつ、高出力と高速動作を同時に実現可能なパルスパワー電源の開発を目指している。パルスパワーの発生方式には、容量性エネルギー蓄積(CES)方式と誘導性エネルギー蓄積(IES)方式があり、この両方について研究を進めている。また、素子として耐圧が3.3 kVや13 kVと高い値をもつ高耐圧ディスクリート MOSFETを用いることにより、トランスを用いずともパルス幅が数十ns 程度と短い高電圧パルスの発生が実現できている。これにより、これまで重量や大きさなどで実現ができなかった応用分野への適応も期待できる。

3. 静電気・放電・プラズマの基礎研究

電源開発の他、静電気・放電・プラズマに関する基礎的な研究としては主に、コロナ放電とそこで生成される







図4 水耕栽培用養液処理装置



図5 コンテナ内エチレン分解装置

空気イオンの挙動解析、ストリーマ放電や誘電体バリア 放電などの大気圧非熱平衡プラズマ中の化学反応の詳細 検証、水面上パルス放電の進展や気液界面現象の解明、 ファインバブル存在下での水中プラズマ形成への影響評 価、150 kHz 帯バーストパルスを用いた大電力誘導性結合 プラズマの発生、交流電界が水の凍結に及ぼす影響評価 など、多岐にわたり取り組んでいる。これらの基礎研究を 重要視しつつ、得られた知見をもとに、静電気帯電制御や 環境浄化(排ガス処理、環境中汚水処理)や、後述する 農水産・食品など幅の広い応用展開を実施している。

4. 農水産・食品分野への応用研究

一般的に農業は、生産物の収穫前(プレハーベスト) と収穫後(ポストハーベスト)に大きく期間が分けられ、 それぞれで必要になる技術・知見が異なる.

プレハーベストに関する応用研究では主に生産性の向 上を目的として、キノコの増産、水耕栽培用養液の殺菌・ 栄養付加処理などに取り組んでいる. キノコの増産に関 する研究では、中山間地域においてシイタケ原木に対し 30~50 kV 程度の高電圧パルスを印加し、キノコ可食部 (子実体)の早期発現や増産の試験を行っている(図3). これにより、同じ原木から収穫できる2年間で合計1.3~ 1.5 倍程度の増収や、通常 2 年間かかる菌の培養期間 (伏 せ込み期間)を短縮できるなどの生産サイクルの短縮効 果が得られている。メカニズムの解明に関しては高電圧 パルスによる発現遺伝子の解析などを岩手生物工学研究 センターと共同で実施している. 植物の水耕栽培用養液 の処理では、養液で発生した気泡内で放電を発生し処理 をする装置を開発(図4)し、トマトの栽培現場におい て1年程度の期間、実証試験を行っている、これにより、 青枯病菌などのトマトの生育に対し問題となる菌を水中 プラズマによって殺菌し、植物の発病リスクの低減が可 能であることを実証している. 殺菌効果だけではなく, 植物の根から浸出し生育阻害を引き起こす有機化合物 (アレロパシー物質) の分解を可能とし、植物の生育環 境制御に寄与できることを見いだしている. また, 土壌 に直接放電し酸化処理を行うことにより、土中の青枯病 菌の殺菌などを可能としている.

ポストハーベストに関する応用研究では主に、エチレ ン分解による青果物の鮮度保持や、残渣物からの有用成 分抽出, 乾燥速度の向上など, 鮮度保持による商品価値 や新しいチェーンサプライの構築を目的とした研究に取 り組んでいる。エチレンの分解においては、輸送コンテ ナや保管庫中で青果物から発生するエチレンを、バリア 放電により高効率で分解を可能とする小型装置の開発 や、その内部の化学反応の検証などについて取り組んで いる。既に共同研究を通してプロトタイプが製作されて おり(図5),他の方式に対しても十分に効果が高いこ とを実証している. 収穫後の青果物に対し、パルス高電 界を印加し非加熱で細胞膜を破壊することによって内包 成分や水の透過性を上昇させ、ポリフェノール等の有用 成分の抽出や、水分の透過性の増加による乾燥速度を促 進する技術の開発を行っている。乾燥促進では、ホウレ ンソウやバジルなどに対し数kV 程度のパルス電界を与 えた場合,2倍程度の乾燥速度の向上が見られており, プロセス時間の短縮や省エネルギー化を実現している.

5. おわりに

本グループでは国内外の多くの企業、研究機関と共同で行い、岩手県地域だけでなく、各地域特有の課題解決に取り組み、そこで得られた技術を世界へと発信している。さらに、小中高生を対象としたエネルギー教育、SSHなどといった高大連携を通しての次世代の人材育成も重要な取り組みである。もちろん、研究生活を頑張って卒業したOB・OGが全国・世界で活躍していることも大きな成果と考えている。今後も、中心となるコアの研究・技術を大事に、自然とひとの生活に寄り添った様々な新しくかつ楽しい研究に取り組んでいきたい。また、本記事を読んでくださった読者の皆様には、新型コロナウィルス感染症の状況が落ち着いた後、ぜひ岩手にお越しになっていただき、自然と酒を楽しみつつ、多くの実りある情報交換や議論ができれば幸いである。(高橋 克幸、高木 浩一)