

ジャガイモの萌芽防止を目的とするヘリウムおよび窒素プラズマジェット
におけるラジカル密度の比較

Comparison of radical densities in helium and nitrogen plasma jets
for suppression of potato sprout

北大工 上野 克典, 西山 修輔, 佐々木 浩一

Hokkaido Univ., ◯K. Ueno, S. Nishiyama, and K. Sasaki

1. 研究背景

我々は、大気圧プラズマの農業分野への応用の一つとして、ジャガイモの萌芽防止の研究を行っている。萌芽防止効果は、当初、ヘリウムプラズマジェットの照射によって見いだされたが、動作コストの低減を狙って開発したアルゴンプラズマジェットにおいても同様の萌芽防止効果が認められた。次に、窒素を動作ガスとするプラズマジェットを開発した。窒素プラズマジェットはガス温度が高く、ジャガイモに熱的ダメージを与えたので、液体窒素を用いたガス温度の低温度化を図った上でジャガイモに照射したところ、萌芽防止効果は認められなかった。本研究は、この結果を逆手に用いて、ヘリウムプラズマジェットと窒素プラズマジェットにおけるラジカル密度を比較することにより、ジャガイモの萌芽防止効果が発現するメカニズムに関する知見を得ることを目的とした。

2. 実験装置

図 1 に示すように、ヘリウムのプラズマジェットでは、高電圧電源および接地電位に接続された銅板テープを石英管の外側に設置し、5L/min のヘリウムを流すことによりプラズマを生成した。窒素を用いたプラズマジェットでは、石英管の外側に設置したアルミブロックを接地電位とし、石英管の内部に設置したタングステン棒を高電圧電源

表 1 ヘリウムプラズマジェットと窒素プラズマジェットにおけるラジカル密度の比

	感度比 S_{He}/S_{N_2}	密度比 n_{He}/n_{N_2}
酸素原子	100-130	0.3-1.4
窒素原子	2.5-3.0	0.003-0.007
水素原子	60-80	0.2-0.7
OH ラジカル	181	0.2-0.24

に接続して、流量 7L/min の窒素を用いてプラズマを生成した。また、必要に応じ、窒素に流量 1ccm の酸素を添加した。このように生成したプラズマジェットに波長可変レーザー光を入射し、レーザー誘起蛍光法によって、原子状酸素、原子状窒素、原子状水素、および OH ラジカルの相対密度を測定し、ヘリウムプラズマジェットと窒素プラズマジェットにおけるラジカル密度の比を求めた。このとき、OH ラジカルのレーザー誘起蛍光の減衰時定数からヘリウムに混入した空気成分の割合を推定し、衝突クエンチングの周波数から、ヘリウムプラズマジェットおよび窒素プラズマジェットにおけるレーザー誘起蛍光法の感度違いを評価することにより、正しい密度比を求めた。

3. 実験結果および考察

ヘリウムプラズマジェットと窒素プラズマジェットにおけるラジカル密度の比を、レーザー誘起蛍光法の感度比とともに、表 1 に示す。このように、一部を除き、ラジカル密度は窒素プラズマジェットの方が高いという結果が得られた。ラジカル密度の高い窒素プラズマジェットでは萌芽防止効果が得られなかったことから、ジャガイモの萌芽防止に及ぼすプラズマの効果は化学的な効果で無いことが示唆された。一方、小型のテスラコイルで得られるコロナ放電をジャガイモに照射したところ、弱いながらも萌芽防止の効果が得られたことから、高電圧に起因する物理的刺激が萌芽防止効果のメカニズムである可能性が示唆された。

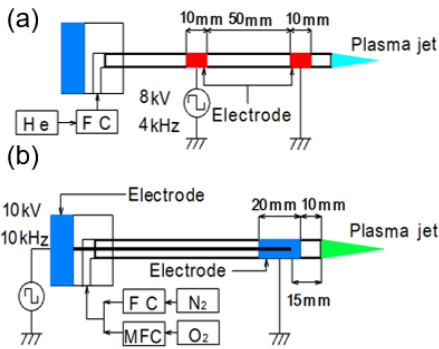


図 1. 大気圧プラズマジェット装置