

大気圧非平衡プラズマ照射による対象物への影響

◎品田 隆貴, 山家 清之, 小椋 一夫 (新潟大学)

1. はじめに

大気圧プラズマとは、大気圧下において主として希ガス等を使用する放電を利用したプラズマのことである。これはアーク放電による熱プラズマとストリーマー・コロナ放電による低温プラズマに分類され、近年、工業上の実用化に伴って注目されつつある。アーク放電によるプラズマは対象物に熱的ダメージを伴うが、ストリーマー・コロナ放電による低温プラズマでは熱的に非平衡状態であることから熱的ダメージを与えないため、新たな応用展開が期待されている。本実験で用いているプラズマは、誘電体バリア放電により発生したプラズマを大気中に放出させたジェット形状を持つことを特徴としている。今回我々は、応用の一つとして、プラズマによる栽培法の確立を目指して、植物へプラズマを直接照射し影響を調べた。また、大気圧プラズマを照射することにより、非平衡ながら熱による熱傷が確認されたことから、水にプラズマを照射することによる温度上昇を測定し、熱量の算出を行ったので報告する。

2. 実験方法

大気圧非平衡プラズマ発生装置は外径 $\phi 10\text{mm}$ 、内径 $\phi 7.7\text{mm}$ の石英硝子管に厚さ 0.1mm の銅板($20\text{mm} \times 45\text{mm}$)を巻き付けた電極を電力供給用として配した物となっている。石英管にシリコンチューブ($1/8\text{inch}$)を接続し、ガスフローメータを通して、プラズマ発生に用いる He ガスボンベに接続されている。高周波高電圧電源は、AC100V を入力電圧として、出力電圧 $+9\text{kV} \sim -6\text{kV}$ 、周波数 $\sim 13\text{kHz}$ が得られる。

レタス栽培のできる同様のプランターを二つ用意し、プラズマを照射するもの、通常栽培を行うものと分類して栽培を行った。栽培の過程で土、与える水、葉、茎にプラズマを直接照射し、成長の変化を観察した。また、照射による熱の影響を測定する為、純水 50ml にプラズマを 6 分間照射して 1 分ごとに温度変化を測定した。



図 1 レタスへのプラズマ照射による熱傷

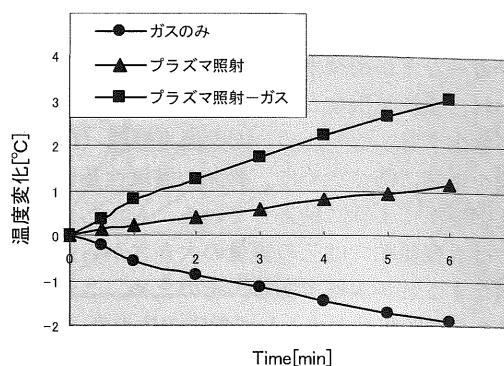


図 2 水へのプラズマ照射による温度変化測定

3. 実験結果

通常栽培と比較して、プラズマを照射したプランターのレタスは発育が遅く、大きく成長しないことが確認された。また、図 1 はプラズマの放出される石英菅端をレタスに近づけ、一点に集中しておよそ 4 分間照射したものであり、熱傷が確認された。従って、プラズマは植物に対して何らかの影響を与えようと考えられる。その影響の一つとして熱の効果が予想できる。そこで、純水への照射からプラズマによる熱量を見積もった。ここで、プラズマを発生させる際に He ガスも同時に噴射されてしまうということを考慮しなければならないため、ガスの断熱膨張による温度減少も測定した。図 2 は、ガス流量 1.0slm でのプラズマ照射による 6 分間の温度変化を表したものである。He ガスのみ照射において、断熱膨張により冷却されたガスの影響があり、水温が低下していることが分かる。プラズマ照射では、プラズマの熱による水温の上昇を確認できるが、ここでの照射にはガスも同時に噴射されている為、プラズマによる影響だけと考えることはできない。従って、プラズマ照射による温度変化からガスのみ照射による温度変化の差分をとることにより、プラズマのみの温度変化を捉えている。これより、プラズマの 1 分あたりの温度変化の平均は 0.385°C 、ここからプラズマ単発あたりの熱量を算出すると、 $1.0 \times 10^{-4}\text{J}$ と求まる。従って、単発あたりでは微小な熱量であるが、回数が多くなると積算熱量が大きくなるため、熱的ダメージを発生させることになる。

4. まとめ

レタスにプラズマを直接照射することで、成長の遅れ、熱による影響があることが分かった。今回の実験におけるレタスの様な植物は水分を多く含んでいる為、熱による影響が顕著にでたと考えられる。プラズマ栽培法を確立するには、照射によるそれらの影響以外にも紫外線、オゾンの発生等考慮できる点は多くあるため、それらについても今後検討していく必要がある。