

水導入空気プラズマ噴霧による無農薬栽培システム Pesticide-Free Production System Using Wet-Air Plasma Spray

川井芳明¹⁾, 原田浩平¹⁾, 富江崇¹⁾, 高島圭介²⁾, 金子俊郎²⁾

KAWAI Yoshiaki²⁾, HARADA Kohei¹⁾, TOMIE Takashi¹⁾,
TAKASHIMA Keisuke²⁾, KANEKO Toshiro²⁾

¹⁾大亜真空 (株) ²⁾東北大院工

¹⁾Diavac Ltd., ²⁾Dept. of Electronic Eng., Tohoku Univ.

現在, 日本および各国のさまざまな食料・農業問題の高まりから, 新たな農作物の生育法が研究されており, プラズマを用いた病害防除機構の開発が注目されている[1]. 本研究では特に, 大気圧空気・水プラズマを利用した, イチゴや稲の温室内での無農薬農法の開発を目的としている.

プラズマ技術の農業応用上, 広範囲・大面積のプラズマ処理は, その能力とコストが大きな課題であるため, 本研究では空気プラズマを用いる. 図1に示すように, 同軸円筒状電極構造の内径4mmの石英管を誘電体とする誘電体バリア放電によりプラズマを生成し, この放電部を通った空気を放電部から10 cm下流に置かれたガラス基板上のイチゴ炭疽病の分生子 *Colletotrichum gloeosporioides* (*C. glo.*) の懸濁液に噴霧し, その発芽抑制効果について調べた. 放電部から照射対象に輸送される活性種の量や組成を変化させるため, 空気に加えて水を液送ポンプで放電部に導入した. また, 噴霧ガス中の組成分析のため, FT-IRにより噴霧ガスの吸光度を計測した. 懸濁液のような液中に溶解化学種は, 100 mLの精製水に対し空気プラズマを同様に照射し, イオンクロマトグラフおよび試験試薬を用い過酸化水素と硝酸系イオンの計測を行った.

図2に空気プラズマ照射によるイチゴ炭疽病菌の発芽抑制効果を示す. 空気プラズマの照射時間が30~90秒で顕著な発芽抑制効果が見られ, 放電部からの距離10 cmでも有意な効果が得られることがわかった. また, 空気に加え水を放電部に流入させることで発芽抑制効果が高まり, 水導入が無い場合と比較すると半分以下の照射時間で同等の発芽抑制効果が得られることがわかった.

水導入量の増加に伴い変化する噴霧中活性種をFT-IRにより調べたが, 噴霧ガス中のオゾンや亜酸化二窒素の水導入に対する変化は小

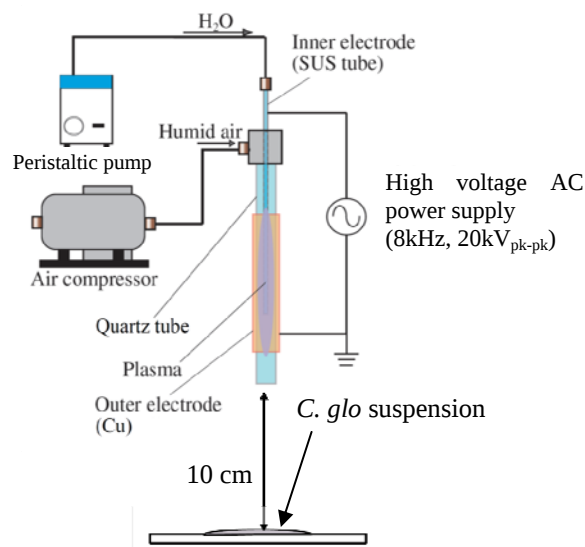


Figure 1. Experimental apparatus for germination suppression of *C.glo* with air/water atmospheric pressure plasma.

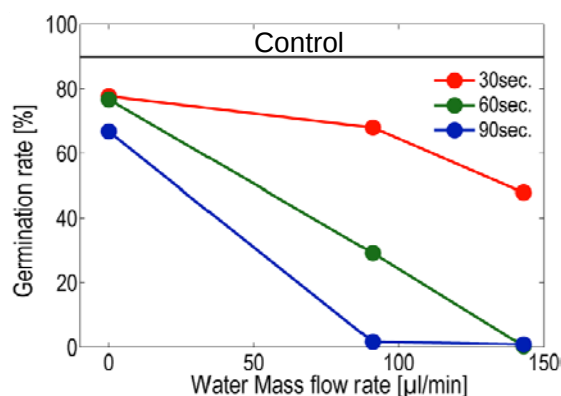


Figure 2. Germination suppression effect by air/water plasma exposure to *C.glo.* conidia suspension.

さく (図3), 発芽抑制効果との相関は見られなかった. その一方で, 液中に輸送された過酸化水素や硝酸系イオンの濃度は水導入量に対し単調に増加しており (図4) 発芽抑制効果との関連が示唆される. しかしながら, 同程度の濃

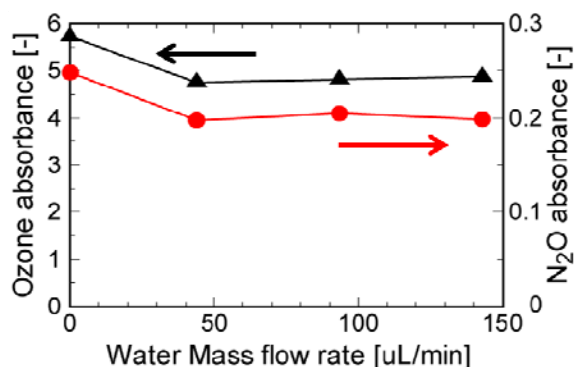


Figure 3. Ozone and N₂O infrared absorbance depending on water mass flow rate.

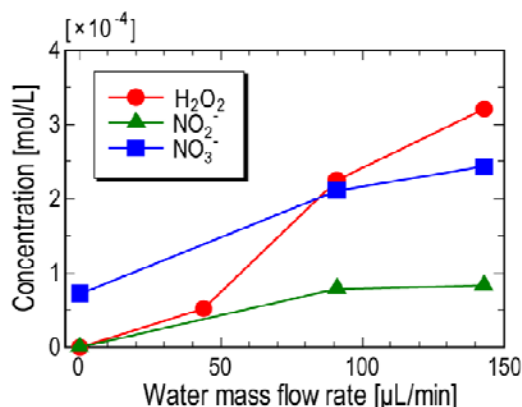


Figure 4. Control of chemical species by water injection flow rate, trapped at 10 cm downstream of the discharge tube exit with 100 mL distilled water.



Figure 5. Verification test of air/water atmospheric pressure plasma spray for sterilization in strawberry farmhouse.

霧でいちごを栽培できることが分かった。また、収穫量を比較したところ、プラズマ噴霧によって約 10%の増量が確認された。従って、適切なプラズマ噴霧条件において、通常栽培と比べて品質の劣化がなく、収穫量が増加傾向を示し、灰色カビ病等の病気の発生の程度も抑えられていることを実証できた。

さらに、プラズマ噴霧による養液への影響を調べたところ、硝酸イオンと亜硝酸イオンが増加していることが明らかとなり、これらのイオンは殺菌効果があるとともに、肥料成分の窒素化合物であるため、プラズマ噴霧により、農薬とともに肥料の散布量も低減できることが分かった。また、土壌といちご炭疽病菌を混和した培地に対しプラズマ噴霧を行ったところ、表土の殺菌が確認された。これは土中の細菌バランスを崩さず、病気の感染源といわれる表土の殺菌・消毒ができることを示唆しており、プラズマ噴霧の無農薬栽培システムに有用な結果である。

講演では、いちご以外の農作物栽培への適用例についても紹介する予定である。

- [1] D.P. Park, K. Davis, S. Gilani, C.-A. Alonzo, D. Dobrynin, G. Friedman, A. Fridman, A. Rabinovich, and G. Fridman: Curr. Appl. Phys., **13** (2013) S19.
- [2] H. Konishi, R. Takada, T. Kato, T. Kaneko, S. Inawashiro, and N. Seo: Proceedings of Plasma Conference 2014, (2014) 19a-D1-3.

度の過酸化水素や硝酸では同等の発芽抑制効果は得られず、これらの活性種およびそれらを生成する活性種が反応して生成された新たな活性種が発芽抑制を引き起こしていると考えている。

これまでの実験室での結果をもとに、図 5 に示すように、宮城県山元町のいちごビニルハウス試験圃場にプラズマ噴霧装置を設置し、いちご苗へ断続的・継続的にプラズマ噴霧を行い、植物体への影響と病気の発生の割合を調べた。

多量のプラズマ噴霧では、殺菌効果が観測されたものの、副次的に発生するオゾンの影響と考えられる葉の枯死、黄変等の植物体へのダメージが見受けられた。従って、プラズマ噴霧条件を改善し、葉へのダメージを低減させるとともに、殺菌効果を維持できる条件を探索し、その条件で、約 5 か月にわたる実地試験を行った。その結果、プラズマ噴霧の有無で病気の発生割合の差異が確認され、農薬なしでもプラズマ噴