

植物への大気圧低温プラズマ照射効果と細胞内初期応答反応の解析

Impact of cold atmospheric pressure plasma irradiation and immediate intracellular responses in plants



東京理科大・総合研究院¹、九大・シス情²、東京理科大・創域理工・生命生物科学³

○(PC) 坪山祥子¹、奥村賢直²、長岡幸穂³、北村佳のん³、中橋侑久³、古閑一憲²、白谷正治²、
朽津和幸^{1,3}

RIST, Tokyo Univ. of Sci.¹, ISEE, Kyushu Univ.², Appl. Biol. Sci., Tokyo Univ. of Sci.³

°(PC) Shoko Tsuboyama¹, Takamasa Okumura², Yukiho Nagaoka³, Kanon Kitamura³, Tasuku Nakahashi³, Kazunori Koga², Masaharu Shiratani², Kazuyuki Kuchitsu^{1,3}

E-mail: kuchitsu@rs.tus.ac.jp; koga@ed.kyushu-u.ac.jp

植物への大気圧低温プラズマ照射が、種子発芽や植物体の成長を促進し得ることが報告されているが、その根底にある分子メカニズムは、ほとんど解明されていない。農業へのプラズマ技術活用を目指す上で、プラズマ発生装置により生成される活性種の植物に対する影響の細胞・分子レベルでの理解は極めて重要である。酸素呼吸や光合成の過程で副次的に生成される活性酸素種は、高い生体毒性を持つ。しかし、近年の研究から、活性酸素種は生体シグナル分子としても機能し、植物は厳密に制御しながら積極的に生成していることが明らかになってきた。

我々は、プラズマ発生装置由来のどの因子が、どのようなメカニズムで植物に作用するか、の解明を目指して、分子細胞生物学的解析が容易なモデル植物ゼニゴケを中心に、様々な植物材料へのプラズマ照射実験を行っている。スケラブル DBD (SDBD) プラズマ装置を用いてゼニゴケの無性芽にプラズマ照射したところ、高電力でのプラズマ照射は成長を抑制する一方で、低電力照射では成長促進が見られ¹、ゼニゴケはプラズマ照射による栄養成長への影響を解析するための実験モデルとして有用と考えられた¹。また、顕微鏡下でのプラズマ照射が可能な小型のペン型 DBD (PDBD) プラズマ装置を用いたライブ蛍光イメージング実験系を立ち上げ、植物細胞の初期応答を解析したところ、プラズマ照射直後に植物細胞内に H₂O₂ が取り込まれ、その直後に Ca²⁺ チャンネルを介した細胞質の Ca²⁺ 濃度上昇が誘導されることが明らかとなった²。これらの実験系を基盤にして、他の植物材料への応用や、プラズマ装置由来因子を分けて植物に処理した時の応答を比較することで、プラズマ照射による植物の成長促進および抑制を支配する分子メカニズムを解明し、これらの効果に関与する因子の同定に向けて研究を進めている。

1. Tsuboyama[†], Okumura[†], Attri, Koga*, Shiratani & Kuchitsu* (2024) “Growth control of *Marchantia polymorpha* gemmae using nonthermal plasma irradiation.” *Sci Rep* 14: 3172, [†]equally contributed
2. Tsuboyama, Okumura, Watanabe, Koga*, Shiratani & Kuchitsu* “Real-time live imaging of cytosolic reactive oxygen species and Ca²⁺ of *Marchantia polymorpha* gemmalings reveal immediate initial responses of plant cells triggered by nonthermal plasma irradiation.”

https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4822288