



報道機関 各位

2022年8月1日

東北大学大学院農学研究科
東北大学大学院工学研究科

プラズマ技術を利用した植物免疫の活性化 ～環境負荷の少ない植物病害防除技術の開発に期待～

【発表のポイント】

- ・プラズマ技術を用いて空気を材料として生成した N_2O_5 (五酸化二窒素) ガスを植物(シロイヌナズナ)に処理することで、植物免疫のうちジャスモン酸とエチレンを介したシグナル伝達経路が活性化されることを明らかにしました。
- ・ N_2O_5 ガスを処理した植物では、灰色かび病菌やキュウリモザイクウイルスの感染が抑制されることを示しました。
- ・ N_2O_5 は水に溶解すると硝酸肥料にもなり、環境負荷の小さい持続可能な農業生産へ展開されることが期待されます。

【概要】

活性窒素種は植物免疫をはじめ、様々な生理現象に重要な機能をもつ反応性の高い物質です。 N_2O_5 は活性窒素種の一つですが、従来は合成およびその保管に技術的課題があり、生物に対する生理作用がほとんど知られていませんでした。

東北大学大学院農学研究科・食と農免疫国際教育研究センターの安藤杉尋准教授、高橋英樹教授、宮下脩平助教および、同大学院工学研究科・非平衡プラズマ国際研究センターの金子俊郎教授、高島圭介助教、佐々木渉太助教らの研究グループは、プラズマ技術を用いた新たな植物病害抑制法を示しました。

金子教授らのグループはプラズマ技術を利用し、高濃度 N_2O_5 ガスを生成できる装置の開発に成功しました。そこでこの装置を利用し、安藤准教授と高橋教授のグループが N_2O_5 ガスの植物免疫における機能を解析しました。その結果、 N_2O_5 ガス処理によって植物免疫に重要な生理活性物質であるジャスモン酸とエチレンのシグナル伝達経路が活性化され、灰色かび病菌やキュウリモザイクウイルスの感染・増殖が抑制されることが明らかになりました。

N_2O_5 はプラズマ技術を用いて空気のみから低電力で生成できます。また、生成された N_2O_5 は水に溶けると、植物に肥料成分として利用される硝酸(HNO_3)に速やかに変化します。本研究成果は、環境負荷の少ない次世代の植物病害技術として期待されます。

本研究成果は、2022年6月24日に米国 Public Library of Science 社が発行する科学誌 PLoS ONE に掲載されました。

【詳細な説明】

プラズマとは固体、液体、気体に次ぐ第4の物質の状態であり、「電離した気体」と考えられる物質の状態を表します。金子教授らの研究グループは空気に高電圧をかけることでプラズマを発生させ、高濃度の N_2O_5 ガスを生成する装置の開発に成功しました。これまでに N_2O_5 ガスを効率的に発生させる技術はなく、 N_2O_5 ガスが植物など生体に与える影響はほとんど分かっていません。 N_2O_5 は活性窒素種の一つで非常に反応性の高い物質です。活性窒素種は植物の防御応答(植物免疫)においてシグナル伝達物質として重要な役割を持つことが知られているため、安藤准教授と高橋教授のグループでは、植物に N_2O_5 ガスを処理することで植物免疫を活性化し、病害抵抗性を高めることができるのではないかと考え研究を行いました。

N_2O_5 ガスを植物(シロイヌナズナ)の生育に悪影響を与えない条件で処理し、その後の遺伝子発現の解析をしたところ、植物免疫において重要な役割をもつ植物ホルモン(生理活性物質)であるジャスモン酸とエチレンのシグナルに関連する遺伝子発現が活性化されていることが明らかになりました。これらの中には、抗菌性物質の生合成に関連する遺伝子や抗菌性ペプチドの遺伝子が含まれていました。そこで、実際に植物の病害抵抗性が增強されていることを確かめるために、 N_2O_5 ガスを処理した植物に灰色かび病菌(カビの仲間)やキュウリモザイクウイルスを接種したところ、 N_2O_5 ガスを処理していない植物に比べて病原体の感染・増殖が抑制されることが明らかになりました。これらの病原体の抵抗性にはジャスモン酸やエチレンが関与していることが既に知られており、 N_2O_5 ガスはこれらのシグナルを強化することで病害抵抗性を增強したと考えられます。

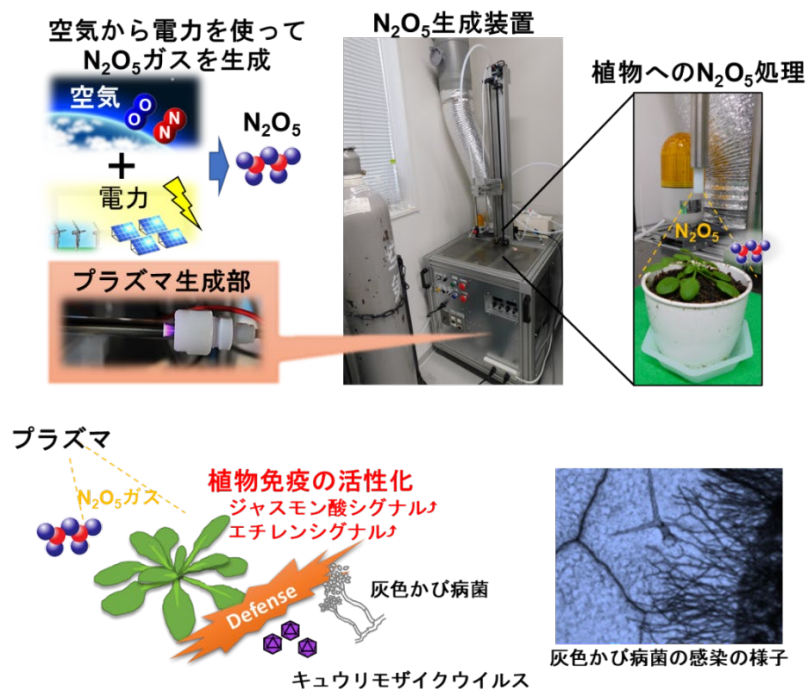


図. 上段:プラズマを用いた N_2O_5 生成と植物への処理のイメージ。

下段: N_2O_5 ガスを処理した植物における病害抵抗性誘導のイメージ。写真は葉の組織に菌糸が感染している様子(右側から)。 N_2O_5 ガス処理によってこの菌糸の伸展が抑制されます。

N_2O_5 ガスの生成は空気のみを材料とし、低電力で可能です。また、 N_2O_5 ガスは水に溶解すると速やかに硝酸に変化します。硝酸は植物が肥料成分として利用可能であることから、本技術の応用による植物病害防除は環境負荷が小さく持続可能な農業体系の構築に貢献できる可能性があります。今後、実用化を目指して装置や実験系の改良をしていく予定です。

本研究成果は、2022年6月24日に米国 Public Library of Science 社が発行する科学誌 PLoS ONE に掲載されました。

【研究支援】

本研究は「新領域創成のための挑戦研究デュオ (Frontier Research in Duo (FRiD))、プラズマアグリ-機能性窒素を活用したサステナブルファーム-」、科研費 (15K07307, 20K06045, 26292022)、新学術領域研究(研究領域提案型)-ネオウイルス学 (16H06429, 16K21723, 16H06435)、研究拠点形成事業の支援を受けて行われました。

【論文情報】

雑誌名: PLoS ONE

タイトル: Activation of plant immunity by exposure to dinitrogen pentoxide gas generated from air using plasma technology

著者: 築館大輝¹、高島圭介²、佐々木渉太²、宮下脩平¹、金子俊郎²、高橋英樹¹、
安藤杉尋¹

1: 東北大学大学院農学研究科

2: 東北大学大学院工学研究科

DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269863>

【問い合わせ先】

(研究に関すること)

東北大学大学院農学研究科 食と農免疫国際教育研究センター
准教授 安藤杉尋

TEL: 022-757-4297

E-mail: sugihiro.ando.a2@tohoku.ac.jp (*を@に置き換えて下さい。)

〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

ホームページ: <https://www.agri.tohoku.ac.jp/ppathol/>

(報道に関すること)

東北大学大学院農学研究科 総務係

TEL: 022-757-4003

E-mail: agr-syom@grp.tohoku.ac.jp (*を@に置き換えて下さい。)

〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1