



名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY

配布先:文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2026 年 10 月 27 日

報道機関 各位

イネ発芽過程のプラズマ照射が収穫期まで影響 ～酒米種子で成長促進効果を確認、作物栽培への応用に期待～

【本研究のポイント】

- ・酒造好適米（酒米）品種「山田錦」の発芽過程に着目し、吸水後の種子へプラズマ照射すると初期成長が促進された。この時、胚では成長に関与する植物ホルモン群の濃度が増加することが明らかとなった。
- ・これらのプラズマ照射種子を人工気象器“Smart Plant”で収穫期まで生育すると、発芽時にみられた成長促進効果がその後の生育段階にもみられ、出穂時期にも影響することが示された。
- ・低温プラズマ処理^{注 1)}は、新たな種子プライミング^{注 2)}法として農業への応用が期待される。

【研究概要】

近年、大気圧低温プラズマ(低温プラズマ)を医療・農業などのバイオ分野へ応用する研究が盛んに行われており国内外から注目されています。名古屋大学低温プラズマ科学研究センターの堀 勝 特任教授、田中 宏昌 教授、橋爪 博司 特任講師らの研究グループは、富士通クライアントコンピューティング株式会社（FCCL）との共同研究で、水稻栽培における低温プラズマ処理が玄米の収量や品質に有効であることを見出しています^{注 3)}。本研究では酒造好適米(酒米)品種「山田錦」の種子発芽の過程に着目し、給水後の種子に低温プラズマを照射することにより初期成長が促進されることを見出しました。また、同大学大学院生命農学研究科や理化学研究所との連携により、胚においてサイトカイニンやオーキシンといった植物の成長に関与するホルモン群の濃度が増加することが明らかとなりました。さらに、それらを人工気象器で収穫期まで生育すると、発芽時にみられた成長促進効果がその後の生育段階にもみられ、出穂までの日数が短縮するなど、収穫期まで影響することが示されました。すなわち、発芽時の種子へのプラズマ処理がその後の生育にも影響を及ぼす可能性が示されました。これらの結果は、低温プラズマ処理が種子発芽のプライミングに有効である可能性を示すものです。今後、ICT 農業(スマート農業)^{注 4)}と大気圧低温プラズマ(低温プラズマ)^{注 5)}を融合することで、農作物の安定的な生産に向けた新たな農業技術への応用が期待できます。

本研究成果は、2026 年 8 月 4 日付学術誌「Scientific Reports」にオンライン速報版が掲載(最終版は 2026 年 10 月 5 日掲載)されました。

【研究背景】

現在、日本の農業では、気候変動に伴う気温上昇や豪雨などの気象条件の変化、就農人口の減少や高齢化などを背景として、農作物を安定して生産するための新たな農業技術が求められています。農作物の栽培において、その出発点となる種子の発芽や初期成長を安定化・促進することは重要であり、種子に水分、温度、植物ホルモンなどの処理を行う「種子プライミング」が従来から広く用いられてきました。一方で、近年ではICTやAI技術を活用して気象や作物の生育情報を収集・解析し、栽培環境を制御するスマート農業の導入も進められています。このような「種子・植物への処理技術」と「データに基づく栽培環境の制御」を組み合わせることで、農作物の安定的かつ持続可能な生産につながる事が期待されます。

名古屋大学低温プラズマ科学研究センターでは、ICT 農業(スマート農業)と大気圧低温プラズマ(低温プラズマ)技術とを融合した新たな先進農業技術の開発を目標として、2018 年より富士通クライアントコンピューティング株式会社(以下 FCCL)と共同研究を推進しています。プラズマの効果の実証のため、実験室内と農作物栽培の実際のフィールド双方を活用して検討を進めてきました。水稻栽培においては、大学院生命農学研究科との連携のもと、大学の試験水田(東郷フィールド, 愛知県東郷町)においてさまざまな品種や生育段階において低温プラズマ実証試験を行ってきました。食用米品種「あいちのかおり」のほかに代表的な酒造好適米(酒米)品種「山田錦」を対象として、水田に定植された幼苗に対してプラズマの直接照射とプラズマ活性化乳酸リンゲル液(PAL)^{注 6)}に浸漬する間接的処理の二つの方法で低温プラズマ処理を行った結果、玄米収量だけでなく登熟(実の成熟)が促進されるなど、生育とともに収量とその品質も向上することが示されました。山田錦では、日本酒製造の原料として重要とされる心白^{注 7)}の含有率(心白歩合)が増加することが明らかとなり、水稻栽培におけるプラズマの有効性が示されました。

このような背景から、本研究では水稻栽培の出発点となる種子の発芽過程に着目し、種子へのプラズマ照射による初期成長への効果とその生理的な変化を解析しました。さらに、プラズマ照射した種子を収穫期まで栽培することで、その後の生育への影響について検討しました。

【本研究の内容】

代表的な酒米品種である「山田錦」の種子を吸水後、胚を刺激するようにプラズマ照射を行いました(図 1)。照射口からの距離を 10 mm とし、5秒または 10 秒間照射した後、ミニプラント培養器内で発芽させると、発芽後の子葉鞘(しょうしょう)の長さが未照射(Ctrl)と比べて最大 1.87 倍となりました。同じく、粳穀(もみがら)を除いた玄米にプラズマ照射した場合でも同様の効果がみられました。すなわち、種子へのプラズマ照射によって初期成長が促進されることが示されました。また、この時の胚を用いて植物ホルモンを分析した結果、オーキシンやサイトカイニンといった細胞伸長や細胞分裂に関与する植物ホルモンとその関連物質の濃度が増加することが明らかとなりました。

これらのプラズマ照射した発芽種子をセラミクス土壤に植え、温湿度や光条件を制御し

たミニプラント培養器、さらに人工気象器“Smart Plant”内で生育を続けると、発芽時にみられた成長促進効果はその後の苗の生育においても観察されました(図2)。さらに、一般的な山田錦の栽培期間と同じくらいの日数となるように種まきから収穫までを21週として、12週後に長日条件(14時間日長)から短日条件(10時間日長)に日長条件を変更して栽培すると、5秒または10秒間プラズマ照射した種子から育った苗では、Ctrlと比べて出穂までの日数がそれぞれ5.3日、11.7日短縮されました(図3)。また、それぞれ出穂後40日で収穫したところ、玄米収量の低下はみられませんでした。



図1 大気圧プラズマ照射装置を用いた山田錦種子へのプラズマ処理と発芽のようす

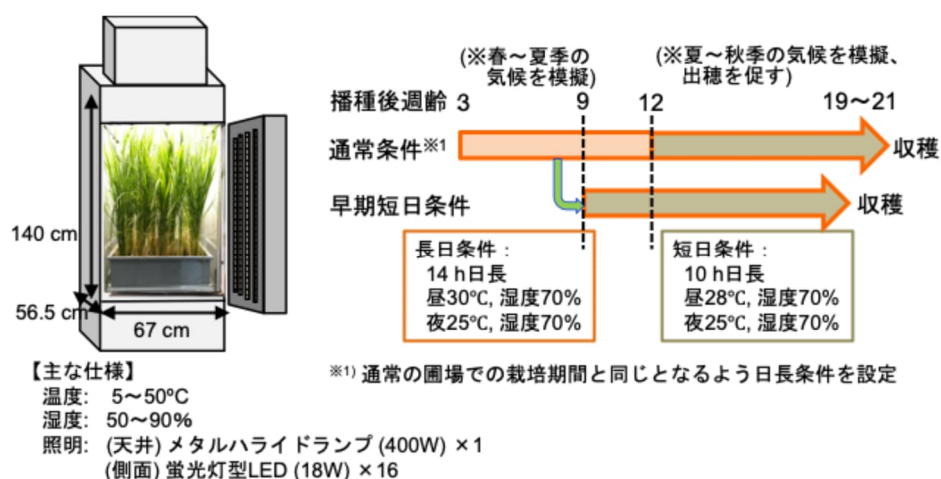


図2 人工気象器“Smart Plant”における栽培スケジュール

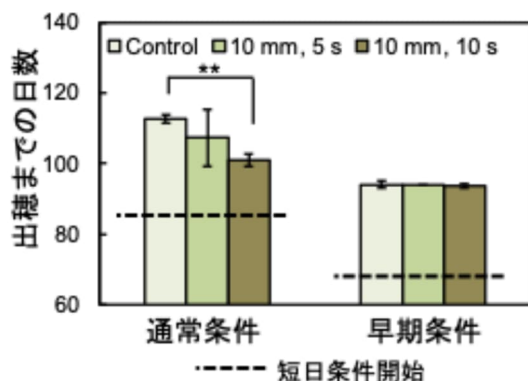


図3 種まきから出穂までの日数

【成果の意義】

本研究より、発芽期のイネ種子に対してプラズマ照射することによって初期生育が促進されるとともに、オーキシンやサイトカイニンといった植物の成長に関与するホルモン群の濃度が増加することが明らかとなりました。これらの結果から、低温プラズマ照射が胚の生理状態に変化を与え、初期成長の促進に関与した可能性が考えられます。現在、さまざまな植物の種子に対して低温プラズマ処理を行うことで発芽や初期成長が促進されることが世界中で報告され注目を集めています。一方で、その作用機序には不明な点も多く、本研究で得られた植物ホルモンに関する知見は、プラズマによる種子処理の作用を理解するための一助となると考えられます。また、これまで発芽や初期成長を促す種子プライミングには、水への浸漬や浸透圧処理、植物ホルモン処理、温度処理などさまざまな方法が用いられてきました。低温プラズマ処理も発芽における生理機能を刺激する新たな方法の一つと考えることができ、短時間で処理可能であることや外部から薬剤などを添加せずに処理できることが特徴として挙げられます。

さらに、プラズマ照射した種子を収穫まで生育可能な人工気象器“Smart Plant”で栽培した結果、発芽時にみられた成長促進効果が初期成長だけに留まらず、その後の生育にも影響する可能性が示されました。また、本研究の栽培条件では出穂時期が早まる一方で、玄米収量の低下はみられませんでした。このような栽培期間の変化を安定して再現できれば、気象条件に応じた栽培期間の調整など、農作物栽培への新たな応用につながる可能性があります。一方で、本研究の栽培試験は人工気象器内で限られた個体数を用いて行ったものであり、今後、作用機序の詳細な解析とともに、より多くの個体や実際の圃場での検証が必要です。今後、プラズマ照射と発芽、その後の生育に関するデータを収集・蓄積することで、ICT 農業に低温プラズマ技術を融合し、高品質な農作物の安定的な生産に役立つ新たな農業技術への発展が期待されます。

本研究は、FCCL との共同研究『プラズマのバイオ応用に関する研究』の支援のもとで行われたものです。

【用語説明】

注 1)低温プラズマ処理:

常温常圧下でのプラズマ生成の実現によって、生体へのプラズマ処理も可能となった。本研究で実施した、生体にプラズマを直接照射する方法(直接照射)のほかに、水や溶媒にプラズマ照射して調製されたプラズマ活性化溶液による処理(間接照射)といったさまざまなアプローチが可能であり、農業・医療などの分野へのプラズマ技術の応用が期待されている。

注 2)種子プライミング:

発芽前の種子にあらかじめ一定の処理を行うことで、発芽に関わる生理機能を活性化し、発芽やその後の初期成長を促す種子処理技術。

注 3)水稲栽培における低温プラズマ処理が玄米の収量や品質に有効である:

2023.9.26 プレスリリース

「低温プラズマ処理による酒米収量・品質の向上

～「ICT×プラズマ」を用いたスマート先進農業へ向けて～」

<https://www.nagoya-u.ac.jp/researchinfo/result/2023/09/-ict.html>

注 4)ICT 農業(スマート農業):

ロボット技術や情報通信技術 (ICT) を活用した農業技術のこと。ロボットの利用によって農作業が省力化・精密化され、また、気象や生育状況などのデータを活用・解析することで農作物の生育が予測され施肥や薬剤散布の最適化により収量や品質の向上が可能となる。これらの新しい技術は、従来の熟練就農者の経験に基づく栽培手法もデータ化することで後継者の育成、農業技術の継承も円滑化されると期待できる。

注 5)大気圧低温プラズマ (低温プラズマ):

プラズマは固体・液体・気体に続く物質の第4の状態といわれており、近年、電子温度に対しガス温度が常温 (に近い) 状態でプラズマを発生することが可能となった。これによりさまざまな産業への応用が進められている。

注 6)プラズマ活性化乳酸リンゲル液(Plasma-activated Ringer's lactate solution, PAL):

乳酸リンゲル液は、乳酸ナトリウムのほか NaCl, KCl, CaCl₂ の4成分から構成され臨床で使用される点滴液であり、プラズマ照射して調製された PAL を処理することで正常細胞にはダメージ無くがん細胞選択的に殺傷効果を呈することが明らかとなっている。植物に対しても PAL による成長促進効果が検出され PAL 処理によってイネの収量や品質に影響を与えることが明らかとなっている。

注 7)心白:

デンプン結晶化が不完全で白濁した構造が胚乳の中心部に見られるのを心白と呼び、これが高発現するのが酒米品種の特徴である。日本酒製造工程では麹菌との反応を円滑に進めるため心白が重要であり、特に大吟醸といった高品質な日本酒では50%以上まで精米することとなる。

【論文情報】

雑誌名:Scientific Reports

論文タイトル :Plasma irradiation of rice seeds activates embryo physiology and promotes growth throughout all developmental stages

著者:

Hiroshi Hashizume, Hidemi Kitano, Hiroko Mizuno, Akiko Abe, Mikiko Kojima, Yumiko Takebayashi, Genki Yuasa, Satoe Tohno, Hiromasa Tanaka, Yoji Hirose, Masaaki Mizuno, Hitoshi Sakakibara, Masayoshi Maeshima, and Masaru Hori

DOI: 10.1038/s41598-026-62909-1