

令和 7 年度 奈良女子大学研究推進プロジェクト経費研究報告書

奈良女子大学長 殿

研究代表者

所 属 ・ 職
氏 名生物科学領域・准教授
高塚大知

本年度の交付を受けた研究推進プロジェクト経費について、下記のとおり報告いたします。

申請区分	☐ (A) 多様な人材の協働による研究
	☒ (B) 一般研究
研究課題	植物の高温耐性を強化する化合物の社会実装を目指した基盤研究

1. プロジェクトの成果（研究推進プロジェクト経費が交付された期間に、この研究によって得られた新たな知見等の成果を、申請書の「研究目的、研究計画・方法」に対応させて記載すること。また、支出内訳との関係についても記載すること。）
2 ページ以内で記載してください。

昨今の急激な温暖化の進行が農業に及ぼす悪影響が、大きな問題となり始めており、高温環境下での作物生産を持続する技術開発は、喫緊の課題である。私は、化合物を投与することで植物の高温耐性を強化する「ケミカルブライミング」によって、これを実現したいと考えている。これまで私は、化学系研究者との異分野融合研究を通じて、「双性イオン液体(1 分子内に+とーチャージを両方有するイオン液体)」の一種(以降、化合物 A)が、モデル植物であるシロイヌナズナと嗜好品として価値の高いコーヒーの高温耐性を高める効果を持つことを見出してきた。しかし、社会実装を目指すうえで必須な「本化合物が遺伝子レベルでどのように植物の高温耐性を強化するのか?」「本化合物はどの範囲の植物種や器官に対して高温耐性を強化できるのか?」「本化合物はどのように植物に投与するのか効果的か?」という 3 つの重要課題が未解決である。本助成を受け、これらの課題を解決し、本化合物を基盤とした国際特許出願および奈良女子大学発のスタートアップ設立に向けた基盤の構築を目指す研究に取り組んだ。

<課題①>化合物 A が植物の高温耐性を強化する仕組みの解明

化合物 A をモデル植物であるシロイヌナズナに投与した後、植物の高温耐性獲得に重要な役割をもつヒートショックプロテイン関連遺伝子(*HSP* 遺伝子)がどのような変動を示すかを解析した。その結果、高温ストレスがかかっていない状態でも、一部の *HSP* 遺伝子の発現が化合物 A の投与により、有意に増加することが明らかになった。つまり、化合物 A の投与により、*HSP* 遺伝子が事前に発現することで、高温ストレスを受けた際に、素早く対応できる状態になっているため、高温耐性が高まる可能性が考えられた。しかし、化合物 A の投与による *HSP* 遺伝子の発現増加がそれほど劇的なものでなかったことから、化合物 A が作用する遺伝子群は別にあり、*HSP* 遺伝子の発現は二次的・三次的な影響を捉えている可能性がある。今後、化合物 A を投与した時の遺伝子発現の変化を網羅的に解析し、化合物 A のプライマリーな影響がどこに現れるのかを遺伝子レベルで解き明かしたいと考えている。

本助成金を用いて、本課題の推進に必要なマイクロチューブや分子生物学実験試薬を入手し、解析に供した。

＜課題②＞化合物 A による高温耐性強化が可能な器官および植物種の検討

当初の計画では、トマト(果実)・ジャガイモ(茎)・サツマイモ(根)などに対して、化合物Aの効果进行测试する予定であったが、栽培環境の問題で、ミズナ・レタス・ホウレンソウ・キャベツ・ネギに変更し、それらに加えて、当初の計画通り、チューリップを解析対象とした。その結果、化合物Aはミズナとレタスに対しては著しく高温耐性を高め、最大50%程度、生存率を高めた。一方、ホウレンソウ・キャベツ・ネギに対しては、化合物Aは顕著な効果を示さなかった。これらの結果から、同じ器官(葉)でも、植物種によって、化合物Aの効果の有無もしくは強弱が異なるという予想外の発見に至った。これは、既存製品同様、「すべての作物種に効くバイオスティミュラントが存在しない」ということを示唆するものである。今後、異なる分子構造の双性イオン液体で、化合物Aが効果を示さなかった作物種に対して効果を示すかを検証したい。

チューリップに関しては実験系の確立に成功し、現在、検証を進めている。高温ストレスに曝露したチューリップは、葉が融合してしまい、それが障壁となって、蕾が開花できないという異常を示すことが明らかになった。今後は化合物Aの投与によって、このような障害が解消されるかをテストしていきたい。

本助成で、チューリップの球根や培養土に加え、得られたデータを解析するためのオフィス機器を入手し、上述の成果に繋がった。

＜課題③＞化合物 A の効果的な投与方法の検討

これまで、利便性の観点から、根から化合物Aを吸収させる形での投与を行い、研究を進めてきた。しかし、将来的な農業の現場での利用を目指す上で、シャワーで撒き、葉から吸収させる「葉面散布」に対応可能なバイオスティミュラントであることが望ましい。そこで、化合物Aを溶かした水溶液をスプレー噴霧し、効果の有無をテストした。その結果、化合物Aの効果のひとつである一時的な植物の成長抑制が観察されたことから、噴霧した化合物Aが葉から吸収され、効果を発出している可能性が考えられた。更に、成長点に化合物Aを滴下した後、展開済みの葉においても成長抑制効果が観察された。このことから、成長点で化合物Aが吸収され、展開済みの葉に運ばれて効果を示した可能性が強く示唆される。これらの結果から、化合物Aが葉面散布可能なバイオスティミュラントとして利用できる可能性が期待される。今後は、葉面散布の適切な条件を検討し、植物が成長を停止しない濃度で化合物Aを散布し、高温ストレス耐性が強化されるかをテストしたい。

本助成を得て、純水作製に必要なキットや遠沈管一式を取りそろえることができた。

【その他の成果】

後述の特許出願だけでなく、本助成で得られた成果を基盤に、経済産業省管轄の中小機構のアクセラレーション事業・FASTARに採択された。また、JST 大学発新産業創出基金事業 スタートアップ・エコシステム共創プログラムスタートアップ創出プログラム「KSAC-GAP ファンド」ステップ1に採択され、更なる研究および事業開発の発展に向けた体制を構築することができた。

本助成を賜り、多くの成果を得ることができました。また、今後の研究の基盤を確立することもできました。心より感謝申し上げます。

(論文名，発表者，発表雑誌等，巻・号，発表年等)

該当無し(投稿準備中)

高塚大知、他3名「植物の高温ストレス耐性向上剤、植物の高温ストレス耐性向上用組成物、植物用培地、及び植物の高温ストレス耐性向上方法」(特願2026-043319)

3