2025 年度年次報告書

先端国際共同研究推進事業
【2024 年度採択　日米 Global Centers 共同公募　バイオ分野】

【研究課題名】
植物のレジリエンスを強化する国際研究センター

日本側研究代表者:
関 原明（理化学研究所 環境資源科学研究センター　チームディレクター）

日本側主たる共同研究者:
江面 浩（筑波大学 生命環境系　特任教授）
木下 俊則（名古屋大学 トランスフォーマティブ生命分子研究所　教授）
草野 都（筑波大学 生命環境系　教授）

米国 Seung Yon Rhee（ミシガン州立大学植物レジリエンス研究所　所長）
英国 Nicola J Patron（ケンブリッジ大学植物科学部門　准教授）
カナダ Olivia Wilkins（マニトバ大学生物科学研究科　准教授）
韓国 Tae-Jin Oh（サンムーン大学生命科学・生物工学研究科　教授）

1. 研究進捗状況と成果

本研究課題では下記 4 テーマの実施により、植物レジリエンスを強化する天然代謝産物・遺伝子・代謝経路を同定し、食糧・バイオマス生産、さらに健康向上や環境保全に結びつく植物科学研究を推進している。激動する国際情勢により想定外の事態が多発した中でも、本テーマに沿った国際頭脳循環を推進し、国際的視野を持つ若手研究リーダーの育成、当該分野での国際的研究拠点の形成を目指した研究を進めた。具体的には、植物へエタノール投与した光受容体フィトクロム A 欠損トマト（phyA 変異体）は高温ストレス耐性が向上することを発見した。2 ヶ月間 MSU に研究員 1 名を派遣し、トウモロコシやペニークレスを材料にエタノールを投与した研究を実施した。シロイヌナズナにて環境ストレス耐性に関わる新規エピジェネティック制御因子と遺伝子各 1 個を同定した（研究テーマ 1)。3 つのトマト重要形質変異体（超高 GABA、高カロテノイド、耐暑性）について、形質発現に関わる代謝物群を同定し、その分子機構のモデル構築のため、5 ヶ月間、学生 1 名が MSU に滞在し、試料のオミックス解析を行なった。その結果、高 GABA トマト果実への GABA 蓄積は、既知であるグルタミン酸から生成される経路に加えて、別経路からの生成も寄与していることが示唆された（研究テーマ 2)。孔辺細胞の細胞膜プロトンポンプの活性化を誘導し、気孔開口を促進する Mesophyll messenger の実体が光合成産物のショ糖であることを同定した研究を誌上に発表した。さらに、ショ糖の植物葉への散布により気孔開度が影響を受ける条件の探索やショ糖の細胞内での代謝物の同定を進めた。また、ケミカルスクリーニングで同定した気孔開度に影響を与える有力化合物について、3 ヶ月間 MSU に研究室メンバー2 名が滞在し、これらの化合物がペニークレスへの塗布により気孔閉鎖を誘導する条件確立に成功した（研究テーマ 3)。高温等の環境ストレス条件下で生育したダイズにおけるポットおよび圃場試験の土壌中に含まれる揮発性有機化合物（VOC）プロファイリングから、土壌の健全性を評価できるマーカー化合物同定のための圃場でのストレス実験系を確立させた。3 ヶ月間 MSU にて学生 1 名が、マイクロ波プラズマ原子発光分光分析装置（MP-AES）の測定技術を習得し、バルク土壌と比較していくつかの無機栄養素が根圏土壌中で有意に減少することを見出した（研究テーマ 4)。

2. 代表的な成果事例

1. Ahmed, R.A.H., et al. Application of 4-CPA or ethanol enhances plant growth and fruit quality of phyA mutant under heat stress. Sci Rep 15, 32388 （2025）. https://doi.org/10.1038/s41598-025-17929-8

概要:トマト phyA 変異体へのエタノール噴霧が、高温条件下で生育を促進させる効果を見出した。また、果実の糖度やビタミン C 含量、植物ホルモンや高温ストレス耐性関連遺伝子等の発現も増加させていた。

2. Li, Y., et al. Effect of climate conditions on the free and glycoside-derived volatile compounds in tomato cultivars. *Plant Biotechnology*, **42**, 475-483 （2025）.

概要:香りの良い家宝種を含む 13 品種のトマトを 3 年間栽培し、遊離型および配糖体由来の香気成分（VOC）の年次変動を解析した。VOC の蓄積に年次変動と日照時間の低下が関連する可能性が示唆された。

3. Kuwayama S., et al. The protein kinase inhibitor, tyrphostin AG126, and its derivatives suppress phosphorylation of plasma membrane H^+-ATPase and light-induced stomatal opening. *Plant and Cell Physiology*, **66**, 1020-1029 （2025）.

概要:気孔開口の駆動力を形成する細胞膜 H^+-ATPase の活性化に必要な C 末端のリン酸化を阻害する化合物のスクリーニングを進め、AG126 を同定した。AG126 は光による気孔開口も強力に阻害した。構造改変により、IC50 が 2.0 μM となる誘導体 AGD-1 の作出に成功した。