

環境変動に対する植物の頑健性の解明と応用に向けた基盤技術の創出
2017 年度採択研究代表者

2021 年度 年次報告書

宇賀 優作

農業食品産業技術総合研究機構 作物研究部門・グループ長／東京農業大学 国際農業開発学
科・客員教授／鳥取大学 乾燥地研究センター・客員教授

ROOTomics を利用した環境レジリエント作物の創出

§ 1. 研究成果の概要

干ばつなどの不良環境で持続的な食料生産を達成するため、本研究では根系を含めたマルチオミクスデータ(ROOTomics)を用いて環境ストレスに頑健な根系を持った作物(環境レジリエント作物)の開発を目指している。本年度は以下の主な成果を得た。

課題 1) X 線 CT 装置を利用した根系の三次元非破壊計測プラットフォームの開発

単子葉植物向け根系可視化プラットフォームの自動化を目指し、時系列の X 線 CT 画像から根系の経時的発達をベクトル化するソフトウェアを開発した。双子葉植物向けの根系可視化プラットフォームを構築するため、X 線 CT 画像からダイズの根系や根粒を抽出するソフトウェアを開発した。

課題 2) 多環境での根系を含めた植物体全体の表現型および遺伝子発現データ取得とデータベース化

水稲と陸稲由来の解析集団に加え、イネ・コアコレクションを対象に干ばつ下でのフェノームおよびトランスクリプトーム解析を実施した。また、簡便にデータ解析できるデータベース構築のため、システム設計とプロトタイプ製作を開始した。同時に、データを可視化できるソフトウェアのプロトタイプ製作を開始した。

課題 3) ROOTomics をベースとした環境ストレスに頑健な根系モデルの構築

栽培計測プラットフォームを用いて干ばつに頑健な根系モデルの再現性および干ばつストレスバイオマーカーの汎用性を検証した。その結果、モデルが提示した根系可塑性の有無が干ばつ時の地上部生育に関与することを確認した。バイオマーカー遺伝子の発現量を指標として干ばつストレスに脆弱な系統および頑健な系統を選抜できる可能性が示された。

課題 4) 根系モデルのフィールド実証とキー遺伝子の同定によるモデルの精度向上

フィールドオミクス解析から干ばつ耐性に関与すると予想された根系キー遺伝子群の機能解析を進めた。浸透圧ストレス下の根端に対し RNA-seq、smRNA-seq、ATAC-seq を実施したところ、対象遺伝子群は転写レベルでの抑制を受けることが明らかになった。

§ 2. 研究実施体制

(1)「宇賀」グループ

- ① 研究代表者:宇賀 優作 (農研機構作物研究部門 グループ長)
- ② 研究項目:根系フェノーム解析ならびに根系モデルの構築とその実証
 - ・イネ解析集団およびイネ・コアコレクションからの地上部・地下部フェノームデータの取得
 - ・オミクスデータを用いた根系モデルの構築
 - ・根系モデルの検証

(2)「七夕」グループ

- ① 主たる共同研究者:七夕 高也 (かずさDNA研究所先端研究部 研究員)
- ② 研究項目:根系の三次元非破壊計測プラットフォームの開発およびデータベース構築
 - ・栽培制御ユニットの機能向上
 - ・計測プラットフォームの機能向上
 - ・モデル構築をサポートするデータベース開発

(3)「川勝」グループ

- ① 主たる共同研究者:川勝 泰二 (農研機構生物機能利用研究部門 上級研究員)
- ② 研究項目:ストレスバイオマーカーの開発および環境レジリエント・キー遺伝子の同定
 - ・高温ストレスバイオマーカーの同定
 - ・イネ解析集団からのトランスクリプトームデータの取得
 - ・環境レジリエント・キー遺伝子の同定

【代表的な原著論文情報】

- 1) iPOTs: Internet of Things-based pot system controlling optional treatment of soil water condition for plant phenotyping under drought stress, *The Plant Journal*, 107: 1569–1580, 2021
- 2) RSAtrace3D: robust vectorization software for measuring monocot root system architecture, *BMC Plant Biology*, 21: 398, 2021
- 3) The transcriptomic landscapes of rice cultivars with diverse root system architectures grown in upland field conditions, *The Plant Journal*, 106: 1177–1190, 2021