

宇賀 優作

農業食品産業技術総合研究機構 次世代作物開発研究センター・上級研究員／東京農業大
学 国際農業開発学科・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

近年、地球規模の環境変動により世界中で干ばつや土壌荒廃が起こっている。このような不安定な不良土壌環境で持続的な食料生産を達成するため、本研究では根系も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)の開発をめざす。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

本課題では、①土壌の干ばつおよび高温ストレスを再現できる栽培制御ユニットが完成した。本装置の特徴は、土壌水分および地温計測センサを個々の栽培ポットに取り付け環境データを取得できるとともに、土中の水分と温度を制御できる点にある。また、

②3D 画像から根系を抽出する

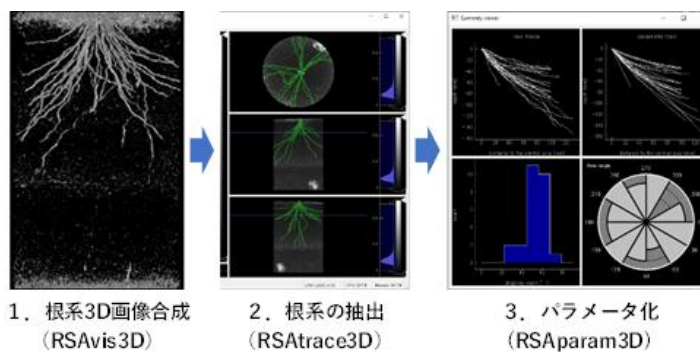


図 1. 半自動化した 3D 根系画像解析パイプライン

プログラム(RSAttrace3D)と根の形をパラメータ化するプログラムを(RSAparam3D)を開発した(図 1)。昨年度の成果と併せ CT 画像から根の形を数値として評価できるパイプラインが完成した。

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

本課題では、根系モデル構築のため、乾燥ストレス下でのフェノーム解析を実施した。栽培プラットフォームで乾燥条件を再現し、水稻品種 IR64 と陸稲品種 Kinandang Patong (KP) の遺伝解析集団の地上部・地下部形態データを収集した。両親の根系を比較したところ、乾燥ストレスに対する根の可塑性が水稻と陸稲で異なることが分かった(図 2)。

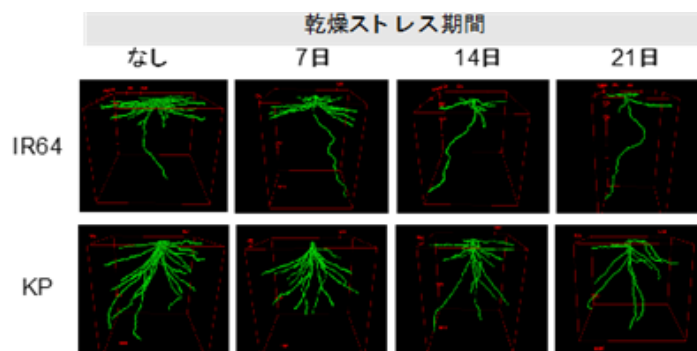


図 2. 乾燥ストレスに対する根の経時的な変化
播種後 28 日目のイネの根系イメージ

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

本課題では、①根系モデルを構築するため、CT 画像から得られた数値データを根長密度モデルに適用し、水稻と陸稲の乾燥ストレス時における根の可塑性を記述した。また、②頑健性の評価に用いるため、乾燥ストレスに曝された植物体のトランスクリプトーム解析を実施し、乾燥ストレスバイオマーカー候補を選定した。

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

本課題では、フィールドでの根系モデル検証のための画像解析プログラムの開発、フィールドオミクスユニット解析からの環境頑健性に関与する根系キー遺伝子の同定を進めた。

【代表的な原著論文】

1. Tsuyoshi Tanaka, Ryo Nishijima, Shota Teramoto, Yuka Kitomi, Takeshi Hayashi, Yusaku Uga and Taiji Kawakatsu, "De Novo Genome Assembly of the indica Rice Variety IR64 Using Linked-Read Sequencing and Nanopore Sequencing", G3, vol. 10, pp.1495-1501, 2020.
2. Shota Teramoto, Yuka Kitomi, Ryo Nishijima, Satoko Takayasu, Natsuko Maruyama and Yusaku Uga. "Backhoe-assisted monolith method for plant root phenotyping under upland conditions" Breeding Science, vol. 69, 508-513. 2019.

§ 2. 研究実施体制

(1)「宇賀」グループ

- ① 研究代表者:宇賀 優作 (農研機構次世代作物開発研究センター 上級研究員)
- ② 研究項目:根系フェノーム解析ならびにフィールドにおける根系モデルの実証
 - ・干ばつストレス条件下における根系のフェノーム解析
 - ・深層学習と塹壕法によるフィールドにおけるイネ根系多様性解析

(2)「林」グループ

- ① 研究代表者:林 武司 (農研機構次世代作物開発研究センター ユニット長)
- ② 研究項目:ROOTomics データベースを利用した根系モデルの構築
 - ・根長密度モデルによる根系形態と乾燥ストレスとの関連性解析
 - ・ポータルサイト ROOTomics database の開発

(3)「七タ」グループ

- ① 研究代表者:七タ 高也 (かずさDNA 研究所先端研究部 研究員)
- ② 研究項目:根系フェノーム解析ならびにフィールドにおける根系モデルの実証
 - ・栽培プラットフォームの開発
 - ・地下部計測プラットフォームの開発

(4)「川勝」グループ

- ① 研究代表者: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:根系フェノーム解析ならびにフィールドにおける根系モデルの実証
 - ・乾燥ストレスバイオマーカー候補の探索
 - ・環境レジリエンス・キー遺伝子の同定