

岩田 洋佳

東京大学大学院農学生命科学研究科
准教授

植物環境応答のモデル化に基づく発展型ゲノミックセレクションシステムの開発

§ 1. 研究成果の概要

環境変動下で安定した食料生産を行うには、不良環境における生産性を向上させることが重要である。本研究では、環境適応型品種を迅速に開発するシステムを開発する。畑で生長するダイズについて、地上部と根の生長、生理状態(栄養素、代謝産物)を計測し、水分ストレスへの応答を遺伝と環境の両面からモデル化する。モデルに基づくシミュレーションにより最適なゲノム構成と交配計画を導出し、品種開発の高速化を実現する。

本プロジェクトでは、雨の多い日本で大規模干ばつ試験を実施できるシステムを構築したが、本年度も同システムを用いて干ばつ試験を行い、同試験をもとに計測技術の開発、計測データの収集、収集データをもとにしたモデル化に取り組んだ。

計測技術の開発の一つは、圃場内を自動走行してデータ収集をすることができるカートの開発である。このカートに、様々な波長帯の画像撮影を可能にするマルチスペクトルカメラを搭載することで、試験されている数千個体についてのマルチスペクトルデータを経時的に集めることができるようになった。なお、こうして得られたマルチスペクトルデータから、収穫時の植物体のバイオマスを予測するモデルを開発した結果、早期に収穫時バイオマスを予測できることが明らかになった。また、ドローンを使ったリモートセンシングによって収集されるデータを入力として深層学習を行うことで、リモートセンシングデータをもとに植物体の重さを非破壊で予測することが可能となった。同手法を用いることにより、これまで草丈や上から見た面積(被植面積)をもとに評価していた植物体の成長を、重さという指標をもとに評価することが可能となる。

収集されたデータの解析をもとに、以下のことが可能となった。まず、葉に含まれる元素濃度をもとに、植物の環境応答や遺伝機構の解析ができることがわかってきた。例えば、異なる水分条件下で栽培されている植物のバイオマスを、元素濃度をもとに予測できることがわかった。また、元素濃度と遺伝子発現の関連を解析した結果、両者をつなぐ鍵となる遺伝子があることがわかった。また、根系の構造・形態の画像解析を行った結果、乾燥ストレスがかかると根系の形態が変化することが

わかり、さらに、ゲノムデータとの関連解析をもとにその形態変異を司る候補遺伝子領域を明らかにすることができた。また、植物個体ごとに灌水量を制御・記録できる屋内システムを用いて栽培試験を行い、これまでに蓄積されたデータをもとに、バイオマスを予測するモデルを構築した。その結果、環境データとゲノムデータから最終的なバイオマスを予測するモデルを構築することができた。

今後は、引き続き計測システムの開発を進め、これまでは難しかった計測を可能とするとともに、得られたデータをもとに、干ばつという不良環境でのダイズ植物体の振る舞いを予測するモデル化を進め、それにより、植物の品種改良や栽培管理を効率化する方法として発展させていきたい。

§ 2. 研究実施体制

(1) 東京大学グループ

- ① 研究代表者: 岩田 洋佳 (東京大学農学生命科学研究科 准教授)
- ② 研究項目
 - ・ ドローンリモートセンシングと自動走行カートを用いたフェノミクス技術の開発
 - ・ イオノーム解析を用いた栄養状態の評価
 - ・ マルチオミクスデータの統合的モデル化

(2) 名古屋大学グループ

- ① 主たる共同研究者: 中園 幹生 (名古屋大学大学院生命農学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・ 鳥取大学乾燥地研究センター圃場の乾燥区と灌水區で栽培したダイズ系統の根系計測
 - ・ 根系形質における GWAS を行うためのプラットフォームの構築

(3) 筑波大学グループ

- ① 主たる共同研究者: 津田 麻衣 (筑波大学生命環境系 助教)
- ② 研究項目
 - ・ 制御環境下におけるダイズ遺伝資源の水分ストレス応答に関する遺伝変異の把握および水分ストレス耐性ダイズのゲノムデザインの実現と評価

(4) 理研グループ

- ① 主たる共同研究者: 平井 優美 (理化学研究所環境資源科学研究センター チームリーダー)
- ② 研究項目
 - ・ 水分ストレス条件で栽培したダイズ遺伝資源のメタボローム・メタメタボローム評価

(5) 農研機構チーム

- ① 研究代表者: 加賀 秋人 (次世代作物開発研究センター ユニット長)
- ② 研究項目:
 - ・ 水分ストレス耐性ダイズのゲノムデザインの実現と評価

(6) 鳥取大学グループ

- ① 主たる共同研究者: 辻本 壽 (鳥取大学乾燥地研究センター 教授)
- ② 研究項目
 - ・ 砂丘土壌圃場における干ばつ試験システムを用いた栽培試験実施
 - ・ 組換え近交系の栽培試験の実施