

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す。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します。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します。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します。

30 年度は、29 年度に構築した屋外で干ばつ試験を行うための新システムをもとに栽培試験を行いました。同システムは防水マルチと点滴灌漑を組合せたシステムで、鳥取大学乾燥地研究センターの圃場の土壌特性(砂質)と組み合わせることで、植物に効果的に干ばつストレスをかけることができます。栽培試験では、干ばつストレスに応答して成長する植物を計測・評価するために、ドローンやマルチスペクトルカメラを用いたリモートセンシングのための手法開発、植物の内的な状態を調べるための葉に含まれる元素解析の高効率計測法の開発を行いました。また、安価かつ正確にマルチスペクトル解析を行うためのシステムの開発も行いました。なお、開発されたシステムは、太陽光の条件に大きく左右されることなく、安定してマルチスペクトル解析が行え、研究用だけでなく、営農における栽培管理の効率化(施肥のタイミングや量の最適化など)にも利用できると考えられます。さらに、自動に走行して植物の画像を収集ができるカートも開発しました。これにより、30 年度までは人力でカートを押して行っていた近接リモートセンシングを、少ない労力で効率的に行えるようになりました。なお、同自動走行カートについても、様々な装備を拡張的に実装できるため、営農の効率化にも利用できると考えられます。

上述した新たに開発した手法も用いて、干ばつ条件下で栽培されている 200 系統のダイズの遺伝資源を、様々な側面(地上部の形態特徴、根系の形態特徴、葉に含まれる元素の種類と量、代謝物の種類と量など)から計測して、計測データの蓄積と解析を行いました。なお、解析に用いた遺伝資源 200 系統については、次世代シーケンサーによる解析を実施し、全ゲノム配列を明ら

かにしました。これにより、干ばつ条件下で栽培されたときの植物の特性と、ゲノム配列内に見られる変異の間にある関連を解析し、その特性を支配している遺伝子の位置や働きを調べることが可能となりました。また、交配や選抜によってゲノム配列を変化させると、どのような特性をもつ植物が得られるかも予測できるようになると期待されます。

なお、こうして得られたデータを互いに関連付けて解析することにより、干ばつ試験で栽培されている植物の特性間、あるいは、特性と遺伝子間の関係がいくつか明らかになりつつあります。例えば、ゲノム配列内にある変異のデータに加えて、元素の種類と量のデータ、リモートセンシングで得られた成長関連形質のデータをもとに、干ばつストレス条件下での生育の良さを予測するモデルを構築しました。このモデルを用いると、ゲノム配列内にある変異だけから予測した場合よりも高い精度で生育の良さを予測できます。また、元素の種類と量のデータ、リモートセンシングで得られた成長関連形質のデータのいずれについても、生育の早期に生育の良さを予測できることが分かりました。なお、ここには示せませんが、その他にも様々な特性について、ゲノム配列内にみられる変異や他の特性との関連が紐解かれつつあります。今後は、こうした開発・計測・解析をさらに発展させていくことにより、ダイズの干ばつストレス下における生育を予測するシステムの開発を進めていきます。

## § 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 (東京大学大学院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など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
- ・ ダイズ遺伝資源の全ゲノム配列データの取得と解析
- ・ 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: 澤田 有司 (理化学研究所環境資源科学研究センター、研究員)

② 研究項目

- ・ 乾燥ストレス関連のメタボローム評価とそのゲノムワイド DNA 多型との関連解析

### (5) 農研機構チーム

① 研究代表者: 加賀 秋人 (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:

- ・ 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
- ・ 植物組織片の  $\delta^{13}\text{C}$  同位体比解析による乾燥ストレス状態の評価

- ・ 作期移動による影響を観察する栽培試験の実施