

明石 良

宮崎大学農学部
教授

大規模画像データに基づくゲノムと環境の相互作用を考慮した
成長予測モデルの構築

§ 1. 研究成果の概要

遺伝子型(G)×環境要因(E)の相互作用は植物の頑健性の解明に欠かせない重要な要因であるが、その計算の難しさから網羅的な解析がなされていない。そこで本研究では、新たに開発する解析手法で経時的な画像データから植物の成長変化を抽出し、全ゲノム配列データと比較することで、遺伝子型(G)値、表現型(P)値および環境要因(E)値間のすべての相互作用に基づくモデルを構築し、形質値を予測する一連のシステム開発を行うことを目的とする。

今年度は、前年度に整備した温室および圃場にて本格的な植物栽培試験と、撮影システムを用いた大規模画像データの取得を行った。温室では、栽培ポット撮影装置を用いて、ダイズコアコレクション 95 系統を約 1 週間間隔で経時的に撮影した。このデータを用いて独自にチューニングした 3D モデル構築プログラムにて、高精度 3D モデルを構築した。このモデルは、これまでのものよりノイズを飛躍的に低減させ、高精細なモデルを構築することに成功している。



圃場では、宮崎大学、東北大学、かずさ DNA 研究所の 3 地点においてダイズとミヤコグサを栽培し、手押し式画像撮影システムを用いてダイズコアコレクション 95 系統およびミヤコグサコアコレ

クシオン 60 系統の大規模画像データを取得した。ダイズにおいては、表現型環境値(PE)を決定するうえで必要となる Phytomer 単位でのダイズの形態情報について実測値を収集した。ミヤコグサにおいては、前年度に独自開発した画像解析ソフトウェアを用いて花面積、葉面積などの形質値を抽出し、表現型データを取得した。

ダイズの遺伝子型情報に関しては、CREST 岩田チームとの共同で、形質評価を実施しているダイズ 95 系統を含むコアコレクション 198 系統の配列変異検出を実施した。検出された配列変異は予測モデルの作成に利用する予定である。

予測モデルを構築する解析システムの開発については、遺伝子型(G)と環境要因(E)およびその相互作用($G \times E$)を入力するとミヤコグサやダイズをはじめとする植物の成長に関する表現型(草丈や葉長あるいは開花始日など)を出力する予測式を、観測データからコンピュータによって生成するシステムを開発している。このプログラムにて、生成した予測式で使われている要因を検証することによって、植物の成長に関するメカニズムを探ることが可能となる。これらの取り組みにより、植物がさまざまな環境に置かれた場合にどのような表現型となるかを仮想的に評価する仕組みの実現を目指している。

【代表的な原著論文】

1. Takanari Tanabata, Atsushi Hayashi, Nobuo Kochi and Sachiko Isobe, “Development of a Semi-Automatic 3D Modeling System for Phenotyping Morphological Traits in Plants”, IECON 2018 – 44th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, Washington, DC, 2018, pp. 5439–5444.
2. Nobuo Kochi, Takanari Tanabata, Atsushi Hayashi and Sachiko Isobe, “A 3D Shape-Measuring System for Assessing Strawberry Fruits” International J of Automation Technology, 12(3) pp. 395–404, 2018

§ 2. 研究実施体制

(1)「明石」グループ

- ① 研究代表者:明石 良 (宮崎大学農学部 教授)
- ② 研究項目
 - ・温室栽培ダイズ 95 系統の全周囲画像取得と主要形質の直接計測
 - ・圃場栽培ダイズ 95 系統、ミヤコグサ 60 系統の画像取得と主要形質の直接計測
 - ・植物体搬送および撮影装置の改良
 - ・圃場における埋設型環境センサー(改良型)の設置
 - ・ダイズ系統の一塩基多型、コピー数多型情報の収集

(2)「磯部」グループ

- ① 主たる共同研究者:磯部 祥子 (かずさDNA 研究所先端研究開発部 研究室長)
- ② 研究項目
 - ・画像からの形質値抽出と 3D モデル構築の高速・高精度化
 - ・温室内・全周囲撮影装置の改良
 - ・温室内・搬送装置の改良
 - ・圃場計測装置の改良
 - ・温室内栽培ポット用環境センサの検討
 - ・ミヤコグサ・ダイズの形質データ取得
 - ・ダイズ系統の配列変異検出
 - ・PE値を抽出する手法の開発
 - ・取得したデータを格納するデータベース構築

(3)「中谷」グループ

- ① 主たる共同研究者:中谷 明弘 (大阪大学大学院医学系研究科 特任教授(常勤))
- ② 研究項目
 - ・線形混合モデル構築パイプラインの開発
 - ・形質値推定システムの開発

(4)「佐藤」グループ

- ① 主たる共同研究者:佐藤 修正 (東北大学大学院生命科学研究所 准教授)
- ② 研究項目
 - ・ミヤコグサ地上部の表現型情報の収集
 - ・ダイズ地上部の表現型情報の収集
 - ・ミヤコグサ系統のゲノム多型情報整備

(5)「七夕」グループ

① 主たる共同研究者:七夕 小百合 (茨城大学農学部 准教授)

② 研究項目

- ・ ミヤコグサ地下部の表現型情報の収集