

「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」

平成 27 年度採択研究代表者

H29 年度 実績報告書

三宅 亮

東京大学大学院工学系研究科
教授

フィールド向け頑健計器と作物循環系流体回路モデルによる
形質変化推定技術に関する研究

§ 1. 研究実施体制

(1) 東大マイクログループ

- ① 研究代表者: 三宅 亮 (東京大学大学院工学系研究科、教授)
- ② 研究項目
 - ・頑健計器(環境計・養分計)及び形質変化推定技術の開発・検証

(2) 秋田県大グループ

- ① 主たる共同研究者: 小川 敦史 (秋田県大学生物資源科学部、教授)
- ② 研究項目
 - ・制御空間設備・実験圃場における開発技術の評価・検証

(3) 広島大グループ

- ① 主たる共同研究者: 小出 哲士 (広島大学ナノデバイス・バイオ融合科学研究所、准教授)
- ② 研究項目
 - ・頑健計器(3D計)の開発・検証

§ 2. 研究実施の概要

本研究では、フィールドにおける作物の頑健性を評価するために、i) ①作物近傍の環境情報を記録可能とする超軽量環境計、i) ②根域周辺の養分濃度履歴を計測するための超小型養分計、及び i) ③作物の形質変化をとらえる作物形状3D計から成る三種の計器を開発する。また ii) 作物内の光合成産物の転流等を記述したモデルを作成、計器による取得観測値と同化を行うことで形質変化を推定する技術を開発する。更に iii) 作物に養分を供給する精密涵養装置を開発し、人為的な施肥制御に対する形質変化応答から推定技術の検証を行う。平成29年度には、i) ①環境計プロト機に関して、照度計値を用いて温度測定値を補正するアルゴリズムを提案したほか、簡易構造のピトー管式風速計測デバイスの提案と原理検証を実施した。また i) ②養分計に関しては、簡素・頑健な固形試薬による新規分析法の提案と、それらを備えた小型養分計（40 mm キューブ）を試作、繰り返し計測が可能であることを確認した。また作物体内の養分動態を把握するために茎に留置して体内から試料を継続的に採取する超微細採取機構を試作、サブ μL の微量試料の採取が可能であることを確認した。更に i) ③作物形状3D計については、穂温を経時的に追跡可能とする画像処理技術や、時々刻々の生長や草丈の推定に有効な葉面展開ベクトルによる画像処理技術など、作物の形質パラメータ（葉面積（分げつ数）、葉色、葉温、穂温、草丈）を効率的に抽出するための画像処理基盤技術を開発した（図1）。ii) 作物循環系流体回路モデルでは、地上部・地下部生長同期観測によって得られた知見、地上・地下の温度環境によって光合成産物の各々への分配率が変わる点、窒素栄養削減とともに生育が低下する点、等を踏まえ、これらを再現可能な循環系モデルを作成した（図2）。iii) 精密涵養装置については、適所へのオンデマンド施肥を可能とするために、ホバリング機能を有した自走式の涵養装置を試作、また本自走型の特徴を活かし、土壌の養分保持力の分布を把握、それに応じて場所毎の追肥量を算出し施肥する方法を提案した。また iii) 計器・モデルの精度検証のために、先行して実験用植物工場の制御栽培施設や実験圃場の整備やそこでの栽培を実施、具体的には秋田県立大学植物工場での生長同期観測系や秋田県農業技術試験場内の高温処理が可能な準閉鎖系水稻生育実験圃場での栽培評価を進めたほか、点滴施肥の有効性検証向けの小水田を秋田県立大学フィールド教育研究センターに新たに整備した。また窒素施肥の多寡や施肥プロセスの影響を定量的に把握するために、土壌中の窒素栄養を制御可能な大型ライシメータ観測系の概念設計を開始した。

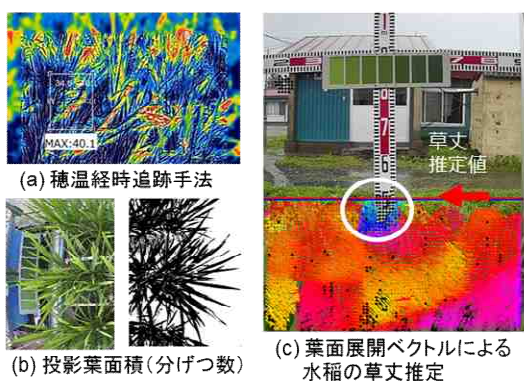


図1. 形質パラメータ抽出画像処理基盤の整備

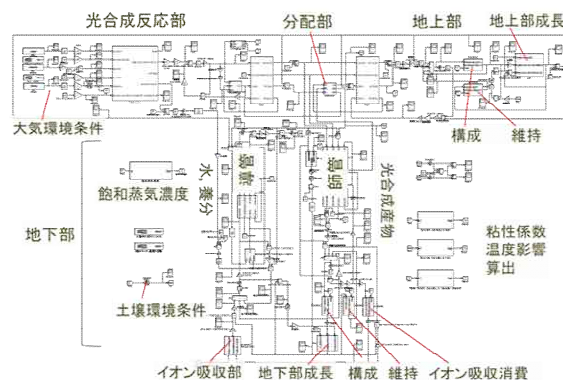


図2. 分配率変動対応作物循環系モデル