

三宅 亮

東京大学工学系研究科
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. 研究成果の概要

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)計器類と形質変化推定技術、精密施肥による形質変化の人為的発現を行う。2019年度には、i)①環境計に関して、領域内チーム連携促進研究(平山チーム及び工藤チーム)として、圃場で栽培されたオオムギの近傍環境計測用に環境計の高度化と現場設置、運用を行った。本連携研究に伴い土壌の状態(温度、水分等)も計測可能なように改造・開発を行い、南北に隣接する栽培列間の地温に差異があることが明らかにした。また社会実装に向け環境計の高度化(完全自律・無給電駆動化、多項目対応、ゲートウェイ小型・高度化)・低コスト化(ボード化、新構造パッケージ)を推し進めたi)②養分計に関しては、固形試薬の長期利用性を向上させるために、固形試薬の組成別化とクラスター型の流路構造を導入し、試薬品質の保持性能が向上を図った。また作物内から成分を直接抽出する超微細採取機構と質量分析計を用いて葉物作物(コマツナ)体内の微量試料(100 nL)から多項目成分の分析が可能なことを確認した。i)③作物形状3D計については、連携利用促進を図るために簡便性向上、低コストの改良型3D計を試作した。ii)作物循環系流体回路モデルについては、葉物作物(レタス、コマツナ等)に重点を置き、低カリウム処理を施した際の形質発現の予測を可能とするために作物体内のカリウム動態を付加したモデルを作成した。本モデルを用いて、低カリウム処理をした際の状態変化を解析・トレース可能であることを確認した。iii)精密施肥のための自走式施肥装置については、社会実装を想定した性能評価・仕様等を含めた設計まとめ、コスト算定を実施した。またiii)形質の人為的発現の可能性の検証については、葉物作物を対象として、水耕液成分の最適制御条

件(カリウムの段階的濃度調整)や最適湿度管理等の探索・評価を実施した。また良質な米生産に向けた栽培技術の探索のために、作物体内状態を示すパラメータ(窒素量、光合成産物の有効利用率)を指標として栽培条件(施肥量・タイミング、水ストレス)を逐次制御することで、目的とした品質・収量が得られる見通しが得られた。

【代表的な原著論文】

1. GAO, P., Kasama, T., Godonoga, M., Endo, Y., Koide, T., Ogawa, A., Miyake, R., 2019. Dragonfly-Like Micro Sampling Device for Extracting Nano-Liter Sample from Plants, in: 2019 20th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems Eurosensors XXXIII (TRANSDUCERS EUROSENSORS XXXIII). pp. 697-700.
2. Miyake, R., Kasama, T., Godonoga, M., Endo, Y., Okamoto, T., Koide, T., Sone, C., Komine, M., Yaji, Y., Kaneta, Y., Ogawa, A., NOVEL MICRO-FLUIDIC CIRCUIT MODEL OF PLANT VASCULAR SYSTEM FOR THE GROWTH NAVIGATION, Proceedings of MicroTAS 2019, pp. 92-93.

§ 2. 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