

「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

H28 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

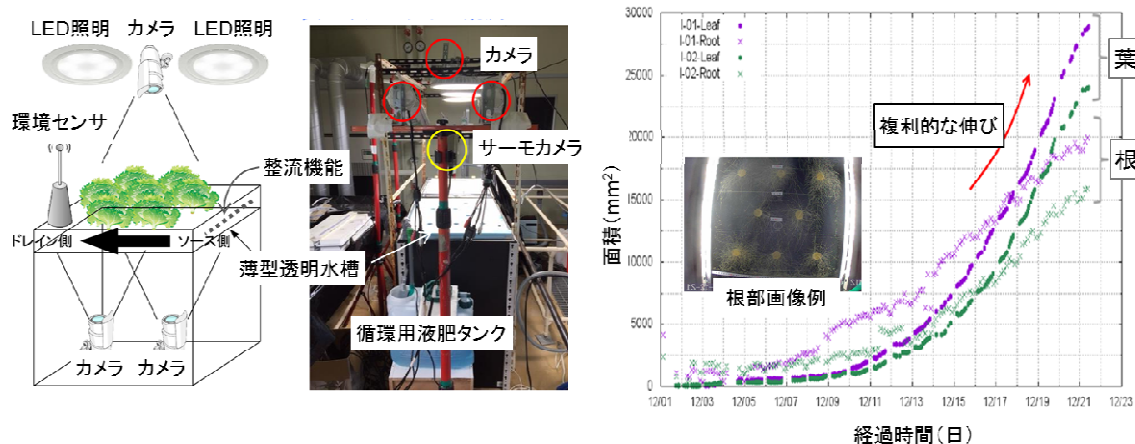
- ① 主たる共同研究者: 小川 敦史 (秋田県大学生物資源科学部、教授)
- ② 研究項目
  - ・制御空間設備・実験圃場における開発技術の評価・検証

### (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 28 年度には、i) ①環境計プロト機を実フィールドに設置(1 km 内、10 点想定)し、多様な気候変化の下での設置・稼働評価を行うとともに、生育環境データの遠隔取得を開始し、データ品質に関する課題の抽出を図った。特に有線による電力供給が困難な圃場において、名刺大程度の小型太陽電池で遠距離無線送信を可能とするために、キャパシタ放電時に一気に計測・通信を行う新たな無給電駆動技術を開発した。また i) ②養分計に関しては、迅速・容易に交換可能な試薬カートリッジを備えた超小型養分計の原理試作を行った。更に i) ③作物の形質変化と関係性の強い画像パラメータ抽出に向けて、レタス及び水稻の色変化や構造変化、サーモ画像等の情報を長期・連続的に取得した。特に栄養成長を規定するものとして光合成産物の地上部・地下部への分配に着目し、レタスの葉と根の成長を同時に観測する実験系を新たに構築し(図1(a)参照)、画像処理により、図1(b)に示すように葉と根の成長の経時変化を捉えることに成功した。ii) 作物循環系流体回路モデルについては、各作物の子葉から栄養成長に至る生育ステージの連続画像や、標本採取による植物生理活性の実測値を参考に上記光合成産物の分配を考慮した基本モデルの作成を行った。iii) 精密涵養装置については、迅速・精密に混合可能とするためのマイクロミキサの試作・評価を行い、有効性を確認した。また水稻を対象に、土壌別の点滴施肥の涵養効果についてライシメータを用い評価、課題を抽出した。以上、取得された膨大な画像データと、施肥や環境条件、生育状態や収穫状況、標本検査による植物活性実測値とを比較検討し、画像パラメータとして葉面積(画像)、莖数(3次元構造)、葉温(サーモ画像)、葉色(カラー画像)を一次候補として抽出した。



(a) 成長同期観測系

(b) 画像解析例

図 1. 地上部・地下部の成長同期観測系と画像解析