

杉山 暁史

京大生生存圏研究所
准教授

根圏ケミカルワールドの解明と作物頑健性制御への応用

§ 1. 研究成果の概要

本チームでは、①フィールドの根圏ケミカルを非破壊でモニターするための新規の技術開発、②オミクス・ケミカル・環境情報を統合する情報解析手法の開発、③頑健性バイオマーカーの同定を目指して研究開発を行っている。代表的な成果は以下の通りである。

根圏ミネラル分析法の確立

根圏は根近傍のごく微小な領域であるため、得られる土壌が限られている。この領域で精度よく作物の生育に重要なミネラルを解析するための分析法を確立した。この方法を用いれば 200 mg 以内の土壌で各種ミネラルの分析が可能である。ソルガム根圏を用いて試験的に解析した結果、バルク土壌とは異なる根圏の特性が見出された。さらにこの手法を圃場栽培したダイズ、トマトに用い、バルク土壌、根域、根圏のミネラルについて詳細なデータを獲得した。

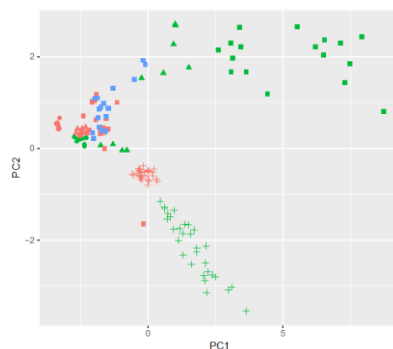


図. 微量ミネラル分析法を用いた解析

新規根圏ケミカルの発見

根圏メタボローム解析により、新規の根圏ケミカル（代謝物）を見出し、標品を用いて同定した。この物質はこれまで実験室内で合成されたのみであり、圃場から初めて発見された。すでに生物活性の報告されている化合物であることから、ダイズ根圏での生理機能を想定して研究を進めている。また、これまでダイズ根圏からはサポニン類が分泌されることを報告したが、トマト根圏においてもトマチンが分泌されることを明らかにした。トマチンやそのアグリコンであるトマチジンは圃場トマト根圏においても見出された。さらに、種々の根圏ケミカルの同定と「プロトプラスト共培養法」(Sasamoto et al. 2019) を用いた活性測

定を行い、ヘアリーベッチ根圏から生育抑制効果の高いカナバニンを見出した。

根圏情報を獲得するセンサーの開発

光ファイバーを用いたセンサーの開発を進め、化合物に対して特徴的なシグナルを得ることに成功した。ダイゼイン等、根圏ケミカルの位置情報を獲得するためのセンサー開発を進め、ダイゼインを検出することに成功した。さらに、病害条件を想定した培養液から、特徴的なピークを示す代謝物を検出し、その同定を進めている。

圃場でのデータ収集

ダイズ圃場、トマト圃場において、環境情報の測定と、遺伝子発現解析、根圏微生物叢解析、ミネラル解析、メタボローム解析を行った。得られたデータは本チームに設置したサーバーに保存し、データベース化を進めるとともに、行多変量解析や機械学習モデル開発を促進するために、各種計測値の時空間的な分布や計測項目間の関係性を可視化する機能を実装した。この環境を活用して網羅的な関連解析を実施した。

2019年度以降も継続して圃場でのデータ収集やセンサー開発を進めるとともに、新たに見出された根圏ケミカルの機能解明と作物頑健性向上への展開を目指して研究開発を進める。

【代表的な原著論文】

Sasamoto H., Mardani H., Sasamoto Y., Wasano N., Murashige-Baba T., Sato T., Hasegawa A., Fujii Y. (2019) Evaluation of canavanine as an allelochemical in etiolated seedlings of *Vicia villosa* Roth: protoplast co-culture method with digital image analysis. *In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant* 55:296-304.

§ 2. 研究実施体制

(1)「杉山」グループ

- ① 研究代表者:杉山 暁史 (京都大学生存圏研究所、准教授)
- ② 研究項目
 - ・トマトの栽培とデータ取得
 - ・根圏微生物の単離と解析
 - ・センサー開発用根箱装置の作成と根圏解析

(2)「藤井」グループ

- ① 主たる共同研究者:藤井 義晴 (東京農工大学大学院農学研究院、教授)
- ② 研究項目
 - ・ヘアリーベッチ栽培及び根圏解析
 - ・ダイズの栽培とデータ取得
 - ・アレロケミカルの同定及び機能評価

(3)「櫻井」グループ

- ① 主たる共同研究者:櫻井 望 (国立遺伝学研究所、特任准教授)
- ② 研究項目
 - ・メタボローム解析による根圏ケミカルの網羅的な検出
 - ・センサーおよび IoT 技術を用いた新規根圏モニター技術の開発

(4)「小林」グループ

- ① 主たる共同研究者:小林 優 (京都大学大学院農学研究科、准教授)
- ② 研究項目
 - ・根圏土壌のミネラル分析
 - ・作物のカルシウム栄養診断法の開発

(5)「青木」グループ

- ① 研究代表者:青木 裕一 (東北大学東北メディカル・メガバンク機構、助教)
- ② 研究項目
 - ・統合データベースの開発
 - ・公共データを用いたオミクス表現学習手法の開発

(5)「小野寺」グループ

- ① 研究代表者:小野寺 武 (九州大学大学院システム情報科学研究院、准教授)
- ② 研究項目
 - ・ケミカル計測技術の開発

・センサーデバイスの製作