

植物のモニタリングに向けた茎における電気化学インピーダンス測定

Investigation of electrochemical impedance measurement
in stems of plants for direct and *in situ* monitoring

東京理科大学 理工¹/総研²

○篠田 倫太郎¹, 内田 悠登¹, 岡嶋 真由¹, 杉山 睦^{1,2}

1. Faculty of Science and Technology / 2. RIST, Tokyo Univ. of Science

○R. Shinoda¹, Y. Uchida¹, M. Okajima¹, and M. Sugiyama^{1,2} E-mail: optoelec@rs.tus.ac.jp

【はじめに】近年注目されているスマート農業では、生育環境の自動制御のために植物の周囲環境測定が行われている。しかし、現状では温度等の設定値は人間が植物の様子を見て判断することが多く、自動化に向けて植物を直接測定する手法が求められる。そこで、植物内部のイオンを反映したデータが得られる電気化学インピーダンス法(EIS)に注目した。植物に対する EIS 測定は葉に対する測定が中心であり、我々もこれまで葉に対する EIS 測定に向けた、安価かつ簡便に作製出来るフレキシブルなアルミニウム塩化銀(AI/AgCl)電極を提案してきた[1]。葉に対する測定では電極が光を遮ることによる生長への影響が生じると考えられる。そこで測定箇所として茎に着目した。茎は葉に比べて光合成能力が劣るため[2]、生長への影響が少なく、EIS 測定の対象として有用であると考ええる。茎に対する EIS 測定を行った報告は少ない。本研究では、茎に対する AI/AgCl 電極の応答性を検討した。また、植物の生育状態が茎と葉それぞれのインピーダンス特性に与える影響を検討した。

【実験方法】アルミニウム箔上にスプレー熱分解法を用いて AgCl を成膜し、AI/AgCl 電極を作製した。溶液は AgCl をアンモニア水に溶解させ、溶液濃度を 0.016 mol/L に調製した。ブロッコリーの茎に対して、作製した AI/AgCl 電極及び Ag/AgCl 電極(MSGLT-08G, AS ONE)を、導電性ゲルを用いて貼付し EIS 測定を行った。また、図 1 に示した等価回路[3]を用いてフィッティングを行い、各インピーダンスパラメータの導出を行った。

【結果及び考察】図 2 に各電極を用いてブロッコリーの茎表面から測定した、播種日からの日数経過によるインピーダンスパラメータの推移を示す。AI/AgCl 電極と Ag/AgCl 電極の双方において、細胞外液の抵抗を表す R_o は減少傾向となり、細胞内液の抵抗を表す R_i は増加傾向となった。AI/AgCl 電極を用いて測定した各インピーダンスパラメータの推移が、Ag/AgCl 電極を用いて測定したものと同様の傾向が確認されたため、AI/AgCl 電極が茎の測定に有用と示唆された。詳細は当日報告する。

【謝辞】本研究の一部は、東京都葛飾区、JA 東京スマイル、科研費(基盤)21K04696、東京理科大学学長特別研究推進費、JST 共創の場形成支援プログラム(COI-NEXT)、東京理科大学農理工学際連携コースの援助を受けた。また、本研究を遂行するにあたりご助言頂いた、東京理科大学理工学部応用生物科学科 朽津和幸教授および橋本研志助教に感謝致します。

【参考文献】[1] Our group, 第 84 回応物(秋)20a-P06-4 (2022). [2] A. Kumura, *et al.*, Proc. Crop Sci. Soc. Jpn. **33** (1965) 467. [3] Sugiyama & Okajima, Theor. Exp. Plant Physiol. **34** (2022) 501.

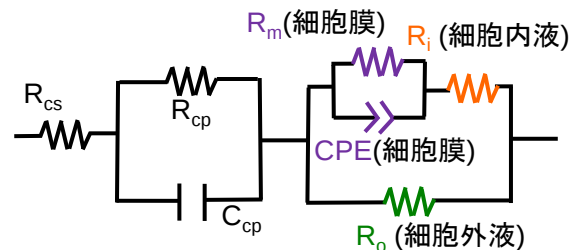


図 1. 植物の細胞組織を反映した等価回路[3]

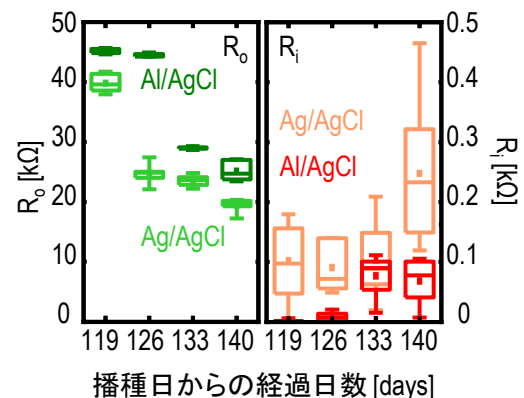


図 2. AI/AgCl 電極と Ag/AgCl 電極を用いて茎表面を測定したインピーダンスの推移