

植物生育診断のための同時多波長蛍光画像検出システムの構築
 Development of simultaneous multi-wavelength fluorescence
 imaging system for growth monitoring of plant

金原和哉、小林史利、戸田絢子、川原琢也、斉藤保典
 Kazuya kimpara, Fumitosi Kobayashi, Junko Toda, Takuya Kawahara,
 Yasunori Saito
 信州大学工学部
 Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract:

For monitoring of plant growth, we developed a multi-wavelength fluorescence imaging system by applying laser-induced fluorescence method. Four fluorescence images with different wavelengths could be obtained simultaneously on one CCD chip. Fluorescence ratio images of a tomato leaf grown under water stress showed that the ratio of the 460nm-intensity to the 685nm-intensity and that of the 530nm-intensity to the 685nm-intensity increased with the water stress, and that of the 740nm-intensity to the 685nm-intensity decreased. The usefulness of the system was discussed.

1.はじめに

農作物に対する消費者の要求が高まっている。消費者のニーズに的確に対応し、付加価値の高い農作物を生産していくためには、生育段階からの生育管理や品質管理が重要である。我々は、レーザ照射により内部情報を含む蛍光を非破壊に計測可能なレーザ誘起蛍光法を用いて、農作物の2次元的な蛍光画像を取得して生育診断を行うことを考えている¹⁾。本報告では構築したシステム、水ストレスを与えたトマト生葉の蛍光強度の画像観測結果を報告する。

2.システム

誘起光源には半導体レーザ(波長 398nm, 出力 30mW_{max})を使用し、干渉フィルタ、カメラレンズを介してICCDカメラで蛍光画像を取得した。従来までのシステムでは干渉フィルタを撮影毎に交換して撮影を行っていたために撮影枚数に比例して時間がかかるという問題があった。この問題点を克服し同時に多波長の蛍光画像検出するため、市販のカセグレン型望遠レンズの主鏡を4分割し、一つのCCD画面上に位置を分割して4画像の焦点を結ぶ構成とした²⁾。このシステムで取得したトマトの生葉

の蛍光画像を Fig.1 に示す。各干渉フィルタの中心透過波長は 460nm, 530nm, 685nm, 740nm である。それぞれクロロフィルの蛍光(685nm,740nm)と二次代謝産物の蛍光(460nm,530nm)に対応している。

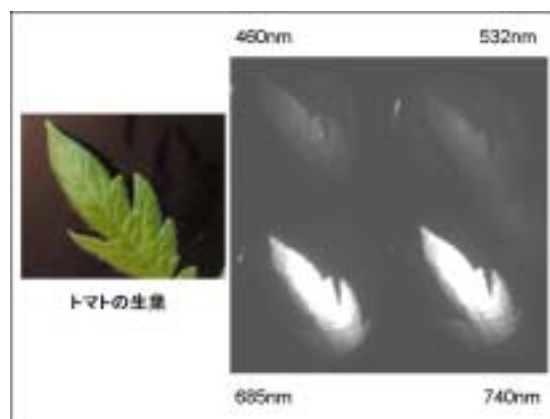


Fig.1 Simultaneous four-image detection of a Tomato leaf with different four wavelengths. Left: photograph. Right: laser induced fluorescence image

3.水ストレス実験と結果

システムの有用性の検証のため、7日間に渡り水を与えないで生育したトマト苗の葉を、24時間おきに蛍光画像を取得し、各波長の蛍光画像に生じる変化を観測した。また比較するため

に水ストレスを与えていないトマトも同様に観測した。生育評価をするにあたって取得したデータは各種システムの補正を行った後、685nm の画像と他の波長の画像との比を取り生育診断の画像とした。460nm/685nm の蛍光比画像を Fig.2 に、530nm/685nm の蛍光比画像を Fig.3 に、740nm/685nm の蛍光比画像を Fig.4 に示す。形態的には3日目から4日目にかけて葉が萎れ始めた。蛍光比画像では460nm/685nm、530nm/685nm の比画像において、萎れ始める箇所の蛍光強度が増加傾向を示した。740nm/685nm の比画像においては萎れる箇所の蛍光強度が減少傾向を示した。

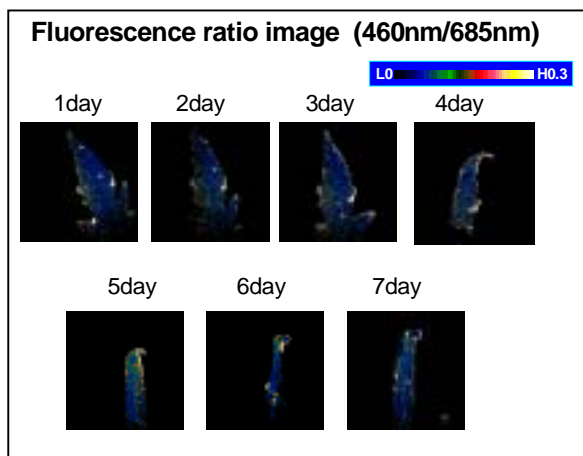


Fig.2 Fluorescence ratio image of a tomato leaf obtained at 460nm to 685nm with days after water stress treatment

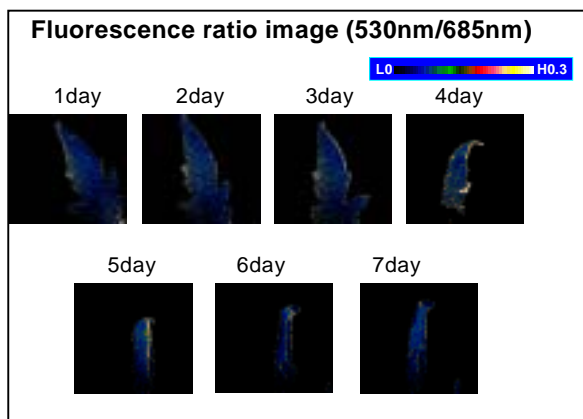


Fig.3 Fluorescence ratio image of a tomato leaf obtained at 530nm to 685nm with days after water stress treatment

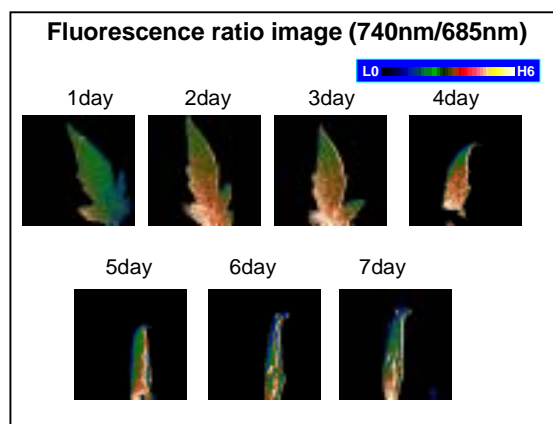


Fig.4 Fluorescence ratio image of a tomato leaf obtained at 740nm to 685nm with days after water stress treatment

4.まとめ

農作物の生育診断を目的として、レーザ誘起蛍光法を用いた同時多波長蛍光画像検出システムを開発し、水ストレスを与えたトマトの葉の蛍光画像を取得して、そのデータの解析とシステムの評価を行った。水ストレスによる変化を2次元的な強度分布をもつ位置情報として取得することができた。また波長毎に蛍光強度の比をとることで水ストレス検出の可能性を示すことができた。

参考文献

- 1) Yasunori Saito et.al, Remote estimation of the chlorophyll concentration of living trees using laser-induced fluorescence imaging lidar, Opt. Rev. Vol. 9, No.2 (2002) 37-39.
- 2) 小林史利 他, 同時4画像取得システムの開発, 計測自動制御学会中部支部, 2006.