

## P-5-34

農生産物の生育診断用レーザー誘起蛍光検出システムの開発

Development of a Fluorescence Measurement Systems for Monitoring of Agricultural Products

○古賀知也 齊藤保典 松原知仁 丸山裕子 小林史利 野村彰夫

T. Koga, Y. Saito, T. Matsubara, Y. Maruyama, F. Kobayashi, A. Nomura

信州大学 工学部

The faculty of engineering, Shinshu University

### Abstract

A fluorescence measurement system has been developed. Laser-Induced Fluorescence (LIF) spectra of a spinach leaf showed several peak at around 460nm, 520nm, 685nm, 740nm, and LIF images obtained at those wavelengths by an intensified CCD camera clearly showed the intensity pattern of the fluorescence of the leaf. Evaluation of the system performance and the usefulness are discussed through some results.

#### 1. はじめに

野菜を始めとする農生産物は生育過程において環境変化の影響を受けやすい。またその影響に対する変化は目視では確認できないものが多い。その変化を早期にかつ的確に検出可能な生育診断手法が必要である。

LIF(Laser Induced Fluorescence)法はレーザーを測定対象物に照射し、これによって励起された特定成分の蛍光から各種情報を取得する手法である。特長として非破壊計測や遠隔計測が可能である事等が挙げられる。本手法を野菜などの農生産物の生育情報取得に用いるためのシステムを構築した。

#### 2. LIF スペクトル計測

##### 2.1 蛍光スペクトル計測システム

Fig.1 にシステム構成図を示す。蛍光誘起光源に波長 355nm、エネルギー0.5mJ/pulse のNd:YAG レーザを使用した。受信系には分光器を搭載したマルチチャンネル検出器を用いた。これはイメージンテンシファイアを内蔵しているため微弱な蛍光の検出を可能にしている。またレーザーの散乱光を除去するためシャープカットフィルタをファイバー入射部の前面に設置した。

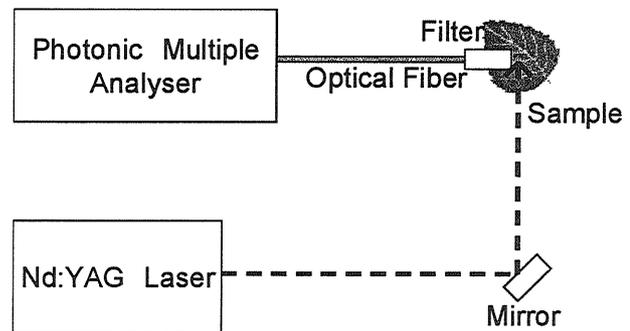


Fig.1 LIF spectrum measurement system

##### 2.2 蛍光イメージングシステム

Fig.2 にシステム構成図を示す。蛍光誘起光源には、波長 398nm、エネルギー30mW の半導体レーザーを使用した。受信系には CCD カメラを使用する事で画像計測を可能にした。スペクトル計測システムと同様に微弱な蛍光画像を取得するためイメージンテンシファイアを内蔵している。また、複数波長の蛍光画像を得るために、液晶チューナブルフィルタ(LCTF)をレンズ前方に配置した。取得されたデータはLCTF制御も兼ねるパソコンに送られ、解析が行われる。試料は S/N 比を高めるため密閉された暗箱の中に置かれた。

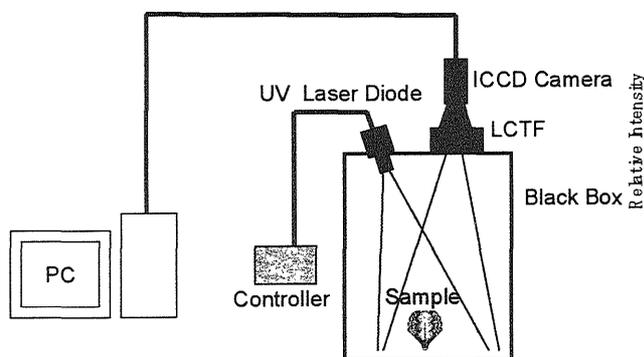


Fig.2 LIF imaging system

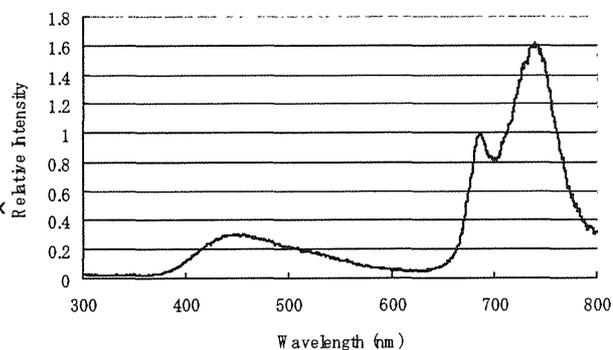


Fig.3 LIF spectrum

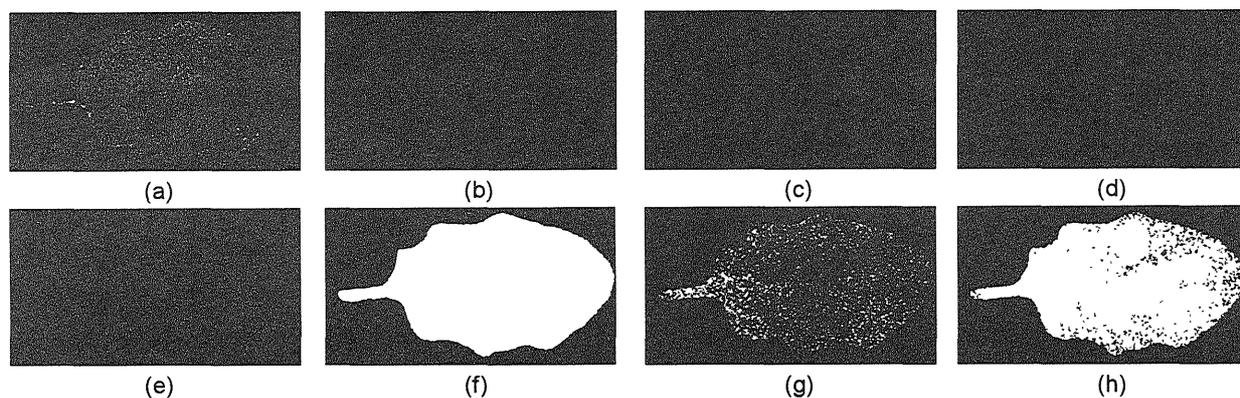


Fig.4 Fluorescence images of spinach leaf at

(a)430nm, (b)460nm, (c)520nm, (d)640nm, (e)660nm, (f)685nm, (g)700nm, (h)740nm.

### 3. スペクトルデータと画像データの比較

Fig.3 にスペクトルデータを示す。試料にはホウレンソウを用いた。植物の蛍光スペクトルは 紫～青(460nm、520nm)と赤～近赤外付近(685nm、740nm)にピーク値を有することがわかった。従ってこれらのスペクトル形状を調査することで生育診断や、収穫適期決定等への応用が可能である。<sup>1)</sup>これらは生育状態で種々変化することがわかっている。

Fig.4 に波長ごとに取得された蛍光の画像データを示す。スペクトルデータと同様に 685nm、740nm 付近の画像からは強い蛍光が得られた。生葉において 640nm 付近の波長は吸収帯であるため、蛍光はほとんど得られなかった。また同一葉においても強度に分布を生じていることがわかる。局所的機能の理解や枯死部位の判定などにも利用できると思われる。

LCTF は短波長域ほど透過率が悪くなるという特性を持つため、460nm、520nm では強度が非常に弱くなった。しかし確実に蛍光信号は得られているので、今後この蛍光信号をもとにデータ解析を進めていきたい。

### 4. 結論

スペクトルデータと画像データを取得しデータ解析する事により、その照合性を確認することができた。蛍光のピーク値は各画像とほぼ一致した。今後は多品種の農産物試料で実験を行ない、蛍光情報と栄養素情報や生育情報などの関連についてデータベースを組み立てる予定である。

1)Y. Saito et al., Applied Optics Vol.37, pp.431-437(1998).