

## P-5-33

時間分解レーザー誘起蛍光法の植物障害診断への応用

Application of time-resolved laser-induced fluorescence spectroscopy to vegetation disease monitoring.

○加藤伸也、竹内麻希子、斉藤保典、小林史利、野村彰夫

○S. Kato, A. Takeuchi, Y. Saito, F. Kobayashi and A. Nomura

信州大学工学部

Faculty of Engineering, Shinshu University

### Abstract:

Lifetime measurement of laser induced fluorescence (LIF) was applied to vegetation disease monitoring. The time-resolved LIF measurement system was constructed with a femto-second laser (200fs, 660nm) and a streak scope (30ps resolution). Chlorophyll fluorescence lifetimes of plant leaves (*Pharbitis hederacea Choisy*) were shorten by UV-B irradiation and increasing of room temperature. We show the relationship between fluorescence lifetime and such plant stresses, and the usefulness of the LIF lifetime measurement is discussed.

### 1.はじめに

オゾン層減少に伴う紫外線(UV-B)増加や温度上昇は植物へ悪影響を及ぼす。これらの影響を目視で確認できる前に検出できれば、早急にその後の対応が出来ると考える。本研究ではレーザー誘起蛍光(LIF: Laser Induced Fluorescence)法を用いての植物の非破壊かつ的確な健康診断を目的とし、植物蛍光寿命の計測から植物障害診断手法を提案し、その可能性について実験的に検討する。

### 2.原理

クロロフィル蛍光量は植物が補足したエネルギーのうちで余分なエネルギーであり、光合成における光エネルギー利用効率(光合成活性度)と逆の関係にある。よって、植物からの蛍光を計測することで、植物の生理機能などの情報を得ることが出来ると考えられる。また、蛍光寿命は、蛍光量子収率と  $\phi_f = k_f \cdot \tau_f$  ( $\phi_f$ : 蛍光量子収率、 $k_f$ : 蛍光速度定数、 $\tau_f$ : 蛍光寿命) という線形関係があることが知られている<sup>1)</sup>。

### 3.実験方法

実験装置の構成図を Fig.1 に示す。誘起光源には Ti:Sapphire レーザ励起の赤外域光パラメトリック増幅器の第2高調波(660nm、1.5mW、200fs、1kHz)を用いた。波長660nmはクロロフィル吸収波長に対応している。レーザー照射により誘起された植物生葉からの蛍光を光ファイバで集光し、分光器で分光した後、ストリークスコープ(200~900nm、30ps)で検出した。ストリークスコープ及び分光器の制御、データ収集、解析はパソコンで行った。

サンプルは植物生育器で温度と照度を制御させて育てた西洋アサガオ(スカーレットオハラ)を用いた。植物を暗箱に入れUV-Bを20分間照射し、照射後、暗箱から出した。照射した総UV-B量は長野市での2000年7月30日12~13時の1時間分に相当する。また、蛍光寿命計測中の温度および湿度も併せて計測した。蛍光寿命はUV-B照射前後および照射中に計測した。また、蛍光寿命には、目視以前に、UV-Bストレスによる変化が現れることが分かっている<sup>2)</sup>。

### 4.実験結果及び考察

蛍光寿命の解析はクロロフィル蛍光のピーク波長である735nmについて、蛍光の早い減衰成分 $\tau_1$ 及び遅い減衰成分 $\tau_2$ の2成分で行った。 $\tau_1$ 、 $\tau_2$ の時間変化を Fig.2 に示す。横軸は計測を開始してからの経過時間、左の縦軸は蛍光寿命、右の縦軸は植物周辺の温度および湿度を表して

いる。斜線で囲ってある箇所は UV-B を照射中であることを示している。UV-B 照射中の蛍光寿命が UV-B 照射前に比べ短くなったのは、UV-B の影響と急激な温湿度変化による外部ストレスに対し、植物の防御反応により活性度が上がったためと考えられる。また、その後、蛍光寿命が伸びたのは外部ストレスがなくなった為に防御反応を止めたためと考えられる。

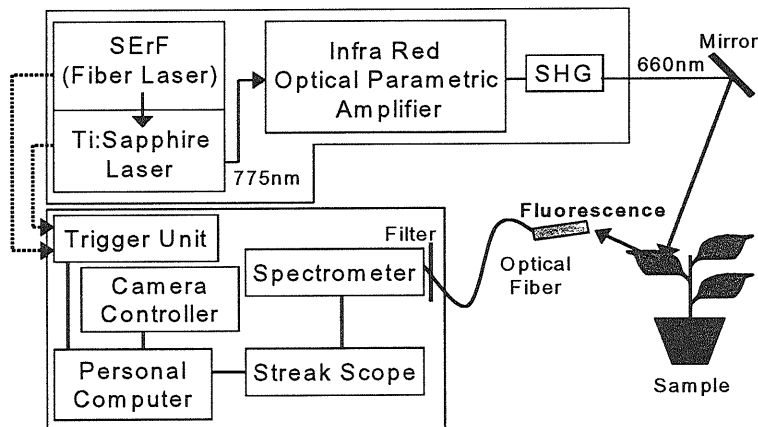


Fig.1 Laboratory configuration of LIF lifetime measurement system.

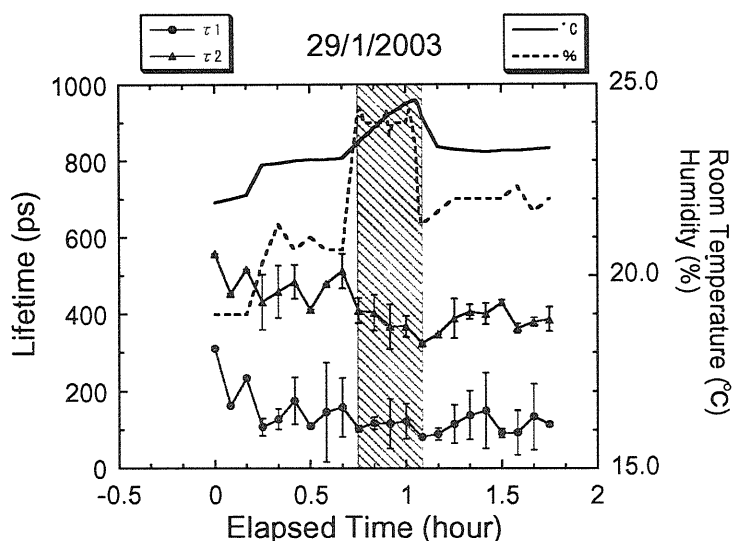


Fig2 Time variation of LIF lifetime.

## 5.終わりに

植物障害診断を目的として、外部ストレスを付加された植物蛍光寿命の経時変化を調査した。その結果、UV-B や急激な温湿度変化に対応し蛍光寿命の値に変動が見られた。本研究手法は、環境ストレスに対する植物障害診断への応用が期待できる。

## 参考文献：

- 1)I. Moya et al., "Remote sensing of time-resolved chlorophyll fluorescence and back-scattering of laser extinction by vegetation ", EARSel (European Association of Remote Sensing Laboratories) Adv. Remote Sensing 3, 188-197, 1995.
- 2)竹内他、「レーザー誘起時間分解蛍光法を用いた in-vivo 植物生葉の UV-B 障害過程の検出」、レーザー研究, vol.30, No.11, pp.666-671. 2002.