

# 可搬型 LIFS ライダーを中心とした植物生育及び生育環境の調査

宇都宮 成弥<sup>1</sup>, 熊谷 陽介<sup>2</sup>, 管野 晃輝<sup>2</sup>, 富田 孝幸<sup>3</sup>, 齊藤 保典<sup>3</sup>, 五十嵐 康人<sup>4</sup>

<sup>1</sup>信州大学大学院総合理工学研究科,<sup>2</sup>信州大学工学部,<sup>3</sup>信州大学学術研究院工学系

(〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1)

<sup>4</sup>茨城大学(〒310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1)

## Investigation of plant growth status with growth environment using portable LIFS lidar and in-situ point fluorescence monitoring system.

Seiya Utsunomiya<sup>1</sup>, Yosuke Kumagai<sup>2</sup>, Koki Kanno<sup>2</sup>, Takayuki Tomida<sup>3</sup>,  
Yasunori Saito<sup>3</sup> and Yasuhito Igarashi

<sup>1</sup>Graduate School of Science and Technology, *Shinshu Univ.*, <sup>2</sup>Faculty of Engineering, *Shinshu Univ.*,

<sup>3</sup>Institute of Engineering, Academic Assembly, *Shinshu Univ.*, (4-17-1 Wakasato, Nagano, Nagano 380-8553)

<sup>4</sup>Ibaraki Univ.,(2-1-1 Bunkyo, Mito, Ibaraki 310-8512)

**Abstract:** We have developed a LIFS (laser-induced fluorescence) lidar for plant growth monitoring. The system characterized wide-band fluorescence measurements and daytime observations. Combination of a UV (355 nm) laser and a gated multi-channel detector realized such operations. Plant leaves remotely measured by the LIFS lidar showed three peaks in the fluorescence spectra at 450 nm, 685 nm and 740nm. The origins were secondary metabolites and chlorophyll molecules. We consider that these peaks include growth information of plants related to photosynthesis. Three-dimensional fluorescence spectral structure of a whole tree was created using the LIFS lidar scanning observation. In addition to the remote monitoring system, we are developing a fluorescence in-situ point monitoring system to investigate plant growth environment. Both of the remote and the point fluorescence monitoring will supply essential information for plant researches.

**Key Words:** Laser induced fluorescence, Plant growth, growth environment

### 1. はじめに

我々の生活において、植物は酸素の生成や食料の供給等の重要な役割を担っている。そのため、植物の生育状態やその植物を取り巻く環境の情報を得る方法が必要である。従来の方法では植物からサンプルを採取しての化学的な手法が一般的であった。これは非破壊手法で植物のように生きているものを対象とするにはなじまない。また調査結果を得るのにかかる時間は1日程度必要であることから、得られる情報はリアルタイムでの結果とは言い難い。

本報告にて紹介する可搬型 LIFS(Laser Induced Fluorescence Spectrum)ライダーはレーザー誘起蛍光法により発生した物質蛍光を遠隔的かつ短時間で観測するための装置であり、特に生物を相手とする観測手法に適している。その観測方法、データ分析結果等について述べる。

### 2. 可搬型 LIFS ライダー

#### 2.1 特徴

装置の特徴としては紫外レーザーを用いたこと、検出器をゲート動作させる同期検出法を用いたこと、マルチチャンネル分光計測を用いたことである。これらのことにより可視全域に渡る微弱蛍光スペクトルの検出が日中にも可能となった。野

外での植生調査に使用すべく新型 LIFS ライダーを製造した。装置全体は移動式の架台上に設置されており、装置自体の移動が簡易で、軽ワゴン車への搭載も可能なことから野外調査に適したものが完成した。また、この可搬型 LIFS ライダーは植物調査以外にも、様々な対象から情報を得ることが可能である<sup>1)</sup>。

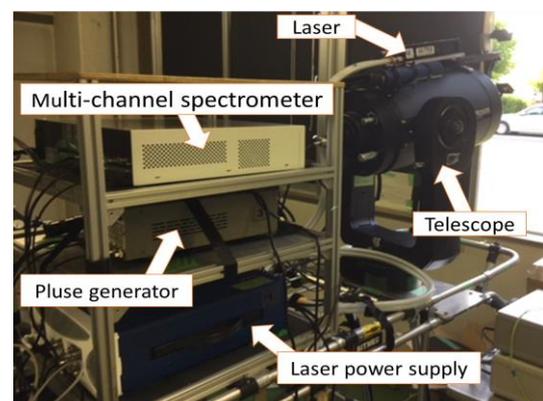


Fig.1 Photograph of the portable LIFS LIDAR

#### 2.2 構成機器

構成機器はレーザー(Quantel 社 Ultra100,波長 355nm,出力 20mJ,パルス幅 8ns)、望遠鏡(Meade 社

LX200ACF,口径 254mm)、マルチチャンネル分光器(浜松ホトニクス社 PMA-12,検出波長域 200nm-860nm,最短ゲート幅 10ns)、パルスジェネレータ(Stanford 社 DG535,時間分解能 5ps)、PCである。

### 3. LIFS ライダーによる植物生育観測

ケヤキ樹木生葉の蛍光観測を行った。装置との距離は約 26m であった。

#### 3.1 植物生葉蛍光スペクトルと生育情報

Fig.2 は 5 月の生葉の蛍光スペクトルである(積算 100shots 平均値)。450nm にピークを持つスペクトル(青杣)は植物葉が含む 2 次代謝産物の蛍光スペクトル、685nm、740nm にピークを持つスペクトル(赤杣)は光合成の役割を担う色素成分クロロフィルの固有スペクトルである。

物質各成分は特徴的な波長の蛍光を発しているため、スペクトル形状等より物質同定が可能である。またクロロフィルの 2 波長の強度比はクロロフィル濃度の指標になる。光合成活動や、その結果として生成される 2 次代謝成分の関係を示す指標が得られると考えている。

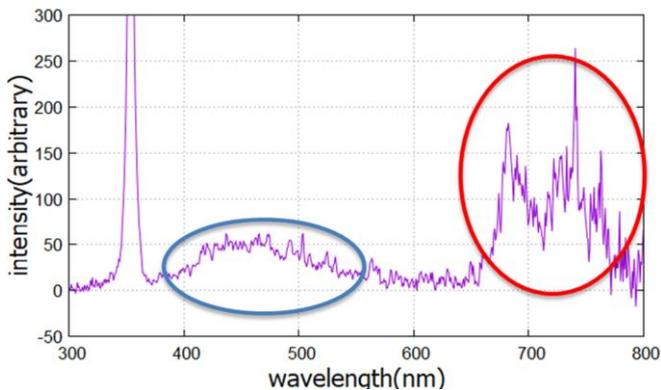


Fig.2 Fluorescence spectrum of a leaf

#### 3.2 樹木蛍光の 3 次元構造観測

Fig.3 はケヤキ樹木全体の蛍光スペクトルを観測した例である。レーザに同期した蛍光受信時間を変化させて、レーザ伝搬方向(1)の情報を得る。次に水平及び垂直方向に 2 次元掃引させることで 3 次元情報を取得した。

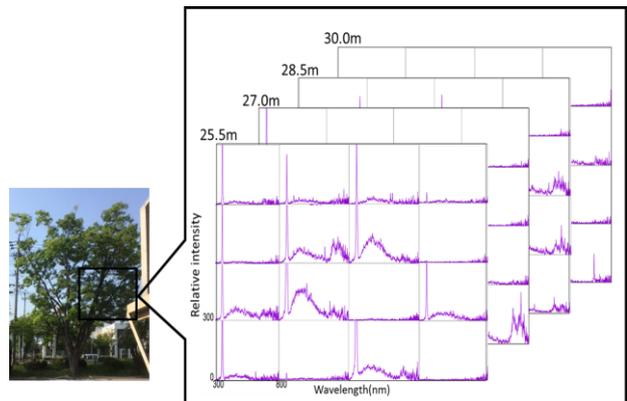


Fig.3 Three dementional structure of fluorescence a whote tree

#### 4. 生育環境調査用 in-situ 蛍光計測装置

ライダーによる植生情報の取得と生育環境の同時調査を計画している。ライダーは通常見晴らしの良い場所で使用されるため、植物生育環境のように、入り組んだ周辺の環境調査は困難である。現在は土壌等を直接採取したサンプルの蛍光を調査することで対応しているが、可搬型 LIFS ライダーと同時に現場の情報を収集できることが望ましい。この点を解消するために、蛍光分光光度計測 in-situ 装置を開発中である。土壌条件、水、大気、植生等の生育に関わる種々の環境を現場にて実時間での計測を行う。

#### 5. まとめ

可搬型 LIFS ライダーを用いて植物葉からの蛍光情報を得ることで生育状況を把握することが可能となった。植物を取り巻く生育環境の蛍光情報をその場で得ることが可能な蛍光計測と合わせて、植物生育自体とその生育に果たす周辺環境の役割、また環境に及ぼす植物の影響等の相互作用を調査していきたい。

#### 6. 謝辞

本研究の一部は市村清新技術財団第 27 回(平成 30 年度)植物研究助成及び科学研究費基盤 A(代表 五十嵐康人)により行われている。

#### 7. 参考文献

- 1) Y.Saito et al., "Fluorescence lidar connecting seamlessly individual observation of the global environmental system," to be presented for symposium on SPIE Asia Pacific Remote Sensing, Honolulu, USA, September, 2