

植物生育診断用蛍光寿命計測ライダーの動作評価
Performance evolution of laser-induced fluorescence lifetime (LIFL) Lidar
for plant sensing

石田純也¹, 大竹隆平², 大谷武志², 小林一樹¹, 斉藤保典²
Junya Ishida¹, Ryuhei Otake², Takeshi Otani², Kazuki Kobayashi¹, Yasunori Saito²

¹信州大学大学院理工学系研究科, ²信州大学工学部

¹Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

²Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract

Performance of a vegetation LIFL (laser-induced fluorescence lifetime) lidar have been investigated by monitoring chlorophyll fluorescence lifetime of plant. Plants (*Photinia×fraseri*) in two different stress conditions, lack of light or water, were ready for this experiment. Plant in the former condition did not show clear difference of the lifetime between controlled plant and stressed one. The lifetime of the water stress plant changed according to the stress period, controlled one was 0.81ns and stressed one (8days of stress priod) were 1.18ns. Then, the test was applied to status monitoring of a naturally growing plane tree. An average lifetime of the chlorophyll fluorescence at 740nm increased according to progress of month season. These results confirm that the LIFL lidar is useful to plant monitoring.

1. はじめに

植物は環境の変化とともに生理活性状態を変化させる。その結果として生長速度の変化や、枯死、障害などといった変化が引き起こされる。これらの変化の前兆を捕らえることができれば、植物の生育変化を予測することができ、障害や枯死を予防できると考えられる。本研究では、光合成の活性度と関係がある植物クロロフィルの蛍光寿命に注目した。蛍光寿命計測は、対象の傾きや表面状態に影響されにくく、信頼性が高い計測手段であると考えられる。今回の報告では、植物にさまざまなストレスを与え、そのストレス検出における試作蛍光寿命計測 (LIFL) ライダーの動作評価を行った。

2. ライダーシステムと解析法

LIFL ライダーのシステム構成は、前回の報告のもの¹⁾と同じである。YAG レーザ(532nm)の葉からの散乱光とクロロフィル蛍光(685nm, 740nm)を受信し、畳み込み法により蛍光寿命(2成分)を求め、植物生理状態の評価を行う。

3. ストレス実験によるシステム動作評価

3-1. 遮光処理実験

光ストレスが植物の生育に及ぼす影響を、本ライダー計測により評価できるかの調査を行った。キャンパス内に自生するレッドロビン葉に、実験前日から当日までの24時間または2週間アルミホイルで遮光処理を施した。処理した葉をライダーシステムから25m離れた室外に設置し、LIFL ライダー計測を行った。結果は、685nm, 740nmとも蛍光寿命に大きな違いがみられなかった。

3-2. ホストレス実験

ホストレスが植物の生育に及ぼす影響を、本ライダー計測により評価できるかの調査を行った。採集したレッドロビン葉を、20℃に保たれた実験室内で保管した。水分を与えた条件 (C) と、一切水を与えない条件 (WS) の下でそれぞれ8日間育成し、日数経過による蛍光寿命の変化を観測した。葉はライダーから25m離れた室外に設置された。蛍光寿命の算出結果を Table.1 に示す。採取直後の葉の685nm 蛍光寿命は0.81 ns、740nm 蛍光寿命は0.88 ns だったが、日数経過につれてホストレス葉の蛍光寿命が長くなり、8日後には685nm 蛍光寿命は1.18 ns、740nm 蛍光寿命は1.14 ns となった。一方、水分を与えたものには全く変化があらわれなかった。Moya らは葉の光合成活性度が高いほど蛍光寿命が短くなることを報告している²⁾。この実験結果は水分の欠乏が光合成活性度を低下させたものと判断され、LIFL ライダーの有効性が確かめられた。

Table.1 Change of fluorescence lifetime of red *Photinia × fraseri*'s leaf in different stress conditions after stress treatment, water control at 685nm (C685nm) and 740nm (C740nm), and non-water condition at 685nm (WS685nm) and 740nm (WS740nm)

	C685nm	WS685nm	C740nm	WS740nm
0days	0.81ns	0.81ns	0.88ns	0.88ns
4days	0.78ns	0.85ns	0.79ns	0.83ns
8days	0.81ns	1.18ns	0.84ns	1.14ns

4. 自然生育樹木によるシステムの動作評価

自然生育のプラタナス樹木の蛍光寿命の日中変化の月別観測を行った。Fig.1 に740nm における結果を示す。685nm と740nm の蛍光寿命は似た日中変動をした。1日の時間帯での変化は見られなかったが、月ごとの変化が確認された。各季節の平均値をとると、夏下旬(8月24日)は0.21ns、秋(10月12日,11月9日)はそれぞれ0.26ns、0.32ns、そして秋下旬(11月30日)は0.59ns となり、月・季節が進行するにつれて蛍光寿命が長くなった。季節変化による生理変化情報が捉えられたと考えている。

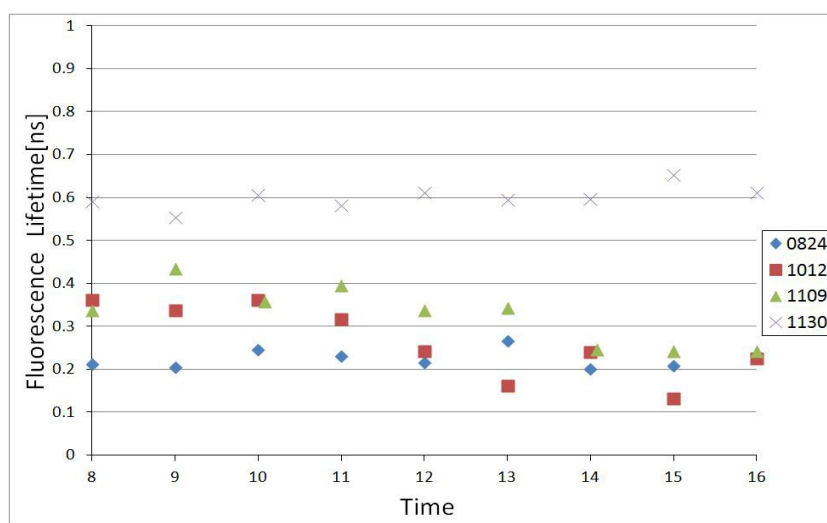


Fig.1 Variation of fluorescence lifetime (740nm) in daytime during summer to the late autumn

5. まとめ

蛍光寿命計測 (LIFL) ライダーシステムを開発し、ストレスを与えた葉の蛍光寿命の変化を観測した。遮光をすることによる影響を捉えることはできなかったが、ホストレスによる影響を捉えることができた。自然生育樹木では月・季節変化が示された。以上の結果から、植物のストレスの影響はLIFL ライダーによって捉えられていると判断した。

参考文献

- 1)津島他, 第29回レーザーセンシングシンポジウム PB-11, 2011.
- 2)I.Moya et al., EARSeL Advance in Remote sensing, 3, pp188-197, (1995).