

ピコ秒ライダーによる植物生葉クロロフィル蛍光寿命の遠隔計測Ⅲ

Remote monitoring of chlorophyll fluorescence lifetime of tree leaves Ⅲ

○天白 赳、永松正臣、小林史利、川原琢也、斉藤保典

Takeshi Tempaku, Masaomi Nagamatu, Fumitoshi Kobayashi,
Takuya D Kawahara, and Yasunori Saito

信州大学工学部

Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract:

We proposed using a fluorescence lifetime of a plant leaf to evaluate plant activity. And so, chlorophyll fluorescence lifetime was remotely monitored by a pico-second lidar. The lifetime generally showed three types of variation with time; 1) no variation, 2) large in the early morning and at night, and a minimum value at noon, 3) increase in daytime.

Discussion on the results was made by consideration of photosynthesis, physiological status and growth environment.

1.はじめに

我々は植物の光合成活性度等を評価するための方法として、ピコ秒領域の植物蛍光寿命をその指標として用いることを提案してきた¹⁾。今回の報告では、2006年、2007年に行ったプラタナス生葉を対象とした蛍光寿命の長期観測について報告し、これらのデータから一日における蛍光寿命の変化や、季節または気候によって起こる光合成活性度の変化等について検討する。

2.システムと蛍光寿命導出方法¹⁾

蛍光寿命は非常に短い現象であるため、システム構成要素については高速なものを用意した。励起光源にはピコ秒パルス Nd:YAG レーザー（パルス幅 40ps, 波長 532nm, パルスエネルギー <500 μ mJ/pulse）、信号検出には 185ps の立ち上がり時間の MCP 内蔵型 PMT、処理系には帯域幅が 8GHz の高速オシロスコープを使用した。蛍光寿命の導出には、畳み込み積分法（Deconvolution）を行った。

3.日中蛍光波形取得実験

信州大学工学部のキャンパス内に自生するプラタナスを実験対象とした。ライダーシステムとプラタナスは約 20m 離れている。基本的には光合成活動との関連を調べるために日の出から日の入りまでの時間帯を 1 時間おきに計測した。

Fig.1 には 2006 年 5 月 29 日の午前 4 時から午後 8 時までのデータである。寿命に大きな変化がみられなかった。葉が成長の初期段階にあり、顕著な光合成活動を得られなかったものと考えている。

Fig.2 に 2006 年 6 月 28 日の午前 4 時から午後 8 時までの結果である。早朝から日中にかけて、蛍光寿命は短くなっていき、そして夕方から夜にかけては蛍光寿命は長くなった。光合成活動と太陽活動の関係²⁾が示されたものと考えている。

Fig.3 は 2006 年 8 月 21 日の午前 4 時から 22 日の午前 4 時までの間に取得したデータである。この日のデータは早朝から 11 時前までの蛍光寿命は減衰傾向にあった。しかし 11 時

から 15 時頃の間、昼間にもかかわらず蛍光寿命のデータが上昇した。非常に暑い日になると、葉が過剰な蒸散を抑えるために気孔を閉じて蒸散を抑えることがあり光合成の活性度が低くなるという現象（昼寝現象³⁾）がある。このデータは昼寝現象を捉えたものではないかと考えている。夜間にかけて蛍光寿命は長くなった。

Fig.4 は 2007 年 6 月 27 日の午前 4 時から午後 8 時までの間に取得したデータである。この日のデータは Fig.1 のデータと似通ったデータである。これらのデータは取得した時期は違うが、葉の生育状況は同じような状況にあったと思われる。

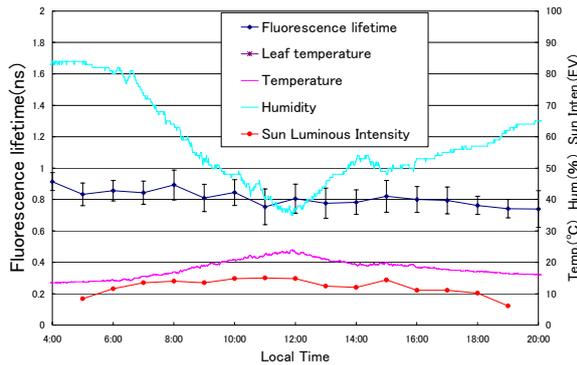


Fig.1 Time variation of a tree leaf's Fluorescence lifetime with environmental parameters(2006/5/29)

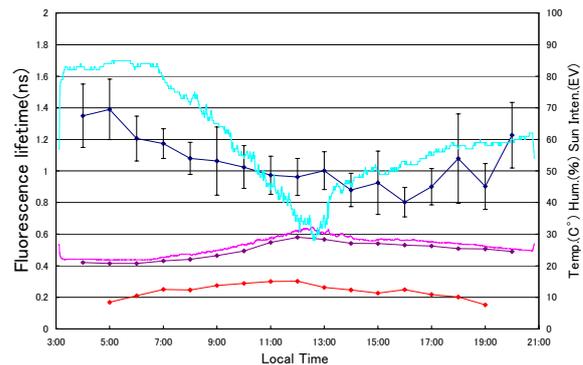


Fig.2 Time variation of a tree leaf's Fluorescence lifetime with environmental parameters (2006/6/28)

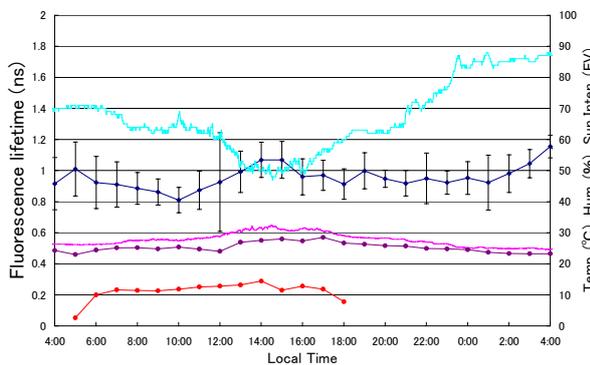


Fig.3 Time variation of a tree leaf's Fluorescence lifetime with environmental parameters (2006/8/21)

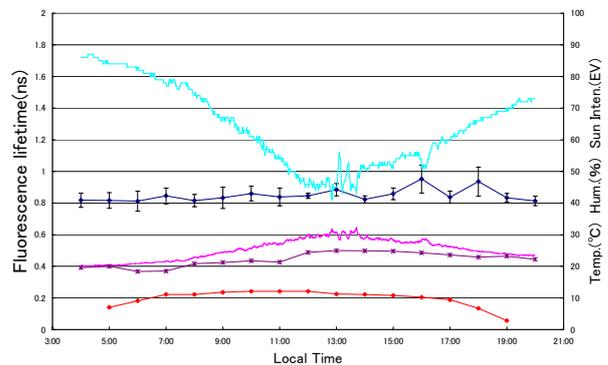


Fig.4 Time variation of a tree leaf's Fluorescence lifetime with environmental parameters (2007/6/27)

4.まとめ

自生するプラタナスを対象として、長期にわたってデータを取得することができた。昼寝現象とみられるデータや、葉の生育状況によって似かよったデータを取得することができた。これらの結果の説明として上記のような仮説を立てたが、今後は定期的な観測を行い、仮説を裏付けるためのデータを蓄積していく。またクロロフィル含有量を測定し、本データとの相関を取っていく予定である。

参考文献

- 1) 原、他 第 24 回レーザセンシングシンポジウム p-2, September 21-22, 2005.
- 2) I.Moya et al., EARSel Advance in Remote Sensing, 3, (1995), 188.
- 3) <http://hosho.ees.hokudai.ac.jp/~makizoh/PPE/tashiro/node8.html>.