

P20

蛍光イメージングライダーによる樹木クロロフィル濃度分布の遠隔計測 Remote Estimation of Chlorophyll Concentration of Tree Leaves by LIF Imaging Lidar

○原口力也、栗原康仁朗、小林史利、川原琢也、野村彰夫、斉藤保典
R.Haraguchi, K.Kurihara, F.Kobayashi, T.D.Kawahara, A.Nomura and
Y.Saito
信州大学工学部
Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract

A laser-induced fluorescence (LIF) imaging lidar was developed for monitoring of plants' activities. The combination of a pulse laser and a short-time gated CCD using an image intensifier made it possible to monitor the weak fluorescence signal from the ginkgo tree leaves as an image. By applying the experimental idea that the chlorophyll fluorescence showed a linear correlation to the chlorophyll concentration, the fluorescence image of the ginkgo tree obtained by the lidar was converted to the chlorophyll concentration distribution image.

はじめに

植物の生育情報を診断する方法のひとつとしてレーザ誘起蛍光（LIF: Laser Induced Fluorescence）法の応用を検討している。植物にレーザ光を照射することによって放出される蛍光には、植物の様々な情報が含まれており、LIF法は植物の内部情報を知る上で有効な手段であると考えられる。今回、我々はLIF法を用いた蛍光イメージングライダーを用いて、植物にとって必須な光合成に関与するクロロフィルの濃度分布を非破壊かつ遠隔的に計測することに成功したので報告する。

室内予備実験

植物蛍光の基本特性を把握するための室内実験を行った。観測対象のイチヨウから採取した葉にレーザ（532nm）を照射し、葉から放出される蛍光スペクトルを測定した（1枚の葉につき3点測定、5枚の平均）。その結果、LIFスペクトルには波長685nmと740nmに2つのピークが表れた。これら2波長の強度比（740nm/685nm）と、クロロフィルの濃度（高速液体クロマトグラフィーにより固定、定量）とを比較した結果、次式で示す様に高い相関が得られた。両者の関係を Fig.1 に示す。

$$Y=X-0.78 \quad R=0.94$$

（Y:クロロフィル濃度、X:蛍光強度、R:相関係数）

LIF法により薬品や科学手法によらない方法でクロロフィル濃度を知ることができた。上記結果を屋外生育樹木に応用するための実験を行った。

屋外実験方法

使用した蛍光イメージングライダーシステムを Fig.2 に示す。Nd:YAG レーザの第2高調波である532nmを誘起光源とし、凹レンズでレーザービームを広げ、観測対象であるイチヨウ全体に照射した。イチヨウから放出される蛍光をゲート機能付 CCD カメラで画像として取得した。また、カメラレンズ前面にはクロロフィル蛍光の685nmと740nmのフィルタを挿入することにより、両波長での画像を取得した。

屋外実験結果

屋外実験により取得した蛍光画像の強度比に、室内予備実験により求めた蛍光強度比とクロロフィル濃度の関係式を適応させ、クロロフィル濃度の画像として表示した。Fig.3は、8月10日の夜間に行った実験結果によるクロロフィル濃度画像（左からポプラ、イチョウ、シノブヒバ）である。木の種類によってクロロフィル濃度に違いが見られる。また、屋外実験の画像結果から求めた樹木全体のクロロフィル濃度の平均値と室内予備実験により取得したLIFスペクトルおよびクロロフィル濃度の月別変化を Fig.4 に示す。全体的に非常に良い一致が得られている。

おわりに

本システムにより樹木のクロロフィル濃度の分布を遠隔的に計測することが可能となった。今後、植生診断や樹木、山林資源管理等への応用が期待される。

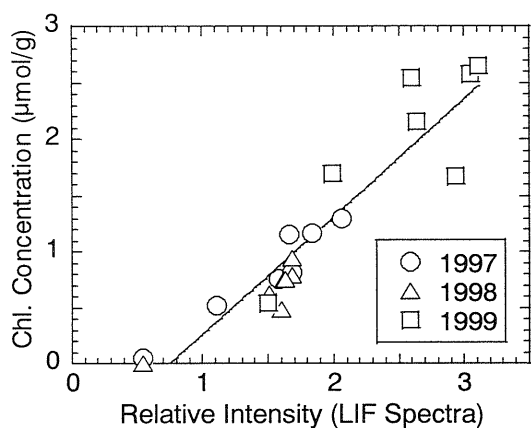


Fig.1 : Correlation of Relative Intensity and Chlorophyll Concentration

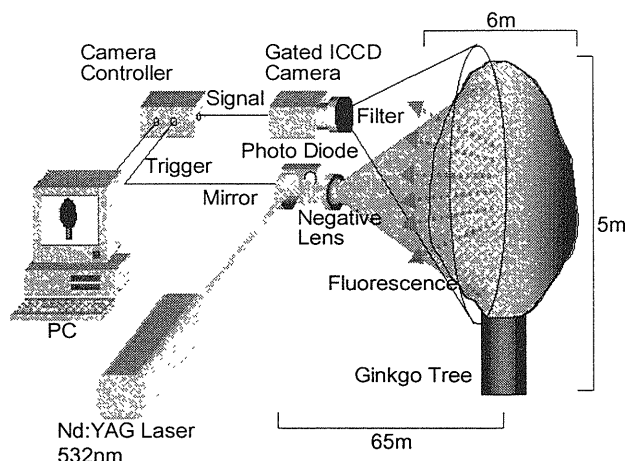


Fig.2 : LIF Imaging Lidar System

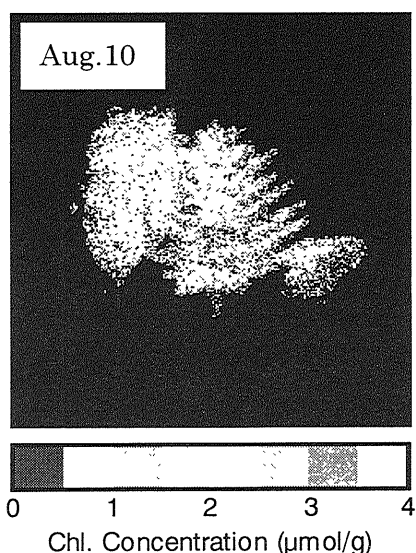


Fig.3 : Image of Chlorophyll Concentration of Ginkgo Tree

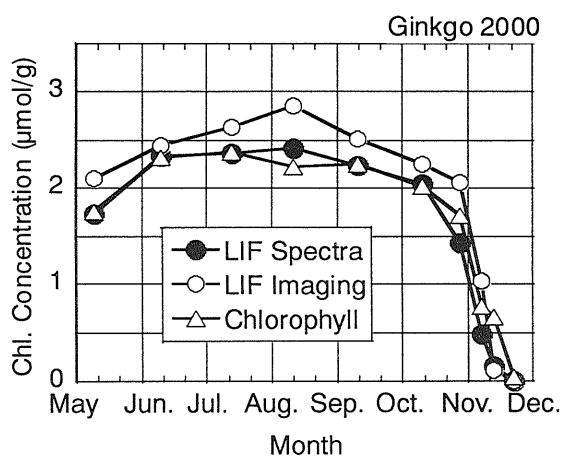


Fig.4 : Monthly variation of Chlorophyll Concentration of Ginkgo Tree