

植物生葉からのレーザー誘起蛍光スペクトル計測(II)

Measurement of Laser-induced Fluorescence of Intact Plant Leaves (II)

加納光益¹, 斉藤保典¹, 川原琢也¹, 野村彰夫¹, 宮ヶ原太郎², 宮崎敏孝², 山寺喜成²M.Kanoh¹, Y.Saito¹, T.D.Kawahara¹, A.Nomura¹, T.Miyagahara², T.Miyazaki² and Y.Yamadera²¹信州大学工学部, ²信州大学農学部¹Shinshu Univ., Faculty of Engineering, ²Faculty of Agriculture

Abstract

Laser-induced fluorescence (LIF) spectra of intact and living leaves of sasanqua, which were grown under some water stress, were investigated. The plant stress was characterized by the LIF spectra, especially increase of the LIF intensity at around 480nm and 530nm were clearly shown depending the strength of the water stress. It was confirmed that the laser-induced fluorescence is very useful for early detection of plant damage before its appearance on the leaf surface.

1 はじめに

古代から動物は植物と共に生き、その生態や生活を築き上げてきた。しかし近年、人間の産業活動により植生は崩れつつあり、植物を早期で的確かつ広域的な診断を可能とする方法が必要となってきた。我々は植物の生理状態や健康状態を知る手法としてレーザー誘起蛍光 (LIF) 法を提案して検討してきた¹⁾。本稿では生育条件を変えて生育されたサザンカ葉のLIFスペクトル測定結果をもとに、植物診断への適応の可能性について述べる。

2 測定方法

LIF法に用いた測定装置をFig.1に示す。誘起光源にはNd:YAGレーザーの第三高調波(355nm, 0.2mJ, 10ns, 10Hz)を用いており、照射誘起されたLIFスペクトルはイメージングインテンシファイアー(I.I.)付きのCCD分光計測器により測定された。測定波長範囲は300nm~800nmとした。測定試料であるサザンカ葉は、水分条件を変化させて(ストレスを与えて)生育された鉢植えのものを用いた。生育条件はそれぞれ1回あたり100mlの水分を月2回、週2回、1日1回と変化させた3種類とした。

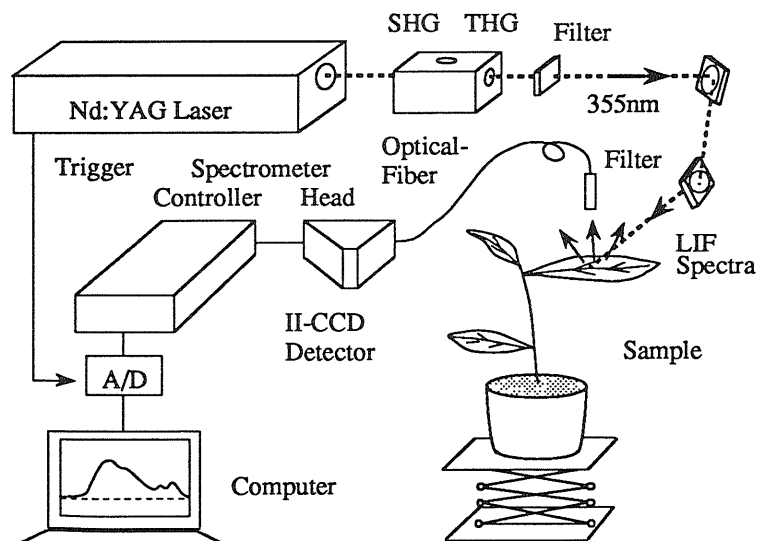


Fig.1 Experimental set up of LIF measurement

3 実験結果と考察

生育条件を変えてから59日後の水分ストレスによる代表的なLIFスペクトル変化例をFig.2に示す。LIFスペクトルはクロロフィルのピーク値である685nmで規格化してある。

サザンカの状態は、水分ストレスの多い(水分量の少ない)ものは完全に枯死しており、水分ストレスの中位のものは部分的に赤茶けた葉が点在し、水分ストレスの少ない(水分量の多い)ものは緑葉であった。これらのLIFスペクトルについて緑葉を基準として考えると、枯死以前では480nm、530nm付近のピークの相対強度が増加し、逆に完全に枯死した状態では減少している。このことから、枯死の進行度により400nm~650nmのスペクトル成分に相対強度差が見られ、特に480nm、530nm付近のピークは生育または枯死状態に関する生理活性の情報を含んでいると考えられる。

水分ストレスを与えてからの経過日数によるサザンカ葉のLIFスペクトル変化(530nm /685nm)をFig.3に示す。○、△、×は目視による判断結果を示し、それぞれ順に緑葉、茶色が点在する葉、枯死した葉である。水分ストレスが強いほど早期に枯れ始め、LIFスペクトルにも早期に大きな強度変化がみられた。

水分ストレスの少ないサザンカ(太波線)だけに注目すると、相対強度が8付近まで上昇した後、約40日後に目視としてその変化が表れた。この結果は480nm/685nmにおいても同様であった。これは480nmや530nm付近にピークを持つ植物内有機物の増加や減少、あるいは植物の生理状態の変化が外的変化(目視)として表れる以前により早い段階でLIFスペクトルの変化となって表れることを示すものである。これらのことは、早期発見が可能な植物健康診断法に応用できることを意味するものである。

4 おわりに

水分ストレスの差によるサザンカ葉の状態変化はLIFスペクトルの変化となって表れ、特に480nmと530nm付近に顕著な強度変化がみられた。LIFスペクトルの変化を調査することで、枯死状態の情報を目視以前に得ることができ、本手法により植物の健康状態の悪化が早期発見できるという可能性が得られた。今後は水分ストレスに加え、リン、チッソ、カリウムの各栄養素毎の量を変える等の生育条件で、更に詳しい植物の生理状態を検討していく予定である。

参考文献

- 1) Y.Saito et al., Advances in Atmospheric Remote Sensing with Lidar, A.Ansman et al. (eds.), (Springer-Verlag Berlin Heidelberg,1996), pp.475-478

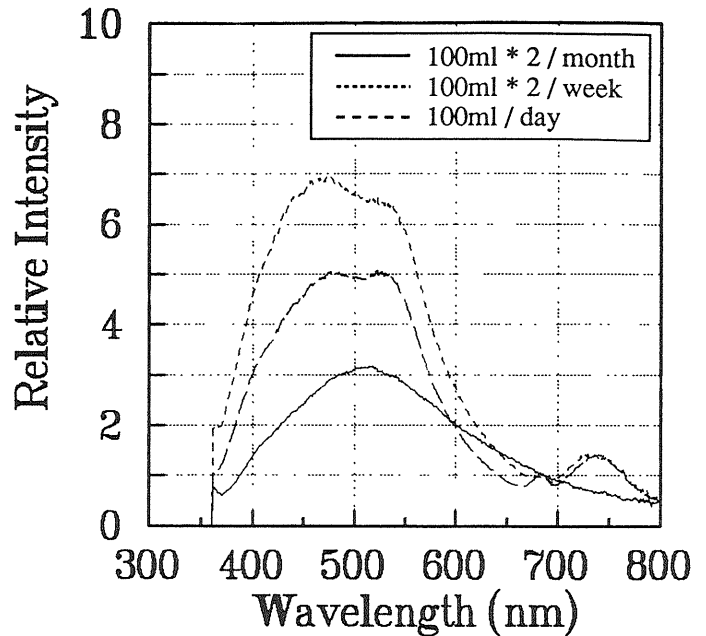


Fig.2 LIF spectra of Sasanqua under some water stress.

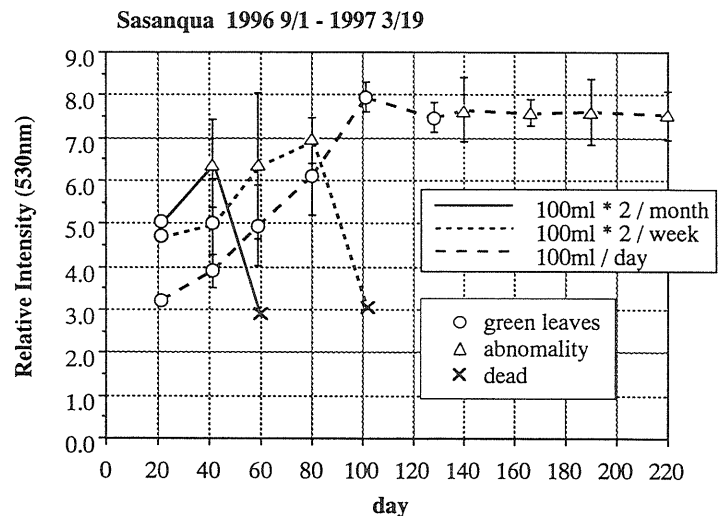


Fig.3 Daily variation of LIF intensity (530nm).