

Effect of LIF Spectra of Plants by UV-light Irradiation

小松垂矢子¹, 高橋邦夫², 峰内健一², 小林智³, 石井弘允⁴, 安田嘉純¹Ayako KOMATSU¹, Kunio TAKAHASHI², Ken-ichi MINEUCHI²,Satoshi KOBAYASHI³, Hiromitsu ISHII⁴, Yoshizumi YASUDA¹

1:千葉大学, 2:木更津工業高等専門学校, 3:日本電気, 4:日本大学

1:Chiba University, 2:Kisarazu National College of Technology, 3:NEC, 4:Nihon University

ABSTRACT

Chlorophyll fluorescence was examined to monitor a plant's response to any factor which directly or indirectly affects photosynthetic metabolism. Chlorophyll fluorescence induction kinetics and Laser-Induced Fluorescence(LIF) spectra were changed in peanut leaves irradiated with UV light, especially UV-C irradiation. The damage of chlorophyll with UV-C irradiation were significant in peanut leaves using Micro-Fluorescence Imaging(MIF) system. And changes were observed in reflectance spectra on peanut leaves by UV irradiation.

1. はじめに

フロンガスなどによるオゾン層の破壊が進むなか、紫外線(UV)量の増加が地球規模で問題となっている。そこで UV 光照射下で植物を生育させ、植物からの蛍光の誘導期現象、LIF(Laser-Induced Fluorescence)スペクトル及び蛍光の葉内分布を利用して、UV 光が植物葉の光合成色素に与える影響を調べた。同時に、リモートセンシングにおいて植生の調査などに使われる反射スペクトルとの関係を調べた。

2. 試料及び測定方法

2-1. 測定装置

蛍光の誘導期現象及び LIF スペクトルの測定には Fig.1 の LIF 測定装置を使用し、励起光源には UV(354nm~361nm, 40mW)と可視(488nm, 5.0mW)の2種類の cw Ar⁺レーザを用いた。蛍光の葉内分布を調べるために、MFI(Micro-Fluorescence Imaging)測定装置を使用した。また、反射スペクトルの測定には、光源にハロゲンランプ

(SHINKO.S.S, 100V, 500W)、計測器に PMA-11(PHOTONIC MULTI-CHANNEL ANALYZER, HAMAMATSU PHOTONICS K. K.)を用いた。

2-2. UV-C 照射

実験に使用した供試葉はグロースチェンバー内で約1ヶ月間生育させた落花生で、葉緑素計(SPAD 501, ミノルタ)値が約49であった。グロースチェンバー内に設置したUV光源(253.7nm, 約0.3mW/cm²)で毎日定時に15分間照射し、葉が枯死状態になるまで(5日間)行った。UV照射開始日から毎日照射前、照射直後、照射して4時間経過後に蛍光の誘導期現象、LIF スペクトル及び反射スペクトルの測定を行った。

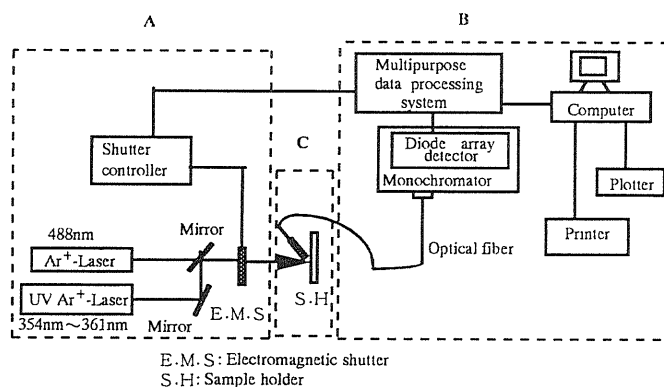


Fig.1 Blockdiagram of LIF system

A ; Department of light source, B ; Depart of detector,
C ; Department of sample holder.

2-3. UV-A 照射

実験に使用した供試葉はグロースチェンバー内で約3ヶ月間生育させた落花生で、葉緑素計値が約50であった。グロースチェンバー内に設置したブラックライト(350nm付近にピーク, 約0.2mW/cm²)で1日12時間照射し、照射直後に蛍光の誘導期現象、LIFスペクトル及び反射スペクトルの測定を行った。

3. 実験結果

3-1. UV-C 照射

UV-C照射開始後3日目に葉に黄変が見られ、蛍光の強度は小さくなった。誘導期現象においてストレスの指標 Rfd(Ratio of Fluorescence decreasing :誘導期現象の蛍光強度の最大値から安定値までの減少した値と安定値の比)値は685nm、740nmともに照射後直ちに減少し、枯死状態になるまで減少し続け、特に685nmの減少が大きかった。また、488nmで発振するレーザーで励起したLIFスペクトルは、685nm付近のピーク値に減少が見られ、Wittmershausらの提案した発光要素モデル¹⁾を用いて波形分離した結果(Fig.2)、685nm付近にピークを持つ光化学反応系IIに関係した集光性クロフィルの占有面積に大きな減少が見られた。350nmで発振するレーザーで励起したLIFスペクトルでは(Fig.3)、相対的に450nm付近のピーク値が増加し、685nm及び740nm付近のピーク値が減少した。またMFIにより葉内でのクロフィルの損傷が確認でき、LIFスペクトルとの関連を画像的にも明らかにできた。反射スペクトルでは、400nm~800nmまで全体的に変化が見られたが、特に580nm付近の反射率が大きくなった。

3-2. UV-A 照射

照射開始後1ヶ月以上経過しても目視による変化がみられなかった。蛍光の誘導期現象のRfd値は照射開始後2週目以降に減少が見られ、同様に反射スペクトルにも2週目以降に変化が見られた。

4. まとめ

UV-C照射では直ちにクロフィルに変化があらわれ、特に光化学反応系IIに関係したクロフィルからのLIFに大きな変化があらわれることがわかった。UV-A照射がLIFスペクトルに与える影響はUV-C照射に比べ小さく、クロフィルへの影響が小さいと考える。

1) B. Wittmershaus, T. M. Nordlund, W. H. Knox, R. S. Knox, N. E. Geacintov & J. Breton : Picosecond studies at 77K of energy transfer in chloroplasts at low and high excitation intensities. *Biochimica et Biophysica Acta*, 806, 93-106(1985)

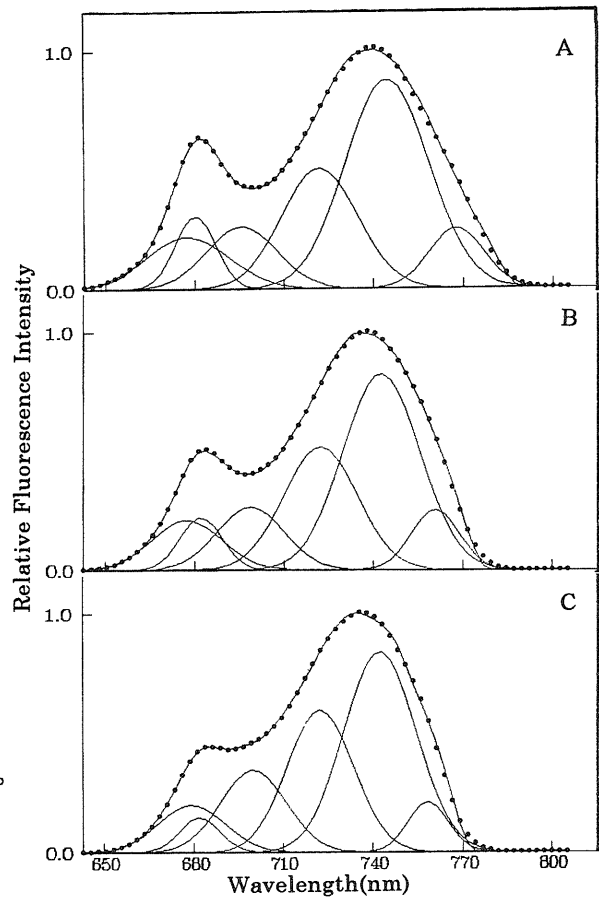


Fig.2 Laser-induced fluorescence spectra resolved into six emitters of peanut leaves before irradiation(A), 2 days (B) and 3 days later(C) since UV-C irradiation.

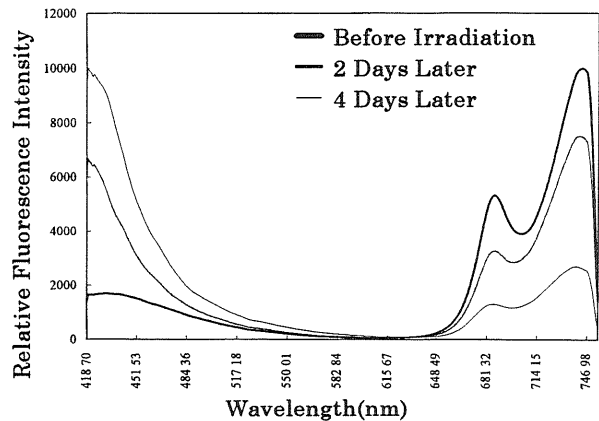


Fig. 3 Laser-induced fluorescence spectra of peanut leaves before irradiation (—), 2 days (---) and 3 days later (···) since UV-C irradiation.