

# F1 オゾン暴露による LIF および反射スペクトルの変動の測定と比較

## Changes of LIF Spectra and Reflectance Spectra of Plants by fumigation of O<sub>3</sub>

小松亜矢子<sup>1</sup>, 高橋邦夫<sup>2</sup>, 峰内健一<sup>2</sup>, 安田嘉純<sup>1</sup>

Ayako KOMATSU<sup>1</sup>, Kunio TAKAHASHI<sup>2</sup>, Ken-ichi MINEUCHI<sup>2</sup>, Yoshizumi YASUDA<sup>1</sup>

1:千葉大学, 2:木更津工業高等専門学校

1:Chiba University, 2:Kisarazu National College of Technology

### 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 of peanut leaves were changed by fumigation of O<sub>3</sub>. And changes weren't observed in reflectance spectra on peanut leaves by fumigation of O<sub>3</sub>. Chlorophyll fluorescence induction kinetics and LIF spectra is considered to be a useful means to trace the effects of O<sub>3</sub> on terrestrial vegetations in remote sensing.

#### 1. はじめに

産業の発達とそれに伴う人間の生活様式の変化が、地球環境に様々な変化をもたらしている。特にオゾン、窒素酸化物やイオウ酸化物などの大気汚染物質は、深刻な植生の破壊をもたらす原因となっている。本研究では、大気汚染物質のうちオゾンに注目し、オゾン暴露下で植物を生育させ、植物葉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、オゾンが植物葉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主に使われる反射スペクトルとの比較検討をおこなった。

#### 2. 試料および測定方法

##### 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の LIF 測定装置[1]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<sup>+</sup> レーザを用いた。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. 実験方法

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 40 であった。オゾンの発生には自作の高圧放電器を用い、オゾン濃度はガス検知管(ガステック)を用いて測定した。落花生を暴露用のチェンバーの中に入れ、オゾン濃度を約 0.4ppm に設定し、2 時間通気した。暴露前、暴露直後、2 時間経過後、4 時間経過後、24 時間経過後に、蛍光の誘導期現象、LIF スペクトルおよび反射スペクトルの測定を行った。暴露後、落花生はグロースチェンバー内に戻し、測定の時に取り出し測定を行った。

### 3. 実験結果

濃度 0.4ppm のオゾンで 2 時間暴露したところ、暴露後に葉脈付近にわずかな変化がみられた。誘導期現象測定においてストレスの指標 Rfd(Ratio of Fluorescence decreasing,  $Rfd = Fd / Fs$  : 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(Fd)と安定値(Fs)の比)値(Fig.1)は 685nm、740nm とともに暴露直後減少し、その後増加しつづけた。この Rfd 値の増加は植物の修復作用によるものと思われる。UV で励起した LIF スペクトル(Fig.2)は 685nm 付近のピーク値が相対的に 4 時間経過後まで減少しつづけ、24 時間経過後には増加した。また、430nm 付近のピーク値は相対的に 4 時間経過後まで増加しつづけ、24 時間後には減少がみられた。この 430nm 付近のピーク値の減少は植物の修復作用が働いているためと考えられる。一方反射率を対数表示で測定した反射濃度スペクトル(Fig.3)には、波形の変化がほとんどみられなかった。反射測定において光合成量の評価に使われる NDVI(Normalized Difference Vegetation Index,  $NDVI = (R_{750} - R_{640}) / (R_{750} + R_{640})$ )値や光合成補助色素であるキサソフィルの変動を示す PRI(Physiological Reflectance Index,  $PRI = (R_{550} - R_{531}) / (R_{550} + R_{531})$ )値は、ノイズを考慮すると大きな変化は見られなかった。

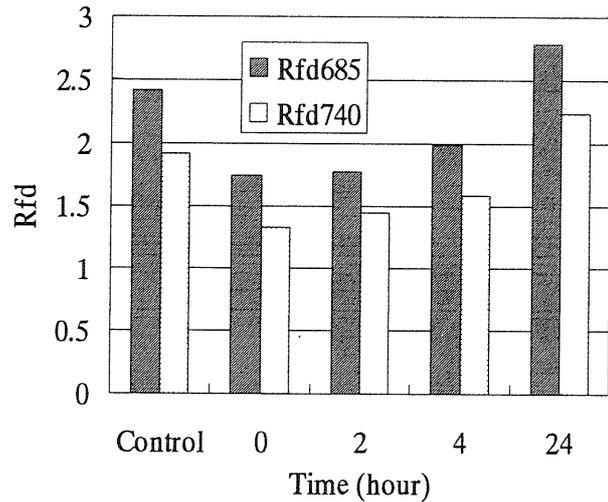


Fig. 1 Changes of Rfd with time after 0.4ppm O<sub>3</sub> fumigation for 2 hr

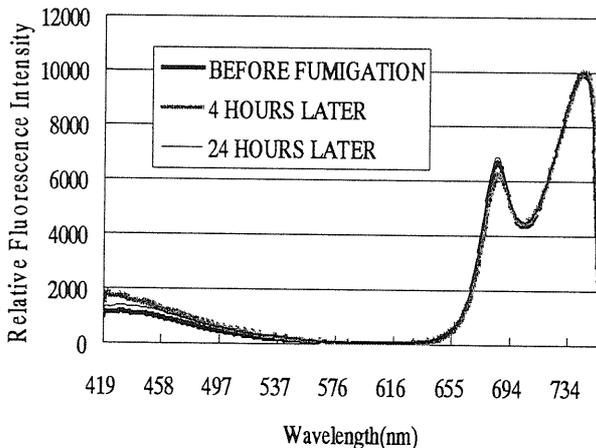


Fig. 2 Changes of Laser(354nm~361nm)-induced fluorescence by fumigation O<sub>3</sub>

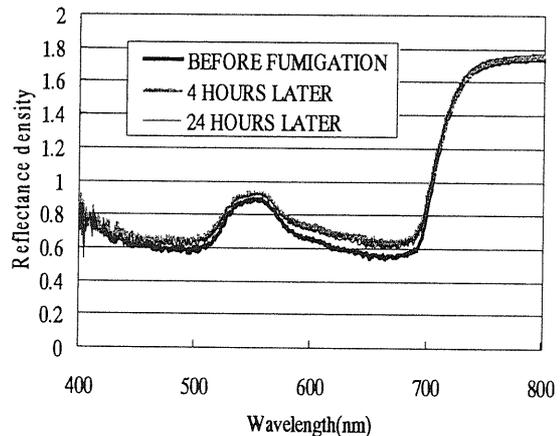


Fig. 3 Changes of reflectance density spectra by fumigation O<sub>3</sub>

### 4. まとめ

オゾン暴露では直ちに葉から放射される蛍光の Rfd 値および LIF スペクトルに変化があらわれることがわかった。蛍光の Rfd 値(Fig.1)と LIF スペクトルのピーク値の変化(Fig.2)から、暴露後植物の修復作用がおこなわれているものと思われるが、その変化は Rfd 値のほうに早期にあらわれ、LIF スペクトルよりも蛍光の誘導期現象のほうが植物のストレスに対する影響を早期に測定できるものと考えられる。一方反射スペクトルには顕著な変化がみられず、反射測定より蛍光測定のほうが植物のストレスに関してより早く検知できるため有効であると考えられる。

### 参考文献

[1]小松、高橋、峰内、小林、石井、安田：第18回レーザーセンシングシンポジウム予稿集、19-20(1997).