

イメージングライダーによる酸性雨診断

Diagnostics of Acid Rain region by an Imaging Lidar

内海通弘、大曲新矢、園田貴之

Michihiro Uchiumi, Shinya Omagari and Takayuki Sonoda

有明工業高等専門学校 電子情報工学科

Ariake National College of Technology

Abstract

The imaging LIDAR is one of the methods for measuring the revitalization degree of some kind of plant. The technique is based on the LIF, Laser-induced Fluorescence method and LIDAR. It is known that the chlorophyll fluorescence shows a linear correlation to the chlorophyll concentration. Applying this method, we investigated the influence of the acid rain to flowering plants. It was successfully observed that simulated acid rain with typical pH values make a *Catharanthus roseus* wither after a month. Therefore, it was demonstrated that the technique is useful to remotely measure plants activity.

1. 背景

最近、九州北部などでは工場地帯ではない地域でも、光化学スモッグが報告されており、中国などからの流入と考えられている。大気中に放出された窒素酸化物は、酸性雨の原因となり農作物に被害を与えることが知られている。植物の生育状態をモニタリングし、様々な植物の障害が目視で確認できる以前に検出できれば、それらが深刻な状態になる以前に何らかの処置を施すことが出来るであろう。

そこで我々は、レーザ誘起蛍光法によるイメージングライダーが植物活性度計測に適していることに注目した。この方法で測定するのは、植物中のクロロフィル（葉緑素）である。クロロフィルは光合成による有機物生産量を推定する上で、重要な指標の一つである。我々はこの手法を用いて植物の内部状態を解析画像により把握し、さらに植物の被害と酸性雨との関係を調査するための基礎研究しているので報告する。

2. LIF 法による草花活性度計測

クロロフィルの吸収線スペクトルは 630~680nm 付近に大きなピークを持つことから、その波長より短い波長で発振するレーザ光として手軽な Nd:YAG レーザの第 2 高調波 (532nm) を選定した。このレーザ光を凹レンズによって広げ、草花全体に照射する。このとき草花からは、レーザ光照射により励起された分子により蛍光が発生する。この蛍光は、波長 740nm と波長 685nm 付近にスペクトルのピークが見られる。このことから、この 2 波長の干渉フィルタを ICCD カメラに順次装着することにより、2 種類の画像を得る。その画像の光強度比から、活性度の分布を求めることが出来る。植物内で光合成を行う部分は葉緑体であり、実際に光合成を行うのはクロロフィル（葉緑素）である。つまり、クロロフィル濃度は活性度と密接に関係している。クロロフィル濃度と 2 波長の蛍光の光強度比 (740nm/685nm) には、高い相関性があることがわかっている。植物の光強度比を測定することで間接的にクロロフィル濃度を測定できることになり、植物の活性度が分かる。

3. 実験の方法

モニタリングシステムを Fig. 1 に示す。レーザ光を凹レンズによって広げて、測定対象に照射する。その時葉から発生するクロロフィル由来の蛍光を ICCD カメラで画像取得し、画像解析を行った。

ICCD カメラに装着する干渉フィルタは、中心波長が 740nm と 685nm のもので、ともに半値全幅 10nm 透過率 50% のものである。

この実験では植物に酸性水を与えて、その影響がどのように植物活性度に影響を及ぼすのかを調査した。実際の酸性雨を用いて実験するのは困難であるために、

この実験では擬似的な酸性雨として硫酸水溶液を用いる。硫酸は酸性雨に関する研究において用いられることから、本研究でも用いることとした。また、一般的に酸性雨というのは p.H5.6 以下の雨のことを指すが、実際には森林や植物に酸性雨が付着した後に、太陽熱などによって水分が蒸発し、酸成分が濃縮されることで被害が進むことから、ここでは p.H5.6, p.H5.0, p.H4.5, p.H4.0, p.H3.5, p.H3.0, p.H2.5 (計 7 種類) の酸性雨を用意して、酸性雨を模擬した環境とし、被害状況を調べることにした。被測定用植物にはニチニチ草という植物を用いた。

ニチニチ草は 8 個用意し、そのうち 1 つには定期的に水を与え、残りの 7 個植物には定期的にそれぞれ用意した 7 種類の酸性雨を与えた。測定期間は約 30 日として実験を行った。

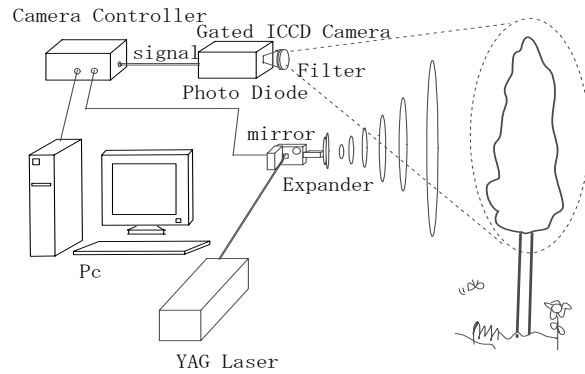


Fig.1 Monitoring system.

4. 実験結果

草花の蛍光画像を取得し、その画像を元に Visual C# を用いて活性度のグラフィック化を行った。結果を Fig.2 に示す。画像左側が、今回活性度計測をしたニチニチ草の葉で、画像右側がその解析画像である。

画像右側に示すカラーバーは、色が赤に近ければ活性度が高いということを示しており、青に近ければ活性度が低いということを表している。この活性度計測画像を見ると可視障害が生じていた葉 A よりも、葉 B の方の活性度が高いという結果となった。

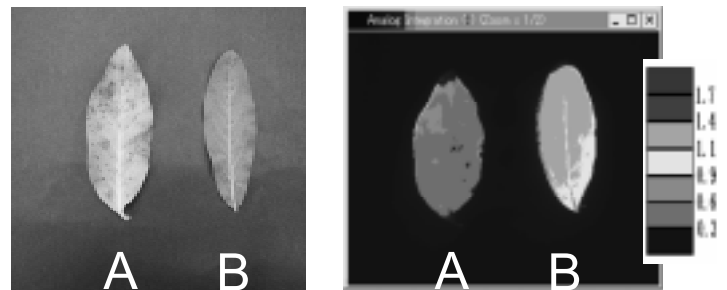


Fig. 2 Examples of a color representation of calculated data.

擬似的な酸性雨（硫酸水溶液）を植物に与え、酸性雨の被害状況をモニタリングして、酸性雨の診断を行った。

この植物の可視状態も同様で、葉には斑点状の被害が見られ、赤い花びらは白く変色する様子が観測された。この結果によって、草花の活性度計測のみならず、イメージングライダーが目視で観察できる前に、酸性雨被害状況を確認する方法として有用であることが分かった。

文献

1. 野内勇: 農業環境叢書第 7 号 (養賢堂, 1991) 103-119
2. 近藤矩明: 大気汚染学会誌 29 (1994) A102-A110
3. 原口力也, 栗原康仁朗, 小林史利, 川原琢也, 野村彰夫, 齊藤保典, 2001 年 11 月 レーザセンシングシンポジウム予稿集. 138-139
4. 古賀知也, 齊藤保典, 松原知仁, 丸山裕子, 小林史利, 野村彰夫, 2003 年 6 月 第 22 回 レーザセンシングシンポジウム予稿集. 123-12