

P-5-31

レーザー蛍光法を用いたバイオエアロゾルセンシングシステムの開発
—花粉の蛍光センシングを例として—

Biological aerosol monitoring system with laser-induced
fluorescence spectroscopy —Pollen fluorescence detection—

○ 澤山晃一、斉藤保典、田畑良幸、小林史利、野村彰夫

○ K. Sawayama, Y. Saito, Y. Tabata, F. Kobayashi, and A. Nomura

信州大学工学部

Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract: A fluorescence measurement system was developed for the purpose of biological aerosol monitoring. The system made it possible to tune the excite wavelength and to detect the fluorescence spectra. System performances were checked by detecting fluorescence of three different kinds of pollen, lycopodium, cedar and cypress. Their spectral characteristics were quite different from each others and the optimal exciting wavelength appeared at around 355nm. It was confirmed that the developed system had a potential use for the biological aerosol monitoring.

1. 背景と目的

バイオエアロゾルは日常生活の場において至るところに存在し、アレルギーや呼吸器障害を引き起こす可能性を秘めている。本研究では、身近に存在するバイオエアロゾルの一種である花粉に着目した。現在の飛散花粉測定は、屋上などに設置した花粉採取器で行われるが、飛散量予測はできるもののリアルタイム観測として扱うには不向きであり、また一年を通して花粉の動態を予測するには適切とはいえない。そこで、レーザー蛍光法を花粉計測に適應させたセンシングシステムの構築を計画し、花粉の動態をリアルタイムで把握するための研究を進めている。

2. 測定システム

飛散花粉のレーザーセンシングを行なうにあたって、その蛍光特性を知る必要がある。Fig.1 に示した落射蛍光システムを構築して、どの励起光で最も効果的に蛍光スペクトルが観測できるかを調べた。Xe ランプから出た光をグレーティングにより分光し、波長可変光源とした。励起光のダイナミックレンジは約

300nm～700nm までとなり、この範囲であれば波長を自由に変えることが可能である。ただし、本研究では励起光を紫外域の 330nm～380nm に絞り、400nm 以上の観測範囲で実験を行なった。分光された光は、紫外光透過の光ファイバー(三菱電線工業SYケンマ2)に集光され、顕微鏡(Nikon 製 ECLIPSE E200)に送られる。ここで励起光を落射させるため、対物レンズの上部にダイクロイックミラーを設置し、測定対象物である花粉に真上から照射させた。使用したダイクロイックミラーは、400nm 以上の光を透過し、それ以下の光を反射するものを用いたため、実際に励起光として使用できるのは 300nm～400nm の波長に限られる。対物レンズにも紫外光の透過特性に優れたものを使用した(Nikon 製 CFI Plan Fluor 40×)。花粉から出力される蛍光は同じ経路をたどり、集光されて CCD タイプの多波長同時検出器で受光される。本検出器はイメージインテンシファイアを内蔵しており、受光感度を 8 段階の間で設定できるため、比較的微弱である蛍光もデータとして収集することが可能である。ここで色収差を軽減するために、アクロマティックレンズ

を使用し、観測される微弱な蛍光のロスを少なくした。作成した落射蛍光システムは、一般に市販される分光蛍光光度計の観測範囲と比べて、狭い範囲の花粉の蛍光を取るのに適している。また、励起光波長を可変に出来ることと、蛍光スペクトルを検出出来ることが特徴である。

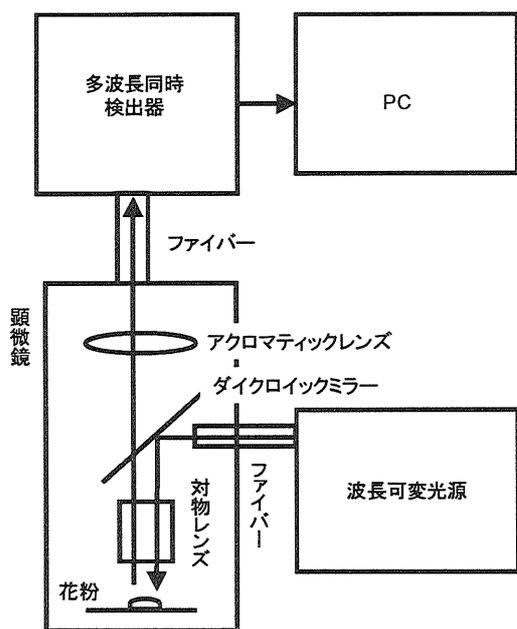


Fig.1 system configuration

3. 測定結果

今回は、スギ、ヒノキ、リポコジウムの3種類の花粉サンプルについて蛍光強度を測定した。励起光として使用した波長は、330nm～380nmであり、10nm 間隔で波長を変化させて測定を行なった。リポコジウムの胞子は、風向観察などにも使用される疑似花粉のようなもので、3種類の中では大きな蛍光強度を示した。スペクトルは全体的に滑らかな曲線を描き、ピークは 510nm 付近に見られた。スギ花粉の蛍光特性では、リポコジウムほどの蛍光強度は見られないものの、全体的に急な傾きのスペクトル形状が確認できた。ピーク値は 480nm～510nm 付近に存在した。ヒノキ花粉は、全体的に緩やかなスペクトルを示し、蛍光強度はスギ

花粉の場合とほぼ同程度である。また、520nm～530 nm の間にピークと 450nm 付近にピークの肩が現れた。いずれも 350nm～370nm 付近の励起光で強度が大きくなった。ライダー用光源として、YAG レーザの第3高調波(355nm)が最適と推測出来る。

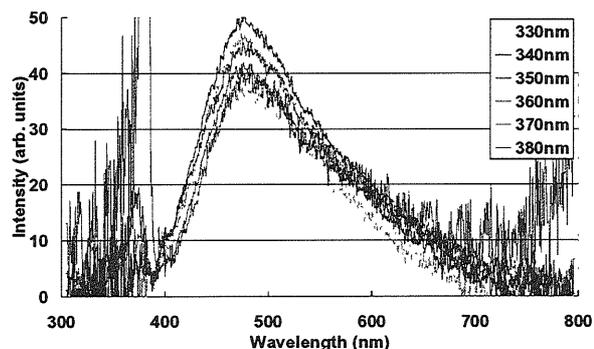


Fig.2 Spectral characteristics of cedar pollen

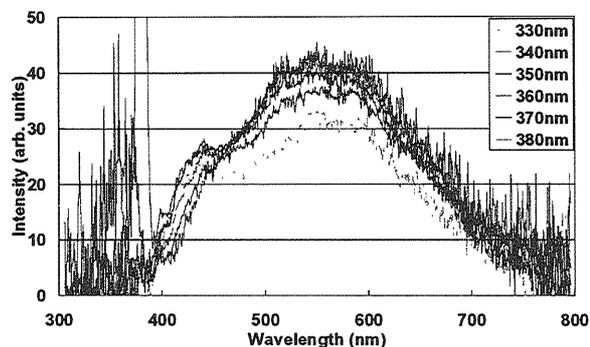


Fig.3 Spectral characteristics of Japanese cypress pollen

まとめ

今回の結果から、3種類の花粉について、蛍光強度のピークと蛍光特性からそれぞれ植物種ごとに違った反応を示すことが分かった。また、花粉の蛍光スペクトルの反応がもっとも大きく出る励起光の波長域も特定できた。今後は、スギ、ヒノキの花粉以外にも多く花粉のデータベースを取得し、花粉蛍光データベースを作成する。さらに 355nm を励起光にした、屋外の飛散花粉測定用ライダーを構築し、データベースとの比較による種類毎の飛散量のセンシングへと展開していく予定である。