

蛍光ライダーによる飛散花粉の検出実験

Detection of floating pollen by a laser-induced fluorescence spectrum (LIFS) lidar

市原健太郎、村松良亮、小林史利、大谷武志、小林一樹、斉藤保典
K. Ichihara, R. Muramatsu, F. Kobayashi, T. Ohtani, K. Kobayashi,
and Y. Saito

信州大学工学部

Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract: Fluorescence of plant pollen by laser irradiation can be a possible indicator for pollen detection. This was applied to lidar monitoring, namely laser-induced fluorescence spectrum lidar (LIFS lidar) and outside observations were attempted using a mobile LIFS lidar. The fluorescence signal from floating Japanese cedar pollen, growing naturally 20 m away, was small, but spectrum analytical results could show the presence of the pollen fluorescence. Usefulness of the LIFS lidar was confirmed.

1. はじめに

日本の総人口の20%以上が花粉症に悩まされている。花粉の種類や浮遊の実態を迅速に調査して早期に情報を提供することは、その後の対策や予防にとって非常に有用である。花粉の飛散距離や飛散分布域などの情報は、農業や環境の観点からも、大変興味を持たれる。

本報告では、花粉のレーザー誘起蛍光を指標とする、蛍光スペクトル (LIFS: Laser-induced Fluorescence Spectrum)ライダーの製作とスギ花粉の屋外検出観測実験結果について述べる。

2. 観測手法

有機物としての花粉には UV 光照射に対して蛍光を発するものが多い。Fig. 1 はスギ花粉蛍光の励起波長依存性を示したものである。蛍光スペクトルは450 nm から500 nm の範囲に分布し、特に励起波長が350 nm 付近と450 nm 付近で蛍光強度が大きくなった。スギ花粉以外にも20種類程度の花粉の励起/蛍光スペクトル特性を求め、データベース化した。花粉の種類により蛍光スペクトルの形状が変化することが示され、種類の判別も可能であった。

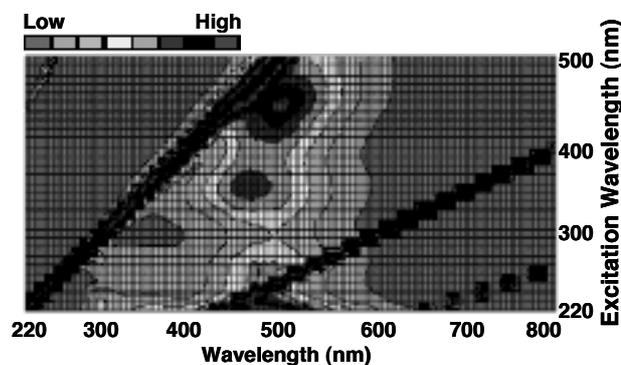


Fig. 1. Excitation-emission diagram of Japanese cedar pollen.

3. 屋外シミュレーション実験

3. 1 同期検出による背景光抑制試験

蛍光の到着時間に同期して検出器のゲートを開く方法を考えた。Fig. 2 は太陽背景光強度のゲート時間幅依存性である。背景強度はゲート時間幅の減少に比例して減少した。同期検出法の有効性を示すものである。

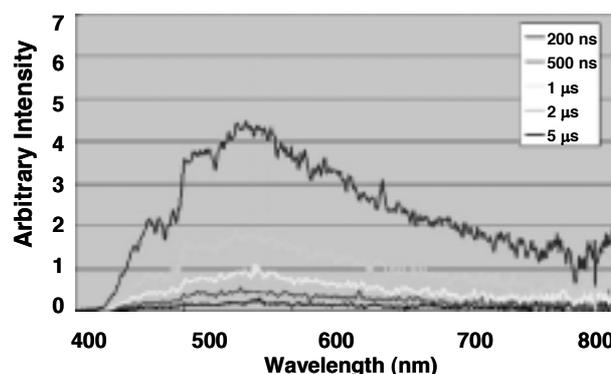


Fig. 2. Background spectra monitored with the gatted-CCD by changing the gate-time-period.

3. 2 花粉塊を用いたシミュレーション実験

約 20 m 離れた場所にスギ花粉の塊を置き、蛍光ライダー（波長 355 nm）で遠隔スペクトル観測を行った。

Fig. 3 に結果を示す。データベースのスギ花粉スペクトルと全く同じ形状のスペクトルが得られた。532 nm のスパイク上のスペクトルは第二高調波の漏れ光である。

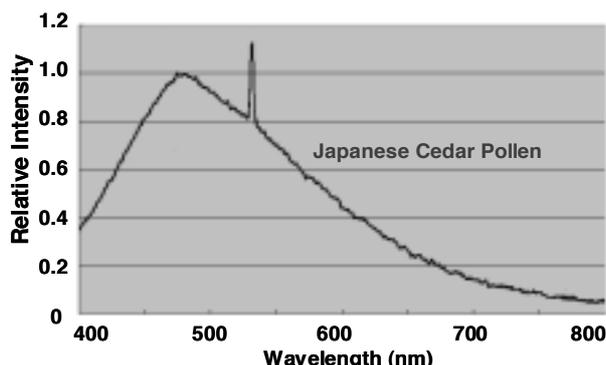


Fig. 3. Fluorescence spectrum of Japanese cedar pollens detected by the LIFS lidar.

4. 車載型蛍光ライダーによる現地観測

蛍光ライダーシステムは、現地での屋外観測ができるように、車載移動型に改良された。Fig. 4 は、改良後の蛍光ライダーシステムとスギ林での花粉観測の様子である。システムとスギ林との距離は約 20 m で、レーザー光路はスギの木から数m離れた場所を通るように調整された。CCD 検出器のゲート時間幅は 100 ns で、15m の区間の蛍光を集めることになる。観測実験は日中に行われた。



Fig. 4. The mobile LIFS lidar and observation scene.

解析においては、レーザー照射がある場合から無い場合(背景光)の残差を求め、それ

を市販のスペクトル解析ソフトウェアを用いて、成分分析を行った。

Fig. 5 に結果を示す。Fig. 3 で得られたスギ花粉の蛍光スペクトルを BiGauss Function³⁾でモデル化して解析に利用した。320 nm と 470 nm のスパイク上のスペクトルは CCD 自身の偶発的なノイズと思われる。680 nm 付近および 740 nm は、風で飛ばされた（レーザー光路を横切った）植物葉のクロロフィルの蛍光の可能性が高い。さらに 700 nm 以上では熱ノイズが重なっている。400 nm 付近と 620 nm 付近の起源は不明である。これらを合成したスペクトルと、残差スペクトルとの相関係数は 0.9 が得られた。

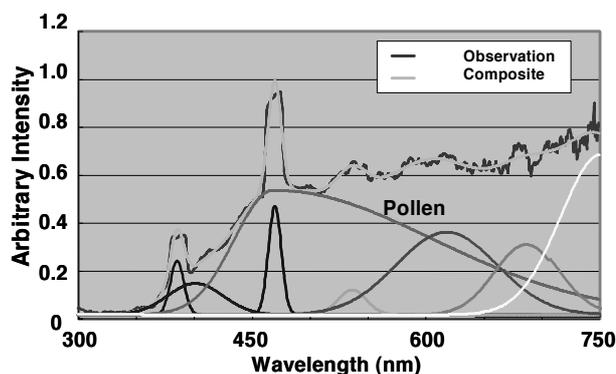


Figure 5. Comparison of the difference spectrum and the composite spectrum. Eight components created by the analysis are also shown.

4. おわりに

花粉蛍光のデータベースを基に、蛍光スペクトルの遠隔検出が可能な車載型蛍光ライダーシステムを開発した。現地（スギ林）観測を行い、蛍光スペクトルの成分分析を行うことで、スギ花粉（蛍光）の抽出に成功した。

参考文献

- 1) 森下他, 第 25 回レーザーセンシングシンポジウム B-4, (2007).
- 2) Y. Saito et al., 24th ILRC S09P-23, (2008).
- 3) Peak Fitting Module, Origin User's manual. OriginLab Corporation.