

蛍光スペクトルライダーによる物質同定のためのデータベース作成

高木 治也¹, 久保田 智貴², 富田 孝幸³, 劉 小晰³, 齊藤 保典³

¹信州大学工学部 (〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1)

²信州大学大学院理工学系研究科 (〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1)

³信州大学学術研究院工学系 (〒380-8553 長野県長野市若里 4-17-1)

Fluorescence database of aerosol-candidate material for LIFS lidar observation

Haruya TAKAGI¹, Tomoki KUBOTA², Takayuki TOMIDA³, Xiaoxi Liu³, and Yasunori SAITO³

¹Information Engineering, Faculty of Engineering, Shinshu University, 4-17-1 Wakasato, Nagano, Nagano 380-8553

²Institute of Engineering, Academic Assembly, Shinshu University, 4-17-1 Wakasato, Nagano, Nagano 380-8553

³Institute of Engineering, Academic Assembly, Shinshu University, 4-17-1 Wakasato, Nagano, Nagano 380-8553

Abstract: LIFS (Laser-induced fluorescence spectrum) lidar has a potential of aerosol identification if we understand fluorescence characteristics of them. We measured EEM (Excitation-Emission Matrix) of various materials which were candidates for aerosols in the atmosphere. Results showed that each of materials had their own EEM characteristic, which optimal excitation wavelength and optimal emission wavelength were different from others and depended on the species. Database of aerosol-candidate materials is important not only aerosol identification but also designing LIFS lidar.

Key Words: LIDAR, Laser-induced Fluorescence, EEM, Database

1. はじめに

近年、大気中の浮遊粒子(エアロゾル)による健康被害が問題となっている。これらの対策のためには大気の状態を把握することは必須である。

現在、その方法としてレーザー誘起蛍光法を用いた LIFS (Laser-Induced Fluorescence Lidar) ライダーによる大気観測が行われており、その結果から大気蛍光と思われる波形が確認されている¹⁾。また物質ごとに蛍光の最大強度を示す波長やスペクトル波形に違いがあることから、蛍光データベースを作成することで浮遊粒子を同定できることが示唆されている²⁾。

本研究は、従来の蛍光スペクトル計測に加えて励起・蛍光マトリックス (Excitation-Emission Matrix : EEM) を用いた計測を行うことで、物質の励起波長ごとの蛍光スペクトルの違いを明確にする蛍光データベースを作成することを目的とする。これによって蛍光ライダー観測によって得られた蛍光スペクトルとの照合による、エアロゾル同定が可能になる。

2. EEM データ測定手順

2.1 物質の微細粒子(エアロゾル)化

計測対象物質は冷凍粉砕機 JFC-300(株式会社日本分析工業製)を用いて粉砕を行い、実際の浮遊粒子に近い状態を再現した。

本機器は、ステンレス製のカプセルに粉砕したい物質とステンレス球を入れ、液体窒素の中で10分間冷凍した後、1,250回/分の速度で10分間上下に振動させることで粉砕を行う。これによって粉砕された物質は、5 μ m以下程度の大きさであった。よってこれらをエアロゾル起源物質として、そのEEM特性を調べることにした。

2.2 測定について

従来は、LIFS ライダーのレーザーに用いられている355nmで励起させた蛍光スペクトルのみを計測していた。本研究では励起波長を300nm~540nm間で10nmずつ変化させたときの蛍光スペクトルデータを計測した。計測には分光蛍光光度計 F-7000(株式会社日立ハイテクサイエンス製)を用いた。

計測したデータには、フィルタの透過率波長特性やキセノンランプの波長強度特性など光学的な補正をかけて使用した。

2.3 データの画像化

これらの手順によって測定された EEM データは、蛍光波長に関して10nm幅で区間平均し、最大値を1として正規化したものをコンター図として Fig.1 のように画像化した。

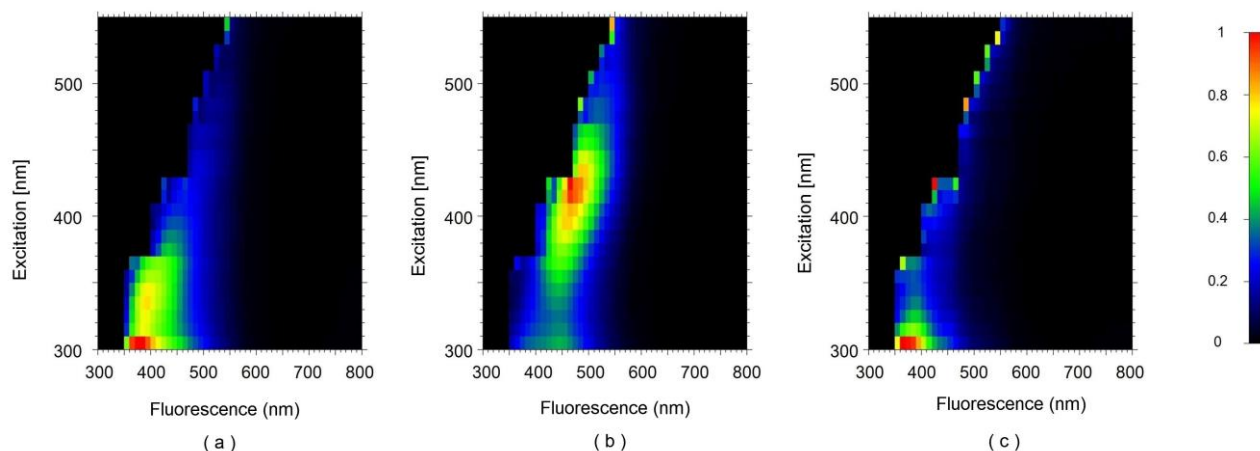


Fig.1 Contour mapping of EEM data; (a) honeybee (b) cherry species (c) vinyl

3. EEM データ例

以前の報告では、エアロゾル起源物質として動物系・植物系・人工物系と分類することが可能であることを示した²⁾。

今回の事例としてミツバチの死骸、サクランボの種、ビニールの EEM 特性を Fig.1 に示す。これにより、蛍光強度が最大となる励起波長とその時の最適な励起波長を決定できる。例を Fig.1(b) を用いて示す。サクランボの種子等を起源とする植物系エアロゾル観測のための蛍光ライダーを設計する場合、蛍光スペクトルが最大強度を示す励起波長 410nm を用いて 450nm 付近で検出するのが最も望ましいことが理解される。410nm 付近のレーザ光源では、色素レーザや OPO 装置などが最適と考えられる。また、検出系ではフィルタや回折格子(分光器)の波長設定および検出器の感度波長設定などにおいては 450nm 付近にピークを有するものが望まれる。

4. データベースの作成

現在までに 355nm 励起の蛍光スペクトルデータが約 30 種類、EEM データが 10 種類得られている。更にデータを増やし、これらをデータベース化する。LIFS ライダーによって観測されたデータからデータベース上の物質候補の検索や絞り込みを行うためには、蛍光スペクトルのピーク値や半値幅などといった物質ごとのデータの特徴を表す値が必要であり、これらの例を含めてどのようなデータをキーとして付与するかについては現在検討中である³⁾。

5. おわりに

エアロゾル起源物質の EEM 特性について報告した。これまでに約 40 種のデータが得られており、それぞれに特徴が認められている。

ほとんど全てのエアロゾル起源物質は蛍光発光することが知られており、より多くの物質の蛍光スペクトルを計測することでデータベース化を進めていきたい。一方、これらのデータはスペクトル強度に関しては情報が乏しく、定量分析ができない。蛍光量子効率情報を加えたデータベース作成も検討していきたい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費基盤 B 『25289122』 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 塚田祥大, 富田孝幸, 小林一樹, 斉藤保典, “エアロゾル計測用の蛍光 LIDAR システムの開発”, 第 32 回レーザシンポジウム予稿集 pp.120-121 2014.
- 2) 久保田智貴, 菅沼田光, 塚田祥大, 富田孝幸, 斉藤保典, “LIFS ライダーによる物質同定のための蛍光スペクトル計測”, 第 33 回レーザシンポジウム予稿集 pp.108-111 2015.
- 3) Yasunori SAITO, Kei KAKUDA, Mizuho YOKOYAMA, Tomoki KUBOTA, Takayuki TOMIDA, Ho-Dong PARK, “Design and daytime performance of laser-induced fluorescence spectrum (LIFS) lidar for simultaneous detection of multiple components, dissolved organic matter, phycocyanin and chlorophyll, in river water”, Applied Optics (in print).