

蛍光ライダーによるバイオエアロゾル関連原因物質のその場計測

Fluorescence lidar measurement of biomaterials in the livingsphere

齊藤保典<sup>1</sup> 小川太一<sup>2</sup> 西澤直人<sup>1</sup> 片岡圭司<sup>1</sup> 大谷武志<sup>1</sup> 小林一樹<sup>2</sup>

<sup>1</sup>信州大学工学部 <sup>2</sup>信州大学大学院理工学系研究科

Y. Saito<sup>1</sup>, T. Ogawa<sup>2</sup>, N. Nishizawa<sup>1</sup>, K. Kataoka<sup>1</sup>, T. Otani<sup>1</sup>, K. Kobayashi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Engineering, <sup>2</sup>Graduate School of Science and Technology,  
Shinshu University

## Abstract

Bioaerosols become a great concern, because of its strong interactive characteristics chemically and physiologically with others. To understand the dynamics in the air, we developed a mobile laser-induced fluorescence spectrum (LIFS) lidar. Fluorescence spectra of biomaterials such as soil, algae and plants were investigated in field by the LIFS lidar. Fluorescence of them showed peak at around 450 nm that NADH and/or Riboflavin can be origin. Some of them had other peaks on the spectrum. Results showed possibility of classification of biomaterials using LIFS lidar data.

## 1. はじめに

それ自身が菌・微生物あるいは動植物の微粒子成分であったり、あるいはその生成が微生物や動植物に由来するエアロゾルをバイオエアロゾルと呼ぶ。バイオエアロゾルは化学的・生理学的な相互作用が強くかつ広い領域に渡って拡散することから、自然界における生態系の分布や気候形成等に、古来から、大きな影響を及ぼしてきたと考えられる。その結果として、農耕<sup>1)</sup>や文化<sup>2)</sup>の発展や衰退などにも影響を与えてきた。私達はバイオエアロゾルの影響力の大きさに注目し、また多くの有機物質が紫外線照射に対して物質特有の蛍光を発するという事実に着目して、特に人間が通常の生活を営み環境との結び付きが強い領域である生活圏 (Livingsphere)<sup>3)</sup> 内で、蛍光スペクトルライダーによるバイオもしくは有機エアロゾルの観測を行ってきた。<sup>4)</sup> その結果の理解においては、バイオエアロゾルの種類の同定が重要であるため、生活圏内で身近に見られるバイオエアロゾル発生に係る物質を対象として、ライダーセンシングにより蛍光スペクトル情報の蓄積を行っている。

## 2 移動型蛍光スペクトルライダーとフィールド観測の方法

バイオエアロゾルの発生源で in-situ 計測を実行するにあたり、可搬型の蛍光スペクトルライダーを製作した。レーザーは波長 355 nm、パルスエネルギー 8 mJ、パルス幅 10 ns、望遠鏡は口径 25 cm のカセグレン式、II ゲート付分光器の検出領域は 200 - 800 nm、スペクトル分解能 3 nm である。分光器の CCD 検出器は、レーザー照射開始時間、蛍光到着時間に同期して 100 ns の時間ゲートがかけられ、蛍光信号を検出する。エアロゾルの拡散には空気塊の動きが必要であり、その動力源の多くは太陽放射によりもたらされる。つまり、エアロゾルの動的挙動を理解するためには日中観測が重要である。短時間ゲート同期検出により太陽背景光を抑制する事ができ、微弱蛍光の日中検出と観測が可能になった。ライダー全体を折り畳み式のキャスター上に配備したため、移動が可能でかつ車両積載・積み下ろしにはシステムを解体する必要がない。電源は 100 W の小型発電機を使用した。フィールド観測では、基本的には地表面に落ちて潰れたり飛散したバイオ関連物質の蛍光スペクトルを、その物質があるその場所で、約 20 m 離れた蛍光ライダーにより観測した。採集した物質の場合にも、同様の実験配置とした。

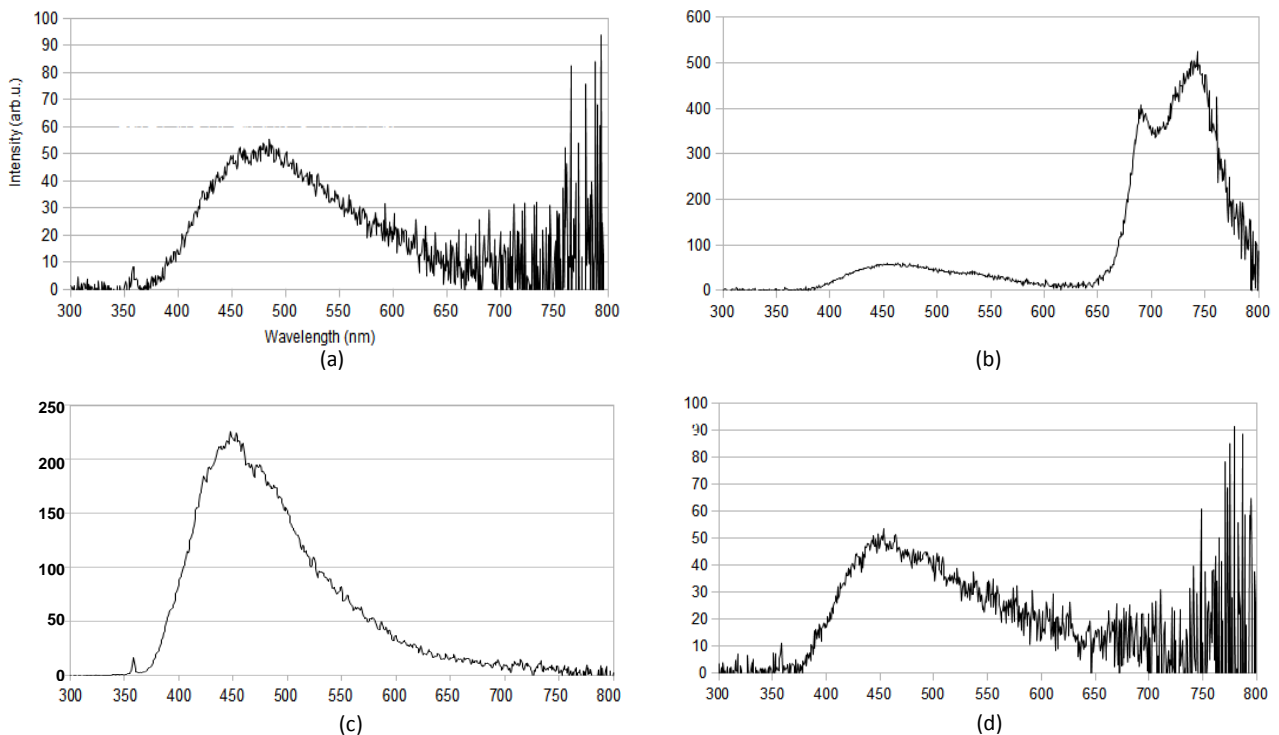


Figure 1 Examples of fluorescence spectrum of biomaterial monitored by the LIFS Lidar; (a) alga, (b) plant leaf, (c) bird's wing, and (d) soil.

### 3 フィールド観測結果

これまでに観測した物質は、藻 1 種類、植物 12 種類、動物 7 種類、土壌 3 種類、人工物 6 種類である。Fig. 1 に、ライダー観測で得られた代表的な蛍光スペクトルの生データを示す。バイオエアロゾル起源物質はいずれも 450 nm 付近にピークを有したが、スペクトル形状の詳細を比較すると、藻類や鳥の羽根はピーク値付近で二山形状、植物は 685 nm と 740 nm にもピークを持つ三山形状、土壌は一山形状、を有した。人工物は、これらのどれにも当てはまらない形状となった。

### 4 考察と今後の展開

開発した移動型蛍光ライダーの有用性が日中の屋外実験で確認された。日中観測が可能な意味は大きい。また場所を特定しない観測ができた。バイオエアロゾルの起源物質はいずれも 450 nm 付近にピーク値を有したが、これは NADH あるいは Riboflavin である可能性が大きい。<sup>5)</sup> 植物起源の 685 nm と 740 nm のピークはクロロフィルによるものである。生データを目視で判断する限りにおいては、1 つから 3 つのピーク値の存在で判別が可能であったが、今後はより詳細な解析で確認する。物質種類の自動同定を行うには、スペクトル比較のためのより多くのデータと解析アルゴリズムの検討が必要である。

謝辞：本研究は、文部科学省科学研究費基盤研究(B)(#25289122)により実施されています。

#### 参考文献

- 1) 牧他, 第 7 回バイオエアロゾルシンポジウム, pp.9 - 10 (2013).
- 2) 信濃毎日新聞, 総合 24 面, 2013 年 5 月 31 日版.
- 3) 斉藤保典, レーザー研究, 39 巻, pp. 590-595 (2011).
- 4) Y. Saito et al., 26thILRC, pp. 301-304 (2012).
- 5) 竹谷他, 第 7 回バイオエアロゾルシンポジウム, 51-52 (2013).