

# 蛍光スペクトルライダーによる大気中のバイオ・有機エアロゾル検出の可能性

Detection of bio/organic aerosols in the atmosphere by laser induced fluorescence spectral (LIFS) lidar

高玉篤志, 内山健太郎, 高橋徹, 小林史利, 大谷武志, 小林一樹, 斉藤保典  
Atsushi Takatama, Kentaro Uchiyama, Toru Takahashi, Fumitoshi Kobayashi,  
Takeshi Ohtani, Kazuki Kobayashi, Yasunori Saito

信州大学工学部  
Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract: In this paper, we report the possibility of detection of bio/organic aerosols in the atmosphere using a laser, induced fluorescence spectrum (LIFS) lidar. The LIFS lidar consists of a UV (355 nm) laser for fluorescence excitation and a synchronized detection system for range-resolved spectrum measurement. In KOSA event, fluorescence spectrum around 470 nm appeared at the height of 900 ~ 1000 m, which depended on the amount of the dust particles. Fluorescence of Butakusa pollen floating in the atmosphere had two peaks at 460 nm and 530 nm. Through outdoor experiments the feasibility of lidar detection of bio/organic aerosols was confirmed.

## 1 はじめに

近年, 中国大陸から飛散する黄砂などの大気粒子による問題が注目されている. 韓国, 中国では黄砂の健康被害に関する研究が数多くなされている. その他花粉や細菌・人為起源有機物質などのバイオ・有機エアロゾルの生活環境への影響も懸念される<sup>1)</sup>.

バイオ・有機エアロゾルの多くは, 紫外線照射に対して蛍光を発する物質がある. それらの蛍光スペクトル形状はその物質の種類を反映するため, 計測した蛍光スペクトル解析結果より, 種類判定が可能であると考えられる.

本報告では, 蛍光スペクトル計測ライダー(LIFS lidar : Laser-induced Fluorescence Spectrum lidar)を用いた大気中のバイオ・有機エアロゾル検出について検討を行った.

## 2 蛍光スペクトル計測(LIFS)ライダー

Fig.1にシステムの概要を示す. 送信系として, Nd:YAGレーザー(Continuum, SLI-10SN)を使用した. 受信系は, 対象物から発する蛍光を集光するためにシュミットカセグレ型望遠鏡(Meade, LX-200)を用いた. また蛍光の分光にはゲート機能付きイメージンテンシファイアを搭載したマルチチャンネル検出器(浜松ホトニクス, PMA-11)を用いた. 検出器のゲート機能により時間分解計測, バックグラウンド光などのノイズを除去した高精度の測定が可能になっている. 特に, デレイジェネレータによりゲート時間幅を短く設定した同期検出法を用いて<sup>2)</sup>背景光の影響を低減している.

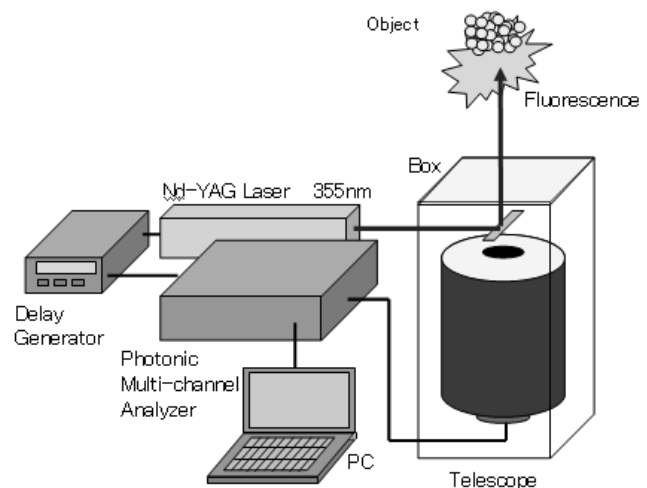


Fig. 1 LIFS lidar system

## 3 大気観測例

### 3.1 黄砂飛散時観測

LIFS ライダーを用いて上空大気観測を行った. 測定場所は信州大学工学部で, 望遠鏡以外は屋内に配置されている. レーザ(355 nm, 50 mJ, 6 ns)を上空に照射し, 望遠鏡で集光した光を分光器により計測した. 測定条件として検出器のゲート幅を 100 ns(距離分解能 15 m)に設定し, ゲートを時間的に変化させることで距離情報を取得した.

Fig.2(a)に 2009 年 10 月 21 日の大気観測実験結

果を示す。当日は少量の黄砂が飛散していたことが報告されている。この図より、高度 30 m, 90 m, 1000 m のいずれにおいても 355 nm にレーザーの散乱光を観測することができた。また、高度 1000 m において波長 470 nm 付近のスペクトルに変化が見られた。この蛍光の原因については判明しておらず、何らかの有機物質であることが推測される。この結果より LIFS ライダーを用いて大気観測が可能であり、大気中にバイオ・有機エアロゾルが存在すれば、その物質からの蛍光を取得できることがわかった。

Fig.2(b)に 2010 年 4 月 28 日の大気観測実験結果を示す。この時期は、九州大学/国立環境研究所 化学天気予報システム CFORS より 2010 年 4 月 27~30 日にかけて中国大陸から大量の黄砂が飛んでくるとの予想があったため、LIFS ライダーによる観測実験を行い、黄砂からの蛍光スペクトルが観測できるか確認した。測定条件として検出器のゲート幅を 200 ns(距離分解能を 30 m)に設定した。この結果より高度 900 m において 470 nm 付近に蛍光スペクトルの変化が見られた。また、600 m, 300 m の高度においては蛍光スペクトルの変化は見られなかった。

### 3.2 大気浮遊花粉観測

LIFS ライダーを用いて大気浮遊花粉(ブタクサ)観測を行った。この実験に関しては車載型 LIFS ライダーを構成して用いた。励起光源として小型のレーザー(Litron, Nano L200-10, 355 nm, 7 mJ, 6ns)を用いた。望遠鏡は口径 254 mm のものを使用した。またブタクサ花粉を採取し、蛍光分光光度計を用いて蛍光スペクトルを取得し参照データとした。

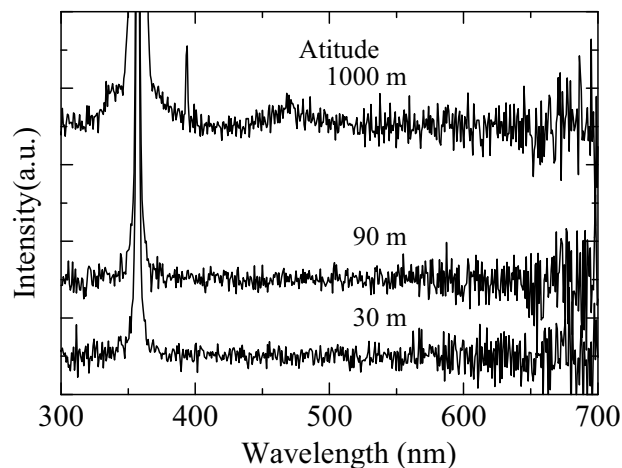
Fig.3 に測定結果を示す。蛍光分光高度計からは 460 nm と 530 nm にピークを持つブタクサの蛍光スペクトルが得られた。また、LIFS ライダーから取得されたスペクトルが同様の形状を有していることから、LIFS ライダーにより蛍光スペクトルが得られたと考えられる。

## 4 まとめ

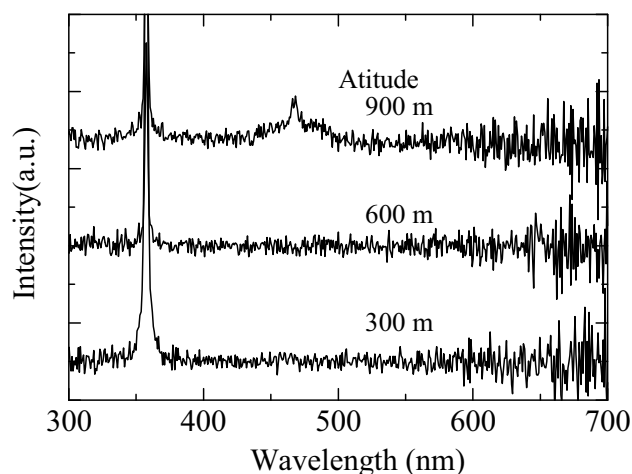
LIFS ライダーにより、大気中に存在するバイオエアロゾルや有機物エアロゾルからの蛍光を検出することに成功した。現在、常時観測が可能な蛍光自動観測ライダーの構築を予定している。

## 参考文献

- 1) 岩坂泰信, "黄砂 - その謎を追う" 紀伊國屋書店,(2006).
- 2) Y. Saito etc., 24th ILRC, S09P-23, (2008).



(a) October 21, 2009



(b) April 28, 2010

Fig. 2 Range-resolved fluorescence spectrum of the atmosphere by the LIFS lidar in the KOSA event.

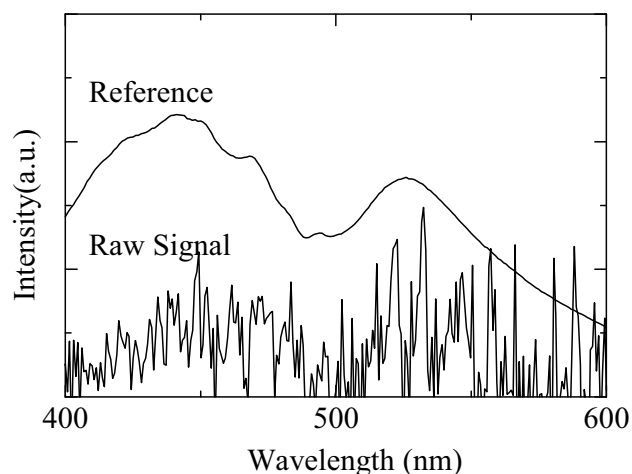


Fig. 3 Comparison of raw signal detected by the mobile LIFS lidar and the fluorescence spectrum of butakusa (reference)