

蛍光ラマンライダーを用いた黄砂・汚染大気飛来時の蛍光スペクトル観測 Observation of fluorescence spectra from dust and anthropogenic aerosols at Fukuoka

白石浩一、水谷耕平*、安井元昭*

Koichi Shiraishi, Kohei Mizutani*, Motoaki Yasui*

福岡大学、*情報通信研究機構

Fukuoka University, *NICT

Abstract

Fluorescence Raman lidar observation of tropospheric aerosol has been performed at Fukuoka since May, 2014. Dust layer and anthropogenic aerosols were frequently detected in May, 2014. The fluorescence observation in the nighttime showed the strong intensity of fluorescence spectra in the wavelength range from 360 nm to 490nm from the detected aerosol layers. We will show the fluorescence characteristics of detected aerosol layers with the other optical properties.

1. はじめに

福岡では、春季に PM2.5 などの汚染大気や黄砂がしばしば飛来する。それらは、輸送過程において、化学反応により変質し、その組成や形状、吸湿特性などが変わる可能性が指摘されている。また都市大気エアロゾルや花粉、海洋性エアロゾルなどがバックグラウンドエアロゾルとして存在し、越境した大気エアロゾルの飛来時には、そうした種々のエアロゾルが混在した状態で観測されることが予想される。越境大気エアロゾルの大気環境への影響の評価をするためには、それらとの時間・空間分布、物理特性、化学特性に加え、バックグラウンドエアロゾルの局所循環プロセスや混合過程についても把握することが必要である。

福岡大学は、情報通信研究機構と合同で、都市大気エアロゾル、花粉、黄砂、越境汚染大気エアロゾル等を観測・モニタリングするために、Licel 社のマルチスペクトロメータを利用した蛍光ラマンライダーを開発し、2014年5月から観測を開始した。今回は、その初期の観測結果を報告する。

2. 蛍光ラマンライダーシステム

観測に使用したライダーシステムの諸元を table. 1 に示す。光源に YAG レーザーの 1064nm, 532nm, 355nm の 3 波長のレーザー光を使用した。射出したレーザー光は、ミラーで鉛直方向に反射し、天窓を通して、鉛直上空に射出される。大気からの後方散乱光は、口径 35cm と 28cm のシュミットカセグレン受信鏡で集光する。35cm 望遠鏡では、受光した 355nm の散乱光をはじめにダイクロックミラーで分けて、

Transmitter	
Laser	Nd:YAG (Qualtel Brilliant Eazy)
Wavelength	1064nm 532nm 355nm
Pulse energy	330mJ 165mJ 90mJ
Pulse repetition rate	10Hz
Receiver	
Telescope type	Schmidt Cassegrain Schmidt Cassegrain
Telescope diameter	28cm 35cm
Detection	532P, 532S, 607 : PMT 355P, 355S : PMT 1064: APD Spectrograph
Signal detection	Transient recorder: 532P, 532S, 355P, 355S, 1064 Multispectral detector
Multi spectrum analyzer	
Spectrograph	Acton Research SP-2758
Focal length	750mm
Grating	300g/mm, 600g/mm, 2400g/mm
Spectral Resolution	4.4nm, 2.1nm, 0.4nm
Multispectral detector	Hamamatsu H7260-20
Range resolution (m)	30m

Table 1. Specification of Fluorescence Raman lidar of Fukuoka University.

ショート・ロングパスフィルター等を使って、360~510nm までの光を分光器に入るように、蛍光スペクトルが計測できるように設計している。35cm 望遠鏡では、蛍光スペクトルの計測と同時に 355nm の射出したレーザー光の偏光面に対する平行成分と垂直成分を光電子増倍管で計測した。また、28cm 望遠鏡では、532nm の平行成分と垂直成分を光電子増倍管により、1064nm をアバランシアフォトダイオードで計測した。蛍光スペクトルを計測するための分光器、検出器は、阿保等(2010)のシステムを参考にした。分光器は、Acton Research SP2758 を使用した。3 つのグレーティングを有し、観測に使用するグレーティングを変えることで波長分解能を変更することが可能である。励起波長 355nm による蛍光計測には、300g/mm (波長分解能 4.4nm) を使用した。検出器は、Licel 社のマルチチャンネルスペクトロメータを使用した。地上から高度 7.5km にかけて高度分解能 7.5m、360nm~490nm 波長域のスペクトル光を、32 チャンネルのフォトンカウンティングで計測した。また、3 波長の弾性後方散乱信号は、オシロスコープによるアナログ計測を行った。現在も測定装置は稼働しており、532nm と 355nm の後方散乱信号は、自動でクイック解析を行い、結果を準リアルタイムで公開している(http://www.se.fukuoka-u.ac.jp/geophys/am/lidar_quicklook/)。

3. 観測結果

観測は 5 月 10 日から開始した。3 波長の弾性散乱信号の計測は 24 時間自動観測を行い、蛍光特性の観測は、5-6 月の間は、夜間に観測を行った。Fig. 1 に 5 月 10 日から 6 月 2 日にかけて観測された波長 532nm での散乱比と偏光解消度の時間高度断面図を示す。5 月には、黄砂と思われるエアロゾル(5月 16~19日, 5月 27日~6月 2日)や汚染大気と思われる球形粒子主体のエアロゾル層を頻繁に観測した。

夜間に実施した蛍光スペクトル観測では、黄砂や汚染大気飛来時、雲が観測されたときに、強い蛍光特性を示した。Fig. 2 には、例として、黄砂飛来時の 5 月 28 日の蛍光スペクトルの観測結果を示す。黄砂飛来時の蛍光特性もイベントで異なる傾向があることが示唆された。発表では、今春観測されたエアロゾルの蛍光特性を含めた光学特性について報告し、エアロゾルのタイプによる蛍光特性の違いや他の光学特性との関係について、詳細を報告する予定である。

参考文献

阿保等(2010), 第 28 回レーザーセンシングシンポジウム講演集 H-1, P160-161.

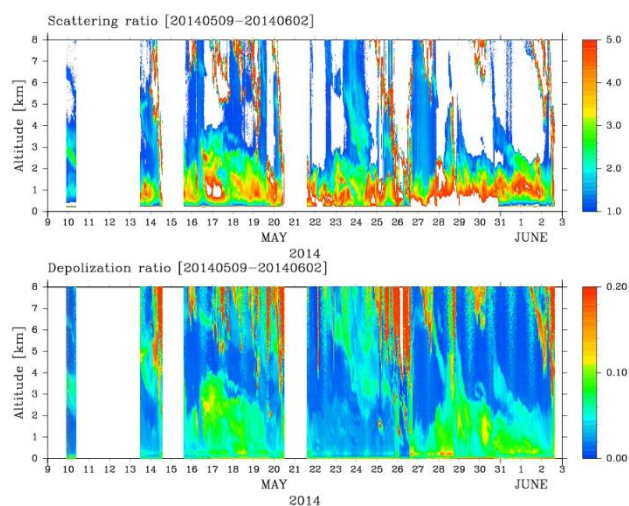


Fig.1 Time evolution of the scattering ratio and depolarization ratio

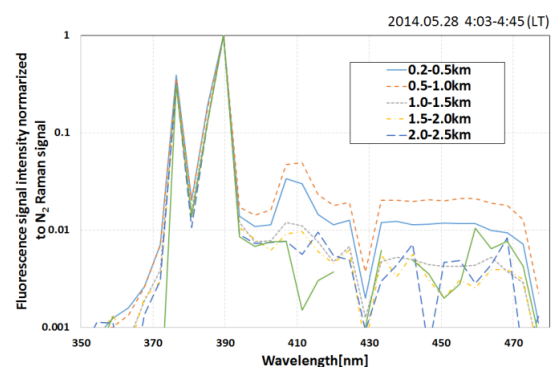


Fig.2 Fluorescence signal intensity normalized to N₂ Raman signal observed on May 28, 2014.