

# 現業用ライダーで得られた大気環境観測所上空の 平均的なエアロゾル鉛直分布

Average vertical distribution of aerosols over Atmospheric Environment Observatory  
acquired by operational lidar system of JMA

青柳暁典、鈴木健司、辰巳 弘

Toshinori Aoyagi, Kenji Suzuki, Hiroshi Tatsumi

気象庁 地球環境・海洋部

Global Environment and Marine Department / Japan Meteorological Agency

## Abstract

JMA (Japan Meteorological Agency) has installed an operational lidar system to Atmospheric Environment Observatory (39°02'N, 141°50'E, RYORI / IWATE pref.) on March 2002, in order to get more data about aerosol distributions and to obtain more detailed information about its optical properties. This lidar system is constructed as typical Mie / Polarization lidar system. It can acquire the scattering ratio and the depolarization ratio of aerosols in each altitude resolution ranges. From continuous operation of this lidar system during about 3 years, we can get seasonal averaged vertical distribution of aerosol scattering ratio over the observatory.

## はじめに

エアロゾルは、太陽や地球からの放射を直接的に散乱・吸収するだけでなく、雲粒の凝結核となることによって間接的にも大気熱収支に影響を及ぼす。このため、エアロゾルの光学特性やその平均的な分布の仮定は、気候変化予測を行う上での大きな誤差要因となっており、WMO(世界気象機関)のGAW(Global Atmosphere Watch : 全球大気監視)計画でもエアロゾルの観測の重要性がうたわれている。

気象庁で行ってきたエアロゾルに関連する観測は、1932年からの直達日射計による大気混濁係数の観測(国内14ヶ所)と1988年からのサンフォトメータによるエアロゾルの光学厚さの観測(国内3ヶ所)がある。しかし、これら受動型測器ではエアロゾルの気柱全量と全量中の平均的な粒径分布に関する情報は得られるものの、エアロゾルの鉛直分布を知ることが不可能であった。このため、1967年から気象研究所で実施してきた、火山の噴火を起源とする成層圏エアロゾルのモニタリング(Nagai et al., 1993)や、成層圏・対流圏エアロゾルの調査(Uchino et al., 1988)などの研究を通して培われてきたエアロゾル観測用ライダーの技術をもとに、気象庁は2002年3月、大気環境観測所(岩手県大船渡市綾里, 39°02'N, 141°50'E, Fig.1 参照)に現業用のライダーシステムを導入した。

大気環境観測所に導入されたライダーシステムは対流圏・成層圏のエアロゾルを測定可能なミー散乱ライダーシステムである。また、エアロゾル種をある程度特定できるように偏光解消度も測定可能としている。現在までにおよそ3年間の定常的な現業運用を行ってきた結果、雨・雲のない大気状態における平均的なエアロゾルの鉛直分布を季節別に算出することができた。

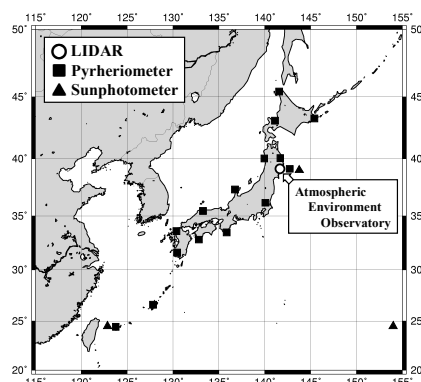


Fig.1 JMA Observatories operating aerosol observations using lidar, pyrheriometers and sunphotometers.

Table.1 JMA's operational lidar system specifications

Transmitter		
Type	Flashlamp pumped Q-switch Nd:YAG	
Wavelength (nm)	532	
Pulse energy (mJ)	300	
Pulse repetition (Hz)	10	
Beam divergence (mrad)	0.12	
Receiver		
	Lower atmosphere	Upper atmosphere
Telescope diameter (mm)	280	355
Field of view (mrad)	0.3-3.0	0.3-3.0
Polarization	P and S	P and S
Raman wavelength (nm)	607	
Filter bandwidth (nm)	0.5	0.5
Photomultiplier tube	R3234-01 (@532 nm)	R3237-01 (@607 nm)
Signal Processor		
	Analog	Photon counting
Sampling rate (MHz)	20	20
A/D resolution	12 bit	

## システム構成

大気環境観測所に設置されているライダーシステムの諸元を Table. 1 に示す。フラッシュランプ励起の Nd:YAG レーザーの第 2 高調波を用い、対流圏・成層圏をカバーできるよう、受信望遠鏡を 2 系統、さらに受信光を数段に分岐させて検出器へ導入することで検知ダイナミックレンジを確保している。定常

的な日々の観測スケジュールは Fig.2 のとおりである。観測データは現地の職員が雲の影響を強く受けたデータを除外したうえで気象庁本庁に転送される(気象庁, 2004)。

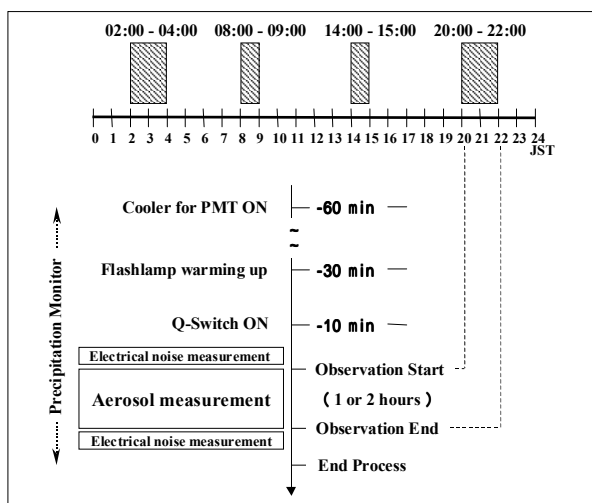


Fig.2 Daily schedule and its time sequences of lidar operation.

### 観測結果

気象庁本庁では大気環境観測所から送信されてくるライダーデータをもとにして、1 日単位で散乱比及び偏光解消度のクイックルック画像を作成している。クイックルック画像の 1 例を Fig.3 に示す。散乱比の算出にはライダー比を 35 と仮定して Fernald(1984)のインバージョン法を適用している。

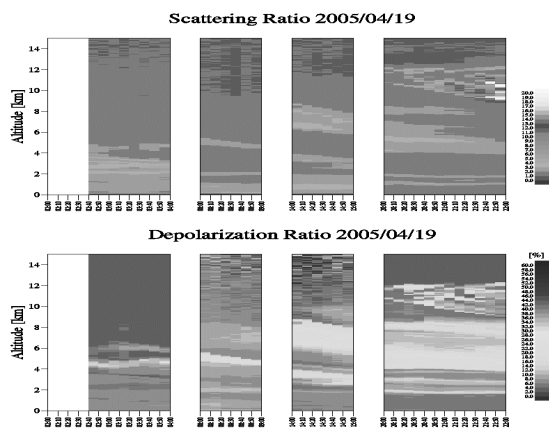


Fig. 3 An example of one-day quicklooking image.

このクイックルック画像からさらに雲の影響を受けていないデータを抽出した上で、季節別に散乱比の平均的な鉛直プロファイルを作成したものが Fig.4 である。

Fig.4 では、対流圏エアロゾルのプロファイルには明確な季節変動があることがわかる。冬期は境界層内に若干のエアロゾルが存在するものの、全高度においてその他の季節よりもエアロゾルが少ない。春期は対流圏下層から上層にかけてエアロゾルが存在していることがわかる。特に自由対流圏において標準偏差が大きく、頻繁なエアロゾルの飛来が示唆され

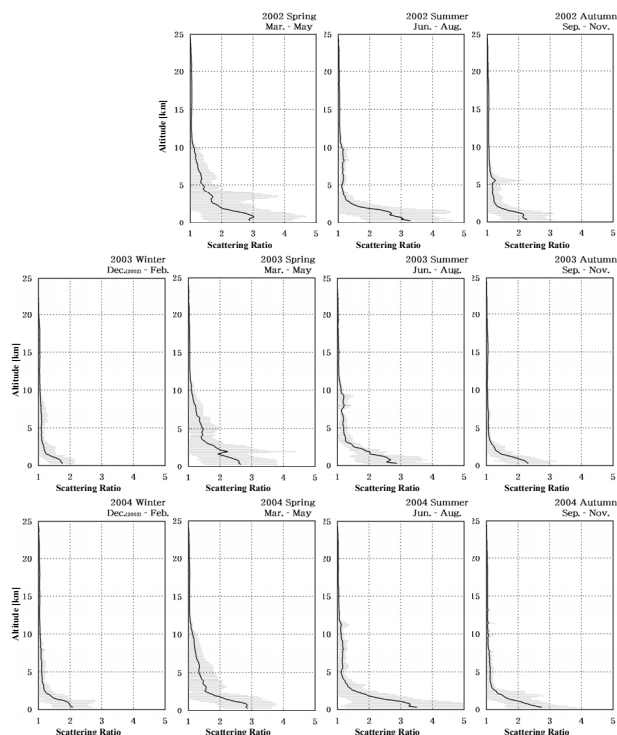


Fig.4 Seasonal variations of aerosol vertical distributions. Thick lines are average scattering ratio values in each altitudes. Thin lines are the range of standard deviations.

る。夏期は境界層内のエアロゾルが平均的に多く、また標準偏差の幅からエアロゾルの有無の差が大きいことがわかる。これは海塩粒子を含む海洋性気団に覆われるか否かによるエアロゾル濃度の変動によるものと考えられる。一方、成層圏のエアロゾルは、対流圏エアロゾルに比べて極めて散乱比が小さく、ほとんどエアロゾルが存在していないことがわかった。

今後も気象庁の現業用ライダーシステムを継続して運用することにより、これらバックグラウンド的なエアロゾル鉛直分布の年々変動の監視はもとより、イベント的に飛来する黄砂や森林火災の煙等の光学特性に関する情報が蓄積され、気候変化予測のためのエアロゾル分布の基礎データとなることが期待される。

### 参考文献

Fernald, F. G. (1984) : Analysis of atmospheric lidar observations : some comments, *Appl. Opt.*, 23, 652-653.  
 気象庁(2004) : エアロゾル観測・監視システムによるエアロゾルの観測, *測候時報*, 71, 4-6, 147-164.  
 Nagai, T., O. Uchino, T. Fujimoto, Y. Sai, K. Tamashiro, R. Nomura and T. Sunagawa(1993) : Lidar Observation of the Stratospheric Aerosol Layer over Okinawa, Japan, after the Mt. Pinatubo Volcanic Eruption., *J. Meteor. Soc. Japan*, 71, 749-755.  
 Uchino, O., I. Tabata, K. Kai and I. Akita (1988) : Five-year lidar observational results and effects of El Chichon particles on Umkehr ozone data. *J. Meteor. Soc. Japan*, 66, 635-643.