

ライダーによる対流圏エアロゾルの偏光解消度と回転ラマン温度の同時観測

Simultaneous observations of tropospheric aerosols by a polarization lidar and a rotational Raman lidar

阿保 真、長澤 親生

Makoto Abo and Chikao Nagasawa

東京都立大学 工学部

Tokyo Metropolitan University

Abstract : We have routinely measured vertical profiles of the tropospheric aerosol and its depolarization distribution with a ground-based Mie lidar (532nm) at Tokyo Metropolitan University in Hachioji. In spring, the depolarization ratios are good time-correlated to particle numbers measured by the particle counter, and daily particle numbers are good correlated to daily numbers of pollens. We also started to measure the tropospheric temperature by a rotational Raman lidar.

1. はじめに

都市の下層大気中には、人工起源のエアロゾルであるディーゼル粉じんや生物起源の微粒子である花粉等の様に、人体に悪影響を及ぼす浮遊物質が多く存在している。大気混合層高度や接地逆転層の観測はミー散乱ライダーの応用として古くから行われており、大気混合層や接地逆転層高度は地上から排出された汚染物質の拡散に大きな関係がある。長期的に大都市におけるヒートアイランド現象や大気汚染、スギ花粉の飛散等をとらえるために、我々は、都下八王子市の都立大学構内において、偏光ライダーにより対流圏のエアロゾルの観測を行っている¹⁾。同時に大学内の気象測器による気象要素の測定と、1997年3月からはパーティクルカウンターによる地上での粒子数の測定を始めた。今回はこれまでの観測結果の中から1997年春季の花粉飛散と偏光解消度の関係について議論する。

一方、下層大気の鉛直温度分布は大気中の浮遊物質の空間分布と密接な関係があることが推測されるが、現在のところ地上での平面的な値とラジオゾンデによる間欠的な鉛直測定しか行われていない。特に都市部ではラジオゾンデによる温度鉛直分布の測定は種々の理由により頻繁に行うことは不可能である。大気温度の鉛直分布を連続的に測定するための簡易な大気温度の測定法として、大気分子の回転ラマンスペクトルの温度依存性を利用した回転ラマンライダーシステムの開発を行った。

2. ライダーシステム

2.1 偏光ライダー

Table 1 に偏光ライダーシステムの諸元を示す。送信部はNd:YAGレーザー第2高調波の532nmを用いている。受信部は望遠鏡により集めた光を、ビームスプリッターにより2つに分け、それぞれ異なる視野角による低高度用と高高度用とし、それぞれについて偏光プリズムを付加し、同時に2系統×2偏光成分がPMTのアナログモードで観測する。

2.2 回転ラマンライダー

Table 2 に回転ラマンライダーシステムの諸元を示す。送信光は、インジェクションシーダ付のNd:YAGレーザーの第2高調波を用いている。受信光は望遠鏡により集め、ビームスプリッターにより2つに分け、それぞれに中心波長の異なる狭帯域干渉フィルターを用い回転ラマン成分を取り出す。2つのフィルターは、

蛍光による影響を避けるためアンチストークス成分を用い、送信波長に近いNear filterと遠いFar filterで、それぞれ2枚重ねて使用した。それぞれのフィルターの送信波長におけるブロッキングは1枚あたり $10^{4.5}$ 以上である。2つのフィルターの出力比が気温に依存することを利用し、大気温度の高度分布を測定する²⁾。

Table 1. Specifications of the tropospheric polarization lidar

Transmitter	Laser	Nd:YAG SHG
	Wavelength	532nm
	Pulse energy	60mJ/pulse
	Repetition rate	10pps
Receiver	Telescope diameter	20cm
	Field of view	5mrad / 2mrad
Data acquisition	ADC	LeCroy 9354TM
	Range resolution	15m

Table 2. Specifications of the rotational Raman lidar

Transmitter	Laser	Injection seeding Nd:YAG SHG
	Wavelength	532.1nm
	Pulse energy	300mJ/pulse
	Repetition rate	10pps
Receiver	Telescope diameter	20cm
	Filter cenetr wavelength	530.16/530.19nm (Near) 529.05/529.20nm (Far)
	Filter bandwidth	0.54/0.54nm (Near) 0.62/0.64nm (Far)
	Filter transmittance	57%/54% (Near) 54%/48% (Far)
	Field of view	5mrad
Data acquisition	Photon counter	Optec FDC-700M
	Range resolution	100m

3. 測定結果

3.1 偏光ライダー

1997年はスギ花粉の当たり年であったので、春の花粉シーズンに集中的にライダー観測を行った。同時にパーティクルカウンタ (RION KM-07C) による建物屋上での2粒径 (0.5μ 以上と 5μ 以上) の粒子数の測定を行った。始めに偏光解消度の値とパーティクルカウンタ (PC) の値を比較した。Fig.1は偏光ライダーにより観測された地表345mの概ね正午における各日の偏光解消度の値と、同じ時刻のPCの粒径 0.5μ 以上の粒子数に対する粒径 5μ 以上の大粒子の個数の割合をプロットしたものである。これらはその変動の様子に良い相関がある。次に1日単位での花粉数測定値とPCの値の比較を行った。花粉数は、毎朝9時から翌朝9時までの24時間屋外に放置されたプレパラートにより採取されたスギ及びヒノキの花粉総数を、顕微鏡を用い眼視で 1cm^2 当たりの個数を求めている。Fig.2は八王子保健所での1日のスギ花粉数 (個/ cm^2)

と、同じ24時間のPCによる粒径 0.5μ 以上の粒子数に対する粒径 5μ 以上の大粒子の個数の割合をプロットしたものである。この2つも良い相関が得られている。これらの結果から春季の地表付近の偏光解消度の増加は花粉数の増加と良い相関があるといえる。

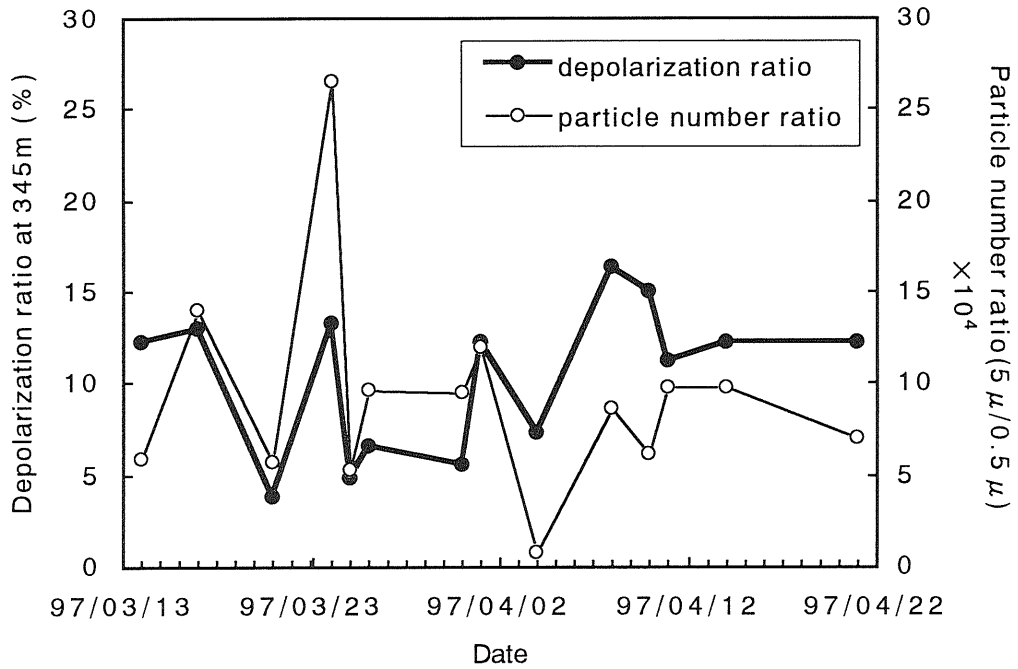


Fig.1 Depolarization ratio measured by lidar and prticle number ratio measured by particle counter.

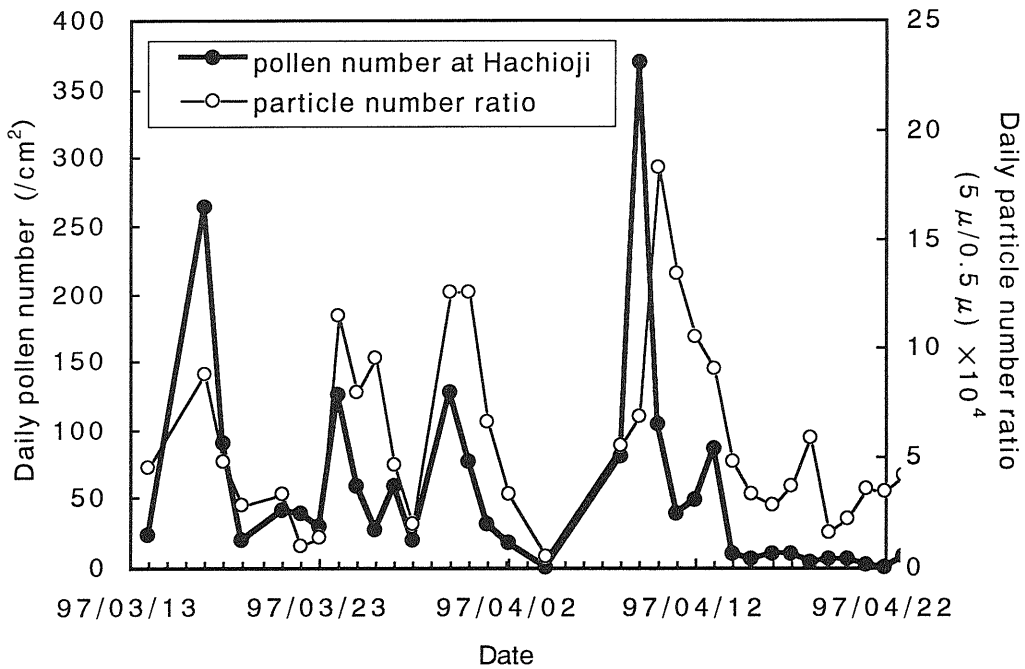


Fig.2 Daily particle number ratio measured by a particle counter at TMU and daily pollen number measured by a microscope at Hachioji public health center.

3.2 回転ラマンライダー

Fig.3は回転ラマンライダーにより観測時間17分で得られた温度プロファイルと館野のラジオゾンデによる水蒸気データである。細線でライダーの誤差を示している。高度1300m以上で両者は良く一致している。

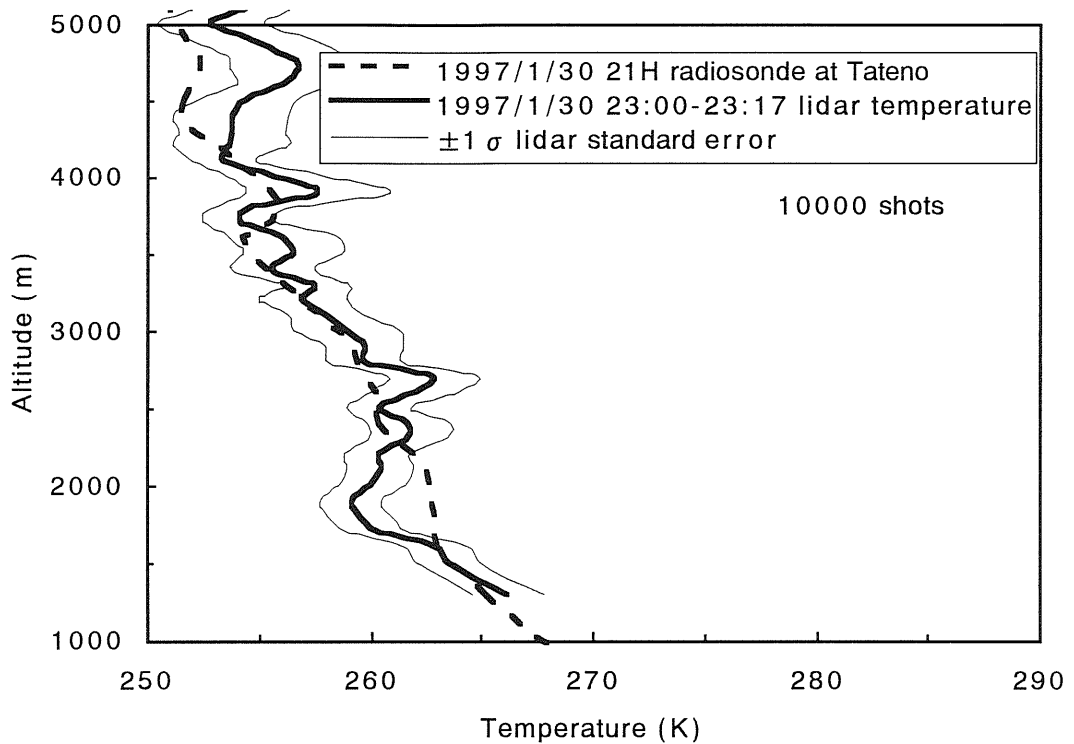


Fig.3 Lidar temperature profile measured by rotational Raman lidar compared with the radiosonde.

4. 今後の計画

大気境界層付近までのエアロゾル等の大気浮遊物質の鉛直分布と温度鉛直分布の同時連続測定を行うことにより、都市大気汚染物質の鉛直構造やその時間変化、季節変化が鉛直温度分布の変化との関連で議論することが可能になる。また、大気浮遊物質の飛散のメカニズムを解明するための情報も得られることが期待される。

参考文献

- (1) 阿保、長澤：偏光ライダーによる八王子の大気混合層の観測、第17回レーザセンシングシンポジウム No.D4 (1995).
- (2) D.Nedeljkovic, A.Hauchecorne, and M.-L.Chanin : Rotational Raman Lidar to Measure the Atmospheric Temperature from the Ground to 30km, IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing, Vol.31, 90-101 (1993).