

Observation of Stratospheric aerosols by
Mie-scattering multiple wavelength lidar

松井一郎 笹野泰弘 林田佐智子 中根英昭 杉本伸夫

Matsui, I., Y. Sasano, S. Hayashida, H. Nakane and N. Sugimoto

国立環境研究所

The National Institute for Environmental Studies

Abstract

Enhanced stratospheric aerosols due to Mt. Pinatubo eruption has been measured using a YAG laser-based three-wavelength (1064, 532 and 355nm) lidar and a YAG laser-based large-scale lidar (532nm) at NIES, Tsukuba since June 1991. The present paper describes some results of optical properties analysis using the lidar data obtained since December, 1991 when the main body of aerosols started to appear over Japan.

はじめに

国立環境研究所では、大型レーザーレーダー装置およびYAGレーザーを用いた3波長のミー散乱多波長レーザーレーダー装置を用いて、ピナツボ火山噴火以降の成層圏エアロゾルの観測を行ってきた。ピナツボ火山噴火(1991年6月15日)後、6月末より、ピナツボ火山を起源とすると思われる成層圏エアロゾルの増加を観測した。Fig.1は大型レーザーレーダーによって観測されたIBC(Integrated Backscatter Coefficient)の時間変化を1991年1月1日を起点として描いている。1991年秋以降に顕著なエアロゾルの増加が見られる。

また、ミー散乱多波長レーザーレーダーによる観測を1991年12月より開始した。複数の波長を用いた観測により、エアロゾルの粒径分布、光学的性質の把握が可能となる。本報告では、開発したミー散乱多波長レーザーレーダーの装置の概要と観測結果について報告する。

装置の概要

ミー散乱多波長レーザーレーダーの構成をFig.2に示す。発振波長はYAGレーザーの基本波(1064 μ m)、第2高調波(532nm)、第3高調波(355nm)の3波長を用いており、3波長を同時に大気中に送信している。受信部は直径50cmの受光望遠鏡により集光した後、それぞれの波長をダイクロミックミラーによって分離し、光検出部に導いている。光検出部では355、532nmの信号検出のダイナミックレンジを拡大するために高感度用と低感度用の2本の光電子増倍管を使用している。532nmでは、必要に応じて偏光解消度の測定も行える構成となっている。信号処理部は、6chのA/D変換器と3chの光子カウンターを備えており、昼間の対流圏観測、夜間の成層圏観測を3波長同時に行うことができる。

観測結果

現在、3波長を用いた観測結果より、散乱パラメータ(消散係数/後方散乱係数)、後方散乱係数、消散係数の波長依存性の推定を行っている。

データ処理は、Iikura et al.(1987)の方法により背景光レベルを決定し、さらにFernald(1984)の解法によりエアロゾルによる減衰を補正した。散乱パラメータ(S1)の推定はSasano and Browell(1989)の方法により、後方散乱係数の高度分布が波長に依らず相似であると仮定し、次式に示す評価関数Jを用いて3波長のうちの2つの波長(3通りの組み合わせ)でS1をそれぞれ変化させた

とき、最も波形が相似となる S_1 の値を求めた。

j_2

$$J(S_1, S_1') = \sum_{j_1} [\ln \beta_1(Z_j; S_1) - \ln \{A \beta_1'(z_j; S_1')\}]^2$$

j_1

ここで、 S_1 と S_1' は、それぞれ波長 λ および λ' での散乱パラメータ。 Z_j は高度、 j_1 と j_2 は評価を行った高度範囲である。定数 A は S_1 および S_1' で J が最小となるように決めている。

Fig. 3 は 1992 年 3 月 4 日の観測結果をもとに各波長の組み合わせによる $J(S_1, S_1')$ をコンタマップで表したものである。計算した高度領域は 15 - 22 km である。各波長の S_1 は、355 nm で 10 - 12 (Fig. 3(a)), 532 nm で 32 - 42 (Fig. 3(b)) の値であることが 1064 nm の S_1' 値が 0 から 100 の間であるとして求められた。さらに、355 nm と 532 nm の組み合わせよりそれぞれ、 S_1 は 11 と 37 (Fig. 3(c)) と推定できた。また、後方散乱係数 δ は 1.4, 消散係数 γ は -1.6, 成層圏エアロゾル (高度 15 - 30 km) の光学的厚さは 532 nm で 0.104 であることが、この日のデータでは推定できた。

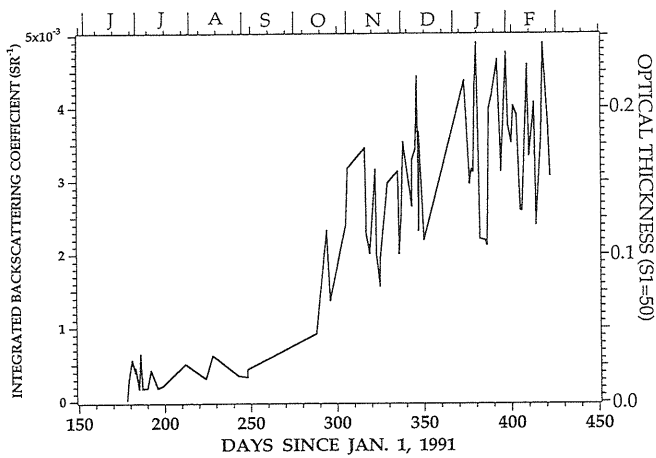


Fig. 1 Temporal changes in the integrated coefficient for 532 nm between 15km and 30km.

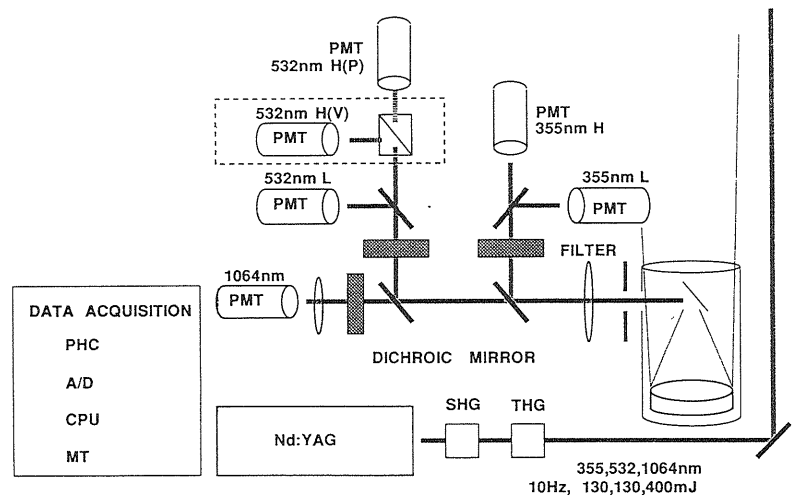


Fig. 2 Mie-scattering multiple wavelength lidar system.

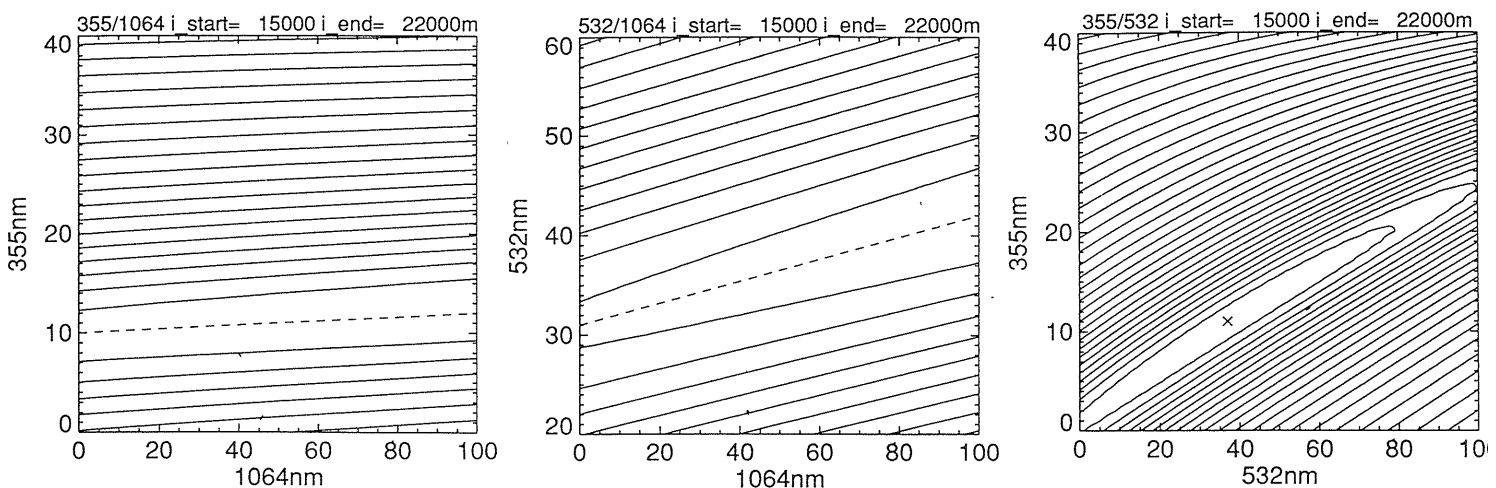


Fig. 3 A contour map for the performance function $J(S_1, S_1')$ calculated for the lidar signals: (a) 355 nm and 1064nm, (b) 532nm and 1064nm, (c) 355nm and 532 nm.