

Multi-wavelength lidar and sunphotometer measurements
for studying areal aerosol properties

豊島伸介, 矢吹正教, 久世宏明, 竹内延夫

S. Toyoshima, M. Yabuki, H. Kuze, and N. Takeuchi

千葉大環境リモートセンシング研究センター

CEReS, Chiba University

Seasonal variation of the aerosol optical properties is studied on the basis of observations using a multi-wavelength lidar and a sunphotometer. The wavelength dependence of the aerosol extinction coefficients is compared between the experimental and theoretical results, the latter being calculated by means of the Mie-scattering theory.

1. はじめに

ミー散乱ライダーは、大気エアロゾルの消散係数を高度の関数として計測するのに有効な装置である。消散係数の波長依存性は、エアロゾル粒径分布や複素屈折率に依存して決まり、多波長ライダーによる消散係数の観測の意義は大きい。粒径分布と複素屈折率を仮定すればミー散乱を用いて計算することが可能であり、各高度で実測値を理論値と比較することにより、エアロゾルの光学特性の高度変化を調べることができる。千葉大学環境リモートセンシング研究センターでは、多波長ライダー(波長 355 nm、532 nm、756 nm、1064 nm)を用いて対流圏のエアロゾルの観測を行ってきた^{1) 2)}。本研究では、この観測結果に基づき、千葉地域のエアロゾルの季節による変動を調べる。

2. 理論

ライダー信号の解析には、大気分子によるレイリー散乱とエアロゾルのミー散乱の双方を考慮した Fernald 法を用いる。計算に必要な遠方での消散係数は Sasano によるモデル³⁾に基づくものを使用する。また、各波長のライダーパラメータ $S_1 = \alpha_1 / \beta_1$ (α_1 : 消散係数 β_1 : 後方散乱係数) は高度によらず一定と仮定し、その値は α_1 を積分して得られる光学的厚さ τ がサンフォトメータから得られる光学的厚さと等しくなる条件から定める (τ -マッチング法)。大気エアロゾルの光学特性は、形状が球形であると仮定すればミー散乱理論により求めることができる。ここでは、複素屈折率の実数部を 1.4 から 1.6 まで、また虚数部を 0.00 から 0.03 まで変化させ、粒径分布は都市型モデルおよび海洋型モデルを対数 10 分割したものをを用いた。

3. 装置

多波長ライダー (Fig.1) は、建物の 4 階にレーザー装置、5 階に受光望遠鏡を含む計測システムが置かれている。また、光学的厚さの測定に用いるサンフォトメータも 5 階に設置されている。

4. 結果と検討

ライダーで観測された高度 1000m でのエアロゾル消散係数の波長依存性の季節変化を Fig.2 に示す。この高度では秋に消散係数が大きいことがわかる。観測された波長依存をミー散乱理論の値と

比較を行った例を Fig.3 に示す。これは 1999 年の冬の例で、複素屈折率の実数部、虚数部の 9 点の組み合わせについてどの粒径分布モデルが一番近いかをみる。縦軸のパラメータ D は

$$D = \left(\frac{\alpha_{355}^{obs}}{\alpha_{532}^{obs}} - \frac{\alpha_{355}^{mie}}{\alpha_{532}^{mie}} \right)^2 + \left(\frac{\alpha_{756}^{obs}}{\alpha_{532}^{obs}} - \frac{\alpha_{756}^{mie}}{\alpha_{532}^{mie}} \right)^2 + \left(\frac{\alpha_{1064}^{obs}}{\alpha_{532}^{obs}} - \frac{\alpha_{1064}^{mie}}{\alpha_{532}^{mie}} \right)^2$$

により定義される量である。この図から、

複素屈折率にあまり依存せずにモデルが urban モデルに近いことがわかる。このようにして決定された高度 1000m でのモデルの季節による変動を Fig.4 に示す。サンフォトメータからは光学的厚さ τ の波長依存性を表すオングストロームパラメータが求まるので、その季節変化と比較が可能となる。さらに、以上では S_1 は高度によらず一定としたが、エアロゾル層が複数存在するモデルについても検討した。詳細については講演にて述べる。

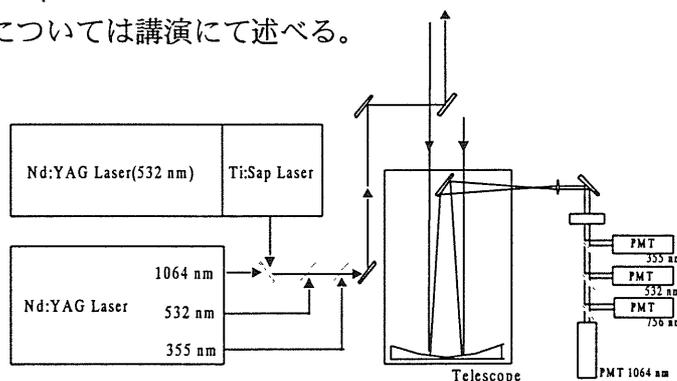


Fig.1 Four-wavelength lidar system.

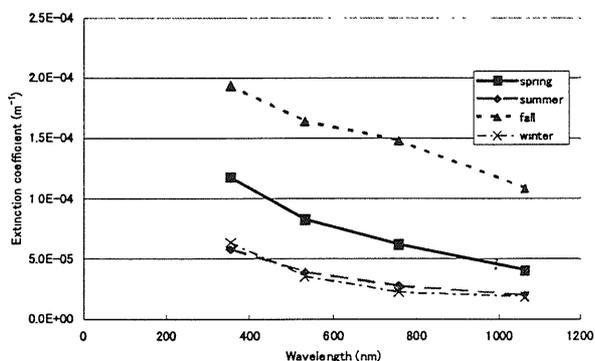


Fig.2 Wavelength dependence of the aerosol extinction coefficient derived from the multi-wavelength lidar measurement at Chiba.

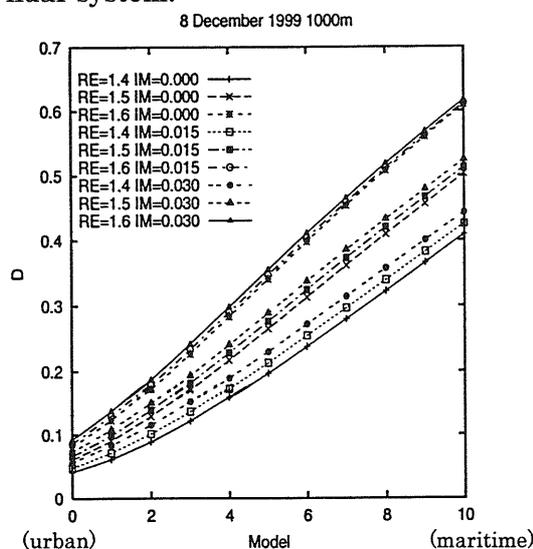


Fig.3 Determination of the aerosol size distribution.

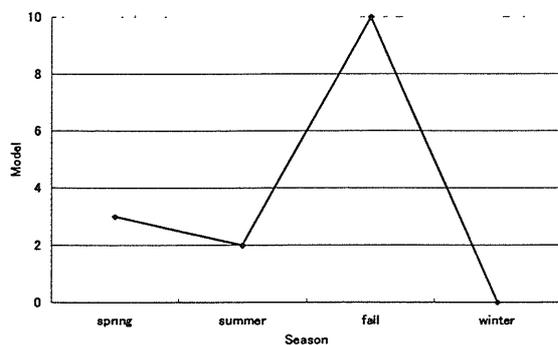


Fig.4 Seasonal variation of the size distribution at an altitude of 1000m.

参考文献

- 1) H Kinjo et al., JJAP 40, 434 (2001)
- 2) H Kinjo et al., JJAP 38, 293 (1999)
- 3) Y Sasano, Appl.Opt., 35 (1996) 4941-4952