

多波長ライダーデータとエアロゾルサンプリングを用いた 千葉県の対流圏エアロゾル特性の解析

Analysis of tropospheric aerosol properties

in Chiba area from multi-wavelength lidar data and ground aerosol sampling

○大嶋泰介¹、深川俊介¹、Gerry Bagtasa¹、久世宏明¹、竹内延夫¹、内藤秀和²、矢吹正教³

¹千葉大学環境リモートセンシングセンター、²千葉県環境研究センター、³国立極地研究所

○Taisuke Oshima¹, Shunsuke Fukagawa¹, Gerry Bagtasa¹, Hiroaki Kuze¹, Nobuo Takeuchi¹,

Suekazu Naito², Masanori Yabuki³ Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University,

² Chiba Prefectural Environmental Research Center, ³National Institute of Polar Research

Abstract: Seasonal characterization of tropospheric aerosols is attempted in Chiba area by means of optical monitoring, ground sampling, wind data and multi-wavelength (355, 532, 756, 1064) lidar observations. The aerosol optical thickness (AOT) and Angstrom exponent are derived from the data taken with a sun photometer. The resulting AOT and Angstrom exponent is compared with the concurrent data obtained from the multi-wavelength lidar.

1. はじめに

対流圏エアロゾルは、地域ごとに様々な特性を示す。千葉地域におけるエアロゾル特性を解明するため、千葉大学環境リモートセンシング研究センター(CEReS)では、地上測器による大気エアロゾルの光学的・化学的特性の導出やライダーによる対流圏エアロゾル解析をおこなってきた。従来型の地上測定としては、サンフォトメータおよびローボリューム・アンダーセン型エア・サンプラーを用いて、過去数年間にわたって観測データを蓄積してきた¹⁾。また、多波長ミー散乱ライダーや可搬型自動ライダー(PAL)により、大気エアロゾルの消散係数プロファイルが導出可能である^{2,3)}。

本報告では、地上測定データと多波長ライダーデータを活用して解明の進む千葉地域における対流圏エアロゾルの特性について報告したい。

2. 光学的厚さと Angstrom 指数の季節変動

サンフォトメータは 368, 500, 675, 778nm の 4 波長でエアロゾルの光学的厚さ(AOT) $\tau_{a\lambda}$ を測定する。Angstrom 指数 α_{ang} は、これらの波長における AOT の値から次式を用いて計算される。

$$\tau_{a\lambda} = \beta \lambda^{-\alpha_{ang}} \quad (1)$$

λ は波長、 β は混濁係数である。ただし、回帰分析から良好な相関係数 ($R > 0.9$) が得られたときの α_{ang} のみを採用する。AOT と Angstrom 指数

は、現地時間 10:00 から 14:00 における雲がない状態で平均して決定する。

このようにして得られた AOT と Angstrom 指数の長期変動を Fig.1 に示す。AOT は、夏が高く(0.2~0.5)、冬は低く(0.2 以下)になっており、Angstrom 指数は逆に、夏が低く(0.8~1.0)、冬が高く(1.2 以上)になっている。これは、冬季に人為起源の微小粒子が多いことを反映している。

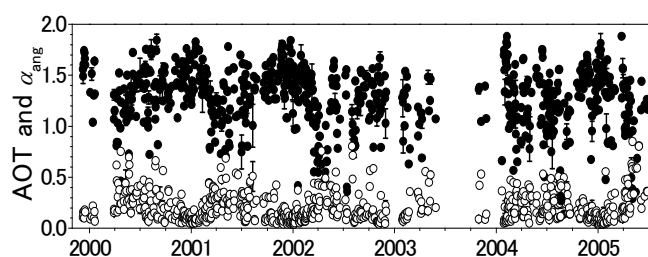


Fig. 1 Long-term variations of AOT at 500 nm (open circles) and Angstrom exponent α_{ang} (solid circles). Error bars indicate one standard deviation

3. エアロゾルサンプリング

CEReS では、アンダーセン型エア・サンプラーを用いて、毎月末に周辺の大気を 28.3 l/m の一定流量で 96 時間、直接捕集している。エアロゾル組成の測定では粒径 2 μ m 付近で特性が変わることから、本研究では 2.1 μ m 以下(微小粒子)、2.1~11.0 μ m (粗大粒子)、11 μ m 以上の 3 段分級を

用いる。このようにして得られた6種類のアロゾル成分の体積濃度比と、微小粒子・粗大粒子の体積比の月別変動を Fig.2 に示す。この図から、

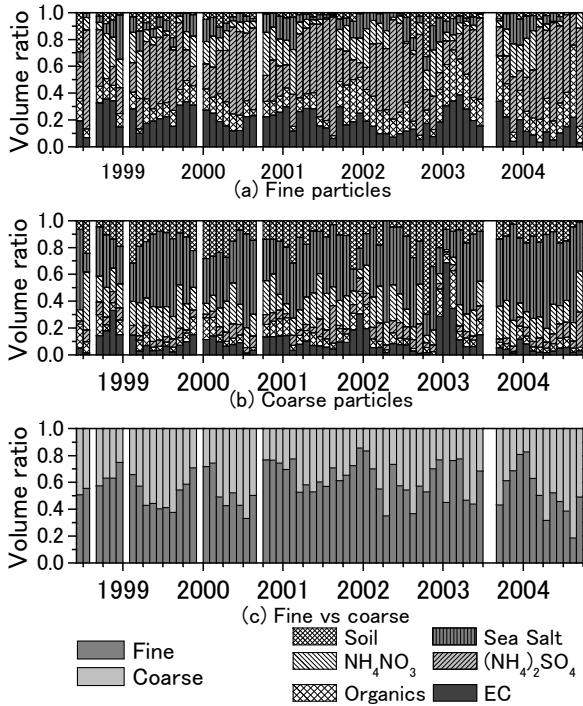


Fig. 2 Monthly change of the volume concentration ratio of (a) fine particles and (b) coarse particles for the six chemical components, and (c) the volume balance between fine and coarse particles.

微小粒子では夏季に硫酸塩、冬季に元素状炭素が多く、粗大粒子では夏季に海塩粒子が多いこと、また、冬季には微小粒子が卓越することが分かる。こうした傾向は、千葉地域の風向・風速データから予想されるアロゾル組成の傾向とよく一致する。

4. 多波長ライダーデータとの比較

単散乱を仮定した場合、ミー散乱ライダーによって受光されるライダー信号は、次式によって与えられる。

$$P(z) = P_0 \frac{c\tau}{2} AK \frac{G(z)}{z^2} \beta(z) \exp\left[-2 \int_{z_0}^z \alpha(z') dz'\right] + P_b \quad (1)$$

ここで $\beta(z)$ は後方散乱係数であり、他は通常の記号である。実際の解析過程では、受信光強度 $P(z)$

にバイアス P_b および距離二乗の補正を行って、 $X(z) = (P - P_b)z^2 / G(z)$ を計算し、これに基づいて Fernald 法により消散係数を求める。このようにして得られた消散係数プロファイルの一例を Fig. 3 に示す。この図から、春季はアロゾルが地上 500m 付近の比較的低い高度に分布しているのに対し、冬季は、2000m 付近と高い高度分布を示していることがわかる。

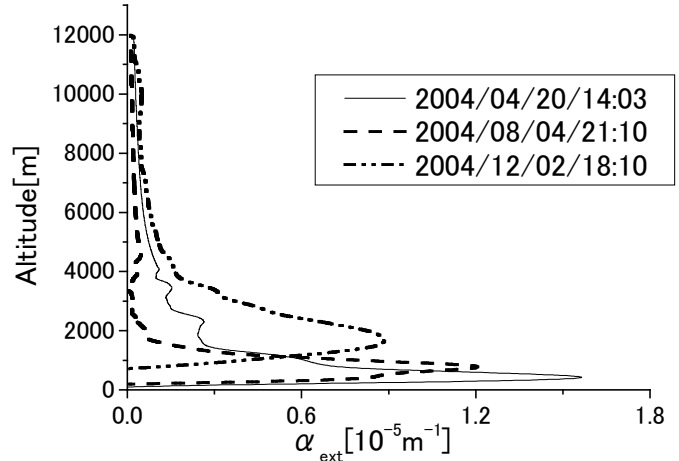


Fig. 3 Seasonal variation of the aerosol extinction profile (wavelength: 532 nm).

講演では、多波長ライダーデータ解析手法の詳細について紹介するとともに、多波長ライダーデータの解析結果と地上観測結果の比較について、季節変動を含めて考察する予定である。

参考文献

- 1) S. Fukagawa, H. Kuze, G. Bagtasa, S. Naito, M. Yabuki, T. Takamura, N. Takeuchi, Characterization of seasonal and long-term variation of tropospheric aerosols in Chiba, Japan, submitted to Atmospheric Environment.
- 2) M. Yabuki, H. Kuze, H. Kinjo, N. Takeuchi, Determination of vertical distributions of aerosol optical parameters by use of multi-wavelength lidar data, Jpn. J. Appl. Phys., 42(1) 686-694 (2003).
- 3) N. Lagrosas, H. Kuze, N. Takeuchi, S. Fukagawa, G. Bagtasa, Y. Yoshii, S. Naito, M. Yabuki, Correlation study between suspended particulate matter and PAL, Aerosol Science 36, 439-454 (2005)