

大気データ収集ライダーによる千葉市の都市域エアロゾル測定

Measurement of urban aerosols in Chiba using Atmospheric Data Collection Lidar System

○馬淵佑作¹, 眞子直弘¹, Gerry Bagtasa², 齋藤隼人¹, 神谷義一¹,

竹内延夫¹, 矢吹正教³, 椎名達雄⁴, 久世宏明¹

Y. Mabuchi¹, N. Manago¹, G. Bagtasa², H. Saito¹, Y. Kamiya¹,

N. Takeuchi¹, M. Yabuki³, T. Shiina⁴ and H. Kuze¹

¹千葉大学 CEReS, ²フィリピン大学, ³京都大学 RISH, ⁴千葉大学大学院融合科学研究科

¹ CEReS, Chiba University, ² IESM, University of Philippines, ³ RISH, Kyoto University

⁴ Graduate School of Advance Integration Science, Chiba University

ABSTRACT

Atmospheric Data Collection Lidar (ADCL) system of the CEReS, Chiba University, is a multi-wavelength lidar system for measuring tropospheric aerosols and clouds with auxiliary ground-based measurement instruments. The problems associated with the conventional Fernald method for solving the lidar equation are the assumption for aerosol signal at the far-end boundary, lack of overlap at the near-end, and the large uncertainties in the lidar ratio. In this paper, we describe that the combined use of a multi-wavelength lidar and the ground-based instruments for aerosol characterization effectively eliminates these problems.

1. はじめに

エアロゾルは地球の放射収支において重要な役割を果たす。エアロゾルの放出源は海塩や、土壌、植生や人間活動など様々にある。CEReS ではこれまでもエアロゾル計測法に関する研究を行ってきた [1,2]。大気データ収集ライダー (ADCL) は、対流圏エアロゾルと雲の計測を目的とした多波長ライダーシステムで、付随する地上測定器によってデータを補いながら測定することができる。本報告では主に 2013 年 3 月に CEReS で行われた集中観測において、取得された対流圏エアロゾルの情報および、期間中関東一帯に発生した塵煙霧現象について述べる。

2. 大気データ収集ライダー (ADCL)

ライダー解析のための一手法である Fernald 法 [3] では、エアロゾルが無視できる領域を上空に仮定する必要があり、また、地上付近の重なり関数や、ライダー比 (エアロゾル消散係数と後方散乱係数の比, S_1) を正確に見積もる必要がある。ADCL システムは通常の鉛直計測に加えて、地上測器によりエアロゾル光学特性を測定することでライダー解析の較正值を与え、スラントパスライダーによってその値を鉛直パスライダーへと橋渡しして地上からの積上げ計測を実現する。地上測器は 3 波長ネフェロメーターとエーサロメーター、パーティクルカウンターからなり、ライダー装置は、偏光計測、窒素及び水蒸気ラマン計測、エアロゾル水平面分布計測、 S_1 プロファイルを直接計測する高スペクトル分解計測から構成されている。

3. 対流圏エアロゾルの計測

2013 年 3 月 10 日のエアロゾル光学的特性を Fig. 1 に示す。同日の 14 時頃に発生した、関東一帯を覆う濃い塵煙霧現象が、ADCL を構成するライダーおよび地上測器それぞれで特徴的な挙動として現れている。ライ

ダー解析には Fernald 法を使用し、境界値は地上測器で得られた散乱及び吸収係数を適用した。ライダー比は、一峰性 Log-normal 粒径分布を仮定した Mie 散乱シミュレーションと地上測器から得られるデータと比較して、仮定した粒径分布の中心半径、幅、複素屈折率をフィッティングして推定した。留意点として、14:00~17:00 までの期間では、後述する超大型粒子の存在によって、得られたパラメータは実際のエアロゾル特性を示していない可能性が高いことがある。

Fig 1c は CEReS 研究棟屋上で撮影された塵煙霧現象の画像である。2013 年 3 月 10 日午後、関東平野の広い範囲で寒冷前線による 15 m/s を超える強風が吹き、北部では土壌の風蝕を引き起こした。千葉県では、正午前後の数時間で南風が吹いており、海塩由来の粗大エアロゾルが卓越していた。したがって、午前中から視程は悪いが、サンフォトメーターや衛星のデータは上空に雲は殆ど無いことを示している。塵煙霧の到達後は、散乱係数の波長依存性が少なくなっており、沈降した粉塵の顕微鏡写真が示すとおり、超大型粒子が卓越しているということと一致している。また、エアロメーターにおいても、吸収性エアロゾルが増加していることを示している。一方で、パーティクルカウンターでは粒子濃度の増加は見られず、原因として、超大型粒子は検出可能な最大粒径 $0.5 \mu\text{m}$ を超えているためカウントされなかったと考えられる。14 時付近のスラントパスライダーデータをスロープ法で解析したところ、エアロゾル消散係数は地上付近で $0.7/\text{km}$ のオーダーであった。

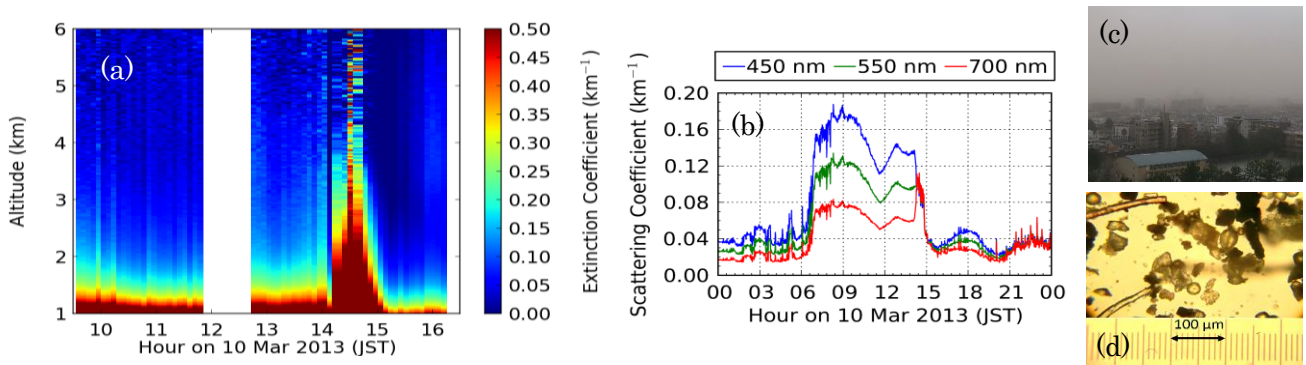


Fig. 1. ADCL data observed on 10 Mar. 2013: (a) slant-path lidar data (532 nm) and (b) black-carbon (BC) concentration. (c) Picture of dust haze scenery taken from the CEReS Observatory. (d) Microscope image of dust particles.

3. まとめ

ADCL は、対流圏エアロゾルと雲の相互作用の解明を目的とし、遠方に仮定する境界信号の取得を妨げる雲の有無によらず、対流圏エアロゾル特性を取得することができる。また、2013 年 3 月 10 日に発生した塵煙霧現象のエアロゾル特性を記録した。エアロゾルの時空間分布情報は、衛星データとともに DOAS データ [5] の理解と解釈のために有用である。

参考文献

- [1] M. Yabuki et al.: Jpn. J. Appl. Phys., 42, pp. 686-694 (2003).
- [2] N. Manago et al.: JQSRT, 112(2), pp. 285-291 (2011).
- [3] F.G. Fernald.: Appl. Opt. Vol. 23, pp. 652-653 (1984).
- [4] 眞子直弘 ほか: 29LSS 予稿集, pp.90-93 (2011).
- [5] K. Kuriyama et al.: JQSRT, 112(2), pp. 277-284 (2011).