

LED 利用小型視程計と AD-Net ライダーによる エアロゾル観測結果の比較

清水 厚¹, 杉本 伸夫¹, 神 慶孝¹, 西澤 智明¹, 櫻井 元樹², 鈴木 公治²

¹ 国立環境研究所 (〒 305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2)

² 株式会社アイ・アール・システム (〒 206-0041 東京都多摩市愛宕 4-6-20)

Simultaneous observations of aerosols by compact LED-based visibility meters and AD-Net lidar

Atsushi SHIMIZU¹, Nobuo SUGIMOTO¹, Yoshitaka JIN¹, Tomoaki NISHIZAWA¹, Motoki SAKURAI², Kouji SUZUKI²

¹ National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506

² IR System Co., Ltd., 4-6-20 Atago, Tama, Tokyo 206-0041

Abstract: Compact visibility meters which measure visibility at 850 nm were operated at NIES for two months. The results were compared with extinction coefficient at 532 nm obtained by a lidar in AD-Net. Once an offset in the extinction coefficient obtained by the visibility meter was compensated, time variations of both equipment corresponded well, and obtained Angstrom exponent seems reasonable for anthropogenic aerosols.

Key Words: Visibility, extinction coefficient

1 はじめに

視程は航空運用や災害防止において重要な大気のパラメータであり、地上付近の消散係数の逆数に比例する。従来、視程は気象台において目視により観測されてきたが近年は自動化が進められている。本研究では小型 LED 視程計 MiniBSV をつくばで連続運用し、AD-Net に含まれるミー散乱ライダーによる低空の観測結果と比較した。異なる波長の観測ではあるが両者の結果には合理的な対応が見られたのでそれについて報告する。

2 小型視程計とライダーによる観測

MiniBSV は LED 投光器から大気中に 850nm の赤外光を照射し、大気からの後方散乱光の強度から消散係数を推定して得られる視程を 30 秒間隔で出力する。国立環境研究所 (つくば) の 8 階ベランダから北側に向けて 2 台設置し、比較観測を行った。仕様上は出力される視程の上限が 4km であり、霧等の主に水滴による視程低下が測定対象とされているが、消散係数については視程 4km に対応する 0.75/km よりも小さい値まで出力される (0.1/km 刻み) ため、非降水時にはエアロゾルによる消散について測定することになる。AD-Net つくばライダーでは 10Hz/5 分 (3000 ショット) 積算した 532nm 後方散乱強度/偏光解消度および 1064nm 後方散乱強度の各プロファイルを使用して降水や雲の判定を行った後、雲や降水がない区間について $S_1=50sr$ の仮定のもとで 532nm 消散係数を 30m 分解能で出力している。視程計との比較には地上高 90–120m 区間の消散係数を利用した。なおライダー消散係数は時間分解能 15 分であるため、MiniBSV の消散係数 (30 秒分解能) は 30 データを平均して 15 分分解能として比較した。

3 比較結果

図 1 がライダーと MiniBSV (2 台) による消散係数の時系列である。ライダー解析は降水時を除いて消散係数を得る仕様であるが天候判定がうまくいかない場合には消散係数にも大きな誤差が生じるため変動幅が大きくなってしまいます。このため、図 1 には関東地方の梅雨明け (7 月 16 日) 以降のデータに限定して表示した。2 台の視程計はともに正のバイアスを持つが、日内変動の位相はライダーと揃っている。ただし BSV2 はその変動があまり明瞭ではない。

図 2 には、ライダー消散係数を横軸、MiniBSV 消散係数を縦軸とした散布図を示す。両データを一次関数でフィッティングさせると切片が 0.3 前後、傾きが 0.5 前後となった。この切片は図 1 で見られた正のバイアスに相当するが物理的な理由付けは困難であり、測器の特性と考えられる。一方で傾きは 2 波長比としてエアロゾルの光学特性を示すものと考えられ、オングストローム指数 (α) に換算すると傾き 0.5 の場合は

$$\alpha = -\frac{\log 0.5}{\log(850/532)} = 1.48 \quad (1)$$

となり、つくばにおける散乱・吸収計による長期観測結果¹⁾と整合的であった。

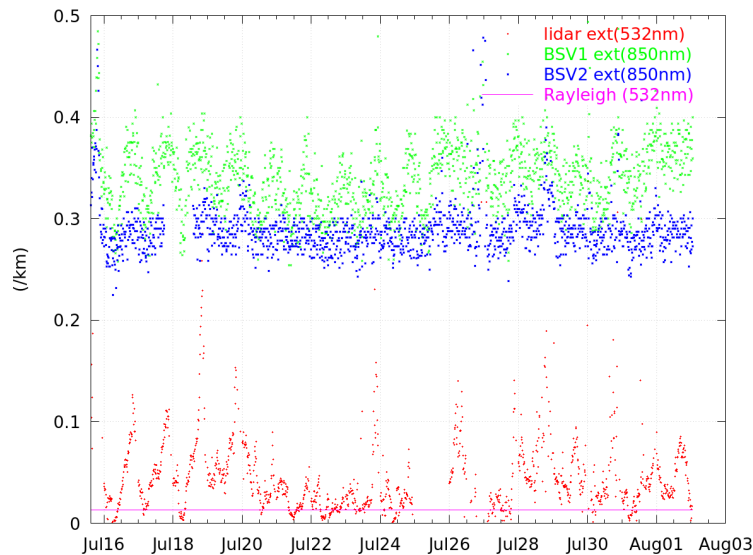


Fig. 1: The time series of extinction coefficients measured by MiniBSV1/2 and Tsukuba lidar on July—August 2021.

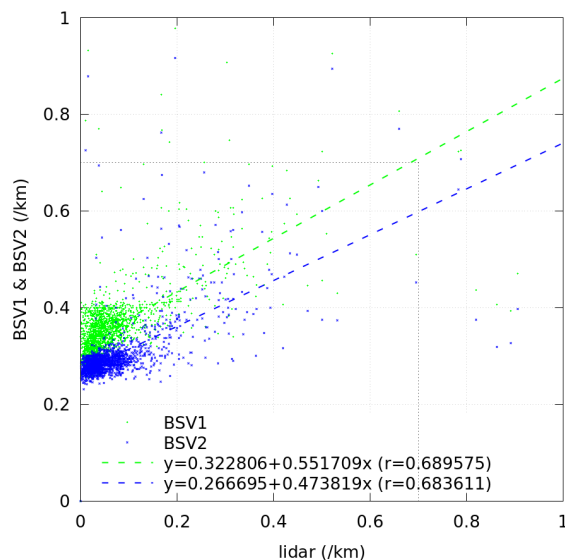


Fig. 2: Scatter plots between lidar extinction (abscissa) and BSV extinction (ordinate) with fitted 1st order linear functions. Only extinction less than 0.7/km (inside dotted lines) were fitted to linear functions.

4 まとめと今後の展望

小型視程計によるエアロゾル消散係数計測の可能性について検討した。バイアスを除去することで、ライダーにより測定された消散係数と整合的な結果が得られる見通しが立ったが、今回の観測期間は梅雨期から盛夏に限定されており、例えば黄砂のような非球形・大粒子が到来した際にどのような対応が見られるのかについては今後確認が必要である。構想段階として、投光 LED 側に偏光フィルター、受光系に偏光ビームスプリッターを組み込むことで偏光解消成分のみを受信し非球形粒子センサーとして黄砂検出等に応用することも検討している。OPC(光学式パーティクルカウンター)の原理に基づく PM2.5 計は安価なものが普及しつつあるが、大気的光学パラメータを直接取得することも重要であり、そのためのデバイスとして小型視程計の活用方法を探っていきたい。

参考文献

- 1) A. Uchiyama et al., J. Meteorol. Soc. Japan **92A**(2014) 93.