

シーロメーターの水平観測による重なり関数の補正（その2）

河合 慶¹, 神 慶孝², 甲斐 憲次³, 相澤 由樹³, 伊藤 敦哉³, 杉本 伸夫²,
Altangerel Batbold⁴, Enkhbaatar Davaanyam⁴, Erdenebadrakh Munkhjargal⁴

¹名古屋大学（〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町）

²国立環境研究所（〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2）

³茨城大学（〒310-8512 茨城県水戸市文京 2-1-1）

⁴モンゴル気象水文環境情報研（〒210646 Juulchny gudamj-5, Ulaanbaatar, Mongolia）

Ceilometer calibration of the overlap function by horizontal observation (Part 2)

Kei KAWAI¹, Yoshitaka JIN², Kenji KAI³, Yuki AIZAWA³, Atsuya ITOH³, Nobuo SUGIMOTO²,
Altangerel BATBOLD⁴, Enkhbaatar DAVAANYAM⁴, and Erdenebadrakh MUNKHJARGAL⁴

¹ Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8601, Japan

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

³ Ibaraki University, 2-1-1, Bunkyo, Mito, Ibaraki 310-8512, Japan

⁴ Information and Research Institute of Meteorology, Hydrology and Environment, Juulchny gudamj-5, Ulaanbaatar 210646, Mongolia

Abstract: Two ceilometer continuous observations are conducted in the Gobi Desert in Mongolia. We aim to calibrate the overlap functions of the ceilometers (Vaisala CL51 and Luft CHM15k) by conducting horizontal observation using a mirror. Here, an analysis result for the CL51 ceilometer at Dalanzadgad is shown. We obtained a correction function for the overlap function from the horizontal observation.

Key Words: Ceilometer, Horizontal observation, Asian dust, the Gobi Desert, Mongolia

1. はじめに

アジアダスト（黄砂）の主要な発生源の1つであるゴビ砂漠において、ダストの長距離輸送と密接に関係しているダストの鉛直分布を観測するために、シーロメーターの連続観測を2地点で行っている（Fig. 1）^{1,2,3,4,5}。しかし、シーロメーターの地上付近の重なり関数は適切でない指摘されている⁶。本研究では、地上付近のダストの鉛直分布をより正確に得るために、シーロメーター上部に斜めのミラーを設置して水平観測を行い、重なり関数の補正を試みた。本発表では、ダランザドガドの解析結果について報告する。

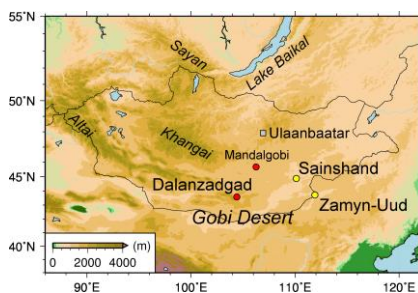


Figure 1: Topographic map of Mongolia (red circles: ceilometer observation sites in the Gobi Desert).

2. 方法

モンゴル・ダランザドガドに設置してあるシーロメーターは Vaisala 製の CL51（アイセーフレーザー、波長 910 nm、同軸の送受信系）である。重なり関数は公表されておらず、処理済みの減衰後方散乱係数が出力される。水平観測は 2018 年 8 月 12~14 日と 2019 年 4 月 29 日~5 月 2 日に実施した。アルミ・ステンレス製のフレームを組み、ミラーマウントを製作した（Fig. 2）。ミラーの傾きは水平から 45~56 度の範囲で数通り試した。



Figure 2: Picture of the ceilometer (Vaisala CL51) and mirror mount in Dalanzadgad, Mongolia.

3. 結果・考察

2019年4月29日16~17時における水平観測（天気：快晴、ミラーの傾き：水平から55.5度）の結果をFig. 3に示す。観測値である減衰後方散乱係数（ABC）は、400 m以遠では0ではないほぼ一定の値を示した。このことからレーザー光は障害物などに当たらず、水平観測は成功したと考えられる。ABCは400 mから手前に向かって徐々に大きくなり、ばらつきも大きくなった。

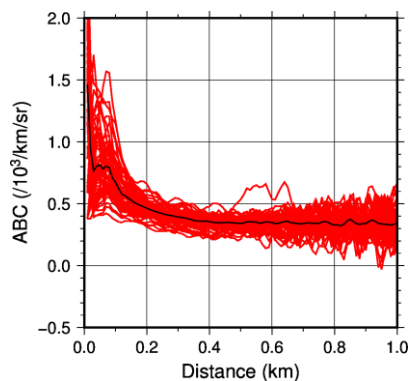


Figure 3: Horizontal profile of attenuated backscatter coefficients (ABC) at 16:00–17:00 on 29 April 2019 (red: each 1-minute average, black: total 1-hour average).

エアロゾルや大気分子が水平方向に一様であると仮定して、重なり関数の補正を行った。ABCはエアロゾルや大気分子による減衰の効果を含むが、当日はダスト濃度が低かったこともあり、今回は無視する。400~800 mの間のABC平均値をFig. 4の赤線で示す。もし正確な重なり関数が適用されていれば、全ての距離において観測値はこの平均値で一定になるはずである。

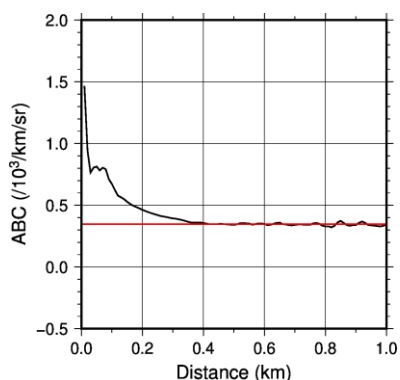


Figure 4: Horizontal profile of attenuated backscatter coefficients (ABC) at 16:00–17:00 on 29 April 2019 (black: same with Fig. 3, red: average at 400–800 m).

そこで、上述の平均値とABCの比をとって、補正関数を作成した（Fig. 5）。これを観測値のABCに掛けることで、地上付近の重なり関数を補正できる仕組みである。補正関数は400 mから手前に向かって1.0から次第に小さくなり、100 mの地点で0.5となった。つまり、地上付近のABCの過大評価を補正する。先行研究も同様に、60~500 mでABCが過大評価となることを示しており、また、60 mより手前はABCの変動が大きく、データ自体の信頼度が低いと考えている⁶⁾。

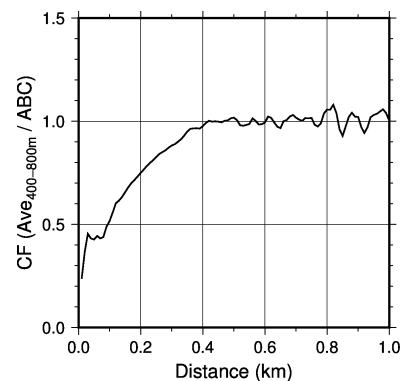


Figure 5: Correction function (CF) for the overlap function obtained from the horizontal observation at 16:00–17:00 on 29 April 2019.

4. まとめ

今後、補正方法を精査・改良しつつ、他の時間や他の地点（マンダゴビ）についても解析を進めていく予定である。また、ミラーマウントを改良し、水平観測をさらに実施していくことで、より精度の高い重なり関数の補正を目指す。

謝 辞

シーロメーター観測はダランザドゴド気象台とマンダゴビ気象台の協力のもと実施されている。本研究は科研費（16H02703, 17H01616, 18J12795）の助成を得た。

参考文献

- 1) Jin et al., 2015: *J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer*, **153**, 49–56.
- 2) Kawai et al., 2015: *SOLA*, **11**, 156–159.
- 3) Kawai et al., 2018: *J. Meteor. Soc. Japan*, **96**, 255–268.
- 4) Minamoto et al., 2018: *SOLA*, **14**, 33–38.
- 5) Kawai et al., 2019: *SOLA*, **15**, 52–56.
- 6) Wiegner et al., 2014: *Atmos. Meas. Tech.*, **7**, 1979–1997.