

ダスト係留気球とシーロメーターによる

ダスト消散係数-質量変換係数 (MECF) の推定—ゴビ砂漠の事例—

甲斐 憲次¹, 河合 慶¹, 小原 一真¹, 源 祐輝¹, 神 慶孝², 牧 輝弥³, 能田 淳⁴,
椎名達雄⁵, E. DAVAANYAM⁶

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近畿大学 (〒577-8502 大阪府東大阪市小若江 3 丁目 4-1)

⁴酪農学園大学 (〒069-8501 北海道江別市文京台緑町 582)

⁵千葉大学 (〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1-33)

⁶モンゴル情報・気象水文環境研究所 (〒210646 Juulchny gudamj-5, Ulaanbaatar, Mongolia)

Estimation of the mass-extinction conversion factor (MECF) over the Gobi Desert by a tethered balloon and ceilometer

Kenji KAI¹, Kei KAWAI¹, Kazuma OHARA¹, Yuki MINAMOTO¹, Yoshitaka JIN², Teruya MAKI³,
Jun NODA⁴, Tatsuo Shiina⁵, and E. DAVAANYAM⁶

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

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

³Kindai University, 3-4-1 Kowakae, Higashiosaka City, Osaka 577-8502

⁴Rakuno Gakuen University, 582 Bunkyoudai-Midorimachi, Ebetsu, Hokkaido 069-8501

⁵Chiba University 1-33, Yayoicho, Inage-ku, Chiba-shi, Chiba, 263-8522

⁶Information & Research Institute of Meteorology, Hydrology and Environment, Juulchny gudamj-5, Ulaanbaatar 210646, Mongolia

Abstract: The Gobi Desert is one of the main resources of Asian dust. We observed the vertical distribution of Asian dust by a balloon-borne optical particle counter (OPC) at Dalanzadgad meteorological observatory in the Gobi Desert on 29 April 2016. The measurement range was from the ground surface to a height of 500 m at 8:00 (LST). The vertical change of number-size distribution was measured by an OPC. At the same time and place, ceilometer and radiosonde observations were conducted. We estimated the mass-extinction conversion factor (MECF) over the Gobi Desert by a tethered balloon and ceilometer.

Key Words: Ceilometer, Asian Dust, Gobi Desert, MECF

1. はじめに

ダスト質量を遠隔的に観測することができれば便利である。ライダーから得られる消散係数とダスト質量との関係 (MECF) が既知であれば、ライダー観測からダスト量を連続的に推定することができる。欧米¹⁾や日本^{2),3)}でも MECF に関する研究が行われている。本報では、ゴビ砂漠で実施されたダスト係留気球とシーロメーターの同時観測から得られたダスト消散係数-質量変換係数 (MECF) を報告する。本報は小原ほか (2017)⁴⁾ の続報である。なお、ダランザドガド気象台は、この地域の中核気象台で、ラジオゾンデのルーチン観測が実施されている。さらに、NASA のサンフォトメーター (AERONET)、名古屋大学のシーロメーター (ヴァイサラ CL51) 等も設置されている。

2. 観測と解析方法

2016年4月29日8時、モンゴル南部のダランザドガド気象台で係留気球に光散乱式粒子計 OPC (Airy Technology P611) を搭載し、地表から上空 500 m までの

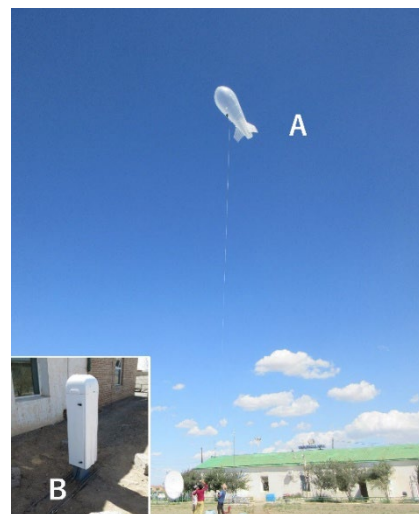


Fig. 1 Balloon (A) and ceilometer (B)

エアロゾルの粒径別粒子数密度を測定した(Fig.1)。直径サイズは、0.3 μm , 0.5 μm , 0.7 μm , 1.0 μm , 2.0 μm , 5.0 μm の 6 チャンネルである。エアロゾルの質量 m は、密度 $\rho = 2.6 \text{ gcm}^{-3}$ を仮定し、次式で計算した。

$$m = \rho \cdot 4/3 \cdot \pi \sum n(i)r_i^3 \quad (1)$$

ここで r_i は幾何平均半径、チャンネル $i = 1$ (0.3 - 0.5 μm) から 6 (5.0 μm 以上) である。 $n(i)$ はチャンネル i の粒子数である。

観測に使用したシーロメーターは、Vaisala 社製の CL51 で、波長 910 nm、時間分解能 6 秒、空間分解能 10 m の後方散乱係数 β ($\text{sr}^{-1}\text{m}^{-1}$) が得られる。ライダー比 $S_I = 50\text{sr}$ を仮定し、Fernald(1984)の方法⁵⁾で消散係数 α_I (km^{-1}) を計算した。MECF (gm^{-2}) は、次式で得られる。

$$\text{MECF} = m / S_I \beta = m / \alpha_I \quad (2)$$

先行研究と比較するため、波長 910 nm の MECF を 532 nm の値に変換しようとした。ダランザドガドの西北西 460km に位置するシャインシャンドに国立環境研究所の AD-Net ライダーが設置されている。532nm と 1064nm の後方散乱係数を用いて、ダスト時における 910nm の値を内挿した。

$$\beta_{532} = 1.13 \beta_{910} \quad (3)$$

式(2)と(3)より、MECF の 910nm から 532nm への波長変換係数は、 $1/1.13 = 0.88$ とした。

3. 結果と考察

観測当日、気象条件は、快晴でほぼ無風であった。ダスト質量 m と消散係数 α_I の相関係数は 0.918 であった。

Table 1 に示すように、ダランザドガドの MECF は 2.16(波長 910nm) である。波長 532 nm に変換した値は、1.91 である。

いろいろな場所で観測された MECF を比較すると、黄砂では北京 1.78、ソウル 1.40、つくば 1.18、そのほか火山灰 (Eyjafjallajökull) 1.45、サハラダスト(モロッコ) 1.93 の観測結果がある。この表から、MECF は発生源に近いところでは大きく、風下側では小さい傾向がみられる。

4. まとめ

ゴビ砂漠で実施したダスト係留気球とシーロメーターの同時観測から、MECF は発生源に近いところでは大きく、風下側では小さかった。この結果から、MECF の値はダストの粒径分布が大きくかかわっているように思われる。なお、波長変換に使用した後方散乱係数はばらつきがあるので、誤差解析が必要である。

謝 辞

本研究は、2021-2022 年度科研費「黄砂ホットスポットの気象学的研究—ひまわり 8 号ダスト RGB とライダー観測網の活用」21K03659(研究代表者：甲斐憲次)と千葉大学環境リモートセンシング令和 4 年度共同利用研究 (CJ22-30) の助成を受けた。

参考文献

- 1) Ansmann, A. et al.: Atmos. Chem. Phys., **12** (2012) 9399.
- 2) Sugimoto, N. et al.: Geophys. Res. Lett., **30** (2003) 1640.
- 3) Shimizu, A. et al.: SOLA, **7A** (2011) 1.
- 4) 小原 一真ほか: 第 35 回レーザセンシングシンポジウム (2017) F-4.
- 5) Fernald, F. G.: Applied Optics, **23** (1984) 652.
- 6) Sugimoto, N. et al.: SOLA, **7A** (2011) 13.
- 7) Kaneyasu, N. et al.: J. Jpn. Soc. Atmos. Environ. **47** (2012) 285 (in Japanese).
- 8) Gasteiger, J. et al.: Atmos. Chem. Phys., **11** (2011) 2209.

Table 1 MECF in various places

Place	MECF = m / α_I	Wavelength (nm)	Reference
Dalanzadgad	2.16	910	The present study
"	1.91	532	"
Beijing	1.78	532	Sugimoto et al. 2003 ²⁾
Seoul	1.40	532	Sugimoto et al. 2011 ⁶⁾
Tsukuba	1.18	532	Sugimoto et al. 2011 ⁶⁾
AD-Net	1.04	532	Shimizu et al. 2011 ³⁾
Nagasaki	0.36	532	Kaneyasu et al. 2012 ⁷⁾
Volcanic ash	1.45	532	Gasteiger et al. 2011 ⁸⁾
Saharan dust	1.93	532	Ansmann et al. 2012 ¹⁾

MECF=Mass/extinction conversion factor (mg/m^3)/(1/km) or gm^{-2}