

地上ライダー観測によるアジアダストと氷粒子の発生頻度 Asian Dust and Ice Occurrence Ratio Observed by Ground-based Lidar

神 慶孝¹、甲斐 憲次¹、杉本 伸夫²

Yoshitaka Jin, Kenji Kai, Nobuo Sugimoto

1. 名古屋大学大学院環境学研究科、2. 国立環境研究所

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. National Institute for Environmental Studies

Abstract

Ice occurrence ratio (IOR) was calculated using ground-based lidar data. Firstly, we extracted cloud data from the lidar data using gradient of 1,064 nm attenuated backscatter and certain threshold. The cloud data was discriminated using volume depolarization ratio, integrated attenuated backscatter and cloud thickness. Finally the cloud particles were classified into four categories; water, 2d-plate, 3d-ice and mixture of 2d-plate and 3d-ice. The results show that the fraction of mixture of 2d-plate and 3d-ice was highest between -10°C and -20°C and the fraction of ice particles gradually increased as temperature decreased. These results were consistent with results of the satellite analysis. The IOR with dust were 10 % higher than that without dust. It suggests that the dust was acting as ice nuclei even if the temperature was more than -10°C .

1. はじめに

-40°C よりも高い温度では、氷粒子はエアロゾルとの不均一核生成によって生成される。乾燥地域から放出されるダストは氷晶核として働き、氷粒子の生成に影響を及ぼす[Sakai et al., 2003]。しかし、エアロゾルによる氷粒子の発生頻度の変化はまだよくわかっていない。これまで筆者らは衛星 CALIPSO に搭載されたライダー-CALIOP を用いて全球のダストと氷粒子の出現頻度を求めてきた[Jin et al., 2012]。本発表では、地上ライダーデータを用いて氷粒子発生頻度を計算し、ダストが存在するときとしないときの場合についての違いを考察した。

2. 使用データ

本研究では AD-Net の NIES ライダーデータ、中国タクラマカン砂漠の Aksu のライダーデータ、再解析データの気温データ(ECMWF-interim)を使用した。NIES ライダーは、532 nm, 1,064 nm の 2 波長を使用しており、532 nm の偏光解消度も測定している。Aksu のライダーは、2009 年まで 532 nm の後方散乱データと偏光解消度を測定している。2009 年 3 月からは 1,064 nm の検出器も増設している。本論文では、2005 年から 2012 年 5 月までのつくばのライダーデータの解析結果を示す。

3. 雲判別と雲粒子のタイプ識別

ライダーデータから雲を判別するため、Hagihara et al., [2010]と Sugimoto et al., [2009]の手法を用いた。雲底高度は、532 nm の減衰後方散乱係数が Hagihara et al., [2010]で示された閾値($\beta_{th}(z)$)を超え、且つ 1,064 nm の減衰後方散乱係数の増加率が 1m あたり $4 \times 10^{-8} [\text{m}^{-1}\text{sr}^{-1}]$ 以上である時とした。雲頂

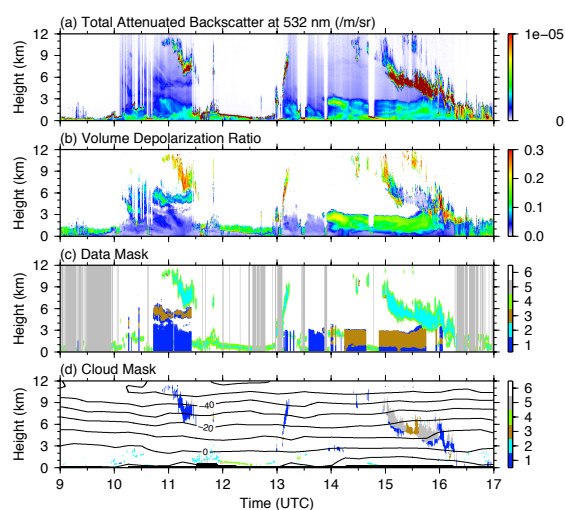


Fig. 1 An example of the cloud type discrimination and data mask in May 2008. The data mask categories are follows; 1. Aerosol, 2. Cloud, 3. Dust, 4. Likely cloud, 5. Precipitation, 6. No use. The cloud types are follows; 1. 3d-ice, 2. Water, 3. 2d-plate 4. Unknown, 5. Mixture of 2d-plate and 3d-ice.

高度は 532 nm の減衰後方散乱係数が $\beta_{th}(z)$ よりも小さくなった時の高さとした。

次に、雲粒子のタイプ識別を行った。まず、雲データにおいて層積分偏光解消度(VDR)を計算し、0.20以上を氷雲とした。雲頂温度が 0°C以上の雲で 0.2以上の偏光解消度を持つ雲は 0.86%であった。次に、0.2よりも小さい偏光解消度を持つ雲について層積分後方散乱係数(IBC)と雲の厚さの関係から、氷雲が水雲よりも厚いことを利用して氷雲とそれ以外に分類した。さらに、IBCとVDRの相関係数が-0.5以下の時、水平に配向された氷粒子(2d-plate)とした[[Hu et al., 2009](#)]。最後に、氷雲の個々の高さの偏光解消度について、0.03以下が 2d-plate, 0.1以上がランダムに配向された氷粒子(3d-ice)、0.03-0.1がこれらの混合粒子(mixture of 2d-plate and 3d-ice)とした。

本解析では、最終的に water, 2d-plate, 3d-ice, mixture of 2d-plate and 3d-ice, unknown に分類した。Unknownと分類された雲粒子は全体の 5%であった。また、降水のある場所ではタイプ識別から除外した。降水の有無は [Shimizu et al., \(2010\)](#)の手法を用いた。図 1 に雲粒子のタイプ識別例を示す。

4. ダストと氷粒子発生頻度

識別された雲粒子の情報を用いて各温度における氷粒子発生頻度を計算した。ここで、氷粒子は 2d-plate, 3d-ice, mixture of 2d-plate and 3d-ice とした。ダストによる発生頻度への影響を調べるため、前後 1 時間以内にダストのプロファイルが存在するときとしないときの場合に分けて計算した。ダストは偏光解消度が 0.06、カラー比が 0.3 以上とした。また、3km 以下に雲が存在するときは、エアロゾルのデータから除外した。さらに雲底と雲頂高度から 300m はエアロゾルのデータとして使用しなかった。

図 2 に、つくばのライダーデータから得られた氷粒子発生頻度の結果を示す。両方の図の結果から、温度が低くなるほど氷粒子の割合が大きくなることが分かった。また、2d-plate と mixture of 2d-plate and 3d-ice の割合が-10°C~-20°Cで最大となった。これらはの結果は衛星 CALIPSO から得られた結果と一致していた。図 2(b)では、図 2(a)と比べて-10°C以上の領域で氷粒子の割合が 10%以上大きくなっており、ダストが氷晶核として働いていることが示唆された。

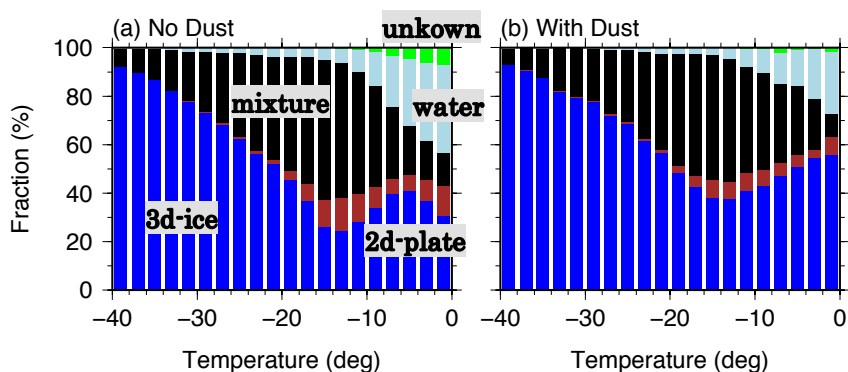


Fig. 2 Ice occurrence ratio (a) without dust and (b) with dust between -40°C and 0°C. The each color shows that blue : 3d-ice, brown : 2d-plate, black : mixture of 2d-plate and 3d-ice, light blue : water, green : unknown.

5. おわりに

本研究では、地上ライダーデータから雲粒子のタイプ識別を行い、氷粒子発生頻度を計算した。ダストが存在するときはしないときに比べて氷粒子の発生頻度が約 10%高くなった。発表では、つくば以外のデータについても示す。また、衛星 CALIPSO から得られた結果との比較も行う。

参考文献

- Hagihara et al., 2010 : J. Geophys. Res., 115, D00H33
- Hu et al., 2009 : J. Atmos. Oceanic Technol., 26, pp. 2293 - 2309
- Jin et al., 2012 : Proceedings of International Laser Radar Conference 26th, pp. 493 - 496
- Sakai et al., 2003 : Appl. Opt., 42, pp.7130 - 7116
- Sugimoto et al., 2009 : J. Appl. Meteorol. Clim., 48, pp. 1822 - 1830