

イラン・アフワズにおけるシーロメータを利用した 砂塵の観測

Dust observations by a ceilometer in Ahwaz, Iran

清水厚・神慶孝・杉本伸夫 (国立環境研究所)・
眞木貴史 (気象研究所)・櫻井元樹 (アイ・アール・システム)
Atsushi SHIMIZU, Yoshitaka JUN, Nobuo SUGIMOTO
(National Institute for Environmental Studies)
Takashi MAKI (Meteorological Research Institute)
Motoki SAKURAI (IR System)

Abstract

A ceilometer had been operated in Ahwaz, Iran to monitor the vertical distribution of mineral dust particles in the lower troposphere. A sheet polarizer was employed to detect only perpendicular component of backscattered light to observe non-spherical particles. The extinction-to-mass conversion factor for dust in Ahwaz was larger compared with that one for Asian dust. Correlation between backscatter near the surface and horizontal wind velocity implies the origin of dust particles over Ahwaz. **Key Words:** Ceilometer, Dust, Iran

1 はじめに

イランでは、首都テヘランにおける自動車排ガス等に由来する大気汚染のほか、国内外の乾燥地帯で発生する砂塵嵐による環境影響も甚大なものになっている。環境省による日本・イランの環境政策対話の一環として、2015年以降砂塵嵐対策をテーマとしたテヘランでのテクニカルセミナーやイラン側研究者の派遣研修が行われてきた。その一環として、イラン・アフワズ (Ahwaz) において約半年間にわたって砂塵嵐の実態調査をシーロメータを用いて実施したのでその概要を報告する。

2 シーロメータによる観測

イラン南西部のアフワズ (31.3N, 48.6E) において、Lufft 製 CHM15k を用いてエアロゾル鉛直分布の連続観測を2017年11月28日から2018年6月9日にかけて実施した。CHM15kには偏光測定機能が含まれないため、この観測では受光系の手前に偏光シートを挿入し偏波面がレーザー光のそれと直交する後方散乱光 (1064nm) のみを受信した。この方法により、土壌粒子のような非球形粒子からの散乱光を確実に捉えることが出来る。一方、この直交成分も往復の光路上に浮遊する球形粒子による消散を受けるが球形粒子からの後方散乱光そのものは受信していないためにその鉛直分布は未知であり、上空の非球形粒子の後方散乱係数を Sugimoto et al.(2003) や Shimizu et al.(2004) のような手法で得ることは不可能である。よって以下では球形粒子消散係数の鉛直分布を仮定し、非球形粒子の鉛直分布を推定した。この他、イラン環境庁 (DOE) から入手した地上 PM10/PM2.5 濃度やアフワズにおける SYNOP 報から気象パラメータを抽出して解析に利用した。

3 砂塵の観測結果

約半年の観測期間中、12月から2月といった北半球冬季に比較的大きな砂塵嵐が観測された。図1は2018年1月の1064nm直交成分の減衰後方散乱係数である。この頃見られた砂塵は主に高度1km以下に分布しているが、4-5月には2km以上に到達するダスト層も見られた (図は省略)。このような鉛直構造は後述するダスト起源の違いを反映していると考えられる。その他、日周変動も観測期間を通じて見られる。

3.1 球形粒子分布を仮定したダスト消散係数の導出

砂塵の濃度を直接的に示す1064nmのダスト消散係数を求めるためには、球形粒子の鉛直分布を仮定し、それによる減衰の効果を補正する必要がある。ここでは球形粒子の消散係数について高度に対する指数分布を仮定し、そのスケールハイト (値が1/eになる高度) を8km、地上での値を0.1/kmとした。更に純粋なダストの粒子

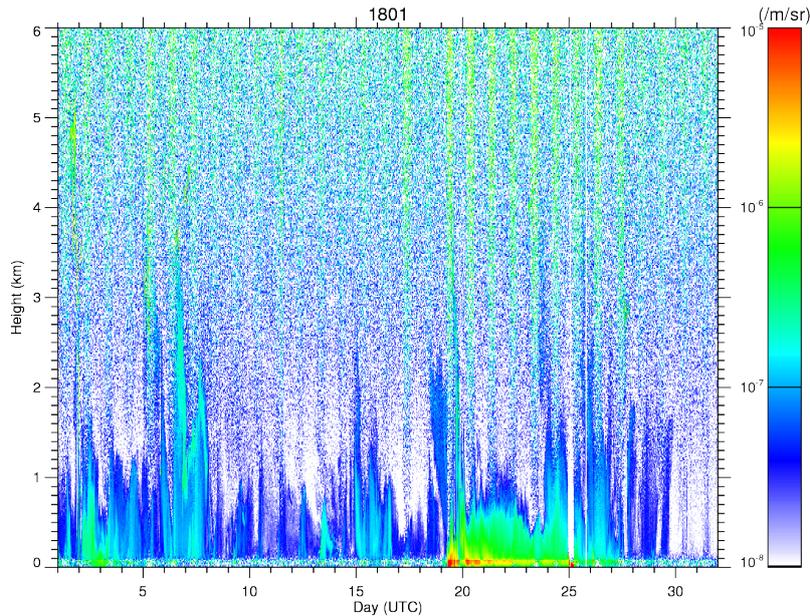


Fig. 1: The time-height section of attenuated backscatter coefficient for perpendicular components at 1064 nm in January 2018.

偏光解消度を 0.35 と仮定することで、ダストによる 1064nm 減衰後方散乱係数 (平行成分) を推定し、トータルの 1064nm 減衰後方散乱係数を得た上で地上側から外向き Klett 法を用いて減衰補正を行い、1064nm 消散係数から再度ダスト消散係数を導出した。

3.2 地上 PM10 とダスト消散係数との関係

1 月について Ahwaz における PM10/PM2.5 のデータが入手できたため、それらと地上付近の 1064nm ダスト消散係数 β_s (/m/sr) との相関を調べた結果、PM10 質量濃度 M ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) に対して

$$M = 2 \times 10^9 \times \beta_s \quad (1)$$

という関係が見られた。S1=50sr を仮定すれば、この値は日本国内黄砂における TSP に対する値 (ただし 532nm) の約 4 倍で、Ahwaz のダストがより大粒子であることを示唆している。

3.3 ダスト消散係数の季節変動と気象条件

Ahwaz の気象データに含まれる地上風について調査したところ、12-3 月には低高度のダスト消散係数と風速のピークが対応しているのに対して、4 月以降はダスト消散係数が上昇しても地上風速はあまり増えていないことが分かった。この点から、Ahwaz で観測されるダストの発生源について、12-3 月は近傍の地表面で生じたローカルなダストが主であるのに対して、それ以降はメソポタミアやアラビア半島などさらに遠方で発生したダストが輸送されてきたものと解釈することが出来る。

4 今後の展望

シーロメータによる観測は約半年しか実施されておらず、少なくとも残り半年についても観測を行って通年の変動を調べることが望ましい。また、年々変動の調査のためには複数年に渡る観測も必要である。気象研究所では全球エアロゾル輸送モデル MASINGAR を用いて中東地域の砂塵現象の再現実験も行っている。シーロメータ観測結果をこのモデル計算の検証に応用し、イラン国内砂塵嵐の発生源特定や対策に向けた地域的取り組みにおける基本データを整備していく必要がある。

謝辞

本観測は環境省およびイラン環境庁 (DOE) のサポートを受け実施したものである。