

航空機搭載ライダーによる太平洋上の 海洋性エアロゾル・黄砂観測

Airborne lidar observations of sea salt and Asian dust over the Pacific

清水厚、杉本伸夫、松井一郎

Atsushi Shimizu, Nobuo Sugimoto, Ichiro Matsui

独立行政法人 国立環境研究所

National Institute for Environmental Studies

Abstract

Sea salt layers on the sea surface and floating dust layers over the Pacific were detected by dual-wavelength Mie-scattering lidar equipped on a jet-plane Gulfstream-II. Depth of surface mixing layer was almost corresponding to the wind speed near the surface. Dust layers were detected above cloud layers in semitropical region, and their optical depth were 0.005 – 0.01 at 532 nm.

1 はじめに

エアロゾルの空間分布を明らかにする試みは、地上サンプリング・ライダー観測・衛星観測・輸送モデルなど様々なアプローチを通じて行われているが、特に遠隔海洋上においては衛星観測によるカラム量以外に測定値がほとんどないのが実情である。国立環境研究所では海洋地球研究船「みらい」をプラットフォームとする太平洋・インド洋域におけるライダー観測を6年以上続けている他、航空機による海洋上での雲・エアロゾル観測も数回実施した。以下では、そのうち2004年に名古屋～サイパン～パラオ往復時に太平洋上で見られた海洋性エアロゾル層と黄砂層の特徴について述べる。

2 観測手法

観測概要は第23回レーザーセンシングシンポジウム予稿にも示したが、532nm/1064nmの2波長偏光ミー散乱ライダーをダイヤモンドエアサービス社のジェット機 Gulfstream-II に搭載して実施した。望遠鏡直径は12cm、レンジ分解能は3.75m、繰り返し周波数は20Hzであるが、航空機情報が1秒毎に得られるためデータ処理は1秒積算値を用いて行った。機体高度・傾斜角からレンジ情報を海面高度情報へ変換し、大気分子密度モデルを用いて機体近傍での分子散乱を基準に減衰補正なし後方散乱係数(以下 ABSC)を決定した。なお巡航高度はパラオ往復時はほぼ9000mであった。

3 海洋性エアロゾル層の構造

機体直下に雲がなく海面が捉えられている時間帯には、海上にエアロゾル層が連続的に見られた。これらは海塩粒子により形成された混合層と考えられるので、その空間構造の特徴を以下のようにして抽出した。各プロファイルにおいて海面から上方へ532nmのABSCをサーチし、その値が 2×10^{-6} /m/sr以下になった高度を混合層上端高度とする。ただし、混合層内でのABSC最大値が 10^{-5} /m/sr以下の時はそのプロファイルのデータを利用しない。Figure 1に3月3日と12日の名古屋～パラオ間における混合層高度を緯度の関数として表示した。これによると、3月3日の混合層高度は全区間で400～700m程度であるのに対し、12日には低緯度側で1000m以上、緯度が増えるに従い低くなる傾向が見られた。気象庁GSM・CFORSにより予報された海上風速を飛行経路に沿って求めると混合層高度と概ね対応しており、海上風速が大洋上のエアロゾル分布の基本的なパラメータであることが確認された。

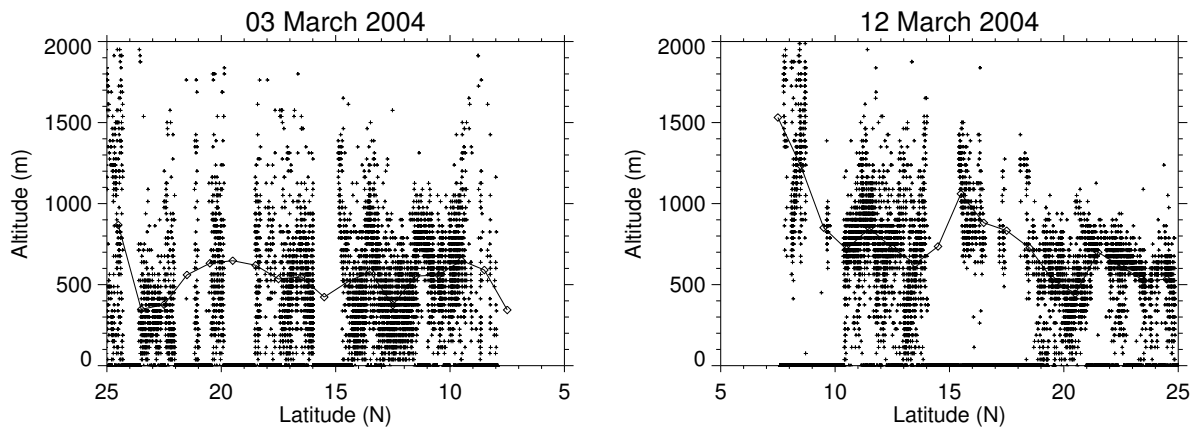


Figure 1: Top of the aerosol mixing layer detected by airborne lidar on (left) March 03, and (right) March 12. Latitude is employed for abscissa, and horizontal axis is reversed for March 03. Overplotted lines indicate averaged values in each 1 degree width band.

4 黄砂層の構造

往路・復路とも、亜熱帯域(北緯 25 ~ 28 度)において高度 4km 付近に浮遊した黄砂層と考えられるエアロゾル層が検出された。これらの解析のため 532nm の信号に対して Fernald 法 (forward) を適用した。ここでは黄砂を前提とするので $S1=50sr$ を採用している。Figure 2 に示すように、3 月 3 日のケースでは高度 3700 ~ 4900m にエアロゾル層が検出され、532nm におけるこの区間の光学的厚さは 10 分間の平均で 0.0094 であった。一方 3 月 12 日には、4100 ~ 4600m に層が見られ光学的厚さは 0.0054 であった。いずれも黄砂層より下層には雲が存在しており、海上側からは観測できないケースである。黄砂層の拡がりには 12 日の場合進行方向(ほぼ南北)に 400km 近く、帯状の黄砂が東進していたものと考えられる。

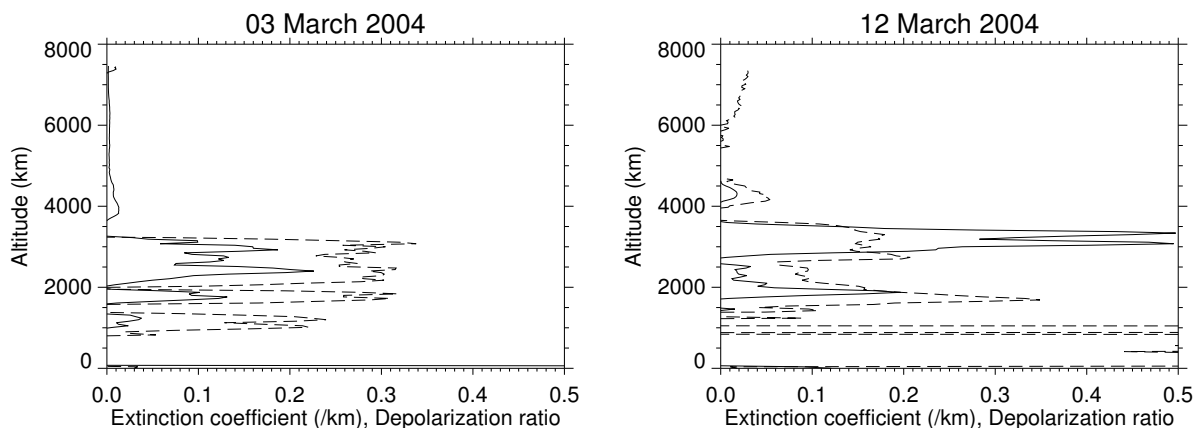


Figure 2: Vertical profiles of (solid) extinction coefficient at 532 nm and (dashed) depolarization ratio averaged during 10 minutes around (left) 25.61N, 138.93E on March 03, and (right) 28.03N, 138.02E on March 12.

5 まとめ

航空機ライダーによる名古屋・パラオ間往復観測において、海上の海塩によるエアロゾル混合層および上空の浮遊黄砂層が同時に観測された。これらは従来の観測が不足している遠隔領域におけるエアロゾルの生成・輸送の実態を反映した貴重な観測例である。

謝辞

飛行高度・姿勢・緯度・経度等のデータは情報通信研究機構電磁波計測部門雲レーダーグループより提供して頂きました。2004 年の Gulfstream-II による観測は海洋研究開発機構との共同研究として実施されました。