

航空機搭載ライダーによる雲・エアロゾルの広域観測

Wide area observations of clouds and aerosols using an airborne lidar system

清水厚、杉本伸夫、松井一郎

Atsushi Shimizu, Nobuo Sugimoto, Ichiro Matsui

国立環境研究所

National Institute for Environmental Studies

Abstract: Aerosols and clouds in east Asian and northwest Pacific region were observed with a lidar system equipped on a jet plane Gulfstream-II. Floated aerosol layers were detected in 2 flights on April 13, 2003 and March 12, 2004. Latitudinal variation of marine boundary layer was confirmed over the Pacific region. Floated dust layers were confirmed over Sea of Japan and over the Pacific near Ogasawara Islands.

1 はじめに

エアロゾルと雲の鉛直分布を知ることができるミー散乱ライダーは、地球放射収支研究におけるエアロゾル・雲の4次元分布の解明において重要な役割を担っている。現在国立環境研究所ではアジア域で地上ライダーをネットワーク展開する他、海洋地球研究船「みらい」でも西太平洋を中心として多数のライダー観測を行っているが、更に2003年3-4月と2004年3月には小型ジェット機にミー散乱ライダーを搭載して南日本および西部太平洋域で対流圏の雲・エアロゾル広域観測を行った。以下、航空機搭載ライダー観測の概要と、特にエアロゾルについての観測結果を紹介する。

2 観測手法

観測に利用した航空機はダイヤモンドエアサービス社のGulfstream-IIである。主翼の付根付近に下向きに穴をあけて石英ガラスを取りつけ開口部とし、口径12cmの望遠鏡を設置した。レーザー発振波長は2003年は355nm、2004年は532nm/1064nmを用い、共に繰り返し周波数20Hz・レンジ分解能3.75mでパルス毎に12bitトランジェントレコーダーによりサンプリングを行った。2004年には532nmで偏光解消度も観測している。飛行はキャンペーン観測と往復のフェリーフライトを合わせて2003年は10回、2004年は6回行われた。ライダーの運転は離着陸時を除く巡航中に行い、取得した散乱強度信号は1秒間積算し、航空機の高度・機体傾斜角情報を用いてレンジを地上・海面高度に換算した上でU. S. Standard Atmosphere[1971]の大気密度により正規化し、減衰補正なし後方散乱係数を求めた。また2003年のケースではFernald法によるインバージョンも行った[Fernald, 1984]。なお、Gulfstream-IIには雲物理研究のため情報通信研究機構の95GHz雲レーダー(SPIDER)も同時に搭載され、雲の観測も行われた。雲レーダーとライダーのデータを結合して解析することにより、雲微物理量の導出が可能である[Okamoto *et al.*, 2003]。

3 結果

2003年の観測キャンペーンでは、4月13日に鹿児島から日本海を経て名古屋へフライトを行った際に黄砂層を広範囲で捉えることができた。離陸直後には雲が多く、高度10-12kmの巻雲上空を飛行したが、東シナ海から日本海へ入ると雲が消え、高度4km以下に層構造をなすエアロゾル層が捉えられた。この観測時には偏光解消度は計測していないが、福江島の連続運転地上ライダーや化学輸送モデルCFORS[Uno *et al.*, 2003]などの結果から、日本海に進入した黄砂を観測したものと考えられる。この時黄砂層は吉岐周辺から丹後半島方面までの空域で観測され、インバージョンの結果、355nmの光学的厚さは若狭湾上空で0.3程度であった。

また、2004年3月12日にパラオからサイパンを經由して名古屋へ飛行したケースでは、海洋境界層の緯度変化や西太平洋上高度4.5km付近に現れたエアロゾル層を捉えた (Fig. 1)。この時海洋境界層はパラオ-サイパン間の低緯度域でサイパン-名古屋間よりも厚く、この関係は地衡風と地上摩擦とを結び付けたエクマン境界層理論にも合致している。また、北緯27度東経138度の小笠原諸島付近で4km付近の雲の上にエアロゾル層が明瞭に確認された。このエアロゾル層は後方流跡線解析によるとタクラマカン砂漠方面から到達しており、やはり黄砂と考えられる。直下に光学的に厚い雲が観測されているため、ライダーを含む地上からの観測では捉えられない上空を輸送される黄砂を検出した例である。

また、雲レーダーとライダー共同観測は2004年6月にも九州地方で行われ、メソスケール現象と雲・エアロゾル相互作用の研究等が進められている。

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。2003年の観測は科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業「アジア域の広域大気汚染による大気粒子環境の変調について」(APEX)の一環として、2004年の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。

参考文献

- Fernald, F. G. (1984), Analysis of atmospheric lidar observations: Some comments, *Appl. Opt.*, 23(5), 652-653.
- National Oceanic and Atmospheric Administration, National Aeronautics and Space Administration, and United States Air Force (1976), *U. S. Standard Atmosphere, 1976*, U. S. Government Office.
- Okamoto, H., S. Iwasaki, M. Yasui, H. Horie, H. Kuroiwa, and H. Kumagai (2003), An algorithm for retrieval of cloud microphysics using 95-GHz cloud radar and lidar, *J. Geophys. Res.*, 108(D7), 4226, doi: 10.1029/2001JD001225.
- Uno, I., G. R. Carmichael, D. G. Streets, Y. Tang, J. J. Yienger, S. Satake, Z. Wang, J.-H. Woo, S. Guttikunda, M. Uematsu, K. Matsumoto, H. Tanimoto, K. Yoshioka, and T. Iida (2003), Regional chemical weather forecasting system CFORS: Model descriptions and analysis of surface observations at Japanese island stations during the ACE-Asia experiment, *J. Geophys. Res.*, 108(D23), 8668, doi: 10.1029/2002JD002845.

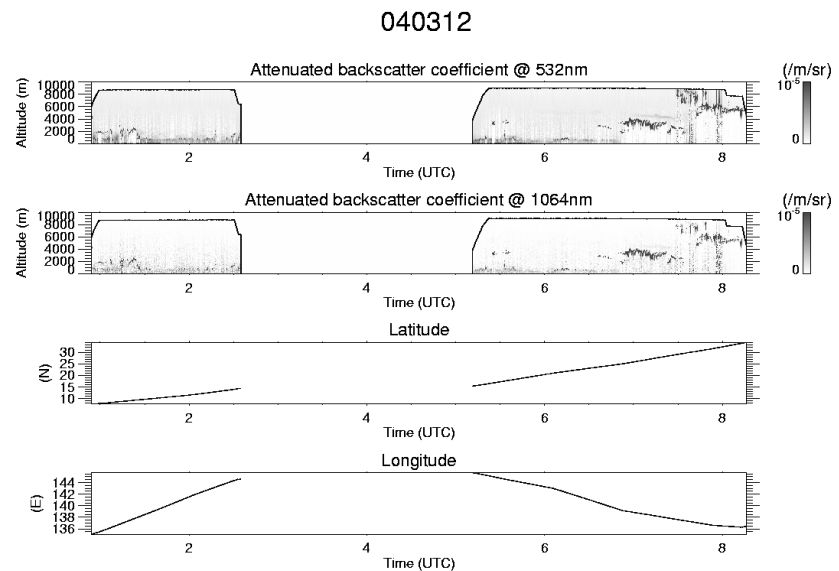


Figure 1: Time height sections of attenuated backscattering coefficient at 532 nm (top panel) and 1064 nm (2nd) on March 12, 2004. Time variations of latitude of Gulfstream-II (3rd) and longitude (bottom) between Palau and Nagoya are plotted.