

2007年春季福岡上空でライダーにより観測した風送ダストの光学特性と輸送経路について～衛星搭載ライダーとの比較解析

The relation between optical properties and transport trajectories of Aeolian dust detected by lidar at Fukuoka in spring, 2007 — Comparative analysis with result of space borne lidar

白石浩一、藤原玄夫、内田元基、林佳輝

Kouichi Shiraiishi, Motowo Fujiwara, Motoki Uchida and Yoshiki Hayashi

福岡大学理学部

Faculty of science, Fukuoka University

ABSTRACT

The intensive lidar observations of tropospheric aerosol were performed at Fukuoka in the spring of 2007. The dust layers were frequently detected in the free troposphere. Many dust layer detected in this spring show broad vertical distribution and thin optical thickness. We discuss the source region and transport of detected dust layers using backward trajectory analysis, SYNOP report, model forecast and result of space borne lidar. As a result, the dust layer of Asian continental origins such as Gobi and Taklimakan Desert were frequently detected. The dust layers of Middle Eastern origins such as Arabian Peninsula were also detected.

はじめに

中国内陸部や中東の乾燥地域で砂塵嵐により自由対流圏に注入された砂塵粒子が春季日本上空で頻繁に観測され、その傾向は近年増加の傾向にある。このような風送ダストは、雲に対する氷晶核能力だけでなく放射収支や大気化学への影響についても近年注目されてきている。しかしながら、それら風送ダストの発生機構、供給量、空間的な分布や拡散過程等に不明な点が多く、気候変動への定量的な評価は十分になされていない。

我々は2000-2003年に科学技術振興調整費「風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響に関する研究(ADEC)」に参加し、風送ダストの輸送経路や空間的分布の解明のため、ライダーを用いた対流圏エアロゾルの観測を主に行ってきた。とりわけ、春季には、風送ダストを含む自由対流圏エアロゾルの集中観測を行ってきた。ADECプロジェクト終了後も、ライダーによる対流圏エアロゾルの観測を継続して行っており、2007年春季も風送ダストと思われるエアロゾルを多数検出した。検出したダスト層の輸送経路や発生源の特定について、これまでトラジェクトリー解析やSNOP報、モデル解析をもとに特定していたが、昨年稼働しているNASAの衛星搭載ライダーCALIPSOの観測結果も利用して、輸送経路や発生源の考察を試みた。その結果、中国内陸部の砂漠起源のダスト層だけでなく、中東砂漠起源のダスト層と思われるエアロゾル層をライダーで多数検出していた可能性が示された。発表では、2007年春季に観測された風送ダストについて詳細を報告する。

観測装置

観測には、光源としてYAGレーザー(Continuum Powerlite 9020)の1064nm、532nm、355nmの3波長を利用している。受信は、35cmと50cm2つの口径の受信鏡を利用し、532nmの射出レーザー光の偏光面に対して平行成分と垂直成分、1064nmの平行+垂直成分、355nmの平行+垂直成分、そして532nmに対しての窒素分子のラマン散乱成分(607nm)を測定している。532nmの平行成分、垂直成分、1064nmと355nmは、受信信号を分配してオシロスコープによるアナログ計測とフォトンカウンティング計測を同時に行い、ラマン散乱の607nmは、フォトンカウンティングによる計測だけを行った。また、対流圏下層部は、シーロメータ(波長906nm)を使い、エアロゾル観測を行っている。

観測結果と考察

2007年春季、福岡管区気象台による黄砂飛来の報告は7日(2/23, 24, 3/26, 27, 28, 4/1, 2)あり、例年に比べると少ないが、自由対流圏ではダストと思われるエアロゾル層を頻繁に検出していた。

図1に、3月30日に観測した(a)532nmでの散乱比、(b)エアロゾル偏光解消度の時間変化を示す。高度2.5kmから5kmにかけて、偏光解消度の高いダスト層を検出している。福岡管区気象台の気象ゾンデ観測によれば、ダスト層を検出した高度域の湿度は30%以下で非常に低い。また、トラジェクトリー解析は、観測したダスト層を含む空気塊が3月28日から29日にかけてタクラマカン砂漠通過後、ゴビ砂漠南部を通過して観測されたことを示していた。地上天気図によれば、28-29日にかけて中国内陸部で発達した低気圧が東進し、SYNOP報によればその時ゴビ砂漠でダストストームの報告がされている。NRLの全球モデルNAAPSの予測結果でもゴビ砂漠上空で巻き上げられた風送ダストが日本まで運ばれてくる様子が再現されており、検出したダスト層はゴビ砂漠起源と推測できる。

図2には4月4日に観測した532nmでの散乱比、エアロゾル偏光解消度の時間変化を示す。高度5-11kmの広い高度域で散乱比・偏光解消度ともに比較的一様に分布したダストと思われるエアロゾル層を観測している。トラジェクトリー解析やモデル解析によれば、検出したダスト層は4月1日から2日にかけてタクラマカン砂漠で発生したダストストームによりもたらされたダストであると推測できた。

これらの観測日のほかにもゴビ砂漠やタクラマカン砂漠起源と思われるダスト層をしばしば検出している。一方で、ゴビ砂漠やタクラマカン砂漠で顕著なダストストームが起こっていないときでも、ライダーでは頻繁にダスト層が観測されていた。CALIPSOの観測結果を見ると、この時期に中東地方(アラビア半島やイラン高原など)に偏光解消度の高いエアロゾル層が地上から高度5kmにかけて頻繁に観測されており、トラジェクトリー解析の結果も考慮すれば、そのような中東ダストが日本上空にしばしば運ばれてきている可能性が考えられた。

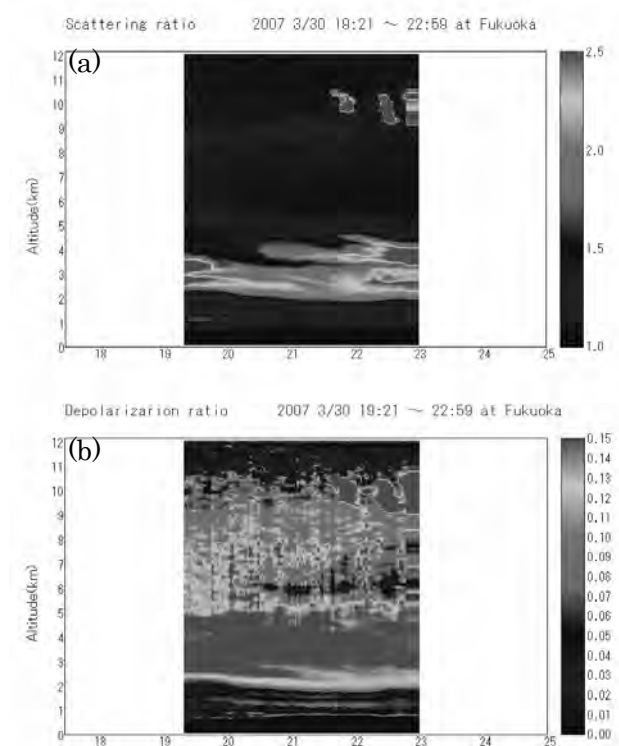


Fig.1 Temporal variations of (a) scattering ratio, (b) aerosol depolarization ratio observed on March 30, 2007.

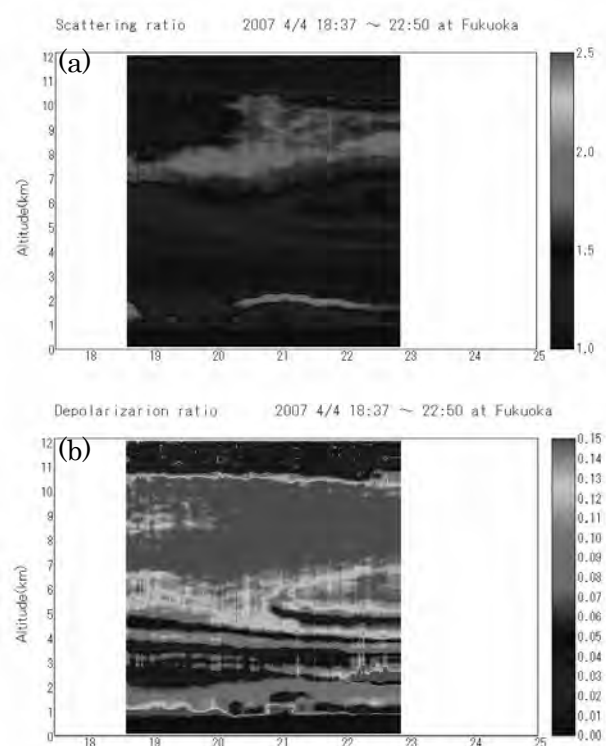


Fig.2 Same as Fig.1 but for profiles on April 4, 2007.