

2008年4月に観測されたフェアバンクス上空のエアロゾル層
—光学特性と粒径分布と経路—

The observation of tropospheric aerosol layer by a lidar and balloon borne OPC in Fairbanks ,April ,2008
—Optical property , size distribution and trajectory—

林 政彦¹⁾、林 佳輝¹⁾、丸山 智生¹⁾、尾塚 馨一¹⁾、白石 浩一¹⁾、Kenn Sassen²⁾、G.E.Shaw²⁾
M. Hayashi¹⁾、Y. Hayashi¹⁾、T.Maruyama¹⁾、K.Ozuka¹⁾、K.Shiraishi¹⁾、K.Sassen²⁾、and G.E.Shaw²⁾

1)福岡大学理学部 2)アラスカ大学フェアバンクス校

1) Faculty of Science, Fukuoka University, 2)Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks

Abstract

Aerosol observations by a lidar, with wavelength of 694 nm of Ruby laser, and a balloon borne optical particle counter, with laser diode with wavelength of 780nm, for tropospheric aerosol were simultaneously performed at Fairbanks (64.8°N, 147.8°W) in April, 2008. Balloon borne OPC were launched two times on April 17th and 19th and recovered. Troposphere is divided into some layers based on size distribution obtained by OPC sonde and back scattering property by a lidar. Origins of those layers are classified into Syberia, Pacific Ocean, Japan, and Asian Continent and some characteristic property can be .

1. はじめに

近年、北極域の温暖化と海氷の減少や氷河の後退などのそれに伴うさまざまな変動が顕著になりつつあるといわれている。北極域は周囲を人間活動の活発な経済圏、タイガ森林域、ユーラシア大陸乾燥地域、北極海、太平洋、大西洋などの海洋域に囲まれており、大気物質循環上のさまざまな特異な発生源に囲まれている。大気エアロゾルもこれらの発生源の影響を受けていると考えられており、Arctic Haze、鉱物ダスト、森林火災 smoke などの特徴的なエアロゾル層が見られることが知られている。これらのエアロゾルは地球熱収支に直接的、間接的に関与し、特に、すす粒子の影響が注目されさまざまな大規模キャンペーンが実施されている。一方で、連続的なエアロゾルのモニタリング的な観測の重要性も認識されており、簡便で安価な対流圏エアロゾルの粒径分布観測手法も重要である。

我々は、無人航空機を利用した回収型の観測システムの構築を進めており、その試験観測として北極圏の入り口にあたるフェアバンクス上空に輸送されるエアロゾル性状の空間分布の観測を実施することとした。試験観測にあたり、ライダーとの同時観測を実施しエアロゾルの光学特性と粒径分布、その起源、長距離輸送中の変質の影響を検討することとした。観測は 2008 年4月にアラスカ大学フェアバンクス校地球物理学研究所 (GI/UAF, 64.8° N, 147.8° W)で回収を前提とした気球搭載型光散乱式粒子計数装置 (Optical Particle Counter:OPC) によるエアロゾル粒径分布観測と、GI/UAF のライダーによるフェアバンクス上空のエアロゾルの同時観測という形で行った。

2. 観測

観測に使用した OPC は光源波長が 780nm の半導体レーザーを使用した光軸交角 60 度、集光全角 88 度の側方散乱型の OPC である。敷居粒径は屈折率 1.40-0i の球形粒子に対して 8 チャンネル(直径>0.3、0.5、0.8、1.2、2.0、3.4、5.0、7.0 μm)で分級し粒子数濃度を計測した。ペイロードを回収するために、気圧が約 300hpa に到達した時に OPC とゴム気球をカッターで自動的に切り離し、パラシュートで降下させ、後着地地点を GPS で確認して回収を行った。GI/UAF の屋上のライダーは、ルビーレーザーの基本波 (694nm) により後方散乱係数と偏光解消度のパラメータを得るものである。OPC の放球の前後数時間の観測を行った。

OPC 放球時刻は 2008 年 4 月 17 日 14:10、2008 年 4 月 19 日 13:59 (アラスカ時間) である。また、放球時間の海拔高度 1 km 毎に、HYSPRIT (NOAA)の鉛直流解析による 7 日間の後方流跡線解析を行った。

3. 観測結果、および、まとめ

OPC による観測から得られたエアロゾル数濃度、温度、相対湿度の鉛直分布を Fig. 1 に示す。4/17 は、高度 8km でカッターが動作せず、22km まで上昇し、バルーンバーストにより降下を開始した。4/17 の観測では 3.5km から 5km までデータが欠損しているため、下降中のデータを用い補完した。OPC から各高度のエアロゾルの特長によりいくつかの層に分割し、それらの層の光学的特性 (ライダー)、起源と経路 (流跡線解析) を評価した。(Table1, 2)

今回観測したアラスカ上空のエアロゾル層の起源・経路は次に示すように、大まかに 3 つに分類され、それぞれの経路ごとに粒径分布や光学特性には、ある程度の似通った特徴が見られた。

① シベリア上空から到達する経路を辿ったエアロゾル層

4/17の地上から6.2km、4/19の地上から2.2kmまでと低高度に観測された。それらの層は4/17のベーリング海上でループを描いた層(5~6.2km)を除いて相対湿度は比較的低く、後方散乱係数、large mode濃度が高かった。偏光解消度は高度2km以下で比較的小さく、2km以上では、中程度の値をとっていた。

② 太平洋上空からアラスカに到達するエアロゾル層

4/17の6.2~8km、4/19の2.2km以上の高度でみられた。いくつかは雲層(4/17 7km付近、4/19 4.2km以上)がみられたが、相対湿度が比較的高く、また偏光解消度も高いという特徴があった。large modeはいずれも低濃度であり、雲以外のgiant modeは低濃度/17であった。

③ 中国から日本上空もしくは日本近海を通過するエアロゾル層

17日の高度8~10kmの層でみられた。この層の特徴は相対湿度が低く、large modeは低濃度、giant modeが高濃度であるという特徴があった。

今後、経路データ日本付近のエアロゾル観測結果などとも比較検討し、これらのエアロゾルの起源や輸送途上の変質と光学特性の変化などについて検討を進める予定である。

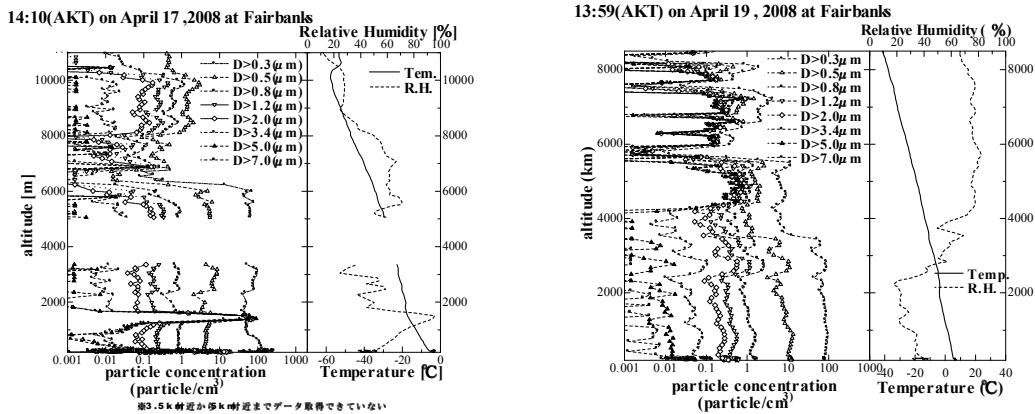


Figure 1 Vertical profiles of particle concentration, temperature, and humidity over Fairbanks observed by OPC sonde on April 17th (left) and 19th (right), 2008.

Table 1. The characteristics of each aerosol layers observed on April 17, 2008

Altitude (km)	R.H. (%)	Temperature (°C)	Size distribution		Backscatter- ing coefficient	Depolari- zation (%)	Trajectory	
			Large	Giant			From	Through
Ground ~1	10~80	-3.3~-13.3	High	Low	Middle	0~5	Siberia (or local)	
2~5	10~40	-18.2~-29.6	High	Low	Low	5~15	Siberia	
5~6.2	50	-29.6~-35.5	High	High	High	15~45	Siberia	Loop bearing sea
6.2~8	60	-35.5~-47.3	Low	High	High	35~45	Pacific Ocean	Bearing sea
8.0~10	40~20	-47.3~-57.6	Low	High			(8,9km) Over Near Japan (10km) Over china	(8,9km) bearing sea (10km) Over japan and pacific ocean

Table 2. The characteristics of each aerosol layer observed on April 19, 2008

Altitude (km)	R.H. (%)	Temperature (°C)	Size distribution		Backscatter- ing coefficient	Depolari- zation (%)	Trajectory	
			Large	Giant			From	Through
Ground~2.2	40~20	6~-4	high	High	Middle	5~10 (~1km) 0~5	Siberia	
2.2~3.8	20~70	-4~-12	High	High	Low	10~15	Siberia	Loop Pacific ocean
3.8~4.2	50~80	-12~-15	Low	Low	Middle~high	15~25	Pacific ocean	
4.2~8	80	-15~-38	Low	Cloud	High	15~45	Pacific ocean	Loop Pacific ocean