

通信総研における ピナツボ火山成層圏雲の観測

OBSERVATIONS OF PINATUBO VOLCANIC CLOUD BY CRL LIDARS

水谷耕平¹、板部敏和¹、柴田隆²、浅井和弘³、石井昌鉉⁴

K. Mizutani¹, T. Itabe¹, T. Shibata², K. Asai³, S. Ishii⁴

¹通信総合研究所、²名古屋大学、³東北工大、⁴電気通信大学

¹Communications Research Laboratory, ²Nagoya University, ³Tohoku
Institute of Technology, ⁴The University of Electrocommunication.

Abstract The mid-June 1991 eruption of Mt. Pinatubo on Luzon Island ejected enormous amounts of volcanic matter into the stratosphere. CRL started Lidar observations of the volcanic cloud at Wakkanaï and Koganei. The Lidar system at Wakkanaï is operated at Nd:YAG fundamental and 2nd harmonic wavelengths. Two polarization components of Nd:YAG 2nd harmonic is observed at Koganei. The results in these two years will be shown.

1. はじめに

1991年6月にフィリピン、ルソン島にあるピナツボ火山が今世紀最大級の大噴火を起こした。噴火により大量の火山物質（火山灰、火山性ガス）が成層圏に注入され気候や大気環境に甚大な影響を与えることが予想されている。通信総合研究所では、ピナツボ火山雲の輸送と地球的規模でのエアロゾル総量の観測に寄与するためライダー観測を稚内と小金井において開始した。

2. 観測装置

観測に用いているライダーシステムの諸元をTable. 1, 2 に示す。稚内のライダーシステムは当初エアロゾルによる散乱により敏感なNd:YAGレーザーの基本波である $1.064\mu\text{m}$ だけを観測するようになっていたが、1992年8月からは第二高調波である $0.532\mu\text{m}$ も観測できるようにした。これによりエアロゾルの高度分布だけでなく粒径分布の情報も得られるようになった。小金井ではNd:YAGレーザーの第2高調波である $0.532\mu\text{m}$ で送信レーザー光の偏光に対して平行、垂直な2方向の散乱エコーを同時に受信できるシステムを使っている。均一な球形粒子では偏光解消度は零であるが非球形粒子では偏光解消度が大きな値を取ることから、火山雲が固体の火山灰からなる場合は偏光解消度が大きくなり、硫酸液滴エアロゾルからなる場合は偏光解消度はほぼ零になる。このことを使って、偏光解消度を測ることにより火山雲中の火山灰と硫酸エアロゾルの区別ができる。

3. 観測結果

3.1 稚内での観測

稚内での観測に先だって、装置の組み上げ後1991年8月15日に小金井で試験観測を行った時には、ピナツボ起源と考えられる濃厚な散乱層が高度23km付近に存在していた。さらに、23km付近ほど顕著ではないが18km付近にも少し幅広のピークが見られた。ライダーシステムの動作確認と火山雲の小金井での増加を確認して装置は稚内に搬入された。稚内での観測は小金井から担当者が出向いて断続的に行っている。観測は8月28日が最初で、この時は18km付近に小さなピークは見られたが小金井で高度23kmに見られたような顕著なピークは観測されなかった(Fig. 1)。10月にはいってからは20kmより高い成分も観測されるようになり強度は増減を繰り返しながらも強くなって11月22日に最大の後方散乱比(R)を観測した(Fig. 2)。この間

Table.1 Lidar system at Wakkanai

Transmitter	
Nd:YAG Laser	Fundamental(1.064um)
	600mJ/pulse 10Hz
Nd:YAG Laser	SHG(0.532um)
	200mJ/pulse 10Hz
Beam divergence 0.1mrad	
Receiver	
Telescope	φ 35cm
Height resolution	96m(640nsec)
Non-simultaneous detection of 2 w.l.	

Table.2 Lidar system at Koganei

Transmitter	
Nd:YAG Laser	SHG(0.532um)
	400mJ/pulse 20Hz
Beam divergence 0.1mrad	
Receiver	
Telescope	φ 35cm
Height resolution	150m (1usec)
Simultaneous detection of 2 pol. components	

の変化は激しく例えば10月9日から10月11日にかけてRの値は約10倍増加した。また、1晩のうちでもRの分布、強度とも大きな変化を示した。この様な火山雲濃度の変化は火山雲の水平方向の不均一性に由来し、輸送の効果による。1992年にはいってからは分布は比較的落ち着いてきている。4月頃にはピーク値は低くなっているが分布が幅広くなり、5月以降は25kmより高いところにある成分は目だたなくなってきた。また、分布の中心が徐々に低高度になる傾向があり、火山雲が徐々に沈降してきているのかも知れない。

1. 064μmに加えて0.532μmでの観測は1992年8月に開始した。Fig.3に1992年10月26日の観測結果を示す。2つの波長でのRの分布は非常によく似ており、噴火から1年以上経過した時点での火山雲の粒径分布は高度によってあまり変わらないようである。Rの2波長での比の絶対値に関してはまだ若干解析方法に起因する不定性がある。解析方法を改良することにより火山雲の粒径の絶対値を決めることができるようにするつもりである。

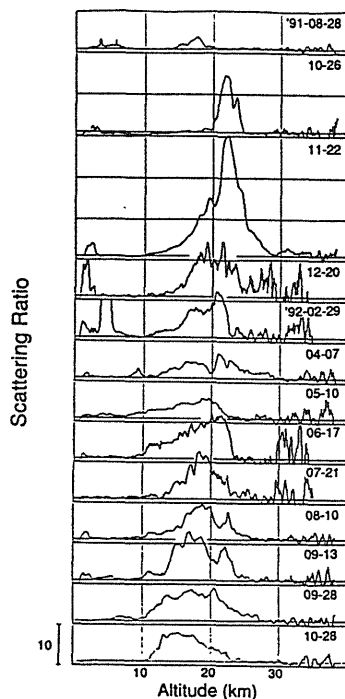
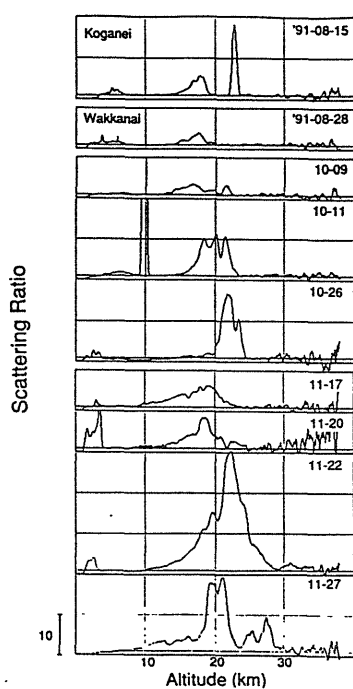


Fig.1 Height profiles of scattering ratio Fig.2 Height profiles of scattering ratio

3. 2 小金井での観測

小金井での観測は1991年12月に開始した。Fig. 4, 5 に12月中旬と1992年1月下旬の後方散乱比Rと偏光解消度の高度分布を示す。偏光解消度の極大はRのピークより6~8 km下方にあり、そこでの値~10%はRのピーク付近での値より約1桁大きい。この結果は、高度10~20 kmでは固体の火山灰が混在しているが、Rがピークになる高度20 kmより高い高度では球形の硫酸液滴エアロゾルが卓越していることを示している。さらに、1月22日の観測では偏光解消度の極大は12月12日に比べてより下方に移動している。1992年7月8日の観測では15 km-30 kmの範囲には偏光解消度の明瞭な極大は無かったが、9月9日の観測ではRが2ピークになりその下方側の高度18 km付近のピークで偏光解消度が極大になった(Fig. 6)。この傾向は9月中は続き10月後半には見えなくなった。この間、8月にピナツボ火山が再噴火を起こしたりアラスカの火山が噴火したりしている。この18 km付近のピークはもともと1991年6月のピナツボ火山爆発に起因する成分に新たに注入された火山灰を含む成分が重なって観測されたものであろう。この様な偏光解消度の高度分布で観測される火山灰と硫酸液滴の分離は、火山灰(大粒径、落下速度大)と硫酸液滴(小粒径、落下速度小)の落下速度の差によって生じているものと考えられる。

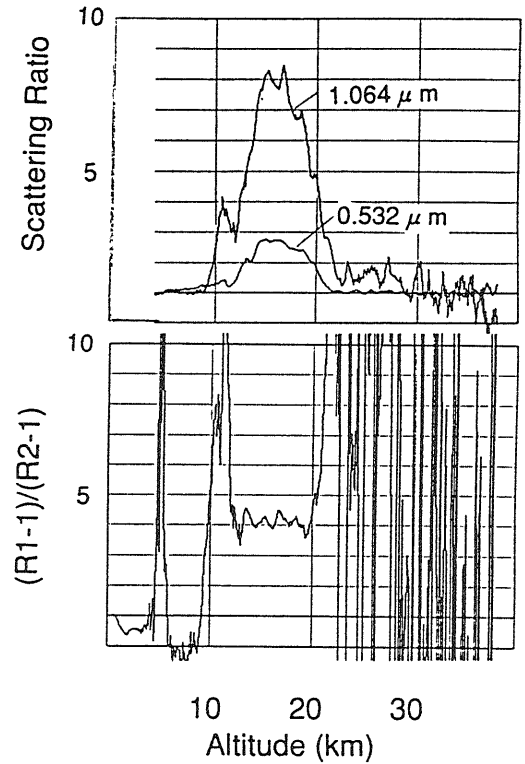


Fig. 3 Height profiles of scattering ratio (R) and $(R1-1)/(R2-1)$

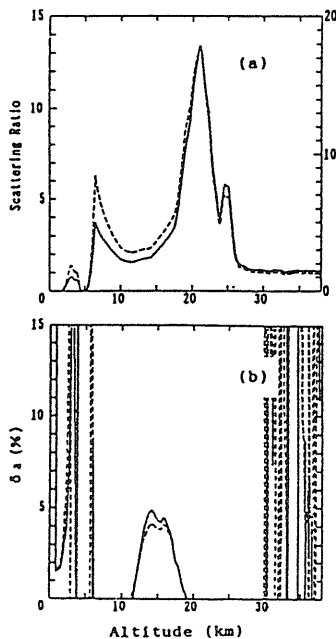


Fig. 4 Dec. 12, 1991 at Koganei
(a) Scattering ratio (b) Depolarization ratio

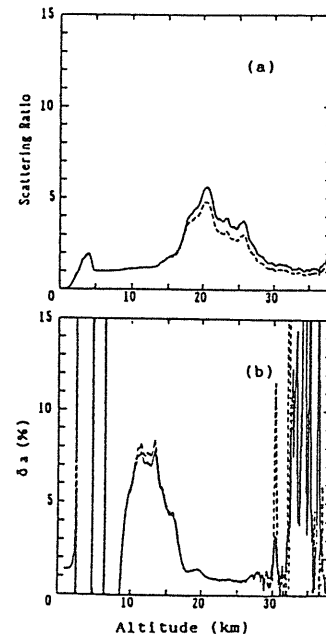


Fig. 5 Jan. 22, 1992 at Koganei
(a) Scattering ratio (b) Depolarization ratio

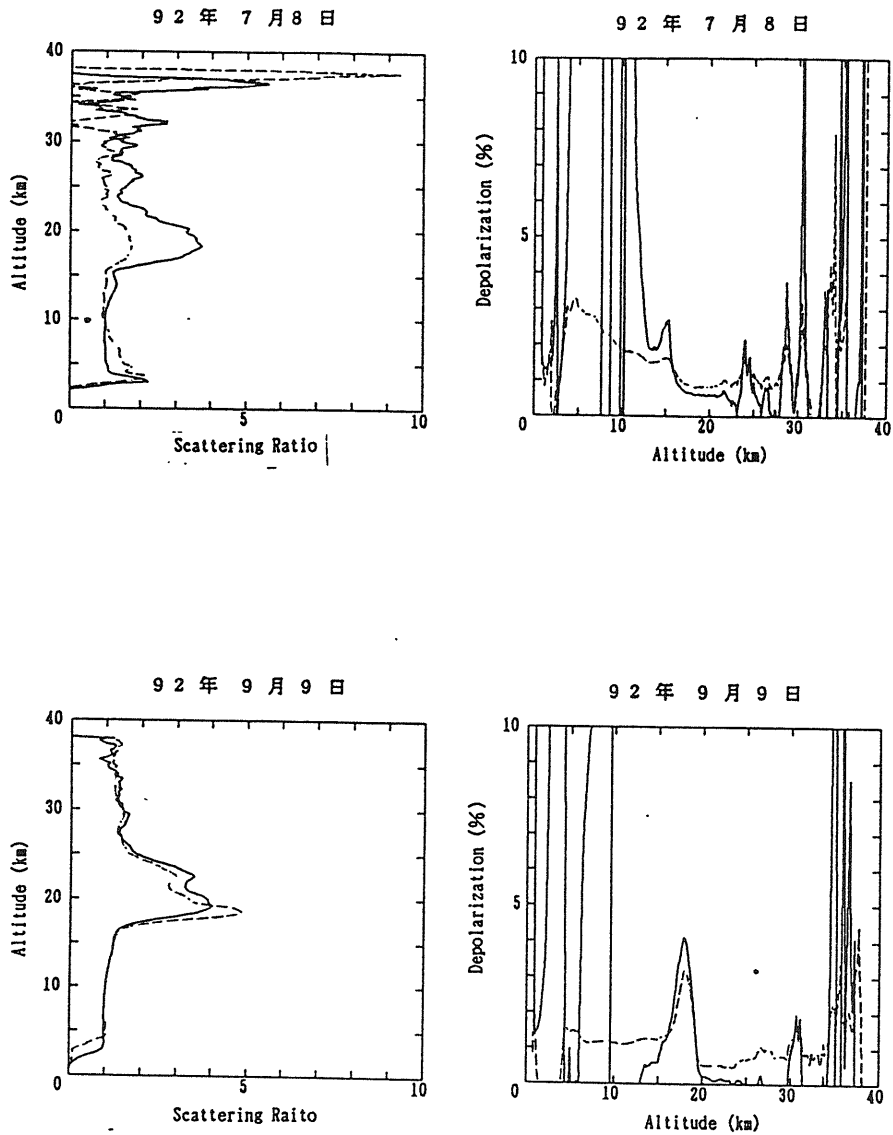


Fig.6 Scattering ratio and depolarization ratio on Jul.8, 1992 and Sep.9, 1992

4. まとめ

以上述べてきたように、通信総合研究所では稚内、小金井の2カ所で観測を継続している。今後は得られるデータの解析法を改良し我々のデータの有効利用につとめるとともに、日本全国に張り巡らされたライダー観測網のデータ、大気大循環数値モデル等と比較しつつ、火山雲の輸送、火山雲粒子の消長、気候やオゾンに対する影響を考察していく予定である。