

レーザー・レーダによる巻雲の観測
Laser Radar Observation of Cirrus Cloud

今須良一^{*}、岩坂泰信^{**}

(Ryoichi Imasu^{*}, Yasunobu Iwasaka^{**})

* 通産省工業技術院・公害資源研究所、** 名古屋大学空電研究所

(* National Research Institute for Pollution and Resources)

(**Research Institute of Atmospheric, Nagoya University)

SYNOPSIS: We have continued the observations of cirrus cloud for about 2 years, and here present some results about vertical backscattering coefficient profiles, estimation of liquid water content in cirrus cloud by use of microwave radiometer, depolarization ratio from cirrus uncinus cloud, and some optical properties for the clouds with 22° and 46° Halo phenomenon.

1. はじめに

1987.4.~1989.3. の2年間に行ったレーザー・レーダによる巻雲の観測結果の中から、後方散乱係数、マイクロ波放射計による雲水量の評価、かぎ状巻雲の偏光解消度、ハローを伴う雲の光学的な厚さ、偏光解消度などについて発表する。

2. 後方散乱係数

図1は、1987.4.~1988.3. の期間に観測された巻雲の後方散乱係数の鉛直プロファイルである。下層に厚い雲がないなど、いくつかのフィルターがかかっているが、各高度での後方散乱係数の上限の存在を示唆しているとも考えられる。大気中に含むことのできる水蒸気量と対応しているものと思われる。

3. マイクロ波放射計との同時観測

名古屋大学理学部の河 研究室の協力により、ミリ波望遠鏡を用いて 110GHz のマイクロ波で雲水量の見積りを行った。図2には輝度温度の時間変化とレーザー・レーダの後方散乱強度の時間高度断面図を示す。高度 7km 付近の層の偏光解消度は 10~20%程度である。後方散乱強度の増加と対応する輝度温度の上昇について、雲粒が氷だけから成るとすると雲水量は数百(mg/cm²)と大きな値となるが、過冷却水滴とすると数(mg/cm²)程度となる。雲中に過冷却水滴の層が存在していたと考える方が自然なようである。

4. かぎ状巻雲の偏光解消度

かぎ状巻雲の後方散乱強度と偏光解消度の時間高度断面

図(100秒間)をそれぞれ図3のa, bに示す。後方散乱強度の高い落下している部分の偏光解消度が相対的に低くなっている。また、雲層の上部では値が高い。粒子が落下する過程で振り分けが行われているか、あるいは、落下しながら成長していることなどが考えられる。この部分でのミリ波レーダ($\lambda=0.86\text{cm}$)のエコーはほとんどない。大きな氷粒子は存在していないようである。図4には後方散乱強度と偏光解消度の関係を示す。

5. ハローを伴う巻雲の観測

図5には、視半径22°(○)、46°(●)のハローを伴う雲の雲頂高度と積算後方散乱係数の関係を示す。いずれの場合にも10⁻²(strad⁻¹)付近の値であり、肉眼でハローの認められやすい光学的な厚さと対応していることが考えられる。図6a, bには、それぞれ22°と46°のハローを伴う雲の偏光解消度のプロファイルを、気温の関数として示した。22°ハローについては20%~40%の値を示す場合が多いのに対し、46°ハローについては70%以上の値をとることが多く、また、そのばらつきも大きい。Fraser(1979)の計算によると、22°、46°のハローはそれぞれPlate, Columnの水粒子によって効率よく現れるとされている。また、Sassen(1974, 1977)によると実験室における測定で、Columnによって100%近い偏光解消度の値が、パルス的に現れることも示されている。観測された46°のハローを伴う雲中においてColumnが卓越していたと考えることができるかもしれない。

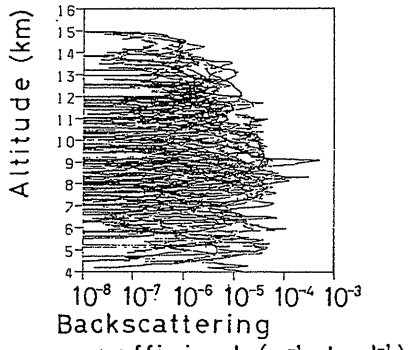


Fig. 1. Vertical backscattering coefficient profiles from April 1987 to March 1988. One profile is obtained by averaging over a 20 sec.

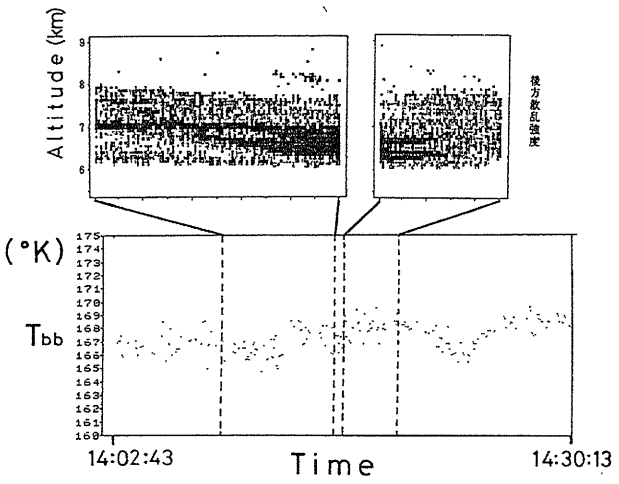


Fig. 2. Equivalent brightness temperature at frequency 110 GHz (lower) and Time-height distribution of range-corrected lidar return intensity (upper) from cirrus cloud on 4 November 1988.

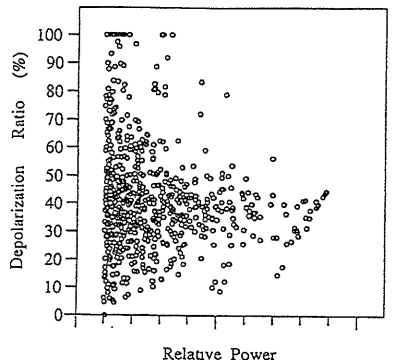


Fig. 4. Depolarization ratio as a function of lidar return intensity for the cloud shown in Fig. 3.

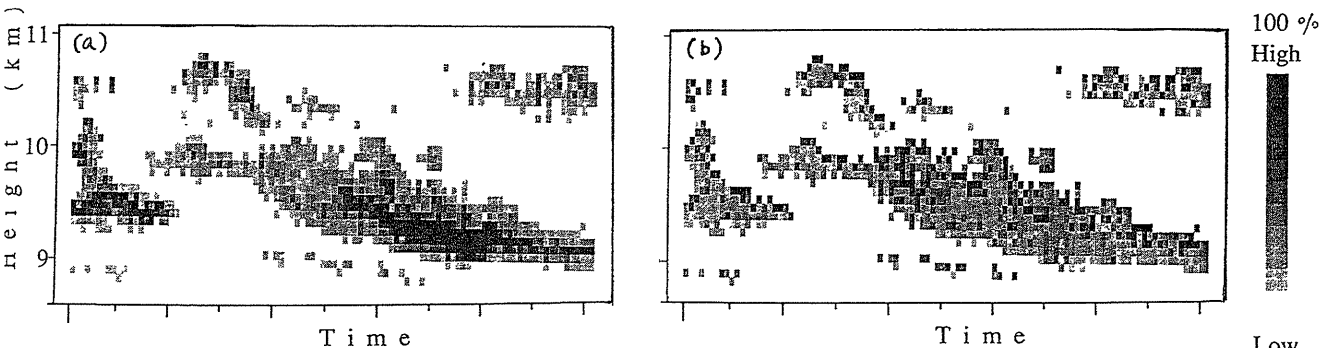


Fig. 3. Time-height distribution of (a) range-corrected backscatter intensity and (b) depolarization ratio from cirrus uncinus on 15 November 1988.

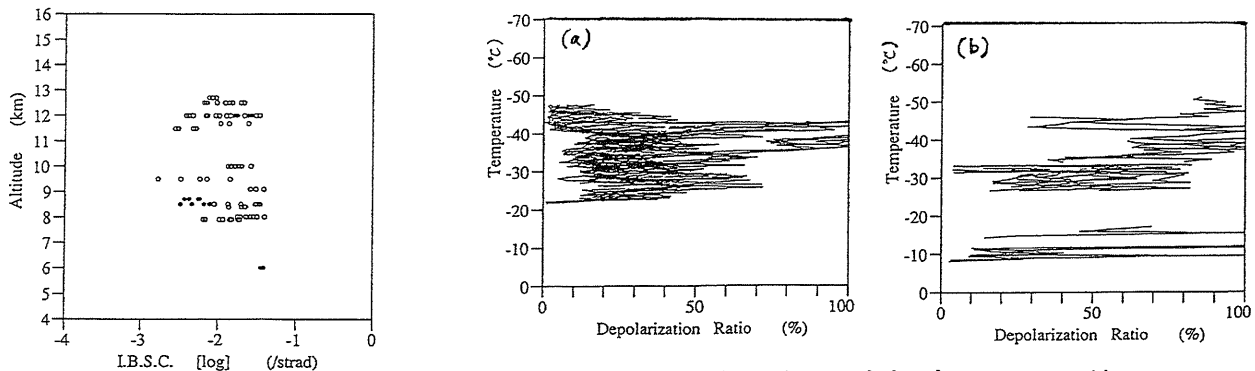


Fig. 5. Integrated backscattering coefficient plotted against cloud top height for the clouds with 22° (○) and 46° (●) Halo phenomenon.

Fig. 6. Dependence of depolarization ratio on temperature for the clouds with (a) 22° and (b) 46° Halo phenomenon.