

# B 5

## 圏界面付近に見られるエアロゾル — Cirrusの変動 —

Aerosol particles near the tropopause  
—Variations in cirrus cloud structure—

今須良一\* 岩坂泰信\*

(Ryouichi Imasu\*, Yasunobu Iwasaka\*)

\* 名古屋大学水圏科学研究所

(\* Water Research Institute, Nagoya University)

SYNOPSIS: The laser radar measurements revealed some characteristics of the vertical structure of cirrus cloud, relation between temperature and these, and their seasonal variation of cirrus cloud. The stratified cirrus clouds were frequently observed at two different altitudes simultaneously. One is just below the tropopause and the other is further below about 3 km. This feature was more striking in springtime. Sometimes cirrus clouds appeared in the temperature range  $< -70^{\circ}\text{C}$  in springtime, whereas they appeared only in the range  $> -50^{\circ}\text{C}$  in winter. The parameter, Scattering Parameter: S (extinction/backscattering coefficient), Depolarization Ratio: D are discussed relating to the phase, orientation of crystal, number density, and so on of the cloud particles.

### 1. はじめに

Cirrus は、出現高度が高く、かつ、射出率が低いことに加え、空間的に非常に広い領域を覆うことから、その放射場を与える影響の点で注目されている。そのため、光学的特性の測定や粒子のサンプリングなどが、Platt ら、多くの研究者によって為されてきた。しかし、Cirrus の生成機構や、出現特性の季節的な違いなどに関する研究はあまり多くはない。特に、厚さの薄い層状性のもについては、どのような条件のもとで発生するのも含め、良く分かっていない。これらの点を明らかにする目的で、本研究では、レーザ・レーダを用いた観測を行ってきた。後方散乱係数の測定に加え、雲粒の相や粒子径に係る量として、偏光解消度: D と散乱パラメータ: S (消散係数/後方散乱係数)の2つパラメータの測定も試みた。今回は特に、鉛直構造、気象要素との対応、さらに、それらの季節による違いに注目して解析した結果について発表する。

### 2. 散乱パラメータの測定

レーザ・レーダによるエアロゾル層の散乱パラメータの測定にはスラントパス法が有効であるが、この場合エアロゾル層の水平方向の一様性を仮定することが必要であり、時間的、空間的変化の激しい雲に適用することはできない。本研究では、雲の上下のエアロゾル層の時間変化は、雲の濃度の時間変化に比べ、十分小さいと仮定し、この2つのエアロゾル層を境界条件として S についてレーザ・レーダ方程式を解いた。その概念図を図1に示す。T1, T2 は雲の混合比が異なって観測された時刻を現わす。高度  $Z_a$ ,  $Z_b$  における後方散乱係数が時刻 T1, T2 において、それぞれ等しくなるように S をもとめるわけである。光学的に薄い雲にも適用できるようにするために、大気による減衰を分離して考慮した Fernald (1984) の解法に沿い、S についての式を求めると

$$S_1 = \frac{-1}{2(\beta_1(Z_b) + \beta_2(Z_b))} \left[ \frac{X(Z_b) - X(Z_b) \rho}{X(Z_a) - X(Z_a) \rho} \right] \left[ \int_{Z_b}^{Z_a} \left[ \frac{X(Z) - X(Z) \rho}{X(Z_a) - X(Z_a) \rho} \right] T(Z) dZ \right]^{-1}, \quad T(Z) = \text{EXP} \left[ 2(S_1 - S_2) \int_{Z_b}^Z \beta_2(Z') dZ' \right]$$

$$X(Z) = P(Z) \times Z^2$$

$S_1$ : 雲の散乱パラメータ     $S_2$ : 大気分子の散乱パラメータ     $\rho$ : T1     $\rho$  なし: T2  
 $P(Z)$ : 受信光強度     $\beta$ : 後方散乱係数

となる。しかし、ここで、 $T(z)$  の中にも  $S_1$  が含まれるので、 $EXP(X)$  の項を展開し、 $S_1$  について解いた。

### 3. 観測結果

ここで用いたデータは、1986年4月、1987年4月～1987年6月、12月、1988年1月に名古屋において観測されたものである。これらの全期間のデータについて、圏界面高度と、Cirrus の雲頂高度の関係を図 2 に示す。Cirrus の現われる高度として、圏界面の直下と、そのさらに 3~4km 下層が特徴的である。この 2 つのレベルには、図 3 に示すように、同時に雲が出現することが多く、特に 4 月ごろの移動性低気圧の近づく 1~2 日前の時期に現われることが多い。また、圏界面と上層の雲の高度が 12 km 程度以上の場合がこの傾向が強くなっている。これらの点から、二層構造のしやすい大気の状態があるのではないかと考えられる。

また、図 4 は、1987年の春季(a)と、1987年から1988年にかけての冬季(b)について、Cirrus の出現した高度における気温、及び、その時の圏界面高度を、浜松におけるゾンデデータよりプロットしたものである。これらを比較すると、-50°C程度よりも低い温度について違いが顕著である。春季には、-70°C以下になることもあり、このような低温域に現われるのは、やはり低気圧の近づく前が多いようである。また、冬季に高度 10 km 付近に見られる Cirrus について、圏界面との高度差が 5 km 以上ある場合もあり、-50°C前後を境に雲の生成機構に違いがあることも考えられる。また、上空のジェットの流れの強さとも対応関係が見られることから、風による影響も検討していきたい。今後、D、S の違いと共に、ミリ波帯の放射計による雲水量の評価も加え、これらの特徴について、詳細を明らかにしていく考えである。

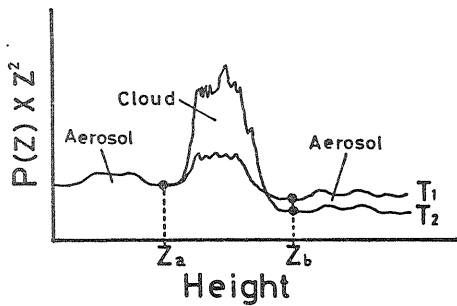


Fig 1

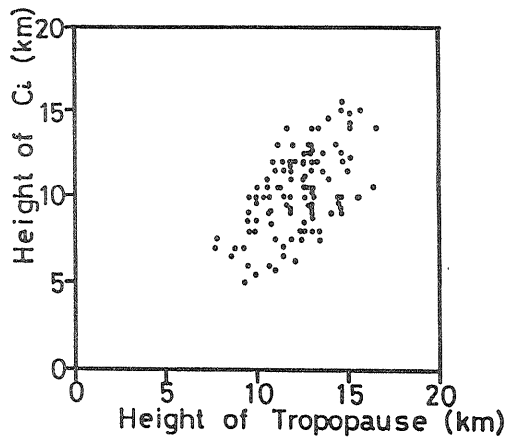


Fig 2

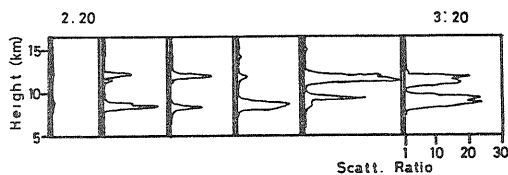


Fig 3

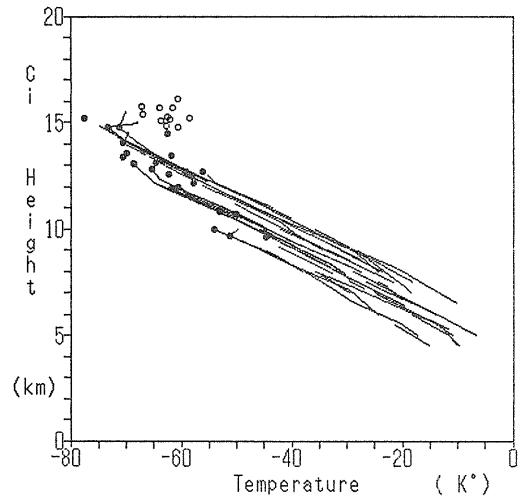


Fig 4 (a)

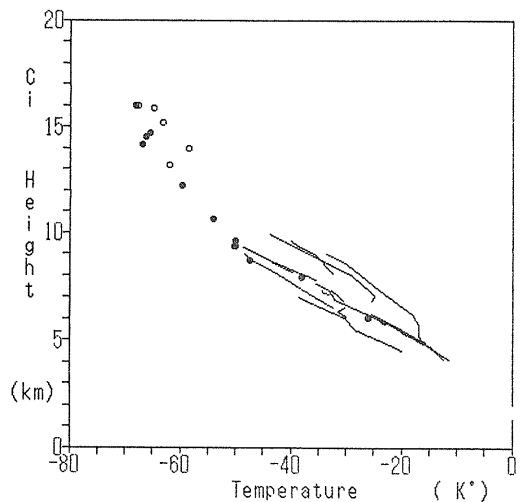


Fig 4 (b)