

内野 修、田端 功、甲斐憲次

(Osamu Uchino, Isao Tabata, Kenji Kai)

気象研究所

(Meteorological Research Institute)

Synopsis: Observations of the fine structure of clouds have been made with a ruby lidar at Meteorological Research Institute. Case studies of depolarization ratios of middle- and high-level clouds are presented. Observational results of simultaneous measurements of the lidar and a hydrometeor video sonde are also shown.

1. はじめに これまでの理論的研究や室内実験で、球形粒子からの後方散乱光では、入射したレーザー光（直線偏光）の偏光方向に垂直な成分は出てこないが、氷晶雲などの非球形粒子からの後方散乱光では、垂直成分が出てくることがわかっている (Liou and Lahore, 1974 ; Sassen 1974)。また、ライダーを用いた野外実験でも氷を含む雲では大きな値の垂直成分の散乱光が観測されている (Schotland et al., 1971)。ここでは気象研究所に設置されている大型ルビーライダーを用いて、雲からの後方散乱の偏光観測結果について述べる。また、雲粒子ゾンデとの同時観測の結果についても報告する。

2. 雲の偏光解消度の観測 Fig.1は1984年10月16日午前10時頃の筑波上空の中層雲の観測例である。雲底高度は約5.5kmである。S成分 (Fig.1では2倍に拡大して描いてある) は、雲底付近の5565mと5685mで2つのピークを示している。P成分が最も強くなる高さ6.5km付近ではS成分はむしろ小さくなっている。

Fig.2に9時と21時の筑波の高層気象台のレーウインゾンデによる気温と湿度の鉛直分布を示す。この図の湿度曲線から9時頃の雲底は6.7km付近で、ライダー観測で得た値より高い所にあるが、21時のレーウインゾンデの記録では、雲底は5kmになっているので、この日の雲底は時間とともに低くなってきていることがわかる。ライダーで観測された雲の中の気温は、 -15°C ~ -22°C 付近で、上の方ほど低温になっている。湿度は60~80%で雲の中ではそれほど変化していない。

Fig.3(a),(b)に1987年6月11日の上層雲 (C₁) の観測例を示す。この例では Fig.1の中層雲の偏光解消度Dの観測とは異なり、(a)の場合雲底付近より少し高い所でDが2%、(b)の場合逆に雲頂付近でDは約2%と、Dの小さい領域が(a)、(b)で逆になっていることがわかる。さらにこの日の観測を時間を追って並べたものがFig.4に示してある。Dが2~3%と小さい所とDが15~30%の大きい値を示す領域の境目として、一応ここでは10%をとることにする。Dが10%以上の領域は斜線を施している。波形信号はP成分のものである。19時35分から20時50分間の観測結果ではDの鉛直分布を見るとかなり複雑な振舞いである。高度8.45km付近の風向きは265度で、風速は20.7m/sであったことから、ほぼ東の方に雲は流れていたことになる。図に示した全観測時間は74分51秒であることから、水平距離にして約93km間の雲が8.5kmの上空を東に進んでいったものをライダーでとらえたことになる。19時42分から20時38分の間はDは10%以上を示す領域が多い雲であったが、それより前はD \geq 10%の領域は雲底付近にみられ、その後では雲頂付近に少しみられるだけである。

3. 雲粒子ゾンデとの同時観測 1987年12月11日、気象研究所構内において、雲粒子ゾンデとライダーの同時観測をおこなった。観測した雲は高層雲で、雲粒子ゾンデの距離分解能は250m、観測所要時間は約5分、雲粒子は0.1mmごとのサイズに分類して示した。この粒子の形状は、雲粒子ゾンデに搭載されているビデオカメラによれば、柱状あるいは砲弾状で、

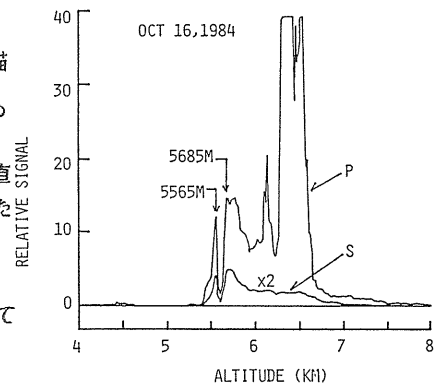


Fig.1 Relative backscatter signals of P and S component from the middle-level cloud.

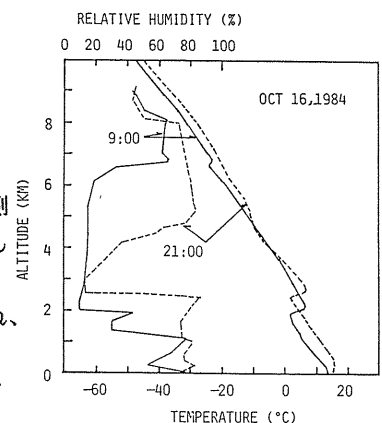


Fig.2 Vertical profiles of temperature and humidity measured by routine rawin-sondes at Aerological Observatory.

水滴は皆無である。図5によれば0.1-0.2mmの雲粒子は全体に分布し、中心付近に一番大きい0.4-0.5mmの粒子が存在している。また、雲粒子ソングに捕捉されなかった非常に薄い層も数カ所ある。Fig.6(a),(b)にライダーの観測結果を示す。(a),(b)の時間間隔は6分、太線はP成分、細線はS成分を示す。Fig.6(a)によれば高度1kmにおける偏光解消度Dは約5%であるが高度5km,6kmの雲の中のDはいずれも25%と雲の中ではDの値が大きくなっている。(b)においても高度1kmでDは6%、5km,6kmではいずれも33%を示し、雲粒子ソング観測の結果とよく対応している。

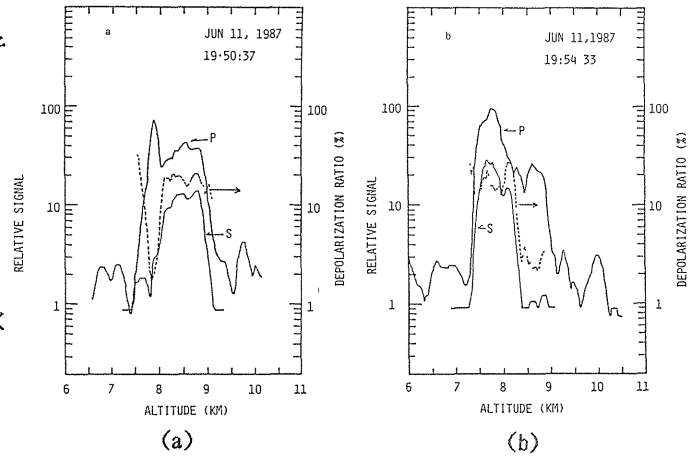


Fig.3 Vertical profiles of the relative backscatter signals of P and S component and depolarization ratio of the high-level cloud.

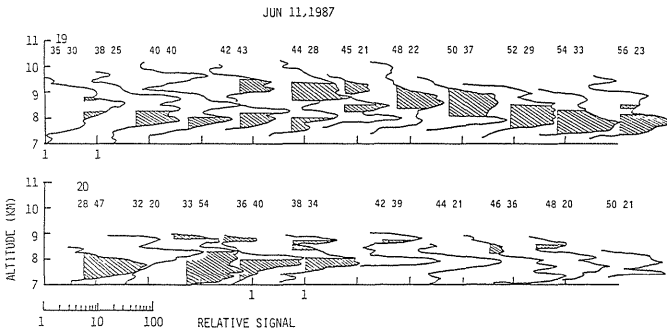


Fig.4 Time variation of vertical profiles of P component. The hatched area shows the region with depolarization ratio above 10 percent.

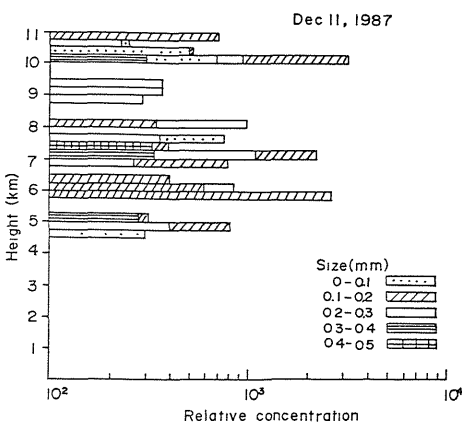


Fig.5 Vertical profile of cloud particles observed by hydrometeor video sonde (Murakami et al., 1988).

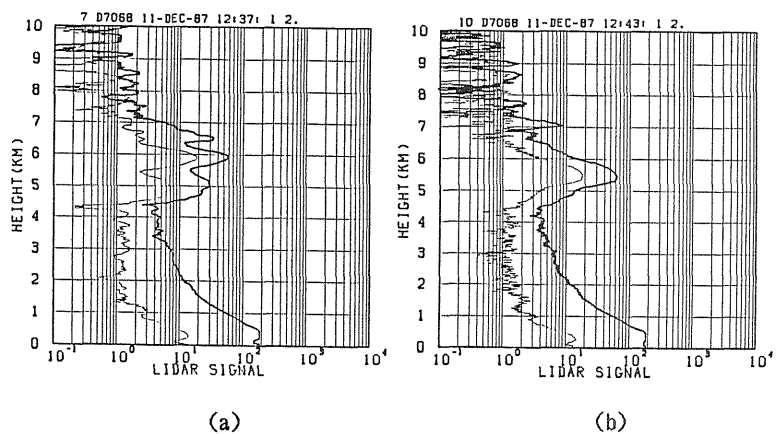


Fig.6 Vertical profiles of the relative backscatter signals of P (thick line) and S (thin line) component.