

Snow Cloud Observation by Laser Rader  
with Depolarization Measurement

丹野直弘<sup>\*</sup>、斎藤典夫<sup>\*</sup>、横戸健一<sup>\*</sup>、清水 浩<sup>\*\*</sup>、杉本伸夫<sup>\*\*</sup>、松井一郎<sup>\*\*</sup>、笹野奏弘<sup>\*\*</sup>  
N.Tanno, N.Saito, K.Yokoto, H.Simizu, N.Sugimoto, I.Matsui, Y.Sasano

<sup>\*</sup> 山形大学 工学部、 <sup>\*\*</sup> 国立公害研究所、大気物理  
Faculty of Engineering, Yamagata Univ., The National Institute of  
Environmental Studies.

1. はじめに

レーザーレーダーは、レーザー光の強大なパルス出力と優れた指向性とを利用し、局所域の大気状態を遠隔測定するのに有効である。ところで、日本海側は豪雪地帯として知られている。この降雪の際の雲の挙動は、ふつう、気象衛星の観測データから得られる。しかし、その情報は、必ずしも局所的な降雪には有効ではなく、天気予報とは異なり、しばしば大雪に見舞われることになる。本報告では、このような局所的な降雪雲の挙動を研究するために、偏光解消度測定系を組み込んだレーザーレーダーを試作すると共に、予備実験として豪雪地の米沢において、降雪雲の経時変化を測定したので、その結果を報告する。

2. 雲の相の識別法

レーザーレーダーによる測定は、降雪雲の高さ、厚さ、位置、濃度のみならず、ミー散乱の特徴より、偏光解消度の測定結果から雲の相も調べることが可能である。この偏光解消度は、射出レーザー光の直線偏光方向に平行と垂直な後方散乱偏光成分を  $P_{//}$  と  $P_{\perp}$  とすると、

$$\delta = P_{//} / P_{\perp} \quad (1)$$

と定義され、非球形の偏光解消度は大きく、球形粒子のそれは、一般に0である。これは、球形粒子の集合が偏光解消を生じないことによる。この偏光の特徴が、雲の観測の場合の氷晶雲や雪片と霧滴雲とをある程度分類する根拠となる。

3. レーザーレーダーシステム

降雪雲の偏光特性を測定するために、通常のライダーシステムに2偏光成分を同時測定する2チャンネルの検出系を取りつけたシステムの構成を、図1に示す。レーザーは、QスイッチNd:YAGで、波長はより良く大気を透過し、パワーの大きい赤外域の1.06 $\mu$ mを用いた。パルス当たりの出力は0.1J、パルス幅は約10nsである。このレーザー光は、1/2波長板と偏光子により完全な直線偏光にされて、送光のアライメント用プリズムから大気中に発射される。これが、雲により後方散乱され、その散乱光が受光望遠鏡で集光される。その後、レンズ、干渉フィルターを経て、偏光ビームスプリッターにより平行と垂直な偏光成分に分離され、それぞれ同時に光電子増倍管で電気信号に変換される。変換された受光信号はプリアンプで増幅された上、トランジェントレコーダーにより距離分解能15mに相当する最小サンプル時間100nsでA/D変換され、ミニコンピュータ

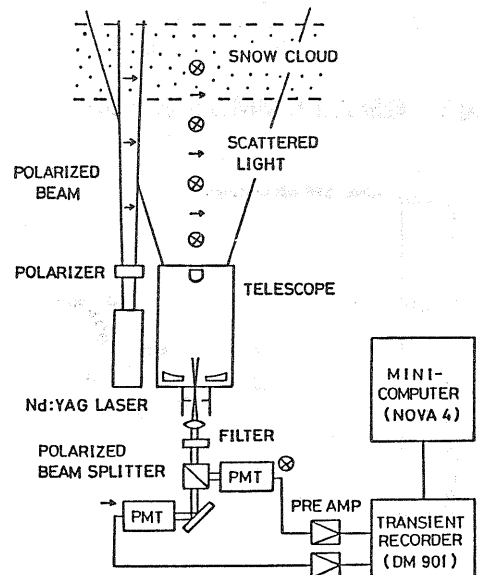


図1 偏向解消度測定用レーザーレーダシステム。

一に送られて、磁気テープに記録される。

#### 4. 降雪雲の観測結果

2章の原理をもとに、前章のシステムを用い鉛直上方の雲を観測した。レーザーの繰り返しは毎秒1パルスとし、データを蓄積した。連続的降雪となった降雪時の雲についての測定結果を図2に示す。この雲の特徴をつかむため、図では降雪前4点(中央の図(a)~(d))の距離補正した信号強度、偏光解消度、信号強度の標準偏差の10分間の平均鉛直断面分布を示す。標準偏差は、この値が大きいほど、雲の移動が大きいことを示す。図2から、(a)9:30の雲は薄くて、一層であった。(b)10:30になると、雲は二層に分かれ、各層の偏光解消度ははっきり異なる。(c)11:10では、雲は再び一層になり、雲底高度はしだいに低くなった。(d)12:30には、雲底高度が地面に届き、雪が降り始めた。また、信号の標準偏差は観測の間中小さかった。高度500mでの風速は、10:30まで西の風が強くなり、その後、小さくなった。この連続的降雪の雲の特徴をより定量的に把握するために、図3に、いくつかの値を時間の関数としてプロットした。偏光解消度は、ピークがふたつのときは、各値をプロットした。図3を見ると、まず、雲底高度は、始め一定で、その後しだいに低くなった。また、偏光解消度は、高い方の雲の値が11時まで、低い方の雲のそれよりずっと小さく、その後、しだいに大きくなった。さらに、雲底から雲頂まで信号を積分した強度は、降雪の少し前まで徐々に増加した。降雪の後、強度が減少したのは、信号が、受光望遠鏡の前のガラス板に積もった雪により隠されたためである。最後に、信号の標準偏差は、この間中、0.3より小さかった。これらの観測結果から、連続的降雪の雲の最も重要な挙動は、雲底高度が徐々に下降することである。この雲底高度に関しては他の観測結果もある。

#### 5. むすび

本文では、米沢において、局所的な降雪雲の観測を行ない、連続と断続的降雪の雲についてその挙動を述べた。また、測定された各値は、降雪の前、かなり組織的に変化することがわかった。今後さらに多くのデータを蓄積し、詳細な解析を行ない、局所的な降雪雲の推移を調べるつもりである。

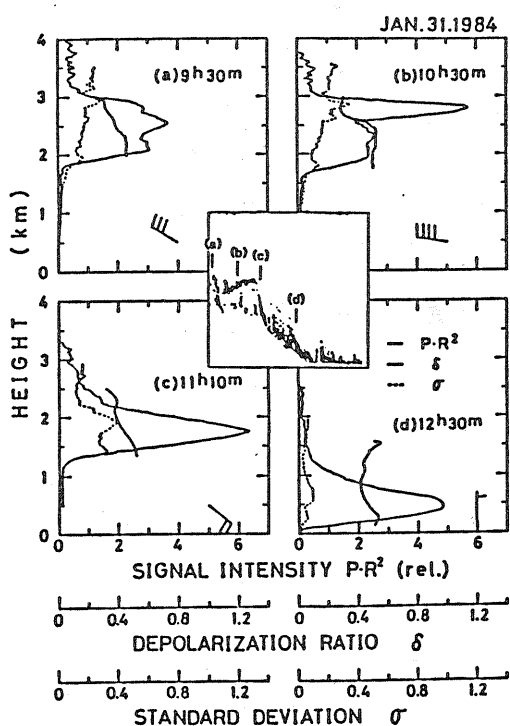


図2 連続的降雪時の雲の沿直断面分布。

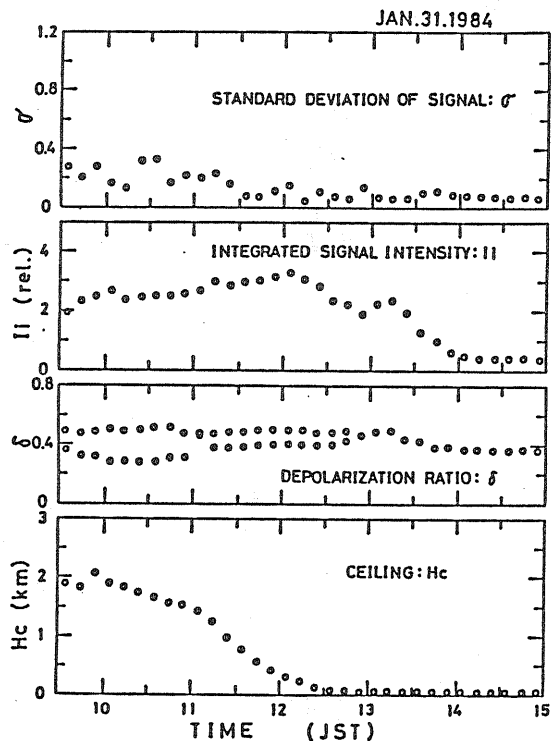


図3 連続的降雪時の雲の経時変化。