

ライダーによるスバルバル上空での極成層圏雲の観測 ～PSCsの温度履歴との関係について

Lidar observation of Polar stratospheric clouds over Svalbard

～The relation of the temperature history to PSCs

白石浩一¹、藤原玄夫¹、柴田隆²、林政彦¹、岩坂泰信²

Kouichi Shiraishi¹, Motowo Fujiwara¹, Takashi Shibata²,

Masahiko Hayashi¹, Yasunobu Iwasaka²

1. 福岡大学理学部、 2. 名古屋大学大学院環境学研究科

1. Faculty of Science, Fukuoka University

2. Graduate school of environmental studies, Nagoya University, Nagoya, Japan

Lidar observations of stratospheric aerosols have been performed at Ny-Aalesund (79° N, 12° E), Svalbard every winter since January 1994. We detected many PSC events in the stratosphere under low temperature condition, especially in 1994/95, 1995/96, 1996/97 winter campaigns. We will describe the result of PSCs observation and discuss the impact of the temperature history on the detected PSC layers based on backward trajectory analysis making use of Global Objective Analyses Data of the Japan Meteorological Agency.

冬季に両極域の成層圏で発達する極成層圏雲 (PSCs) は、その粒子表面上での不均一反応による塩素原子の活性化や、粒子自身の重力沈降による脱窒・脱水過程等により、オゾン破壊の重要な役割を担っていると考えられ、近年多くの注目を集めている。近年の野外観測では成層圏の温度の低下に伴い、液滴 PSCs が頻繁に観測され、これは三成分系(H₂O/HNO₃/H₂SO₄)の液滴(STS)モデルである程度説明されている。一方の固体 PSCs は、1990年代初期の観測では、頻繁に検出された報告があるが、低温の成層圏で安定に存在することが出来ると考えられる三水和硝酸(NAT)の nucleation barrier が非常に高いことから、山岳波のようなメソスケールの温度擾乱により、まず準安定な物質(NAD,SAT)が生成し、後に安定な NAT に移っていくという考え方が近年のもっとも有力な説になっている。我々は、1993年9月にスバルバル島、ニーオルセン(79° N, 12° E)にライダー観測基地を設置し、1994年1月以降、毎年冬季に成層圏・対流圏エアロゾルの観測を行ってきた。1994/95～1996/97 冬季観測では、成層圏温度の低下に伴い、頻繁に PSC を検出した。検出された PSC (とりわけ固体 PSCs) は、前述した PSC 生成理論では十分に説明できないような PSCs をいくつか検出している。本発表では、1994/95～1996/97 冬季観測で検出した PSCs について、Carslaw et al.[GRL,1995]による STS モデルとの比較、そして気象庁の客観解析データを利用して10日間の後方流跡線解析を行い、検出された PSCs の温度履歴への依存性について検討した。

解析結果として下記のようなことが挙げられる。

- ・ 検出した PSCs の散乱比は、仮定した NAT の霜点(H₂O=5ppmv, HNO₃=10ppbv を仮定。以下、T_{NAT})に対して、温度が下がるにしたがって次第に大きくなるような傾向が見られた。とりわけ、Temp.=T_{NAT}-4 (K) の付近から急に大きくなる傾向が見られる (これは、STS モデルで見積もった散乱比の温度に対する変化と非常に一致している)。また、この温度域で偏光解消度 δ の小さい球形粒子主体の PSC を頻繁に検出しており、これは、液滴主体の PSCs の存在を示唆している。(図1)
- ・ 温度が非常に低温なところでは、液滴主体の PSCs を頻繁に検出しているが、一方で温度の冷え始め (T_{NAT}に対して0～2 K低い温度) では、固体系のエアロゾルを頻繁に検出している。(図1)

- 検出した PSCs の散乱比と偏光解消度のピーク高度で後方流跡線解析の結果は、検出した PSCs の散乱比は、 T_{NAT} 以下の温度を観測される数時間前から経験していたもので増加がみられるが、偏光解消度は約 10~20 時間ほど経験した空気塊で増加が見られる (図 2)。これは、SAT の Melting point を経験し、その後 T_{NAT} 以下に温度下がって検出した PSCs でも、同じような傾向が示された。また、 T_{NAT} 付近で固体主体の PSCs が頻繁に検出されたことは前述したが、後方流跡線解析の結果は、冷却率が 8K/day より小さい PSCs だけが偏光解消度の増加を示していた。これは、Toon et al.[GRL,1990]によって述べられた固体 PSCs の温度履歴 (冷却率) 依存性を示唆するものである。
- また、 $Temp.=T_{NAT}-4$ 以下の温度域でも、固体主体の PSCs が検出されていたが、温度履歴によれば検出の 12~24 時間前にかけて ice 霜点($H_2O: 5ppmv$)以下の温度を経験していることが分かった。このことから、低温度域(但し、ice 霜点よりも高い)での固体主体の PSCs の出現には、ice 霜点($H_2O: 5ppmv$)以下の温度を経験することが重要な Factor になっているのではないかと考えられる。

このような観測結果 (温度の低下に伴い固体主体の PSCs がまず頻繁に観測され、続いて液滴主体の PSCs が頻繁に検出されている) の要因として、液滴 PSCs と固体 PSCs の温度の変化に対する成長速度の違いが考えられる。

発表では、これらの解析結果に OPC による観測結果も踏まえて、より詳細に議論する予定である。

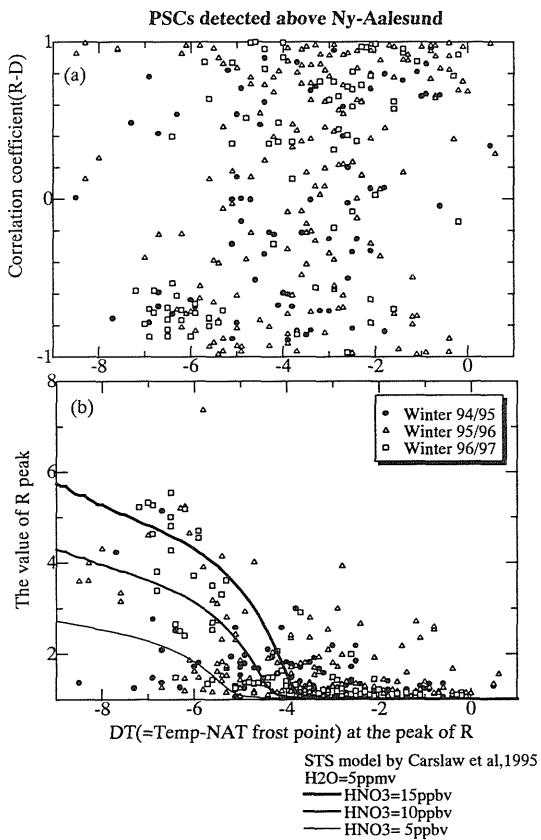


Figure 1 The variation of correlation coefficient between R and δ of PSCs (a), and the peak value of R (b) versus the temperature difference dT ($dT=Temp.-$ the frost point of NAT) at the peak height of R. Also in (b) the curves of expected scattering ratios of PSCs composed of liquid $HNO_3-H_2SO_4-H_2O$ droplets are indicated.

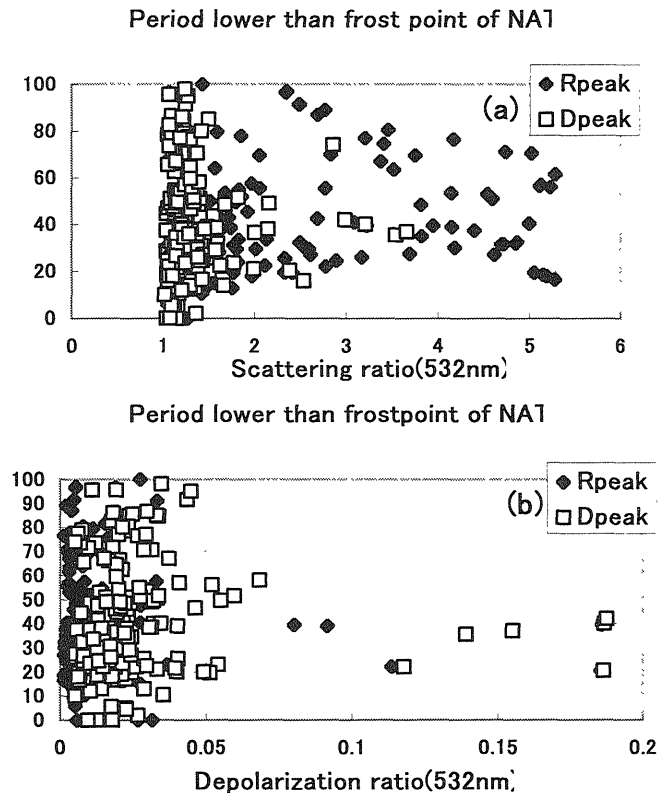


Figure 2 The variations of R(a) and δ (b) at their peak heights versus the period during which the air mass of interest experienced the temperature lower than the frost point of NAT prior to the observation.