

# 北半球における極成層圏雲と上部対流圏の雲との関係

高麗正史<sup>1</sup>、佐藤薫<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東大院理

## The relation between polar stratospheric clouds and upper tropospheric clouds in the Northern Hemisphere

M. Kohma<sup>1</sup> and K. Sato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ. of Tokyo

This study examines the simultaneous occurrence of polar stratospheric clouds (PSCs) and upper tropospheric clouds (UCs) in the Northern Hemisphere using data from CALIPSO and reanalysis data. It is shown that the low temperatures above tropospheric blocking highs cause the simultaneous occurrence of PSCs and UCs. The characteristics are similar to those seen in the Southern Hemisphere. The influence of tropospheric blocking highs on the composition of PSCs is also examined.

極成層圏雲 (Polar Stratospheric Cloud, PSC) は、冬季極域下部成層圏の低温に伴って出現する雲であり、衛星観測を使った研究 (Wang et al., 2008 等) で、南半球において PSC の下の対流圏上部で雲 (Upper tropospheric Cloud, UC) が頻繁に観測されることが報告されている。Kohma and Sato (2012) では、南半球の PSC と UC の同時出現において、対流圏のブロッキング高気圧に伴う低温が重要な役割を担うことを示した。最近の研究 (Achttert et al., 2011) では、北半球でも UC と PSC が同時に観測されやすいことが報告されている。北半球は南半球に比べ、波活動度が高いので、PSC の出現へのブロッキングに伴う低温の寄与が相対的に高い可能性がある。本研究では、南半球での PSC・UC の解析を北半球に拡張した。

解析期間は、PSC が比較的多く観測された、2007、2008、2010、2011 年の 1 月を選んだ。2009 年の 1 月は成層圏突然昇温が発生し、ほとんど PSC が観測されなかったため、解析期間から除外した。PSC と UC の解析には、CALIPSO のライダー観測のデータを用い (Pitts et al., 2009)、気象場の解析には、再解析データ (ERA-Interim) を用いた。CALIPSO の散乱比と偏光消度を合わせて用いて、PSC の組成判別も行った (Pitts et al., 2009)。

まず、北半球において PSC と UC が同時観測されているかを検証した。観測された PSC の 58% が UC を伴っており、UC がある場合のほうが、UC がない場合に比べて、PSC が出現する確率が約 4 倍高いことが分かった。次に、PSC と UC の同時出現と対流圏ブロッキングの関係を調べた。320 K 面における高気圧性渦位偏差と高度 22 km 付近の PSC 及び高度 12 km 以下の UC との間に有意に正の相関が得られ、南半球の場合と同様に、ブロッキング高気圧が PSC と UC の同時出現に重要であることが分かった。(図 1)

対流圏ブロッキングによる PSC の出現頻度の増加のメカニズムとして、高緯度側からの寒気移流や PSC 粒子の移流、断熱膨張に伴う低温などが考えられる。これについて更に調べるために、対流圏界面付近 (320K 面) の高気圧性渦位偏差とともに PSC が観測された空気塊に対して、前方・後方粒跡線解析を行った。前方粒跡線解析の結果から、PSC の観測頻度が高くなる時に、空気塊の南北方向の有意な移動はみられなかった。一方、空気塊の有意な上昇、及び温度低下を伴っていることが分かった (図 2)。これは、PSC の観測頻度の増大が、移流の効果というよりも、対流圏ブロッキングの上での局所的な低温によって引き起こされることを示唆している。

さらに、PSC の組成に注目した解析を行った。ブロッキングの直上においては過冷却水溶液 (STS) や氷粒子の割合が高いのに対し、下流側では硝酸三水和物 (NAT) を多く含む PSC の割合が増大していた。NAT 粒子の成長のためには、空気塊が低温な領域に滞在している時間が重要であることが、先行研究で指摘されており、下流領域での NAT 粒子の増加は、対流圏ブロッキングに伴う低温な領域を通過し、NAT 粒子が成長したためだと考えられる。これらの結果は、対流圏ブロッキングは、組成の変化を通して、その直上だけでなく、下流領域の PSC にも影響を与えることを示している。

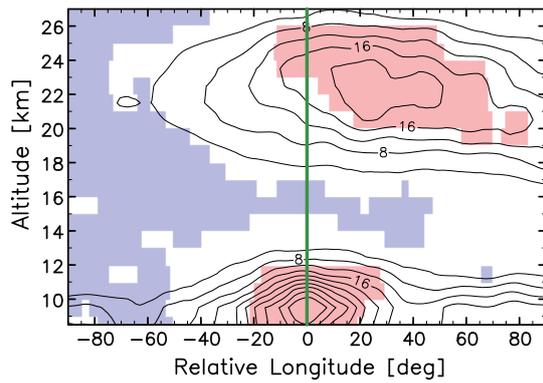


Figure 1: A composite of the relative longitude-altitude section of PSC/UC frequency in January of 2007, 2008, 2010 and 2011 with a reference longitude (green line) where PV anomalies are negative and minimized in the zonal direction at 70°N on  $\theta = 320$  K, and values are less than -1.5 PVU. Contour intervals are 5%. Shading shows the regions with significant levels greater than 95%.

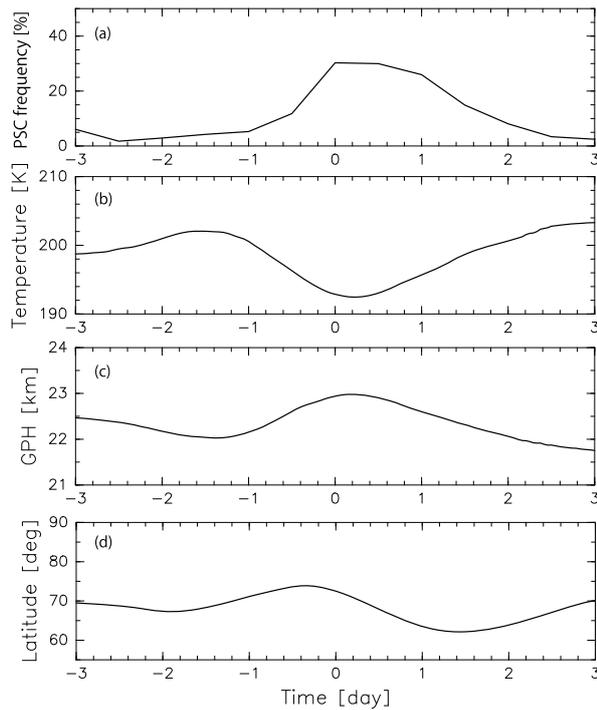


Figure 2: Compositing (a) PSC frequency, (b) temperature, (c) geopotential height, and (d) latitude along the trajectory launched at an altitude of 23 km. The trajectories were launched from the longitudes and latitudes of tropospheric blocking highs.

## References

- Achtert, P. et al., On the linkage between tropospheric and Polar Stratospheric clouds in the Arctic as observed by space-borne lidar, *Atmos. Chem. Phys.*, 12, 3791-3798, 2012.
- Kohma, M. and K. Sato, The effects of atmospheric waves on the amounts of polar stratospheric clouds, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 11, 16967-17012, 2011.
- Kohma, M. and K. Sato, Simultaneous occurrence of polar stratospheric clouds and upper-tropospheric clouds caused by blocking anticyclones, *Atmos. Chem. Phys. Discuss.*, 12, 20007-20032, 2012.
- Pitts, M. C., et al., CALIPSO polar stratospheric cloud observations: second-generation detection algorithm and composition discrimination, *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 7577-7589, 2009.
- Wang et al., Association of Antarctic polar stratospheric cloud formation on tropospheric cloud systems, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L13806, 2008.