ILAS及びライダーデータを用いた極域成層圏雲の解析

雨宮百合子, 齋藤尚子, 林田佐智子 (奈良女子大) 林政彦, 白石浩一 (福岡大), 柴田隆, 岩坂泰信(名古屋大学太陽地球環境研究所) 山内恭, 平沢尚彦 (国立極地研究所), 笹野泰弘 (国立環境研究所)

1 はじめに

冬季極域成層圏下部で出現する極域成層圏雲 (Polar Stratospheric Clouds; PSCs) は、その表面での不均一反応によってオゾン破壊に重要な役割をもつことが知られている [Solomon, 1990]。PSCs の化学組成や時間空間スケールに関する知見を得るために人工衛星等による PSCs の観測が行なわれてきた。ADEOS 衛星に搭載された ILAS(Improved Limb Atmospheric Spectrometer; 改良型大気周縁赤外分光計) は、1996 年 11 月から 1997 年 6 月の約 8ヶ月間にわたり両極域上空のエアロゾルや大気化学成分の観測を行った [Sasano et al.,2000,Hayashida et al.,2000]。ILAS は、南極域では 64.3 °S - 88.2 °S の範囲に、極を中心にほぼ同心円状に 14 観測地点をもつ。一方、東南極大陸高原郡のドームふじ観測拠点 (77.19 °S, 39.42 °E) では、1997 年 4 月から 12 月まで継続してライ ダーによるエアロゾル観測が行なわれた。ILAS 観測点とドームふじとの位置関係を図 1 で示す。6 月には ILAS、ライダーともに多数の PSCs を観測していた [林 政彦他.,1999]。そこで今回は、ILAS から得られた消散係数及 び気体硝酸データ (Ver.4.20) と、ライダーから得られた 532nm の後方散乱係数及び偏光解消度データを解析し、1997 年 6 月に南極で観測された PSCs について報告する。



図 1: 南極域における ILAS 観測点とドームふじ観測拠点の位置 -1997/6/13 を例として-図中で●印が ILAS 観測点、△ 印がドームふじの位置を示す。

2 ライダーの後方散乱係数データと ILAS 消散係数データとの比較

1997 年 6 月の南極域において ILAS から得られた観測データは 29 日分 301 個で、一方ドームふじのライダーで 得られた観測データは 22 日分の 46 個であった。両者を比較解析するため、観測地点間の距離が 1500km 以内で かつ観測時間差が±1日という条件でライダーと ILAS データとのペアを作成した結果、107 組のペアができた。 また、ライダーの 532nm 後方散乱係数データを以下の方法で 780nm 消散係数に換算した。

$$\tau = \beta_{532} \cdot S \cdot \left(\frac{532}{780}\right)^{\alpha}$$

 $\tau: 780nm$ 消散係数, $\beta_{532}: 532nm$ 後方散乱係数, S:散乱パラメータ(今回は 50に設定), $\alpha = \frac{ln(\beta_{532}/\beta_{1064})}{ln(2)}$

比較解析の例として図 2 で、6 月 9 日のライダーと ILAS の 780nm 消散係数高度プロファイルを示す。表 1 に 使用したデータの詳細を示す。ライダーデータ (×) は南緯 77.19 度東経 39.42 度において 6 月 9 日午後 2 時 41-3 時 42 分に観測されたものであるのに対して、ドームふじと地理的最近隣の ILAS データ $\sharp1(\diamond)$ は約 1292.3km 離 れた南緯 65.71 度東経 45.43 度において、6 月 9 日午前 7 時 35 分に観測されたものである。ドームふじと地理的 に近い順に ILAS $\sharp1(\diamond)$ 、ILAS $\sharp2(\triangle)$ を示す。図 2 の消散係数高度プロファイルによると、PSCs はドームふじ上 空 21km 付近に現れていたが、ILAS $\sharp1$,ILAS $\sharp2$ の観測地点には出ていなかったことがわかる。

次に図3に6月13日の、ライダーとILASの780nm 消散係数高度プロファイルを示す。表2に使用したデータの詳細を示す。ライダーデータ(×)は南緯77.19度東経39.42度において6月13日午前9時15-10時15分に観測されたものであるのに対して、地理的最近隣のILASデータ♯1(◇)はドームふじと約1302.4km 離れた南緯65.48度東経40.66度において、6月12日午前7時27分に観測されたものである。ドームふじと地理的に近い順にILAS♯1(◇)、ILAS♯2(△)、ILAS♯3(□)を示す。図3の消散係数高度プロファイルによると、高度20-23km付近でライダーとILASの双方がPSCsを観測していたことがわかった。



図 2: ドームふじライダーと ILAS の消散係数値の比較 -1997/6/9-

データ	シンボル	観測日	観測時刻	観測地点	ドームふじとの距離
ILAS#1	\diamond	97/6/9	07:35	(65.71S, 45.43E)	1292.3km
ILAS#2	\triangle	97/6/9	09:16	(65.71S, 20.20E)	1430.0km
ドームふじ	×	97/6/9	$14:41 \rightarrow 15:42$	(77.19S, 39.42E)	0km

表 1: 図 2 で使用したデータの詳細



図 3: ライダーと ILAS の消散係数値の比較 -1997/6/13-

データ	シンボル	観測日	観測時刻	観測地点	ドームふじとの距離
ILAS#1	\diamond	97/6/12	07:54	(65.48S, 40.66E)	1302.4km
ILAS#2	\bigtriangleup	97/6/13	07:27	(65.42S, 47.49E)	1336.6km
ILAS#3		97/6/13	09:08	(65.42S, 22.26E)	1431.7km
ドームふじ	×	97/6/13	$09:15 \rightarrow 10:15$	(77.19S, 39.42E)	0km

表 2: 図 3 で使用したデータの詳細

3 ILAS の硝酸データを用いた PSCs 化学組成の検討 -6/13 を例として-

ライダーデータは第 38 次南極地域観測隊の観測活動により、ドームふじにおいて YAG ライダー (1064nm,532nm) で得られたものである。PSCs は 5 月 28 日に初めて観測されてその後 10 月中旬まで毎日観測された [林 政彦 他.,1999]。今回は 532nm での散乱比 (Scattering Ratio:R) と偏光解消度 (Depolarization Ratio: δ) を解析した。 例として 6 月 13 日の R と δ の高度プロファイル及び気温の高度プロファイルを示す (図 4)。R と δ の組み合わ せによる光学的特徴から Browell et al.[1990] の分類に従って PSCs のタイプを推定すると、6 月 13 日の PSCs は Type 1a PSCs(硝酸三水和物: Nitric Acid Trihydrate; NAT) ではないかと考えられる。そこで、Hanson and Mauersberger(1988) の実験値の近似式を用いて気温が 180 ~ 200K の範囲において NAT と平衡状態になる時の硝 酸の蒸気圧を計算し、ドームふじに地理的最近隣である ILAS 観測地点の硝酸データと比較した。計算では H2O の全量として 3, 5, 7ppmv を与え、気温気圧データはラジオゾンデデータを使用した。6 月 13 日の高度 21km 付近 では、NAT が存在する時の硝酸の蒸気圧は約 1 ~ 8ppbv と見積もられた (図 5)。一方、高度 21km 付近の ILAS 硝 酸データは約 11ppbv であるから、 H_2O が 3 ~ 7ppmv のいずれであっても NAT は存在可能と考えられる。ドー ムふじから数 1000km 離れた地点の硝酸データを使用していることや、 H_2O 全量の与え方を考慮すべきではある が、6 月 13 日の PSCs に NAT の存在が示唆された。

4 まとめ

ILAS から得られた消散係数データ (Ver.4.20) とライダーから得られた 532nm の後方散乱係数及び偏光解消度 データの解析を行ない、1997 年 6 月には双方で多数の PSCs を観測していたことがわかった。さらに、化学組成 を検討するために ILAS の硝酸データを用いて NAT の同定を試みた結果、6月中旬にドームふじのライダーで観 測された PSCs に NAT の存在が示唆された。今後詳細に ILAS とドームふじのライダーデータの比較解析を行な い、PSCs の水平スケールについて議論することを試みる予定である。



図 4: (左)1997/6/13の R,δ 高度プロファイル. 図中で、(実線) が δ 、(破線) は R を示す。各々にエラーバーをつけている。 (右) ラジオゾンデで得られた気温の高度プロファイル



図 5: NAT が存在するための理論的硝酸値と観測値 -1997/6/13 ドームふじで観測された PSCs について-

参考文献

Browell,E.V et al.,Airborne lidar observation in the winter time arctic stratospheric clouds,GRL,(1990) Hayashida,S et al.,Arctic polar stratospheric clouds observed with the Improved Limb Atmospheric Spectrometer during Winter 1996/1997,JGR,(2000)

林 政彦 他., ドームふじ上空の成層圏エアロゾルの季節変動 -エーロゾル, PSCs の輸送-, 第 22 回極域気水圏シンポジウム予稿集, (1999)

Sasano,Y et al.,ILAS observations of chemical ozone loss in the Arctic vortex during early spring 1997,GRL,(2000)

Solomon, S., Progress towards a quantitative understanding of Antarctic ozone depletion, Nature, (1990)

Tabazadeh, A.O et al., Freezing behavior of stratospheric sulfate aerosol inferred trajectory studies, GRL, (1995)

Thomason and Poole., Use of stratospheric aerosol properties as diagnostics of Antarctic vortex processes, J.Atomos.Sci,(1994)