

月例会「南極圏の気象」(第1回)の報告

今年から発足しました新しい月例会「南極圏の気象」の第1回目の会合を5月22日17~20時に開催しました。遅い時間にもかかわらず、50名を越す多数の会員の参加を得ることができました。御協力に厚くお礼を申し上げます。

本月例会は、南極圏を核として、広く南半球や極地という視点にも立ち地球の気象、気候を考えていきたいと思っています。今後は可能ならば、各回テーマを絞り議論を高めたいと考えています。さて、第1回目は、次の通り3つの話題提供をいただきました。

1. 南極の放射収支

山内 恭(国立極地研究所)

南極の気象・気候の最も顕著な特徴は低い気温である。南極大陸の沿岸地帯で -10°C 前後、内陸へ行くと急降下し -50°C 程度までになる。ところが上層は大陸外との温度差は大きくなく、500mb高度でも 69°S の昭和基地と 90°S の極点とで 10°C 内外の差しかない。内陸では地表面近くに強い逆転層が発達しているのである。この低温の気候を決めている要素に1)高緯度、2)高高度、3)雪氷面の高アルベード、がある。各々は独立ではなく、(1)、(3)により氷床が維持されることで高高度が保たれ(氷の厚さが平均2000m)、又(1)、(2)及び(3)自身もあって表面が雪でおおわれている。これらに関し、各過程で「放射」が重要な役割を担っている。

南極の放射収支を特徴づける第1は雪面の高いアルベード(80~84%、可視域では95%以上)である。入射する日射の大部分を反射してしまう。大陸周辺の海水の消長は、アルベードを大きく変えることで気候を支配する1つの鍵になっている。日射そのものは、大気が清浄でエアロゾル少がなく、水蒸気も少ないことから減衰が小さく、さらに雲による減衰も雪面との多重反射で小さく、高緯度の割に地表面で受けとる量は大きい。

短波放射は内陸雪面では場所による相違は小さいのに対し、長波放射は違いが大きい。みずほ基地(71°S)での観測から、水蒸気が少ないことで大気放射は小さく、

晴天で $100\sim 150\text{W}/\text{m}^2$ であった。雲が全天をおおうと、約 $80\text{W}/\text{m}^2$ も増加し、放射収支を大きく変えてしまう。風で起こされる地吹雪も放射に影響している。放射収支は、放射以外に熱の出入りの少ない内陸高地では放射平衡に近く、冬は長波のみで $-15\text{W}/\text{m}^2$ 程である。みずほ基地では斜面下降風の影響で顕熱の供給があり、 $-30\text{W}/\text{m}^2$ 。沿岸ではさらに大きい負の値である。長波長の正味放射は逆転層の強さと関係づけられた。夏になると、沿岸地帯では日射吸収が大きい。雪面でおおわれた内陸では小さく、長波の射出の大きい斜面下降風帯は年平均で放射冷却の最も大きい所となっている。

衛星による大気上端での放射収支と、みずほ基地の地上観測値を比べた。雲による変化に興味のある相関が見られた他、大気上端と地上での値の差として求めた大気の内味放射が、非対称的な季節変化を示すなど、今後さらに詳しい解析が求められている。

2. 南半球の大循環の特徴

廣田 勇(京大大学院理学部)

南極圏を含む南半球の大循環を論ずる場合には、次の二つの事柄を考慮する必要がある。そのひとつは、下部境界条件としての海陸分布である。南半球では、陸と海の面積比が約2:8(北半球では約4:6)であり、しかも中低緯度における地形の起伏(山岳)も小さい。これらの境界条件が大規模波動の励起や熱収支を通して大循環の要因となることを考えると、南半球の大循環を北半球のそれと比較することによって、境界条件の持つ作用の理解の深まることが期待される。つまり南半球の大循環の研究は、北半球とは異なる条件下での天然の大実験と見なすことが出来る。

しかし、第二の問題として、南半球の観測地点が著しく不足していることに注意せねばならない。そのため、対流圏及び下部成層圏についてのballoonによる観測統計は依然として定量的に不十分である。この難点は、1979~1980年のFGGEデータによってある程度解決されたかにも見えるが、大循環には有意な年々変化があり、FGGE期間はとりわけ平年からの偏差が大きい

(Trenberth, 1984) こともあって解釈の難しい問題が残されている。むしろ、1970年代後半からの衛星による赤外放射観測に基づく成層圏解析が、南北両半球にわたる一様でかつ連続的な情報を与えている利点を強調すべきであろう。幸いにして、大規模波動及び関連する平均場の特徴は、波動エネルギーの上方伝播の結果、下層大気よりも上層大気できわだって見える。

このような意味で両半球の比較を行ってみると、次のような特徴が見出される。

(1) 真冬の成層圏極夜ジェットの強さは、南半球 ($\approx 120\text{m/s}$) のほうが北半球 ($\approx 80\text{m/s}$) よりも強い。

(2) 冬期のプラネタリー波動の活動度に関しては、その季節進行が両半球で異なる。すなわち、北半球では真冬に極大(突然昇温を含む)となるのに対し、南半球では冬の終わりから春先にかけて波の活動度が大きい。

(3) 上に述べた両半球の差異は、波動のエネルギー伝播及び平均流との相互作用の見地からより一そう明瞭に示される。

(4) 下層大気の準定常プラネタリー波の特徴は、海陸分布(主として熱源)に対応して、その位相の季節変化が南北両半球で異なっている。

従って今後の研究課題として興味あることは、南半球大循環の単なる climatology ではなく、下層大気中での波動の生成と一般流との関係を季節変化の中でより詳しく解析することである。南極大陸観測地点におけるこれまでの気象観測結果も、上に述べたような立場から大規模循環と結びつけて解釈し直すことが要望される。

3. 南極成層圏のエアロゾルの観測

岩坂泰信(名古屋大学水圏科学研究所)

1. 序

MAP(中層大気国際協同観測)の一環として、第23次南極地域観測隊によって極域中層大気総合観測が開始された。エアロゾル関係の観測は、続く24次隊より開始された。24次隊では、南半球ではおそらく3番目の、そして南極大陸でははじめての成層圏・中間圏探査用のレーザーダを搬入した。ここでは、このレーザーダを中心とするエアロゾルの観測体制とそのねらいを紹介

し、あわせて得られた結果の一部を示す。

2. エアロゾル観測体制とそのねらい

成層圏エアロゾル層の消長が、成層圏に注入される火山性物質及びそれらの汎地球スケールの輸送機構によっていることが多いことが、ここ数年間のライダー観測によって明らかにされてきた。が、1970年代の最後の頃に打ち上げられた Nimbus-7号衛星の解析がすむにつれて“極域のエアロゾル層の季節変化がきわめて大きい”ことがわかってきた。人工衛星データは、その観測技術上の制限から、きわめて広いスケール(1000kmスケール)の平均的なイメージしかとらえられず、その精密な測定はレーザーダに待つところが大きかった。

一方極域成層圏は、成層圏内の物質の輸送という点では、その終点と考えられており、極地方によせ集められた物質がその後どのようなようになるのかが大きな関心であった。

これらを明らかにする為に、レーザーダを中心に、気球や航空機によるエアロゾルの数濃度の測定、航空機によるエアロゾルのサンプリングが行われた。これだけ組織だった観測は、現在のところ他に例を見ないものであり、今後の研究の進展には大いに興味もたれる。

研究テーマをまとめてみると

i) 南極特有の現象(冬期の低温、オーロラ粒子のふり込み、宇宙線のふり込み)

これらについては、エアロゾル層の精密測定に加えて関連する物理パラメーターの同時測定が実施された。

ii) グローバルなエアロゾル輸送

他点の測定値の比較が大きな意味をもってくるが、JARE 24 では、NASAの航空機ライダーグループとの協同の観測があった。

3. データ解析から

現在進行中のものは、ライダー観測の解析、エアロゾルゾンデ観測の解析、及び小粒子ゾンデ観測の解析である。現時点で、冬期エアロゾル層増大現象の様子が少しづつわかってきており、南極(及び北極)の成層圏エアロゾル層は恐ろしい程に規則的な周期変動をしており、中・低緯度にみられるものとは一緒にして考えられない点があるらしい。