

## 南極昭和基地の気象

佐藤 薫\*

### 1. はじめに

昭和基地は、南緯69度00分22秒、東経39度35分24秒に位置する(第1図)。ちょうど、アフリカ大陸の東の海岸線を南に延ばした経度である。昭和基地のある東オングル島は、リュッツホルム湾に存在し、南極大陸は東に位置している。南極大陸までの距離は約4 kmであり、冬季、海氷が厚くなってくれば、雪上車やスノーモービルで海を渡って大陸に出かけることができる。空は広く澄んでいて、日中は、空一面に広がる絹雲、雪を降らす高積雲、日没直後の夕焼けの下で水平線の上に青く広がる地球影、太陽の周りに大きな光の輪ができるハロ(日暈)、太陽の上に光の柱ができるサンピラー(太陽柱)、そして、夕焼けの色の水平方向360度のグラディエーションを、心ゆくまで堪能することができる。昭和基地は、オーロラオーバルと呼ばれるオーロラが発達する領域の真下に位置するため、夜は、晴れていればオーロラが見られることが多い。また、天の川が美しい。南十字星や逆さになったオリオン座、きれいなカーブを描くさそり座、大マゼラン星雲、小マゼラン星雲などの南半球ならではの星々もよく見える。白夜は11月末から1月中旬まで、極夜は5月末から7月中旬までのそれぞれ約45日間である。緯度があまり高くないので、極夜でも3時間程度は明るく、外作業をする貴重な時間帯となる。

筆者は、第44次日本南極地域観測隊(Japanese Antarctic Research Expedition, JARE) 越冬隊員として、2002年12月18日から2004年2月3日までのほぼ1年間、昭和基地にて生活した。主な目的は、オゾンゾ

ンによるオゾンホール生成期およびオゾン層回復期の観測と、2002年の気象学会春季大会シンポジウムで紹介した、南極昭和基地大型大気レーダー計画(PANSY)(佐藤ほか、2003)のための現地調査であった。オゾン観測については「極地」にその経過を述べた(佐藤、2004)。これらの研究活動の内容は、別途論文等で報告することとし、ここでは、越冬中、南極の特徴的な現象であるプリザードやカタバ風などを経験しながら行なった、昭和基地地上気象のデータ解析結果(Sato and Hirasawa, 2004)を基に、南極大陸沿岸型の典型である昭和基地の気象について解説する。

### 2. 地上気象データ

南極昭和基地における気象観測の歴史は古く、国際地球観測年(第3次国際極年にも対応)の1957年に第1次日本南極地域観測隊による観測が開始されて以来、1958年の2次隊の越冬不成立、1962年から1965年までの基地閉鎖を除き、40年以上にわたるデータの蓄積がある。解析に用いたのは、1957年2月9日から2003年12月31日までの南極昭和基地の気温、気圧、風向、風速、日照時間の観測データである。1957年から1958年2月(1次隊)は6時間毎、1959年1月(3次隊)から1982年1月(22次隊)までは3時間毎、1982年2月(23次隊)以降は1時間毎である。気温は瞬間値、風速は10分平均値である。第2図に解析した時系列の例として、1957年(1次隊)と2003年(44次隊)の気温と風の強さを示す。2003年のデータは3時間毎に間引いてプロットしてある。

プリザードの定義については、卓越する気象が異なるため、各基地独自の基準がある。昭和基地でのプリザードの現在の基準は16次隊の時(1975年)、決められた(気象庁、1989)。これを第1表に示す。プリザード継続時間とは、各プリザードについて、C級プリザード基準を満たしている時間のことである。また、「中断」

\* 大学共同利用機関法人、情報・システム研究機構国立極地研究所・研究教育系。

kaoru@nipr.ac.jp

—2004年7月5日受領—

—2004年10月9日受理—

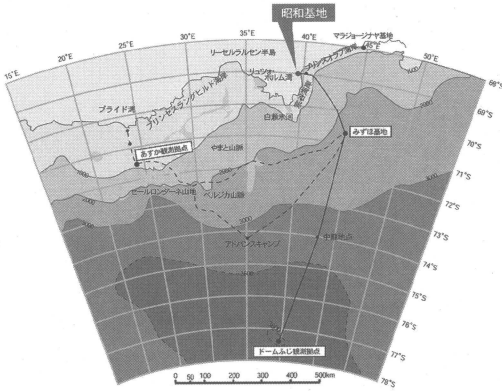


Fig. 1: Locations of Japanese Antarctic Stations.

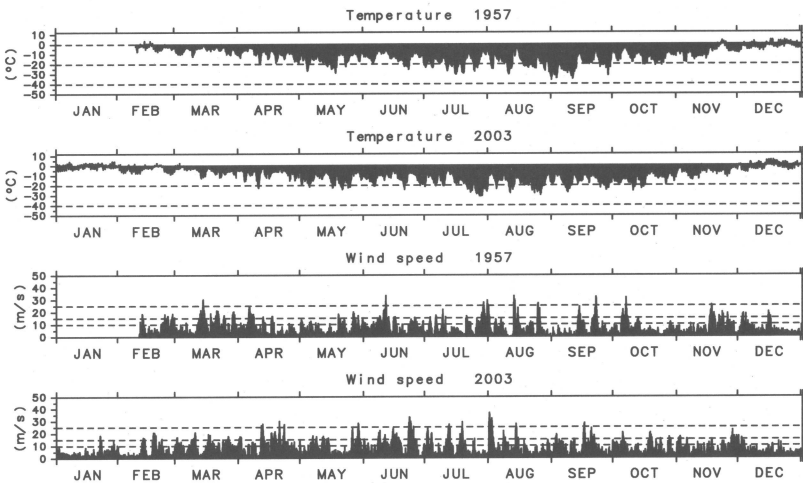


Fig. 2: (From the top) Time series of surface temperature in 1957 and 2003, surface wind speeds in 1957 and 2003 at Syowa Station. Horizontal dashed lines show wind speed criteria of blizzards, namely,  $10 \text{ m s}^{-1}$ ,  $15 \text{ m s}^{-1}$  and  $25 \text{ m s}^{-1}$ .

Table 1: Criteria of blizzards at Syowa Station (JMA, 1989).

Class	Visibility	Wind speed	Duration
A	<100 m	$\geq 25 \text{ m/s}$	$\geq 6\text{h}$
B	<1 km	$\geq 15 \text{ m/s}$	$\geq 12\text{h}$
C	<1 km	$\geq 10 \text{ m/s}$	$\geq 6\text{h}$

というのがあがるが、これは一時的にブリザード基準を満たさなくなったものの、その後、再度満たすようになったときに、同じ低気圧システムによると判断され

る場合は、中断のあった1つのブリザードとして考え、2つの異なるブリザードとして見なさないというものである。ここでは、1957年まで遡って現在の基準で定義し直したブリザードデータを用いた。すなわち、1977年以前については、南極気象観測三十年誌（気象庁、1989）に記された、月別の各級ブリザード回数のデータ、1978年以降は各隊次ごとの日本南極観測隊報告に印刷された、各ブリザードの詳細データである。また、気圧配置等は、ヨーロッパ中期予報センター（ECMWF）の客観解析データ、および、再解析データを用いて調べた。

### 3. 統計的特徴

長い時系列を手に入れると、まず解析してみたくするのがスペクトルである。ここでは、広い周波数帯においてシャープなスペクトルピークの検出が可能な最大エントロピー法を用いて解析した（例えば、日野（1977）参照）。地上の気温、気圧、東西風、南北風の周波数スペクトルを第3図に示す。横軸は4桁以上の周期帯に及び、最小周期は2時間、最大周期は20年である。気温には、1年のピークのほか、半年、1/3年周期の卓越が見られる。1日、半日、8時間周期の潮汐に対応するピークも見られる。気圧の方は、1年より半年周期ピークの方がやや

強く、1日、半日、8時間、6時間の潮汐ピークも見られる。東西風、南北風にも1年、半年、1/3年、1日、半日の周期にピークが見られるが、東西風の方が振幅が大きい。東西風スペクトルには、8時間と6時間のピークも見られる。太陽活動の11年周期（最も左の破線）に対応するピークはどのスペクトルにも見られない。

興味深いのは、スペクトルの傾きが低周期側と高周期側で異なる点である。スペクトルの折れ曲がり部の周期は、気温と風は約7日、気圧は約3日である。気

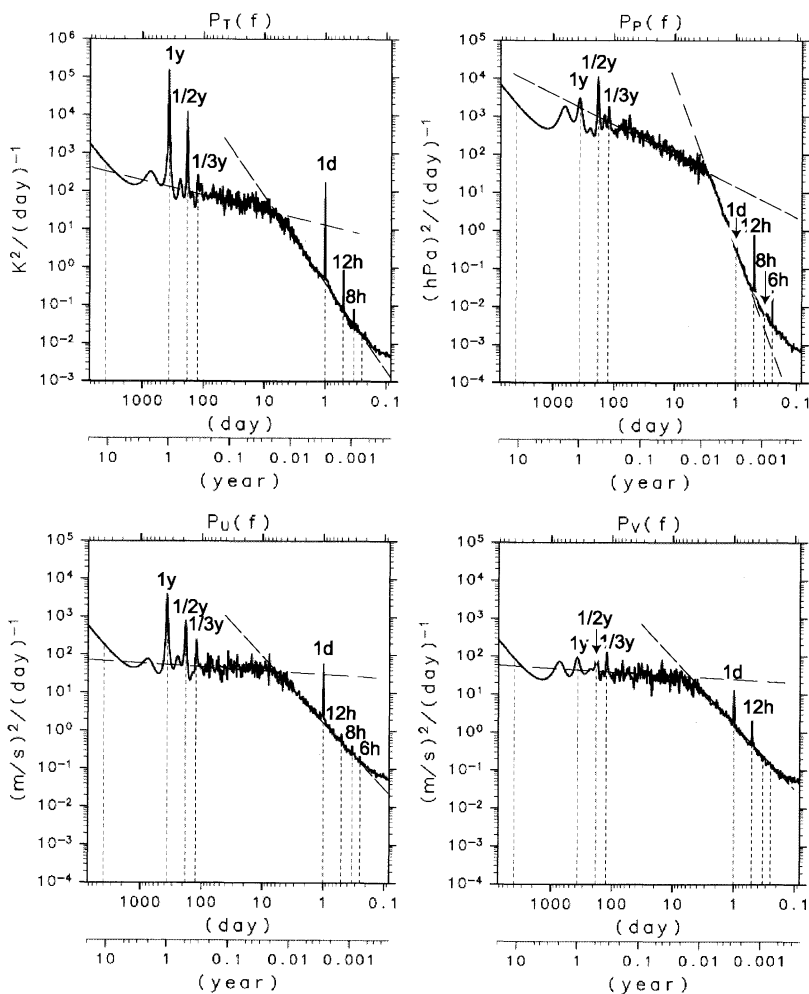


Fig. 3: Frequency spectra of meteorological parameters at Syowa Station based on the data of 1957 through 2003. The top left panel shows temperature, top right surface pressure, bottom left zonal wind, and bottom right meridional wind. The left end of the horizontal axis shows 20 years and the right end 2 hours. Characteristic peaks are denoted in each figure (Sato and Hirasawa, 2004).

圧とそれ以外の気象要素とで折れ曲がりの周期が異なる理由はわからないが、この特徴は、エネルギーがこの数日周期付近に集中していることを示しており、おそらく、高低気圧活動に対応するものと考えられる(横軸を対数軸にとる場合、エネルギーの比較はスペクトル密度にそれぞれの周波数を掛けて行う必要がある(例えば、佐藤, 1999)。周波数をかけると折れ曲がりに対応する数日周期にブロードなピークが見られる)。

次に、気温と風速の頻度分布を第4図に示す。データの存在する全期間である42年間の平均気温は-

10.6°Cで、平均風速は6.5 ms<sup>-1</sup>である。南極としては、さほど過酷な環境ではなく、温暖で風が弱い、観測活動には適した場所ともいえる。毎年夏の期間は、越冬成立のため、海水状況や気象状況を眺みながらの、観測隊と自衛隊による、観測船と昭和基地間の、雪上車やヘリコプターを用いた懸命な物資輸送が行われるが、結果として越冬成立できなかったのは2次隊のみであり、アクセスという意味でも、必ずしも難しい場所とはいえない。

最低気温の記録は1982年9月4日5時頃(地方時)の-45.3°C、最大風速は1975年5月26日1時頃の47.2 m s<sup>-1</sup>、最大瞬間風速は1996年5月27日9時頃の61.2 ms<sup>-1</sup>である。気温の分布がガウス型でないのは、後に示すように夏期間気温の変動が小さいためである。興味深いのは、昭和基地では、北東風が卓越していることである。北北東、北東、東北東の風が全体の57.0%をしめる。風速のベクトル平均の絶対値をスカラー(絶対値の)平均で割った

方向一定性 (directional constancy. 一定性が高いほど100%に近い)は昭和基地では78%である。これは、昭和基地の風が低気圧などの移動するシステムに支配されているのではなく、南極大陸からのカタバ風が卓越するためである。

#### 4. カタバ風

地上風の風向がほとんど変わらないというのは、昭和基地に限らず、南極内陸部、沿岸部で共通する特徴である。内陸部観測点である南極点での方向一定性は

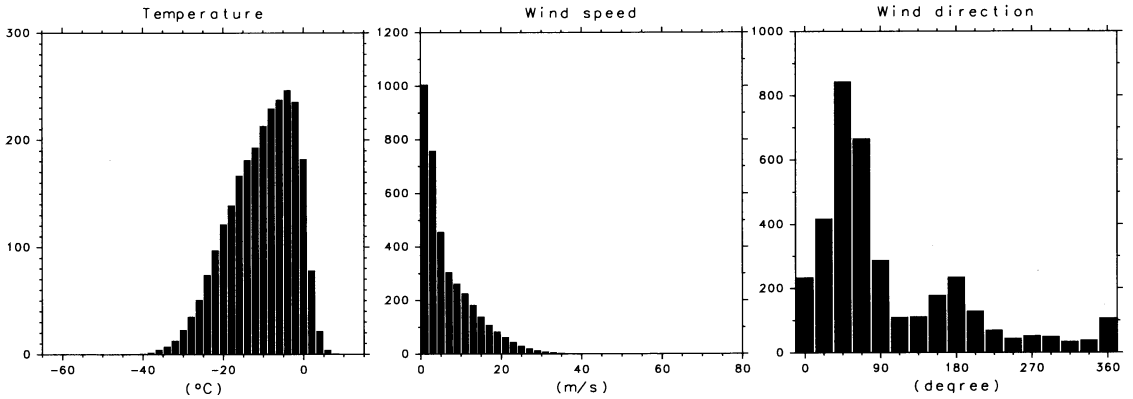


Fig. 4: Frequency distribution of surface temperature, wind speed, and wind direction at Syowa Station based on the data of 1957 through 2003 (Sato and Hirasawa, 2004).

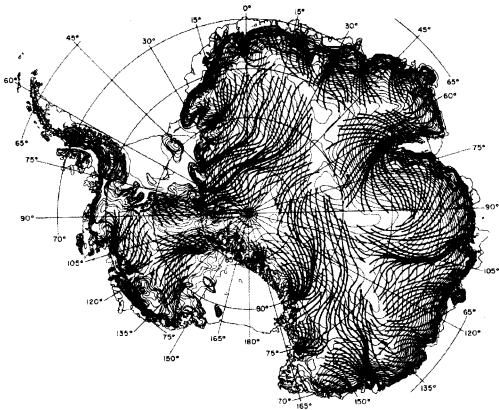


Fig. 5: Time-averaged wintertime streamlines of surface airflow over Antarctica. Contours show elevation in increments of 100 m (Parish and Bromwich, 1987).

79%, ポストーク基地では81%, みずほ基地では96%, 沿岸部のモーション基地では93%, ハレー基地では59%である (King and Turner, 1997). これは、南極のカタバ風が大陸規模の現象だからである。

カタバ風は、夜間の放射冷却により地表面付近の大気が冷やされ、重くなって、斜面を駆け下りる現象である。南極以外では、ハワイ島のカタバ風がよく知られている。南極のカタバ風の特徴は、大規模なために地球の回転を感じる点にある。すなわち、流れは左側にずれる。第5図は、南極冬季の平均的な地表風の流線である (Parish and Bromwich, 1987)。大陸の標高

が高いところから沿岸部に向かう流れが卓越しており、それぞれが左に曲がっているのがわかる。大陸が巨視的に見ると南側にあるのに、昭和基地でカタバ風が北東風なのは、大陸が局所的には東側に位置し、冷えた空気が西向きに駆け下りる際に、コリオリ力による南向き成分が加わるためと考えられる。

カタバ風は NOAA の赤外画像にも、温度の高い領域として見えることがある (第6図)。これは、カタバ風により上空の暖かい空気が地表面の冷えた空気と混合されるため、カタバ風の吹いていない領域よりも相対的に温度が高くなるためと考えられている。昭和基地からは、西に望む大陸上を駆け下りるカタバ風が、地表面付近の雪によって可視化されるのを観察することができる。また、カタバ風が強いときにはハイドロリックジャンプ (流れの急なところから緩やかなところに移る場所に見られる不連続な飛躍。はね水現象) の一種として、数百 m ほど雪が巻きあがる様子もしばしば見られる。

ブリザードをもたらす低気圧活動が弱い夏季は日変化が大きく、カタバ風に支配されることが多い。第7図は12~1月の平均の風向と風速の日変化である。カタバ風は夜半に吹き始め、昼過ぎに弱まる。午前中晴れていれば、早めに風はやむが、曇ってれば午後も残ることが多い。これは日射による地表面加熱の有無によると考えられる。18時からの夕食前は、風が止んで、1日の作業も終わり、ほっとできるひとときである。

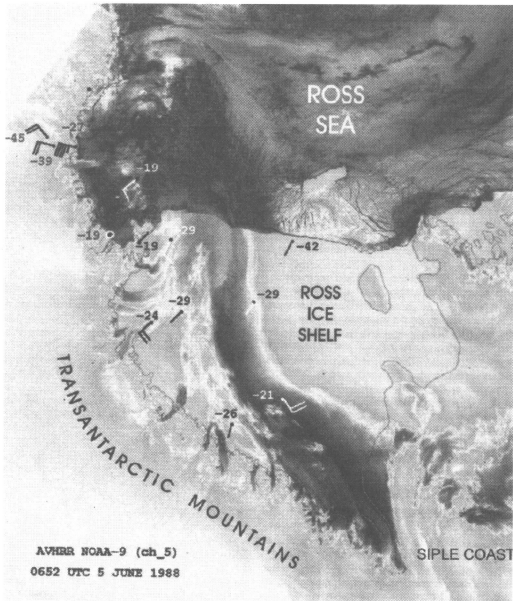


Fig. 6 : Thermal infrared image of NOAA satellite (0652 UTC June 1988) of winter katabatic flow. Katabatic flow from Siple Coast crossing the Ross Ice Shelf to the Ross Sea is visualized as dark (i. e warm) area (Bromwich and Parish, 1998).

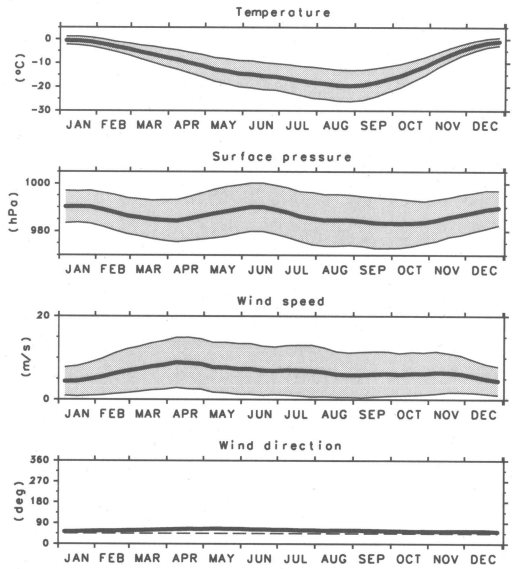


Fig. 8 : Seasonal variation of surface temperature, pressure, wind speed, and wind direction at Syowa Station based on the data from 1957 through 2003. A running mean with a length of a month is applied. Shaded widths indicate standard deviation for each ten day period. A dashed line in the bottom figure shows northeast wind direction (45 degrees) (Sato and Hirasawa, 2004).

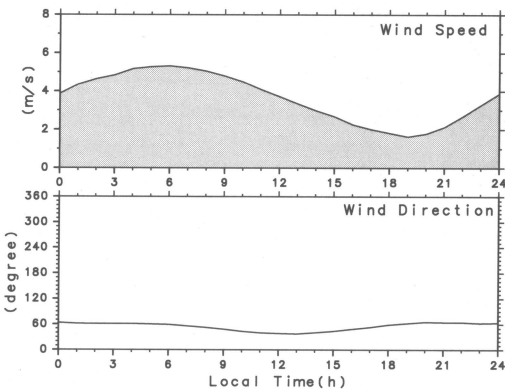


Fig. 7 : Time-averaged summer (December to January) wind speed and its direction at Syowa Station. Katabatic wind starts to blow late at night and ceases early in the afternoon.

5. 季節変化

第8図に気温、風速、気圧の季節変化を示す。42年間のデータを用いた旬平均(太線)と標準偏差(陰影)

である。標準偏差はしたがって数日以下の短周期の変動成分を示す(以下、短周期変動と呼ぶ)。図を見やすくする為に、1か月の移動平均をかけてある。平均気温は、夏の12月下旬から1月中旬までが高く、約 $-1^{\circ}\text{C}$ である。夏の短周期変動は小さい。夏の日中の気温はプラスになることが多く、雪は解ける。昭和基地では、むしろ、しらせの運んでくる観測物資の受け入れや、廃棄物の持ち帰り、夏の建設作業に備え、11月頃に砂まきをし、積極的に雪を解かす。夏の昭和基地は、風化した岩盤がむき出しの工事現場の様相となり、白い南極のイメージからはほど遠い。

これに対し、冬はじりじりと気温が下がり、旬平均気温の変化が緩やかな、いわゆるコアレスウィンターとなる。月平均の最低気温はおよそ $-20^{\circ}\text{C}$ であるが、夏に比べると気温の短周期変動は大きく、 $-30^{\circ}\text{C}$ を切る日も少なくない。 $-30^{\circ}\text{C}$ 以下になると、厚手の毛糸の手袋の上に厚手の皮の手袋をはめても、手が凍えてくるし、小さな金属さえも素手で扱うと痛くて辛くなる。

風速は、夏に比べて冬は強くなるものの、その季節変化は小さく、むしろ短周期変動の方が大きいことがわかる。風向は、前にも述べたように、季節を問わず北東風が卓越している。

気圧は概して低い。地上気圧は平均で987 hPa程度である。昭和基地の標高は29.18 mであるから、南極大陸内部と違って、高さのせいではない。950 hPa台という台風並みの低い気圧となることもまれではない。このように、南極周辺部で気圧が低いことは、極環低圧帯 (circumpolar trough) としてよく知られた事実である。しかし、その理由とはいうと、すぐには答えが思いつかない。地球の自転にともなう遠心力によって大気が赤道域にたまるから、とか、南極大陸があるために、中緯度から入ってきた低気圧が大陸周辺部で止まってしまうからというような説明がある。後者は止まると言うよりは上陸すると気柱が縮むために低気圧が弱まるからというのがより正確だろう。しかし、前者は北極では気圧は必ずしも低くないことが説明できないし、後者もそもそも平均場として気圧が低いことまで説明できるかという疑問が残る。ひとつの魅力的な説明は、南極固有の現象であるカタバ風を考慮したものである。南極では大陸がドーム型をしているために、南極大陸から周辺部に向かって流れ降りる大規模なカタバ風が存在する。これは質量収支という意味では、発散に働く。つまりカタバ風が南極周辺での低気圧を維持していると考えるのである。これは、大陸が存在しない北極では気圧は低くないという事実と調和的である。また、カタバ風の効果を考えると、次に述べるように、気圧の季節変化も説明できそうである。

気圧は夏と冬に高く、春と秋に低いという半年周期で変動する(第8図)。この特徴は気圧の周波数スペクトルに見られる半年のピークとしても現れている(第3図)。これは van Loon (1972) により示された、極環低圧帯の半年振動、すなわち、極環低圧帯が夏と冬に弱り、低緯度に移動することと対応している。

この気圧の半年周期変動は、カタバ風と南極大陸上の放射冷却による上層での大気の流れ込みの綱引きの結果との説明がある (Parish and Bromwich, 1997)。まず、シベリア高気圧のように、冬季の南極大陸のすぐ上の大気には、背の低い高気圧が形成される。これは、放射冷却によって冷やされ、静水圧効果により収縮すると、地衡風からのずれが生じ、これを解消する為に、周りから大気の流れ込むからである。この効果は極夜となる真冬に顕著である。ところが一方、南極

大陸はドーム型をしている為、冷やされた空気は重力流となって大陸周辺に流れ出す(カタバ風)。カタバ風も冬季に顕著となるが、統計的には夏以外はいつでも強い(第8図)。つまり、真冬はカタバ風は強いが、静水圧効果が勝るため高気圧となり、真夏は、冬に比べると静水圧効果は弱まるが、カタバ風も弱まるため、静水圧効果が勝って高気圧になる。そして、春と秋は、静水圧効果は冬に比べて弱まるのに対し、カタバ風は冬と同程度に強く、その低気圧効果が勝るといわけである。

ただし、標準偏差の幅で示される短周期変動が、この半年周期の変動よりも大きいことに現れているように(第8図)、昭和基地の気圧変動は、低気圧活動にも大きく影響されることにも注意しておきたい。また、南半球中緯度の高低気圧波動の活動度は春と秋に強く、それに伴う下部成層圏の極向きのブリューワドブソン循環による質量輸送の季節変化も南極周辺部の低気圧の半年周期と調和的であることも記しておく。

## 6. ブリザード

ブリザードは、強い吹雪または地吹雪のことである。吹雪と地吹雪の違いは、空から降る雪を伴うかどうかによる。つまり、地吹雪は降雪はないが、風により地表面に積もった雪が巻き上げられる現象である。いずれも強い風を伴い、視界が遮られる。昭和基地では、第1表に示したように、3つの階級に分けて捉え、基地活動の指標にしている。B級以上のブリザード時は外出注意となり、人員点呼が行われ、移動するときは無線で基地に連絡することになるし、複数人数での行動に制限されることもある。強いA級ブリザードになると、外出禁止令が出される。最大瞬間風速が40 ms<sup>-1</sup>をこえるとアンテナが折れたり、支線が外れるなどの様々な被害が発生する。強い風速のため震動で折れることもあるが、厚いベニヤ板の破片が飛んできて当たるなど、人為的要因が関係することも多い。しかしながら、厚いベニヤ板をとばすその自然の力は驚異的で、ブリザード後のアンテナ点検時に、支線を固定するための頑丈なターンバックルのフック部分がのびきっているのを発見したときは愕然とした。

ブリザードの記録は、各観測隊の公式記録である観測隊報告に残されている。ブリザード記録として書式がほぼ統一されているのは、1978年以降である。各ブリザードの階級、開始および終了時刻、最大風速、最大瞬間風速、備考欄には最低気圧などの記録も残され

ている。第9図は、これらのデータを基に作成したブリザードカレンダーである。A級は赤、B級は青、C級は緑で示してある。2重丸は、各隊で初めて経験したブリザードである。越冬交代は2月1日に行われるので、これ以降の最初のブリザードがその隊の第1号となる。その時期は2月が13回、3月が9回、4月は4回である。

夏期間、昭和基地の人口が100人ほどにふくれあがる。この時期は、到着した隊の荷物が十分建物内に収容されていないため、ブリザードが来ると大きな被害をもたらす。到着直後にB級ブリザードを経験した33次隊、夏作業本番の1月にC級ブリザードを経験した32次隊、40次隊は、まだ南極の気象になれていない時期でもあり、大変な苦労があったろうと推察される。ブリザードは各隊の独自の方針により命名される。

第10図は、1978～2002年におけるブリザード頻度の季節変化である。3月下旬から10月下旬までが多いことがわかる。この時期、頻度はほぼ一定であるが、興味深いのは、6月中下旬、つまり、ちょうど冬至のころ、頻度が落ちている点である。これは、おそらく真冬の南極大陸上の高気圧が発達し、極環低圧帯が低緯度に移動し弱まることに関連して、南極にやってくるブリザードをもたらす低気圧の頻度が下がるためだろうと考えられる。

50 ms<sup>-1</sup>を超えるような強い瞬間風速を記録するのは、たいていA級ブリザード時である。これまでの昭和基地での最大瞬間風速は、先に示したように、1996年5月27日に記録した61.2 ms<sup>-1</sup>である。このときの925 hPaでの高度場と湿度を第11図に示す。中心を65S付近に持つ強い低気圧が北西に控えている。低気圧の東側（昭和基地付近）では、高湿度になっていて、南向きの水蒸気移流があるのがわかる。最大瞬間風速が50 ms<sup>-1</sup>を超えた、ほかの事例も調べたが、同様な特徴が共通して見られる。ただ、このような気圧配置は必

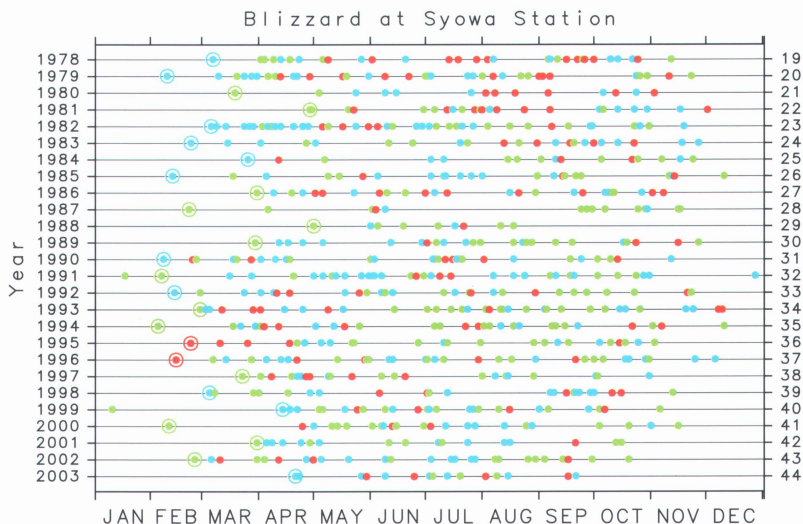


Fig. 9: Blizzard calendar in 1978 through 2003 at Syowa Station. Red, blue and green dots show class A, class B, and class C blizzards, respectively. Numerals on the right axis show the order of Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). Circled dots indicate the first blizzard which was experienced by each JARE.

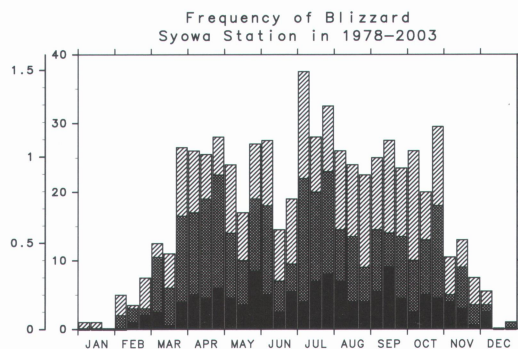


Fig. 10: Integrated number of blizzards in each ten day period of 1978 through 2003 at Syowa Station. Black colors, cross shading and hatches show numbers of class A, class B and class C blizzards, respectively (Sato and Hirasawa, 2004).

要条件にすぎず、いつでも強いブリザードになるとは限らないようである。44次隊で経験した、いくつかの強いブリザード時の気象庁の解析図や NOAA の雲画像を眺めた限りでは、上記気圧配置に加えて、客観解析データでは必ずしも表現されていない、東に抜けたひとつ前の低気圧の存在が重要であると思われる。つまり、北西の低気圧に伴う水蒸気を含んだ南向きの流

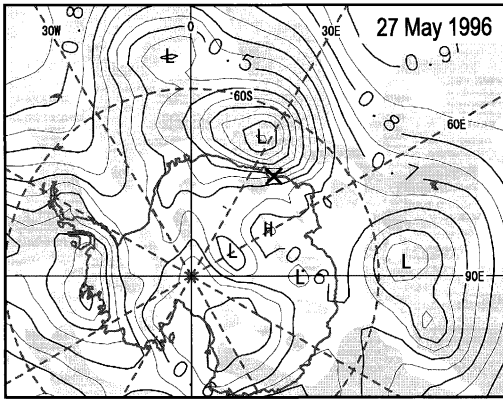


Fig. 11: A contour map of geopotential height (in km) at 925 hPa when the fastest gust wind of  $61.2 \text{ ms}^{-1}$  was recorded at Syowa Station (X). A strong cyclone is situated around  $65^\circ\text{S}$  to the northwest of Syowa Station. Shaded are the regions with relative humidity larger than 80% (Sato and Hirasawa, 2004).

れに、東の低気圧に伴う大陸側の冷たい西向きの流れがぶつかる収束域で、対流活動が活発となり、ブリザードを引き起こすようである。南極の気象の解釈および予報には、中小規模現象を押さえる必要があると考えられる。

第12図は、1978～2003年に起こった636回のブリザードに対して解析したブリザード継続時間の統計である。横軸が等間隔でないことに注意したい。強いブリザードほど長時間続いているのがわかる。C級以上のブリザード、すなわちすべてのブリザードの平均継続時間は、24.0時間である。B級以上は31.3時間、A級以上は37.8時間である。最長記録は1992年8月におこったB級ブリザードで135時間（5日15時間）、つづいて1992年5月のA級ブリザード116時間（4日20時間）、1978年10月のB級ブリザード110時間（4日14時間）である。継続時間はブリザードをもたらす低気圧の規模や形によると思われる。44次隊で経験した7月31日から8月2日まで約55時間続いた最長のブリザードは、2つの低気圧が連続してやってきたためであった。

ブリザード回数の年々変動を第13図に示す。各隊次ごとでなく、各年毎のデータにして示してある。ブリザード回数が最も少ないのは1988年（29次隊）の9回、最も多いのは1982年（23次隊）の42回で、その差はか

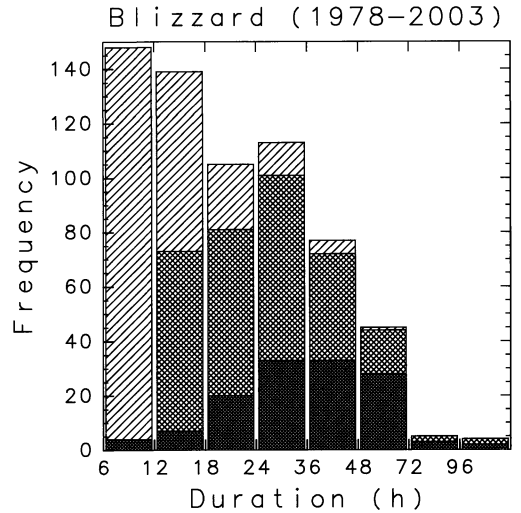


Fig. 12: Integrated number of blizzards at Syowa Station in 1978 through 2003 as a function of duration. Black colors, cross shading, and hatches indicate class A, class B, and class C blizzards, respectively (Sato and Hirasawa, 2004).

なり大きい。23次隊では、映画「寅さん」シリーズのマドンナの名前をブリザードに付けていたが、途中で足りなくなってしまったとの記述が、基地の新聞に残されている。平均は、A級ブリザードが5.6回、B級が10.6回、C級が9.3回の合計25.5回である。ブリザード回数に際だったトレンドは見られないが、1980年から1988年の9年にわたり最多記録を残した1982年を除いて回数が少ないのが特徴として読みとれる。また、1990年代半ばからは、増減を繰り返しながら徐々にブリザードが減っているようにも思われる。

## 7. 年々変動と南極振動

このようなブリザード回数の年々変動は、どのようにしてもたらされるのであろうか。ブリザードの季節変化のところで述べたように、ブリザード頻度は地上気圧が低い季節に高くなる。では、昭和基地の年平均地上気圧の年々変動はどのようであろうか。第14図上に時系列を示す。上向き矢印がブリザード回数が最大の1982年、下向き矢印が最小の1988年である。それぞれ年平均気圧が低い年、高い年にはなっているが、ほかの年に比べて際だっているわけではない。また、1982年を除きブリザード回数が少ない期間である1980～



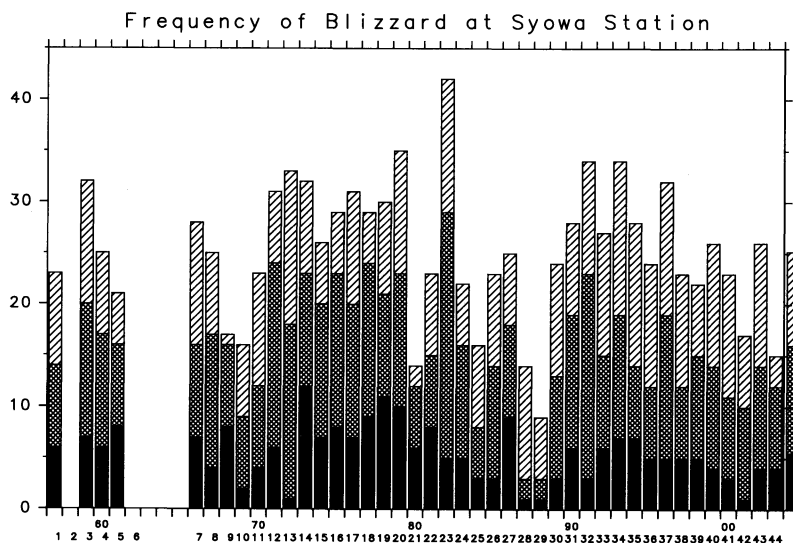


Fig. 13: Number of blizzards in each year at Syowa Station. Black color, cross shading, and hatches indicate class A, class B, and class C blizzards, respectively. Upper and lower numerals on the horizontal axis indicate year and the order of Japanese Antarctic Research Expedition. The bar on the right end shows the average for the years of 1957 through 2003 (Sato and Hirasawa, 2004).

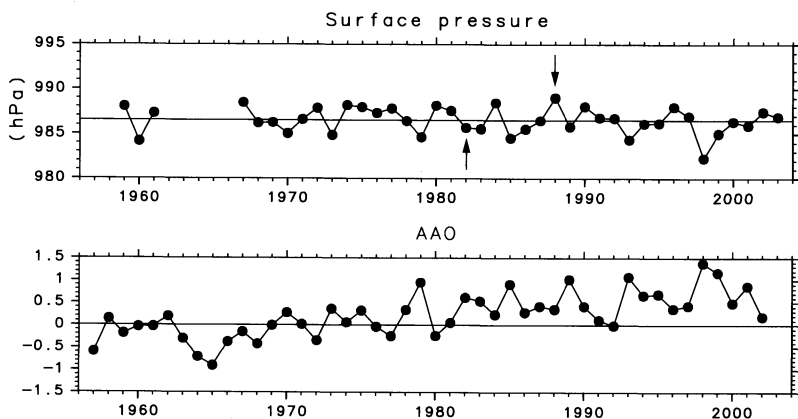


Fig. 14: Time series of annual mean surface pressure at Syowa Station (top) and that of Antarctic Oscillation (AAO) index (bottom). It is clear that the pressure time series at Syowa Station has good negative correlation with AAO index one. Downward and upward arrow show the year with the maximum and minimum number of blizzards, respectively (Sato and Hirasawa, 2004).

1988年に気圧が高い傾向も見られない。

ブリザードの年々変動の原因は、これまでのところよくわかっていない。その理由は、一つには、ブリザー

ドの定義が視程という人間活動に密接に結びついたものであり、気象学的には、強い吹雪または地吹雪の特徴を記述するのに必ずしも適した基準ではないためとも考えられる。昭和基地では晴天でも  $15 \text{ m s}^{-1}$  程度の風が吹くことはしばしばある。晴れているのに  $30 \text{ m s}^{-1}$  を超える風が吹いて、建物のドアをあけるのに苦労するという奇妙なことも経験する。降水がなくても、降りたてのやわらかい雪が風上であれば、地吹雪になって視程は悪くなるし、雪が固くなっていたら、視程は下がらず風が強いだけということになるだろう。

興味深いのは、第14図上に示した昭和基地の地上気圧の年々変動が、南半球中高緯度をおおう大規模な現象に支配されていることである。第14図下に示すのは「南極振動」と呼ばれる現象の時系列である。昭和基地の年平均地上気圧の時系列はこれときれいな負の相関を持つのがわかる。ただし、南極振動にはプラスのトレンドがあるが、昭和基地の地上気圧にはトレンドは見られない。

南極振動は南極と中緯度の気圧のシーソーである。Thompson and Wallace (1998) を発端として議論の盛り上がった北極振動の南極版である。北極振動は、

EOF (経験的直交関数展開) 解析するとでてくる見かけのモードという批判的な議論もあるが、南半球はほぼ円形の南極の周りは南極海で囲まれており、真の固

有モードである可能性もある。昭和基地の気圧の年々変動が、このような大規模な現象に支配されているのは興味深く、南極域を代表する観測点として重要であることを示すものである。

### あとがき

1999年12月に極地研に異動してから、極域の気象を思う存分調べたいと思っていました。昭和基地に越冬し、その機会を得ました。同じ観測隊に参加されていた気象庁の方々に協力頂き、地上気象のデータを同じフォーマットに整理して、図を作り、1次隊から43次隊までの全てのデータを並べてみたときには、感無量でした。南極昭和基地の気象観測の歴史の全てが詰まっているこのデータをおろそかにはできないと思いましたし、今後も同じような姿勢で定常観測を継続する必要を強く感じました。

夏期間、観測隊は、設営の人手不足のため、研究観測をしにきた者も含め、すべての隊員が、基地整備のための建設作業に否応なく出されます。越冬交代までの1月末までは、研究観測のための本来の仕事を作業時間に行うことは難しく、必然的に残業（といっても白夜なので昼間です）となります。早く片づけないと、周到に準備して持ってきた荷物がブリザードにやられてしまうかもしれないという焦りもあります。幸い、私の参加した44次隊は結果的に天候に恵まれましたが、過去には吹雪のなか建物の陰に身を潜めて、凍えながら中間食を取ったというような、かわいそうな話も聞きます。そういう夏作業中の天気も、この気象データを解析すれば手に取るようにわかり、先人達の苦労が容易に想像できるのです。

2002年度春の学会のシンポジウムでは南極観測が取り上げられ、その歴史と現状と将来についての議論がなされましたが、実際に観測隊に参加したことは、私にとって、昭和基地を第一拠点としたこれからの設営も含めた日本の南極研究のありかたについて、大いに考えさせられる貴重な体験でした。2007年度、49次隊を最後に任務を終えるしらせの後継船については、多くの方の努力と、世論の力に支えられて認められたというのは記憶に新しいことと思います。しかし、しらせの後継船は、今のスケジュールでは、早くも52次からの運行となり、50、51次の観測については未確定であることは、あまり知られていない事実です。もし、50、51次に観測船の運行がなくなればどうなるでしょうか。実は、50～51次の観測（2009～2010年）のみな

らず、次年に観測隊の交代ができない49次の越冬観測（2008年）も断念せざるを得なくなります。また、52次に予定通りしらせの後継船の運行が開始されたとしても、基地再開の作業のため、少なくとも52次はじめての観測（2011年）は難しくなります。つまり、3～4年の観測空白期間ができてしまいます。この期間は、ちょうど第4次国際極年（2007年3月1日～2009年3月1日）を含んでおり、国際的にも欠測となるのは、大変恥ずかしいことです。また、欠測年があると、トレンドなどの気候解析もできなくなります。つまり、過去のデータも生かされなくなるのです。

この解説で述べたように、地上気象だけをとっても面白い特徴が極域には沢山あります。これから極域の気象に興味を持つ若い人たちが増えてくればよいと思います。越冬中、昭和基地での生活や自然について感じたこと考えたことは、誠文堂新光社の「子供の科学」（2003年5月号～2004年3月号、2004年2月号を除く）に掲載しました。興味のある方はこちらも見て頂けると幸いです。なお、地上気象データの整備には、平沢尚彦さん、44次定常気象観測隊員の江崎雄治さん、高橋武さんにお世話になりました。ここに改めて感謝いたします。

### 参考文献

- Bromwich, D. H. and T. R. Parish, 1998 : Meteorology of Antarctic, In : Meteorology of the Southern Hemisphere, Meteorological Monographs, Volume 27, no. 49, D. J. Karoly and D. G. Vincent, editors, American Meteorol. Soc., 175-200.
- King, J. C. and J. Turner, 1997 : Antarctic Meteorology and Climatology, Cambridge Univ. Press., 409 pp.
- 気象庁, 1989 : 南極気象観測三十年史, 384pp.
- 日野幹雄, 1977 : スペクトル解析, 300pp, 朝倉書店.
- Parish, T. R. and D. H. Bromwich, 1987 : The surface windfield over the Antarctic ice sheets, *Nature*, **328**, 51-54.
- Parish, T. R. and D. H. Bromwich, 1997 : On the forcing of seasonal changes in surface pressure over Antarctica, *J. Geophys. Res.*, **102**, 13785-13792.
- 佐藤 薫, 1999 : 中層大気重力波の研究, *天気*, **46**, 803-818.
- 佐藤 薫, 2004 : JARE44オゾンホール観測, *極地*, **79**, 26-34.
- 佐藤 薫, 堤 雅基, 麻生武彦, 佐藤 亨, 山内 恭, 江尻全機, 2003 : これからの南極観測—南極昭和基地

- 大型大気レーダー計画一, 天気, 50, 619-624.
- Sato, K. and N. Hirasawa, 2004 : A statistical study on surface meteorology at Syowa Station in the Antarctic, *J. Geophys. Res.*, 投稿中.
- Thompson, D. W. J. and J. M. Wallace, 1998 : The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields, *Geophys. Res. Lett.*, 25, 1297-1300.
- van Loon, H., 1972 : Temperature, pressure, and wind in the Southern Hemisphere. In : *Meteorology of the Southern Hemisphere*. Meteorological Monographs, Volume 18 no.35, C. W. Newton, editor, American Meteorol. Soc., Boston, 25-100.

## Meteorology at Syowa Station in the Antarctic

Kaoru SATO\*

\* *Division for Research and Education, National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, Inter-University Research Institute Corporation, Kaga 1-9-10, Itabashi, Tokyo 173-8515, Japan*

(Received 5 July 2004 ; Accepted 9 October 2004)

### 今年お世話になったレフェリーの方々 (2004年)

秋吉 英治	石井 和子	牛山 素行	高尾 俊則	高藪 出	高藪 縁
浦野 弘	大河内 康正	大塚 清敏	竹村 俊彦	竹村 行雄	田畑 明
大野 久雄	大野 祐一	大橋 唯太	田宮 兵衛	塚本 修	中島 健介
大畑 哲夫	岡田 憲治	岡本 創	永田 雅	二階堂 義信	長谷部 文雄
沖 大幹	小倉 義光	尾瀬 智昭	平沢 尚彦	広瀬 正史	藤井 健
甲斐 憲次	木村 龍治	楠 研一	前坂 剛	眞木 貴史	水野 芳成
小柴 厚	斉藤 和雄	榊原 均	森 牧人	山崎 信雄	山田 広幸
佐々木 徹	佐藤 芳昭	柴田 隆	山根 省三	山本 勝	吉村 純
菅原 広史	鈴木 力英	瀬古 弘	米谷 恒春		