

第10次南極地域観測隊気象部門報告

石田 恭市*・鈴木 剛彦*・酒井 重典*

METEOROLOGICAL OBSERVATIONS AT SYOWA STATION IN 1969 BY THE 10TH JAPANESE ANTARCTIC RESEARCH EXPEDITION

Kyoichi ISHIDA*, Takehiko SUZUKI* and Shigenori SAKAI*

Abstract

The authors were members of the 10th Japanese Antarctic Research Expedition and were responsible for meteorological observations at Syowa Station between 1 February, 1969 and 31 January, 1970. The main subjects of observations, the method, and the equipments remain almost unchanged since 1966. The data of the surface observation at 00, 06, 12, 18 GMT and the aerological observation at 00 GMT were reported to Melbourne via Mawson according to the WMO Regula-

tions. Observations of the ground temperature at 50 cm and 90 cm deep, the amount of ozone at the surface, and the total amount of ozone, especially in winter, were also carried out. Characteristics in this season were: 1) The monthly mean temperatures till June were 1-2°C higher than the normal year. 2) The annual amount of the precipitation was less than the normal year. 3) Stratowarming was noticed from 27 October to 1 November, with temperature about -45°C at 50 mb (20 km) level.

1. 概 況

第10次越冬隊による気象定常観測は、1969年2月1日第9次隊から引き継ぎ、第11次隊と交替する1970年1月31日まで行なわれた。観測項目、観測方法、観測施設などは、ほとんど第9次隊と同じであるが、第10次隊の大きな特長は、地中温度の観測、地上オゾンの測定、冬期間の月光によるオゾン全量の観測を試みたことである。地上観測のうち00、06、12、18GMTの結果および高層観測00GMTの結果はただちに整理され、国際通報式により、モーション基地経由で解析センターに通報し、天気図作成等に利用された。

* 気象庁. Japan Meteorological Agency, Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo.

2. 地上観測

2.1. 観測項目および方法

2.1.1. MAMS および MAMP 2号機による観測

気圧、気温、湿度、露点温度、瞬間風向、瞬間風速、平均風向、平均風速、水平面全天日射量については、自動気象観測装置 (Multiple Automatic Meteorographic System) により、全期間にわたり連続記録され、瞬間風向、瞬間風速を除く各要素は、自動気象印字装置 (Multiple Automatic Meteorological Printer) により、毎正時における自動印字を行なった (JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY, 1969)。なお今回使用した2号機は、1966年 (第7次) の1号機を1968年 (第9次) において、平均化回路、記録計の部分の一部改良したものである。

2.1.2. 目視観測

雲、視程、天気などの目視観測については1日6回、00, 06, 09, 12, 15, 18 GMTに、その他の諸現象については随時行なった。

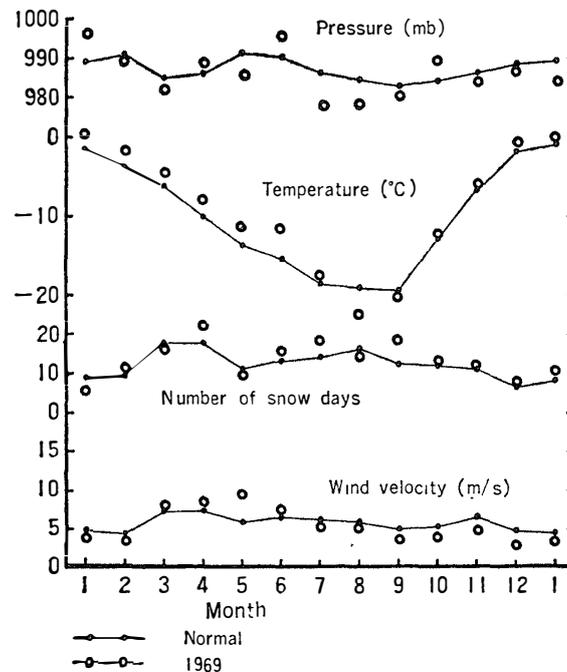


図1 海面気圧、気温、雪日数と風速

Fig. 1. Surface pressure (MSL), air temperature, number of snowy days and wind velocity.

表 1 1969 年の地上気象月平均
 Table 1. Monthly summaries of surface observation in 1969.

		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
Pressure (MSL) mb		995.5	990.3	982.7	988.2	985.1	995.9	977.8	978.0	980.1	989.0	984.9	987.8
Temperature °C	Mean	0.4	-1.6	-4.5	-8.2	-11.3	-11.6	-17.5	-22.3	-19.8	-12.7	-5.8	-0.8
	Maximum (Date)	9.5 (14)	4.2 (17)	1.5 (1)	-0.9 (13)	-4.7 (16)	-3.6 (15)	-9.5 (24)	-9.3 (15)	-6.0 (8)	-3.6 (24)	2.5 (7)	7.9 (29)
	Minimum (Date)	-7.8 (29)	-8.5 (22)	-10.2 (30)	-17.4 (23)	-20.2 (29)	-21.4 (5)	-36.2 (22)	-34.1 (20)	-32.0 (26)	-26.5 (16)	-17.9 (2)	-11.6 (1)
Humidity %		57	61	62	67	67	61	71	72	78	65	73	64
Wind velocity m/s	Mean	4.1	4.4	8.3	7.8	9.7	7.8	6.1	5.8	4.0	4.4	5.2	3.4
	Gust (Date)	25.1 (14)	22.0 (4)	27.0 (7)	36.4 (30)	44.0 (1)	45.5 (26)	44.6 (24)	46.8 (15)	29.8 (8)	31.8 (2)	29.2 (22)	22.7 (3)
Total hours of sunshine		434	142	107	60	11	—	1	78	139	263	324	436
Total radiation cal/cm ²		19746	9151	5222	1710	160	—	56	1332	5228	12200	18542	23503
Amount of cloud		5.5	7.5	7.9	7.8	6.8	7.2	7.4	5.5	6.3	5.4	6.0	5.3
Number of days of gale	10-14.9 m/s	11	9	9	16	7	5	8	9	3	14	10	9
	15-28.9 m/s	5	4	14	9	14	11	7	5	10	4	10	2
	29≤ m/s	0	0	0	0	1	2	2	4	0	0	0	0
Number of days of weather	Clear	5	4	2	3	4	3	3	8	6	8	6	5
	Cloudy	10	19	22	21	19	19	20	11	17	13	13	11
	Snow	5	10	18	22	11	15	19	16	18	13	12	8

2.1.3. その他の観測

カンベル日照計による日照時数，ゴルチンスキー型日射計による直達日射量，フンク示差放射計による長波放射の観測は，全期間にわたり連続記録された．このほか，現用の水銀気圧計とホール素子型気圧計の比較観測，鏡面式露点計とデューセル式露点計の比較観測も行った．

2.2. 観測結果

主な気象要素の変化は，表1および図1のとおりである．大きな特長は，前半6月までは連続して気温が高目に経過したことで，特に1月14日および15日には，最高気温がそれぞれ $+9.5^{\circ}\text{C}$ ， $+9.4^{\circ}\text{C}$ と基地開設以来の高温を示した．このため，オングル海峡の結氷は，なかなか成長せず，1月から2月にかけては，海峡を冰山が往来したり，転倒するといった珍現象さえも見られた．全面結氷したのは，5月に入ってからであった．また，例年5月頃に成長する基地周辺のドリフトは，7月下旬の2度におたる強いブリザードまでは，ほとんど成長しなかった．

5月から7月にかけては，気圧の変動が大きく，6月としては基地開設以来の高い値を示したのに対し，逆に，7月には基地開設以来の低い値となった．気温は7月中旬から下旬にかけて強い寒波が訪れ，月平均値としては，ようやく平年並となった．22日に記録した最低気温 -36.2°C は，今年の最低記録となった．8月は天気はほぼ周期的に変化し，気温はやや低目に経過した．15日のブリザードによる瞬間最大風速 46.8 m/s は，今年の最大値を示したが，例年に比較すると強いものではなかった．9月に入って大きく発達した低気圧が昭和基地付近に接近し，8日には基地始まって以来の最低値(929.6 mb)を記録したが，強い風は吹かなかった．気温は9月以降は，ほぼ平年並に経過し，また天気は10月，11月とおだやかな日が多くなり，次第に夏型に移行していった．積雪は，前年に続いてあまり多くなく12月末には基地周辺の主なドリフトは，ほとんど消滅してしまった．

3. 高層観測

3.1. 観測項目および方法

3.1.1. 観測項目

上空約25 kmまでの気圧，気温，風向，風速と約7 kmまでの湿度および露点温度．

3.1.2. 観測方法

使用計器は、RS II 68型ラジオゾンデで、これは従来のR II 64型の発振器の一部にトランジスターを用い、軽量化したものである。受信装置（自動追跡記録型方向探知機）、記録方式（周波数変換記録方式）および水素発生装置は、7次隊以来使用しているものと同じである（JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY, 1969）。また8次隊で設置した自動測風計算機（WAC）もほぼ良好に作動した。使用した気球は9次隊と同じく800gのもので、例年どおり、4月上旬から10月上旬まで低温による破裂高度の低下を防ぐため、軽油による油づけを行なった。

3.2. 観測経過

3.2.1. 機器の状況

2月1日に観測を引き継いで以来、ブリザードによる飛揚困難な日を除いて、毎日1回00 GMT (03 LT) に観測した。初めのうちは、ゾンデの発振器のトランジスター不良が、また発振管の不良がときどきあったが、予備品と交換して使用した。水素発生器は8月6日不調となり、レトルトを交換した。7月22日に地上気温が -36.2°C となり、アンモニアがボ

表2 1969年の高層気象月平均値

Table 2. Monthly summaries of aerological observation in 1969.

		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	
Number of days of observation		31	28	31	30	30	29	29	30	30	31	30	31	
Number of days of no data		0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	
Number of times of no data		1	0	2	0	5	1	1	1	2	2	1	0	
Number of times of observation		32	28	33	30	35	30	31	31	32	33	31	31	
The height of balloon ascent	Mean	km	28.1	27.3	25.0	25.4	24.6	23.5	21.9	23.7	23.7	24.6	27.5	27.9
		mb	16.1	16.1	24.0	20.0	20.8	21.7	27.3	19.5	20.5	20.1	16.4	17.5
	Max.	km	35.6	30.9	28.8	28.7	29.8	28.2	27.7	25.8	27.6	32.6	30.9	30.1
		mb	6	12	13	12	9	9	10	13	11	7	10	13

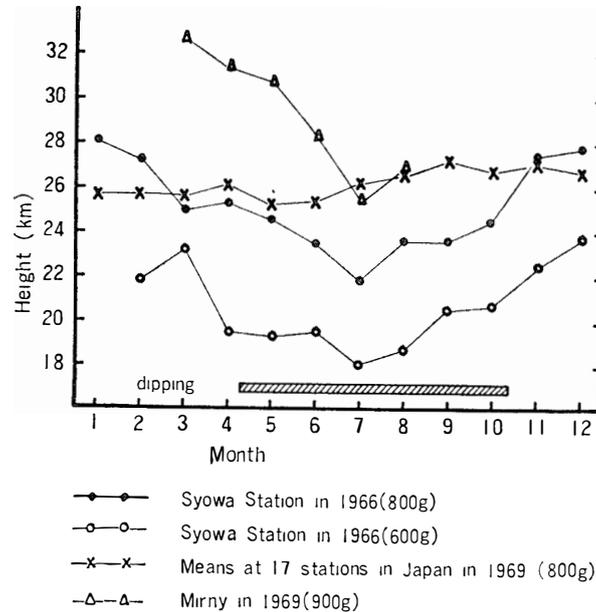


図 2 気球破裂高度

Fig. 2. The height of balloon ascent.

ンベから流出しなくなった（アンモニアの沸点は -33.4°C ）。このため、ポンペにヒーターを巻き低温時に備えた。今年（1970年）に入って1月28日に、発生炉加熱用ヒーターが断線し、予備品と交換した。

測風計算機は、9次隊のとき不調だった磁気ドラムを交換したため、電源部とタイプライターの一部に故障があっただけで、ほぼ順調に動作した。

自動追跡型方向探知機（D 55 B）は、感度低下による調整を行なったただけであった。

3.2.2. 観測状況

観測の月別結果を表2に示す。このなかで、再観測の15回は例年に比べて少ない。これは強風時に使用する巻下器を運動式にしたため、平均風速が 20m/s のときでもほとんど飛揚することができたからである。

今回の観測で特に注目されるのは、観測高度ののびである（図2）。2月から5月にかけては、前年よりも平均 2km 高くなっており、年間通しては、第7次隊（1966年）、第8次隊（1967年）のときよりも約 4km 高くなった（第7次、第8次では 600g の気球を使用）。冬の到達高度については、上層の気温が低いため 23km にとどまったが、気圧になおすと年間通して 20mb 前後であり、むしろ国内での到達高度よりも高い。7月に低かったのは、気球の質にバラツキがあり、 50mb に到達しなかったのが6回もあるためである。これに対して、

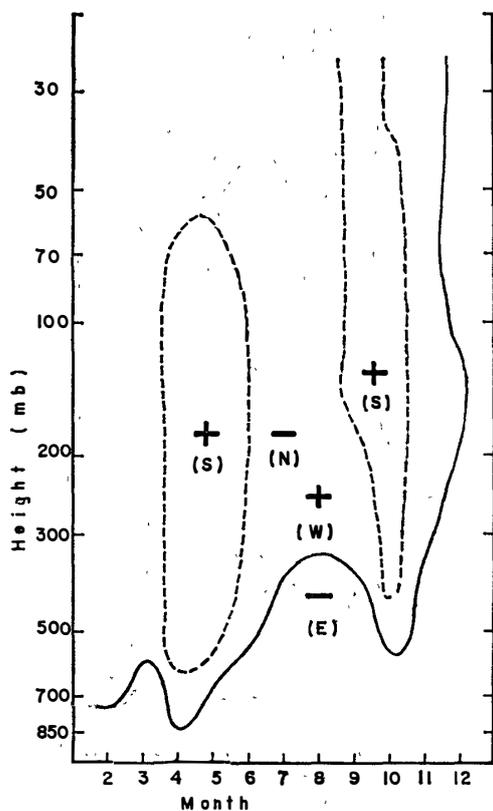


図3 1966年の高層風の成分

Fig. 3. Aerological wind component in 1966.

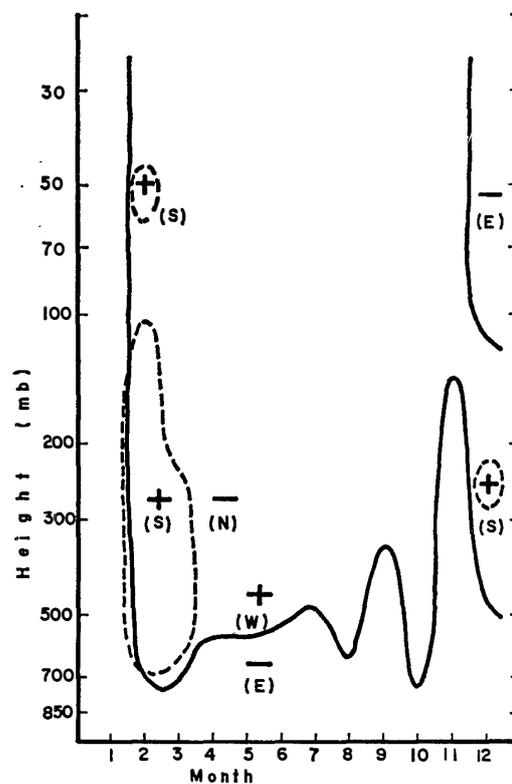


図4 1967年の高層風の成分

Fig. 4. Aerological wind component in 1967.

ソ連における到達高度は、昭和基地におけるよりも高く、かつ、前年よりも成績があがっていた。このため、ミールヌィ基地に、飛揚前における気球の取り扱いについて問い合わせ、これを参考にして、次のような処理をした。

前日（飛揚24時間前）に約10分間軽油に浸した後、40°Cの恒温槽に保管する。当日は約1分間軽油に浸す。その後、当日の油処理はあまり効果がなかったので、はぶくこととした。なお上層の気温が上昇してくるにともない、油に浸す時間を短くする方が良いようである。ソ連の破裂高度が高いのは、900 gの気球を使用していることが大きな理由と思われる。

3.3.3. 結果の概要

図3から図6にかけて、過去4年間の高層風の成分の変化を示してある。これによると、ほぼ例年、成層圏下部から対流圏上部にかけて、春秋の2回、南風の成分が卓越する傾向がある。また成層圏で、夏期間は偏東風が卓越するが、その規模は年によって差がある。1969年についてみると、秋期（3、4月）には、150 mb前後に弱い南風の成分がみられただけで、

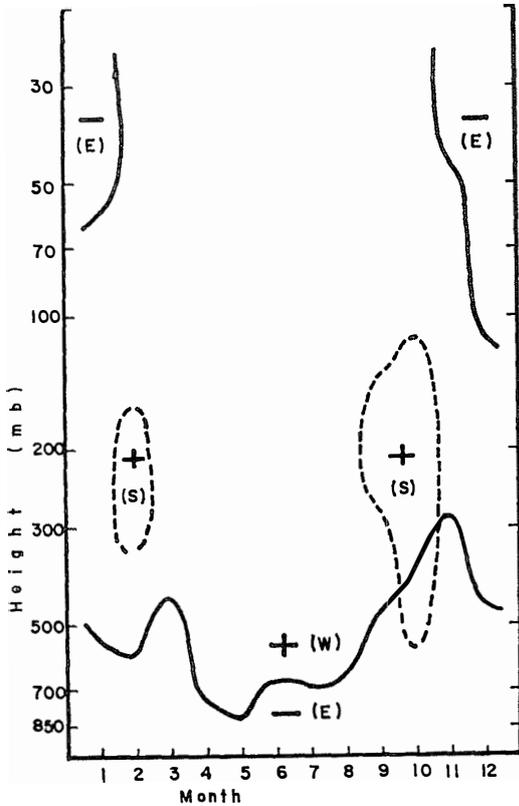


図 5 1968年の高層風の成分

Fig. 5. Aerological wind component in 1968.

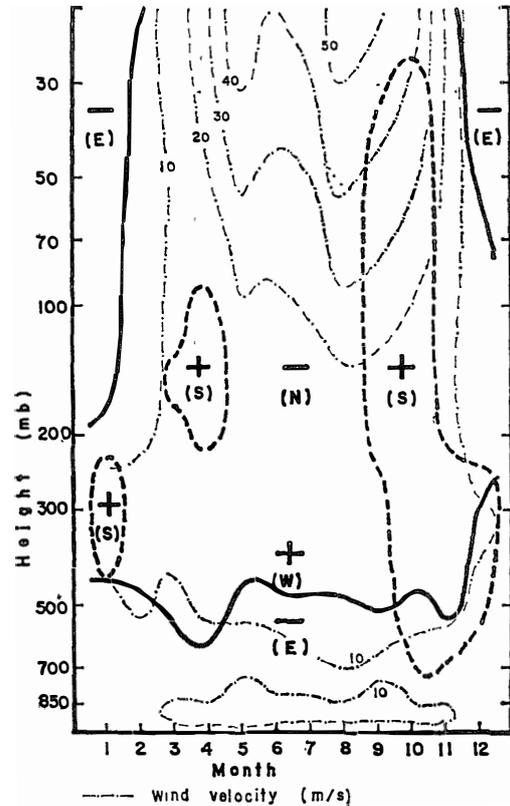


図 6 1969年の高層風成分と風速

Fig. 6. Aerological wind component and velocity in 1969.

あまり強い大陸からの流出は見られなかった。しかし、逆に、春期(9, 10, 11月)には、かなり強い南風の成分が現われ、昭和基地周辺については、平均的に低緯度への流出の場が続いたことを意味している。偏東風については、1968年12月から1969年1月にかけてよりも翌年の方が弱かった。また冬期間、成層圏で発達する周極渦については、今回は強い方であった。なお基地で観測された成層圏昇温は、1度だけであった。すなわち10月27日頃から11月1日にかけてで、ポストーク、ミールヌィ、ノボラザレフスカヤ、サナエ各基地においても、このころだけ観測されている。これは昨年とほぼ同じ時期である(昨年は、10月24日から10月30日)。なお昇温後の気温は、あまり高くならず、50 mb面(高度およそ20 km)で -45°C 以下で経過した。

4. 特殊ゾンデ観測

4.1. 概 要

今回使用した特殊ゾンデは、輻射ゾンデ、オゾンゾンデ、電気ゾンデの3種である。合計93個で、3日～4日に1個の割合で飛揚しなければならない。このため前もって、特殊ゾンデ飛揚のためのカレンダーを作成し、これに基づいて観測した。放射ゾンデは、その性質上、夜間に使用するので、2月から10月までとし、毎週水曜日と隔週金曜日に行ない、オゾンゾンデは、4月、7月、10月、1月の毎水曜日に揚げることにした。また電気ゾンデは、第2、第4水曜日を予定した。各ゾンデの月別飛揚回数は、表3のとおりである。

表3 1969年の特殊ゾンデ飛揚回数
Table 3. Number of monthly ascents of special radiosondes in 1969.

	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Total
Radiation	1	6	3	7	8	6	8	7	3	—	—	—	49
Ozone	1	—	5	—	—	3	1	1	6	—	—	3	20
Atmospheric electricity	1	3	2	3	2	2	2	2	2	—	3	2	24
Total	3	9	10	10	10	11	11	10	11	—	3	5	93

4.2. 放射ゾンデ

使用した計器は、RS II-R68型南極用輻射ゾンデを使用した。これは従来のR66A型の発振部を一部トランジスター化したものである。強風による地物激突が一度あったが、そのほかは、ほぼ良好なデータを得た。6月に入り、上層の温度が低下しはじめると、感部への切り換え接点に不良が出始めた。スチロホームで計器部の保温を行なったが、効果はほとんどなかった。

4.3. オゾンゾンデ

RS II-KC68型オゾンゾンデを使用、これは従来のKC65型オゾンゾンデを小型化し、取り扱いを簡素化したものである。強風による飛揚不成功は1回だけで、ほぼ良好な結果であった。オゾン量を算出する過程で、気圧は重要な要素であるが、現在使用しているP64A型の高度断続器は充分とはいえない。今回は試験的に定常観測用の気圧計を数回使用してみた。結果は良好で、気圧の読み取り精度に基づくオゾン量誤差は、かなり少なくなったと思われる。

4.4. 電気ゾンデ

RS II-E64型大気電気ゾンデを使用，自由大気中の電位傾度を観測した．飛揚時における気球および吊り紐の荷電の問題，計器の絶縁不良の問題があった．解析と整理は，気象研究部門で行なった．

5. オゾン観測

5.1. オゾン全量

前年に引き続き，ドブソンオゾン分光器により，オゾン全量の観測を行なった．観測日数は表4のとおりである．なお5月から8月にかけての暗夜の期間は，月光による焦点像を用いて観測を行なった．年変化は図7のとおりで，冬期間は少なく，夏にはやや多いという傾向は，従来と同じであるが，10月から11月にかけての成層圏昇温のころに，増減の変化が目

表4 1969年のオゾン観測回数

Table 4. Number of days of monthly observation of ozone in 1969.

	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Total
Total ozone	22	24	15	2	7	3	8	9	22	19	21	15	167
Surface ozone	—	—	—	—	9	8	7	7	7	7	9	2	56

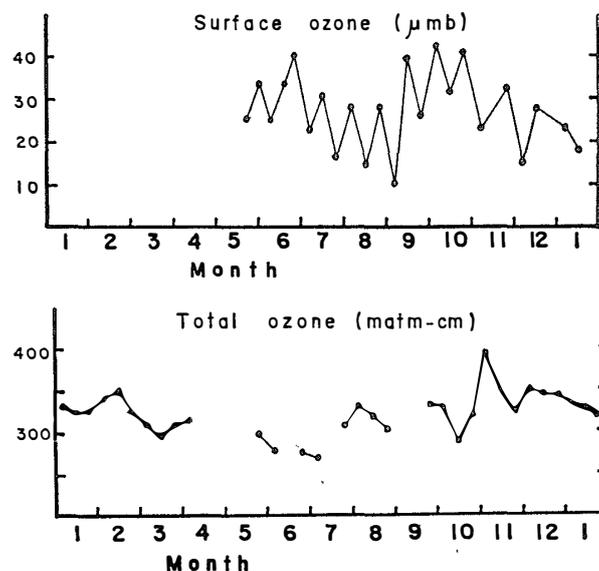


図7 地上オゾンと全量オゾン

Fig. 7. Surface ozone and total ozone.

立った。また、ちょうどそのときに下部成層圏から上部対流圏にわたって、南風の成分から北風の成分に移行したことは、興味がある。比較観測、標準ランプテスト、水銀灯による波長検定は随時行なった。また光学的くさびの変化を調べるテストを12月8日行ない、その結果、器械はほぼ正常であると判断された。

5.2. 地上オゾン

地上オゾン量を測定するため、RS II-KT65型オゾンゾンデを用いた。これは第7次(1966年)のとき使用したもので、Ehmert's methodによって求めるものである。測定は5月から翌年1月まで、3~4日ごとに行なった。測定に要する時間は、準備に10分、校正に20分、測定に20分程度である。校正は室内でおこない、測定は百葉箱内で行なった。測定の月別回数は表4のとおりである。年変化は、図7のとおりで、年間通して、 $30 \mu\text{mb}$ 程度であった。7月から8月にかけていくぶん少なく、9月下旬から10月にかけて増加している。この増加した時期は、ちょうど成層圏で南風の成分が卓越しはじめた頃と一致している。

6. 地中および下層温度の観測

上利式自記温度計を使用して、温度の連続観測を行なった。地中90 cm, 50 cm, 20 cm, 地表面, 地上5m, 9mの6点である。記録は5月9日から始め、その後ほぼ良好に記録された。地中90cmおよび50cmの温度変化は図8のとおりである。冬期間と夏期間は、気温

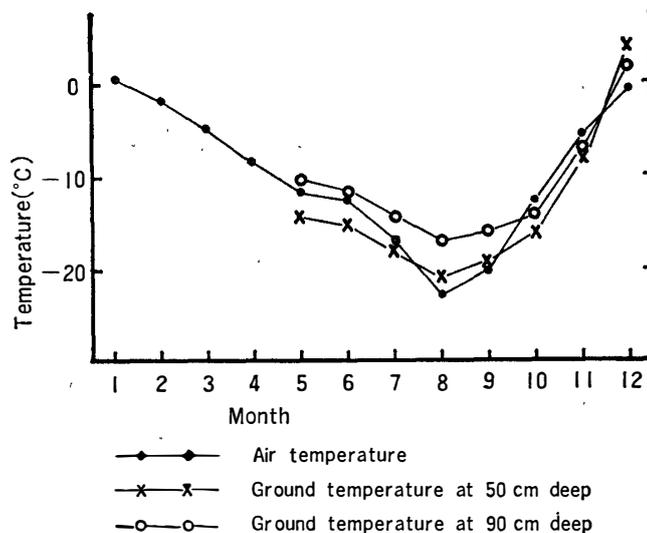


図8 気温と地中温度

Fig. 8. Air temperature and ground temperature.

よりも地中温度の方が高い値を示している。

7. その他の観測

7.1. サーミスター温度計

装置開発の目的で試作されたサーミスター温度計を用い、海氷上の気温の連続観測を行なった。場所は、旧車庫の東方150m（天測点からみて55°方向、300m）の海氷上である。5月10日から記録をはじめ、ほぼ良好に動作した。冬期間、風の弱いときに、百葉箱内における温度よりもサーミスター温度計の方が2°C程低い値を示した。

7.2. 大陸内におけるゾンデの飛揚実験

基地の東方20 kmの大陸上（F16）で、ゾンデの発振ならびに飛揚テストを行なった。発振および飛揚はF16で行ない、受信は基地である。地上において発振させた状態でもかなり良好に受信することができた。飛揚テストは、8月18日、26日、9月3日の3回にわたり行なった。強風のため、ヘリウムガスの充てんにやや困難な点があるが、風速10m/s程度ならば観測が可能であることがわかった。

8. 天気解析

8.1. 資料

天気解析のために使用した主な資料はつぎのとおりである。

- a. 昭和基地における地上、高層の観測資料。
- b. 昭和基地における気象変化図。
- c. サナエ、ノボラザレフスカヤ、マラジョージナヤ、モーソン、ミールヌィ各基地の地上気象観測資料。
- d. 00 GMTのファックスによる地上および500 mbの南極天気図。

8.2. 経過

主に基地の観測結果をもとにした気象変化図を作り、天気の周期的変化に着目して、天気図に適宜修正を加えていく方法で行なった。天気図は、通年通信担当隊員によって受画された。月平均27枚程度であるが、解析が十分になされていないために、気圧系の追跡ができないときがしばしばあった。10月に入り、成層圏昇温のころの前後の解析と、内陸調査旅行隊出発時期の天気予報のため、約半月間、ミールヌィの無線放送を受信して、12GMTの南半

球地上天気図を作成した。

8.3. 結果の概要

過去の隊が経験しているように、昭和基地付近に影響をおよぼす低気圧については、アメリカ南部から南東進してくるものと、南極大陸沿岸に沿って東進してくるものとの2種があり、その動きをいかに把握するかが問題である。今回は、それらの周期的動きを重視して解析を試みた。低気圧の動きの大きな変化は1ヵ月、小さな変化は7日ないし10日の周期があり、割合良い精度で、この動きを判断することができた。また夏になって、偏西風帯の波動が不明瞭になったとき、500 mbの極冠高気圧の西進に着目して解析した。

観測資料が少ないため、精度の良い解析は困難であるが、現在よりさらに効果をあげるには、南極半島およびその周辺の島々の毎日の観測資料、さらに高低気圧の正確な位置確認のための気象衛星の資料の入手が、ぜひ必要である。

9. あとがき

基地においては、楠隊長はじめ越冬隊全員のお世話になった。特に野外観測のときには、気象研究担当近藤隊員、機械担当竹内隊員の理解と協力を得た。厚く感謝の意を表す。また楠隊長および気象庁南極事務室清野室長には、終始ご指導をいただいた。

(文責、石田)

文 献

JAPAN METEOROLOGICAL AGENCY (1969): Antarctic Meteorological Data, 7, 1-4.

(1970年6月26日受理)