

## 第19次南極地域観測隊気象部門報告 1978

安田昌弘\*・佐藤龍司\*・松本崇司\*・金戸 進\*

### Meteorological Observations at Syowa Station in 1978 by the 19th Japanese Antarctic Research Expedition

Masahiro YASUDA\*, Tatsuji SATO\*, Takashi MATSUMOTO\*  
and Susumu KANETO\*

**Abstract:** This paper describes the results of surface and aerological meteorological observations at Syowa Station (69°00'S, 39°35'E) between 1 February 1978 and 31 January 1979. The main subjects of the observations, methods, and equipments are the same as in 1977 except the use of hydrogen generator at the station.

According to the WMO procedures, the surface and aerological data were immediately reported to the World Meteorological Center in Melbourne *via* Mawson Station.

This paper also gives the results of experiment on the influence of sunshine upon the sonde thermistors, statistical discussion on the stratospheric sudden warming using the data of the last 13 years and analytical research of meso-scale cyclonic activities observed at Syowa Station.

**要旨:** この報告は、第19次南極地域観測越冬隊気象部門が1978年2月1日から1979年1月31日まで、昭和基地において行った地上および高層気象観測の結果をまとめたものである。観測方法、設備、結果の取り扱い等は新型水素発生装置を新設し使用したほかはほぼ18次隊と同じである。

観測結果は、国際気象通報式に従って、モーソン基地経由でメルボルンの世界気象センター(WMC)へ通報した。

この報告には、高層気象観測測器の気温測定用サーミスタへの日射の影響を調査し示した。また、成層圏の突然昇温の13年間の統計結果も示した。さらに、昭和基地で観察されたメソ低気圧の解析結果も紹介した。

### 1. はじめに

第19次南極地域観測越冬隊気象部門は、1978年2月1日から1979年1月31日までの1カ年を担当し、次項のような諸観測を行った。諸観測内容、観測法については、第18

\* 気象庁. Japan Meteorological Agency, 3-4, Otemachi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100.

次隊と同様であり詳細は省略する。今次では高層観測に使用する水素ガスの生成方法が、旧式のアンモニア分解方式からメタノール分解方式に変わったのが特徴である。

今越冬中の気象で記録更新したものは、

- 1) 11月の最高気温 4.6°C (11月27日で11月として基地開設以来の高温)
- 2) 1月の最低海面気圧 966.5 mb (1月31日で1月として基地開設以来の最低気圧)であった。

今回は、高層気象観測として、気温測定用サーミスタへの日射の影響を調査した。その結果、日射による補正を行う必要性をここに述べた。

また、成層圏の突然昇温の13年間の統計結果およびオゾン全量の増減と成層圏の突然昇温時期との対応等を示した。

## 2. 地上気象観測

### 2.1. 観測と経過

地上気象観測は、気象庁地上気象観測法に準じ、WMO 観測指針に基づいて行った。観測項目および測器を表1に示す。

天気現象については、随時目視による観測を行ったが、雲、視程、天気は1日8回、(00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 GMT) の観測を行った。これらの観測結果は、国際気象通報式によりモーソン基地経由でメルボルンへ通報した。

各測器および機器は、年間を通じてほぼ順調に作動し、観測に支障をきたすような障害

表1 地上観測の項目と測器

Table 1. Elements and instruments of surface observation.

観 測 項 目	観 測 測 器
気 圧	ステーション型水銀気圧計* 船舶用アネロイド型自記週巻気圧計
気 温	白金抵抗温度計* アスマン型通風乾湿計
露 点 温 度	塩化リチウム露点温度計*
湿 度	気温と露点温度により計算*
風 向 ・ 風 速	風車型自記風向風速計*
日 射 量	ゴルチンスキー全天日射計* 直達日射計
日 照 時 間	カンベル型日照計
視程・雲量・大気現象	目視観測

\* は MAMS (自動気象観測装置) により連続記録,  
MAMP (自動気象印字装置) により毎時印字

はなかった。

気圧、気温、露点温度についての比較観測の結果を表2に示す。たとえば、気温の比較観測で5月27日は0.7°Cの気温差を観測しているが気象庁地上気象観測法では、0.5°C以上の差を認めたら端子等点検後、再度比較観測するように決められている。この時は別のデュースセルに交換した。このデュースセルは後日の点検では異常なく比較観測に問題があったと思われる。そうじて各測器とも正常であった。

表2 地上測器比較観測結果

Table 2. The comparison of surface observation instruments.

	気 圧	気 温			露 点				
MAMS	ステーション型	白金抵抗温度計			デュースセル露点計				
比 較	フォルタン型	アスマン通風乾湿計							
年月日	1978 11.10	1978 5.16	5.27	7.7	8.15	11.14	11.27	1979 1.26	
MAMS	989.7 989.6	気	-9.8°C	-5.5	-13.9	-16.0	-2.7	0.3	-1.9
比 較		温	-9.4	-4.8	-13.7	-15.7	-2.6	0.4	-1.7
		露	-17.7	-9.5	-23.9	-23.1	-9.4	-5.6	-4.3
		点	-17.6	-9.4	-23.8	-23.7	-9.0	-5.4	-3.9

## 2.2. 観 測 結 果

表3と図1に、1年間の観測結果を要約して示す。月別の天気概況はつぎのとおりである。

2月：気温は、前半は平年よりやや低目、後半はやや高目に経過。中旬から下旬に弱い低気圧が接近したが、ブリザードには至らなかった。20日の低気圧の接近により最大瞬間風速 36.8 m/s を記録。

3月：月平均気温は、平年より2.8°Cも低く基地開設以来の寒さとなった。風速も比較的弱く、日照時間も平年よりやや多く、好天日が多かった結果である。ブリザードは2回、3日。

4月：気温は、2~3日の短周期で変化しほぼ平年並み。日照時間は、前半は周期的な低気圧の接近で平年より少なかったが、後半は安定した天気が続き平年よりかなり多くなった。ブリザードは5回、11日。

5月：月平均気温は、平年より2°Cほど高く、月平均風速も平年よりかなり大きくなった。これは、周期的な低気圧の接近が原因で、しかも大型低気圧が多かったことで、低

表 3 1978年の地上気象月別気象表

Table 3. Monthly summaries of surface observation in 1978-1979.

		1978年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1979年 1月
平均気圧(海面) (mb)		986.5	987.6	989.2	984.4	987.6	988.4	991.4	978.0	978.1	986.2	987.4	989.7	987.7
平均気温 (°C)		-2.1	-3.8	-9.3	-11.3	-11.7	-16.9	-14.7	-21.3	-15.2	-13.7	-7.2	-1.6	-0.4
最高気温の極 (°C)		4.3	2.6	-1.1	-3.6	-3.3	-6.2	-4.4	-5.6	-3.7	-4.7	4.6	6.2	9.1
同起日		19	9	5	8	28	19	13	5	29	13	27	26	11
最低気温の極 (°C)		-10.1	-14.7	-22.3	-24.5	-25.2	-34.5	-32.3	-35.0	-30.0	-27.1	-23.5	-10.5	-8.2
同起日		31	13	19	30	3	16	25	13	12	4	6	12	31
平均湿度 (%)		67	72	72	70	65	65	65	60	70	70	64	66	67
平均雲量		7.6	7.3	7.5	6.6	7.1	6.7	7.2	6.8	8.0	7.5	5.9	5.9	6.5
平均風速 (m/s)		3.7	6.3	5.6	8.6	10.3	6.2	9.9	6.5	10.3	6.7	4.6	3.7	3.2
最大 風速	10分間平均風速 (m/s)	19.3	29.2	31.0	28.3	32.3	26.1	35.2	34.1	34.3	32.1	20.6	15.6	23.1
	同風向	NE	E	NE	ENE	ENE	ENE	ENE	ENE	NE	E	NE	NE	ENE
	同起日	18	20	5	11	31	19	13	1	28	23	25	17	2
	最大瞬間風速 (m/s)	24.6	36.8	38.8	36.7	38.8	32.6	44.9	40.5	43.6	41.2	24.7	19.6	29.0
	同風向	NE	E	NE	ENE	ENE	NE	ENE	ENE	NE	E	NE	NE	ENE
同起日	18	20	5	11	31	18	13	1	28	23	25	17	2	
日照時間 (h)		306.8	161.8	106.1	83.3	17.2	—	2.9	76.1	78.4	155.5	340.2	428.5	341.4
日照率 (%)		43	33	27	32	15	—	6	35	23	32	54	58	48
全天日射量 (cal/cm <sup>2</sup> )		19468	11560	6146	1857	114	—	8	1220	4084	9783	18316	22767	19462
暴風 日数	10.0~14.9 m/s	8	5	10	7	6	8	7	8	7	4	12	10	6
	15.0~28.9 m/s	4	7	5	15	16	12	10	8	9	12	4	1	2
	29.0 m/s 以上	0	1	1	0	4	0	6	2	10	1	0	0	0
	合計	12	13	16	22	26	20	23	18	26	17	16	11	8
天気 日数	快晴 (雲量<2.5)	4	4	2	5	5	4	3	7	4	3	7	10	6
	曇 (雲量≥7.5)	21	18	21	15	20	17	19	19	22	21	12	14	14
	雪	14	15	19	15	18	17	13	20	21	22	13	11	10
	霧	2	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3
ブリザード	A級	0	0	0	0	3	0	9	4	10	2	0	0	0
	B	0	0	2	4	2	3	0	1	2	7	0	0	0
	C	0	0	1	7	1	0	0	0	3	0	1	0	0

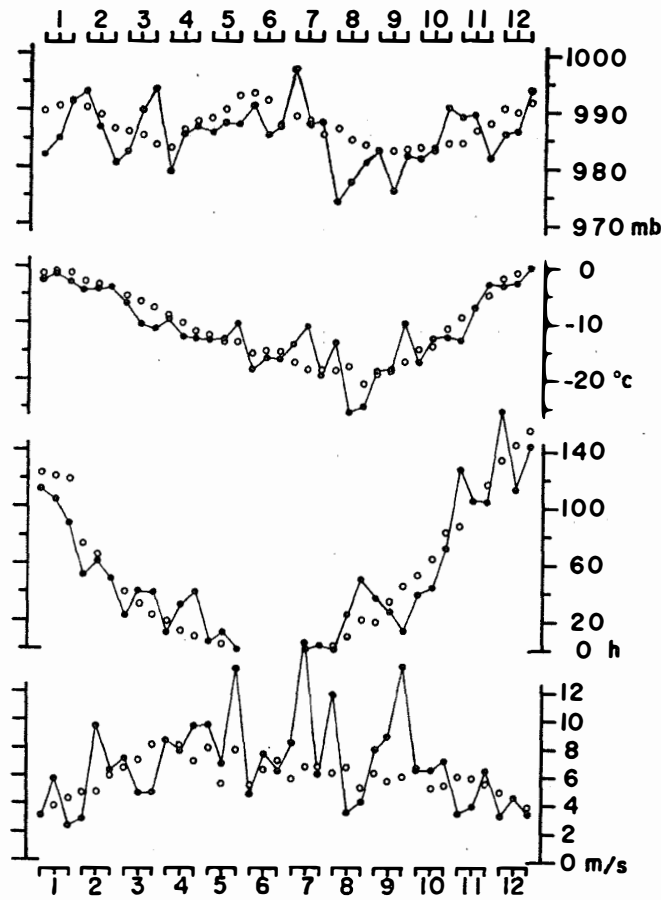


図1 旬別気象変化図（白丸は平年値）

Fig. 1. Annual variation of ten-day mean values in 1978.

緯度の暖気移流が顕著だったためと思われる。ブリザードは4回、6日。

6月：気温は2~3日の短周期で変化し、ほぼ平年並み。中旬に、発達した低気圧の接近でB級のブリザードとなったが、ブリザードは1回、3日だけで、比較のおだやかな月であった。

7月：月平均気温は、平年より $3.8^{\circ}\text{C}$ も高く、5月と同様、大型低気圧の接近が目立った。特に中旬は、平均風速も平年に比べてかなり大きくなった。これは、この期間に2回のA級ブリザードを記録し、13日に今次越冬期間中最大の最大瞬間風速 $44.9\text{ m/s}$ を記録したのも原因になっている。ブリザードは3回、9日。

8月：気温は、上旬は平年より高く、中旬、下旬は低目に経過した。中旬、下旬については、安定した好天の日が続き、平均風速も平年より弱く、日照時間は平年より多い結果となった。13日の最低気温 $-35.0^{\circ}\text{C}$ は、今次越冬期間中の最低気温である。ブリザード

は、2回、5日。

9月: 気温は、上旬は平年並み。中旬、下旬は平年より高く、月平均気温では平年より約 $2^{\circ}\text{C}$ 高くなった。中、下旬は、次々と低気圧が接近し、ブリザードも8回、15日を数え、今次越冬中もっとも天候の悪い月となり、積雪量が急激に増えた。特に下旬は、平均風速も平年よりかなり大きく、日照時間も平年よりかなり少なくなった。14日の最低海面気圧 $949.0\text{mb}$ は、今次越冬期間中最低の気圧。

10月: 気温は、上旬、下旬がやや低目、中旬はやや高目に経過した。日照時間、平均風速はほぼ平年並みで、月間雪日数が22日と今次越冬中もっとも多かったものの、大型低気圧の移動経路が北に偏るようになってきた。ブリザードは4回、9日。

11月: 気温は、上旬は平年より $4^{\circ}\text{C}$ も低く、中旬は平年並み。下旬はやや高目に経過。特に、27日の最高気温 $4.6^{\circ}\text{C}$ は11月として記録的な高温となった。ブリザードは1回、1日。

12月: 気温は前半やや低目、後半やや高目に経過。後半になり基地周辺の融雪も順調に進んだ。ブリザードはなし。

1月: 気温はほぼ平年並み。2日の強風は、最大瞬間風速 $29.0\text{m/s}$ を記録したが、ブリザードには至らなかった。31日の海面気圧は、 $966.5\text{mb}$ まで下がり、1月として基地開設以来最低の気圧を記録した。ブリザードはなかった。

### 2.3. 積雪の観測

積雪観測は、図2に示したように約 $70\text{m}$ 四方の面積の中に、ほぼ等間隔に9本の棒を

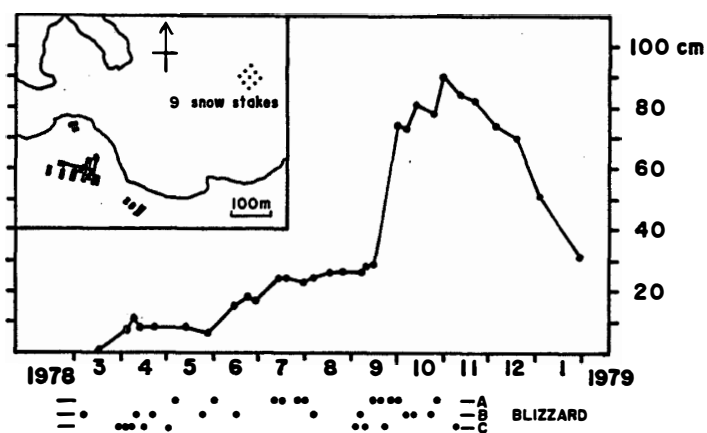


図2 海氷上の積雪 (雪尺9本の平均)

Fig. 2. Annual variation of snow accumulation in the Kita-no-ura Cove (mean values of 9 stakes).

立て、月平均3回積雪量を測定し、9カ所の平均値を積雪量とした。年間の積雪変化を図2に示す。

第10次隊以降の積雪観測は、10年間のうち6年間しか実施されていないものの、そのピークが9月上旬(1回)、9月下旬、10月(5回)となっており、昭和基地における最深積雪は9月もしくは10月であるといえよう。また、第16次隊で報告されているように、積雪深の年変化パターンは、大きく2つに分けられる。第1の型というのは、季節の進行に伴い、積雪量がゆるやかに増えてゆく型で、9月もしくは10月にそのピークが出る。第2の型というのは、季節が進んでも6月から7月ごろまではほとんど積雪量が増加せず8月、9月、10月に突然積雪量が増える型である。これまでの6回の観測では第1の型が3例、第2の型が3例みられる。今回は、越冬の初めから9月中旬頃まではほとんど増加せず9月下旬に急激に増加して10月末に最深積雪をみている第2の型であった。

### 3. 高層気象観測

#### 3.1. 観測と経過

高層気象観測は、気象庁高層気象観測指針に準じて行った。高層観測の項目とそのセンサーを表4に示す。

D 55B-2の測角精度を調べるための比較観測結果を表5に示す。3月19日比較のAzの $\bar{a}$ については、値が大きかったので方位角を0.5度修正した。なお、気象庁高層観測指針によると標準偏差が0.2度以内ならば角度修正は不要となっている。

また、気温、湿度センサーの検定結果を6月の55例について図3に示す。

比較に用いた測器は、アスマン通風乾湿計である。サーミスタについては、差の分布のピークが0.7°Cにあるが、これはジュール熱によるものと思われる。カーボンについて

表4 高層観測の項目とそのセンサー

Table 4. Elements and sensors of aerological observation.

観測項目	感部	備考
気圧	アネロイド型気圧計	直径60mmの空ごう、材質はスミスパン、150接点を持つ摺動式、接点は観測要素の切り換えをかねる
気温	サーミスタ温度計	温度抵抗は0°Cで約45k $\Omega$ 、遅れの係数は風速4m/s地上で2秒以下
湿度	カーボン抵抗型湿度計	遅れの係数は風速4m/s、気温20°Cで15秒以下
風向・風速	自動追跡装置(D 55B-2)	計算機(Model 20)で計算

表5 D55B-2 と測風経緯儀の測角値の差異

Table 5. The difference of angle observation between the D55B-2 and the theodolite.

1978年		$\bar{a}$	S
3月19日	Az	0.66	0.17
	EL	-0.06	0.14
10月4日	Az	0.33	0.16
	EL	-0.17	0.15

$\bar{a}$ : {(測風経緯儀の測角値) - (D55の測角値)} の平均

S: {(測風経緯儀の測角値) - (D55の測角値)} の標準偏差

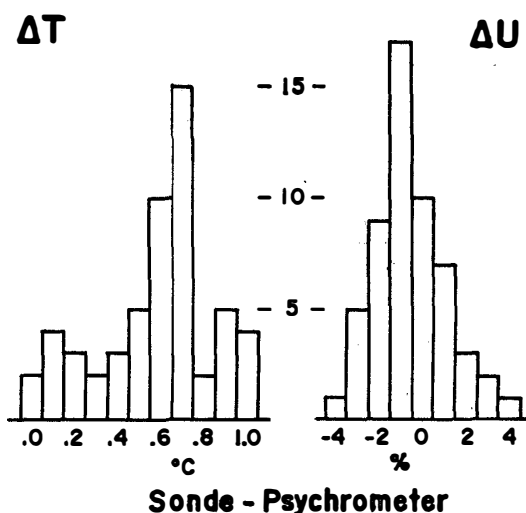


図3 ソンデ感部の検定結果

Fig. 3. Results of calibration of radio-sonde sensors.

は、ピークが  $-1\%$  とほぼ良好である。なお、この月は、サーミスタの不良品(差が  $1.3^{\circ}\text{C}$  以上)はなく、カーボンの不良品(差が  $6\%$  以上)は2個あった。

観測時間は、00, 12 GMT であり、これらの観測結果は、国際気象通報式によりモーソン基地経由でメルボルンへ通報した。観測状況を表6に示す。

表中の欠測は、強風によるゾンデ飛揚が困難な場合、または定例的な測器保守日によるものである。再観測とは、飛揚したが何等かのトラブルで観測結果が得られなかった場合、再度飛揚をやり直したものである。資料欠除とは、再観測してみたが、同様に資料が得られないか、観測結果がきわめて少ないものである。今回は、少なくとも圏界面の観測結果が得られるような基準で再観測を行った。



表 6 高層気象観測状況一覧表  
 Table 6. Summary of aerological observation.

年 月	観 測 回 数	欠 測 回 数	資 料 欠 除	再観測 回 数	到 達 高 度 ・ 気 圧			
					平 均 (km)	平 均 (mb)	最 高 (km)	最 高 (mb)
1978 2	54	2	0	3	25.9	25.6	28.9	14
3	60	2	0	2	25.3	26.2	32.5	8
4	58	2	0	0	24.1	28.6	28.3	15
5	58	2	2	2	22.5	38.4	26.7	14
6	57	3	0	0	22.5	40.6	28.0	10
7	57	4	1	3	22.8	26.3	26.3	12
8	60	2	0	1	23.5	23.4	28.3	9
9	54	5	1	6	23.9	25.5	28.6	10
10	56	5	1	1	24.4	24.8	29.3	11
11	58	2	0	0	26.1	21.5	32.4	9
12	60	2	0	0	26.3	24.4	30.6	12
1979 1	60	2	0	0	27.0	20.6	32.6	9
計	692	33	5	18	24.5			

昭和基地におけるゾンデ飛揚時の地上風速をみると、710回のゾンデ飛揚回数のうち、10 m/s以上の風速だったのが201回(28%)、20 m/s以上の風速だったのが45回(6%)であった。また、強風のため飛揚を断念したのが10回あった。地上風速が25 m/s以上の時、8回ゾンデ飛揚を行ったが4回しか観測データが得られなかった。強風に左右されないゾンデの開発が望まれる。

### 3.2. 観 測 結 果

上層気温の年変化を旬平均値を使って、図4に示す。

昭和基地上空の気温変化で、下部成層圏の気温の下降に注目すると、4月中旬に寒冷化が急となり冬型の大気に移行しはじめ、 $-60^{\circ}\text{C}$ の等温線にみられるように、5月下旬にはすっかり冬型の大気になっている。また、9月下旬から夏型の大気に移行しはじめ、10月下旬にすっかり夏型の大気になっている。

成層圏の突然昇温は、30 mb面の気温でみると、9月上旬に約 $10^{\circ}\text{C}$ 程度の昇温を繰り返した後、9月24日から10月3日までの9日間に約 $40^{\circ}\text{C}$ の突然昇温がみられる(図10参照)。この間、地上では連日ブリザードであった事実とか、過去の例でも成層圏突然昇温期に地上でブリザードであったとの報告から、大気の大きな垂直混合の存在が十分に推

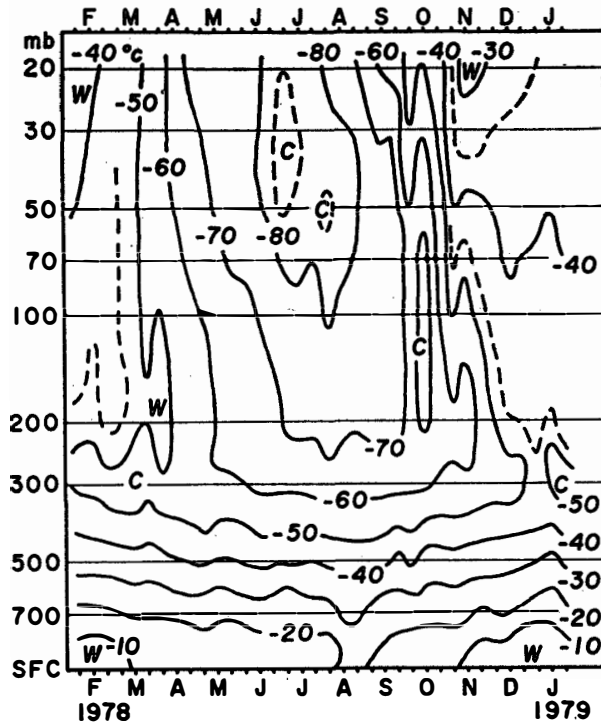


図 4 上層気温の年変化

Fig. 4. Upper air temperatures in 1978.

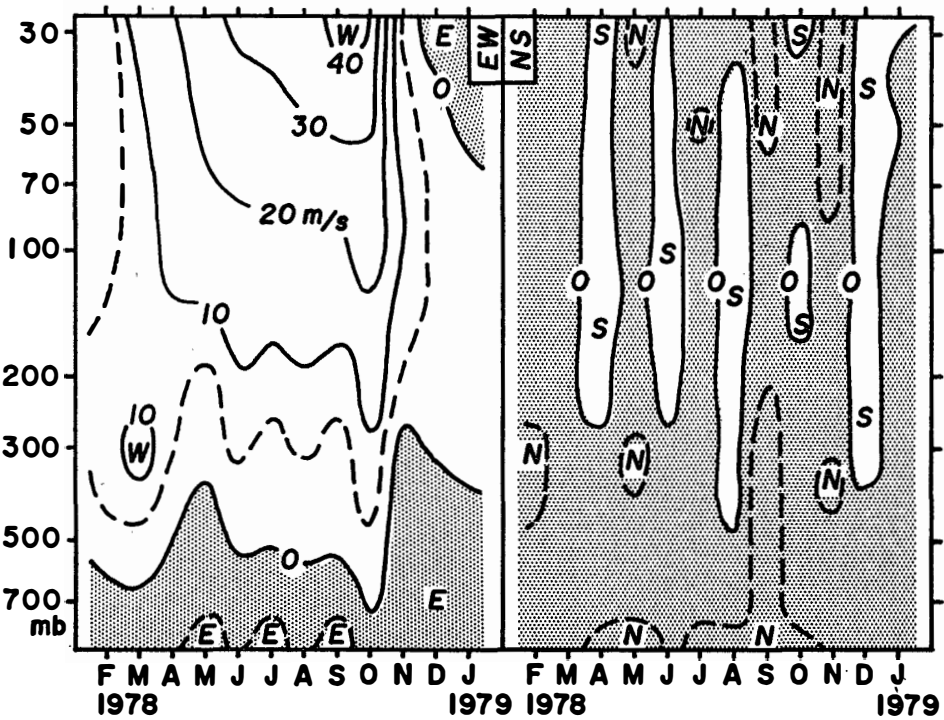


図 5 1978年の高層風成分の推移

Fig. 5. Upper air wind components in 1978.

察される。これらは今後の調査項目としたい。

図5に高層風の東西成分，南北成分の分布を月平均値を使って示した。

東西成分分布図からは，大きくみて圏界面より高い所の西風が次第に強まり，9月から10月にピークが見られる。冬型偏西風の強い極渦循環の冬期ほど風速の強い様子が見られる。

南北成分をみると，かなり上層まで南成分，北成分の周期的な変化がみられる。過去のデータをみても2カ月周期あるいは3カ月周期の差があるものの南成分風，北成分風の周期的な流入がみられる。南成分の周期に，ある年は2カ月ごと，ある年には3カ月ごとという年変化があるのは興味深い。

### 3.3. ソンデ用サーミスタへの日射の影響

南極ゾンデの気温センサーは，第7次隊（1966）よりビード型サーミスタが使用されている。当初からそれに対する日射の影響はほとんど無いものとされ，国内ゾンデ（バイメタルで通風路内にある）のような日射補正は現在も行われていない。しかし，15次隊で1日2回（00，12 GMT）の観測が行われるようになってから，昼夜の気温の差が問題とされるようになり（鈴木他，1977），サーミスタに対する日射の影響が注目されるようになった。

第19次隊では，この問題について実験的観測を行ったので，その結果をここに報告する。

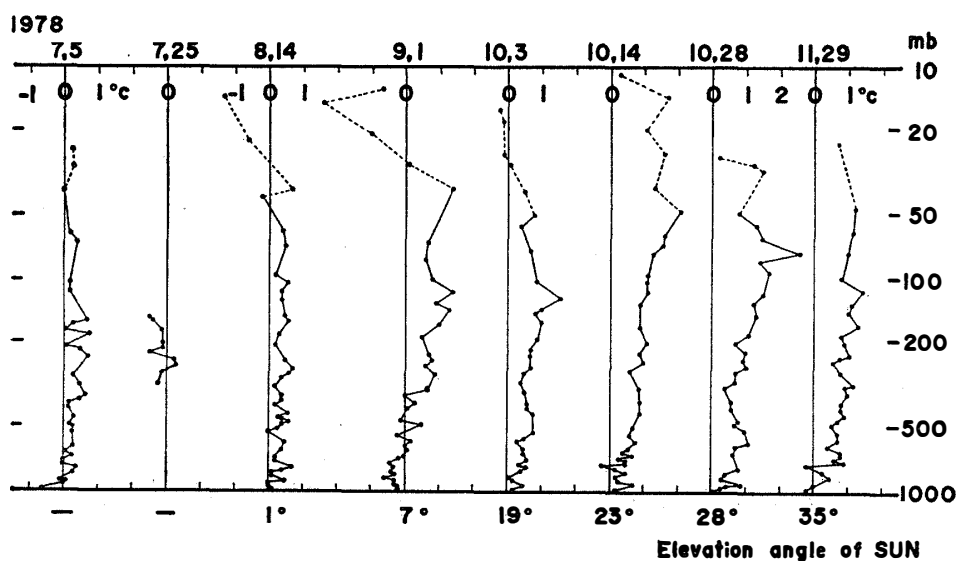


図6 2つのサーミスタによる気温の測定差 横軸：(日向)－(日影)

Fig. 6. Difference in temperature measurements with exposed and shaded thermistors.

サーミスタは、気圧計や発振器、注水電池を収容する箱の外に突き出ており、太陽の直射を受ける。そこで、もう1本のサーミスタを日影のできるような通風路内に設置し、2本のサーミスタによる気温測定と比較を行った。太陽高度角の季節変化による影響を見るため、日射のあたらない7月から太陽高度角が $30^\circ$ を越える11月まで8回の比較観測を行った(図6)。

50 mb 以上では、通風の効果が少なくなり比較できないが、それ以下では、太陽高度角が $7^\circ$ 以上になると、日向と日影の差がはっきりと出ている。しかし、その量は太陽高度角に比例せず、50 mb で約 $2^\circ\text{C}$ 、200 mb で $1^\circ\text{C}$ 前後と日向の方が高くなっている。日射の影響は、この程度であると考えられる。

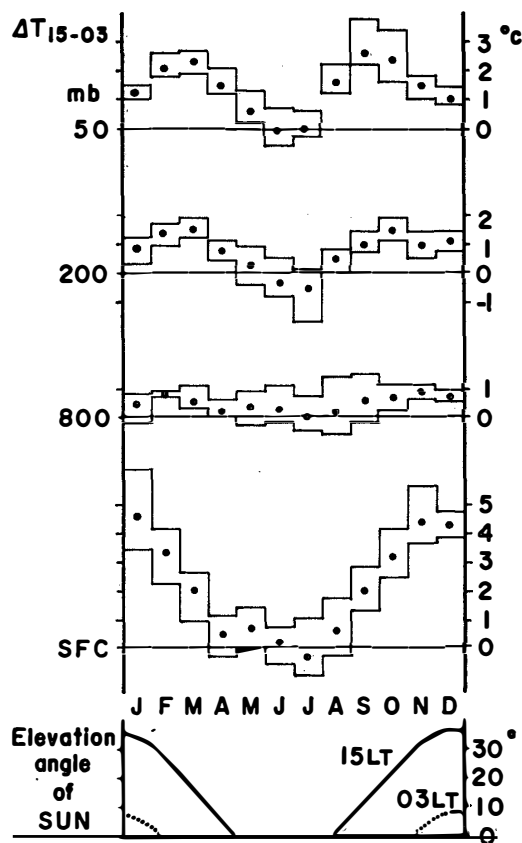


図7 指定気圧面での昼夜の気温差と太陽高度角の季節変化

Fig. 7. Temperature differences between daytime and nighttime at certain pressure levels in 1974-1978 and variations of elevation angle of the sun at Syowa Station on 03 and 15 local time. (Dots are 5-year means; top is the maximum and bottom is minimum values in 5 years.)

これまでの5年間の1日2回観測による昼夜の気温差と、昭和基地の03, 15 LTにおける太陽高度角の季節変化を図7に示す。

50 mbでの気温差は、3月と9月に極大値があり、6, 7月と12, 1月には極小値となっている。6, 7月の極小値は $0^{\circ}\text{C}$ である。この6, 7月の期間のゾンデは、昼夜とも日射を受けず測定値は正確であるので、気温には昼夜の変化がないといえる。一方、12月の極小値は約 $1^{\circ}\text{C}$ である。この期間のゾンデは昼夜とも太陽の直射を受けており、日射の影響が太陽高度角に関係なく一定であるとする、昼夜の気温差は気温の日変化によるものとなる。

3, 9月は15 LTのみ日射を受ける季節であり、昼夜の気温差は $3^{\circ}\text{C}$ と極大を示している。前述の比較観測の結果では、50 mbでの日射の影響は約 $2^{\circ}\text{C}$ であり、残る $1^{\circ}\text{C}$ の差はやはり気温の日変化によるものと考えられる。すなわち、成層圏の気温の日変化は、日射のない6, 7月にはなく、その他の期間は約 $1^{\circ}\text{C}$ の日変化があると考えられる。

このような日射の影響を受けたサーミスタで測定した気温の測定誤差は、高度計算結果にも影響し、昼夜の高度差が春、秋にはかなり大きな値となってきている(図8)。

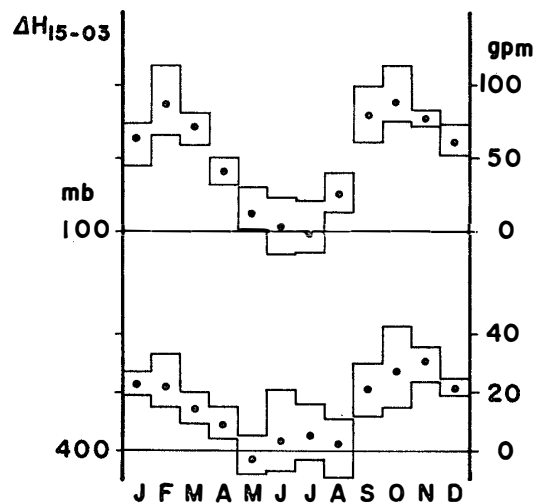


図8 指定気圧面での昼夜の高度差の年変化

Fig. 8. Height differences between daytime and nighttime at two constant pressure levels at Syowa Station in 1974-1978.

### 3.4. ゾンデ用気圧計接点板について

旧式のゾンデ用気圧計接点板はペークライト板をクロムメッキし、その上に金と銅の合金を薄張りしたものであった。今回持参した接点板はガラス板をクロムメッキし、その上

表7 ゾンデ用気圧計接点板の故障

Table 7. Troubles of contact plate of radio sonde pressure gauge.

77年式ゾンデ 使用数 670回	記録がかすれる	154例 (23%)
	レファレンスが出ない	80例 (12%)
	観測に支障があった	19例 (3%)

に金と銅の合金を蒸着したもので、接点板の厚さも半分以下に改造されていた。使用結果を表7に示す。

かすれとは、ペン圧が小さすぎる感じで記録がかすれるもので154例(23%)あった。合金蒸着量が少なすぎることも考えられる。レファレンスぬけとは、接点に対応するレファレンスが時々ぬけたり、まったく出ないもので80例(12%)あった。そのうち、観測データが取れないような大きなレファレンスぬけが19例(3%)あった。

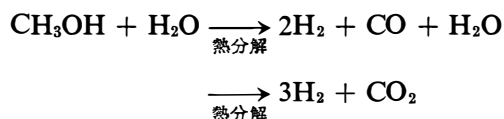
原因を追求してみると、接点板が悪いかペン圧が少なすぎるものが大半で、地上風速が弱い場合でもトラブルが生じた。一方、地上風速が強くなると、ゾンデ飛揚時の強烈なショックでペン先が接点板上から逃げてしまうらしく、飛揚瞬間から記録が得られぬ例が多かった。そこで、特に強風時にペン圧を心もち大きく修正するとともに、ペン先が接点板から逃げないように細工し、飛揚するとこの種のトラブルが激減することを確認した。地上風速約30 m/sの強風時に観測成功した例もある。

この種の問題については、越冬中こまめに報告し、その結果第20次隊の接点板は改良されたと同時に、第21次隊からは新型ゾンデを使用する計画がある。

### 3.5. 水素発生装置と発生装置室

18次隊までは、水素ガスの生成方法をアンモニアの熱分解方式としていた。今回、新しいメタノール熱分解式水素発生装置を持参し、19次隊から使用開始した。なお、気球充てん室の隣に、新しく水素発生装置室(7.3 m<sup>2</sup>)を作った。

水素ガス生成の化学式は次の通りである。



仕様では、反応は2段階で行われ一酸化炭素も水分もほとんど出ないことになっていたが、使用開始してみると完全反応せず一酸化炭素、水分がかなり出た。気温の低下とともに

に水分は凍結し、連続運転中の水素発生装置を停止させてしまった。機械担当者の協力を得て排水パイプの保温を始めたが、凍結防止は完全とまではいかない。さらに、反応炉（モジュール）および配管に異物が詰まってしまい、メタノール液が流れないような状態があった。この2点は帰国後解決策を検討中である。

今回の水素発生装置の更新により、水素ガスタンクには常に 20 m<sup>3</sup> 以上のガスを保有し、国内並みの気球充てん作業ができるようになった。

さらに、水素ガスの質の向上により、気球到達高度が年平均で約 1 km 程度上がった。

#### 4. 特殊ゾンデ観測

##### 4.1. 観測と経過

特殊ゾンデ観測は、気象庁特殊ゾンデ観測実施要領に従い、オゾンゾンデ 5 個を飛揚した。6月6日の例は別目的として、成層圏の突然昇温に照準を合わせた9月3日、11日、16日、10月2日の計5回飛揚した。

##### 4.2. 観測結果

飛揚した5回のうち、1例は記録不良のため（暗電流が大きすぎると思われる）、4例について解析を行った。そのうち、ドブソン分光光度計によるオゾン全量観測結果と比較できたものは2例ある。その結果は、どちらもドブソンに比べてゾンデによるオゾン全量は少なくなっている。

図9の6月6日の例は無修正の値で、10月2日の例は、ドブソンのオゾン全量を用いて

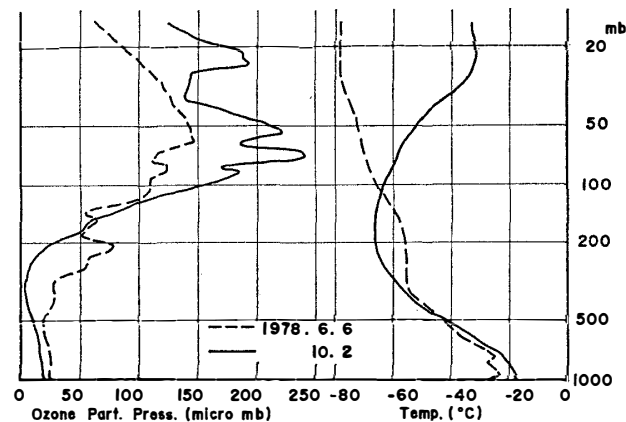


図9 オゾンゾンデ観測結果

Fig. 9. Examples of ozone sonde observations.

修正した値で、オゾン分圧をプロットしてある。

また、その時の気温の垂直分布も示してある。6月6日の例では成層圏気温は低く、オゾン全量も 300 m-atm-cm と小さな値になっている。10月2日の例は、図 10 に見られるように A クラス（後述）の突然昇温中で、オゾン全量は 400 m-atm-cm を越えている。オゾン分圧の垂直分布では、成層圏の 70 mb 付近と 25 mb 付近に大きなピークが見られる。

今回のオゾンゾンデ観測はわずか5例しかなく、隊員も不慣れだったせいもあり、不十分な結果に終わった。しかし、成層圏突然昇温期のオゾン垂直分布の様子が、わずかにうかがわれた。

## 5. オゾン全量観測

### 5.1. 観測と経過

オゾン全量観測は、気象庁 1970 年発行のオゾン観測指針に準拠して行った。観測は、ドブソン分光光度計 (Beck, No. 119) を用いて、太陽北中時および午前、午後の  $\mu=2.5$  の時刻を目標に行った。2月および10月後半から1月までは、太陽北中時と  $\mu=2.5$  の3回、3月および9月後半から10月前半までは太陽北中時のみ1回、4月から9月前半までは太陽高度が低いため中断した。

観測精度を維持するための種々の点検は、上記オゾン観測指針に従って実施した。この結果、標準ランプ点検、波長点検については全期間を通じて正常であった。2ランプ点検の結果は、9月11日から12月10日までの期間について、その点検値に大きな変化が認められたので、この期間については、R対N表の補正を行った後にオゾン全量を算出した。その他の期間は、ほぼ正常であると判断された。

### 5.2. 観測結果

月別観測回数は表8のとおりである。3月および9月、10月は雪日数が多く満足な資料

表 8 オゾン全量観測回数

Table 8. Statistics of total ozone observations in 1978-1979.

	1978年 2月	3月	9月	10月	11月	12月	1979年 1月	合計
観測日数	17	19	8	19	27	30	31	151
観測回数	41	21	8	38	72	86	87	353
比較観測 回数	19	12	5	28	41	53	34	192



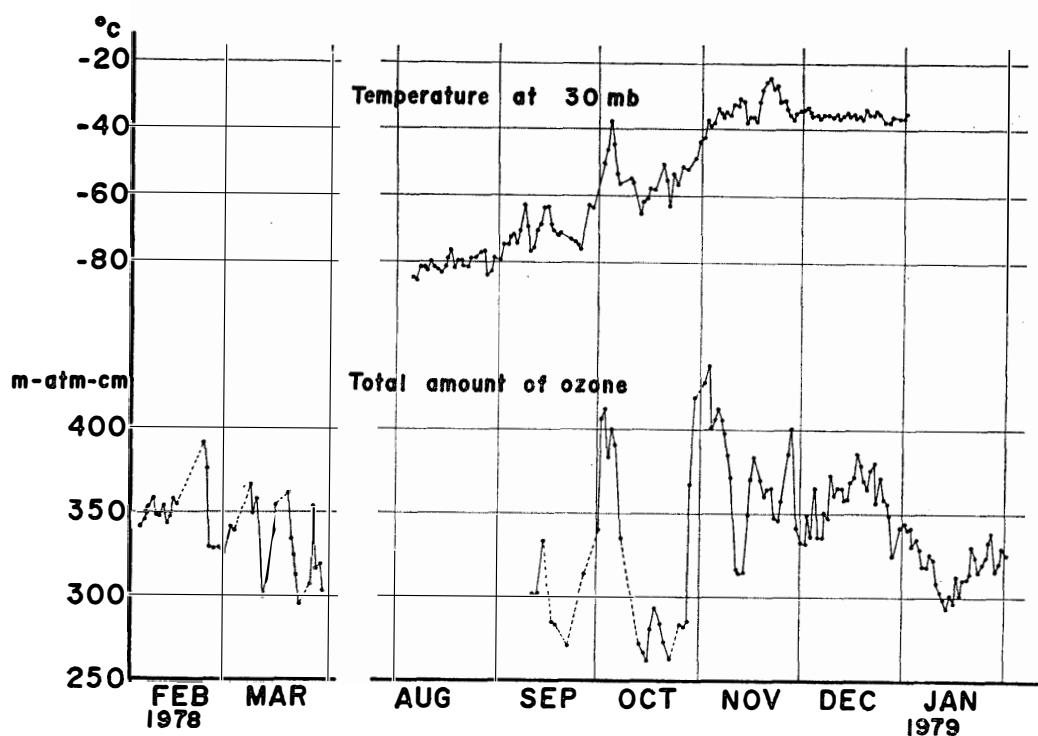


図 10 オゾン全量年変化と 30 mb 面気温変化

Fig. 10. Annual variations of total ozone and air temperature at 30 mb.

が得られなかった。この他にオゾン全量の日変化を調べるため、11月中に3日間特別観測を行った。詳しい解析結果は後に報告する。

オゾン全量の年変化と 30 mb 面気温変化を図 10 に示す。オゾン全量の年変化を見ると冬期間は少なく、春から夏に多いという傾向は例年と同じである。10月から11月にかけての成層圏昇温のころに、増減の変化が大きいのも例年と同じである。30 mb 面の気温変化と比較してみると、10月初めおよび10月末から11月初めにかけてのオゾン量が急増している時は、30 mb 面でも昇温しており、特に10月初めの昇温は顕著である。

10月中旬オゾン量が減少している時は、30 mb 面の気温も下がっており、オゾン全量の変化と下部成層圏の気温変化とは密接な関係があることを示している。

### 5.3. 成層圏突然昇温の統計

1966年以降の13年間における、成層圏昇温期の30 mb 面の気温変化図（1966, 67年は50 mb 面）を図 11 に示す。

成層圏昇温期の気温変化を一般的に表現すると、冬季の成層圏大気は、何回かの突然昇温を繰り返したあと最終昇温を経て、夏季成層圏大気へと移行する。

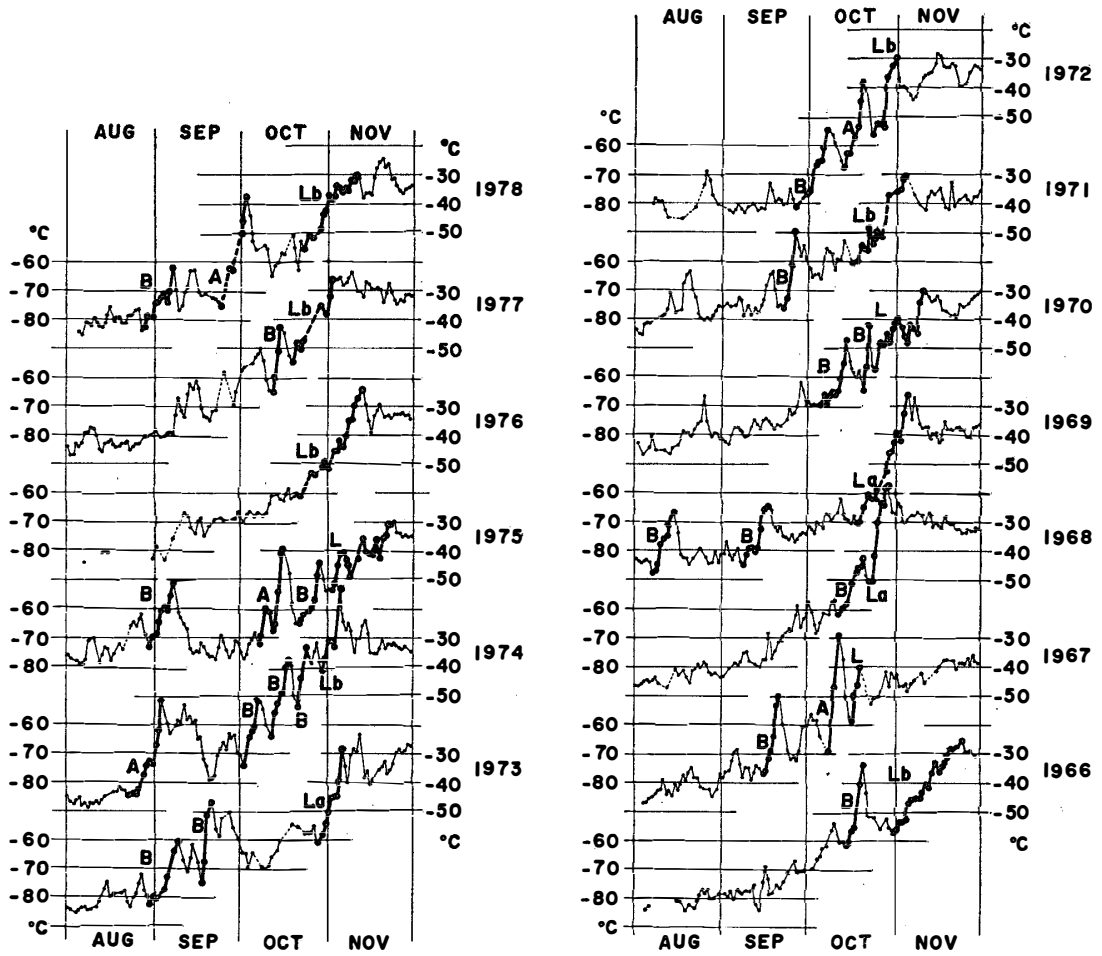


図 11 30 mb 面の気温変化 (突然昇温期)

Fig. 11. Variations of 30 mb air temperature in sudden warming period.

	AUG	SEP	OCT	NOV
1978	B	A	Lb	
77			B	Lb
76				Lb
75	B		A	B L
74	A		BB	B Lb
73	B			Lg
72		B	A	Lb
71		B		Lb
70			B	BL
69	B	B		Lg
68			B	Lg
67		B	A	L
1966			B	Lb
Total	A B	0 1	0 3	1 4
			3 6	3 10
				0 0

図 12 突然昇温統計. La: Aクラスの突然昇温を含む最終昇温. Lb: Bクラスの突然昇温を含む最終昇温. A: 30°C以上/10日以内. B: 20°C以上/10日以内

Fig. 12. Statistics of stratospheric sudden warming in 1966-1978.

突然昇温をどのように定義するかは、いろいろと問題があるが、ここでは10日以内に $30^{\circ}\text{C}$ 以上の昇温があった場合をAクラスの、10日以内に $20^{\circ}\text{C}$ 以上の昇温があった場合をBクラスの突然昇温と仮称した。また、最終昇温は、A、Bクラスの基準と無関係に昇温期の最後1カ月以内で選んだ。その統計結果を図12に示す。

その主な統計結果は、

1) 13年間でAが8回、Bが25回で、A級の現れない年もあるが、B級は少なくとも毎年1回は出現している。

2) 突然昇温は、起月で考えると8月後半、9月後半、10月に多く、11月には無い。8月と9月は回数がほぼ同じである。

3) 最終昇温は10月後半に集中しており、A、Bクラスの突然昇温を含むことがある。

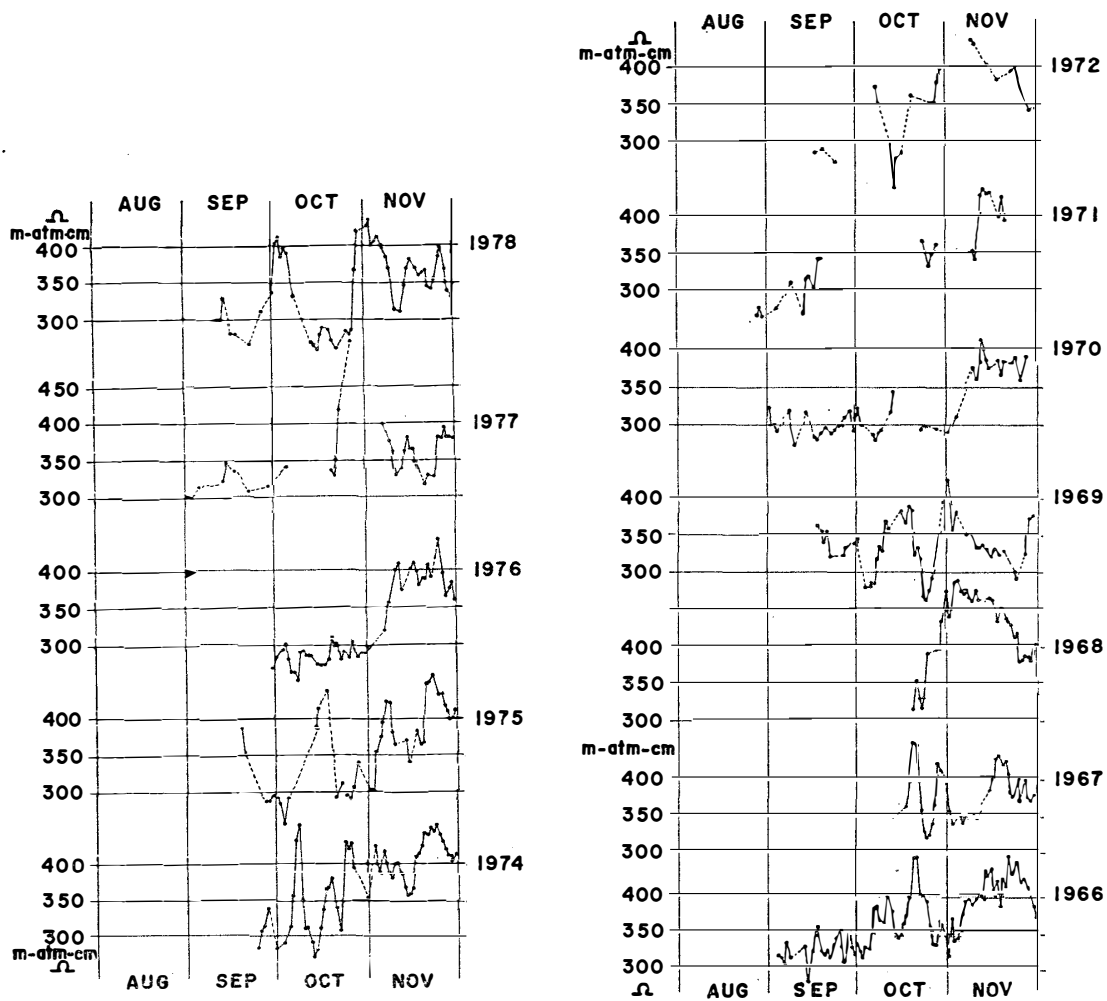


図13 オゾン全量の変化(突然昇温期)

Fig. 13. Variations of total ozone in sudden warming period.

オゾン全量についても、成層圏昇温期を主体に13年間の変化を図13に示した。オゾン全量の観測は、9月以降の天候が良い時に限られるため、連続性のあるデータは得にくい。一応、得られた観測結果と30 mb気温との対応をみると、ほとんどのA、Bクラスの突然昇温の期間で、オゾン全量の増加がみられる。しかし、最終昇温以降のオゾン全量の変化に対応する気温変化がみられないのは、第15次隊の報告通りである。

## 6. 天気解析

### 6.1. 解析に利用した資料

#### 6.1.1. 昭和基地の観測資料

昭和基地で行った地上および高層気象観測をもとに作成した毎日の気象変化図。

#### 6.1.2. 東南極大陸沿岸基地の観測資料

通信担当隊員の手により受信した主な基地としてサナエ、ラザレフ、マラジョージナヤ、モーソン等の地上気象観測資料。

#### 6.1.3. FAX 天気図

マラジョージナヤ基地放送の00, 12 GMTの500 mb面天気図、および00, 06, 12 GMTの地上天気図。キャンベラ（オーストラリア）放送の00, 12 GMTの500 mb面天気図、地上天気図および36時間予想天気図。

#### 6.1.4. 気象衛星からの雲写真

気象衛星NOAA 4号およびNOAA 5号による雲写真。

### 6.2. 経過

昭和基地における天気解析の最大の目的は、現在、ブリザードから身を守る防衛手段が主体である。しかし、大陸旅行はじめ野外調査に際しても、翌日あるいは3~4日先までの天気予報を要求される頻度は、きわめて多かった。

昭和基地の観測結果は、地上気象観測、高層気象観測とも変化図を作り、変化傾向から予報を試みた。東南極大陸の地上気象観測資料は、電波伝搬状態不良等で平均40%しか入手できず、入手時間も遅れがちであった。シーケンスを作って活用したが、利用価値は大きかった。FAX天気図は、特に冬期間の電波伝搬状態の悪い日を除いて受画できた。マラジョージナヤ、キャンベラ放送の天気図を比較し、他のデータから低気圧の位置などを修正しながら予報に利用した。

気象衛星からの雲写真は、越冬当初NOAA 5号の写真を利用できた。3月、NOAA 5

号の電波制御後は NOAA 4号の赤外線写真を利用し、暗夜期も有効に利用できた。しかし、10月になり NOAA 4, 5号とも電波停止の状態が多く、以後は FAX 天気図解析による天気解析、予報が主となった。雲写真と FAX 天気図を併用していた期間は、予報もかなりうまくいったが、雲写真が利用できなくなると予報をはずす場合も多かった。

### 6.3. 天気解析例 (1979年1月2日の強風について)

#### 6.3.1. 観天望気と地上気象の変化

1月1日は、夕刻のみぞれを含めて終日小雪で、2日の0時すぎようやく小雪も降り止んだ。風速は、1日夜半に一時 10 m/s を越す風が吹いたが、1日の日中から夜まで3~4 m/sの風であった。ところが、2日早朝の風は、午前0時55分ごろから強まり始め、04時00分には東北東の風で、最大瞬間風速 29.0 m/s (1月として基地開設以来4番目の強風) を記録した。雪解けしてしまった基地では地吹雪となり、3時30分ごろから4時10分ごろまで砂じん嵐が吹きまくる状態であった。この強風は、強弱を繰り返しながら2日終日吹き荒れたものの3日には弱まった。

2日の1時前に、気象棟屋上から雲をスケッチしたのが図14である。高層気象観測準備中で、1枚も写真撮影ができなかったのは惜まれる。図14でみられるように、昭和基地の南西上空には上層の強風を暗示するレンズ雲が確認された。レンズ雲の動きはよくわからなかったが、東西方向に延びたレンズ雲で、スケッチ後の高層気象観測による 700 mb

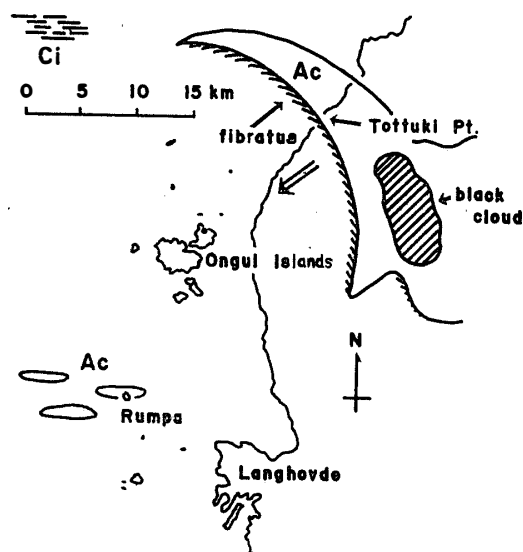


図 14 強風前の雲の状態

Fig. 14. Cloud condition before the gale.

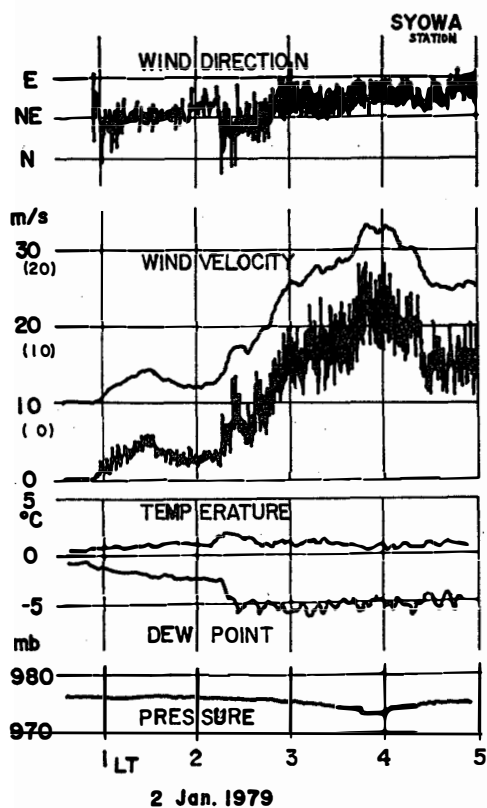


図 15 昭和基地の地上気象記録

Fig. 15. Surface synoptic data at Syowa Station.

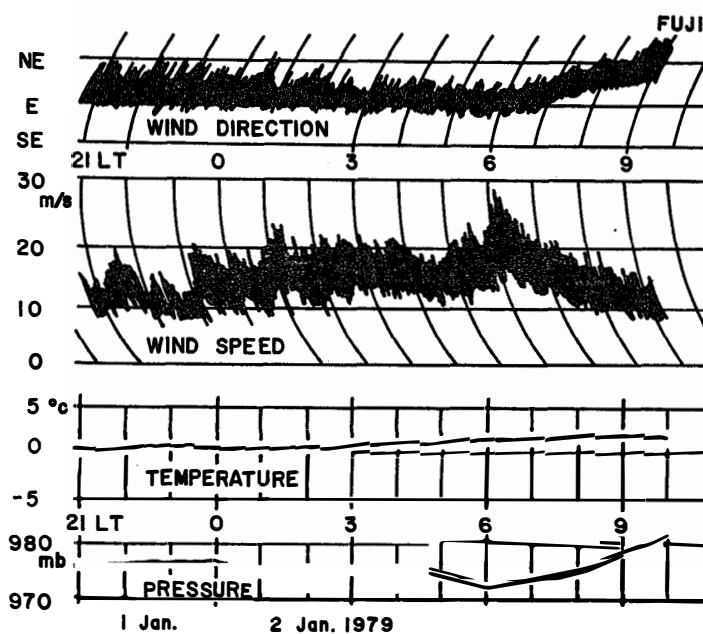


図 16 昭和基地北東 150 km の「ふじ」の気象記録

Fig. 16. Synoptic data at FUJI (150 km northeast of Syowa Station).

面の風が東風 (95° 33 kt) であることから、東寄りの強風とラングホブデの地形によってできたレンズ雲と推察できる (このレンズ雲は、ほぼ同じ場所によく観察される)。

一方、孤状の雲域は昭和基地の北東方向から昭和基地に接近し、ここに風のシャアの存在が考えられた (図 20 参照)。

また、大陸上で雪煙が観察されたあと暗雲の塊もみられ、その暗雲が昭和基地へ接近したことで、孤状の雲域とのつながりがコンマ状であったことから、大陸上のメソ低気圧が南西進してきて、強風をもたらしたと判断した。

昭和基地の地上気象記録を図 15 に示す。急激な風速変化と、それに伴う気温変化がみられる。同様に、当日昭和基地の北東 150 km の氷海で仮泊していた「ふじ」で観測した気象記録を、図 16 に示す。風向に関しては、プリンスオラフ海岸の影響で、低気圧通過に伴う風向の順転、逆転の変化はみられなく北東風で終始するのが常である。風速に関する両図の大きな違いは、0 時ごろ「ふじ」が位置している付近では 10 m/s の風速が卓越していて、昭和基地付近では無風状態であったことである。すなわち、1 時ごろ「ふじ」の付近は大きなスケールのじょう乱下に位置し昭和基地は大きなスケールのじょう乱外に位置しているといえる。

さらに、昭和基地と「ふじ」で観測した気圧変化を図 17 に示す。気圧の変化は「ふじ」が先行し、昭和基地が 2~4 時間遅れている。大きなスケールの気圧の底は「ふじ」で 6 時

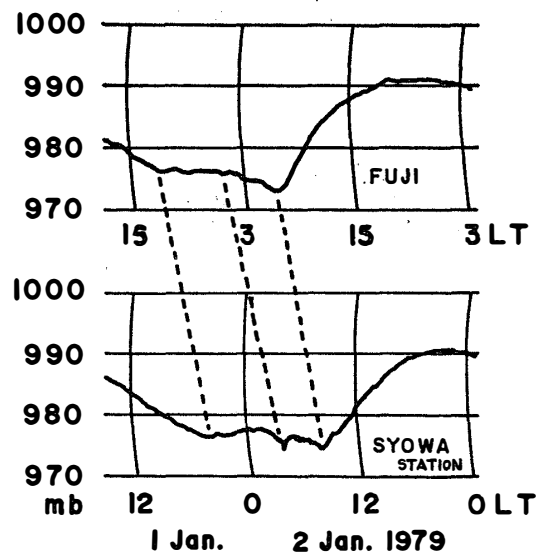


図 17 「ふじ」と昭和基地の気圧変化

Fig. 17. Air pressure variations at FUJI and Syowa Station.

ごろ、昭和基地で8時ごろであることを示している。「ふじ」における現象をそのまま風下の昭和基地に流すと、その移動速度は 75 km/h と推察できる。昭和基地の記録をみると、4時ごろに別の気圧の降下が見られる。この気圧下降に対応する「ふじ」の記録は、2~4時間の先行を考慮すると、0~2時ごろに気圧降下があったと考えられるが、1時ごろの小さな気圧変化が相当しているのかもしれない。しかし、「ふじ」では昭和基地ほどの大きな気圧降下は認められない。

昭和基地の4時の強風に相当する強風は、「ふじ」では1時すぎに記録されており、この気圧降下および強風をもたらしたじょう乱のスケールとしては、スケッチを参考にしても、せいぜい直径 200 km 以下のものであったと推察される。雲分布をみてもコンマ型雲域の長さがせいぜい 50 km 程度以下と目測され、レーダーで時々観測されるメソ低気圧という判断が妥当のようである。過去の昭和基地で記録した週巻気圧計の記録を調べてみると、今回記録した気圧の凹みのような記録は他にも例があり、この気圧変化だけではメソ低気圧の発生、接近は説明できない。今回の場合は、そのスケッチに根拠を求め昭和基地、「ふじ」の地上気象記録に4時間程度のライフサイクルを持つ現象が含まれていることから、メソ低気圧と判断したい。

### 6.3.2. 天気図と APT 解析

1日 00Z (03LT) のマラジョージナヤの天気図を図18に示す。また、1日から2日までのマラジョージナヤ基地発表の天気図から、低気圧の位置と移動を求めて、図19に×

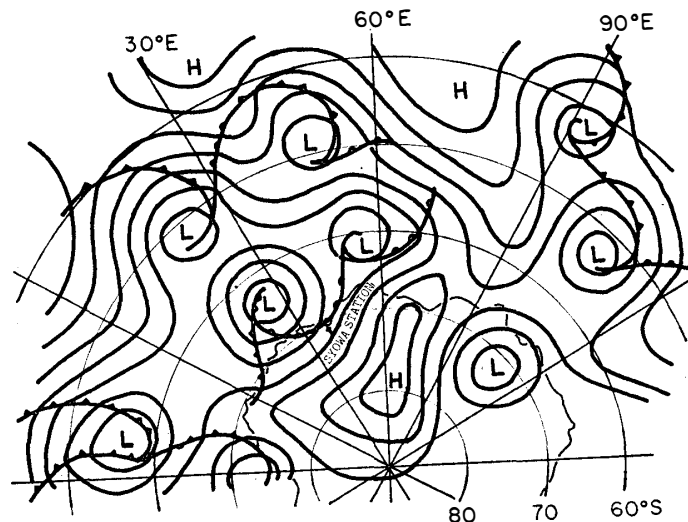


図 18 マラジョージナヤの地上天気図 (1月1日 00 Z)

Fig. 18. Weather chart by Molodezhnaya (00 Z 1st January 1979).



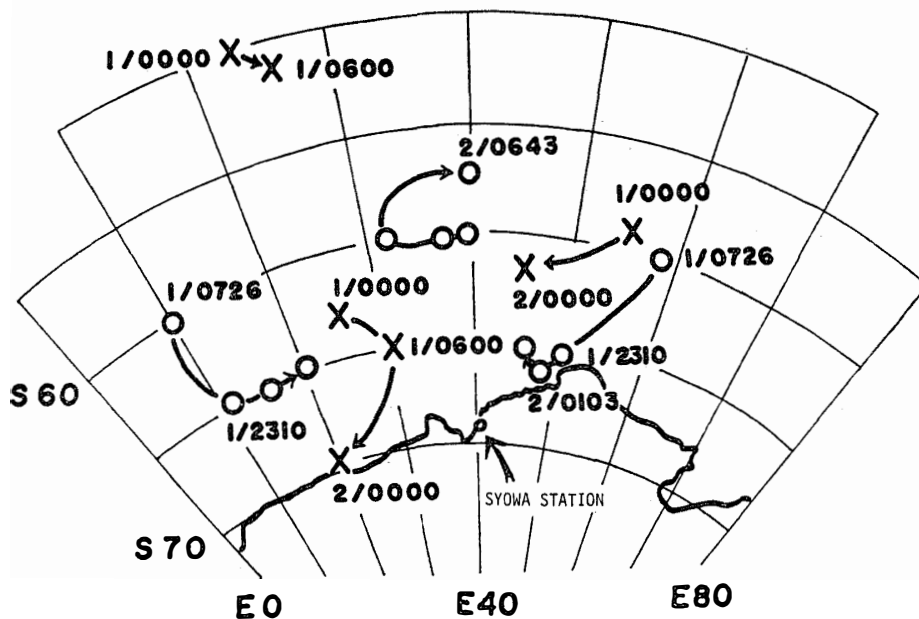


図 19 低気圧の動き (×: 天気図による, ○: APT による)

Fig. 19. Movements of lows by FAX weather map (×) and satellite picture (○).

印で示した。また、APT 写真から求めた低気圧の位置と移動を○印で示した。

この図からみられるように、低気圧の位置は、天気図、APT 写真の一致もなく、低気圧の位置とか移動は解析しにくい。昭和基地の北部海上に低気圧の存在は疑う余地がない。特に、60°S 60°E 付近の低気圧が南西進して、昭和基地北東 400 km 付近に接近している様子がみられる。しかし、昭和基地を直撃するような低気圧は、APT 写真ではみられなかった。

### 6.3.3. 高層気象データ解析

昭和基地で観測した高層気象データから、タイムシーケンスを作って図 20 に示した。これによると、300 mb 面の 1 日夜半ごろに強風域がみられ、下層に伸びた強風軸は、しだいに降下し、2 日 3 時、15 時ごろ地上に接するような立体構造である。昭和基地の北東約 150 km の氷海上の「ふじ」で観測した高層気象データ(図略)も、似たような結果であった。

この強風軸に相当するじょう乱は、スケールの大きなじょう乱であり、昭和基地の地上気象データを詳しくみると、2 日の 10 時ごろの地上最大風速 21.6 m/s がこの強風軸に相当するようである。「ふじ」では 6 時ごろ 28 m/s の強風が現れており、このことから、じょう乱の移動速度は約 40 km/h と推定できる。

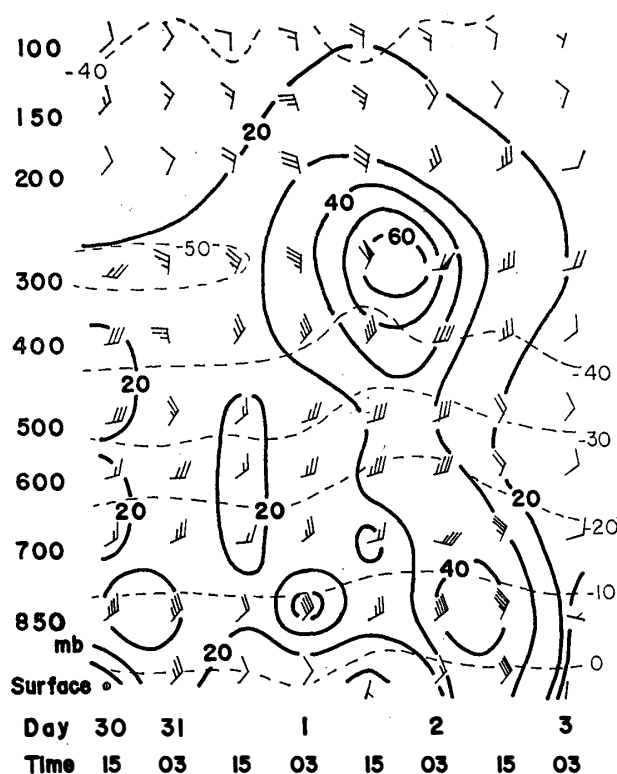


図 20 昭和基地の高層タイムシーケンス (風速はノット表示)

Fig. 20. Upper air time sequence of Syowa Station (wind speed: knots).

また、みずほ基地の気象データ (図略) をみても、このメソ低気圧に対応するような気象変化は認められず、規模の大きな低気圧だけが、時速 50~80 km で西進している様子がうかがわれる。

#### 6.3.4. ま と め

この解析は、昭和基地に大規模な低気圧が接近する前に、この大規模じょう乱の前面約 200 km 付近に中規模じょう乱が現れ、昭和基地を急襲した例である。じょう乱の大きさは、せいぜい 200 km 以下、雲域の広がりには 50 km 程度以下 (目測)、移動速時は 40~75 km/h で南西進したものと解析される。

これまで、昭和基地の資料解析からメソ低気圧の存在を示した例はない。昭和基地北東約 2 km にある岩島が作るカルマンの渦にも似た小じょう乱の報告はある。資料不足はいかんともしがたいが、中規模じょう乱らしき、じょう乱が認められた点、注目に値する。

## 7. お わ り に

この報告は、第19次隊気象部門の業務報告として記述した。さらに、経年の解析につ

いても多少調査し書き述べた。最後に、今次の気象定常観測を遂行するにあたり、平沢隊長はじめ機械部門の竹内隊員、気象研究部門の伊藤隊員、地球物理部門の小池捷春隊員など、すべての隊員の方々にご協力をいただいた。また、気象庁南極事務室長島貫林治郎氏および気象庁高層气象台第3課、気象大学校荒川正一助教授にはこの稿をまとめるにあたりご指導をいただいた。さらに、国立極地研究所川口貞男教授には内容の検討をいただき、砕氷艦「ふじ」からは諸データをいただいた。ここに感謝の意を表します。

#### 文 献

- 藤沢 格・福谷 博・白土武久 (1974): 第13次南極地域観測隊気象部門報告 1972. 南極資料, 49, 72-90.
- 石田恭市・鈴木剛彦・酒井重典 (1971): 第10次南極地域観測隊気象部門報告. 南極資料, 39, 19-30.
- 小妻 司・上橋 宏・中村匡善 (1974): 第14次南極地域観測隊気象部門報告 1973. 南極資料, 51, 53-66.
- 中西秀二・福井徹郎・村松照男 (1974): 第12次南極地域観測隊気象部門報告 1971. 南極資料, 50, 75-90.
- 大野勇太・里見 穂・上橋 宏 (1971): 第11次南極地域観測隊気象部門報告. 南極資料, 42, 16-34.
- 酒井重典・沖政進一・召田成美・阪本孝広 (1979): 第16次南極地域観測隊気象部門報告. 南極資料, 65, 149-186.
- 鈴木剛彦・安富裕二・林 則雄・篠原健夫 (1977): 第15次南極地域観測隊気象部門報告 1974. 南極資料, 60, 70-92.

(1979年6月28日受理, 1980年3月28日改訂稿受理)