

## 〔綜 説〕

## 第4次南極地域観測越冬隊における医学的考察

東京女子医科大学整形外科学教室 (主任 森崎直木教授)

助教授 景 山 孝 正  
カゲ ヤマ タカ マサ

(受付 昭和37年2月10日)

## 緒 言

日本の南極観測は、1957年7月から1958年12月までの国際地球観測年 (I G Y) の一環として始められ、1956年11月に第1次観測隊が出発した。過去において、白瀬隊の南極遠征 (1910年～1912年) が唯一の経験である日本にとって、この南極観測事業を遂行する為には万全の準備が要求された。医学の面でも、日本学術会議南極特別委員会の中に医学委員会が作られ、南極観測に関する医学的諸問題を検討し、隊員銓衡の為の精密な精神身体的検査を実施した。

1955年ブラッセルでI G Y総会が開催された当初から、南極地域における医学的生理学的研究が重視され、その国際協力が期待された (W. Haymaker, Antarctic Project, U.S.A.: International Collaboration in Medical Research Work in the Antarctic Expeditions)。日本学術会議南極特別医学委員会では、南極観測隊に対し1) 生理機能の馴化、2) 24時間リズムの研究、を医学的研究の主なテーマにするよう提案した。人体の生理機能は日本内地において夏と冬、昼と夜とで各々特有のリズムをもつて変動しており、異なつた生活環境の下ではそれに順応するよう種々の反応を示すことが知られている。日本の温暖な生活環境に育つた生体が、熱帯を経て南極地域に至り1

年間の越冬生活を送る間に、如何なる馴化を示すかは極めて興味あるまた重要な問題である。したがつて専門の生理学者が観測隊に参加してこの方面の研究を実施するのが最も望ましいところであるが、日本の南極観測隊では、隊の人員構成あるいは予算面の制約等から医学的生理学的研究が正規の観測項目の中には組入れられなかつた。医療担当隊員として参加する1名の医師の義務は観測隊に課せられた各観測項目が円滑に実施されるよう、隊員の健康管理あるいは生活管理その他に努力することであつた。その為、われわれはできる限りの医学的生理学的測定を行ない、資料を持ち帰つたのであるが、その測定が断片的で不備なところが多く、対象の選定が不十分なのは止むを得ない。また極地の生活は一般社会から隔離された生活であり、行動には常に危険を伴い、生理機能に関しても寒冷の如き気象因子以外に精神的ならびに肉体的に種々の因子が影響するものと思われ、測定結果の意味づけには困難な点が多い。将来の系統的、継続的な研究に期待するところが大きいゆえんである。

## 東京から昭和基地へ

36隊員から成る第4次南極地域観測隊は、1959年10月31日観測船宗谷に乗組み東京港を出発した。越冬隊員15名の年齢は41才から23才、平均31

**Takamasa KAGEYAMA** (Department of Orthopedic Surgery, Tokyo Women's Medical College):  
Medical and physiological aspects in the wintering team (1960—61) of the fourth Japanese antarctic research expedition.

才で、第1次越冬隊11名の53才～25才平均36才6カ月、および第3次越冬隊14名の47才～24才平均33才9カ月に比し遥かに若くなっている。各種の心理テスト、脳波検査その他の精神学的諸検査により各隊員の性格傾向が明らかにされ、この面でも協調的な越冬生活が行なわれるように配慮された。越冬隊員は全員が出発前に齒科学的診察を受け治療を終了し、また肝機能検査あるいは心電図検査において僅かに所見を有する者についてはその健康管理、生活管理に特別な注意が払われた。

宗谷は1959年11月中旬シンガポールに、また12月中旬ケープタウンに寄港し、12月末南氷洋に到着した。すなわち、北緯36°の東京から北緯1°のシンガポール、赤道、南緯34°のケープタウンを経て、南緯69°東経40°の昭和基地まで、約2カ月間に温帯から熱帯を経て南極地域に達し、その間の気温は東京が15°Cを越える程度、シンガポールでは25～30°Cに上り、ケープタウンで約15°C、それから次第に低下して0°C前後の南極洋に至つたのである。隊員に与えられた船室は、一部室2～5名で、窓が無い部屋や食堂にはルームクーラーが設置され、気温が低下すれば各部室に熱風が送風され、満足とはいえないまでもほぼ良好な生活環境であつた。図1は印度洋から南極洋に至る間の船室温度と相対湿度(現地時間午前8時測定)の推移を示したものである。宗谷船上の医療は医務室で行なわれ、船医1名と医療担当隊員1名がこれに当つた。船の揺れと熱帯通過時の高温多湿による船酔症がかなり高頻度に認められ、また帰路1961年3月に南極洋上で越冬隊員の1名が急性虫

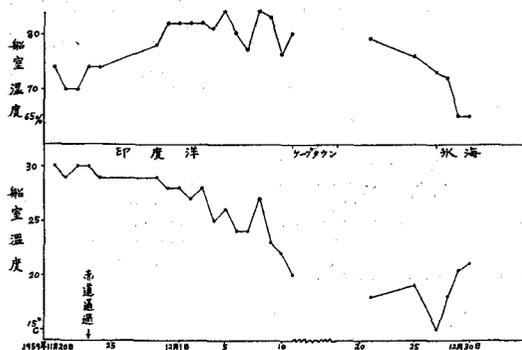


図1 船室内温度及び湿度(08.00LST測定)

垂炎に罹患してその手術に成功したが、それ以外には熱帯を越えて極地に達する2カ月間の長い航海にもかかわらず特記すべき傷病の発生なく、隊員の健康状態は良好に保たれ、体重も漸増の傾向を示した。

リュウオウホルム湾に侵入した宗谷は、1960年1月2日昭和基地へ約40マイルの地点に達し、ヘリコプターによる越冬用物資の輸送が開始された。好天に恵まれ食料22トン、燃料59トン、建築資材16トン等の生活物資が昭和基地へ送られ、第3次越冬隊と交代して1960年1月18日15名から成る第4次越冬隊が発足した(第2次越冬隊を残置させることができなかつたから、第4次越冬隊は3回目の越冬を行なつた)。輸送期間ならびに基地の整備建設期間には、全員がその重労働に服し、休養が不充分であることから傷害発生の危険が大きかつたのであるが、幸に軽度の打撲あるいは切創が若干名にみられたにとどまつた。

### 昭和基地

気象(村越、矢田隊員観測による)

昭和基地は南極大陸の沿岸から約6Km離れた東オングル島の露岩上にあるためか、南極地域では比較的温和な気候に恵まれた基地であるといえよう。1960年1月～12月の気象月報を表1に示し

表1 気象月報(1960年1月～12月)

	平均 気温	月最高 気温	月最低 気温	平均 湿度	平均 風速	月最大 風速	日照時 合計
1月	-0.8°C	6.0°C	-7.9°C	76%	6.5 m/s	22.3 m/s	227.8 時間
2	-4.7	1.7	-14.9	69	3.9	22.5	231.5
3	-7.6	0.1	-22.1	83	6.6	31.7	92.1
4	-9.8	-3.5	-17.6	78	8.2	27.2	25.4
5	-15.7	-3.2	-30.2	70	5.3	32.0	32.1
6	-19.6	-7.1	-34.6	76	6.2	25.0	0.0
7	-19.4	-4.7	-40.0	77	6.9	33.3	0.0
8	-17.1	-6.5	-37.3	77	6.0	33.3	72.4
9	-22.4	-10.0	-38.4	71	4.1	31.4	159.3
10	-14.0	-6.7	-26.5	77	6.4	33.3	166.5
11	-7.3	2.5	-20.5	68	4.9	22.0	336.5
12月	-1.9	6.5	-10.5	67	5.7	16.8	477.9
年平均	-11.9°C			74%	5.9 m/s		

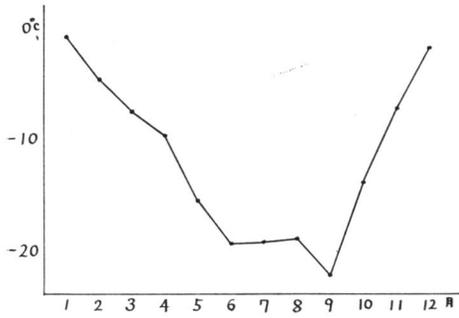


図2 昭和基地気温変化図(1960年)

表2 暴風日数

	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月	年合計
風速 10.0~14.9m/s	5	4	5	11	6	7	5	4	4	5	12	13	81
15.0~28.9	12	6	14	14	9	9	10	4	5	8	5	10	106
29.0≦	1	0	1	0	1	0	1	0	1	2	0	0	7
計	18	10	20	25	16	16	16	8	10	15	17	23	194

た。月平均気温(図2)は1月に最高で $-0.8^{\circ}\text{C}$ 、9月が最低で $-22.4^{\circ}\text{C}$ であり、月平均気温が $0^{\circ}\text{C}$ を越える月はなく、年平均気温は $-11.9^{\circ}\text{C}$ であった。1月、12月には気温がプラスになる時もあったが、6~9月にはしばしば $-30^{\circ}\text{C}$ を下廻り、7月下旬に $-40^{\circ}\text{C}$ の年間最低気温を記録している。年平均風速が $5.9\text{m/s}$ であり、また表2に示した暴風日数からもうなづかれるように風の強い時が多く、体感気温は上述の気温よりかなり低目となる。12月から1月の約1カ月半は大陽が沈むことなく白夜の状態となるに対し、6月から7月中旬までの1カ月半は反対に沈んだまゝで地平線に現われず夜の世界となる(図3)。基地周辺の積雪は強風のために堅くしまり、冬期には建物の屋根に達したが屋根を覆って積ることはなかった。

住居

昭和基地のおもな建物は図4の如くで、第4次隊の越冬に際して新たに建設されたA棟を入れA~Dの4棟はパネル式である。パネルの単位は $10 \times 120 \times 240\text{cm}$ の大きさで、中に断熱剤としてスチロホーム系気泡体を詰め、まわりをベニヤ板で覆ってある。このパネル式建物は最大風速 $80\text{m/s}$ 、

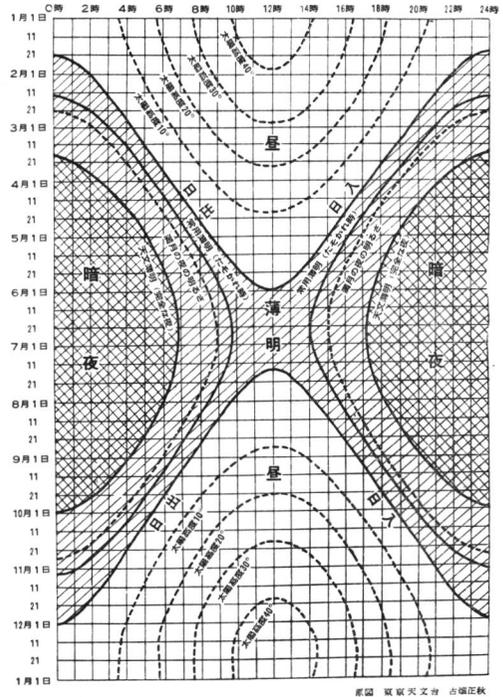


図3 南極昭和基地における昼夜(時刻は地方時)

2mの積雪、 $-60^{\circ}\text{C}$ の温度に耐えると言われていた。図4の1~15は厚いベニヤ板で囲った個室で、一部の広さは約 $3.3\text{m}^2$ である。各棟には軽油を用いる暖房機(ファーネス)があり、天井の送風管から熱気を各室に供給する。1月、2月および12月には暖房を殆ど必要とせず、棟内温度を比較すると、設置された各種観測機械から発生する熱のためにD棟が最も高く、新設のA棟



写真1 夏の基地

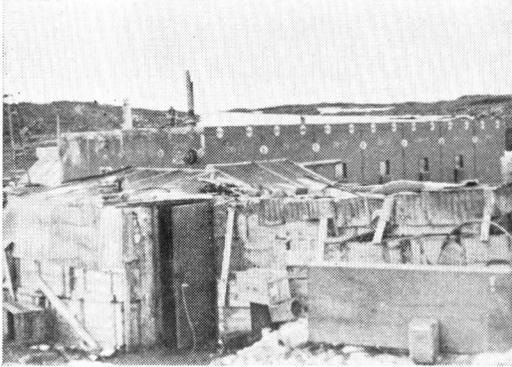


写真2 夏の基地

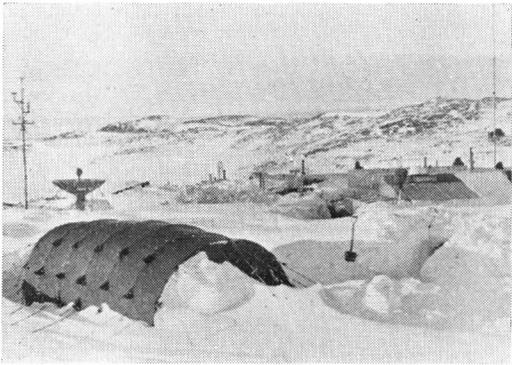


写真3 冬の基地

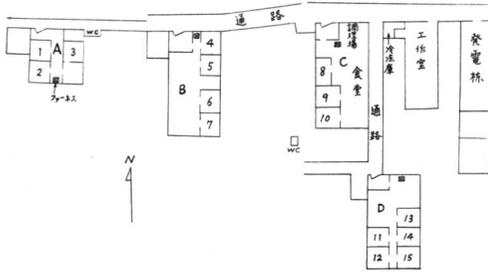
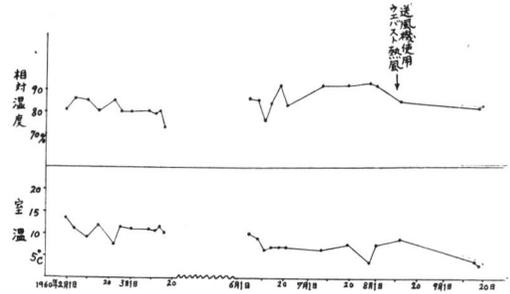


図4 昭和基地主要建物

が最低で、その差は夜間で $5^{\circ}\text{C}$ に近かった。冬期間中は屋間起床時に室温が $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ に保持される程度に暖房を行なった。図5は個室 No. 10で測定した現地時間午前8時の室温と相対湿度で、マイナスの室温は記録されていない。但し、個室 No. 10のあるC棟では早朝から調理が行なわれ、冬の寒い時には同時にファーネスにも火が入られるから午前8時にはかなり室温が上昇している。1

図5 昭和基地個室室内温度及び湿度  
(午前8時測定)

月には気温が高い日が多いため各棟ともしばしば雪どけによる雨漏りがあり、パネルの合せ目を外からエパーシールで封じてこれを防止した。新設のA棟はことに越冬前半では床下や周囲に積雪が少なく、湿度も $50\sim 70\%$ であつたが、これに対し調理、食堂および集会に用いられるC棟は湿度が特に高く、冬期間中にはしばしば $90\%$ 以上に達した(図5)。このため壁の下部、床、マット裏、天井梁その他の金属部分に凝結水の付着が著明で、われわれが持込んだと思われるかびの生育も盛んであつた。そこで、(1)室温を高め、(2)調理等により発生する水蒸気を屋外に排出することに努め(排気ファンの効果的使用)、(3)棟内に雪を持たないようにし、(4)湿つた寝具を発電棟で乾燥させる等の対策を実施した。すなわち予想された寒さと乾燥より、むしろ湿気に悩まされるという状態であつた。

便所は図4に示したように2カ所に設置され、食料の空缶(チンケース)を汚物容器とした。しかし日没期間や荒天時以外は多くの場合戸外、なかんづくタイドクラック(島の岸辺にある海氷の割目)が用いられ、またA棟-B棟間の通路に作られた便所は幾分臭気を放つた。便所については、

(1)基地近辺をなるべく汚染しない、また汚物の棄却にも便利な場所に、(2)本格的なパネルの(雪が吹込まない)比較的大きな便所を作り、居住する棟と直接専用の通路で結ぶ、(3)適当な汚物容器を考案する、例えば紙製にすれば軽く持運びに便利で、汚物は凍結するから周囲を汚染する

危険は少ない。(4)従来汚物は一括して夏期にこれをタイドクラックに棄却していたが焼却するのも一法であろう、そのためにはパラフィンで処理した紙製の容器が好都合と思われる等、便所の位置、汚物容器或は棄却方法等につき検討改善すべき点が多いものと考えられる。

### 被 服

気温が比較的高い1月、2月および12月は一般に特別な防寒衣類を使用することなく過し得た。室内では網シャツあるいは半袖シャツに長袖シャツとズボン下を重ね、厚手カッターシャツを上着とし、スキーズボンをはく程度でよく、戸外の仕事や天候に応じ、これに毛糸セーター、ウインドヤッケ、あるいは作業服を適宜追加着用した。帽子にはひさし付き作業帽や毛糸サマターが、手袋には毛糸、あるいは革手袋(5本指)が、靴には防寒ゴム長靴が用いられた。3月に入ると気温の低下と風雪の増大から防寒服や半長靴が使用され、靴下は殆んどが厚手のものを用い、戸外作業にはウインドヤッケを常用した。その後気温の低下に伴ない、特に戸外では羽毛服、オーバーミトン、目出帽等が用いられるようになったが、漸次寒さに慣れて来たため、気温低下の度合に比し着衣増加の必要が少なかった。一冬を過ぎた12月(月平均気温 $-1.9^{\circ}\text{C}$ )の着衣が、越冬を開始した1月(月平均気温 $-0.8^{\circ}\text{C}$ )のそれより遥かに少なかったことから寒さに対する慣れを獲得したものといえよう。寝具は、全員がベットでフォームラバーのマット、ふとん(敷ふとん1、毛布1~2、かけふとん1)、タオル地のパジャマを用い、5~10月の冬期には室温の低下に伴ない羽毛寝袋を使用する者が増した。洗濯ならびに入浴がそれぞれ週1回実行され、1年を通じ被服を充分清潔に保つことができた。なお村石隊員が衣料・装備を担当し、洗濯は佐藤、風呂は土屋隊員が担当した。

### 食 料

越冬の最終期まで冷凍食品(肉類、魚類、野菜類)を使用し得たという恵まれた条件に加うるに、約300種類の食品を1年間上手に配分調理した調理担当隊員の努力があつて、味覚の点でも栄養学的



写真4 昭和基地食事風景

に見てもほぼ満足すべき食事であつた。このことは全員が良好な健康状態を維持する上に大きな要因となり、体重増加が明らかであつた。主食の9割までが米飯であつたが、適宜パン、うどん、支那そば、餅等が供されて食事に変化が加わつた。ケーブタウンで購入した生鮮食品(鶏卵、オレンジ、玉ねぎ、馬鈴薯、キャベツ、人参)の一部が越冬の早期に凍つて可食部が少なくなり或はその味にやや変化を来し、これら生鮮食品の保存管理に一層の工夫が望まれたが、オレンジの如きは7月に至るまで食卓に出て好評であつた。生鮮食品の不足に対し、ミネラル入総合ビタミン剤を常用し、冬期間中にはビタミンA D剤を、また越冬後期にはビタミンC剤をこれに加えた。食料の年間総消費量は約14トン、1人当り933kgであつた。献立の一例を示すと表3の如くで、1人1日の栄養量は熱量3450 Cal、蛋白質95g、脂肪42g程度となり、学術会議南極特別委員会が提示した栄養標準量(表4)に近い。一般に整備建設期間等の肉体的労働が激しい時には油濃い洋食が歓迎され、1人1日3000Cal以上の食料消費を示し、日没期間で戸外活動が少なくなると淡泊な和食が好まれ、食料消費が3000Cal以下に低下する傾向が認められた。第4次越冬隊の1年を通じて見ると、たとえ充分なビタミン剤によりその欠乏症状は皆無であつても、食料構成においてより多くの生鮮野菜・果物が望まれ、越冬生活を終えた隊員が宗谷に帰船して最初に最も欲したのは生野菜であつた。

飲用並に調理用水には、主に雪や氷を発電棟の

表3 献立例

月日	朝食	昼食	夕食
1月20日	飯、みよ汁(干油揚), みりん干、たくあん、 焼リンゴ(缶)	飯、ウインナーセ ジソーテ、キャベツ ソテ、まくら味付 清汁、粕漬、洋梨(缶)	飯、ホフツナー、 キャベツ、ケチャップド スパゲティ(粉チーズ)、 清汁、ぬりうに、 オレンジ
3月1日	飯、みよ汁(玉ねぎ), 炙干いわし、たくあん、 みかん(缶)	カレーライス、野菜 コンソメスープ、 たらばかに(缶)、 樂家漬、たくあん、 オレンジ	飯、こん唐揚、 板わさ、豚汁、 公奥、高菜漬、 パインアップル(缶)
9月10日	飯、みよ汁、 干のり、 みりん干、たくあん、 みかん(缶)	飯、コンビーフ ソテ、ほうれん草 浸し、しゅうまい、 たくあん、黄桃(缶)	飯、清汁、 八方菜、 奈良漬、 みかん(缶)
12月5日	飯、みよ汁(3) えび佃煮、干のり、 たくあん、 フルーツサラダ(缶)	チキンライス、野菜 コンソメスープ、 たくあん、 フルーツサラダ(缶)	飯、清汁、 豚唐揚、 かぼちゃ煮物 ロスハム たくあん

表4 栄養標準量(1日量)(学術会議南極特別委員会)

熱量	3,500 Cal	ナイアシン	30 mg
蛋白質	110 g	ビタミン B6	5 mg
脂肪	50 g 以上	“ B12	1 μ
食塩	20 g 以上	葉酸	1.5 mg
ビタミンA	10,000 IU	パントテン酸	1.5 mg
“ D	600 IU	ビタミン E	3 mg
“ B1	5 mg	“ K	0.6 mg
“ B2	5 mg		
“ C	120 mg		

造水タンク(発電機の排熱を利用して冰雪をとかず鉄製の水槽)でとかけたものを用いた。1月には氷山氷とパドル(海氷上の積雪がとけて出来た水溜り)の水を利用し、2月12日にこのパドル水の塩分濃度が急増した(海水が混入したためと思われる)ので、以後は基地近辺の露岩上に積雪がとけて溜った池の水と氷山氷を用いた。3月下旬になってブリザードの日が多く、また池の表面に厚い氷が張り水汲作業が困難になったので、その後は積雪を利用して造水した。12月下旬になると雪どけのため積雪の利用が不可能になり再び氷山氷を用いた。これらの氷山氷溶水、雪溶水、パドル水を試料として持帰り分析した結果は表5の

表5 昭和基地飲用水分析値

	電圧伝導度	KMnO <sub>4</sub> 消費量	Na濃度	K濃度	Ca濃度
	Ω/cm	10 <sup>4</sup> ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.001M KMnO <sub>4</sub>	mg/l	mg/l	γ/ml
氷山氷溶水	(20°C) 8.36 × 10 <sup>-4</sup>	1.62	0.113	0.011	0.22
雪	9.81 × 10 <sup>-5</sup>	2.02	1.343	0.02	0.47
パドル水	3.24 × 10 <sup>-4</sup>	8.90	3.2	0.05	1.66
水道水	1 × 10 <sup>-4</sup>	1.14	0.439	0.025	7
イオン交換水	1 × 10 <sup>-4</sup>	1.51	0.013	0.000	0.33
純水	(18°C) 4 × 10 <sup>-4</sup>	1.89			
再蒸留水	(20°C) 1.278 × 10 <sup>-3</sup>				

如く(東京女医大生化学松村講師による)、氷山氷溶水が最も良質で、雪溶水がこれに次ぎ、飲用として充分使用し得ることを示している。飲用並に調理用水の使用量は1人1日当り11~12 lで例年に比し増加しているが、そのため食器等が極めて清潔に保たれた。基地生活にとつて造水は大きな問題であり、種々の改善を要するものと考えられる。すなわち、水源としては最も採取し易い積雪の利用を第1にし、造水タンクに隣接した場所から採雪し得るようにする。次に簡便な濾過装置を設け、砂塵等による汚物を除き、また動力による調理場への配水を工夫すべきであろう。なお松田、深瀬、村越の3隊員が食料を担当した。

医療

1. 医療品とその保管

昭和基地には未だ専用の医務室を設置するスペースが無く、例年図4の No. 10室が医療担当隊員の個室となり、食事や集会に用いられるC棟において医務が行なわれた。医療品には、外科、整形



写真5 昭和基地で血液検査

外科, 耳鼻科, 眼科, 齒科の専門用品から, 電気ショック用具や人工太陽燈に至るまで必要と思われる最小限度は殆んどあらゆるものが備えられ, また医薬品についても充分な種類と量が輸送された。これら医療品の一部は新たに建設された通称山手倉庫 (たるき, ベニヤ板製, 床が露岩面から約50cm高くなっている) に格納し1年間良好に保管し得た。他に通路棚, B棟前の露岩上およびC棟内にも必要度の大小に応じて格納したが, 通路棚は夏期の雪どけによる水濡れが著しく, 屋外は冬期に雪をかぶつて応急の使用に困難であり, またC棟内は湿度高くなりかびを生じたものが多く, 調理の油煙による汚染も認められた。従つて常備救急のものC棟内に置くにしても, 他は山手倉庫に格納すべきものと考えられた, たゞ水溶液はその凍結によりガラス容器を破損するから暖房のある屋内に置く必要があつた。また同様に低温に弱いゴム管やビニール線なども棟内に置いた。1956年第1次隊が昭和基地に運んだ総合ビタミン剤を, 1960年に第3次越冬隊の武藤隊員が持帰り分析した結果は, 表6の如くで昭和基地に放置された医薬品が殆んど変質していないことを示している。

表6 昭和基地に放置した総合ビタミン剤の変質度

製造会社	A社	B社
外観	適	適
確認試験	適	適
定量 V. A	131.7%	74.8%
V. B <sub>1</sub>	110.0	111.4
V. B <sub>2</sub>	108.8	72.4
V. C	108.8	87.2
N.A.A.	112.3	96.7

註 %は「レット」に表示してある量に対するもの

## 2. 健康管理

健康管理の面から生活一般に留意すると共に, 毎月2回体重を測定し, また1960年3~4月および7~9月に血液検査と尿検査を実施した。体重は全員の平均値においても各個人についても漸増を示し, 一般に長期の旅行では明らかに体重が

表7 血液検査成績

隊員	血圧 mm Hg	赤沈 1時間値 mm	赤血球 数 /Cmm	白血球 数 /Cmm	血漿 総蛋白 g/dl	ヘマト クリット %	ヘマト グロビン g/dl	
A	4月	126-80	1.0	410×10 <sup>3</sup>	6750	6.48	41.7	14.14
	8月	124-84	0.6	4045	5950	6.66	44.8	15.19
B	4	126 76	2.0	437	6850	7.59	51.5	17.46
	8	128 74	1.2	476	4350	7.59	52.2	17.7
C	4	113 63	1.3	454	5350	7.03	43.3	14.68
	8	120 80	0.6	441	5000	7.22	46.5	15.76
D	4	130 64	5.0	420	5850	7.22	43.6	14.78
	8	126 78	0.8	461	6300	7.22	45.1	15.28
E	4	138 79	3.0	568	6850	7.22	42.2	14.31
	8	138 88	2.0	560	6250	8.0	49.3	16.61
F	4	103 68	1.0	425	4900	8.7	35.7	12.10
	8	95 56	0.7	501	4200	6.85	45.1	15.29
G	4	113 80	1.0	435	5900	7.59	42.8	14.51
	8	110 75	1.5	425	4700	6.85	40.2	13.63
H	4	104 65	2.0	439	6000	7.03	44.7	15.15
	8	110 64	1.0	405	4200	6.48	41.7	14.14
I	4	105 58	1.1	564	6150	7.03	42.6	14.44
	8	108 60	1.5	454	6950	8.0	42.7	14.48
J	4	108 78	1.0	513	6700	7.59	44.3	15.01
	8	113 68	1.0	432	4750	7.22	44.3	15.02
K	4	98 50	3.0	426	4850	6.66	39.9	13.53
	8	105 55	2.0	420	5800	7.22	38.6	13.09
L	4	128 60	3.0	386	4950	6.66	40.6	13.76
	8	132 68	1.5	415	4100	6.85	44.4	15.05
M	4	115 64	1.0	456	8400	6.85	44.4	15.05
	8	122 78	1.0	447	7800	7.03	44.7	15.15
N	4	123 74	1.3	422	7800	7.4	43.2	14.65
	8	98 55	2.0	431	5250	7.4	43.2	14.65
O	4月	96-56	2.0	398	5650	7.4	40.3	13.66
	8月	100-56	2.0	491	7650	7.77	38.7	13.12

減少したが, 基地帰投後1~2週間で回復した。血液検査の結果は表7の如くで, 夜勤者に貧血傾向を認めたので, 昼間勤務者が夜勤者の睡眠を妨げないように注意し, 夜勤者に対する夜食の内容向上に努めた。尿検査では1名が前後2回ともウロビリノーゲン(++)を呈した以外には異常なく, ウロビリノーゲン(++)者には飲酒の節制を求め強肝剤を投与した。

## 3. 傷病

1年を通じて殆んど特記すべき傷病の発生を見なかつた。発生した傷病を月別に列記すると表8の如くで, いずれも軽症で加療により容易に治癒した。このうち虫垂炎は臨床症状, 白血球増多等から診断されたもので, 抗生物質投與其他の保存的治療により数日で軽快し再発を見なかつた。4名の凍傷は遭難した福島隊員の捜索中にビバークしたためのものであり, また齶歯は同一人の下顎左右第5歯に8, 10月と前後して発生した。極地の生活に際して多発すると云われる歯牙疾患が第4次越冬隊においては1名の齶歯発生にとどまつた

表8 昭和基地傷病頻度

昭和35年 傷病名	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月	計
左前胸部打撲	1												1
右手関節部ク		1											1
右膝関節部ク			1										1
左肩鎖関節部ク									1				1
左上眼瞼創								(2針縫合)					1
左拇指球切創									1				1
痔核	1												1
手足1-2度凍傷										4			4
眼瞼結膜炎		1											1
消化不良		1	1		1		1			1	1		6
虫垂炎		1											1
歯 齒								1		1			2

註 この表には調査旅行中に発生した傷病は含まれない

ことは興味深く、その原因を推定すると次の諸点が考えられる。(1)出発前に内地で嚴重に齒の治療を行なつて来た、(2)齒磨を励行して齒、口腔の清潔保持に留意した、(3)ミネラル入総合ビタミン剤を常用した、(4)食事を中心として全身の健康維持に必要な諸要件に欠陥が少なかった。(齒科学的診察・治療をお引受け下さつた東京女医大口腔外科に深謝する)。

なお越冬終了後今日迄に、帰路宗谷船上で虫垂炎1名、帰国後約4カ月後に腎結石症1名の発生を見た。

4. 精神医学的事項

全員が1年を通じてほぼ安定した精神状態を保持し、円滑協調的な生活が営まれた。あえて言うなら、5月末南極の冬に入り一部に僅か乍ら感情の尖鋭化を来たしたと思われる点が認められ、また6、7月の日没期間中不眠の傾向を示した者もあつたが、精神安定剤や催・睡眠剤の如きを投与する必要は殆んどなかつた。越冬中ことに日没期間に隊員が如何なる心理状態にあるかを調査する目的で、東大分院精神科の御指導により東大式M.M.P.I., 三宅式連想テスト(南極向きにやゝ改変されたもの)、ブルドンの抹消テストの3種類のメンタルテストを1960年7月に14名について実施した。その結果は、南極の越冬生活により或る一定の心理傾向に傾むくという成績は得られず、第5次越冬隊の成績を併せてさらに検討分析される予定である。

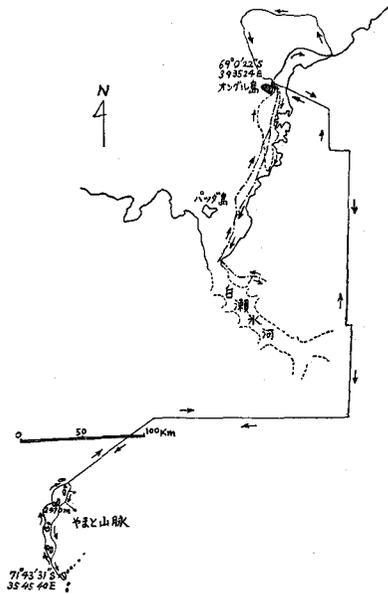
調査旅行

第4次越冬隊には地学担当隊員が3名参加して、雪上車による海氷あるいは大陸の調査旅行が頻繁に行なわれ、踏査距離は3,000 Km以上に達した。主な調査旅行を表9及び図6に示した。これらの旅行の行動範囲は南緯72°以北、高度は海拔2,000m 前後までで、気温は最低-40°C程度であつた。

表9 第4次越冬隊調査旅行

番号	旅行名	期 間	参加人数	使用雪上車数	走行距離
1	大陸旅行	3月3日-4月4日	8名	2 輛	36 Km
2	白瀬氷河	4月5日-5月9日	8	2	450
3	ホルンホルン、ユツガ、ハンナ地区	5月17日-5月25日	5	1	103
4	海氷調査	8月8日-8月11日	3	1	152
5	〃	8月16日-8月23日	3	1	190
6	スカルプス、ネス、ハンナ地区	8月25日-9月5日	4	1	130
7	大陸デ氷偵察旅行	9月2日-9月24日	4	2	426
8	白瀬氷河	9月23日-9月29日	3	1	358
9	やまと山脈	11月1日-12月15日	7名	2 輛	1,200 Km

図6 第4次越冬隊調査旅行



旅行の食料

雪上車による旅行用食料は、栄養価が高いこと、軽量かつ調理が簡便であること、各人の嗜好に合うこと等を目指して計画され、このために基地において餅つき、ビスケット作り、必要食品の小分け、および梱包が行なわれた。旅行の献立を例示すると表10の如くで、この他に毎日の献立に変化を与えるようスジコ、ウニ罐詰、チキンラーメン（インスタント）、トマトジュース、羊かん等の約30種類を特別食として携行した。1人1日の栄養量は熱量 3,700Cal、蛋白質 120g、脂肪 140g程度であつたが、やや長期にわたる旅行では殆んど常に1~4kg程度の体重減少を来したことを考えると、旅行の労働と寒気にバランスする旅行用食料を内地において予め充分検討の上、特別に梱包してくるべきであつたと思われる。

表10 旅行の献立例

	A基本 献立	A以外に毎日使用する
朝食	餅 乾燥野菜(2種) ハム 粉卵	石糖 塩 味噌 油 紅茶 緑茶 コーヒー 味の素 ベッパ 固形かつまひ スープの素 魚缶詰 コンビーフ 乾のり たくあん漬 粉カルビス
昼食	ビスケット チョコレート ベーコン レーザン 乾肉	バター カレー粉 カレールー ハヤシルー 菓唐がらし 果物缶詰 ガム アルコール飲料
夕食	α米 牛ロース 乾燥野菜(2種)	

旅行の被服

旅行の被服は既述の基地における被服に加うるに、風雪を充分防ぐことと、保温効果がより大きいことが要求される。われわれは表11に示したものを基本として、冬期の旅行や大陸旅行で寒気が厳しい時には羽毛服上下を加えた。また天幕内ではマット上に二重の羽毛寝袋を寝具として用いた。これらの被服はわれわれが行つた旅行の気象

表11 旅行の被服

- (上) 網シャツ, らくだシャツ, 薄手セーター  
厚手カッターシャツまたは羽毛下着  
テロンヤッケ(フード縁に毛皮つき)  
マフラー, 目出帽  
毛五本指手袋, ミトン
- (下) グリーフ, 網ズボン下, らくだズボン下  
羽毛ズボン下または厚手ズボンまたは防寒ズボン  
テロンヤッケ(下)  
雪靴, フェルト内靴 2足, 厚羊毛靴下 2足



写真6 大陸旅行(11月)の被服

条件内ではほぼ良好な性能を示し、外衣にはテロンやナイロン等の合成繊維、下着には羊毛製品が好適と思われたが、注意を怠ると顔面あるいは足に凍傷を来しやすかつた。したがって帽子および靴に改良が望まれ、毛皮の利用も考慮すべしであろう。

旅行の医療

表9の1, 2, 4, 9の各調査旅行には医療担当隊員が参加し、その他の比較的短期間の旅行には医療担当隊員が参加しなかつたが、いずれの旅行に際しても必ず必要医療品をおさめた医療バッグを携行した。その内容は一般救急薬品一式、皮膚縫合用器具一式、凍傷治療薬その他の薬品ならびに創装材料等で、別にミネラル入総合ビタミン剤ならびにビタミンE剤を各自毎日服用するようにした。また白瀬氷河調査旅行およびやまと山脈調査旅行には酸素ボンベおよび吸入器をも携行した(主として雪上車旅行によるガス中毒対策とし

て)。これらの医薬品中、ガラス容器のまゝ携行した目薬が凍結して容器を破損し使用し得なかつたのは失敗であつた。旅行中に発生した傷病は打撲傷、頭痛、歯痛、腹痛、消化不良、膝関節痛、顔面第1度凍傷等で、いずれも軽症であり、旅行しの行動には影響がなかつた。また夏期の旅行には雪眼鏡を用い、雪盲の発生を見なかつた。

### 生理機能の馴化

(本研究は宗谷医務長・東大物療内科東威と協同して実施した)。

#### 検査対象および検査項目

昭和基地の生活で生理機能が如何に馴化するかを知る目的で、第4次越冬隊員全員につき体重、血圧、赤血球数、白血球数等を測定し、また12名につき尿中17KS, Na, Kの排泄量を定量し、一部には基礎体温の測定を行なつた。なお宗谷船上においては第3次越冬隊が帰船した直後に、第3次越冬隊員全員(14名)と、同時に、越冬しない第4次観測隊員および宗谷乗組員9名につき、血液ならびに尿中成分の測定を行なつて比較した。以下これらの検査結果に第1次及び第3次隊で得られた成績を併せて検討する。

#### 体重

毎月2回入浴時に体重を測定したが、観測義務や調査旅行等の関係で測定時間は一定していない。全越冬隊員の月別平均体重を1次および3次隊のそれと比較して図示すると図7の如くで、いずれも漸増の傾向を示している。基地生活においてはほゞ充分な食料により良好な栄養状態が保たれるが、調査旅行に出かけた場合は厳寒と重労働に比し食料はかなり制限される。したがつて旅行に際しては一般に1~4kgの体重減少が見られた。

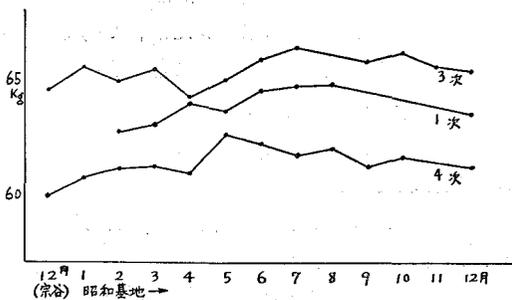


図7 体重の変動

図7の漸増曲線の所々に見られる小さな谷、すなわち3次、4次隊の4月および9月の減少はこの旅行と戸外活動の活潑化によるものと考えられる。一方体重曲線の漸増は、寒冷馴化の結果としての皮下脂肪の増加によるものと思われる。

#### 血圧

最高血圧と気温とは逆相関を示すと言われているが、第4次越冬隊における15名の平均血圧は図8の如くで、気温との相関は明らかでなく、むしろ南極越冬中の血圧が東京出発前や宗谷へ帰船後のそれよりやや低下している。第3次隊でも同様な傾向が見られる。これは寒さよりも越冬生活なかなづく日没期間の静穏な生活が血圧に大きく影響したためではなからうか。

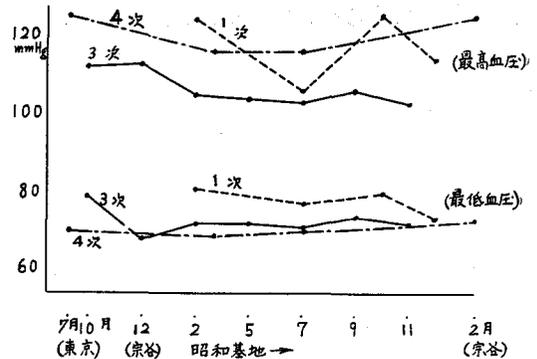


図8 血圧の変動

#### 体温

第4次越冬隊員5名につき測定した、1959年11月下旬(印度洋上)、越冬中の1960年2月中旬および3月中旬の各5日間の起床時舌下温(基礎体温)の平均を示すと図9の如くである。低い室温の生活に馴れると基礎体温がやや低下する傾向が認められた。一方、第1次隊の船上測定では、印度洋上に比し南極圏において基礎体温が上昇したと報告されている。図10は第4次隊5名の基礎体温平均値の推移を示したものであるが、南極圏に入り基礎体温が上昇するという所見は得られず、基礎体温については将来例数を増し測定方法にも正確を期し、さらに検討を加える必要があろう。

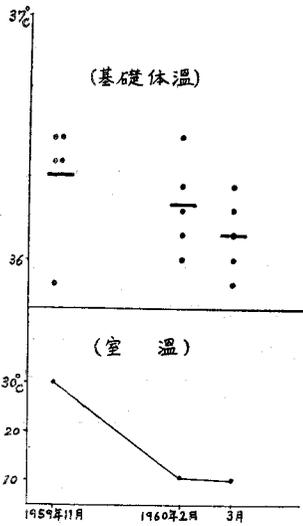


図9 基礎体温の変動

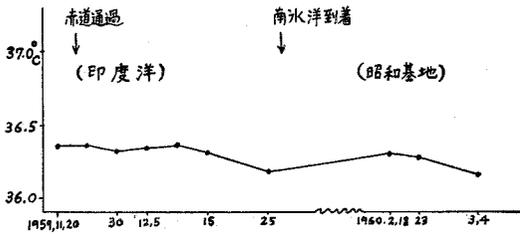


図10 基礎体温の変動

血球

流血中赤血球数は、第3次、第4次隊共に越冬中特別な変化を認めなかつた。

流血中白血球数は、第3次、第4次隊において南極の秋にあたる4月と、冬の8月の値を比較すると図11、12の如く、いずれもやや減少の傾向を示した。図13は第3次隊における白血球数変動の経過を示し、昭和基地生活中はやや低く、昭和35年1月宗谷に帰り、さらに5月帰国すると共に高い値をとつている。すなわち、日本内地において白血球数は冬の方がやや増加するものと見られているが、気温の低い昭和基地では逆に減少の傾向を認めた。この白血球数の変化を分析してみると、百分率においてもまた実数においても、南極生活により好中球が減少し、リンパ球が増加している

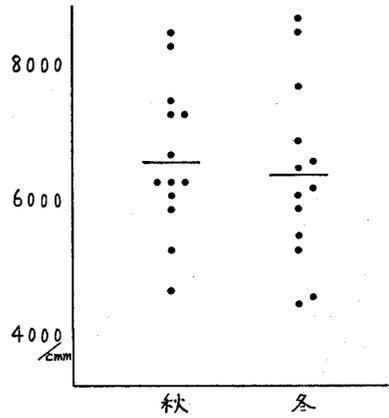


図11 白血球数の変化 (第3次越冬隊)

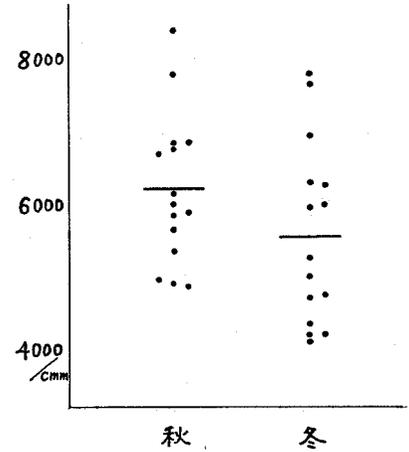


図12 白血球数の変化 (第4次越冬隊)

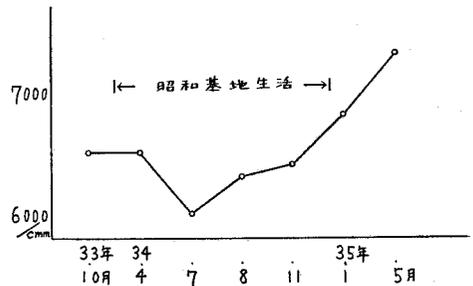


図13 白血球数の変動 (第3次越冬隊)

(図14, 15). かかる変動の原因として、南極では感染を受けることがない点が先ず想像されるが、その他宇宙線等の要因も充分考慮検討されねばなるまい。

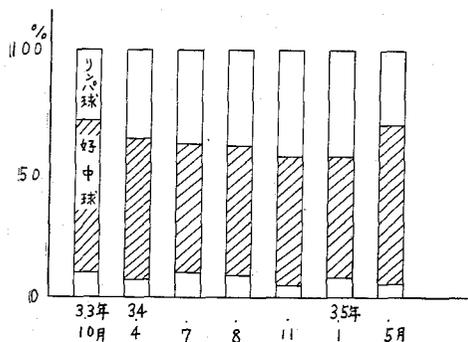


図14 白血球百分率の変動 (第3次越冬隊)

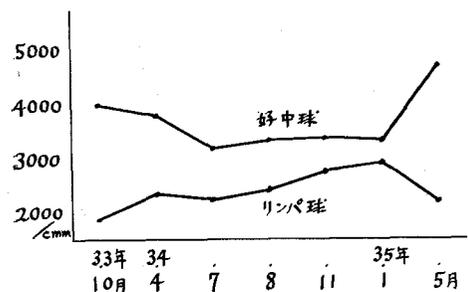


図15 リンパ球, 好中球の変動 (第3次)

尿中成分排泄量

尿はすべて塩酸酸性に保存し、帰国後 Na, K は焰光光度計により、17KSは Dreker 変法により定量した。

Na, K の1日尿中排泄量をみると、Na, K 共に越冬者は非越冬者よりもその値が大であった (図16)。Na, K の排泄量は食物によって異なってくるが、第4次観測隊非越冬者 (宗谷乗組員を含む) と第3次越冬隊はほぼ同一の時期に同一環境の宗谷船内で測定したにもかかわらず、越冬者の方が排泄量が大であった。この変化は大体尿量の変化 (図17) と平行していて、越冬者は1日尿量が明らかに増加しており、その増加度は尿中 Na 排泄量の増加度と非常に良く似ている。越冬者は寒冷馴化の結果汗の分泌が減少して尿量が増加し、それに伴って Na, K の排泄が増加せるものと考えられる。

尿中17KS排泄量には、越冬終了者と非越冬者の間に著差が認められなかったが、越冬中の秋

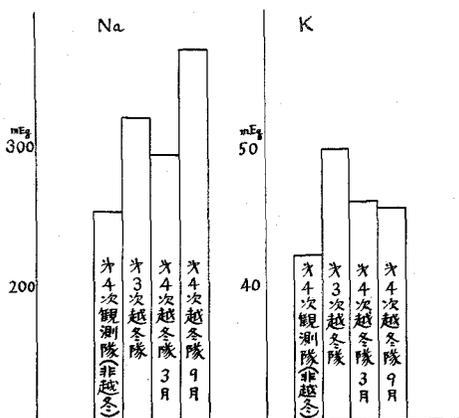


図16 尿中一日排泄量

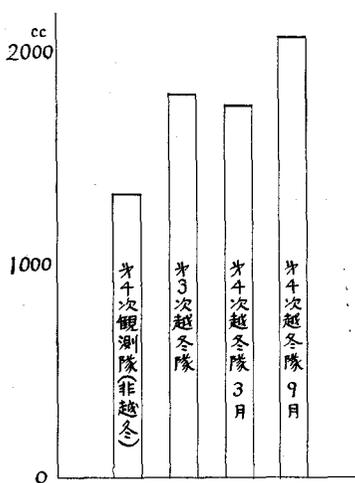


図17 一日尿量

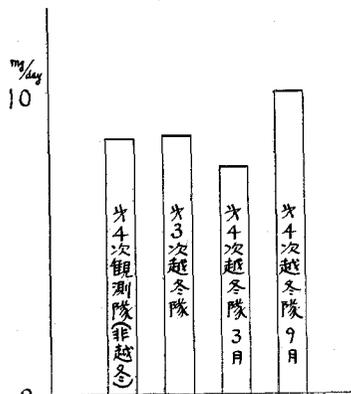


図18 尿中17KS一日排泄量

(3月)と冬(9月)を比較すると、冬の方が明らかに増加しており、日本本土と同じ季節変動が認められた(図18)。

日内変動

第3次越冬終了者と第4次非越冬者につき、ほぼ同じ時期に宗谷船内において、4時間毎の血中好酸球百分率、尿中17KS,Na,K排泄量を測定し、それらの日内変動を検査した。

好酸球百分率は(図19)、各時間において越冬者の方が非越冬者に比し少く、日内変動も少ない。好酸球減少から寒冷馴化による下垂体副腎皮質系の賦活が考えられるが、既述した如く同時に測定した尿中17KS排泄量には両者間に著差を認めなかつた。

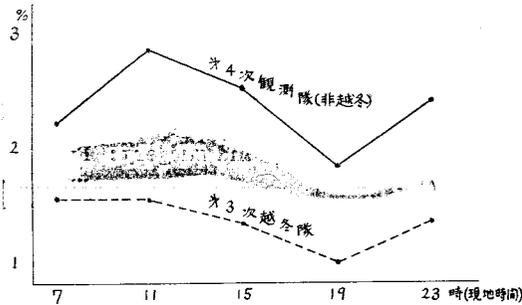


図19 好酸球百分率の日内変動

尿中17KS排泄量の日内変動は(図20)、非越冬者、越冬終了者共に変動の中が日本内地において測定された日内変動より少なくなっており、越冬終了者は日本の正常な変動曲線に、より近い曲線を示しているが、非越冬者は不規則な二相性の曲

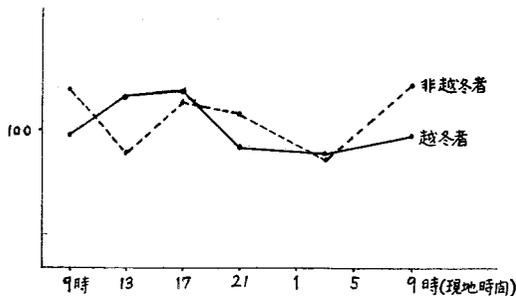


図20 尿中17KSの日内変動  
(平均値を100とした)

線を示している。

これらの血中好酸球百分率、尿中17KSおよびNa,K排泄量について、その平均値をいずれも100としてその日内変動を示すと図21の如くである。越冬終了者の方が非越冬者に比し、好酸球、17KS,Na,K排泄量のいずれもその日内変動の中が少なくなっており、これは第4次隊非越冬者が短期間に日本の秋から熱帯を経て南極地域にきたのに対し、第3次越冬隊員は1年間の極地生活により南極の生活環境に馴化しているためと考えられる。

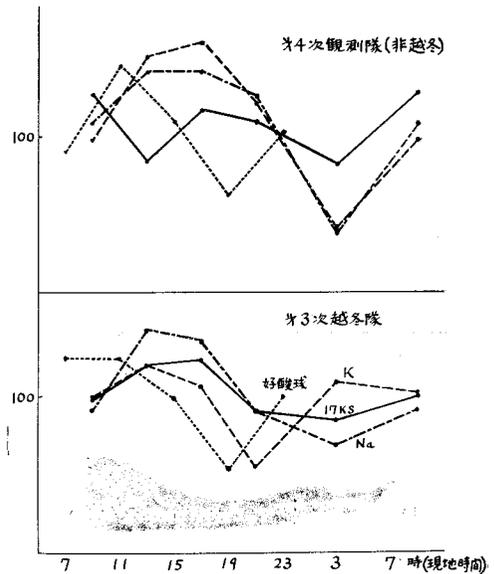


図21 好酸球百分率、尿中17KS、Na、K 日内変動

結 語

昭和基地における越冬生活も第4次観測隊で3回目となり、基地が年々整備されるとともに、極地での越年についての経験や知識が増加して来た。このことが、精神的にも肉体的にも特別な支障なく1年の越冬生活を送り得た最大の要因と思われる。また第4次隊においては大量の物質(輸送総計144トン:食料22トン、燃料59トン、建築資材16トン)に支えられ、弾力性に富む若さから衣・食・住のいずれについても全員の努力により一つの問題が解決され、隔離された環境にありながら円滑協調的な越冬生活が営まれた。しかし、

福島隊員の遭難は、極地の生活において一瞬の油断も許されないことを再認識させるには、余りに高価な犠牲であった。第4次越冬隊のみならず、日本南極地域観測関係者が等しく反省すべきところと考える。

昭和基地およびその近傍というわれわれの行動範囲内では、われわれの衣・食・住・装備あるいは医学的配慮が本報告に述べた如くほど満足な成績を示したとはいえ、より奥地、より苛酷な気象条件に際してはそれらすべてについて飛躍的な進歩改善が要求されるものと思われる。第1次から第4次にわたる南極地域観測事業において、断片的な生理学的測定の結果からではあるが、幸に極地での生理機能の馴化についてその一端を窺い知ることができた。この面に関しても、将来極地踏査の前進を意図するなら、終始一貫した研究目的と研究方針の下に専門医学者による存分の研究が実行されねばなるまい。

最後に、御指導御協力を賜わった日本学術会議南極特別委員会医学委員会、南極地域観測隊、観測船宗谷、東京女子医科大学、東大物療内科、東大分院精神科、東大田坂内科、京都府立医大吉村寿人教授の各位に御禮申上げる。

#### 文 献

- 1) 季節生理研究会：季節生理シンポジウム，日新医学 40 (11) 409—636 (昭28)
- 2) 国際生物気象気候学会，寒気生理研究班：寒気生理シンポジウム，最新医学 15 (2) 475—508 (昭35)
- 3) 日本学術会議，南極特別委員会，医学部門委員会：南極のための医学関係資料 その1, 2, 3, 1958年8月18日
- 4) 日本学術会議，南極特別委員会：南極観測第3次越冬隊報告，1960年3月．南極観測第4次越冬隊報告，1961年4月
- 5) 緒方道彦：第1次日本南極地域観測隊人体生理研究報告，南極資料6号 346—353 (1959)
- 6) 伊藤洋平：日本南極地域観測隊医療関係報告 (I)，南極資料6号 354—372 (1959)
- 7) 日本学術会議，南極特別委員会：南極地域観測報告 (南極シンポジウムにおける総合講演)，学術月報 13 (4) (1960)
- 8) 第4回環境生理集談会 (南極越冬の医学に関するシンポジウム) 抄録集 (1961)
- 9) Yoshimura, H.: Acclimatization to heat and cold, Essential Problems in Climatic Physiology, Nankodo Ltd. Co., Tokyo (1960) p. 61—106.
- 10) Burton, A.C., Edholm, O.G.: Man in a Cold Environment, Edward Arnold (Publishers) Ltd., London (1955)
- 11) Bureau of medicine and surgery: Frigid Zone Medical and Dental Practice, Bureau of naval personnel, Navy Department U.S.A (1949)
- 12) Lewis, H.E., Masterton, J.P.: British North Greenland Expedition 1952—54, Medical and Physiological Aspects, Lancet Sept. 3, 1955 494, Sept. 10, 1955 549