



21

極地

日本極地研究振興会
第11巻第1号／昭和50年7月発行

極地 '75 XI-1

頁
(page)

目次 Contents

巻頭言／白木博次 1 Prof. H. Shiraki/Preface

記事 Articles

隕石をひろった話／矢内桂三 2 Dr. K. Yanai/Yamato Meteorites Sampling

尿から見た越冬生活／小田哲男 12 Dr. T. Oda/Circadian Rhythm in Antarctica

Dufek 岩体の地球科学／諏訪兼位 21 Dr. K. Suwa/Geoscience of the Dufek Intrusion of Antarctica

南極点に降る雪の物語／菊地勝弘 31 Dr. K. Kikuchi/Snow Crystals at the South Pole

ERTS 写真の効用／吉田新生 48 Mr. A. Yoshida/ERTS Photos and Antarctic Research

北極海漂流記 (IV)／E.I. トルスチコフ 60 Mr. E.I. Tolstikov/Ice Station SP-4 in the Arctic Ocean

ニュース News

国際磁気圏観測計画 (IMS) と南極観測／小口 高 39 Dr. T. Oguti/IMS Project and Antarctic Research Expedition

南極域実験計画／川口貞男 57 Mr. S. Kawaguchi/On the POLEX SOUTH Project

報告 Reports

第 14 次越冬隊報告／平沢威男 45 Dr. N. Hirasawa/Report of the 14th JARE, Wintering Team

DVDP, 1974~75 に参加して／西山 孝 51 Mr. T. Nishiyama/Report of DVDP, 1974~75

トピックス 11, 20, 30, 38, 50, 56 Topics 11, 20, 30, 38, 50, 56

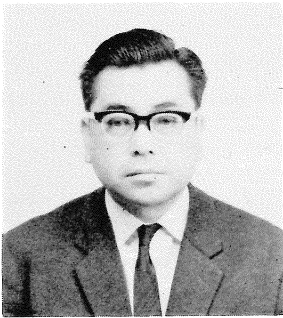
表紙：ドライバレー・ドンフアン池
(右手前は DVDP 掘削現場)

Front Cover: Don Juan Pond, Dry Valleys
(foreground: DVDP drilling site)

裏表紙：昭和基地
(手前観測棟)

Back Cover: Syowa Station
(foreground: Upper atmosphere physics laboratory)

私が現在、専攻しているのは神経病理学という基礎医学であるが、私の親友でもあり、またこの領域において最も尊敬している先輩の一人にアメリカの Haymaker 博士がいる。さて 1956 年、広島、長崎の原爆犠牲者における脳病変について、当時、ワシントンの軍病理学研究所 (AFIP) の神経病理学部門の部長であり、放射能と脳病変について造詣の深かった Haymaker 博士が、私に共同研究を要請したので、二人は昼夜をわかつたず、この研究に勢力的に取り組んだことがある。



Haymaker 博士の思い出

白 木 博 次

ところがある日、博士は、「実は俺は南極のアメリカ基地の越冬隊長になるかもしれないが、日本にも同じ計画があるようだが、お前も立候補する気はないか、ところで近々、ワシントンの科学アカデミーで、南極についてのバード少将の講演があるから、一緒に聴きにいこう」という誘いをうけた。そこで弥次馬根生に富む私は、当時、ワシントンの日本大使館のサイエンス・アタッシェであった向坊隆博士（東大紛争華かなりし当時、私は医学部長、彼は工学部長であった）をお誘いして、3人でバード少将の講演を聴いた次第。が、正直いって、少将はアメリカの計画、世界各国のそれを解説していたが、いつまでたっても日本の計画の話がでてこなかったことだけしか憶えていないし、半分は居眠りしていたことが思いかえされる。いずれにしても数多いわが国の南極の隊員のなかで、当時、働き盛りの絶頂にあり、今日の南極研究のパイオニアでもあるバード少将の講演をじかに聴いた人は、まずないだろうという妙な誇りだけはもっている。

さて、あれから 20 年の長年月がたってしまった。しかし Haymaker 博士も私も、幸か不幸か、遂に南極の越冬隊長にはならなかった。この間、私のやくざな山仲間であった村山、鳥居の両君は、越冬隊長として、また南極研究の輝かしいパイオニア（？）として役割を果たしてきた。ところで昨年、私は Haymaker 博士からクリスマス・カードを頂いたが、そこには Hi Hiro! from North pole と簡潔に記されていた。かれはアラスカの奥地かどこかで、バルーンに猿をのせて、宇宙線の脳に及ぼす影響を研究しているらしい。どうやら初志を貫徹している点では、私は彼に完全に先を越されたようだ。



隕石をひろった話



矢内桂三

国立極地研究所

まえがき

我々隕石調査隊がやまと山脈南麓のブルーアイズ帯で隕石 1 号 (Yamato-74001) を発見したのは昭和 49 年 11 月 24 日である。明日には迎えの「ふじ」が日本を出発するという日であった。やまとまでは実に長い道のりである。雪上車のトラブルに泣き、クレバス通過に神経をすりへらしながらも、無事調査を完了できたのは村越越冬隊長の適切なアドバイス、金子(信)調査隊長の好判断とチームの和にあったと思う。659 個のかつてない大量の隕石を採集できたのは調査隊にとっても、研究者の私にとってもこの上ない幸運であった。そして、この隕石が今後世界の隕石研究に大いに寄与するのは間違いないであろう。

計画

15 次隊が出発する時点で具体的な隕石調査の計画は持っていなかった。地質部門としては越冬の夏期を利用しやまと山脈 G 群の調査と航空機によるベルジカ山脈の地質予備調査を計画していた。しかしながら、現地の事情により最終的にはやまと山脈周辺での隕石探査を主目的とする旅行計画に変更せざるを得なかった。変更を余儀なくされた主な理由は航空機の使用不可(やまと、ベルジカへの飛行は無理)、雪上車のみによるベルジカ旅行の不許可、14 次隊によ

るやまと山脈 G 群の調査終了と 12 個の隕石発見、メンバーの旅行能力、サンダーコック・Y 旅行隊との関係、旅行隊と基地の人員割などである。このように旅行隊成立までには幾多の問題はあったが、最終的には越冬隊長の決断により、次のメンバーと構成で隕石調査隊(やまと旅行)は成立した。

〈メンバー〉

金子信吾 (38) リーダー、機械担当 (605)
小堺秀男 (46) 調理担当、調査補助 (605)
矢内桂三 (33) 地質調査、ナビゲーター (KC-24)
寺井 啓 (32) 通信、設営一般、調査補助 (KC-24)

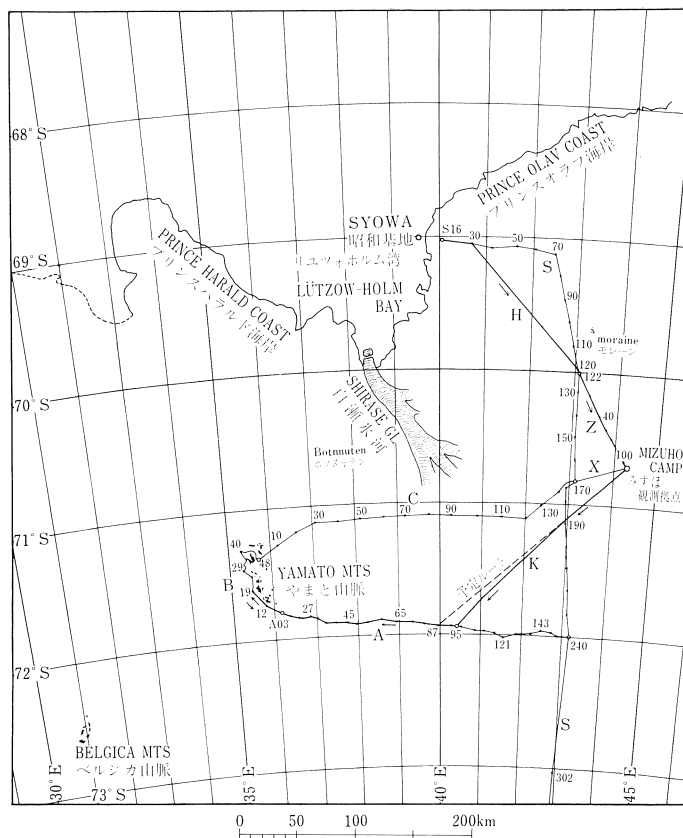
〈車輛、機〉

KD 605	1 台	} 計 2 台
KC 20-24 号車	1 台	
幌カブース	1 台 (機械ゾリ)	
中型木製ゾリ	3 台 (燃料、食糧ゾリ)	

〈ルート〉

昭和基地—とつき岬— S_{16} (みかえり台)— S_{30} —H ルート—Z ルート—MIZUHO CAMP—K ルート (新設)— A_{87} より A ルート—やまと山脈 A 群

帰路は同ルートを S_{16} まで、 A_{87} はサンダーコック・Y トラバース隊との会合予定地点とした。



〈燃料〉

44 ドラム（軽油 22 本，ガソリン 20 本，灯油 1 本，雑油 1 本）

〈期 間〉

73日間（昭和49年11月25日
～昭和50年1月5日必着）

〔行動 33 日〕

{調査 40 日

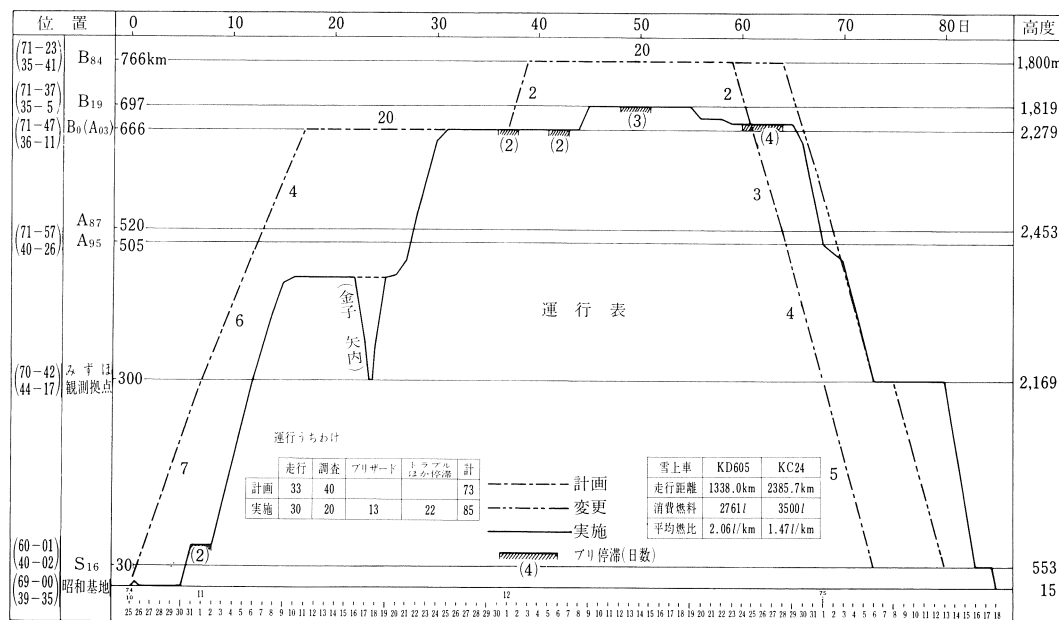
〈食糧〉

4人 88日分,ほか非常食
60kg
計 600kg

出発まで

10月20日準備完了を目標に食糧レーション(Ration)作り、機械整備、観測準備が基地隊員の協力を得、着々と進められた。特に調理の金山隊員にはパン焼を始めとして、カレー、チャーハン、スパゲティー、メン類等単調になり勝な旅行食に手作りの味を加えてもらい、さらに、メンバーの調理主任小堺隊員には旅行中も基地並にいしそれ以上のバライティーのあ

表一1 運行表（計画・実施）



る食事になるよう（テンプラや寿司もできるよ
う）こと旅行食に関しては完全なものにすべく
万全を期してもらった。機械整備は機械・航空
担当隊員の指導と協力を得、酷寒中で行なわ
れた。新車の KC 24 号車はともかくとして、KD
605 はオーバホール 2 年目で、すでに 5,000
km 以上の走行をしていた（保障距離は 5,000
km と言われている）ので、エンジンと足まわ
りを特に入念に整備が行なわれた。また、605
には造水装置を取付けた。これは旅行中大変好
評であった。

10 月中旬から好天の中で燃料ドラム、食糧、
観測機材等の収積、積込みラッシングが行なわ
れ、20 日にすべての準備が完了し、23 日 605
とソリ 4 台を S₁₆（みかえり台）にデポしてあ
とは出発を待つのみである。

出発、早くも U ターン

10 月 25 日予定通り 8 時 30 分昭和基地を後
にした。KC 24 号車はドライバー矢内、助手席
寺井、同乗者小堺と積忘れ荷物で満載、金子は
サポート隊に同乗していた。小岩島を過ぎしば
らく走ったあたりから車内に気になる臭がし始
めた。塗料の焼ける臭のようでもあり、ブレー
キオイルの臭とも思われた。ストップしてい
ろ点検はしてみたが、素人の私には原因が分
らない。サポート隊はもうとつつき岬にさしか
かっている声がトランシーバーから流れて来
る。出発早々ストップ、またストップではと気
にしながら走り出す。1 キロも進まぬ時珍さん
（小堺隊員のアダナ）が「ブレーキが真赤だ！
火事！だ」と呼びながら飛び出す。私も車を
止め無中ではい出し、後方からブレーキを見れ
ばドラムの付近から火の手が上っている。もう
気が気ではなかった、運転席にある消火器を取
るのももどかしく消しにかかった。傍では珍さ
んと寺井君が必死で雪を採ろうとしているが、
スコップでも齒のたたん雪、素手ではとてもと
ても採れるものではない。一時はどうなること
かと皆青くなかったが、幸いに消し止めることが
できた。しかし、万事休すである。塗料とオイル
の焼ける臭の中で 3 人はぼう然と立っていた。

とにかく、金子リーダーに急を知らせること

表—2 隕石調査旅行記録

年月日	記 事		隕 石 採集数 (個)	
1974.10.25	出 発	KC, ブレーキドラム 焼付		
10.30	再 出 発	H ₁ まで順調		
11. 5	み ず ほ 着			
11. 9	KD トラブル	クラッチ ミッション 故障		
		KC にてみずほキャン プ往復, クラッチ ミ ッション交換		
11.16	K 74.5 出 発	順 調		
11.21	A ル ー ト	A 95 付近 シブール発 見		
11.24	クレバスと 裸 氷 帯	A群南麓に B, C		2
11.25	隕 石 探 査			19
11.26	"			13
11.27	"	最大径 20 cm, カボチ ャ型	10	
11.28	"		22	
11.29	"		16	
12. 1	"	ブリの中で隕石さがし	10	
12. 2	"		22	
12. 3	"		16	
12. 4	"		23	
12. 7	"		5	
12. 8	"	B, C 移動 (B群)	7	
12. 9	"		2	
12.10	"		19	
12.11	モレーン調査	B群西方ヌナターク	1	
12.17	C 群 調 査		1	
12.19	隕 石 探 査	B, C 移動 (A群西麓)	167	
12.20	"		55	
12.21	"		25	
12.22	"	B, C 移動 (A群南端)	3	
12.23	"		163	
12.24	"	地 吹 雪	3	
12.26	"		30	
12.28	"		15	
12.29	" (最終日)	A群を離れる	10	
1975. 1. 1	Kルート入り	KD 右テンパー作動せ ず, KC でかじ取りつ つ帰る		
1. 6	み ず ほ 着	サンダーコック隊およ び 16 次隊待ち		
1.13	み ず ほ 発			
1.15	S ₁₆ 帰 着			
1.17	収容 (矢内: ふじ, 金子, 小堺, 寺 井: 基地)			
計 85 日			659	

だ、サポート隊に連絡金子さんと呼ば出してこ
との次第を知らせ急ぎ引き返してもらう。準備
万端の出発であった我々には新車のトラブルは
大変なショックであった。致命的なトラブルで

あればやまと旅行の中止も考えねばならない。複雑な心境でリーダーの到着を待たねばならなかった。

金子さんの点検で右ブレーキライニングの焼付きらしいことが確認されたが、原因はなかなか分らない。いろいろ調整して走行してもすぐドラムが赤熱してしまう。雪をかけるとジュースと音をたて蒸気になるほどである。ソリを引かなくとも全く同じ状態になる。結論は基地で十分な点検と修理する以外になく、引返すことに決定した。基地の隊長に連絡、救援を依頼する。1時間ほどして KC 24 号車はソリの荷物となった。動かない雪上車はもう鉄の塊でしかない、走行中は暑すぎるほどの車内はもうすっかり冷切ってしまっていた。

基地に帰った我々にはまた一大事件が待っていた。第7発よりの出火である。やまと隊、サポート隊、基地隊全員の必死の消火作業でかろうじて消し止めることができたが、私はその日2度も消火剤をあびることとなった。

再 出 発

10月30日我々は再度昭和基地を後にした。今度は戻って来るな！ 隕石沢山ひろって来い！ と基地隊のさかんな見送りを受けた我々には出発の遅れと、行先の不安はかくせない。老朽車の 605 はいつダウンするかと全くハラハラである。S₁₆で隊長らサポート隊と別れた4人はやまと隊としての行動が始まった。

その日 70 キロ余りを走り、早くも H ルートに入った。KC でピストン輸送はしたものの車輛人員ともまずまずの調子である。キャンプ地ではベテランの作る焼肉に舌つつみを打ち、金子はウイスキー、小堺酒、矢内ビール、寺井ジンと各人好みの飲み物を手にし、旅行第1日の無事を祝った。

大トラブル発生

ブリザード、小トラブルはあったものの、比較的順調にみずほ街道を進み、11月5日みずほキャンプ着、明日からは新ルート、みずほキャンプから磁方位 216° で A ルート A₀₈₇ を目指す、1日 50 キロ走行を目標に 11月6日 K₂₅

(50 キロ)、7日 K₅₀、8日 K₇₁ にそれぞれキャンプ。K₅₀ 付近から大サストルギ発生、しかもきわめて硬い、スコップなど全く受けつけない硬さである。直進を前提にしているマグネ航法の我々はサストルギをかわし切れず、それを乗越すたびに大きく傾く雪上車、激しい衝撃、今にも分解するのではないかとヒヤヒヤである。

心配が現実となった。K₇₅ の手前で「605 クラッチ切れず」ダウンする。いよいよ大トラブル発生かと、ショックよりも安堵にも似た気持である。トランスミッションをはずし、クラッチ板交換も4人できわめてスムーズに行なわれた。午後から始めた作業も交信時(2,000 時)までにはすべて完了していた。しかし、大量の油もれと、ミッション付近からたまに出る異常音はとても気がかりであった。その異常音は翌日の運転開始とともに増々ひどいものとなり、ついにはミッションの大トラブルとなってしまった。4人の必死の修理にも好転のきざしはなく、ミッションの交換なく前進不能となった。絶望である。クラッチ板の予備はあっても、ミッションまでは考えていなかったし、ミッション交換のような大トラブルであれば、旅行中止はやむをえない考えであった。しかし、ここまで来て止めたくなかった。旅行を中止するにしても 605 はここに残置するほかになく、KC 単車でみずほまで 150 キロ、サストルギの悪路を果たして無事に帰れるだろうか。Y 旅行は間もなく目的の南緯 77 度に到達しようとしているのに。あせりと不安はかくせなかった。しかし、全くの絶望ではなかった。何故だろうか、我々4人にはこのピンチを切抜ける自信と互いの信頼が度重なるトラブルでつちかわれたのではなからうか。しかも、このトラブルは不幸中の幸いであった。1つは Y 旅行隊は間もなく帰路につきレスキューしてくれるとのこと、この地で 605 と 609 を交換して来れると連絡。第2にはみずほ迎便(Y 旅行隊の一部をみずほにて収容)がまだ基地を出発していなかったことである。我々はこの迎便に中古のミッションをみずほまで運んでくれるように依頼した。

みずほまで往復 300 キロ、KC の単車走行に

は自信がなかった。しかし、これが今取るべき最良の方法である。金子リーダーと私は小堺、寺井の2名をトラブル地点に残し、16日出発した。往路悩まされたサストルギの状態は変わらず、ガタンと言う衝撃にヒヤヒヤである。もしここでKCを失うようなことがあれば、我々も残した2人も最悪の事態になりかねない。運転も慎重そのものとなる。予定通りみずほキャンプで迎便と合流、ミッションを受取った我々は再会にはずむ話もそこそこに帰路を急いだ。

18日の私の日記には次のように書かれている。「頭痛と吐気でフラフラしながらやっとK₅₀にたどりつく、立つ気力もない、排気ガスにやられてしまった。オーニングしたこともシュラフにもぐったこともはっきりは覚えていない。目を醒ましたのは1800時頃であった。3時間は眠ったであろうか。まだフラフラするが走り出す。後方のドアを開いたことで幸いガス中毒からはまぬがれたが、今度は寒くてガタガタする。約7時間で50キロ走行キャンプサイトに帰着、午前1時をまわっていた。この1台のKDでも室は広く帰って来た実感が湧く、ホットする。ミッションを交換し、うまく走ってくればいいが、是非そうなって欲しい。」

またその日は極地研究所事業部長と楠研究主幹連名で次のような公電が届いた。「アメリカ・ピッツバーク大学より1975年から1976年夏にやまと隕石探索のため、日本隊参加の申入れがあった。各国の感心が高まっている折から矢内隊員以下やまと隕石採集に努力させるよう尽力されたい」我々は隕石採集に努力できるようになれば誠に幸いである。しかし、今はいかにしてやまと山脈に到達するか、それが現実には最大の問題である。

やまと山脈到着

ミッション交換も無事に済み、テスト走行もOKとなる。長い停滞をしいられた我々は19日の夕方キャンプ地を後に再度前進を開始した。21日にはAルートのシュプールを発見、進路をやまと山脈に向ける。会合予定地点の手前20キロでシュプールに乗ったわけで、Kルートは大部南にそれたことになる。それにして

もシュプール発見は大変幸運であった。Aルートは10次隊により設定され、1年前に14次隊が通っており、シュプールはかなり良く残っていた。シュプールと旗竿(測量ポール)をたよりに前進し、23日前方下手にやまと山脈を遠望できるA₀₂₀地点に到着キャンプする。ここから、やまと山脈D群にかかる笠雲は見事で、実に印象的であった。明日にはやまと到着を予定、問題はクレバス帯通過である。

幅10mを越すクレバス、まるで川の様だ、雪上車の通過した後にポツカリあいた大きな穴、きもを冷やすのに十分すぎる。クレバス帯に迷入すること数時間、やっとの思いでこれを脱出、午後には大望のブルーアイス帯、A群の南側山麓に足を踏み入れる。

A群の山塊よりその山麓の方が高い奇妙な地域を降り、A群の南約10キロ地点にあるヌナタークに到着、この近くに隕石探索の拠点(BC₁)を設ける。

やまとまで実に長かった。700キロに1カ月近くも費してしまった。到着の遅れは調査の短縮でしかないけれど、苦難の末の到着は本当に嬉しかった。岩肌に見える景色には何か心休まるものがある。

隕石発見第1号

11月24日、A群に向って裸氷帯を下るルート上で早くも隕石1号(Yamato-74001)を発見、午後の4時であった。幸運にも研究者の私が第1号発見の荣誉に浴することになる。薄青い裸氷上にポツンと置き去りにされた岩片、黒々とした薄い殻は隕石が地球大気との摩擦によって焼けただれたことを良く表わしている(写真-2)。割目を良く注意して見ると1mm前後の粒子(コンドリュール)が認められ、まさしく隕石の一種コンドライトに間違いない。我々は寒さも忘れ、氷上に腹ばいになって宇宙からの珍客を迎い見守った。

手に取ってみると、ズッシリする重量感は隕石調査が見事の中したこと、ラッキーであったやまと旅行を一層確かなものにしてくれた。



写真-2 隕石1号 (Yamato-74001) (上部の黒い丸い方はレンズキャップ)

隕石さがし

隕石さがしと言っても、さがす方法があるわけではなく、言ってみればゴミ拾、クズ鉄拾いの感である。さしずめ宇宙のゴミ(隕石)拾いと言う所でしょうか。まず、我々は図-2に示すようにA群南方10キロのB.C₁を起点に東西9キロ、南北9キロの範囲を第1の隕石探査(精査)地域に定め、東西に500m間隔で南北に走行し、探査する計画を立てた。この地域を第1の隕石探査地域に決めた理由は第10次隊、第14次隊によって約20個の隕石がこの地域のルート上で発見されているからである。これら2隊はルート上でたまたま発見したもので、組織的に探査を行ったものではない、しかし、偶然の発見にしては異常とも言えるほど分布頻度が高い地域である。我々はこの地域を徹底的に探査する意気込みである。

25日から探査が開始された。写真-3に示すごとく、KCの屋根に2人(視力抜群の

小堺、金子)が座り、左右の探査を分担、私は後方のドアの所に立ち見落しをチェックする。ドライバーは寺井君、前方要注意である。B.C₁から南に向けスロースローで前進500mでストップ、周囲をなめるがごとく双眼鏡で入念に探査、あやしきもののあるとなれば早速飛び下りてそこに向う。飛び上って喜んでいることを確かめてから、私がカメラとノートをもってかけつける手順である。これは大きい、カッコウがいいと話しははずむ中で、私は周囲の状況を記録し、産出状態をカメラに収

め、記念撮影の後、ひろう(採集)ことになる。隕石はKCに持ち帰ってナンバーリングがなされ(例えば74112501、1974年11月25日採集第1号となる)、ナイロン袋にパックされる。また、同時に採集地点の位置と高度も記録される。

あやしきものの9割方は隕石であったが、たまには見てガッカリ、蹴飛ばしたくなるものもあった。ここはルート上、キャンプの跡もあり、いろんな「物」が捨てられてある。ことに黒い皮手袋は一番間違ひやすく、かなり遠くからでも良く目に付くので、胸ワクワクで出掛け

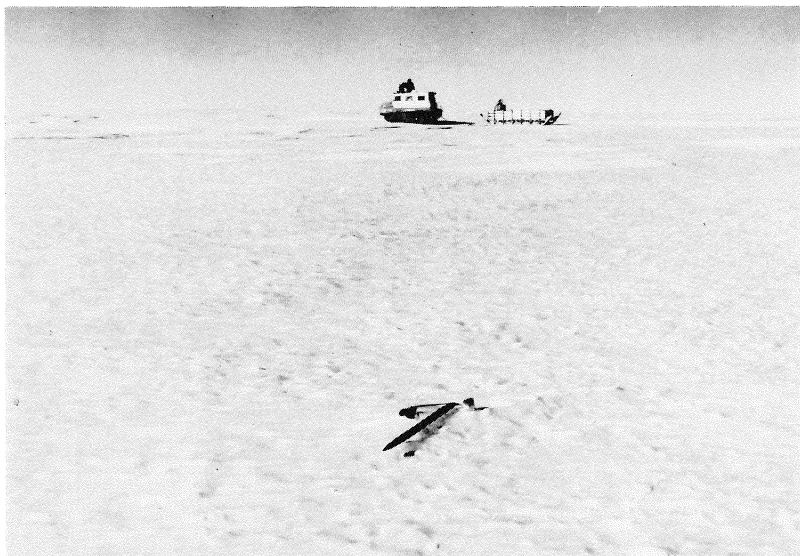
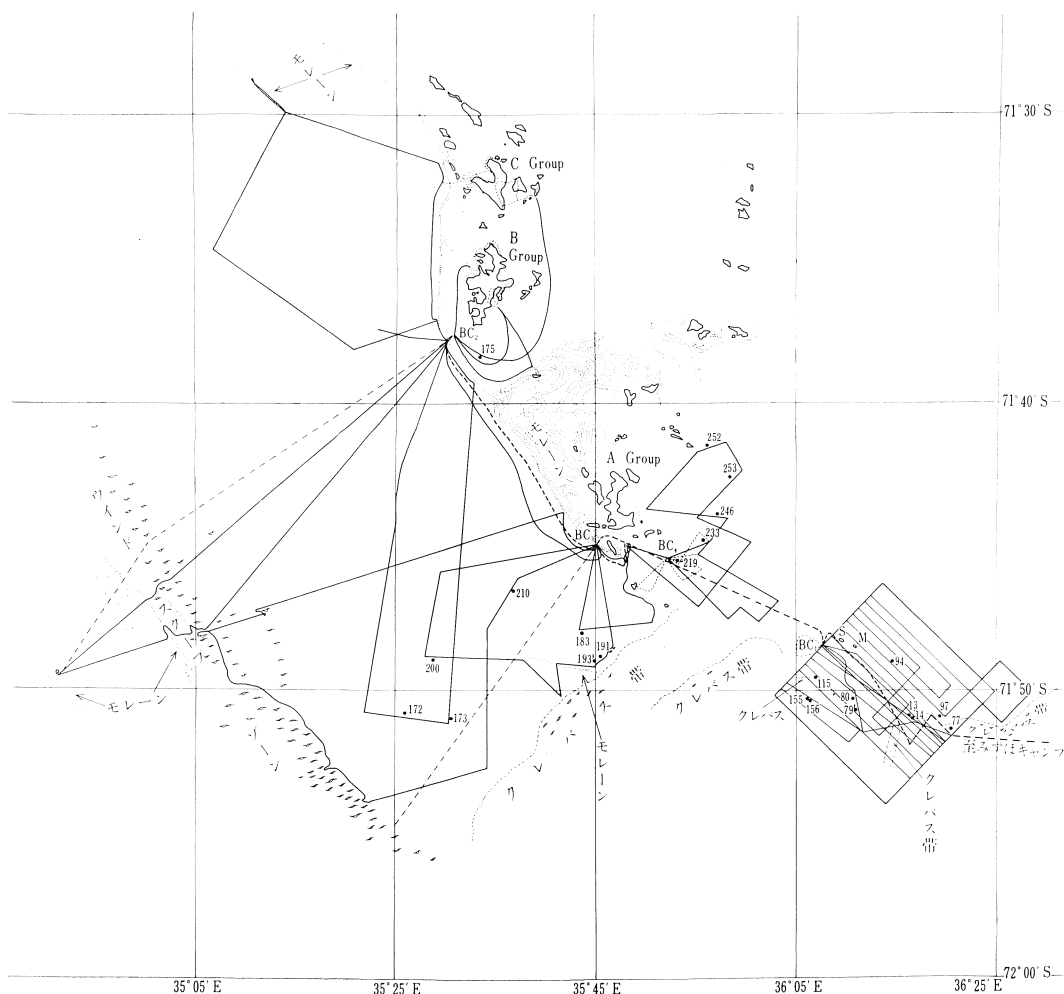


写真-3 隕石探査風景



図—2 隕石探索ルート図（黒字は径が 10 cm 以上の隕石、番号は採集の通しナンバー、経緯度は概略を示す、太い破線はコース、細破線は徒歩による探索、鎖線は 14 次のルート）

て、ショックを受けることがかなりあった。我々はこれも後々のために全部拾うことにした。また、光線のいたづらで、飛んで行ってみると、こんもりと盛りあがった“薄茶黒い物体”そのかげから小さな紙切れが一瞬ヒラリ、ガクンである。これだけは拾うことも蹴飛ばすことも遠慮した。いろんな珍事をくり返ししながら、このような調子で連日隕石探索がつづけられた。

やまとは風が強い、平均 15 m ぐらいい吹いているだろうか。風も隕石探索には強敵である。追風ならともかく、風に向っての探索はかなり大変である。ジーと目を凝らして見ていると涙が出て止まらない、目を閉じると一瞬にしてマツ毛が凍り付いてしまう。こうなるとなか

なかやっかいで、無理に目を明けようとすればマツ毛が抜けてしまうし、そのままでは仕事にならない。それも、もう一度涙を流し、氷が溶けた瞬間目を開けば大丈夫と言うことになる。痛み出すホホや指の先、止まらぬ鼻水、誰にも見せたくないあわれな姿である。こんな条件の中でも隕石発見には皆飛び上って喜んだ。

探索第 1 日目に大小の隕石 19 個（累計 21 個）を発見採集、予想をはるかに越える成果をあげた。初めは全部で 20 個も採れれば上々と思っていたのに、初日でそれをオーバーする数である。第 1 日目の探索で今後の見通しが急に明るくなった。とにかく、時間と燃料の許さかぎり、隕石探索に全力をあげることを決めた。メンバーには私から何も言わなくとも、そのつ

もりであり、寒さも、疲れも、危険もいとわず全力をあげて協力して来れた。

12月1日、極地研所長、観測隊長ほかあてに次のような内容の隕石調査中間報告を送った。

「11月中にKCで113キロ走行して隕石探査を行ない、次の結果を得た。(1)発見採集した隕石は総数82個である。(2)径が10cm以上のもの5個、最大のものは20×20cm、3~4kgのカボチャ型で、原形を良く保存している。(3)すべての隕石に溶融した表面(殻)が認められる。(4)隕石はすべて氷帯(ブルーアイス)より採集した。」以上

折返し永田所長並びに村山観測隊長よりお祝いの公電あった。また、今後の探査についても指示があった。

12月8日第1地点での探査を打ち切り、B群に向う、A群の峠を下る際KDと橈の四重追突の不手際はあったが、無事モレーン沿いにB群に到着、B群西方、モレーンの内側にB.C₂を設ける。

B.C₂ではその西方地域の探査とモレーンでの探査を主眼とした。しかし、ここまで来て山に登らん法はなく、登山を兼ねB群、C群の調査を4日ほど行なった。隕石は思ったほど採集できなかったが、この付近にも分布していることが確かめられたし、モレーンの内側(山塊寄り)にも分布していることが分ったのは収穫であった。しかし、モレーンの中からは残念ながら見出せなかった。隕石が氷河で運ばれた説を支持すればモレーンこそ沢山の隕石があって当然なのだが、何分にもモレーンには石が多すぎて目がまわってしまう。

12月19日元のルートをもレーン沿いにA群まで戻る。急斜面の下にB.C₃を設け、早速探査に出掛ける。B.C₃では図-2に示すように、クレバス帯下手の平坦地域を中心にしながら、その西方まで足を延すつもりである。この辺の氷床地形は南方から氷河(氷床)が階段状に押し寄せ、その先端に広くて一段低いフローアを



写真-4 最大の隕石 Yamato-74077, 5.576 kg

形成している。あたかも急流から開放された湍か湍の感じである。こここそ魚(隕石)のたまり場にちがいない。我々の浅はかな考えが見事に的中し大隕石群を発見した。驚くなかれ167個である。川ならさしずめ滝ツボか、氷河の急斜面が平坦面に変わる付近一帯に豆まきの豆のごとく散在していた。もう1個1個の記録(写真)していたのでは何時終るか分らない、フィルムも足りない、とにかくまとめて集めてもらうことにし、私はナンバーリングと袋結に追われることになった。

トータルはすでに300の大台を越えている。我々の神経はもう普通ではないのだろうか、隕石が見付からんと言う気持は少しもない、走れば走るほど増して来る。平均すると1キロに1個強の割合である。そのころから、我々の感心は世界の何割隕石を保有するかに集中していた。初めは20個から始まって、世界の1割、2割、そして3割と夢ふくらむばかりである。さらにベースキャンプをA群南山麓に移し、精力的に探査をくり返して、再び大隕石群を発見、世界の3割に挑戦である。

夏到来とは言いやまとの天気は定まらず、3日の1回の割でブリザードが吹き荒れる。帰投予定もせまり、燃料も底をつきかけたため、12月29日を探査最終日とし、30日やまとを離れることに決める。最終日の目標は10個、激しい地吹雪の中をB.C₄から第1地域を探査、予定の10個を探査した所で探査を切り上げる。

そして、やまと山脈が一望できる地点にやまとでの最終キャンプを張る。

その日公電にて隕石探査の終了を連絡する。「12月29日やまと地域での予定の調査を終了したので次のとうり調査結果の概要を報告する。(1) 11月24日やまと到着以来隕石探査16日、露岩、モレーン調査4日、移動3日、ブリ停滞11日であった。(2) 隕石探査はKCで595キロ走行、破片を含めて659個の隕石を採集した、雪の上で発見されたのは1個のみで、他はすべて裸氷上であった。そのうち1個は水中に没していた。(3) 径が10cm以上の隕石は21個、最大のものは前回の報告に同じ、(4) 隕石は肉眼で7種以上識別できる。(5) 隕石は裸氷帯であれば分布の粗密はあっても、平坦地、傾斜地、クレバス帯のいずれにも分布している。(6) 隕石は18l缶6個に収めである。(7) 12月30日やまとを出発帰途につく。」

やまと隕石

やまと山脈周辺で採集された隕石は表—3に示すごとく、現在680個である。隕石はそれぞれ固有の名称が与えられるためまえなので、10次隊により発見された隕石はやまと(a)、やまと(b)……やまと(i)と名付けられた(極地19号)。その後14次隊により発見された12個についてはそのうち4個がやまと(j)……やまと(l)と命名されている。さらに、今回発見された659個については永田所長、楠研究主幹、理研島研究主任との相談の結果、発見された順にYamato-74001~74659と名付けることにした。74は1974年度(すなわち15次隊)を意味する。

10次隊、14次隊により採集された隕石は研究が進み、いくつかの報告が出されている。そ

表—3 やまと隕石(南極産)採集数

隕石名	発見数	発見隊	発見年月
やまと(a)~(i)	9	10次	1969年12月
やまと(j)~(u)	12	14次	1973年12月
Yamato-74001~74659	659	15次	1974年11~12月
	?	(ソ連隊)	(1975年1~2月)
	?	16次	
計	680		

の中で隕石の種類はコンドライトが5個、エコンドライト2個、炭素質コンドライト1個、石質隕石5個、未鑑定8個である。これを見てもやまと隕石はその種類の豊富なが分かる。今回採集されたものについては、現在整理中であら鑑定までは進んでいないが、肉眼的には多種にわたることは明らかである。このようにやまと隕石はその数も多く多種に富むことから隕石研究にきわめて好都合と言いよう。

南極では外国隊によって隕鉄が発見されているが、やまと地域では今の所未発見である。本当に隕鉄がないとすればそれも重要なことで興味を持たれる。とにかく、今回採集されたものの鑑定を急ぐこと、さらにはやまと地域で探査網を一層広げることによって隕鉄の発見がなされるかも知れない。

我々が帰路みずほキャンプに滞在中、音もなく飛来し、やまと方向に飛び去ったソ連の双翼機、うわさによるとやまと山脈に隕石探査に向ったと言われている。我々の隕石探査の情報を聞いてのことらしいが、航空機による機敏なオペレーションは我が15次隊を思うと誠にうらやましい限りである。しかし、やまとに着陸することも、航空機から直接隕石を探査することもかなり困難ではなかろうか。例え着陸したとしても徒歩での探査はきわめて非効率であろう。運よく隕石を発見したとしても恐らく数個どまりではなかろうか。

また、第16次隊の地質部門はやまと隕石の探査を最大の課題としているので、無事やまと山脈に到達できれば相当の成果をあげてくれるものと期待している。我々が探査した裸氷帯はやまと全体からすると数分の1でしかなく、探査の密度も荒く、再探査の必要が十分にあるが、16次隊のみで残りの全域をカバーすることは不可能に近い。やまと隕石は日本隊の責任においても全地域をくまなく調べることが是非必要である。そのためにはあと数隊の調査隊を送り出す必要があり、その価値は十分にある。

やまと地域になぜ隕石が多いのか

現在、世界中で発見回収された隕石は1,600個とも2,000個とも言われている。大きさは数

十トンのものから数グラムのものまで大小さまざまなである。個数からだけけると同一地点(域)から2桁つまり数10個の隕石が見つければ多量の隕石言々と言うことができよう。やまと隕石を何個と数えるかには問題があるけれども、破片も多いので全体を3分の1としても200個以上あり、その種類の豊富なことから大量の隕石と言ってもけっして大げさなことではない。では、なぜ大量の隕石がやまと地域に集中しているかが問題となろう。

まず始めに、個数の多い点だけを取り上げると隕石雨(シャワー)の考えがでてくる。隕石雨は各国で知られ、本当に起こる現象らしい、今回我々は比較的狭い範囲(1片が200~300mの中)に約20個が2カ所、約200個が2カ所を確認している。これらは各々肉眼的に同一種とみなされることから、隕石雨の可能性が大きい。しかし、これは必ずしも現地に隕石雨があったと考える必要はなく、隕石雨が現在地点に運ばれて来たと考えた方がいい。

一方、これが隕石雨でなくとも説明はできる。使えば地表に衝突する時破片化する場合や、落下した後隕石が機械的風化作用(南極では化学的風化作用はきわめて少ない)等により割離し、その小破片が風により少しずつ移動したとすれば、比較的狭い範囲に集中することが考えられるし、事実その分布が卓越風に近い場合が多く、風下ほど小片となる傾向がある。同様の現象は露岩地域の岩石にも見られる。すなわち、化学的風化作用がほとんどないのに同一の岩石がその場で小片の集まりとなっている所が観察される。さらに露岩の風下には親指大の小岩片が数キロも離れた氷上に散在しており、これは風の作用なくしては考えられない。ま

た、本来の姿かも知れないが、隕石の中には割目が発生し、機械的風化の過程を示しているようなものもある。

種類の多いことは隕石雨に不都合なことを考えられ勝ちであるが、果たしてそうであろうか、隕石雨は同一種の隕石、すなわち均質な「母隕石」がその前提となっている。しかし、母隕石が均質である必要はなく、不均質でも一向にかまわないような気がする。理屈を言えばきりがないけれども、今後は不均質な隕石雨を考慮しなければならない時期も来よう。しかし、現在種類の多い点からの説明としては氷河運搬説が最も受け入れやすいであろう。

隕石そのものの研究には、その隕石がシャワーであっても氷河運搬であってもさして問題はなかろう。しかし、現実には隕石なしに隕石研究はスタートしないことを考えると、いかにして隕石を発見するかが研究以前の大問題となってくる。その意味で、当然のことながらやまと隕石の集積メカニズムを是非解決する必要がある。現在、私としてはいずれの説もとらずに、あらゆる場合を考えて調査すべきと考えているし、結論を急ぐべきとは思っていない。

旅行を終って

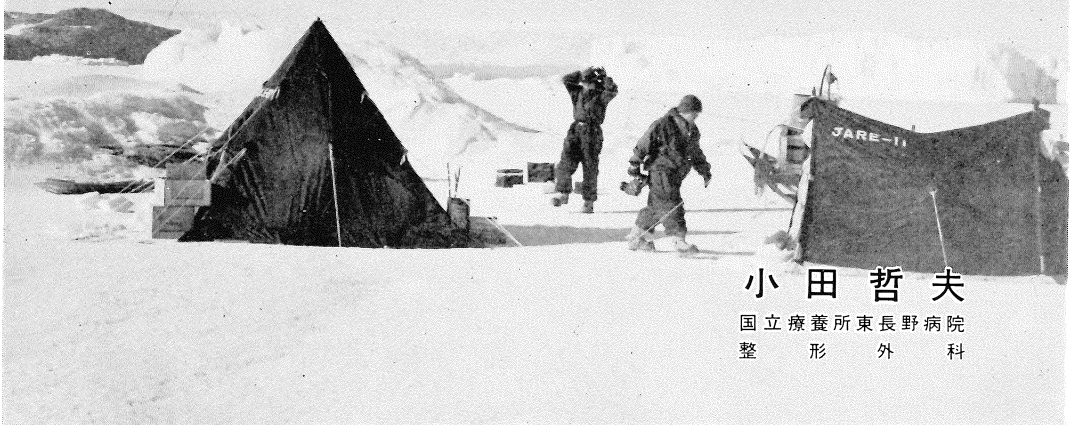
南極点に到達した時、村山隊長が「陸路2,500キロ天の時、地の理、人の和が我々をここまで運んでくれた」と言われた。問題の多かったやまと旅行を無事に終って、「人の和」の大事なことをしみじみと感じている。行動を共にしてくれた。金子、小堺、寺井のメンバーに改めて感謝したい。そして、これからは、やまと隕石が本当に価値あるものになるよう研究を進めていきたい。

世界でただ一つのキバ魚

レニングラード動物学研究所に「パタゴニア・キバ(牙)魚」と魚類学者が名づけた珍しい魚がいる。この大きい魚にはまた大きなあごがあり、そこにはキバが並んでいる。これはサウス・ジョージア島の近くで捕えたもので、今のところ世界ではこれ

だけである。研究所の資料によれば、前世紀末アメリカの漁師がこれと同じくらい大きさのキバ魚を捕ったが、しけの大波で甲板からさらわれてしまったとある。

尿から見た越冬生活



小田 哲 夫

国立療養所東長野病院
整 形 外 科

医学実験キャンプ（スカルブネス）

1. はじめに 一風と小便一

Blizzard が一週間も続くと、我が昭和村尿処理場は有機溶媒と小便と硫酸の混った污水が、バケツに数個貯ってずらりと並び、異様な臭気を漂わせる。と書くとやや大袈裟だが、実は実験室は零下に下っているの、サhod嗅くはない。それでも、不慮慮な他の隊員は「臭い、臭い」と言う。これは、外に出られないために、污水处理が出来ないのである。

污水处理と言っても、ただ並べた空ドラム缶に入れるだけのことなのだ。しかし、Blizzardの中では、絶対にこれをドラム缶に入れることは出来ない。すべては吹きとばされてしまうからである。

水道も、流しもない医学実験室は、発電棟の片隅みに手術室と兼用で存在する。2間×1.5間の狭い室内に、種々の機械が所狭しと並べられ、お蔭で椅子を廻すだけで、全ての道具、器械、試薬等に手がとどく。

さて、私の越冬期間中にやった仕事を説明すれば、私及び数名の隊員の小便を一滴も漏らさず集めると言うこと。即ち、私は殆んど全越冬期間中のそれを、他の人々は、約二週間で、年2回、及び調査旅行中の全尿を採集するのであ

る。

私について言えば、まず便所や、あの爽快な立小便などは、一年間御法度で、常に味気ないヒヤリとするポリ瓶に出さねばならない。これは夜寝てる時には誠に好都合で、慣れると入院患者の如く、フトンの中でも出来るし、旅行中のテントの中では、何も寒い外に出ることもなく、シュラフ（寝袋）の中でも済ませることも出来る。

しかし、外部作業も基地ならまだしも、旅行中の地吹雪の中では、非常に苦しい作業となる。寒さでかじかんだ手を手袋から出して、防寒服で着ぶくれした社会の窓を開き、ズボン及び下着の割目から、これ又、縮みあがった御息を引き出し、更に、ポリ瓶の中までとどかせるには、私は短小過ぎたようで、本当に苦労した。それも、地吹雪（快晴の日にも必ず吹いている）の雪原に立って……などは不可能で、風のイタズラはポリ瓶の口から5cm位、中までに及び、確かに入れているつもりが、空気の流れで、小便は霧となって外に出てしまうのである（霧吹き原理）。

雪上車の中は、天井が低いので中腰では排尿出来ない、それで時間となると雪上車を止めてもらい、外に出てすることになる。しかし、こ



写真-1 わずかな Space の実験台

れも雪上車の風下は大変な渦で風が舞い、どちらを向けばうまく入ってくれるのか判断に苦しむ。幸い、油で汚れた防寒服は、尿滴をかぶっても浸み込まず、やがて凍結するので、ホコリを払う要領で叩けば、小便の小さな凍結塊は、パラパラと落ちてしまうので汚くはない。

2. 採取方法 小便との交際

我々医学に従事するものは、尿とは医学的に無菌で、不潔なものとは感じてないのが普通である。しかし、一般の人々にとって、やはり尿とは汚いものなのである。そのため、小便を提供してくれと言うと、殆んどの人が尻込みした。それでも、数人の協力を得て採集したのであるが、一日を三回に分けて、ポリ瓶に貯めてもらった。私は、牛乳配達ニオイの如く、各人の仕事場、又は寝室に、一日三回、ポリ瓶を配達し、集め、尿処理（量の測定とサンプリング）を行ない、ポリ瓶をきれいに洗って乾燥させ、尿臭が残らぬよう、いつも清潔をモットーにして皆の協力が永続ニオイきするよう努力した。

特に、嗅のつきやすい中蓋、外蓋には気がつかない、各人専用のポリ瓶とするために、蓋にも瓶にも名前を大書して間違わぬようにした。

我々日本人は、大便の時、小便が出てから大便が出る。そして最後に「もう終わったよ」と言わねばかりに、チョロリと小便が出て全てが終

ると言うのが習性のようなものである。聞くとところによると、毛唐はこれを全く別々に排泄するのが習性であるそうだ。

確かに終戦後、ソ連兵達の便所を見たことがあるが、共同便所には直径 20 cm 位の円い穴があるだけで、日本人がそこで用をたすと、必ず穴の前方 30 cm に、雪舟描くところの行かぬまでも、どこかの国の地図が描かれ「これは、ヤボンスキーかキタヤスキー

の仕業だ!!」と、彼等が言っていたのを思い出す。

解剖学的に膀胱、尿道括約筋と直腸、肛門括約筋の神経支配が云々と言う話も聞いたこともあるが真偽のほどはわからない。

ところで、私の実験で最も大切な小便は、朝の一番尿でこれが一番濃縮されており、しかも私の調べたい物質が最も多く含まれているのである。ところが、又々、日本人は、朝起きると大便しに便所に入る習慣のある人が多い。そして、その大切な濃縮尿はネボケマナコの内に、しばしば便器の中に消えてしまうのである。まして、旅行中ともなれば、この朝のキジ撃ち（排便）は、酷寒烈風の中で、手早くせねばならない。

「小便は別に、必ずポリ瓶に……」などと言う、ヤブ医者ニオイの言うことなど聞いている暇などあり得ないのである。又、旅行中にポリ瓶に貯めてもらおうと、ポリ瓶が幾つあってもたりないので、ビニール袋を用い、放尿したくなった都度、それに入れてもらい、その日時、名前を記入して放置すると、たちどころに凍結するので、これをソリに積んだ段ボール箱に入れて行くと言う手段をとった。

一見、好評で、寝袋の中で放尿出来るし、枕元に置いとけば凍結するし、外に出る必要もなく、漏れる心配もなく、と言うことで貯める必要のない人にまで、ビニール袋をくれとせがま

れる始末、ところが、朝起きてすぐに処理すれば良いものを、食事の準備やらでゴタゴタしていると、さて、どれが誰のかわからなくなる。その都度、名前、日時をとと言っても、小便集めの旅行ではないので、仲々思うにまかせない。

かくして、集めた小便をソリに積んで、やっと基地に帰り、整理してみても驚いた。マジックインクはその名の通り、全て消え失せてしまっていた。良く考えてみると、凍尿塊を入れた段ボール箱は、隙間から雪が吹き込み、隙間と言う隙間に、硬くサラサラとした雪が入り込み、長途のソリ旅行で揺られる度に、コンパウンド（みがき砂）の如く、丁寧にマジックインクを削り消してしまっていたのである。

さればと、次回からはビニール袋を二重にし、内側のビニール袋に日時名前を記入し、更に用意した紙にも同じことを書いて入れ、外側のビニール袋でカバーして持ち帰った。

それでも、どうにか判読出来る程度には残っていたが、紙に書いた字は消えていた。

これは、やはり揺れる度にぶつかり合った凍尿塊は、お互いのビニール袋を傷つけあい、そこからわずかに昇華した小便ガスが紙の字を漂白してしまっていたのであった。そして、御丁寧に、これを融かすべく、金網カゴに入れて、発電機の横に置いといた処、とけるにつれて、お互いに傷つけあったビニール袋の小穴からすべては漏れ出し、気がついた時には、そこから一面小便の海で、機械担当の人に叱られない内にと、大掃除する始末。これらのために酷寒期の冬旅行の大切なサンプルの大部分を失ってしまったのは残念であった。何しろ -60°C 近い中での生活・作業の記録でもあったのである。

このような失敗を何度か経た後、私の同行する調査旅行では、再びポリ瓶を用いて蓄尿し、各時間帯のものをその都度、量を測定し、その一部をサンプルとして、小さなポリ瓶にとり、これに名前、日時を記入して整理保管するようにした。しかし、これも簡単に見えるが仲々面倒で、蓄尿する都度凍結して層を作っているの



写真—2 分析測定中の私

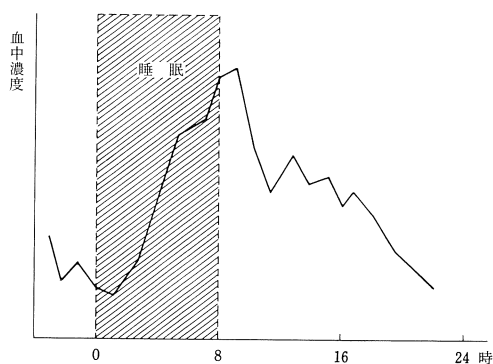
で、量を測るには融かさねばならず、サンプルを取るには充分に混合させねばならない。夕刻であれば、テントの中で食事の準備をするときに、コンロの横に、これ又、凍っている日本酒と並べてとかけたり、日中は凍らぬように懐深く抱いている必要があった。幸い旅行隊の連中は一向に平気で汚いなどと言わなかったので助かった。尿量の測定とサンプリングする時間は、朝8時まで、昼4時まで、そして就寝前までの3回であり、一人分1日3個のサンプルが出来ることになる。これも凍ったまま基地に持ち帰って、大きなアイスストッカーに並べて整理しとくのである。

3. 研究方法

1) 副腎皮質ホルモンについて——どうして小便を集めねばならないか

かくして貯ったサンプルは、基地にいる時に順次、分析測定を行った。

何を測定したかと言うと、小便の中に含まれると言うより、小便に出て来るホルモンを測定するのである。少し説明を加えるならば、このホルモンは副腎と言う処から分泌される生体にとって最も大切なホルモンで、これがないと、我々は何事が起こってもすぐショックに陥るものだ、と考えて頂ければ良い。一時、流行ったストレスと言うものを、生体がショックを起こさずにうまく吸収、処理するために常に分泌されているもので、これが変化した形で小便に出て来るので、その量を測れば、副腎機能の変



図一 血液中の副腎皮質ホルモン日内変動

化が判ると言うのだ。即ち、一日中の副腎機能の変化を調べて、南極地域で生体が生きて行くには、何か本国と違った変化を示すのではないかと、特に、寒さや、太陽リズムや、未経験の氷の世界における精神的緊張などとの関係を求めようとしたのである。

このホルモンに関しては以前から多くの学者が色々と研究しており、一日の分泌の様子は、目が醒める頃に増加し始め起き出した時にピークを作り、以後次第に減少して行く(図一1)と言うリズムを作ることが定説となっている。勿論、これは昼間活動する場合で、例えば夜勤業務のある人はこれが逆になるのは当然である。このリズムは人間にあらかじめそなわったリズムであるのか、又は睡眠と言う習慣によって作られたリズムなのか、それとも何か別なものに支配されているのかは明確には判っていない。

このリズムのことを我々は、日内変動(Circadian rhythm)と呼んでおり、このホルモン以外にも体温などがリズムを作っていることが知られている。

ところで、このホルモン(難しく書くと、17, 21-dihydroxycorticosteroids)が南極でどのように分泌されているかを調べることによって、寒冷の生体に及ぼす影響なるものの一部がのぞかれるのではないかと……と考えるのは、少し医学的知識を持つ人なら誰でも考えつく事柄なのである。そして、寒冷馴化なる生体の一種の防御反応のカラクリもとけるのではないかと期待するのである。

このホルモン(17-OHCS と略記する)は、

正確には血液中のものを測定するのが本筋なのだが、例えば1日に3回としても、毎日採血すれば、私自身がそのイケニエとなっても月に39回、一年で1,116回、静脈に針を刺されねばならず、まして隊員の中から約10名を選らんで血を抜くから協力してくれと言ったところで、それこそドラキュラと呼ばれて、総スカンを喰うにきまっている。又、旅行中では採血も大変ならば、血清を分離するにも激しく揺れる雪上車では全く不可能に近いと考え、小便(実際には副腎から分泌されて小便に出るまでに約2~3時間遅れる)から抽出して、その分泌像を見ようとしたのである。

2) 分析方法——たかが小便と言わないで

小便の提供を申し込むと、多くの人は何んだか秘められた部分が露見するのではないかとでも思うのか、困惑気な顔をする。又一方、気軽に応じてくれる人は大酒飲みであったり、夜ふかし専門で生活が不規則であったりでままたぬもので、時にはビールの飲みすぎからポリ瓶が満杯となっておかわりを要求されたりして面くらったこともあった。

この尿量が多いと言うことは、中に含まれるホルモンが稀められる結果、測定値が0に近くなり誤差も大きくなるので、抽出操作が困難となって私を苦しめた。

ホルモン抽出操作は、20近い工程があってまるまる2日を要し、一組10検体づつを測定して行くのだが、この操作に入ると全く手を離すことが出来なくなり、その合間合間をぬって食事、風呂、雑用をやらねばならず、人知れぬ苦労もあった訳である。そして始めに書いたような汚水処理が、忘れられぬ思い出として残るのである。

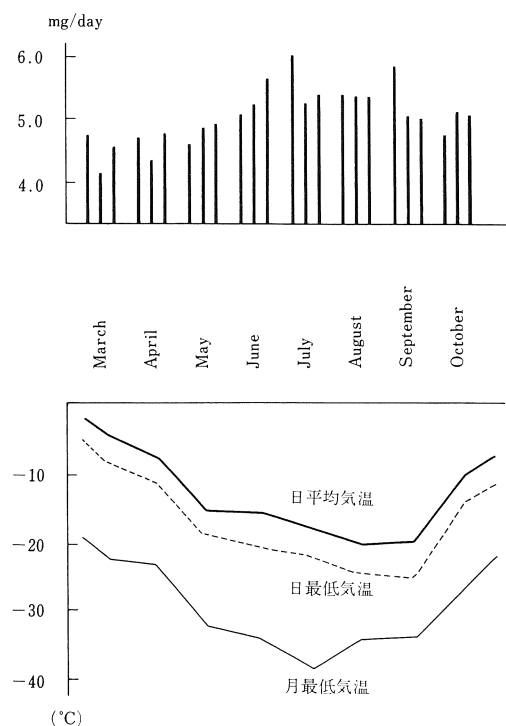
切角、遠くから転がして搬んで来た空ドラム缶を一夜のうちに Blizzard は、遠くインド洋の彼方まで、一本残らず吹き飛ばしてくれるし、さればと、重い石をのせて飛ばされないようにすると、今度はカチカチにかためた雪の山(ドリフト)の中に埋めてくれるし、厳寒期には、ドアからモグラの如く地下道を掘ってドラム缶に達し、汚水を捨てていた。

汚水は蓋つきのポリバケツに入れており、こ

れをドラム缶まで搬んでロートを用いて入れるのだが、風のある日はうまく入ってくれず、またともに顔から浴びることも幾度もあり、ついでに空になったバケツを人を馬鹿にするように風は転がし飛ばすので、重い雪靴でドタドタとドリフトをのり越えのり越え追いかけ、足をとられてヒックリ返ったり、漫画にもならないと一人苦笑し……「何も南極まで来て、どうしてこんな小便などで苦勞せねばならないのか……」と幾度も考えさせられた（本職は整形外科）。

余談になるが、帰国後、ある学会で私の調査結果の報告をした時、ある大家が「大変興味ある結果なので、今後の越冬医学の人も小便を持って帰ったら……」と発言された。私はこれに対し「皆さんは、タカが小便とオッシャルけれど……」と種々説明したが、充分な御理解は得られなかったようであった。

私自身の採尿は約 10 カ月続き、その間全てをポリ瓶にやったことは先に記したが、これも辛い仕事で、あの山の頂上から谷底めがけてする小便の快感「よくぞ男に生まれけり」を幾度も夢に見、そこは職責強い小生、あわてて股間



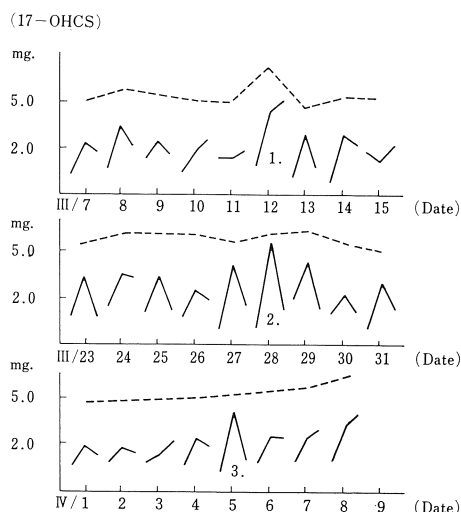
図—2 昭和基地気温（下段）と尿中 17-OHCS 旬平均分泌量（上段）の比較

に手をやって、やれ夢であることに安堵し、時にはセガレのポリ瓶の縁に触れる冷く硬い感触に、ある種の淋しさを感じたり、太陽を見ぬ極夜の期間、皆、かなりスサンダ気持ちにある頃、私も又、これら小便にまつわる不愉快や実験のママナラヌ様に、幾度かこの難業を中止して Blizzard の中で思い切り放尿してやろう—か、などと考えたり。基地の各所に設けられた小便所は、ドラム缶に大きなポリ瓶を縦に割ったものを朝顔にして差してあって、これに小便をするのだが、ドラム缶が新らしくて貯った小便が丁度良い量にある時、これに小便をするとイテついた空気に反響して、「チョロン、チョロン、チョロン、チョロン」と実に妙なる音がするのであるが（録音してある）これも、小生一度は音たてたく思った。

4. 結 果——集めた小便、ドラム缶 11 本

1) 寒冷の影響

寒冷の生体におよぼす影響の内、まず寒冷については 図—2 の如く厳寒期（6 月～8 月）に相当してこの 17-OHCS もやや増加の傾向が見られる。しかし、この時期は、越冬隊員にとっては胸つき八丁の急坂なのであって、太陽は出ない、暗い、寒い、そろそろ望郷の念強く、ことさら物珍らしいものもなく、お互い、たった



1. 外部作業 2. 雪上車による日帰り調査
3. 徒歩による調査

図—3 短時日の寒冷暴露における尿中 17-OHCS の変化

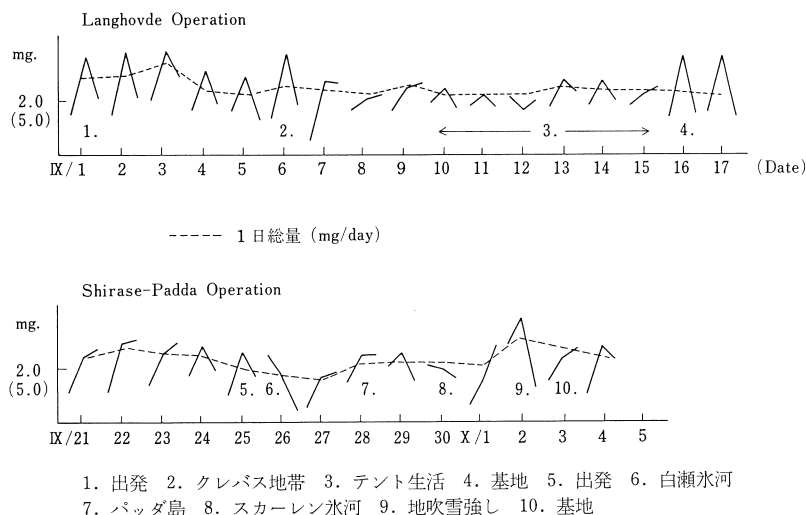
30名の交際もアキアキし、とかく精神的にも荒む時期であって、この面から来るストレスも無視出来ず、寒冷によって副腎皮質ホルモンの分泌が増加したと、即断することは出来ない。又、丁度この時期に冬旅行が行なわれ、大陸の奥約300kmまで進み、 -60°C 近くの寒冷を経験した隊員の尿中には（前記したように採尿に失敗し、断片的データーとなった）むしろ基地より分泌が少ないと言う結果が得られている。

2) 寒冷馴化

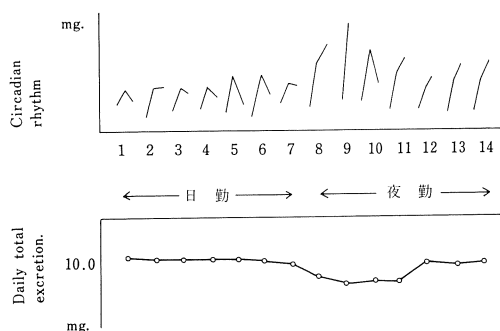
次に、寒冷馴化の面から見ると、我々が昭和基地に接岸した時、夏とは言え信州の冬と同じ位、我々新参者にとっては寒く、防寒服にくるまっていたが、出迎えてくれた南極先住民、第10次越冬隊の面々は、スポーツシャツを腕まくりし、素足にゴムズウリと言うスタイルで氷の上に立っていた。

やれやれ、キザな奴等よ……と思ったが、我々も一年を昭和基地や大陸で過し、さて次の第12次隊が到着したとき、今度は我々が腕まくり素足のゴムズウリと言うイデタチで出迎えている姿がそこにあった。

見事な寒冷馴化である。しかし、それを学問的に難しく説明しようとするとはなはだ困難な問題となって来る。今までにも色々なことが調べられたし、それなりに興味ある事実も見つかっている。



図—4 小旅行における尿中 17-OHCS の変化



図—5 夜勤者の日勤から夜勤交替時の尿中 17-OHCS の変化

私のホルモンから見たこの馴化は、寒冷の影響で見られるように特別な変化は見られない。言うことは、我々生体は、せいぜい昭和基地周辺での寒冷を耐えられないものとは感じてないのだと考えることも出来る。

しかし一方、越冬開始から次第に気温が下降し、極地特有の太陽リズムなどの全てが初体験とも言うべき変化でありながら、それが次第に変化するものであるために、慣れも次第に増強され、副腎としては急激なストレスと感じてないのではないか。

では、生体を突然に寒冷に曝露したらどうなるか、例えば、日帰りの雪上車による調査行や小旅行等での分泌の様子を見ると、これも殆んど変化がなかった（図—3）。ただ、1日を3回に分けたものの内第2尿、即ち昼間の分泌が高くなる傾向があった。しかし、これも急に寒冷

に曝露されたためと早急に考えることは疑問であって、何も、このホルモンは寒さについてだけ反応するのではなく、全ての状況の変化によってその分泌量を変えているものであるため、基地から出て、圧倒的な氷の世界を雪上車で走り、クレバスやクラックを渡り、その上慣れない仕事をやらされて緊張もするし、何よりも、恒

温性に優れた基地内と違って、寒くなったからストーブにあたろうとか、熱いお茶でも一杯などと言うことは出来ず、目的地まで到達し、テントを張って食事を作って喰べて、シュラフに入ってやっと温まり、眠りにつくと言った冬山登山の生活を強制され、これらの精神的ストレスは否定し得ないものと思われる。従って何よりも、基地から出た生活状況の変化と言うものが、この小旅行の初期にみられる第2尿の増加の原因であると考えるのである。しかも、一日の総量はわずかに増加する程度なのである(図-4)。

場面は異なるが、生活リズムの極端な変化は、夜勤業務のある職種の人に著明である。

日勤業務から夜勤業務に入って、約3日ぐらゐは生活リズムが乱れその後夜行性のリズムが獲得されて行くのが見られる(図-5)。

勿論、この種の人は夜勤業務のベテランであって、我々昼行性の者はもっと日数がかかるかも知れない。

他にも、越冬中の記録に見られる極端な尿中分泌量の増加は、その原因が主として精神的なものに求めることが出来るものが多い。

例えば、我々の隊長がある日突然に増量しているので色々調べたが判らない。恐らく夜の麻雀で負け込んだのであろうと、その記録を見ると確かに悪い、しかし、隊長の日記から、その夜半、強い風の中で火災報知器のベルが鳴り、非常な驚愕を憶えたと言うことが判明した。又、私の記録で見ると、測定実験がうまく行かず、イライラしていた時、原因の判らぬ下顎歯槽部痛で一週間苦しんだ時、囲碁大会で熱戦をやった時、何かのお祭りの準備で忙しかった時、等で明らかな増量が認められた。

以上のように精神的なものが大きく影響するために、増減の状態を一日を単位として考えると、データーの処理が複雑となって何も結果は出て来なくなってしまう。

そもそもこのホルモンが増えるとか減るとか言う学者の発表が種々で、定説がないのは、実にこのホルモンが全てのストレスに敏感に反応するため、唯一つの刺激に対して増えるか増えないかと言う実験そのものが現

代社会では不可能に近いためであろう。

この種の実験に適したモルモットを求めるとしたら、深山幽谷で仙人の如き生活をしている人ぐらいではないかと思われる。従って、現代人を冷凍庫に閉じ込めて、さて、寒冷における副腎機能は……などと調べて見ても、ナンセンスであり、又、このモルモット氏を1週間も1カ月も冷凍庫に入れて置くわけにも行かず…。

幸い、昭和基地と言う天然の冷凍庫は、有無を言わせず、1年間、職種の差はあれ、越冬隊30名、同じ生活(衣・食・住)を強いられる訳で、その上、我々凡人が一番刺激に感じる女性性が全く生息していないこと、その他、買物をするにもデパートもなければ、茶店もパチンコ屋もない。第一、お金が全く流通していない、通勤地獄もどぎつい看板もなく、上役もいなければ山の神もいない、等々……この世で考えられないような別天地である。

従って、越冬中の我々は又とないモルモットとなり得るのである。

3) 日内変動(サーカディアンリズム)

話を戻して、私の一年間の尿中ホルモンを何か特別な変化はないものかと検討したところ、太陽の動きと面白く符合することが認められた。

まず、一日を3回に分けて測定したホルモンの量を図-6の如く並べて行くと、色々な型のものが並んで行く。これを型によって分類すると、4型に分けることが出来る(図-7)。これを図の如くA型、B型、C型、D型とすると、本来、我々生体はA型が標準的分泌型となっている。即ち、生体内では一日の内、^{メグメドキ}覚醒時に大

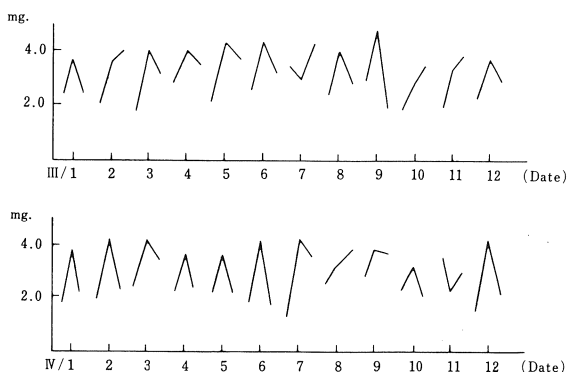


図-6 尿中 17-OHCS の日内変動日誌

量に分泌され、以後次第に減少し、夜睡眠に入ると最低を示すことは先にも述べた(図-1)。これが尿中に出現するのは約3時間ほど遅れるので、第2尿(8時~16時)が最高値を示すのである。

そこで、この型を昼型と呼んだのであって、我々昼行性の生体のパターンなのである。

一方、B型は、いわゆる夜行性の生体のパターンで、夜勤者とか、午前様とかドロボーに現われるものと考えて良く、越冬隊員の中でも夜勤業務のある人はこのタイプを示している(図-5)。夜勤業務に入

て3日位は型は乱れるが、その後は典型的B型を示し、ホルモンの一日総量も交替時にわずかに上昇し、以後は平常値に戻っているのが見られる。

このB型は、A型を8時間ズラシたものと考えれば良い。

他のC型、D型は何んとも説明がつかないが、夜ふかしや、休日の朝寝坊などが原因で、いずれにしても生活リズムを狂わした結果と見てよい。

一方、南極では夏には太陽は沈まず、24時間頭上にあり白夜を出現させ、次第に日没を見るようになると、段々と白昼が短くなり、遂には全く太陽のない厳寒期を迎え、これが45日

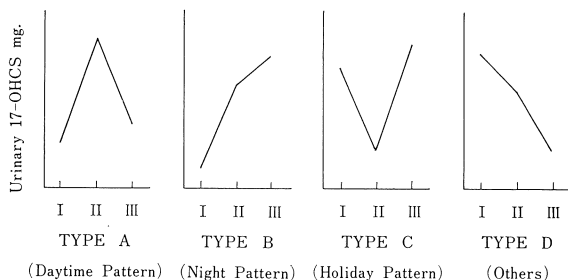


図-7 日内変動のパターン

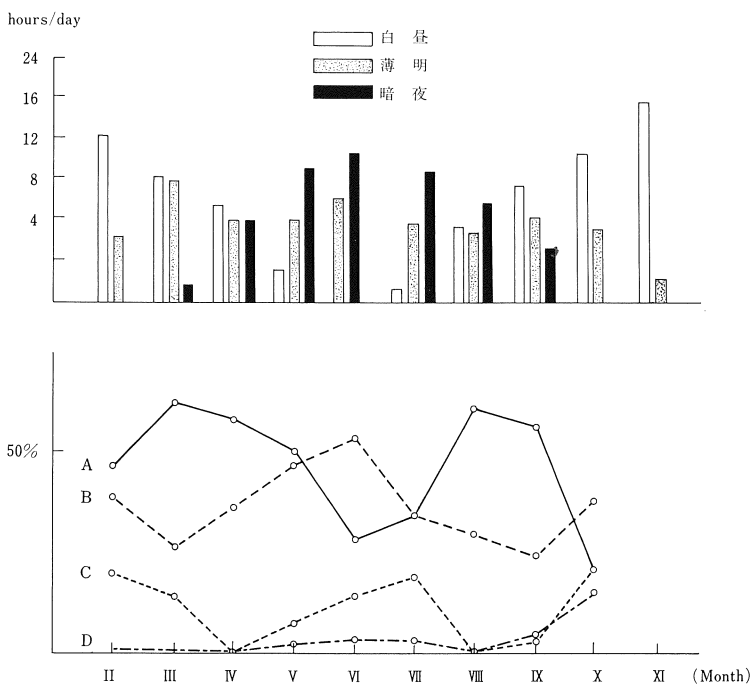


図-8 月別尿中 17-OHCS 日内変動パターン出現頻度(下段)と月別太陽リズムの変化(白昼・薄明・暗夜の平均時間)(上段)

間続(昭和基地では)くと、日の出が始まり、次第に日昼が長くなって行き、再び白夜の夏がやって来る。これが極地の太陽リズムである(図-8 上段)。

図-8 は、この太陽リズムと、ホルモンの各型別出現頻度を対比させたものである。

上段には、白昼、薄明、暗夜の割合が示しており、下段は、A型、B型、C型、D型の出現頻度(月別)がグラフになっている。

さて、下段A型のグラフを見ると3、4月…、8、9月…にピークをもつ二相性のサイクルが認められ、B型はその逆の型を示している。A型、即ち我々の基本パターンは、太陽が一日中頭上にあったり、全く姿を見せない暗黒の世界では出現頻度が低下する。そして我々の生活し慣れた朝、白昼、夕暮れ、夜と言う太陽リズムの時期に増加する。

即ち、この条件下で、我々は今まで通りの生活を送ることが容易になると考えることが出来る。

他方、B型その他は、太陽リズムが我々の慣れてないリズムを刻むと増加する。即ち、一日中太陽が頭上にあって、夜の11時と言

うのに外に出ると太陽が見られ、足もとから自分の影が長く延びている。又、ヒルメシだと言うのに外は暗く、電気の下で食べなければならない。と言った条件下では、どうしても生活リズムが狂って来ることになる。

越冬中の生活態度は表のような時間割で、皆が出来るだけ規則正しい生活をしようと心掛けており、決してダラシのない生活は見られなかったし、又、それが自分を守る一番簡単な方法だと皆も思っていた筈である。

にも拘らず、このような結果が得られると言うことは、どうしても、我々の生活リズムと太陽リズムとの間に深い関係があると考えざるを得ないのである。

日 課 表

	起床	朝 食	お茶	昼 食	夕 食
平 日	0700	0730~0800	1000 1500	1200~1300	1800~1900
日 曜 祝祭日		ブランチ 1000~1200			1800~1900

5. おわりに

前に記した、この日内変動が睡眠のリズムに

よって律せられているとする説は、ある意味では正しいが、私の結果からは、その睡眠のリズムも又、太陽リズムに律せられている。即ち、生体のサーガディアン・リズムの根源は、“太陽である”と極論するのも面白いと思う次第である。このことは他の生物界全てに見られる現象で衆知のことでもあり、我々人間だけ特別である筈はなく、ごく当然な結果を得たことにもなる。そして、我々人間だけが、火や光を作ることを知っているために、あくせくと、夜中まで起きていなければならず、南極まで出掛けて、南極でタレタ小便は、どうなっているのだろうかなどと勝手に苦労しているのである。

以上、私の越冬の医学から、2~3 を報告させて頂いたが、学問とは別に、南極と言う自然の素晴らしさは、とうてい私如き拙筆では表現出来ず、越冬一年も移り変わる自然に、唯々あれよあれよと目をみはっている内に過ぎてしまったと言うのが実感で、皆さんが考えられるように、サゾヤ御苦労様などと言われると、困惑してしまうのである。

北 極 讃 歌 (2) ナンセン

「10 月 25 日 ……すばらしい月光が昼のように照り、その白い月光の下にオーロラが黄色にかがやき、大きな輪になって月をとりまく。下界には白くかがやく氷が遠くうちひろがり、そこここに氷丘が高くもり上がっている。この静寂と銀白の世界のさなかを、風車の黒い羽根がすいすいとまわっており、そのむこうに青黒い空とオーロラがある。不思議な対照、この凍寒幽遠の国への文明の急襲。……」

「12 月 31 日 だれがこれ以上に美しいオオミソカの夜を知っているだろうか。不思議な色と光の帯とをもったオーロラが、全天空、とりわけて北のかなたにかがやきわたり、この光のなかに、ちりばめられたように幾千の星がきらめく。四方には氷原が静寂無辺に

ひろがっている。そしてフラム号の索具が、氷雪につつまれて、かがやく空に黒くくっきりと仰がれる。」

(ナンセン著「極北」、邦訳版「フラム号漂流記」加納一郎氏訳から)

解説 ナンセンは独特な発想と綿密な研究に基づいて、北極海の漂流横断に成功した。彼のフラム号は 1893 年 6 月 24 日オスロを出港してシベリアの北極海を東進し、9 月 23 日密群氷の中に固定され漂流を始めた。彼は丹念に探検日誌を書いているが、その各所に自然の景観描写が見られる。上に引用した前文は、数日前に取付けた発電用風車が動き出して電灯がついた日の光景であり、後文は 1893 年の大みそかの記述である。冬の北極の美に対する感動が、さりげなく、しかもみごとに描写されている。(近野)

Dufek 岩体の地球科学

諏訪 兼 位

名古屋大学理学部
地球科学教室

1. はじめに

デューフェック (Dufek) 岩体は 図-1 に示す様に、南緯 82.5°~83.5°、西経 47°~54° に位置し、ペンサコラ (Pensacola) 山脈の北部を占める。1957 年に発見された Dufek 岩体の大規模な層状塩基性貫入岩体であり、下位を占める デューフェック貫入岩体 (Dufek Massif) と上位を占めるフォレストアル山脈 (Forrestal Range) よりなり、下位と上位との中間部分は広く氷床におおわれている。層状貫入岩体の厚さは少なくとも 6,000 m 乃至 7,000 m あり、露出面積は約 8,000 km² に達するが、氷床におおわれた中間部分を加えると龐大な面積になる。Dufek 岩体の活動はジュラ紀 (中生代中期) であり、岩体は玄武岩マグマの分化過程を研究するのに恰好な素材である。

このような大規模の層状貫入岩体は安定大陸地域に特徴的なものである。岩体下部には一般に早期結晶集積による超苦鉄質岩があり、上部へ向かって次第に組成が変り斑レイ岩が卓越し、酸性岩も存在する。南阿のブッシュフェルト (Bushveld) 岩体、ローデシアのグレート・ダイク (Great Dyke)、米国のスティルウォーター (Stillwater) 岩体などは大規模な層状貫入岩体として有名な例である。貫入岩体には分別結晶作用の結果生じたと考えられる種々の岩相の成層構造がみられ、また同一岩相内にも種々の規模の周期的成層構造が発達している、マグマ中の小規模な対流の

ために生じる上昇流と下降流や晶出した結晶の比重の差などによってできたと考えられている。

Dufek 岩体の主体は鉄分に富む斑レイ岩であり、最上部を文象斑岩がおおっている。すべての主要な岩相同志はきちんと重なり合っており、岩体の構造も割合単純である。乾燥した南極点近傍の気候条件下にあるために、岩石の分解も少なく、霧や氷河の作用で、岩石は新鮮である。

2. 探 險 史

Dufek 岩体は、1957 年 12 月に、エルスワース

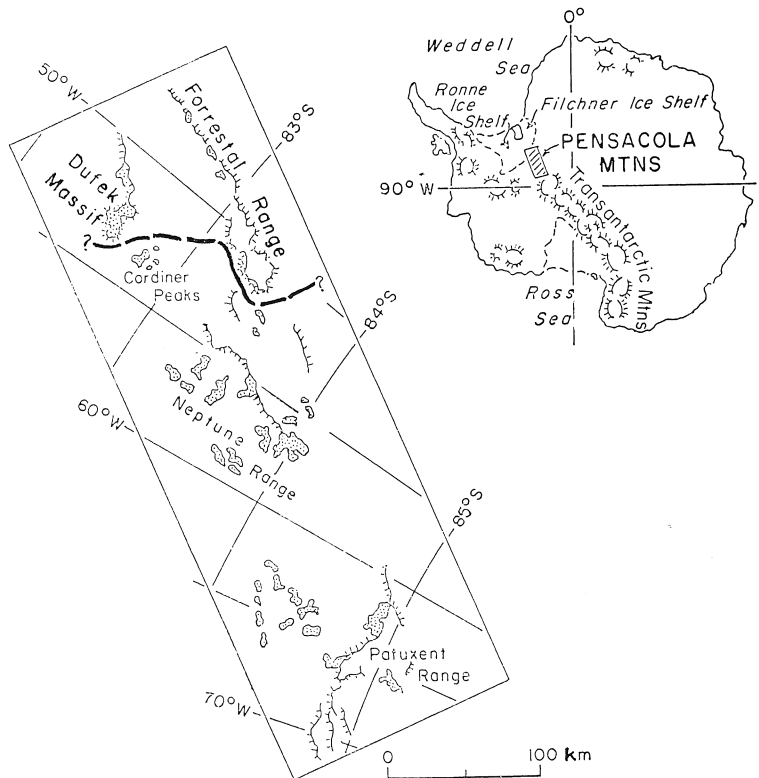


図-1 Dufek 岩体の位置図。Dufek 岩体は Pensacola 山脈の北部に位置し、西の Dufek Massif (下位) と東の Forrestal Range (上位) よりなる。打点部が露岩。Ford (1970) による。

(Ellsworth) 基地の IGY プログラムの一つとしてフィルヒナー (Filchner) 及びロンネ (Ronne) 氷棚の内陸部が雪上車によって探検された途次、はじめて訪問された。オーゲンバオフ (Aughenbaugh, 1961) やウォールカー (Walker, 1961) による研究によって、世界の他の主要な層状貫入岩体と同様なものであることが明らかにされた。

1963~64 年の夏期には、米国の地質調査所によって航空磁気及び空中写真の偵察飛行が行なわれ、Dufek 岩体の南のネプチューン (Neptune) 山脈の堆積岩の地質がはっきりしてきた。当時は未だ Forrestal 山脈の調査は行なわれておらず、低空飛行で撮った写真から、明色岩層と暗色岩層とが平板状に互層しているので、堆積岩層と誤認されていた。

實際上、Dufek 岩体のすべての露出部分を調べることができたのは、米国の地質調査所によって、1965~66 年の夏期にヘリコプターによる調査がはじまってからであり、Pensacola 山脈の地図も完成した。Dufek 岩体の各層準から系統的な岩石採取が行なわれ、空中及び地上での地球物理学的調査も行なわれ、氷床でおおわれた中間部地域にも塩基性岩石が伏在することが明らかにされたベーレント (Behrendt ら, 1966)。

米国地質調査所のフォード (Ford) によって 1968 年以来、精力的に仕事がつづけられている (Ford, 1968; Ford and Boyd, 1968; Ford, 1970; Ford, 1972)。

3. Dufek 岩体の貫入時代と周辺の地質

Forrestal 山脈の南部では、Dufek 岩体がデボン紀の地層や上部二疊紀 (約 2.3 億年前) の地層を貫入し、1,000 m 以上にわたって熱変成の影響を与えている。上部二疊紀の地層には、シダ状種子植物の一つであり、ゴンドワナ植物群の主要属であるグロッソプテリス (Glossopteris) が産出する。古地磁気の研究によれば、Dufek 岩体の極の位置は、南極横断山脈のジュラ紀の輝緑岩板状貫入岩体の極の位置に類似している。このような事実から、Dufek 岩体の貫入時代は上部二疊紀よりは若く、中生代中期のジュラ紀頃であろうと推定されていた。最近、Dufek 岩体中の斜長石について K-Ar 法によって年代が決められ、 168 ± 5 m.y. という値が得られ、中部ジュラ紀の貫入岩体であることが明らかになった (Ford, 1972)。

Pensacola 山脈の構造発達史は長く、そして複雑である。古く先カンブリア時代には優地向斜の場であり、火山性物質が大量に堆積した。先カンブリア時代末期からカンブリア紀にかけて (約 6~5 億年前) 弱い変成作用をうけた。カンブリア紀には劣地向斜の場となり、炭酸塩岩が堆積し、珪酸に富む火山活動があ

り、ひきつづいて強い褶曲と花崗岩の貫入があった。デボン紀 (4~3 億年前) 以降の古生代に数千 m に達する砕屑堆積物が堆積した。中生代のはじめに広汎な褶曲が再び起り、そのあと Dufek 岩体の貫入があった。中生代末期から第三紀にかけて (1~0.5 億年前) 弱い変形作用が、大規模な南極大陸の地塊運動に関係して起ったが、この影響は Dufek 岩体にも及んでいる。新生代後期 (0.2 億年前以降) の造陸運動によって高角度の断層が生じ、Pensacola 山脈の北西縁に沿って Dufek 岩体は局部的に断層によって切られている。

4. Dufek 岩体の形態

Dufek 岩体はかなりの部分が厚い大陸氷床によっておおわれているために、空中磁探による調査でもその正確なひろがりや今のところ明確につかまれている。そのため岩体の形態も明確にはつかまれている。前に述べたように Forrestal 山脈南部で Dufek 岩体はデボン紀の Dover 砂岩層を高角度で貫いているが、それ以外の地域では Dufek 岩体と周りの母岩との関係は不明である。Forrestal 山脈南部での貫入関係だけから全体の貫入形態を推定するわけにはいかない。

漏斗状の層状貫入岩体として有名なグリーンランドのスケルガード (Skaergaard) 岩体の面積 (60 km²) にくらべると Dufek 岩体の推定面積はとても大きいので、単純な漏斗状貫入岩体ではない。堆積岩の卓越する Neputune 山脈 (Pensacola 山脈中央部) から北西の氷棚地域にかけては、ブーゲー異常のパターンをみると、1 km あたり約 2 mgal の顕著な正の重力勾配がみられる。また Neputune 山脈から Dufek 岩体へ向うと、かなり小さい勾配になってくる。このことは Dufek 岩体の深部には低密度の岩石が横たわっていることを暗示し、Dufek 岩体は盆状乃至岩床状の層状貫入岩体であろうと推定される。

Dufek 岩体をつくった玄武岩質マグマの貫入機構も未だよくわかっていない。貫入してきた場所の証拠が不明であり、どのような構造支配の下で貫入したのかという証拠も不明であるからだ。岩体中に母岩の包有物は極めて少ないので貫入機構として、機械的破壊を顕著に伴なうストーピング (stoping) は考えにくい。Dufek 岩体には、他の層状貫入岩体にみられるようなキャップ・ロック (roof-rocks) が見当たらない。これは Dufek 岩体をつくるマグマが貫入する過程で、キャップ・ロックが次第に持ち上り、侵蝕のため削りとられてしまったためと考えられる。Dufek 岩体には最上位を占める文象斑岩までふくめて、すべての

岩石に火山岩の組織がないし、Pensacola 山脈全体を見渡しても、二疊紀以後に火山活動のあった証拠はない。こうしたことから Dufek 岩体を複合溶岩流と考えるわけにはいかない。Forrestal 山脈南部での母岩との接触関係をみても、Dufek 岩体は貫入岩体であって、噴出岩体ではない。また、カナダのサドベリー (Sudbury) 火成岩体にみられるような、大型隕石の落下によってひき起されたという証拠も見出されていない。

5. Dufek 岩体の内部構造と化学的性状

既に述べたように、Dufek 層状貫入岩体は 2 つの部分にわかれる。下位の Dufek Massif は約 2,000 m の厚さを持ち、上位の Forrestal Range も同様に約 2,000 m の厚さを有する。両者の間に厚さ 2,000 m 乃至 3,000 m の中間部があると推定されるが、そこは氷床によっておおわれている。他の層状貫入岩体から類推すると、Dufek 岩体の最下部には超苦鉄質岩が存在しているにちがいがなく、現在までのところ、その存在は確認されていない。また最上部層の侵蝕量も不明である。図—2 に Dufek 岩体の推定断面図を示す。

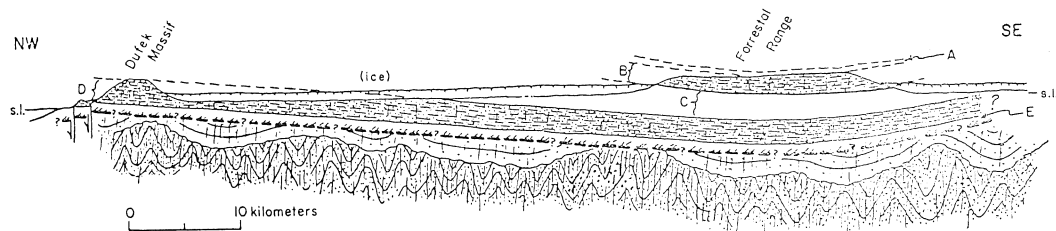
下位及び上位の両部において、顕著な層状構造がみられる。堆積岩にみられる層理そっくりの層状構造は通常 1~10 m の厚さであるが、ときには数百 m の厚さに達することもある。1 cm 厚さ程度のこまかい層状構造である葉理もみられる。結晶集積の構造や集積結晶同志の間隙にみられる構造もよく観察される。ただし、最上位にある文象斑岩には以上の構造はみられない。図—3 に Dufek 岩体の下位部と上位部の柱状断面図を示す。図—3 の左側が下位部 (Dufek Massif) の柱状断面図であるが、下部斑レイ岩帯と中部斑レイ岩帯とをわける下部褐色帯は風化した輝岩の層で約 3 m の厚さを持ち、横方向に長く続く鍵層である。また中部斑レイ岩帯と上部斑レイ岩帯とをわける上部

褐色帯は同様に風化した輝岩の層で 1 m 厚さの輝岩層が 2 枚あり、2 枚の輝岩層の間に 1 m 厚さの斑レイ岩層がサンドイッチ状にはさまれており、これも横方向に長く続く鍵層である。図—3 の右側が上位部 (Forrestal Range) の柱状断面図であるが、ここには下部包有物帯があり、ともに、同源包有物を沢山含んでいる。すなわち、ここでは文象斑岩や優白質斑レイ岩の丸っこい包有物岩塊が斑レイ岩中にとりこまれており、包有物岩塊は通常 1~数 m の大きさである。なお、下位部 (Dufek Massif) には、石灰珪酸塩岩、輝岩、ホルンフェルスなどの外来包有物 (1 m 大で、不規則状乃至レンズ状) が局部的に集中するところもある。

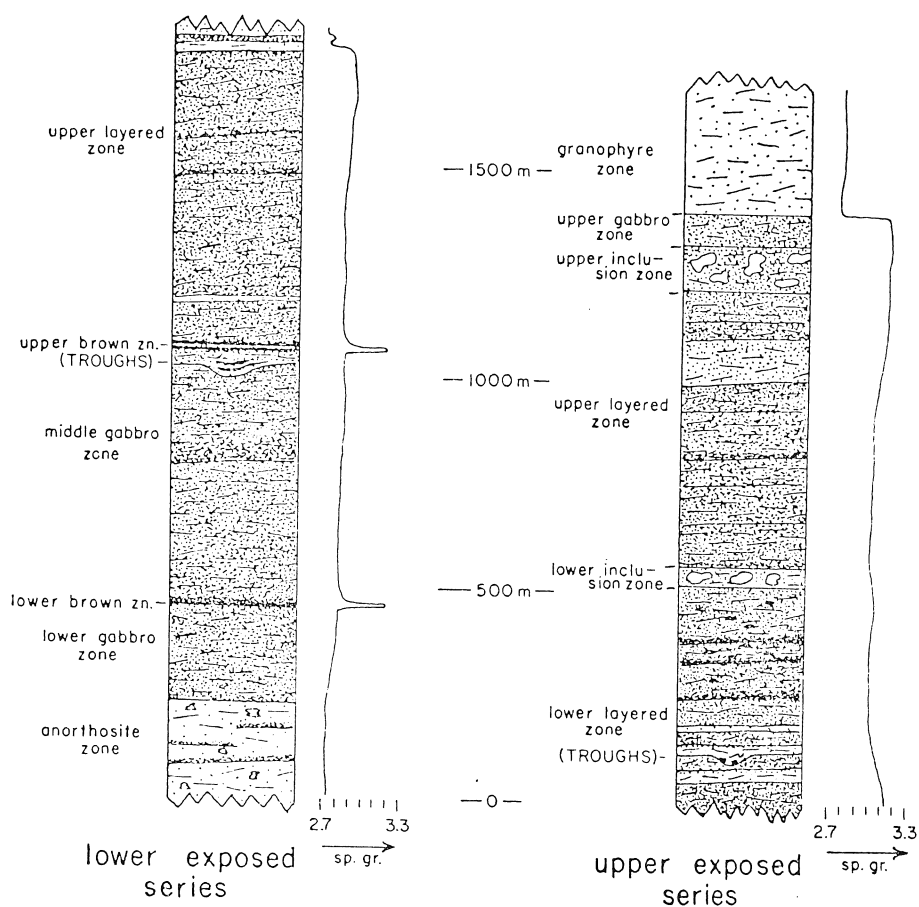
Dufek 岩体を構成する重要な鉱物は斜長石と単斜輝石であり、量的にも多い。斜方輝石は下位の Dufek Massif 部には普通にみられる。鉄の酸化物は上位の Forrestal Range 部全体に亘って多量に存在している。最上位近くでは燐灰石が顕著な集積結晶として出現してくる。Dufek 岩体は全体として石英分に富むため、橄欖石を含まない。ことに上位では集積結晶の間隙物として、文象斑岩~微ペグマタイト様の石英とカリウム長石の連晶が出現する。

斜長石はよく発達したクリプチック・レーアリング (cryptic layering) を示している。下位ほど Ca に富み、上位ほど Ca に乏しく Na に富んでくる。最下位の斜長岩では灰長石分 85 (An 85) であり、それより上方 500 m 以内に An 65 に急激に変化する。ところが、そこから上部は数 1,000 m の間 An 65~An 60 であってほとんど変化がない。上位の文象斑岩に近づくと An 50 となり、文象斑岩中では An 30 となる。

Dufek 岩体の化学的性状をみる場合、2 つの対照的な曲線で表現することができよう。1 つは苦鉄質岩石に関するもので、他は珪長質岩石に関するものである。珪長質岩石は主に斜長石の結晶が集積した岩石



図—2 Dufek 岩体の推定断面図。図—1 の Dufek Massif (北西側) から Forrestal Range (南東側) へ切った断面図である。A…最上位部において侵蝕されたと考えられる岩層。B…上位部岩層。C…中位部岩層でこれは氷床におおわれてみえない。D…下位部岩層。E…最下位部にあると考えられる岩層。s.l.…海水準。この断面図の最下部にうねり印のついているのは古生代の堆積岩であり、Dufek 岩体は太い破線より上部である。垂直スケールと水平スケールは同じ。Ford and Boyd (1968) による。



図—3 Dufek 岩体の下位部 (Dufek Massif) と上位部 (Forrestal Range) の柱状断面図。打点の数の多いものほど暗色の岩石 (斑レイ岩など) である。岩石の比重を右横に示す。Ford and Boyd (1968) による。

で、通常数 10 m 以下の厚さしかない薄層として産する。

先づ、Dufek 岩体で SiO_2 量がどのように変化するかを図—4 でみてみよう。下位の Dufek Massif 部では 48~53% であり、苦鉄質曲線と珪長質曲線とはほとんど一致している。これは苦鉄質岩の主成分である輝石の SiO_2 量と、珪長質岩の主成分である斜長石の SiO_2 量とがほぼ等しいためである。Dufek Massif 部でも上部に行くと、苦鉄質曲線と珪長質曲線はわかれはじめる。これは苦鉄質岩中に磁鉄鉱が出現しはじめるからである。上位の Forrestal Range 部では珪長質曲線を見ると、 SiO_2 量は上部に行くほど系統的にふえていく。一方、苦鉄質曲線を見ると、 SiO_2 量は文象斑岩の直下 100 m で 40~45% の最低値を示している。 SiO_2 量にみられるパターンは、Skaergaard 岩体でも同様にみられるが、Dufek 岩体の方が Skaergaard 岩体にくらべ 5~19% も SiO_2 に富んでいる。40~45% という最低値を示す苦鉄質岩の中に

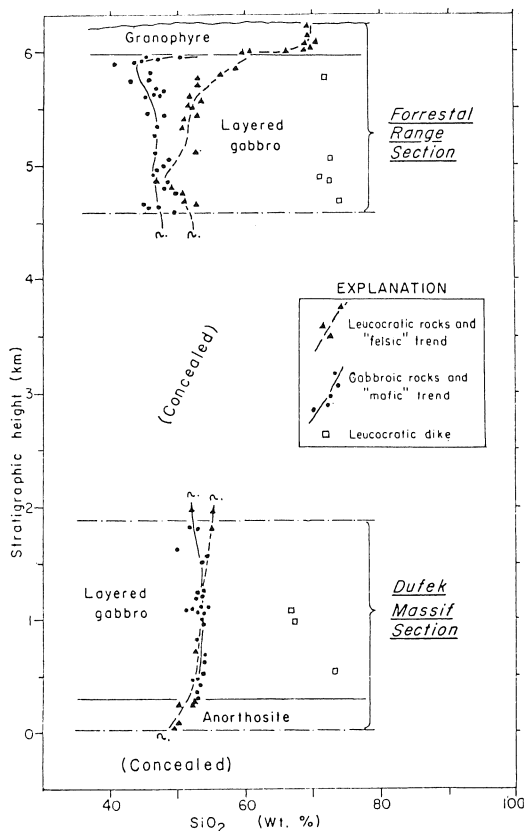
もごく少量の石英が含まれており、ノルム鉱物を算出してもノルム石英が出現する。ただし石英は集積結晶として産するのではなく、集積結晶の間隙物として産する。

次に、Dufek 岩体全体で苦鉄指数がどのように変化するかを図—5 でみてみよう。苦鉄指数は

$$\frac{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}} \times 100$$

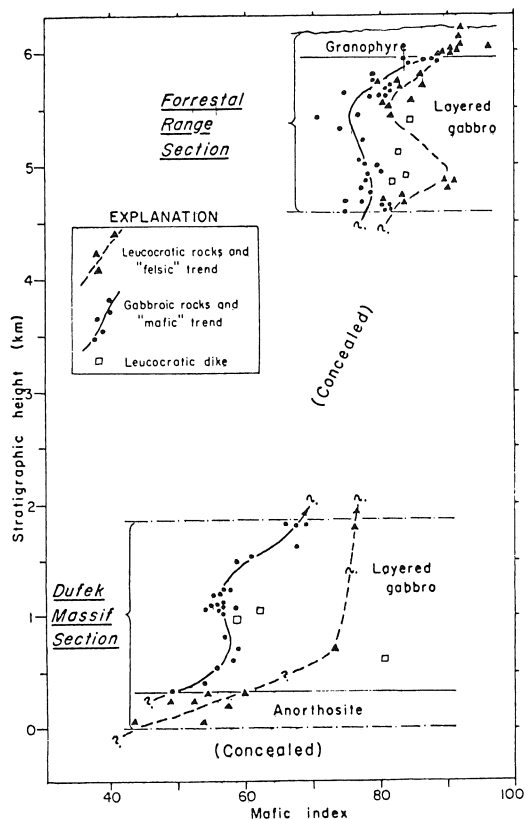
としてあらわされる。図—5 を図—4 とくらべてみると、苦鉄指数が SiO_2 量よりも変化の様子がよくわかる。

珪長質岩の苦鉄指数は苦鉄質岩のそれよりもどこでも高い。珪長質岩には輝石は粒間にごく微量しか産せず、鉄の酸化物も少ないが、この方が輝石よりも苦鉄指数を大きく左右するからである。図—5 をみると、岩体の下位から上位にいくにつれて苦鉄指数は大きくなるが、ときどき小さな S 字状のまがりがあるが、そこでは鉄に乏しくなる。これはマグマ中の対流が逆転



図—4 Dufek 岩体の高度変化と SiO₂ 量の変化。黒三角印・破線曲線が珧長質岩を、黒丸印・実線曲線が苦鉄質岩をあらわす。白四角印は優白質の岩脈をあらわす。Ford (1970) による。

したために生じたのであろう。同様な例は Stillwater 岩体でもみられる。この苦鉄指数の変化と構成鉱物の組成変化との相関は今後詳細に研究すべき問題である。なお、S 字状のまがりについては、対流の移動と

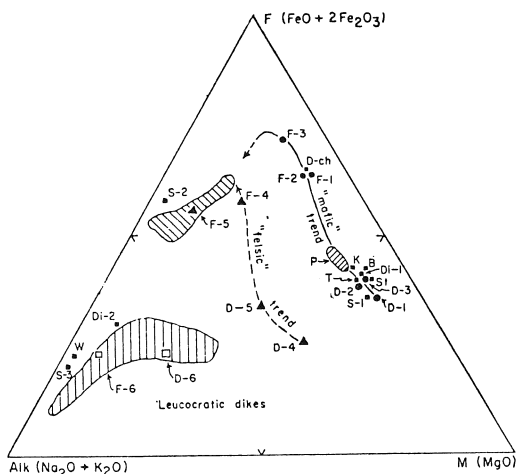


図—5 Dufek 岩体の高度変化と苦鉄指数

$$\left(\frac{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3}{\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}} \times 100 \right)$$

の変化。記号は 図—4 のものに同じ。
 Ford (1970) による。

結晶の集積によって強い分化作用が行なわれる過程で、晶出した結晶とマグマとの平衡が長い間持続する静かな時期がときたま存在したとすれば説明がつく。すなわち、図—5 で苦鉄指数の曲線がゆるい勾配をもつところは鉄が急激にふえていくところであり、対流活動が盛んに行なわれ、明瞭な層状構造もみられるの



図—6 Dufek 岩体の苦鉄質岩及び珧長質岩の Alk-F-M 図

- D-1 : Dufek Massif 下位の斑レイ岩
- D-2 : Dufek Massif 中位の斑レイ岩
- D-3 : Dufek Massif 上位の斑レイ岩
- D-4 : Dufek Massif 最下位の斜長岩
- D-5 : Dufek Massif の斜長石集積岩
- D-6 : Dufek Massif 中の優白質岩脈
- F-1 : Forrestal Range 下位の斑レイ岩
- F-2 : Forrestal Range 中位の斑レイ岩
- F-3 : Forrestal Range 上位の斑レイ岩
- F-4 : Forrestal Range の斜長石集積岩
- F-5 : 最上位の文象斑岩
- F-6 : Forrestal Range 中の優白質岩脈
- D-ch : Forrestal Range の周縁相岩石
- P : 推定母岩漿

記号は 図—4 のものに同じ。
 Ford (1970) による。

に対し、曲線が急な勾配をもち直立するところでは鉄はほとんどふえず、均質な構造がみられる。

岩体の下位から上位に移るにつれて鉄がふえるという全体的傾向は 図-5 でもよくわかる。下位のものほど M 頂点 (MgO) に近い、文象斑岩直下の最上位斑レイ岩まで F (鉄)-M (マグネシア) 辺に沿って F (鉄) 頂点に近づく。珪長質岩のトレンドは苦鉄質岩のトレンドにくらべて全体的にアルカリに富んでいるが、両トレンドはほぼ平行である。

Ni/Co 比も分化の程度をよくあらわすが、これは最下位の斜長岩で 3:1 であり、最上位の文象斑岩で 0:1 である。

6. 母岩漿の組成

Dufek 岩体の母岩漿の組成を示すような岩石は現在までのところ見出されていない。

図-6 の D-ch は Forrestal Range の周縁相岩石であり、細粒で斑晶もなく葉理もなく急冷したことを示しているが、分析値から判断すると苦鉄指数は 80 で、かなり分化の進んだ鉄に富んだ液であることがわかる。

Dufek 岩体と時代的にも地理的にも似ている南極横断山脈のフェラー (Ferrar) 粗粒玄武岩岩床とくらべてみても、Dufek 岩体では複雑な機構によって極

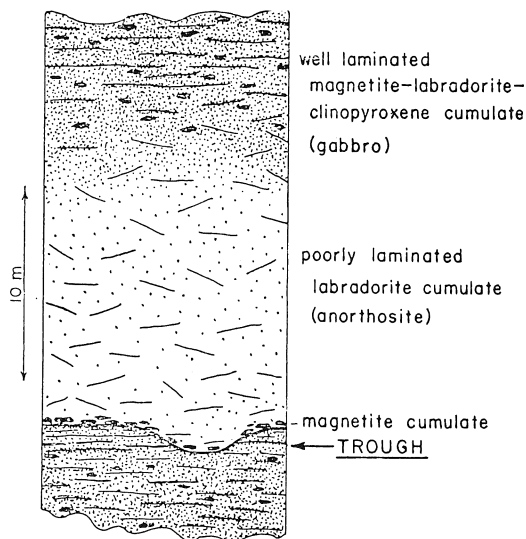


図-7 Forrestal Range の暗色の斑レイ岩中の典型的な層内優白質岩 (斜長石集積岩) の模式図。打点の密度の高いところほど岩石中の有色鉱物が多い。中央部の打点密度の少ないところが斜長石集積岩。下方の斑レイ岩との境界は明瞭だが、上方の斑レイ岩との境界は漸移的である。Ford (1970) による。



図-8 (写真) Forrestal Range 南部の鉄に富んだ暗色の斑レイ岩中にみられる深さ 10 m 以上の斜長石集積岩 (写真中央白色部) でみたされたみぞ。斜長石集積岩中にほとんど水平方向に 2 本のやや暗色の薄層がみられるが、この薄層はみぞの端で断ち切られており、横に存在している暗色の斑レイ岩の層状構造とは連続しない。Ford (1970) による。

端に鉄に富むようになっている。

また 図-6 の P は Pensacola 山脈南部の二疊紀砂岩を貫くうすい板状貫入岩である。この岩石は石英玄武岩であり、分析値から判断すると、あまり分化していない中生代の輝緑岩やソレイト (tholeiite) に似ており、Dufek 岩体の母岩漿をあらわすものであろう。但し、あまり分化していない一般の玄武岩や輝緑岩にくらべると SiO_2 に数 % 以上富んでいる。

Stillwater 岩体や Skaergaard 岩体の母岩漿とくらべると、Dufek 岩体の方が SiO_2 と K_2O とに富んでおり、 Al_2O_3 に乏しい。

7. 斜長石集積岩層

斜長石集積岩 (斜長岩 及び 優白質斑レイ岩) は特に、Forrestal Range 部の下位の 褐黒灰色の鉄に富む斑レイ岩中に産するが、他の多くの層準でも若干不明瞭ながらみられる。図-7 をみてもわかる様に、斜長石集積岩の下方接触部は明瞭でシャープだが、数 m ~ 数 10 m 上方の上方接触部は全く漸移的である。斜長石集積岩は中~粗粒の斜長石 (An 65 位) よりなり、稀に輝石や磁鉄鉱が存在することもある。

また 図-8 (写真) にみられるように、強い水平方向の流れが働いたことを物語るものもある。これは斜長石結晶に富んだマグマが対流によって強く流れ、隣

接した斑レイ岩の床を洗い流し、みぞをつくりそこに斜長石集積岩が定着したものである。斜長石集積岩中の暗色薄層はみぞの端で断ち切られており、外部の斑レイ岩の層状構造とは関連がない。

一つの優白質層をとってみると、下方のシャープな境界を示すところから上方に向かって岩石の密度は系統的に変化し、2.75 g/cc から 2.90 g/cc となり、最上部では 3.00~3.20 g/cc となる。これは一つの斜長石集積岩層のなかで上方にいくほど苦鉄質鉱物がふえるためである。Dufek 岩体全体では 図-3 に示すように、下位から上位にいくにつれ岩石の密度はわずかにふえていく。上位の斑レイ岩は鉄に富むからである。このわずかに正の密度曲線の上で、薄い斜長石集積岩層の負のずれとしてあらわれる。

Forrestal Range の優白質層の起源と、優白質層をもたらした流れは、Dufek 岩体内部のマグマのメカニズムに関係していることは明らかである。一つの優白質層と他の優白質層との化学的性状はお互いによく似ているので、優白質層を作った流れは、一般的な分化作用の過程で中断しなかったことを示している。図-5 に示したように、Forrestal Range の苦鉄指数曲線の急傾斜の部分と逆の部分とがあることは、全体として少くとも 5 回の主な輪廻があることを示してい

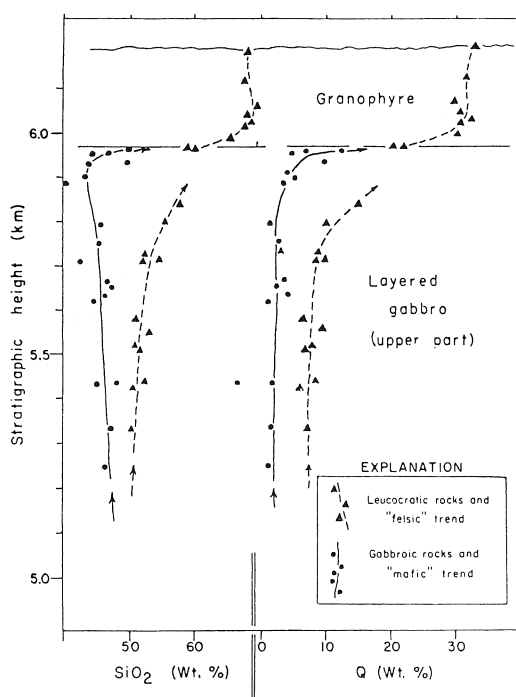


図-9 Forrestal Range 上部における 高度変化と SiO_2 量及びノルム石英量の変化。記号は 図-4 のものに同じ。Ford (1970) による。

る。

斜長石集積岩層をつくる斜長石がどこで晶出したかという問題も不明確である。マグマ部の頂部か底部か縁部のいずれかで、溶融曲線より一寸下った温度ならどこでも生ずるはずである。若干の晶出作用はマグマ部の下部で、溶融曲線と急激な断熱曲線との交点のレベル以下で生じただろう。しかしやはりマグマ部頂部での晶出作用が最も重要である。頂部で急激に熱が失われると、晶出作用を十分に許すように温度が低下するが、しかし晶出作用は挿話的である。対流運動が完全に行なわれる過程では、下からのより温度の高いマグマは、頂部の温度を溶融曲線以上の正常な断熱温度に上昇させ、晶出作用は一時的に止まるだろう。

晶出した斜長石が同一の層として濃集する機構も複雑である。床面に沿って機械的な淘汰が起る場合、それが落下速度を異にする粒の単純な定着によるのか、それとも横方向の流れによる、堆積物の粒の淘汰に似た、もっと複雑な過程によるかのいずれかである。いずれにしても、Dufek 岩体の場合、密度は重要な因子にならない。というのは、前述のように、斜長石集

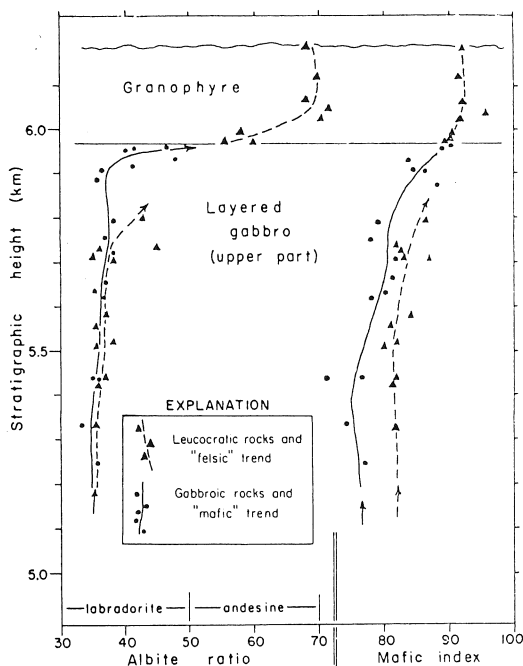
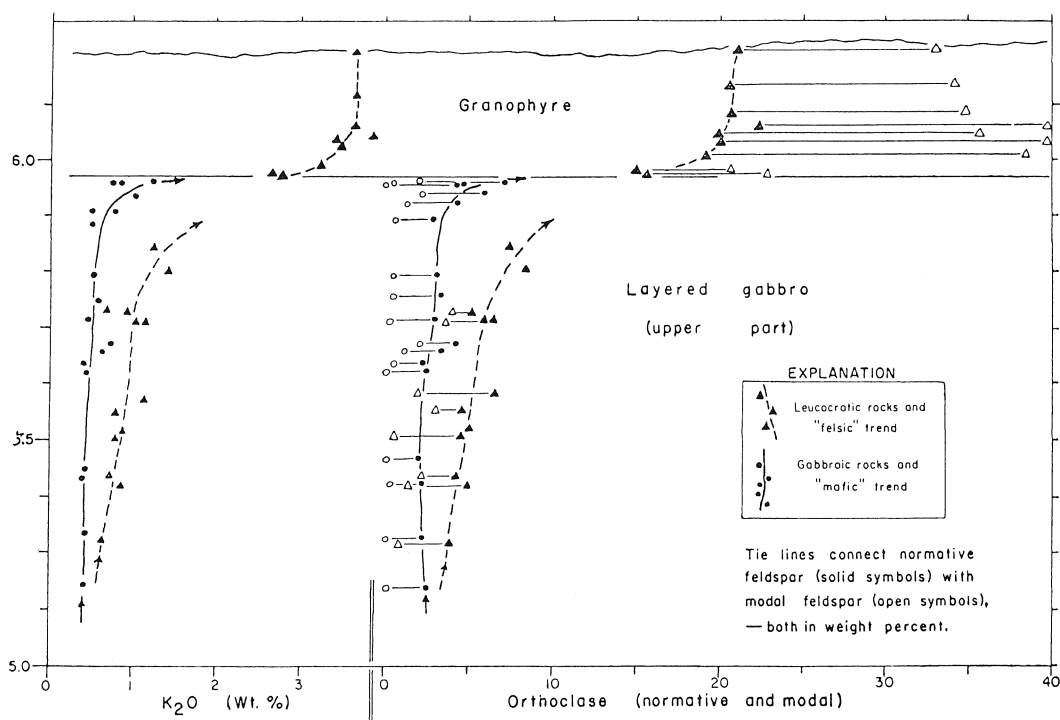


図-10 Forrestal Range 上部における高度変化とアルバイト比 (Albite ratio) 及び苦鉄指数の変化。アルバイト比はノルムアルバイト (Ab) とノルムアノーサイト (An) から $(\text{Ab}/\text{Ab}+\text{An}) \times 100$ として求めた値。記号は 図-4 のものに同じ。図-9・10 は 5,200 m レベル以上の層準に関するもので、図-4・5 の全層準に関するものとは異なることに注意。Ford (1970) による。



図—11 Forrestal Range 上部における高度変化と K_2O 量、ノルム正長石量、及び正長石量の変化。
記号は 図—4 のものに同じ。ただし正長石量は白ぬき丸印（苦鉄質岩）及び白ぬき三角印（珪
長質岩）であらわす。Ford (1970) による。

積岩から層序的に上方にいくと斑レイ岩に漸移し、それに伴って密度も漸移的に増大するからである。斜長石集積岩中の斜長石の粒度は、隣接する斑レイ岩中の集積結晶粒の約 2 倍であり、粒度淘汰の効果が大きかったものと考えられる。

層状貫入岩体の層準的に上部には斜長石に富む斜長石集積岩が比較的形成されやすいが、その機構としてはいろんなことが考えられる。斜長石が下向きの対流に先立って機械的に浮揚して上部に濃集する場合、上部で晶出した輝石や磁鉄鉱が優先的に沈下して相対的に上部に斜長石が濃集する場合、間欠的な対流をうけている岩体内部で床を横切る新しい流れ運動が未だ完全には定着していない軽い斜長石を選択的に上方にすくい上げ、すくい上げられた斜長石がやや高温の上部で再溶融し、マグマは組成をかえ、晶出作用がコテクチック (cotectic) 曲線の斜長石側でおこる場合、などである。

対流過程では、マグマ部の上方で晶出した結晶は、結晶まじりのマグマとして下方に向い、床を横切ってひろがってゆく。斜長石結晶を含んだマグマの流れはマグマ部下面に接する床をけずり、洪水の様に溢れ流れ、対流エネルギーが消耗する時に、洗い流した床にできたみぞに斜長石の結晶を集積させたのであろう。

これは恰も、洪水時に激流が川床を深くえぐり取り、岸辺をこえて水があふれ、水が退く時に、碎屑性の堆積物をえぐり取った浸蝕部にうづめていくのに似ている。

8. 上位の斑レイ岩と文象斑岩との漸移関係

Dufek 岩体の上位、もっと詳しく言えば、層準的に 5,900 m レベル付近では苦鉄質岩石の化学的性状が急激に変化する。5,970 m レベルで文象斑岩が出現するが、5,870 m レベルと 5,970 m レベルの約 100 m の間では急激な変化が観察される。この 100 m の間には Dufek 岩体の大部分にみられる顕著な葉理やリズムカルな cm スケールの層がみられない。この間は、対流による変動なしで固化した最終液であろう。

苦鉄質岩石中の主要元素の濃度を Dufek 岩体の下位から上位までプロットしてみると、5,900 m レベルまではスムーズな曲線にのってくるが、5,900 m レベル以上になると、文象斑岩下部のトレンドにスムーズに合流するように急変する。珪長質岩石中の主要元素についても同様なプロットをしてみると下位から上位の文象斑岩までスムーズな曲線にのってきて、5,900 m レベルでの急変はみられない。

図—9 は SiO_2 量やノルム石英量が高度と共にどのように変化するかを示したものである。 SiO_2 量は苦鉄質岩石では上位にいくほど次第に減少し、5,900 m レベルでは 45% 以下になり、それ以上では急増して 5,970 m レベルでは 50% を越し、最下部の文象斑岩の SiO_2 量との差は 10% 以下となる。珪長質岩石では SiO_2 量は上位にいくほど次第に増加し、5,900 m レベルでは 60% 近くになる。ノルム石英量も苦鉄質岩石ではほとんど 2~3% 以内で一定であるが、5,900 m レベルをこすと急増し 10% をこえる。前にも述べたように、40~45% という SiO_2 量の最低値を示す苦鉄質岩の中にもごく少量の石英が含まれていることは特筆すべきことである。

図—10 はノルム計算で求めたアルバイト比と苦鉄指数の高度変化を示している。苦鉄質岩では 5,900 m レベルまでアルバイト比 35~37 であるが、ここで急変して 50 近くになり、そのままスムーズに文象斑岩に連続する。5,970 m レベルの接触部では両者の差はわずか 5% である。苦鉄指数も同様に最上位斑レイ岩から文象斑岩にスムーズに連続する。

図—11 は K_2O 量、ノルム正長石量及び正長石量の高度変化を示している。苦鉄質岩では文象斑岩の直下で K_2O 量が 1% をこし最大値をとるが、最下位の文象斑岩では 2.6% あり、その差はかなり大きい。これは文象斑岩をつくるための末期の溶液中に SiO_2 のほか K_2O もかなり選択的にとりこまれたことを示している。ノルム正長石は文象斑岩直下の苦鉄質岩では 5% をこす。またノルム正長石は常に実際に岩石中に存在する正長石にくらべて 2~5% 多い。このことは、斑レイ岩中では K が正長石以外の鉱物中にも産することを示している。

以上述べたように、上位の斑レイ岩と文象斑岩との間には漸移的な化学的性状の変化がみられる。このことは両者の間に密接な成因的結びつきのあることを示すものであろう。

9. 文象斑岩と優白質岩脈

Forrestal Range 最上位の文象斑岩は Dufek 斑レイ岩質マグマの固化の最終章を記録する。とても白っぽい文象斑岩は厚さ 200 m 以上あるが、さらに上位の岩石との接触関係はこれまでのところ見出されていない。下位の斑レイ岩との接触関係はシャープで整合的である。文象斑岩は塊状・均質で層状構造も葉理もみあたらない。結晶集積を指示する証拠もみつからない。

文象斑岩は細粒で正長石、斜長石、石英、単斜輝石、角閃石、黒雲母、燐灰石などからなる。化学的性

質はタスマニア (Tasmania) 島の文象斑岩に似ている。 SiO_2 量は流紋石英安山岩や花崗閃緑岩の平均値に近いが、 Al_2O_3 、 MgO 、 Na_2O はそれにくらべて低く、 $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ は逆に高い。このため Dufek 岩体の文象斑岩は普通の流紋石英安山岩にくらべてノルム石英を 10% も多くもっている。また $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比が Dufek 岩体の文象斑岩では非常に大きい。

文象斑岩の起源が Dufek 岩体をつくったマグマの分化パターンと密接に結びついていることは前節の説明でも理解できよう。文象斑岩を生ずるためには多量の SiO_2 とアルカリが濃集しなければならない。その濃集過程は対流循環の効果と複雑に結びついている。Dufek 岩体では、一番下位にくると考えられる超苦鉄質岩の性質がわからないので、マグマから早期の分化作用を制御した鉱物種が全くわからない。また最上位の岩石もないので、貫入時のキャップ・ロックの性質もわからない。さらに、この系が開放系か閉鎖系かもわからない。

Dufek 岩体のほとんどすべての岩石に集積岩の性質がみられることは、溶液から沈澱によって結晶が動いたことを示している。こうしてみると分別晶出作用が最も重要なものであったにちがいない。間欠的な対流循環によって集積した斜長石中にほとんど累帯構造がないことからみると、強い組成勾配はなかったと考えられる。マグマ中での元素の拡散も無視できない。 H_2O はマグマ中を上昇し、それと共に他の元素や結晶さえも運んで上部に濃集させる。そのためにマグマ部の頂部ではマグマ中にアルカリや SiO_2 が濃集して文象斑岩をつくったのであろう。もしこの系が開放系であったとしたら、アルカリや SiO_2 と一緒に揮発性物質も上方の岩石中に逸散したであろう。Dufek 岩体の斜長石の組成をみると、上位で特にアルバイト比が異常に高くなるということがない。このことはマグマから逸散する水蒸気によって Na_2O も一緒に逸散したためかもしれない。

Dufek 岩体の文象斑岩中には累帯構造を示す斜長石 (An 30 位) の微斑晶があるが、これは文象斑岩の液とは平衡にあったようにはみえない。この斜長石の微斑晶は下位の結晶に富んだ斑レイ岩質の液からつかみあげられた結晶が、固化しつつあった文象斑岩中にはいりこんできたのかもしれない。こうしてみると、文象斑岩の全分析は、必ずしも正確に、Dufek 岩体の最終液の組成を示さない可能性もある。

最後に、Dufek 岩体のほとんどすべての層準で SiO_2 に富む溶液が割目を満してつくっている優白質岩脈について述べよう。図—4、図—5、図—6 で白四角印の優白質岩脈がそれである。文象斑岩と優白質岩

脈との相対的年代は野外関係では不明である。しかし、Ni/Co 比は優白質岩脈の方が、少しの例外はあるが、文象斑岩の Ni/Co 比よりも高いこと、および、優白質岩脈の苦鉄指数は必ず文象斑岩のそれより低いことの2点は、文象斑岩の方が優白質岩脈より新しい時期にできたことを示している。というのは、Ni/Co 比は分化作用の進行とともに系統的に減少し、また苦鉄指数は分化作用の進行とともに系統的に増加するからだ。

各層準に残存する間隙溶液が晶出する前に、砕けやすい割れ目が生じたとすれば、圧力勾配を生じ間隙溶液は低圧部の割れ目を満すべく側方に移動し、岩脈を形成したと考えられる。Dufek 岩体下部でのこのような割れ目の形成運動は、文象斑岩が固化形成される以前に長期間に亘って行なわれたと考えられる。岩脈の苦鉄指数は必ず周りの苦鉄質岩のそれより高いし、また図-5 をみて大体わかるように、優白質岩脈の苦鉄指数は層準に対応している。

10. おわりに

最近、Dufek 岩体の研究に、日本の地球科学研究者の参加が要請されている。これまで述べてきたことから明らかな様に、Dufek 岩体の研究には次の諸点が解決すべき問題として残されている。すなわち、

- (1) Dufek 岩体の形態
- (2) Dufek 岩体の形成したマグマの貫入機構
- (3) Dufek 岩体最下位部の性状
- (4) Dufek 岩体中位部 (Dufek Massif と Forrestal Range の間の層準) の性状
- (5) Dufek 岩体最上位部の性状
- (6) Dufek 岩体の母岩漿の組成
- (7) Dufek 岩体全体の苦鉄指数の S 字状のまがりの原因

第 20 次ソビエト隊輸送作戦

——各船ともフル活動開始——

1. オビ号 (船長ボルコフ)

第 1 陣として 10 月 23 日レニングラードを出港したオビ号は、南極 20 回目の航海である。同船には総隊長兼夏隊長のセルジュコフ (B.И. Сердюков. 北極南極研究所長代理) のほかソビエトの観測に参加する東ドイツのヒュンテル・スカイプ博士以下 7 名も乗船した。ドイツ人グループは南極で生物学と医学的観測を行なう。地理学修士ロマンフ (A.A. Романов) の指揮する海洋班が南極海域の気象、地磁気、海深、その他の海洋観測および人工衛星からの情報処理など、とくに南シエトランド諸島〜クイン・モードラン

(8) Dufek 岩体の生成過程の詳細

などであろう。これには、岩石学的、地質学的、地球化学的、および地球物理学的な詳細な研究が必要なことはいうまでもない。

一方、これまでのフォード氏 (Ford) をはじめとする米国地質調査所による研究蓄積は、きわめて大きいことを銘記しておく必要があろう。

文 献

- (1) Aughenbaugh, N.B. (1961): Preliminary report on the geology of the Dufek Massif. *I.G.Y. World Data Centre, A. Glaciology. Glac. Rept.*, **4**, 155-193.
- (2) Behrendt, J.C., Meister, L. and Henderson, J.R. (1966): Airborne geophysical study in the Pensacola Mountains, Antarctica. *Science*, **153**, 1373-1376.
- (3) Ford, A.B. (1968): Origin of microfractures and joints in the Dufek intrusion, Antarctica. *Spec. Pap. Geol. Soc. Am.*, No. 115, 69.
- (4) Ford, A.B. and Boyd, W.W., Jr. (1968): The Dufek intrusion, a major stratiform gabbroic body in the Pensacola Mountains, Antarctica. *23rd Intern. Geol. Congr., Prague. 1968*, **2**, 213-228.
- (5) Ford, A.B. (1970): Development of the layered series and capping granophyre of the Dufek intrusion of Antarctica. in *Symposium on the Bushveld Igneous Complex and other layered intrusions. Pretoria, July 1969. Spec. Publ. Geol. Soc. S. Afr.*, No. 1, 492-510.
- (6) Ford, A.B. (1972): Weddell orogeny-latest Permian to early Mesozoic deformation at the Weddell Sea margin of the Transantarctic mountains. in *Antarctic Geology and Geophysics (Ed. by R.J. Adie). Universitetsforlaget, Oslo*, 419-425.
- (7) Walker, P.T. (1961): Study of some rocks and minerals from the Dufek Massif, Antarctica. *I.G.Y. World Data Centre, A. Glaciology. Glac. Rept.*, **4**, 195-213.

ド間の諸観測を行なう。

オビ号は大西洋を南下し、途中リオ・デ・ジャネイロに寄港し、12 月上旬ベリングスハウゼン基地のアルドリ湾に入った。越冬基地長イメレコフ (B.И. Имереков) の一行が Каттер で出迎えた。新隊員は、このあとのズボフ教授号でくる。

オビ号は 12 月下旬ベリングスハウゼン基地を離れ、ウエッデル海を過ぎたところでビゼイ教授号と一緒に、マラジョージナヤに向かう。両船は氷海をくぐり抜けて定着氷に接岸し、荷役を始めた。100 キロ以上の空の橋を飛行機とヘリコプターで隊員と貨物を輸送する。1 月上旬現在マラジョージナヤ。

(38 頁へ続く)

南極点に降る雪の物語

菊地 勝弘

北海道大学理学部

ホーガンからの手紙

1974 年 4 月下旬、ニューヨーク州立大学大気科学研究センター (State University of New York at Albany, Atmospheric Science Research Center) のホーガン (A.W. Hogan) から 1 通の手紙を受取った。それによると、この夏、1 月から 2 月にかけて彼はエアロゾルのバックグラウンド調査のため、マクマードやサイプル基地等で観測をしたが、特にアムンゼン・スコット南極点基地で 10 日間ほどの滞在期間中、氷晶に関するいくつかの興味ある現象を観測したというのである。彼の滞在期間中ほとんど毎日のように角柱状結晶が非常に低い層から降っていたということ、そしてラジオゾンデによるデーターの解析結果から氷に対して過飽和の層が常に 650 mb と 600 mb の間に存在していたこと (南極点基地の気圧は 684 mb, 平均海面高度は 2854 m), 更にその過飽和の層があっても、その層の上に乾燥した気塊が通過したり、あるいは絹雲がないと降水現象を伴わないらしいということ。これらのことから彼は飽和した層からの降水はその上の層を通過する絹雲からの氷晶の種播きによる結果であると考え (彼はこの降水をはっきりした雲がないことから Clear Sky Precipitation と呼んでいる), この氷晶の発生機構、高度を確かめるため、再度南極点基地に行く計画を目下樹てているが、南極点でのこのプログラムを遂行するために、1 カ月ほど君の技術を貸してくれないだろうか。勿論、Office of Polar Programs が招待してくれるかどうか保障の限りではないんだが、もし君が行ってくれるというのなら僕のプログラムに君を一緒に入れたいんだが……という内容だ

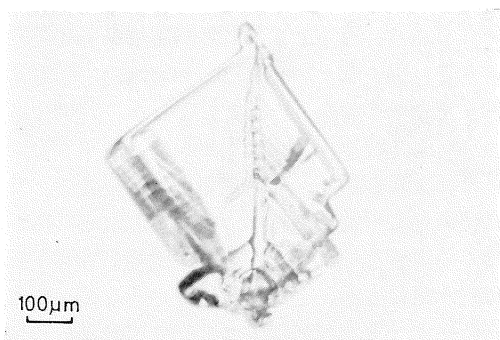


写真-1 昭和基地で観測された奇形雪結晶
(1968 年 7 月 29 日)

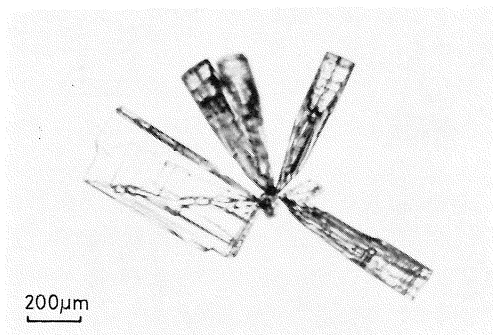


写真-2 昭和基地で観測された奇形雪結晶
(1968 年 7 月 18 日)

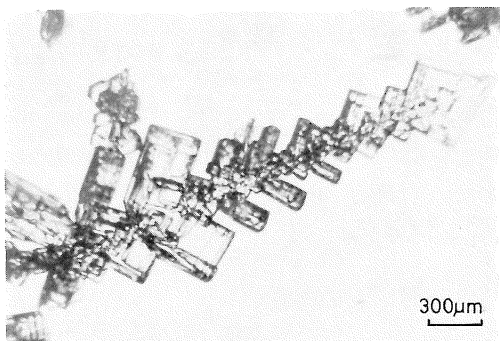


写真-3 昭和基地で観測された奇形雪結晶
(1968 年 7 月 18 日)

った。

昭和基地で観測された奇形雪結晶

これこそまったく渡りに舟である。というのは、第9次日本南極地域観測隊の1員として昭和基地での越冬観測中、雪結晶に関してプリズム面の異常に成長したいわゆる奇形雪結晶を数多く発見することができ(写真-1~3)、機会があったらもう1度 -30°C 以下の温度条件でこの奇形雪結晶を確かめたいと常々思っていたからである。もっともこの奇形雪結晶(極地、第5巻、第1号、52~58頁)が公認(?)されるまでにはそれなりの苦労があった。1969年南極から帰ったその春の日本気象学会春季大会でとりあえず雲物理、大気電気観測の概要と、特に顕著な奇形雪結晶について発表したところ、多くの雲物理屋はクレバス等で成長した霜が風で吹き飛ばされてきたのではなかろうかというのである。それは無理もない話で、結晶の外形は霜に似ているし、ラジオゾンデから推定される成長温度領域は -35°C 前後で、その程度の気温なら我が国の厳冬期の 700 mb~500 mb 上空では決して珍らしいことではないし、それにも拘らず、今日までこの種の奇形雪結晶についての報告はほとんどないに等しかったからである。

帰国後はじめて迎える冬ほど待遠しく感じられたことはなかった。理由はまったく簡単、先に発表した奇形雪結晶は霜ではなく、天然の降雪であり、北海道でも観測される筈であると学会の席上結論づけたからである。南極での越冬観測の前にも、札幌で石狩で手稲山で何千枚という雪の結晶の写真を撮ってきたが、私自身一度もこの奇形雪結晶を観測したことがなかったのである。しかし、昭和基地での出会い以来、北海道でも見つかるのではないだろうかという考えから、最早見つかる筈である、いや見つけてみせるという信念に何時の間にか変わっていったのである。

ホーガンとの出会い

その冬私達の研究室では「臨海および臨湖地域における降雪の研究」というテーマでニュー

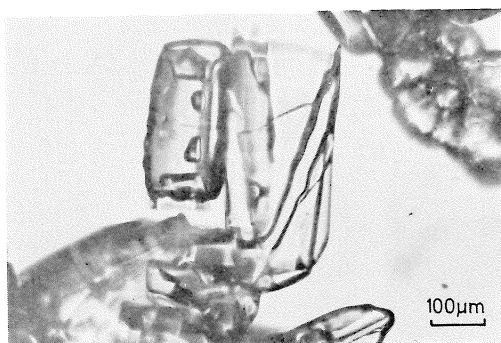


写真-4 エアロゾル濃度測定中のシェーファー博士(左)とホーガン氏(右)(北海道石狩町にて)

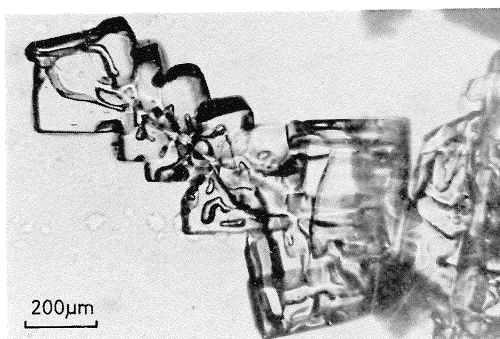
ヨーク州立大学と共同研究を遂行していた。私は石狩町で氷晶核、凝結核、海塩核等の一連の観測の他に雪結晶の観測に関しては決して条件はよくなかったが、昭和基地の時と同じように顕微鏡写真とレプリカ液による観測を行っていた。この研究にはニューヨーク州立大学からは人工降雨等でよく知られているシェーファー博士(V.J. Schaefer)と降雪機構のジュストー博士(J.E. Justo)、それに大学院学生のアロイド(E.W. Holroyd, III)の3名が参加する予定で、彼等は主にエアロゾルの観測に主眼を置くことになっていた。ところが観測開始間隙にジュストー博士が健康を害し、代ってホーガンがシェーファー博士のお供をすることになったのである(写真-4)。角刈り頭のホーガンは何時も陽気でタフで、観測には忠実で、まったくフィールドワーク向きの男という印象だった。彼はシェーファー博士とエアロゾルの測定のために札幌、石狩、小樽、ニセコ、手稲山、支笏湖と場所を変え、一方私の方は石狩町に居坐って観測を続けていたので、この観測期間中数日を一緒に過ごしたにすぎなかった。にもかかわらず彼はこの夏の南極での体験から私を想い出してくれたのはまったく幸運だった。彼は南極での雲物理に関するいくつかの私の論文を読んでいてくれたのである。

北海道で観測された奇形雪結晶

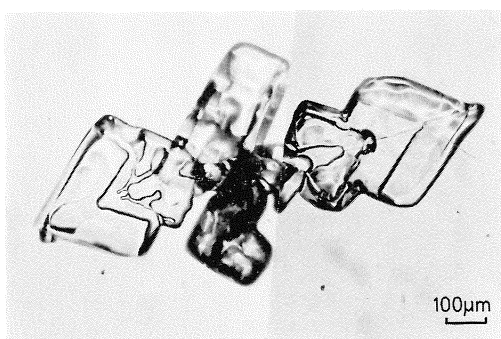
さて、石狩での観測をはじめて2週間ほど過ぎた1970年1月30日、日本各地に大きな被害をもたらした、昭和45年1月低気圧と命名さ



写真—5 石狩町で観測された奇形雪結晶
(1970 年 1 月 30 日)

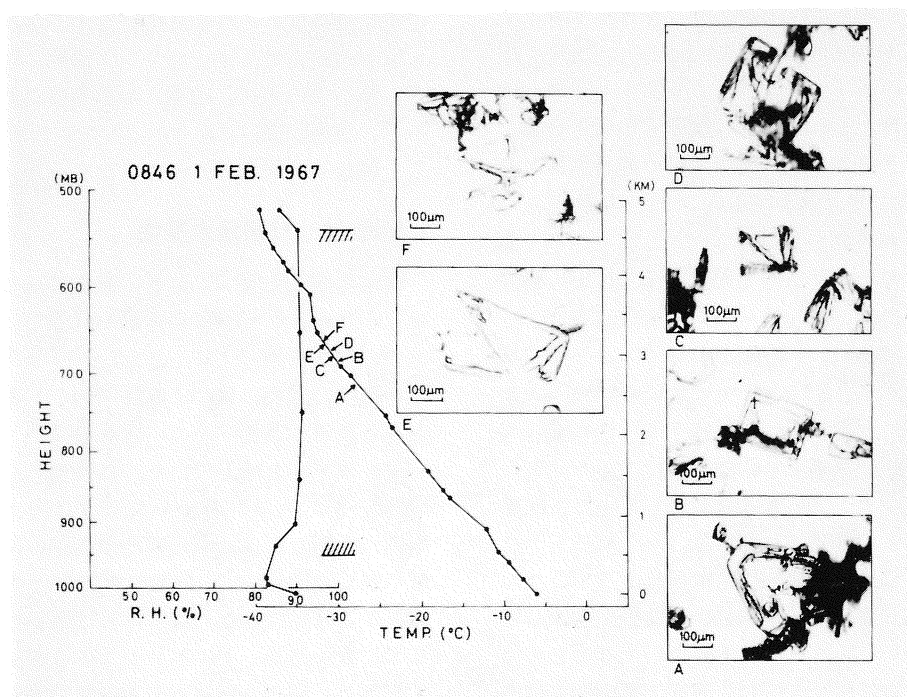


写真—7 石狩町で観測された奇形雪結晶
(1970 年 1 月 31 日)



写真—6 石狩町で観測された奇形雪結晶
(1970 年 1 月 30 日)

れた低気圧に伴う降雪の中に数種にわたってかなりの数の南極形奇形雪結晶が発見されたのである(写真—5~7)。「北海道でも見つけてみせる」は正しくその通りになったのだが、それでもまだこれらの結晶は地上で観測されたものであるからという意見もまだあった。それではという訳で過去に私達の研究室で飛揚して回収した雪結晶ゾンデをもう一度奇形雪結晶の眼でみると -30°C から -35°C の温度範囲で写真—8 に示されるような結晶が容易にみつかったのである。この最後のツメでやっと南極形奇形雪結晶は公認(?)された訳である。



写真—8 雪結晶ゾンデに捕捉された奇形雪結晶 (1967 年 2 月 1 日, 小樽上空)

さて、奇形雪結晶は晴れて公認されたのだがその複雑な外形のために、結晶主軸はおろか単結晶か多結晶かさえも判断できないもののがかなりあった。そうすると今度はどうしてもこれらの奇形雪結晶を偏光顕微鏡のもとでじっくり観てみたいという欲望にかられるのは当然の成り行きである。極地での越冬の機会が現状では一寸望み薄とあれば、あとは短期間厳冬期のシベリヤか、夏の南極ということになるのだが、と常々思っていた矢先のホーガンからの手紙だった。そして NSF もまた私のプログラムを認めてくれ、アメリカ南極観測隊の輸送部門を除く一切をサポートするホルムズ・ナーバー社 (Holmes & Narver, Inc.) に形通りの Medical Examination, Medical History を提出し、正月早々の南極点行となった訳である。

いざ南極点へ

1975 年 1 月 2 日札幌を発って、ホノルルでは幸運にも新しいアムンゼン・スコット南極点基地の開所記念式典に参列する V.I.P. のために MAC がチャーターした PAN AM の B-707 に乗ることができた。ここからは私の外に NOAA のコブ (W.E. Cobb) とカルドウエル (W.R. Caldwell) が一緒だった。コブとは昨年 9 月に西ドイツのガルミッシュ・パルテンキルヘンで行なわれた第 5 回国際大気電気会議の席で南極大陸での地上大気電場の観測結果の解釈についてディスカッションした経緯もあった。今回の再会を喜びあった。しかし、2 人共南極点でのテーマが地上大気電場でないのが何となく面白かった。チャーター機は途中フィジー島で給油し、9 時間かかってニュージーランド南島のクライストチャーチに着いた。ここで 1 泊して翌朝早く今度は愈々機付きの C-130 機でマクマードまで 9 時間の飛行である。この飛行機にはサイプル夫人も同乗していた。南極大陸といってもやはり夏は夏。マクマードサウンドはそこここに雪融け水がたまっていた。マクマード基地での夕食時、鳥居先生はじめ DVD P のメンバーと偶然お会いすることができた。ここでまた 1 泊し、翌日午後南極点に向け飛び立った。クライストチャーチからマク



写真—9 新装なったアムンゼン・スコット南極点基地



写真—10 すっかり雪の下に埋まった旧アムンゼン・スコット南極点基地、煙突と換気孔がみえる

マード間の飛行ですっかり慣れた C-130 内では満載した荷物の上で寝る者、床の上に防寒服のまま寝る者とそれぞれだったが、汚れた小さな窓からみえるクイーンマウド山脈の峻険な頂き、流れでる氷河、山頂にかかる積雲をみると、南極大陸の息づかいみたいなものを感じ、興奮して眠るどころではなかった。

新装なった南極点基地

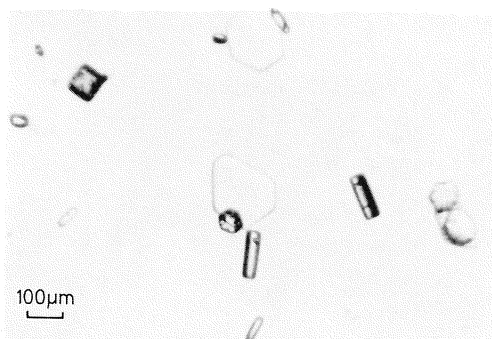
現地時間 20 時 30 分着、気温は -25°C 前後だろうか、USARP の隊員の目印し、赤いパルカの数人が出迎えてくれた。トラップを下りての眼前に銀色に輝やく直径 50 m もあろうかと思われる半球型ドームの新観測基地 (彼等はニューポールと呼んでいた) には驚ろかされた (写真—9)。入口の前 200 m ほどのところには南極点を囲むように南極観測参加国の国旗が色鮮やかに翻がえり、旧基地 (彼等はオールドポールと呼んでいた) はとみれば遥か彼方からリズミカルなディーゼルエンジンの音が風に乗って聞こえ、煙突の煙がみえるのみで基地らしい建物は何もみえなかった (写真—10)。聞けば

10 数年の風雪に耐えつつも、今はドリフトの下になってしまって最早使用の限度を越え、ニューポールの建設ということになった次第という。私が到着した日、1月9日は奇しくもこのニューポールの柿落しの日だった訳である。ニューポールの紹介はいずれ別の機会にゆずるとして、我々夏隊は残念ながらこのおニューには泊ることができず、オールドポールとニューポール建設のためのホルムズ・ナーバー社の飯場棟に分宿し、私は14人部屋にホーガンやエアロゾルの微量分析をテーマにしていた、メリーランド大学のゾラー(W.H. Zoller)やワシントン州立大学のラスマッセン(R.A. Rassmussen)等とホルムズ・ナーバー社の2人のコック、エンジニアと一緒にだった。

越冬隊は勿論、夏隊の観測研究、基地のお守りは一切合切ホルムズ・ナーバーが請負っており、当初短期間の観測にどれほどの「総員集合・基地外作業」の声がかかるかと不安だったが翌日からまったくフリーに存分に仕事できたのはありがたかった。早寝早起組、遅寝遅起組等いろいろあったが、またマクマードからのC-130が来る度毎にニューフェイスが飯場棟に入り、観測の終わった者が引揚げるといった目まぐるしいほどの入れ替りがあり、日本隊の夏隊と比して時間的にはまったく比較にならない有効な観測の現状だった。先のコブとカルドウェルは5台の電位ゾンデを飛揚し終るや「じゃお先に」といった具合に気軽に帰国した。なにせ飛行機の連絡さえるまぐけけば南極点から本国までは3日間の行程なのだから。

南極点で観測された奇形雪結晶

10日、11日と観測準備に費された。もっともその間南極点の高度も考えずに張り切り過ぎて一種の高山病による頭痛に悩まされ、アスペンという錠剤の世話になったが、それも2日ほどで回復し、Clear Sky Precipitationを待った。翌12日、08時観測開始時の気温は -24°C 、顕微鏡を通してみる雪結晶は手稲山でも昭和基地でもそうであったように南極点でも、それはみな懐しい顔ばかりであった。特に偏光顕微鏡の下ではステージを回転さすごとに変わる



写真—11 南極点基地でのダイヤモンド・ダストの氷晶

多結晶雪結晶の色合いの鮮やかさに寒さも忘れ勝ちであった。そして念願の奇形雪結晶は直ぐに見つかったのである。砲弾付四角形角柱面は勿論、御幣形の結晶でもある。雪結晶が単結晶か多結晶かは非常に単純な結晶はその外形で容易に判断できるし、複雑な結晶は結晶表面にエッチピットを作るか偏光顕微鏡を使えばこれも簡単である。奇形雪結晶の大部分はその外形の複雑さにあり、またその多くはプリズム面の成長したものからなっていると考えられるのだが、従来の奇形雪結晶に対するこれまでの我々の推察が果たして正しかったかどうか、札幌から南極点まで手持ちで運んだ20kgの偏光顕微鏡がそれに対する解答を与えてくれる訳である。

さて、Clear Sky Precipitationだが、ほとんど雲らしい雲がなく、 22° ハローと、時には 46° ハローがみられる時、ダイヤモンド・ダスト(細氷)の名で知られる小さな氷晶が細かい銀糸を何本も青空に引いたように降ってくる。それらの結晶は写真—11にみられるように角柱(Solid Column)か微小角板(Minute Plate)からなっているのである。砲弾付四角形角柱面(写真—12)は従来の推察通り、2本の砲弾の特定の1プリズム面が成長したもので2個からなる多結晶であった。しかし、同じような外形をしながら砲弾が認められない結晶(写真—13)もあった。しかし、この結晶も、現われている面はプリズム面で2個からなる多結晶であった。扁平双晶角柱結晶は単結晶と考えられたのだが、この例(写真—14)ではひょっとすると3個の多結晶かもしれないのである。

一方、砲弾集合を伴う、砲弾長方形角柱面組

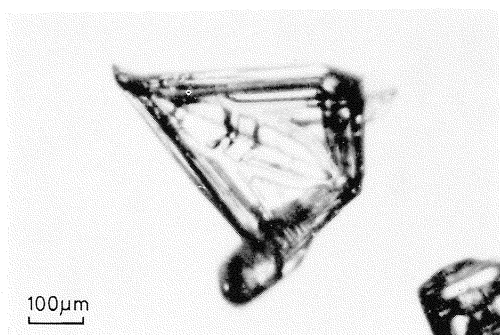


写真-12 南極点基地で観測された奇形雪結晶
(1975 年 1 月 13 日)

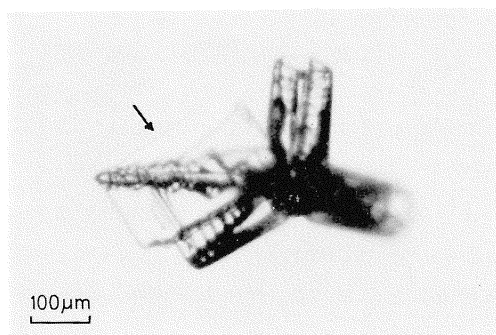


写真-15 南極点基地で観測された奇形雪結晶
(1975 年 1 月 27 日)

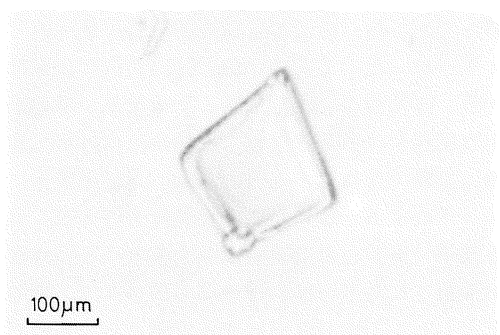


写真-13 南極点基地で観測された奇形雪結晶
(1975 年 1 月 12 日)

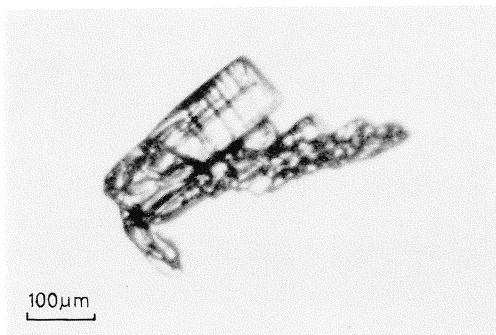


写真-16 南極点基地で観測された奇形雪結晶
(1975 年 1 月 30 日)

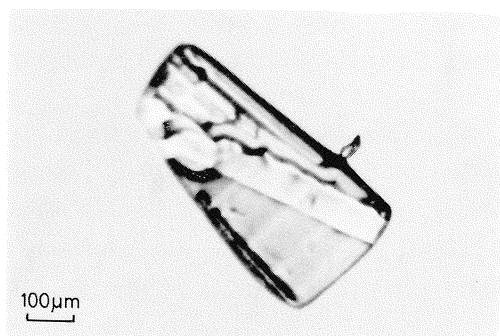


写真-14 南極点基地で観測された奇形雪結晶
(1975 年 1 月 13 日)

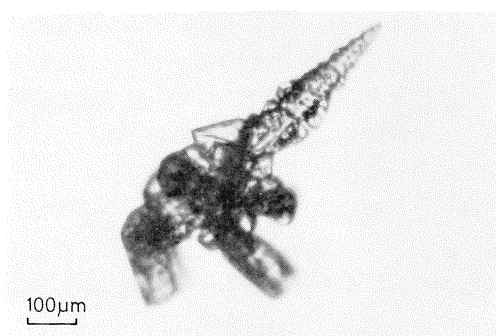
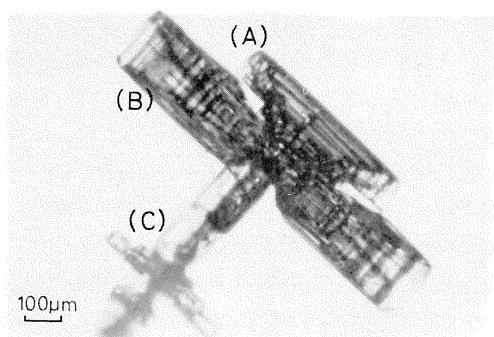


写真-17 南極点基地で観測された奇形雪結晶
(1975 年 1 月 26 日)

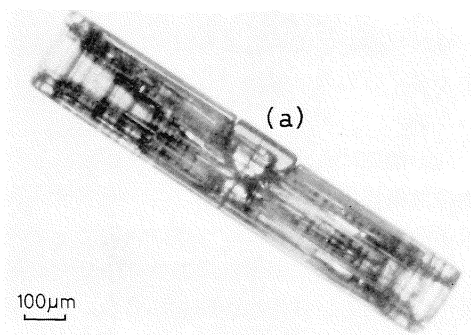
合せ(写真-15)も奇形雪結晶としては一般的なものののだが、この内長方形角柱面(矢印)だけに限れば、写真-12と同じようにこの場合も2本の砲弾からなる多結晶と考えられるのだが、偏光顕微鏡下では左側の砲弾結晶と同じ主軸方向を持つ単結晶であり、単に外形が四角形で、一見砲弾結晶を伴うものであっても、単結晶の場合と多結晶の場合があり、この辺は推察通りとはゆかなかった。写真-16は成長軸に対して左右の角柱の成長の規則性が強調され

たものであり、この場合は角柱が平行に成長していることから単結晶と推定されたが、その通りであった。砲弾集合から鍍のような結晶が成長している写真-17の外形は奇形雪結晶の代表的な形で、これには角柱又は渦巻状が見当たらないが、これから察するにこの部分もやはりプリズム面と判断し勝ちである。しかし、どうもベイサル面らしいのである。

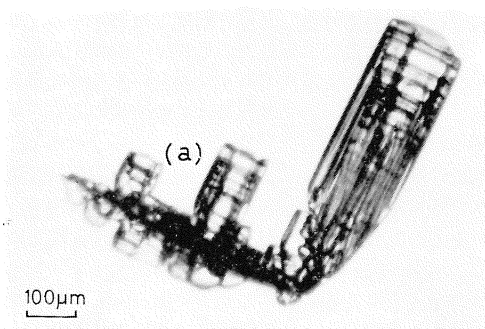
1月26日午後、 -32°C の条件下で砲弾集合、角柱が数多く降った。その中に写真-18



写真—18 南極点基地で観測された奇形雪結晶
(1975年1月26日)



写真—19 写真—18 とほぼ同時刻に観測された
(A)の初期状態を示す結晶



写真—20 写真—18 とほぼ同時刻に観測された
(C)と同じ成長をした結晶

のようなほぼ単結晶に近い砲弾集合の変形と思われる結晶があった。特にこの結晶の(A)で示される部分は昭和基地で屢々観測されたもので一応双晶渦巻角柱と名付けていたのだが、渦巻角柱が単独で降ってくることから、この双晶渦巻角柱も単独で成長するものと考えてきたのだが、ほぼ同時に降ってきた結晶には(A)の初期の段階と思われる写真—19の(a)が認められることからこのような過程によるものであろう。また写真—18の(c)の部分は写真—20

の(a)の部分と同じ過程をたどったものであろう。つまり写真—18の結晶は写真—19と写真—20の成長が同時に1つの結晶に生じたものであることがわかった。2月1日とうとう気温は -40°C を記録したが残念ながら雪は降らなかった。

観測余話

個人装備とNSF貸与のパルカやアノラックで朝から晩までヘリウムストレージの一隅での観測は -30°C までは寒さを感じることなく遂行できたが、しかしほとんど戸外に等しい場所で -35°C 以下になるとさすがに寒さがこたえた。Clear Sky Precipitationとのことでいつ降ってくるかもしれない雪では暖かい部屋で待機する訳にもゆかず、ただ檻の中の虎のように広いヘリウムストレージの中を意味もなく歩き廻って寒さに耐えた。因に一時身につけた衣類は肌着、防寒服合わせて上は8枚、下は5枚が最高だった。その頃耳が凍傷になり、次いで下顎が凍傷になった。耳はともかく、下顎とは解せなかったが、どうやらパルカのファスナーが顕微鏡を覗く度に下顎に付きその結果とわかった。そんなある日エンジニアの1人が気象放球塔に行くために私の傍を通る際、こんな寒いところで観測をしているとは知らなかったといって直ぐさま電気ヒーターを持ってきてくれ、使い終わったらその俵にしておいていいよ、僕が始末するから……と言ってくれたのはまったく嬉しかった。このヒーターはカメラの保温に大いに役立った。

さようならサウスポール基地

2月4日予定の観測を終えてマクマードに帰える日、オールドポールのエンジンが止められ、完全閉鎖されると聞いた。今頃はもう跡形もなくドリフトの下になっているのだろうか。新旧交代は世の常とはいえC-130が離陸してオールドポールの上を大きく旋回した時は強く胸をしめつけられる思いがして、つい感傷的になってしまった。数日を過ぎたマクマードはこれまたオイルタンクが林立し、2万トン級のタンカーが、そして貨物船がスコットハット脇に

接岸していた。スコットハットを撮ろうとして覗いたファインダーにタンカーが、マクマードタウンと一緒に望まれ、しばしシャッターを押す手を止めざるを得なかった。そして乾ききってものは木材とは思えないスコットハットにそっと触れてみて、ここでも時の流れとはいえスコット当時を想いこみ上げてくるものをいやでも感じない訳にはゆかなかった。

オフィサーズクラブでは今晚も1杯クォーターダラーの水割りがあり、そして缶ビールの蓋があげられ、沢山の兵隊に混じって軍服姿の眼鏡の女性が、食堂の若い女の子がカードではしゃいでいた。

おわりに

奇形雪結晶はここ数年前から特に注目されるようになったが、従来の報告に皆無であった訳ではない。Snowflake Man として知られているベントレイ (W.A. Bentley) の写真集の中にも別の意味での奇形雪結晶があるし、また雪の博士の中谷宇吉郎先生の著書、Snow Crystals の中にもいくつかが見られる。これを研究の対

象にするかしないかは各人の自由である。しかし、1度それに慣れた眼にはいくつも見えるようになってしまう。北海道の雪はもう終わってしまった。来シーズンまた音もなく降る雪に、風と共に降る雪にいくつかの奇形雪結晶が必ず含まれ、そしてシベリヤや南極大陸の極寒地には更に多くの奇形雪結晶が見られる筈である。でも我々はまだその成因についての情報はほんの少ししか持ち合わせていない。地の果て、海の底には何があるかわからないという言葉に惹かれて昭和基地での越冬から、奇形雪結晶に魅せられて、北海道の雪、そしてまた南極点へと、まわり道をしているようだが、こんな過程の中で多くのものは解決されてゆくのではないだろうか。

今回の観測にあたって、アメリカ国立科学財団極地気象担当のケリイ博士、ニューヨーク州立大学のシェーファー、モーネン両博士とホーガン氏、北海道大学理学部地球物理学教室の孫野長治先生および日本極地研究振興会の鳥居鉄也先生、高橋優氏等の皆様に大変お世話になりました。ここに厚く御礼申し上げます。

(30 頁より)

2. ビイゼ教授号 (船長トロイッキー)

8才のこの科学船にとって、こんどの南極行きは6回目である。同船はこの間に北緯 80 度から南極大陸までの大西洋、インド洋などに 21 回の観測出動で 50 万マイルを航海している。

ビーゼ教授号は 11 月 11 日ごろレニングラードを出航し、前述のように途中でオビ号と一緒にマラジョージナヤに着いた。同船には 152 名の隊員が乗っていた。これはマラジョージナヤ、ミールヌィ、ボストーク、ノボラザレフスカヤの新越冬隊員と夏隊員であるが、そのほかにアメリカの気象学者でマラジョージナヤに越冬する交換隊員フランク・シクライストがいる。ソビエト側からは雪氷学者バルコフがサイプル基地で越冬する。

ビーゼ教授号は、更にミールヌィに回る。同船は南極海域の海洋、地球物理、雪氷、その他の観測、南極大陸～アフリカ間の海洋カット観測などを行なう。

3. ズボフ教授号 (船長アンドルジエフスキー)

ビーゼ教授号と同時にレニングラードを出港したズボフ教授号は、途中リオ・デ・ジャネイロに寄って 12 月中旬ベリングスハウゼン基地に新隊員と物資をとどけた。そのあと主要任務である「ポーラー・エクスペリメント南」の作業にかかる。

ポーラー・エクスペリメントの国際プログラムは、

北極では 3 年前に始まったが、南極では今年からである。その主要舞台は世界最大のドレイク海峡である。そこでは太平洋と大西洋の海水交換という重要な現象が起こっている。ズボフ教授号はこの海域の調査を受け持つ。

地理学修士サルハニャンを長とする北極南極研究所員らの隊員が南極海水と大気との相互作用や南極サーカム海流の力学的要因などを調査する。南極大陸を取巻く「氷中の川」は、世界海洋の全体的サーキュレーションを構成する重要なユニットである。しかるに南極サーカム海流のいろいろな特性については、まだ十分な観測データがないのである。ズボフ教授号の隊員はドレイク海峡に 1 か月以上とどまって観測を行なうが、これには新型国産の長期海中自動観測ブイなど新しい機器が使用される。これら観測の結果は、南極地域における各科学分野および航行、氷状と気象の予知、漁業など実用面に大きな利益をもたらすだろう。

4. バンカレム号 (船長ペトロフ)

この砕氷輸送船は 1 月はじめ隊員と組立小屋、建築資材、装備、機器、雪上車などを乗せてレニングラードを出港した。同船はベリングスハウゼンやマラジョージナヤに寄り、約 4 か月の航海を続ける予定である。船長のペトロフは、19 次隊にもオレニョク号の船長として参加した氷海のベテランで、北の海に長年の経験をもっている。

国際磁気圏観測計画 (IMS)と南極観測

小 口 高

東京大学理学部

明日は遠足、ハイキングということにでもなれば、大人も子供も新聞の天気予報覧を読み、もう少しましな人は天気図を眺めてこの低気圧がどちらかに移動してくれないか、とか、この不連続線が早く通り過ぎてくれないかなどと思ひ廻らすに違いない。雨が降るか風が吹くかはこと程さようにわれわれの明日の生活に係わり関心を呼ぶ問題である。

所が目をもう少し長い将来に向けて考えれば気候は年々どのように変わって行くのか、過去に何度かあった氷河時代は今度はいつ頃やってくるのか、或は少し問題を変えれば、日本は本当に沈没するのか、するとしたらいつ頃のことなのか、などという問題にもなってくる。われわれの一生の間にはまず起こり得ないことでも人間全体からみれば、いつかは経験するかもしれないこのような問題は人間全体にとっては明日の天気と同じように、いやそれ以上にはるかに重大な問題であり、当然関心を持つべきものであるし、もしそれは“あっしにはかわりないことでござんす”と済ませてしまおうとしたら現在を生きているわれわれにとって無責任極まるのそしりを免れないだろう。

われわれの地球が太陽から莫大なエネルギーを貰っていることはよく知られている。従って、地球上に起こるもろもろの事柄は多く太陽からやってくるエネルギーの流れに関係して考えられるのも当然である。一見何の物理的つながりもない太陽面での現象と地球上での現象との間に、実は極めて密接なつながりがなければ起こり得ないような関係の深さを示すことがままある。例えばアフリカのビクトリア湖の水位の変化と、太陽面の黒点数の変化(11年を周期として増減する)との間には0.88に達する相関係数で示される関係の深さがあることが知

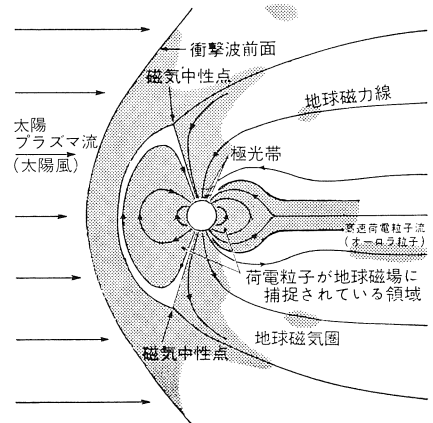


図-1 磁気圏の構造

られている。もしこの相関関係が本物であるならば太陽の黒点とビクトリア湖の水とは極めて密接な物理的なつながりがなければならない訳だが、その因果関係は全く判っていない。

明日の天気が今日判るためには先づ今日の物理状態がよく判っていること、状態の変化に関与する物理量の少なくとも大事な部分はすべて判り、その状態の変化を記述する法則が知られていることが必要である。古い歴史をもつ気象学になおかつ、明日の天気を正確に予報することはなかなかむづかしいことを考えれば、太陽から地球へのエネルギーの流れ、とそれに伴う現在の状態、つながりの因果関係などがまだ充分知られているとは言えない状態では、少し長い先の地球の明日は天気予報どころではなく、むしろ占うと言った方がよいような現状であることが理解されるだろう。

太陽から地球にやって来るエネルギーの大部分は可視光域の光である。よく知られているようにそのエネルギーは太陽に面して、1平方糎当たり毎分約2カロリーという膨大なものであっ

て、このエネルギーによって地球の大気の温度が保たれ、四季を生じ、生物の生育が行なわれていることはよく知られたことである。可視光のエネルギーの大部分は実際には大気を殆んど素通りし、大地や海水を暖ためるのに使われ、大気は大地や海からその熱を貰って暖まる。これに対して太陽からのエネルギーの流れの中には総量はずっと少ないが、地球の大気や、磁場に直接に作用して、そこでの化学変化や電磁気的な変化に寄与する重要な成分がある。1つはX線や紫外線などの、可視光よりも短い波長の光であり、もう一つは太陽のコロナから宇宙空間に向かって吹き出す太陽の風である。これらはいずれも可視光に比べるとせいぜい 10 万分の 1 程度のエネルギーしかないが、可視光と違って稀薄な上層の大気に直接吸収され、或いは磁場にとらえられるので、そこでの物理状態を大きくコントロールする重要な要素である。しかも、それらの影響はただ単に上層大気の変化として現われるだけではなく、上層大気の変化を通じて更に下層、或いは地表面に重大な影響を及ぼすものでもある。例えば上層大気中で紫外線が吸収されてわずかにできるオゾンが地上の生命にとって決定的に重要な太陽紫外線からのプロテクターとなっていることなどは、その一例に過ぎない。従って、地球を一つの惑星として見た時、その置かれた空間環境の中で、どのように太陽からのエネルギーの流れをうけとめ、どのような機構でそれを失って行くのかを知ることは長い目でみれば、ただ雨が降ったり風が吹いたりするだけでなく、もっと根元的な意味で生物や人間の将来に或は生存そのものに関する問題を含んでいると言っていいだろう。1976 年から 78 年にかけて世界中の国々が協力して行なう国際磁気圏観測計画は、まさしくこのような意味で地球全体の置かれた空間の環境とそこでのエネルギーの流れを調べようというものである。

地球の置かれた環境と言ってもそこにはいろいろな部分があり、そこではいろいろな形のエネルギーの流れがさまざまな現象をひき起こしている。それらは互いに深くからみ合っているので問題を解くためには、それらの過程を少し

づつ解きほぐし、判り易い形でとらえて行かなければならない。そこで国際磁気圏観測企画部会では重要な研究目標として

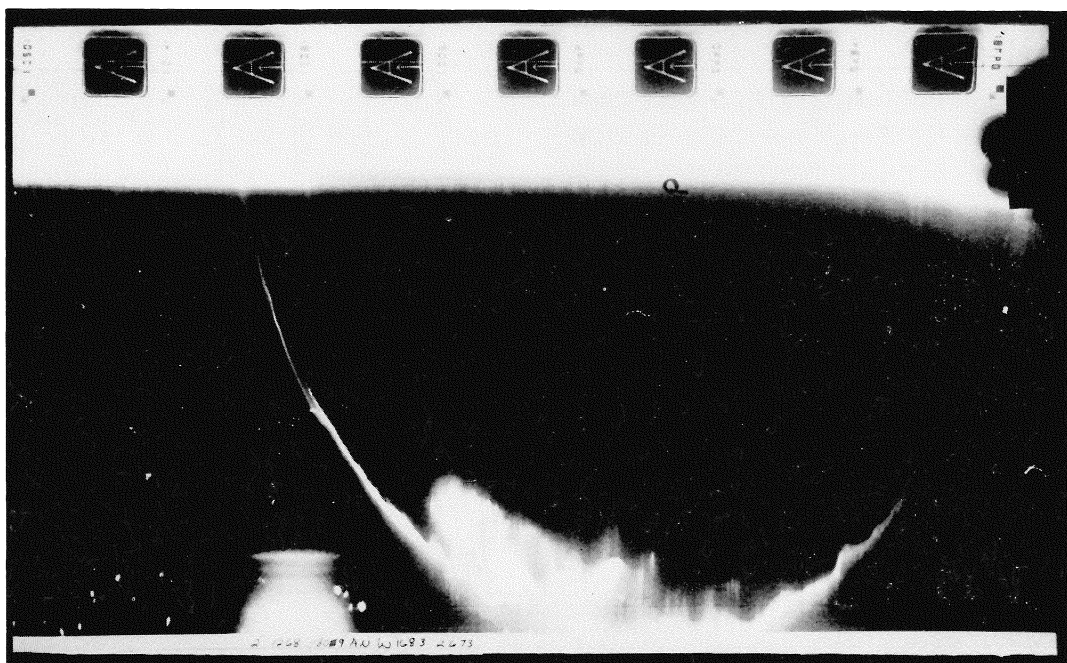
- 1) 太陽輻射線の観測
- 2) 磁気圏の構造
- 3) 磁気圏嵐の現象
- 4) 電離層と磁気圏の結合
- 5) プラズマ波動と粒子の相互作用
- 6) 磁気圏内の電場・電流系
- 7) 磁気圏内での能動的実験

などをあげ、これらについてそれぞれの国でもち得る科学衛星、ロケット、大気球、地上観測網を有効に結合し、研究目標の成果を最大限に挙げるよう協力を呼びかけている。これに対してわが国では従来の研究成果と問題の重要性、技術面の特性などを考慮し、国際的な目標を織りこんだ次の 5 つの重要テーマを立案し、これに関係研究者の総力を結集して IMS の研究成果を効果的に挙げられるよう計画が進められている。

- 1) 地球プラズマ圏の構造およびダイナミクス
- 2) オーロラ・フレアー(磁気圏嵐)
- 3) 地球コロナ
- 4) 太陽プラズマ
- 5) 太陽・地球系空間の定常的モニタリング

地球プラズマ圏はいわば内部磁気圏で、比較的濃いプラズマ密度をもち、磁気圏と電離層の結合、プラズマの流れ、放射線帯の高エネルギー粒子とプラズマ波動との相互作用など多くの重要な問題を含んでいる。これらの研究のために、わが国では IMS 期間中に EXOS-A, EXOS-B, ISS などの科学衛星を使ってプラズマ圏の直接観測を行なうほか、地上からは VLF や ULF の電磁波を使う観測も行なわれる。地上の観測点群は、時間と空間の変動を分離できない衛星観測にとって本質的な相補性をもつものであり、現象の全体像を得るために本質的な重要性をもつものと言える。

オーロラ・フレアー(磁気圏嵐)は、太陽風エネルギーが地表近くまではいりこんでくるための基本的な過程であると考えられている。しかし、太陽風のエネルギーが、どこにどのような形ではいりこみ、どうして粒子の加速に転換され、オーロラや磁気嵐という形で失われて行



図—2 人工衛星で上空から見たオーロラフレアの発達

くのか、或は粒子の加速に伴って発生する自然の電磁波など、本質的な点についてはまだよく判っていない。これらの問題を明らかにするために、南極の昭和基地を中心としてロケットや気球や地上観測を一体とした観測計画が進められているが、これについては後でもう少し詳しく触れることにしよう。

地球磁気圏および更にその周辺の惑星間空間の構造を探る方法として発光現象を使う方法がある。例えば、地球はその大気の最も外側に水素大気を持ち、太陽風は又水素の原子核（プロトン）と電子とから成っている。従って、この空間では水素の発する光で大気構造を調べることが可能になる。これが地球コロナと呼ばれるものである。これらの観測の基礎として太陽から来る光の性質が詳しく知られていなければならないのは勿論である。太陽の光がよく判れば、地球コロナのみならず、もっと下層の大気中での問題にも適用できる訳である。

太陽プラズマの直接観測は日本の衛星では今の所無理である。しかし、適当な方法を使えば地上からでも或程度の情報を得ることができる。例えば、星を眺めるとまたたくように電波で眺めた星もまたたくことが知られている。光

のまたたきは主として地球の大気によるものであるが、電波のまたたきは太陽風のようなプラズマで起こる。だから、電波でみた星のまたたきを調べて太陽風のゆらぎや風速を推定することが可能になる。或は又、彗星の尾を観測するという方法もある。彗星の尾は多くは二つに分かれている。一方は中性ガスの尾で、太陽の光の圧力で後になびき、もう一つはプラズマの尾で、太陽風にそよいでいる。とすれば彗星の尾のそよぎを調べることによって又太陽風の内部の構造を知る手がかりが得られる。

更に大きなスケールで考えれば、太陽をとりまく太陽風の流れの領域の全体像というようなものは、又全く別の手段で探ることも可能になる。それは太陽系の外から太陽系内に飛びこんでくる宇宙線を使う方法である。宇宙線は太陽風の中の磁場の強さやその乱れなどに反応して方向や強さを変えるからである。

太陽・地球系空間の定常的モニタリングというのは、気象で言えば各測候所での定常的な業務観測と同じようなものと考えていいだろう。天気予報が正確に行なわれるためには、物理量の間の因果関係を探る研究と、同時に時々刻々の気圧や気温の定常的な長期間にわたる変動の

記録とが必要である。どちらが欠けても予報はなり立たない。全く同じように IMS においても因果関係を探る研究とともに、基礎的な観測は定常的に続けることが、車の両輪のように要求される。ただし、ここでの基礎観測とは気温や気圧のかわりに、太陽フレアー、太陽電波、宇宙線、電離層、地磁気、VLF、ULF の自然電波などである。IMS の成果によって、太陽エネルギーの流れやそれに伴う種々の現象の物理的な因果関係が知られるようになって、恐らく予報に関して言えば、更にその先基礎観測は重要性を保つものと考えられる。

さて、そろそろ南極における IMS 計画に移ろう。既に述べた所から知られるように磁気圏観測において極地の持つ意味は大変大きい。なぜかと言えば、ULF の波（地磁気の脈動）にしてもヒスやコーラスと呼ばれる VLF の波にしても多くは磁力線に沿って伝わり、地上に達するのは主に極地だからである。更に又オーロラ等を起こす粒子に関して言えば、これは極地でしか見られない。つまり、それは人工衛星による磁気圏での直接観測と、磁気圏での情報が地表近くに伝えられる極地でのロケットや気球或は地上観測が IMS の本質的な部分を占めると言うことを意味することでもある。この重要な意味をふまえて IMS の間昭和基地を中心とした南極地域、及びその磁気共軌点であるアイスランドにおいて次のような計画が立てられている。

1) オーロラフレアーの発生とその発達機構の研究

オーロラとそれに伴う種々の関連現象は、長い間研究されて来た。更に近年では、人工衛星による地球周辺の直接観測も沢山行なわれるようになり、オーロラの源が根本的には太陽からやってくる太陽風の粒子の流れと、太陽風の中の磁場に支配されていることがはっきりして来た。しかし、今までの所では、やはり現象論的な関係は判っても、物理的な道筋はまだ推定の域を出ないと言ってよい。どこからどのような形で太陽風のエネルギーが磁気圏内にはいりこんで来るのか、又はいりこんだエネルギーはどこにどのような形で貯えられ、どうして、どの

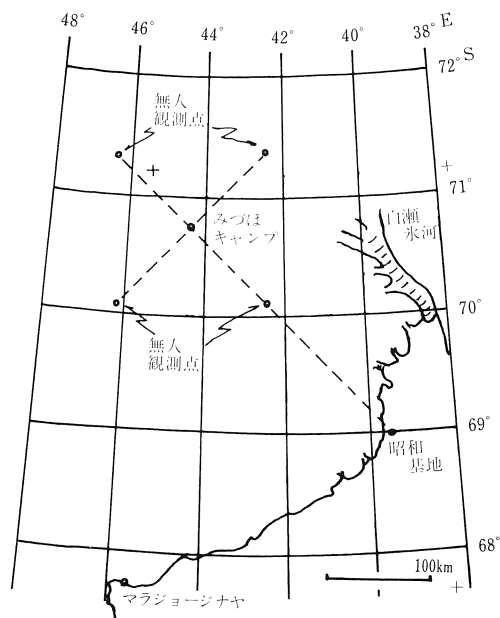
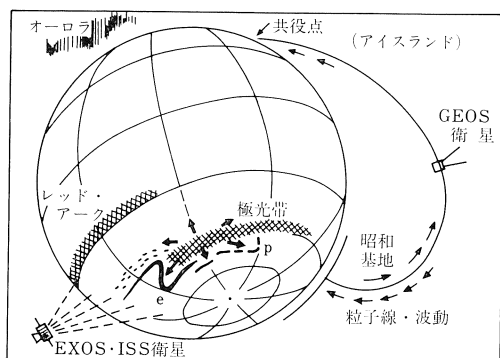


図-3 みずほキャンプを中心とする無人観測点群

ような機構で放出され、オーロラ粒子のエネルギーや磁気圏のエネルギーに転化して行くのか、最も本質的なところは、これからの問題であるように思われる。オーロラフレアーの発生とその発達という問題はこれらの道筋の中で、極めて重要な部分を占めるものである。

オーロラフレアーの発生と発達機構を調べるためには、第一にオーロラの発生と発達の過程、それに伴う上層の電流や電場の時間変動の詳しい観測が必要だけでなく、オーロラ粒子の降りこみに関与する磁気圏内のいろいろな波動、降りこみ電子のエネルギーとその量、入射電子によって起きるオーロラX線、電離層の吸収等、多種類の情報を、一点だけではなく、空間的にバラまかれた多数の観測点、及び同じ磁力線で結ばれた北半球の、いわゆる地磁気共軌点での同種の観測などが本質的に必要とされる。このために昭和基地では、従来の超高層観測を充実させるだけではなく、高感度のテレビカメラを用いたオーロラの詳しい観測と、これによって推定されるオーロラ活動のいろいろな状態での粒子の降りこみ、電流や電場の分布とその変動を、ロケットを使って直接に測定すること、及び大型気球を使ってオーロラから出るX線を観測することを考えている。更にオ



図—4 昭和基地、アイスランドと GEOS 衛星は
同じ磁力線の上に乗る

オーロラ爆発を時間的空間的に追跡するために、昭和基地を中心として 200~300 km 位の範囲に 4~5 点の無人観測点を設置し、地磁気、電波吸収、オーロラ、VLF 波動などを自動的に記録させる計画も進行している。

昭和基地には IMS 期間から人工衛星の電波を受信する装置が置かれ、コマンドによらずに常時電波を出している衛星については、その電波を受信し、資料を得ることもできる。IMS 期間中には日本でも、オーロラやプラズマの性質などの研究を中心とした EXOS-A, B 及び電離層の研究を中心とした ISS などの衛星が打上げられる予定であり、その他にも沢山の外国の衛星が上がる予定であって、昭和基地はオーロラフレアーの研究には絶好の観測点となる予定である。

2) 磁気圏プラズマの特性、特に磁気圏内の プラズマ波動と粒子の相互作用

近年の衛星による直接観測によって、磁気圏内ではプラズマと粒子の相互作用が著しく、地磁気の脈動や、VLF 波動などが粒子の分布に影響を与え、又逆に高エネルギー粒子がこれらのプラズマ中の波を励起するという図式が一般的であり、且つ極めて重要な過程であることが知られてきた。しかし、現在までの所、主として観測上の制約のために、どの種の波がどのエネルギー範囲の粒子と、どこで相互作用をしているのか、という点についてはまだまだである。例えば、人工衛星では直接に波と粒子の両方を測定できるが、実は波も粒子も高速で動いているし、同じく又衛星も動いている。従ってどこで、という問いに答えるのは人工衛星では大変

難しい。では地上観測ではどうかと言えば、従来は粒子の降りこみのモニターとしてのオーロラ観測は、一般的に感度が低くて時間の分解能が悪いか、又は時間分解能を上げようとすれば、空間の限られた領域を光電子増倍管で観測するというようなことで空間分解能を著しく悪くするかどうかであった。数年前から昭和基地で観測を開始した高感度のテレビカメラを使えば、この問題はただちに解決する。

波の観測については、従来は強度の時間変化のみであったが、最近わが国で波の三成分からその到来方向を測定する方法が開発された。この方法を用いれば、或る波のグループが、空のどの場所で電離層を通り抜けて来たかを知ることができる。つまりもし全天または超広角のテレビカメラとこの電波の方向測定装置を組み合わせれば、磁気圏のどこかで波と粒子の相互作用が起れば、その粒子がどこに降りこみ、又その際生まれた波が、どこに伝播してくるかを知ることができ、その到達時間差から相互作用の場所や、ひいては作用の種類を知ることができることになる。更に昭和基地ではロケットを使って波の種類を分類しながら観測することができる。

この問題について IMS 期間中に打上げを予定されている外国の衛星を見ると、まことにうってつけのものが一つある。それは、ヨーロッパ諸国が協同で 1976 年に打上げる予定の GEOS である。もともとこの衛星は磁気圏内での波と粒子の相互作用の研究を主な目的とするもので、直流場を始めとして電磁波、静電波、各種ピッチ角、各種エネルギー範囲の電子とプロトンとを幅広く測定することになっており、しかも、これは、静止衛星で、グリーンランドの上空を通る磁力線に打上げ、そこからスカンジナビヤ北端を通る磁力線までの間を適当に動かすことができる。この計画は、もともと地上、ロケット、衛星を一体として総合的な観測でその成果が倍加する性質のものであり、わが国にも呼びかけがあって、昭和基地でもこれに対応する観測の準備を急いでいるが、その際、前に述べたテレビによるオーロラの高速観測と VLF の方向測定装置及びロケットによる

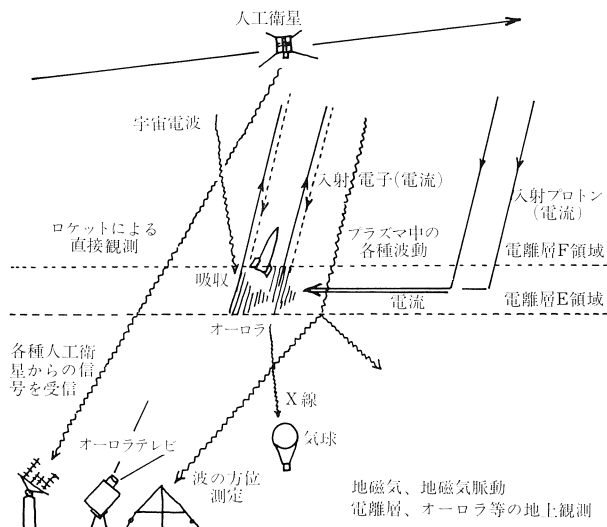


図-5 地上、ロケット、気球、衛星等を一体とした総合観測

波とオーロラ電子の観測が決定的に重要な対応観測になることは間違いない。

更にこれに対応する北半球での観測もヨーロッパ各国によって準備されているが、テレビやVLFの方向測定はまだ計画がなく、われわれとしては、GEOS衛星が丁度、昭和基地とアイスランドを通る磁力線の上に置かれる1977年の秋、昭和基地と同時に同一の規格のテレビと方位測定測置をアイスランドに送り、そこで観測を行なうことも計画している。静止衛星、これに対応する南北両極地方でのロケット、気球、地上観測を一体としたこの計画は、磁気圏におけるプラズマ波と粒子の相互作用について飛躍的な知見をもたらすものと期待される。

3) 極地の低域電離層を中心とした磁気圏電離層の相互作用

磁気圏電離層の相互作用のうち、電磁気的な部分については1)及び2)の研究の中にほぼ含まれる。つまり、オーロラに伴う磁気圏内での場の変化、波の発生とそれらが電離層に及ぼす影響、逆に電離層におけるそれらのモジュレーションと磁気圏へのはねかえり、といった問題が中心となり、測定は従来行なわれて来た地上の各種の観測に加えて、無人の観測点群、ロケットによるオーロラ中の直流場の測定等を組み合わせたものになる。

相互作用のうち、上層大気の化学的な部分に

ついては、オーロラ粒子の降りこみに伴う下部電離層領域での大気の組成変化、降りこみがない場合のバックグラウンドとの比較等が中心となろう。ここでも又ロケットによる直接測定が大きな役割を果たすことになる。

大気中の微量成分、例えば既に述べたように成層圏にあるオゾンは、量としては極めて少ないにもかかわらず、種々の化学変化を通じて大気全体、或は大気の下の生物に到るまで大変大きな影響を持っていることはよく知られている。最近では又、人工的に作られて沢山使用されている化学薬品が、大気中に拡散して人工的な微量成分となり、自然の微量成分に加えて大気全体に影響を及ぼし始めて

いるというようなことも言われている。よくスプレーに使われるフロンガス等がその代表的なものであるが、他にもまだあるかもしれない。

南極地方では文明圏と違ってそのような人工物質は作られていないが、大気中に拡散したものはやがて地球全体を蔽い南極としてその例外ではない。そのような微量成分の研究は始めに述べた地球全体の長い目で見た天気予報に重要な役割を果たすことになるだろう。オーロラ粒子の降りこみによる組成変化の知識は人工的な物質の拡散による組成変化の基礎的な知識となるであろうし、又極地での現在の大気の微量成分の知識は、将来の大気に現われてくるかも知れないいろいろな人工的な化学変化や微量成分の最も基礎的な自然の状態における貴重な情報を与えてくれるものでもあろう。

以上、われわれが現在計画している国際磁気圏観測について述べて来たが、その本質的な点は太陽からのエネルギーの流れの中で、地球がいかに反応するかということである。最初にも述べたように、地球の反応には早いものも遅いものもあり、現実の明日の天気だけでなく、少し長い地球の明日を考えるならば、おのづからそれに見合った研究が必要になることは言うまでもない。願望としてのテルテル坊主は大いに結構だが、それは明日の地球のためには何の役にもたない。

第14次隊越冬報告



平沢 威男
国立極地研究所

写真-1 14次越冬隊全員集合

14 次 の 越冬生活は、一言でいって仕事におわれた忙しい一年であった。昭和基地における定常・研究観測のほか、14 次隊の主なテーマとしてはオーロラ観測用ロケット7機の打ち上げ、のべ7ヶ月におよぶ内陸調査旅行、みずほ観測拠点における超高層物理、気象、雪氷、地震・地球化学部門のリュツォホルム湾沿岸調査、また、基地における大型雪上車 KD 60 型の現地オーバー・ホールなどがあった。これらの課題を全うするためには、それ相応の有機的な計画と各隊員の幅広い活躍が必要であったが、皆が協力し合い、努力し、与えられた仕事の全てを順調に消化し得たことは幸いであった。

以下、14 次越冬報告にかえ、主な成果とトピックスのいくつかを簡単に記してみよう。

1. 白瀬氷河の源流をさぐる

14 次隊では、前後 7 回、のべ 4,900 km、約 200 日間にわたる内陸調査旅行を行った。なかでも、越冬後半、11 月～1 月にかけて行なわれた秋旅行では、“やまと山脈”からみずほ観測拠点に向かって、250 km にわたって設置されていた三角鎖網の再測を行った。この測量の主な目的は、白瀬氷河の源流域にあたるこの地域の大陸氷の流動量を測定しよ

うとするものであった。その結果、この地域の大陸氷は、最も流れの大きなところで、一年間に 20 m、平均として、15 m の動きをしめし、その流れの方向は、白瀬氷河に向う方向であることがわかった。このような広範囲な領域で、きめ細く大陸氷の動きを測定したのは、ほかに例がなく、南極大陸内での氷の動きに関して大きな知見が得られた。

2. リュツォホルム湾の海底氷蝕谷

海底地形、沿岸湖沼、地質調査を中心に、のべ



写真-2 内陸調査旅行



写真-3 海氷に穴をあけ、海底測深（沿岸調査）



写真-4 昭和基地温室きゅうりの収穫



写真-5 昭和基地におけるミッドウインター祭の料理の一部

2,000 km, 約 80 日間にわたり、リュツォホルム湾沿岸調査を実施した。なかでも、音響測深機を用い、250 m ないし 3 km 毎に海氷上から測深を行い、1,226 点のデータから、宗谷海岸の海底地形図を作製した地理学部門の成果は、高く評価されるべきものである。その結果、多数の海底氷蝕谷・氷蝕盆地などのフィヨルド地形の存在が明らかになり、なかでも昭和基地の南方約 50 km の所にあるテーレン氷河の延長方向に伸びる深さ 1,148 m の海底氷蝕谷は、南極で今までに見ついているものの中でも、三番目に深い谷である。この氷蝕谷の存在が明らかになったことにより、リュツォホルム湾は、昔、現在より、大きく沖合に張り出した大陸氷に埋めつくされており、昭和基地のあるオングル島も、厚い氷の下にあったものと考えられるという。

3. 日本の地震、昭和基地をゆらす

昭和基地の地震観測設備も、年毎ごとに整備され、いまや、北半球の主な観測所と、その地震感知率をくらべても、みをとせぬものとなっている。14 次隊では、これらの設備に加えて、積分回路を用いた超長周期特性を有する地震計をあらたに設置し、遠地地震の観測を行った。この地震計は、地震波の分解能を良くするとともに、南半球はもとより、北半球の地震もより多く探知するためのものである。北海道・根室沖地震の波も、この地震計は、遠くはなれた昭和基地で見事にとらえた。この波は、伝播途中のさまざまな地殻に関する情報をつたえるもので、特に、南極大陸の内部構造に関する大きな手がかりをあたえるものという。

4. ボケて寒さに慣れる

南極の越冬生活のように文明社会から隔離された場合には、刺激が少なくなるせいか、隊員は心身ともにいささかにぶくなる。いわゆる“南極ボケ”になると言われている。また、一年越冬すると、寒冷に慣れ、マイナス 10 度くらいでも、ジャンパー一枚で、屋外で行動できるようになる。このような越冬隊員の南極における環境順化をホルモン分泌の面から捕えようとしたのが、医学部門の研究であった。隊員 30 名全員が、血液と尿、呼

吸ガスを資料として提供、医学担当隊員が、ホルモンの分析を行った。その結果、ある種のホルモンの分泌傾向に、越冬前と後では、明らかに差が認められ、これらが、順化の機構に寄与しているのではないかと興味ある結果が得られた。

5. 南極でメロンを作るぞ

14 次隊が、内地で出発の準備におわれていたある日のこと「南極でメロンを作るぞ」といいたず隊員があった。その話がきっかけとなり、発展して実現したのが昭和基地の温室である。恐らく、南極の温室としては、最初のものであろうか、広さ 6 m²、天井の高さ 2 m、高床式構造で、型はいささか不細工ではあるが、保温効果のよい三重ガラスの総ガラス張り、しかも、太陽光の少ないときには温風を送り、常時 25 度に保たれるように設計されている。温室の室内温度、水、電気の調節はすべて外部から行なえる小さいながらも本格的な温室である。栽培種目は、小松菜、みつば、二十日大根、キュウリ、ナス、トマトとさまざま、各種とも、南極の弱い太陽光を精一杯吸収して、すすくと順調に生育した。なかでも、キュウリは背の伸びとともに、順に花が咲き、隊員が人工受精を行い、順に実を結んで行った。南極の春を迎えた 11 月の初旬には長さ 30 cm、重さ 400 g という大きなものが一度に数本得られた。小松菜、二十日大根、春菊など一度に 2 kg も取れたことがある。水耕栽培の畑の面積 4 m² の割には大きな収穫であった。「メロン」が化けてキュウリとなってしまったが、これで、南極における温室栽培と野菜の量産化のめどがつき、今後

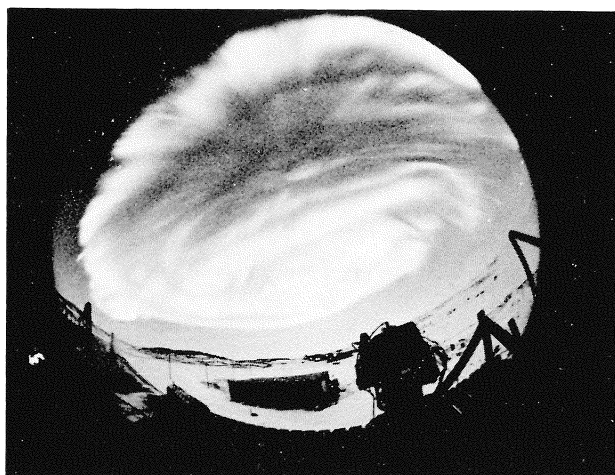


写真-6 昭和基地全天をおおうオーロラ（魚眼レンズ使用）



写真-7 第 15 次隊 第 1 便をむかえる
(左から和達本部委員、平沢第 14 次隊長、森田ふじ艦長、村山第 15 次隊長、ベルナッチィ・アルゼンチン交換科学者)

の越冬生活をかなり豊かなものにすることとなろう。

極地 20 号掲載「南極の氷の未知を探る」の記事中に誤植がありましたので訂正を致します。

49 頁右側上から 11 行目

その重量がうんと大きくなると (誤)

大きくならないと (正)

50 頁右側下から 13 行目

力、歪関係を一定の歪み (変形速度) の下で (誤)

力・歪関係を一定の歪み (変形) 速度の下で (正)

ERTS 写真の効用

吉 田 新 生

国 土 地 理 院

はじめに

ERTS-1 号衛星——それは EROS 計画の先導をつとめる地球資源実験衛星 (Earth Resources Technology Satellite) として、1972 年 7 月 23 日に打ち上げられてより此の方、絶えず移り変わる地表のすがたの記録を、リモートセンシング方式により我々に提供していることは既によく知られている。南極地域の場合も、広域に亘って或る時点の気象、海象、氷象等の現象や現況を把握するため、各国とも資源衛星から得られる情報に着目しており、既にいろいろ興味ある成果が報告されている。わが国でも南極の地図作りの補助手段として、最近、衛星写真が利用されようとしているが、それ以外に活用することも併せて検討されつつある。

ERTS の諸元

ERTS-1 および 2 号は、衛星としては寿命を割合に長く保てる方式を採っており、地球のほぼ全表面を一定周期でしかも同じ地域を一定の地方時に通過する軌道に沿って廻る。その軌道諸元は次のようになっている。

i) 地球表面上高度 900~950 km と 言 う、衛星としては中高度の部類に属する円軌道を探り、その針路は北々東から南々西に向っている。

ii) 地球 1 周に要する時間は 103.267 分で、1 日に 14 周する。

iii) 軌道は、経度差に換算して 1 日約 86 分づつ西偏して行き、同じ軌道には 18 日目に戻る。

衛星に積載したセンサーは、通常のレンズを備えたカメラ形式のものではなく、可視光域か

ら赤外域の一部に亘る 4 バンド別の映像を同時に得られるマルチスペクトル・スキャンナーが用いられている。これは、軌道と直交し、地上 185 km の幅で平行摺動する走査鏡が地上から反射される電磁波を捉え、これを各波長帯に分割し、それぞれ電気信号に換えて磁気テープに記録する仕組みになっているもので、隣接する画像間隔は時間にして 25 秒、これは地上に投影すると約 165 km に相当する。4 つの波長帯はそれぞれ、0.5~0.6 μm (緑バンド)、0.6~0.7 μm (橙乃至赤 バンド)、0.7~0.8 μm (赤乃至近赤外バンド)、0.8~1.1 μm (近赤外バンド) に分けられている。そして、そのテープの記録は、地上局に電送されてから、NASA のデータ処理センターで画像化されるわけで、画像処理の場合には、ネガフィルム、ポジフィルム、印画紙とも、70 mm 幅の規格におさめた縮尺 1:3,369,000 のものと、これを更に 3.369 倍に引伸した 1:1,000,000 のものに変換される。印画紙に焼付けられた画像となると 3 回の写真処理過程を経ているので画質の低下はまぬがれないが、それでも解像性能は高空で得られるものとしては比較的高いもので、地上距離にして 100 m 程度以上が一応解像可能な範囲と見なされる。

一辺 24 cm に引伸した写真には 1 枚毎に写真指標 4 カ所、30 分毎の経緯線のティック、15 段階のグレースケールが焼込まれているが、その他写真画面外の注記として、撮影年月日、画面中心の経緯度、衛星から地表面に下ろした垂線との交点の経緯度、画像のバンド種別、太陽高度と方位角、衛星の航路、方向、軌道周回数、電送法の種別、打上げ後の経過日数、撮影時刻 (グリニッチ標準時) 等の数字や記号が



昭和基地付近の ERTS 写真 (1973年12月15日撮影)

列記されている。

ところで南極地域の場合、ERTS 写真を利用するには次の得失や制約があることを心得ておく必要がある。

i) 太陽が終日地平線下に没している冬期間では観測成果を得ることが不可能であり、例えば南緯 69 度、東経 39~42 度の範囲では、衛星の通過時刻が地方時に換算して常時 7 時 30 分~8 時となるが、少なくとも 4 月中旬から 8 月中旬迄の間は天然光を欠くため、衛星写真による通年連続観測は見送らざるを得ないことになる。

ii) ERTS の軌道は経線方向に対して赤道

上 9 度余り傾斜しているので、その航跡も南緯 69 度付近で約 24 度、南緯 72 度付近なら約 28 度経線方向と斜交しており、極点は衛星が通過しない。極点中心に緯度差 10 度近くの範囲は撮影されない空白部である。

iii) ほぼ同じ場所を通過する軌道の 1 日間の偏移距離は南緯 69 度で 30 km 程度となる。そして同緯度ならば翌日の同時刻より 5 分 40 秒余り遅れて通過するだけである。又、1 枚の写真の画面幅は地上距離にして 185 km あるので、隣接軌道同志の写真重複部を活用するには、中緯度域に比して遥かに有利である。

南極地域における ERTS の効用

ERTS 写真の特長としては、第一に、広大な地域を 1 コマに収めたものであることがあげられる。従来の調査方法では、航空機を利用する場合でも広い地域の調査にはかなり長い時日を要していた。その間に地上の現象が変化してしまい、つなぎ合わせるべき観測結果、相互の関連づけに問題を生じていた。ERTS 写真では広域に亘り面的な観測が可能となるので、その短所を大幅に改善できるわけである。

第二に、雲に視界を妨げられない限り、何回も同じ地域を繰返し撮影した結果が得られると言う特長がある。これは日変化から季節変化、更には年変化している現象を把握するのに好都合である。

第三に、900 km の高空から地上 185 km 幅を 3 度以内の走査角で走査する映像は正射投影に近いから、平面位置上の歪みが問題にならないほどわずかである。

第四に、前に述べた通り、4 バンド構成のマルチスペクトル・スキャンナーからテープに記録した画像を地上に電送しさえすれば、写真処理を経て所要の写真が得られるような自動化された頒布態勢が NASA に整備されていることである。

以上のような特長を活用することによって、南極の場合も、従来何年掛けてもとらえられなかった事実や現象も解明されつつある。その利用事情について眺めて見る。

(1) 地図作成

南極大陸は既に小縮尺の地図によっておおわれているが、2~30 万分の1程度の縮尺の地図となると、局部的になお不明確な部分もあるし、地上測量の空白部もある。例えば、わが国の地図作成分担区域内でも、東経 35 度以西の沿岸域や内陸奥地の露岩域の一部は未測量域であるし、隣国との地図作成分担界上で両国間の地図に海岸線 7~8 km の喰い違いが生じたりしている。ERTS の各写真の経緯度は 1 分単位で記されているので、もし仮にその最小単位をそのまま位置の精度を表わすものとするなら、緯度については 1.8 km 以内、経度については 0.7 km 以内の精度で画像と対応する地上の平面位置が求められる。ビクトリア海岸の予想図の経年変化に対して ERTS 写真により修正が試みられた例もある。

(2) 氷象調査

広域に亘って短時間に変動するような海氷の場合、衛星写真によらなければ適確な状況把握は多分不可能であろう。ただ、どのバンドの写真が調査に向いているかは、場合により相異しよう。例えば、結氷域内の開水面状況の調査なら近赤外バンドが一般には向いているが、結氷初期頃等の海氷の微細な構造の相異まで求めるならば、透過し過ぎて反射光量が不足勝ちに

なる赤外系バンドよりもグリーンバンドの方が良い結果を得られる事例がある。又、2 種以上のバンドのものを組合わせて情報量の和又は差を作り、更に別種な氷象調査も考えられる方法もある。氷山の分布状況や氷河のかん養域の範囲を調べるには、赤外系のバンドが有効なようであるし、薄く冠雪した氷床でも表面下の含水状態の程度によっては赤外系バンドの写真に氷床の質的差異の分布形態が表出される。写真は、昭和基地付近の近赤外バンドの映像であり、大陸氷、海氷ともに氷象の多様性がよく観察できる。

おわりに

現在、周回中の ERTS-1 および 2 号 (LANDSAT と改名) に続いて、既にその 3 号計画も具体化している。これには今迄のセンサーの各バンドに加え、第 5 のバンドとして 10.4~12.6 μm の遠赤外線領域に含まれるチャンネルも追加されることになっており、近赤外バンドがどちらかと言えば植生状況の各種識別を意向しているに比して、より熱線映像に近い遠赤外バンドの方は、対象物表面の温度分布の観測に向いているだけに、氷象調査上の効果が、より多く期待される。

新しい南極地図発行

——詳細な海底地形が特徴——

ソ連でまた新しい南極地図が完成した。これは地理学研究所と科学アカデミー合同地球物理委員会が共同で製作し、内閣付属測地・製図総局から発行されたものである。縮尺は 1,500 万分の 1 で、大陸と周辺海域およびその海底地形が記入されている。編集グループ主任は、南極海洋観測に 3 回参加した地理学博士、ソ連国家賞受賞者ジバゴ (A.B. ЖИВаро) で、地理学修士ビノグラドフ、製図技師チモフェーツなどが加わっている。

この地図の特徴は、海底地形が従来のものよりも詳

しく正確に表示されている点にある。南極周辺の全海域にわたって海嶺、海台、海山、海盆、海溝などが、ソ連および諸外国の最新資料に基づいて詳しく記入されている。たとえば、クロゼー海盆は従来単調な深さで示されていたが、この地図では 2 つの海嶺で分けられている。プリンス・エドワード諸島南方の海底は全く様相を新たにしている。ここでは大きな噴火台が発見された。その頂上には 2 つの浅瀬があって、それぞれオビ、レナ (共にソ連の砕氷観測船) と名づけられている。

大陸の氷冠は透けて見えるように表示され、その氷下にある山脈や低地が描かれている。

DVDP 1974—75に参加して

西山 孝

京都大学工学部
資源工学教室

ドライバレー

10月31日、マクマード基地から30分の飛行で、テイラー谷の端、ニューハーバーに着いた。

テイラー谷は、ドライバレーの中では、一番南の谷である。テイラー谷の北には、ライト谷、ビクトリア谷が東西に走り、三つの谷がドライバレーを作っている。

南極大陸は、すっぽりと氷におおわれた大陸を想像しがちであるが、実際には各地に露岩がみられる。その面積は、2%とも、5%とも計算されている。大陸の面積が、日本の37倍であるから、おおよそ露岩地帯だけで、日本と同じ位の面積があることになる。露岩地帯の中でも、ドライバレーは1903年12月スコット隊によって発見され、南極大陸でもっとも広い雪のない地帯として有名である。幅80km、長さ60kmもある。

ここにボーリングによる調査(DVDP)が始まったのは、4年前である。その狙いは、南極大陸地史、南半球の氷河史を探ろうとすることである。この計画は、アメリカ、ニュージーランド、日本の三国の共同のもとにすすめられた。初年度の1971~72年は、人工地震探査、地磁気測量、電気地下探査、1972~73年は、ロス島で掘削、1973~74年、バンダ湖、ビクタ湖などで掘削、そして本年度の1974~75年には、ニューハーバーなどに7つの孔を掘る予定であった。

ボーリング

ニューハーバー湾の海岸から、100mのところに、ボーリング小屋と10張り近くのテント

があった。東をみると、海岸に沿って、プレッシャーリッジが発達し、その向うには、エレバス山が浮んでいる。エレバスのすその小さな半島にあるマクマードはここからは霞んでみえた。

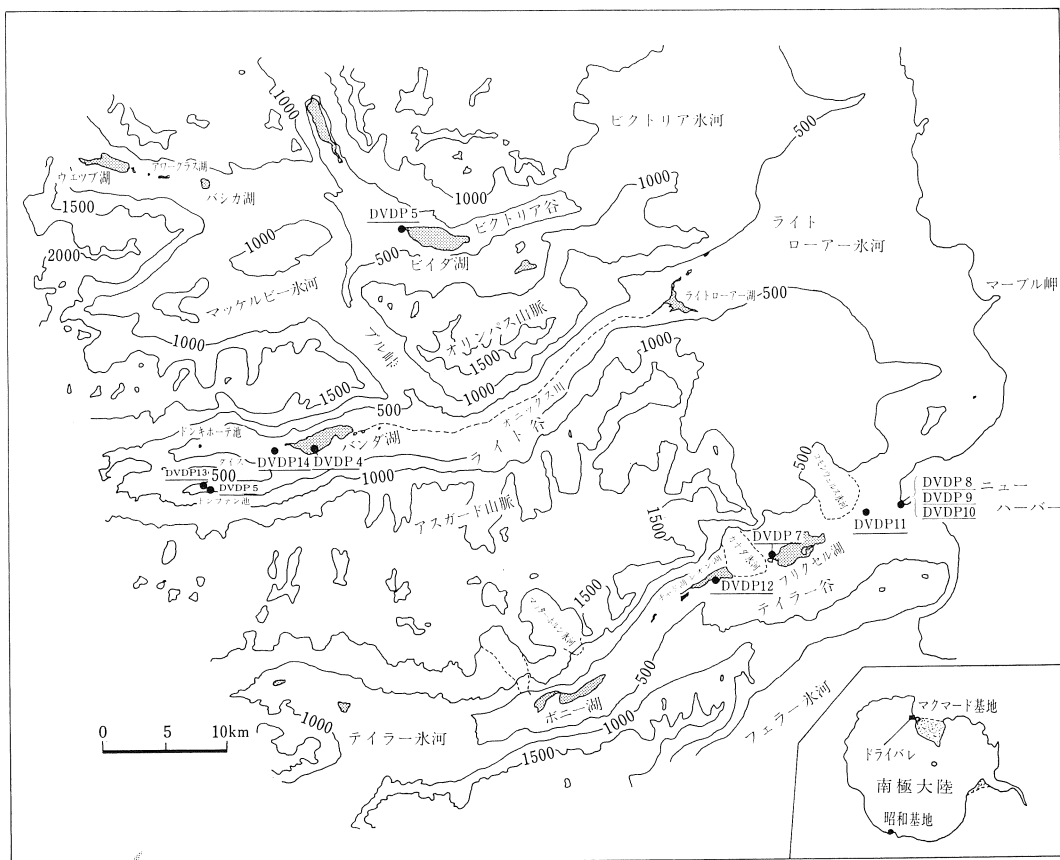
ボーリングの方法は、日本の鉱山や土木現場で、普通に使われているもので、氷のボーリングのように南極用に特別工夫されたものではなかった。ただビットの冷却に水を使うと、凍結するので、代りにディーゼルオイルが使われている。

掘削はトルクが大きくなり、掘削速度が落ちると、口径の小さいものに換えねばならない。そこでボーリングの口径には、85.0mm、63.5mm、47.6mm、36.5mmの4種類が準備されている。作業は三交代制で、昼夜続けられ、一日平均の掘進量は、20m位である。

採取されたコアは、簡単な記載をすませ、マクマードへ送られる。ここで詳細な記録を残し、さらに砕氷船の冷凍庫で、フロリダ州立大学へと運ばれる。フロリダでは、常に-20℃に保たれたコア倉庫で保存され、申請すれば、研究者はいつでも試料を使うことができる仕組みになっている。

ボーリングサイト

ボーリングの対象は、まず堆積物に向けられている。というのは基盤の岩石は周辺の調査から、おおよその想像がつけられる。ところが第4紀の氷河や湖の堆積物になると、古い堆積物の上に新しい堆積物がおおっているので、古い堆積物を直接みるができない。そこでボーリングによって、古い堆積物を直接とりだして調べようということになる。



図—1 ドライバレー地域のボーリング位置図

表—1 掘 削 状 況

掘 番	削 号	場 所	掘進深度 (m)	年 度	備 考
1		ロ ス 島	197	1972～73	火山碎屑物を混えた永久凍土層
2		ロ ス 島	171	1972～73	火山碎屑物を混えた永久凍土層
3		ロ ス 島	381	1973～74	火山碎屑物を混えた永久凍土層
4		パンダ湖 (ライト谷)	86	1973～74	湖底 (68.29 m) から 12.3 m が堆積物, 基盤は花崗岩
5		ドンファン池 (ライト谷)	3	1973～74	わき水のため中止
6		ビイダ湖 (ビクトリア谷)	306	1973～74	堆積物の厚さ 10.5 m 基盤は花崗片麻岩
7		フリクセル湖 (テイラー谷)	11	1973～74	わき水のため中止
8		ニュー・ハーバー (テイラー谷)	157	1973～74	堆 積 物
9		ニュー・ハーバー (テイラー谷)	38	1973～74	堆 積 物
10		ニュー・ハーバー (テイラー谷)	206	1974～75	堆積物, わき水のため中止
11		コモンウェルス氷河 (テイラー谷)	328	1974～75	堆 積 物
12		レオン湖 (テイラー谷)	185	1974～75	堆積物の厚さ 166 m, 基盤は花崗岩
13		ドンファン池 (ライト谷)	75	1974～75	堆積物の厚さ 13 m, 基盤は粗粒玄武岩
14		ノースフォーク (ライト谷)	78	1974～75	堆積物の厚さ 28 m, 基盤は花崗岩

DVDP で今までに掘られたボーリングの数は、14 本であり、そのうち 3 本がロス島、残り 11 本はドライバレー地域で、これらをまとめると図-1 および表-1 のようになる。

11 月 14 日、ニューハーバーのボーリングが止った。206 m のところで下から濃い塩水が出てきて、掘削できなくなったという。すぐに、リーダーのトレバス先生を中心に重要会議が開かれた。ドリラーのチーフもニューハーバーから戻って、会議に加わった。

その結果、ニューハーバーのボーリングは中止し、海岸よりテイラー谷を 3 km あがったところのコモンウエルズ氷河に、ボーリングサイトを移すことが決定された。

ニューハーバーには、ボーリングが 3 本も集まっている。1973~74 年には No. 8 と No. 9 のボーリングで、157 m まで掘られたが、基盤に達しなかった。そして、今年再度同じ場所で試みられたが、206 m で濃厚な塩分を含んだ水に出合い、放棄された。この場所は、かつて氷河が海に注ぎ込んでいたと推測され、従ってもっとも厚い堆積物があると考えられる。ここで連続コアがとれればこの地域の標準を得ることができる。しかし、多大の努力にもかかわらず、成功せずに終わった。206 m 以上の堆積があるのは確かなところだが、さらに何 m の堆積物があるかは、いまでも未知のままである。

コ ア

採取されるコアは、礫、砂、シルトなどである。緑がかった褐色のものが多く、時には化石もみられる。また分級されているところもあるが、粒径の異なった角礫が集まっているところもある。

これらの砂や泥は、永久凍土層に分類される。氷でセメントされていて、タガネでたたいても容易に壊れない。しかし、室温の状態では、バラバラの砂になってしまうこともある。堆積してからの期間が短いので、岩といえる段階ではない。

ところで、どこまで掘ってボーリングをやめるかは重要な問題である。ボーリングを中止する理由には、機械的に掘れなくなる場合、基盤

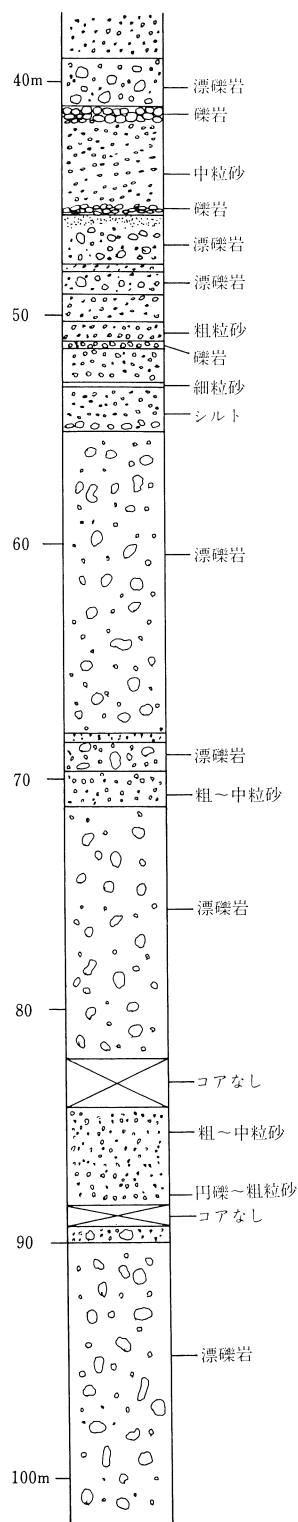


図-2 ボーリング No. 10 (ニューハーバー) の柱状図の一部

に到達した場合、環境を汚染する危険がある場合の三つが主なものである。南極大陸は、地球上でもっとも汚染されていない大陸であるので、特に環境汚染は重要視されている。テント周辺の汚染、ボーリング中のディーゼルオイルのもれは、生物班の手で絶えずチェックされている。

1974~75年のシーズンでは、No. 10 と No. 11 のボーリングが、機械的に掘れなくなったため、No. 12, No. 13, No. 14 は基盤の片麻岩や粗粒玄武岩に達したことが中止の理由であった。No. 11 のトラブルは、トルクがかかりすぎたため、ボーリング機械のポールが折れてしまったことであった。これは今シーズンを通して最も大きな事故で、修理に二週間を要し、予定を大きく遅らせることになった。

現在までの、最深記録はロス島では 381 m、ドライバレーではコモンウエルス氷河の 328 m である。

地 表 調 査

11 月 26 日、コモンウエルス氷河のキャンプサイトに着いた。ニュージーランドのドリラー 11 名、コック、アメリカのオンサイトジオロジスト、環境汚染の係各 1 名が生活していた。そこへ名大の加藤氏と私が割り込んで総計 16 名になった。

私達の目的は、地表調査である。ドライバレーには、多くの珍しい種類の二次鉱物が晶出しており、その中から新鉱物も発見された。また湖もいくつかあり、その多くは、塩湖であることも知られている。

コックつきの立派なキャンプができるのを契機に、ここをベースに付近の地表調査も当然のことながら行なわれている。

1974~75 年のシーズンには、ニューハーバー湾からテイラー谷の氷河の末端まで踏査し、400 個余りの二次鉱物と 10 数個の湖水のサンプルを採取した。サンプルは、マクマードへ持ち帰り、一部分析を行なった。いくつかの興味あることも新しくわかってきた。例えば、同じナトリウムの塩でも、ハライト (NaCl) やテナルダイト (Na_2SO_4) は、谷のいたるところ

に分布しているが、サーモナトライト ($\text{Na}_2\cdot\text{CO}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$) やトロナ ($\text{NaHCO}_3\cdot\text{Na}_2\text{CO}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) のような炭酸塩は、海岸に近い、限られた部分にのみ晶出していることである (図-3)。しかし、何故このような違いができたかは、現在検討中であるが、まだはっきりしない。

レオン湖とドンファン池のボーリング

コモンウエルス氷河でのボーリングは、328 m で打ち切り、ボーリングサイトはさらに上流のレオン湖へ移された。

レオンは、ニュージーランドのボーリングチームのリーダーの名前である。彼の数年間の業績をたたえて、今年からチャド湖のすぐ近くにある無名湖を、レオン湖と呼ぶことになった。

レオン湖のボーリングは、順調に進み、今シーズンはじめて基盤岩に達した。堆積層は 166 m であった。

レオン湖のボーリングで、テイラー谷を終り、北隣のライト谷のドンファン池へ移ることになった。ドンファン池のボーリングも予定通り進んだ。堆積層は薄く、13 m で基盤に達した。しかし、さらに 75 m まで掘り下げられた。というのは、ドンファン池のコアは、他のコアと異なって、基盤岩には多数のクラックがあり、そのクラックを二次鉱物が埋めていた。この二次鉱物が、湖の成因と強い関係があると判断されたからである。ドンファン池は、この地域ではもっとも塩濃度の高い湖で、塩分の起因について、海洋説、熱水説、風送塩説などが提起されている。これらの問題も含めて、基盤岩中に二次鉱物があることは、重要なことである。現在、アメリカと日本とで、持ち帰ったサンプルについて研究が続けられている。

ラ イ ト 谷

ライト谷には、ニュージーランドの基地があり、バンダ基地と呼ばれている。国立極地研究所の神沼氏、地質調査所の倉沢氏、それに私の三人で、調査に出かけたのは 12 月 29 日であった。まずドライバレーの地形を把握するために、テイラー谷を遡行し、それからライト谷を

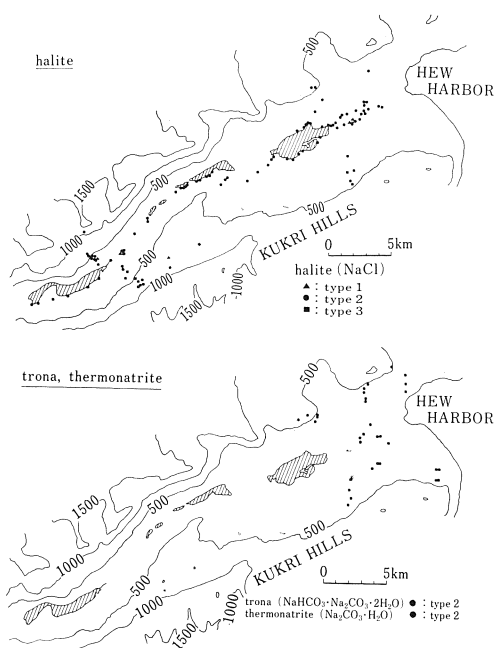


図-3 テイラー谷におけるハライト (halite) とトロナ (trona), サーモナトライト (thermonatrite) の分布

下るコースをとってバンダ基地へ行くことになった。

ヘリコプターは、東のロス海から、西の内陸高原へ向ってテイラー谷をのぼっていった。U字谷の両側は、1,000 m～2,000 m の急峻な壁になっており、屋根は平らな雪面のところが多い。モレーンで埋まった谷は、亀の甲のように六角形の構造土が美しい。これらの山や谷を作っている岩石は、数億年の年令をもった南極横断山脈の一部である。これらの岩石を抜いて、ところどころに鮮新世以後の黒い噴石丘がみられる。

ヘリコプターがライト谷に入ると、はるか下に小さな赤茶けた池がすぐ見えた。これがドンファン池である。次いで間もなく大きなきれいな湖が現われてきた。それがライト谷で一番大きいバンダ湖で、長さ 6 km、幅 1.5 km もある。その湖の東端にバンダ基地があった。

バンダ基地は数人の小じんまりしたものであった。その前にテントを張り、数日間の住居を作った。同じ日の午後、鳥居氏、和栗氏も来られた。ここで私達は、地表調査だけでなく、湖水のサンプリングや地震観測も行なった。

調査をしていたある日、見事に成層した古生代のビーコン層群をながめながら、隣りを歩いていた倉沢氏につぶやいた。「南極の地質は、日本に比べるとむずかしいですね」と。すると「古生代の石でも水平なのだから簡単ですよ」という答えが返ってきた。確かに褶曲や断層がいたるところにある日本の古生層を見すぎているために、南極の古生層が不思議に見えるのかも知れない。それほどビーコン層群は水平にのっている。またその中を割り込んでいる粗粒玄武岩のシルも見事である。

三 稜 石

ドライバレー地域は、一般に風が強い。方向は谷に沿って、東風か西風である。山の稜線が、一日中ラーフェン (雪煙) をあげていることもたびたびである。また急に強まってきた風のために、夜中にテントの張り綱を締めなおすこともあった。バンダ基地では、この強い風を利用して、風力発電が行なわれている。

風が強いと、砂が巻きあげられる。巻きあげられた小さな砂は、岩に当たり、岩を削る。それでドライバレーの露岩の表面はざらざらに風蝕されており、水による侵蝕とは著しく異なっている。時には怪物のような形をした岩もみられる。モレーンの中の礫も、地表にでていると、同じように風蝕を受ける。場所によっては、風の吹いてくる方向によって、みがかれたきれいな面がいくつもできることがある。このような石が三稜石と呼ばれるものである。

ドライバレー地域の気象の記録をみると、年間の降水量 (雪) は $3\sim 10\text{ g/cm}^2$ 、年平均気温はテイラー谷のフリクセル湖で -18°C 、最低気温はビクトリア谷のビダ湖の -62°C の報告がある。また夏の最高気温は $+12.3^{\circ}\text{C}$ が記録されている。

気候は全般的に温度が低いこと以外は、中緯度にみられる砂漠とよく似ているので、時にはドライバレー地域を南極砂漠と呼ぶことがある。

計画変更と一年延期

シーズン前にたてられた計画では、ドンファ

ン池の次は、ブラックアイランドでボーリングすることになっていた。ブラックアイランドは、マクマードから、45 km 離れた火山島である。1月7日、偵察のヘリコプターが、ブラックアイランドへ飛んだ。しかし、その結果、地盤が軟弱で、ボーリング機械を据えるのが困難だということがわかった。ただちに計画は立てなおされた。ブラックアイランドのボーリングは中止し、ライト谷のノースフォークにもう1本ボーリングを行なう。コモンウェルスの事故で、2週間ほど計画が遅れているので、今シーズンはノースフォークを最後のボーリングにするというものであった。

今シーズンには、それより以前にもう一つの大きな計画変更があった。それは私達が南極に着く前のことで、ボーリングの一番目と二番目は、マクマード海峡に掘る予定で、9月から準備が始められていた。しかし、今年の高氷は薄く、ボーリング機械を持ちこたえるだけの厚さ

がなかった。そこで、やむなく中止された。

また高氷が薄いことは、マクマード基地からドライバレーへのボーリング機械の陸送をも不可能にし、すべて空輸作戦に変更された。

マクマード海峡のボーリング中止に伴う善後策がアメリカ本国との間で行なわれた。その結果、今年がドライバレー掘削計画の最後の年であったが、さらに1年延期する。そして、1975～76年のシーズンにはマクマード海峡に2本のボーリングを行なうことが決められた。来年はロス海の堆積物の状態を実際に目でみることができるであろう。

ノースフォークのボーリングも順調で、78 m を掘って終った。すべてのボーリング機材はマクマードの地球科学研究所の前の小屋に納められた。ドライバレー掘削計画 1974～75 年は、1月31日の大パーティーをもってすべて終了した。

北極讃歌 (3)

中谷宇吉郎

「初冬の北極の海は、いかにも美しい。紗をすかしてみたように、なかば透明な青磁色の高氷が、海面の大部分をおおい、その中に、紙テープの線が、縦横に走っている。ところどころには、濃紺色の開水面が、その中に割り込んで、力強いタッチを与えている。まさに抽象画の傑作である。

この新しい高氷の平原の中に、ときどき旧高氷の大きい浮氷がみられる。この方は、不透明で、色は真白である。しかし、夏の間にできた水溜りが、一面に散在していて、その水が、非常に鮮やかな青緑色を呈している。真白い画布に、チューブから出したばかりの青緑の絵具を、無数にたらしたようである。」

「……(孔の) なかをのぞき込むと、いかにも、北氷洋の神秘をおもわせる色をしている。ラップ型をなしている氷壁は、あざやかな緑色、孔の底は濃い暗緑色

である。そして水は、底へいくほどだんだん暗くなり、果ては、極地の海の永遠の闇につながっている。

この付近の深度は、約2千2百メートル。水はおそろしく透明である。孔のふちに立って、なかをのぞきこむ、いかにも深淵をのぞく無気味さである……。

濃い暗緑色の水を背景として、全身すき透った小魚が無心に泳いでいる姿には、処が北氷洋のはるか沖あいだけに、なにか、妖精の世界をおもわせるものがある。」

(中谷宇吉郎著「北極の神秘・氷島」から)

解説 中谷教授は1939年9月26日フェアバンクスからアメリカの輸送機で氷島T3に飛んだ。天気はよかった。機上から見おろした氷海の印象を、前文のように記述している。随筆家としても有名な教授の描写はさすがである。教授はT3で海洋観測のための孔を見学し、そこでも後文のような無気味な神秘の世界をかいま見るのである。(近野)

南極域実験計画

川口 貞 男

国立極地研究所

国際地球観測年以來、南極地域での気象観測は、活動している大部分の基地において続けられ、多くの観測データが得られている。これらのデータをもとに南極の気象についての知識は、飛躍的に豊富になって来ている。有名な Köppen の気候の中の南極の部は Meinardus により “Klimakunde der Antarktis” の名で 1938 年に出版されているが、これと最近の南極の気象気候に関する図書、例えば “Climates of the Polar Regions; edited by S. Orvig” を比較するならば、その内容に格段の相違がある。他のいかなる地域におけるよりも南極について、この違いが格段のものであるのは、当然と言えば当然の事なのかも知れない。このように南極域の気象の様相がわかって来るとともに、これが中低緯度の気象現象とどのようにかわり合っているのか、又汎地球的規模の気候にどのような影響をもっているのかと言った問題が当然起きて来る。

Fletcher (RM-5793-NSF Ice Extent on the Southern Ocean and its Relation to World Climate) は南極海の水氷、極点の積雪量、北半球の気温の偏差、などについて調べ、ウエッデル海のオルカダス島の氷の年間の結氷期間と南極点の年間積雪量に大きな相関があること、又これらと北半球の気温偏差にも又相関があることを見出し (図-1)、更に前述の結氷期間とニュージーランドの南緯 45 度と 50 度の 1 月の気圧差から求めた東西循環の強さとも相関があることを見い出している。このように極域の現象が、南半球、或いは汎地球的規模の気候に何らかの形で関係していることは統計的にいろいろ調べられ、明らかになって来ている。

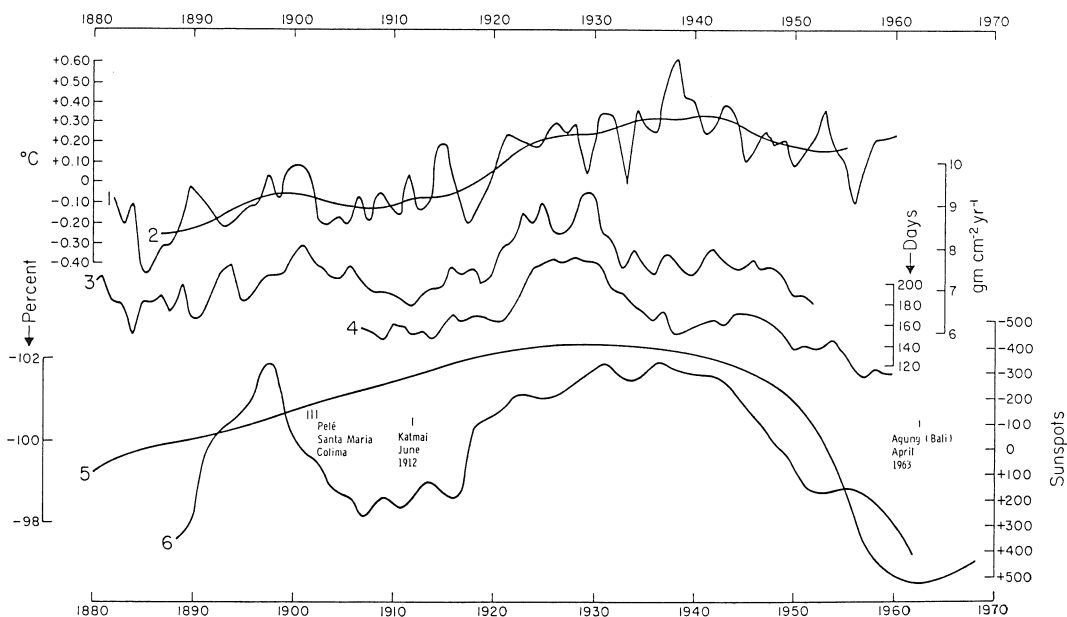
GARP

ICSU は 1966 年に「地球大気開発計画、

Global Atmospheric Research Programme, 略称 GARP」を立案し、その後、この計画に WMO (World Meteorological Organization) が共鳴し、1967 年以來 ICSU と WMO が協力して、合同 GARP 組織委員会 (Joint GARP Organizing Committee, 略称 JOC) を設けて GARP 計画をすすめている。その目的は「1. 天気変化を支配する大気変動の様相を更に精密にとらえ、短期予報 (日予報から週間予報程度) の精度向上と予報期間の延長をはかる。2. 大気大循環の物理機構を明らかにし、それをもとに気候予報を可能ならしめ、更には気象、気候の人工制御の問題の解決を目ざす」と言うことである。この計画の具体化したものが、GARP 大西洋熱帯実験 (GATE) や、わが国も参加して行なった気団変質実験 (AMTEX) であり、さらに 1978~79 年には、第 1 回 GARP 全地球実験 (First GARP Global Experiment, 略称 FGGE) を世界各国の参加のもとに予定している。

POLEX

JOC は、GARP 計画の 1 つとして、極域が汎地球的気候変動に及ぼす影響の重要性にかんがみ、極域実験計画 (Polar Experiment, 略して POLEX) をとりあげた。POLEX は当然、North と South に別れており、POLEX-North については既に数年前から、ソ連の提案により、北極海に面した、あるいは近くにある米国、カナダ、ノールウェー、アイスランド、東独などの国々の同調を得て、かなり具体的な計画をすすめている。POLEX-South は 1974 年のキャンベラにおける JOC の会議において、はじめて正式にとりあげられ、JOC はこの計画・実施に当たって SCAR (Scientific Committee on Antarctic Research) の強力な協力を要望している。SCAR は、これを受けて積極



-- Yearly indices of iciness of Antarctic and Arctic Seas, snow accumulation at the South Pole, Northern Hemisphere temperature. 1) Unsmoothed; 2) 10-year moving average. Deviation from mean annual temperature in the Northern Hemisphere, from monthly maps of anomalies 1881-1960 (Budyko, 1968); 3) 10-year moving average of annual snow accumulation at the South Pole (Giovinetto and Schwerdtfeger, 1966); 4) Iciness of the Weddell Sea, Antarctica. Number of days with ice on the bay at Orcadas, 10-year moving average (Schwerdtfeger, 1959); 5) Cumulative deviations from mean number of sunspots (Nazarov, 1963); 6) Variation of direct solar radiation with cloudless sky from stations in Europe and America (Budyko, 1968).

図—1

的に推進することとして SCAR 加盟国に、その参加を呼びかけ、SCAR 内での計画をまとめている。一方 JOC は SCAR を含め、POLEX に関心を持つ各国に呼びかけ、1974 年 10 月オスロにおいて POLEX 計画会議を開催し（極地研 楠教授が参加）、この実験への参加と計画の立案、推進のための国際協力機関の設立を呼びかけるとともに POLEX の基本計画について討議した。それによると POLEX は GARP 目的に沿って前述の 2 つの目標をもち、この目標達成のためになさるべき研究、特に第 2 の気候変動の解明のためになさるべき研究は、気象学の分野のみならず、雪氷学、海洋学などの分野において重要であるとし、その研究要素として 図—2 の関係図を提示した。

日本の対応

SCAR の呼びかけに対し、学術会議の南極研究連絡会（委員長永田 武）は、南極観測の枠内における観測について、他の部門の既に予定されている計画（例えば超高層部門の地球磁

気圏研究など）を勘案し、可能な限り積極的に参加する方向で、1974 年の SCAR 総会において以下のことを表明した。

1) FGGE 期間（1978～79 年）については WMO の勧告に基づく、世界気象監視（World Weather Watch）の枠での観測の充実を図る（例えば高気象観測の高度向上など）。

2) この期間に WMO が予定している南太平洋のブイ観測に参加する意向を持つ。

3) 放射、炭酸ガス、オゾンの観測を充実する。

4) 更に FGGE 以降については、氷床域、海水域について、気象、雪氷、海洋部門における種々の観測計画を検討している。

一方、学術会議の国際地球観測 特別委員会（委員長 永田 武）の GARP 分科会（会長 山本義一）はその中に POLEX 小委員（委員長 楠 宏）を設置し、POLEX の具体的計画の作成を指示した。POLEX 小委員会は、気候変動に関連する極域諸現象の科学的背景について検

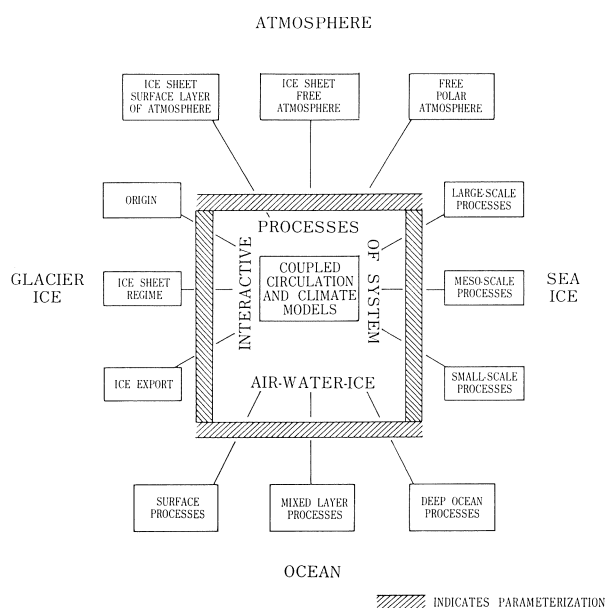


図-2 POLEX-SOUTH Components

討し、現地における観測計画の立案をすすめるとともに、国内におけるデータ・処理、研究態勢などについても検討している。

極域気象の問題点

先に述べたように POLEX の課題は気象、雪氷、海洋などの諸分野にまたがり、POLEX 小委員会において、各分野の研究者達によって検討されつつある。ここでは、気象に関連する2~3の問題についてふれたい。POLEX-Southの2つの目的の中で、特にわれわれにとって関心の深いのは、2つ目の気候変動に関連するものである。大気大循環の物理的過程の解明において、南極地域はその循環を支えるエネルギーの分布の冷源域として重要な意味をもつ。即ち、南極の冷源としての力の評価が重要な課題となる。

南極の熱収支或はエネルギー輸送を研究する時、南極は内陸氷床域、海水域、海洋の領域に大別することが出来る。

1) 内陸氷床域：夏期の日射量は極めて多いが、強い雪面反射のため、その大部分は天空に失われる。例えば、昭和基地の南東 250 km にあるみずほ観測拠点では、年間の水平面日射量は、札幌の年間量にほぼ等しく、約 115 キロカロリーに達するが、その 85% は雪面で反射さ

れる。一方、冬期は日射の恩恵を受けることなく、雪面から長波長放射により熱を失う。しかし地上 500~800 メートルに年間を通じて形成されている逆転層が、この一見単純な放射平衡図式の中であって重要な役割をもつ。長波長放射によって雪面から失われ続ける筈の熱は、この逆転層の形成により緩和され、平衡に達し、それ以上の雪面温度の低下を妨げる。逆転層はまた昇華、氷晶形成に関連して、潜熱移送にも関与する。氷床域での最も特徴的な気象現象である Katabatic Wind (斜面下降風) は逆転層の構造に左右されるのであるが、氷床域とその周辺との間の熱移流に重要な役割をもっている。

2) 海水域：この領域での熱収支は氷床域と全く異なる。雲量が一般に多くなり、その変動が放射平衡に大きな影響をもち、海水を通しての海洋からの熱伝導も重要な要素となる。海水域内に出来る開水面は、雲の分布、潜熱、顕熱輸送に関与する。又低気圧の進入が、中低緯度からこの領域への熱移流を大きく左右している。このように海水域の熱平衡には関与する要素が多く、非常に複雑であるが、更に問題なのは、この領域の拡がり、季節変化、年変化をすることである。夏期の最も縮まった時には、約 500 万平方キロメートルになる海水域は冬期には 2,200 万平方キロメートルにも拡がる。即ち氷床域を含めてのいわゆる Cryosphere (氷圏) は夏期には南半球全域の 6% 程度であったものが、冬期には約 13% となる。しかも、この変動状況は年により非常な違いがある。このことは気候変動の上で重要な課題となる。

3) 海洋：海洋域での最も重要なことは、大気と海洋間の熱交換である。ここでの熱収支機構による大気大循環への影響は極めて大きいと考えられるが、この域は観測網の最も疎な処でありデータが少ない。FGGE でのブイ観測は、その意味において大いに期待される。

以上、POLEX-SOUTH について、今迄の経過と現状及び関連する気象の問題について述べたが、具体的構想はこれからであり、多数の研究者の参加を期待したい。



北極海漂流記(4)

E・トルスチコフ

後期 北極の夜一交替(11~4月)

11月3日 亀裂は多くなったが、今のところ広がってはいない。飛行場も現在異常なしだが、囲りにひどい氷丘ができています。予備の飛行場にしようと思った氷原は壊れてしまい、この周辺の氷状はがたがただ。

炊事場に2つ目の雪溶かし器ができた。当直者の任務はさらにひどく増えた。夜の間に雪を切ってきて、水槽にいっぱい、1日分の水を作らなければならないのだ。沼の水は塩辛くなって使えない。

私とドラルキンで祭日前の風呂をたてた。万事オーライ、いい具合に湯は沸いている。だがこの風呂、少々いただけない。頭が熱くて脚が冷えるのだ。スノコの上の氷片が風呂に入っている間じゅう溶けなかった。この風呂は、逆立ちしていると頭寒足熱で大変よいのだが。それでもやっぱり、風呂を使ったあとは、さっぱりしてなんともいえないよい気分だ。

(注：これは蒸し風呂である)

11月5日 革命記念日行事の準備をする。プラカードの文字を書いたり、《一般市民なみ》にやるための演壇を広場に作ったり、皆あちこち走り回っている。

塔上の照明灯をつけたら、ガラスにひびが入っている。ここには予備のガラスはない。だれがやったのかと聞いたら、ロゾフスキーが何か写真の準備をしていたようだ、とのことである。そこで私は彼を呼びつけてなじると、彼はとんでもないというふうには手を振って、照明灯には近づきもしなかったという。何事が起きたかと多くの人が集まってきた。シーリンが笑っている。彼が細い紙をガラスに張ったので、まるでひび割れが入ったように見えたのだとわかった。ロ

ゾフスキーと私はまんまと一杯くわされ、みんなは大笑いをした。シーリンは冗談が好きだが、それは極地人にとって大事な素質でもある。

毎日祝電がくる。私たちも国内の各地や外国の友人にたくさん出した。

11月6日 土曜日、80°24'N, 176°47'E, 変わり易い雲、時々小雪が降り、気温 -19°C、微風。

朝、今 SP-3 にいる チェレビチヌイがこちらに来るという無電が入った。ヘリコプターでシウチャエフらが飛行場に行く。滑走路は完全だ。受入れ O・K と返電する。昼食後飛行場からの連絡で、滑走路の端が割れたが IL-13 号機なら着地できるという。それから1時間して、亀裂はヘリコプターに向かって走っているとの報告。さらに1時間後に滑走路が壊れたという。チェレビチヌイには出発を中止するように打電した。ヘリコプターが帰ってきて、詳しい事情がわかった。

突然騒音が聞こえて滑走路にひびが現われたかと思うと、みるみるうちに広がって 50 m ほどになった。1つのひびは単発機の下を通ったので、飛行機を動かそうとしたがだめだった。やがて飛行機は開水帯の水の上に半分のり出した形になる。開水帯でヘリコプターと離れてしまったトラクターを、シウチャエフは安全な氷丘に上げた。もうまっ暗だったので彼は火をたいた。ヘリコプターは開水帯を越え、彼を拾ってキャンプへ向かった。幸い、メリニコフは滑走路を見に行かず、ヘリのそばに残っていたからよいものの、そうでなかったら死者を出したかもしれない。

私たちは飛行場を失った。新しいのを捜して作らなければならない。だが夜のことはあるし、トラクターは氷の山に置いてあるし、これは難問題だ。

夜、前夜祭を開いて私が報告演説をし、歌と踊りな

どで楽しくにぎやかに過ごした。

11月7日 モスクワ時の1時に起床。全員たいまつを持って《オーロラ》広場に集まる。私とイワノフとパレエフが演説をし、信号弾で祝砲をうつ。

昼食にはごちそうがでる。飛行場は失ったが、みんなの意気は盛んだ。北極が私たちを窮地に陥れたのは今に始まったことではない。大丈夫切り抜けられる。食後滑走路捜しをしたが、どうしても見つからない。あすは隣の氷原を見に行こう。

夕食後モスクワ放送を聞く。赤の広場から送られてくる自分の声を聞くのは、妙な気分でもあり、よい気持ちもする。ニュース社の依頼で、私たちは祝辞を録音して送っていたのだ。示威行進の実況放送や、漂流ステーションの隊員に対する温かいことばを、私たちは感激して聞いた。そしてみんな、祖国のために立派な仕事をしようと心に誓った。

11月8日 海深 2,100 m, 気温 -31°C , 晴。

朝から数名がヘリコプターで滑走路用の広場を捜しに行く。帰ってきての報告によると、飛行場はまん中から割れて 300 m も離れ、単発機は開水帯の中におっこちているとのことである。

水理班でハプニングがあった。生物捕集器をおろし、ウィンチで 700 m まで上げたが、それ以上はどうしても上がらない。大勢の人を呼び集め、手回しでようやく引上げてみたら、4号孔の水速計が絡みついていた。こんなおまけが付いていたんではたまらない。だが捕集器には生物がたくさん入ってきた。

11月9日 私は4名の隊員を連れて滑走路の場所捜しに出かけた。たいまつで道を照らしながら南に向かって歩いて行く。突然デミャノフが叫んだ。

「だれか動いているぞ!」



いいとこがきそうぞ

よく見ると、なるほど影が2つ動いている。クマ? ところが、影はすぐ消えてしまった。雪の山が風で移動したのかもしれない。

また進んでゆくと、トラクターで整備すれば使えるような古い氷原に出た。ほんとうは若氷のほうがよいのだ。あすは別のグループを出してここを手入れさせ、私たちはさらに続けて捜すことにする。

帰ってみると、嬉しい知らせが待っていた。ドラルキンと私には国家表彰メダル「功労章」を、ツェリシチェフには赤旗勲章が与えられたのである。

夜、イワノフのグループ4名が、月明りを利用して滑走路捜しに出かけた。朝の4時まで歩いて、長さ 1,000 m の平らな広場のある若氷を見つけたという。もし割れなければ、立派な滑走路ができる。これで私たちは2つの予備広場をもつことになった。1つは古い氷原に、そしてもう1つは若い氷原に。

11月12日 きょうは意義のある日だ。だが、その前に飛行場のことをしなければならぬ。氷魂を砕いで取りのけ、滑走路をならす。寒くて風が顔に痛い。どうやら飛行機が着けるようになった。

さあ、こんどはお祝いだ。チェルノゴルスキーに男の子が生まれたという電報がきたのだ。彼にはシャンパン1本を贈り、奥さんには祝電をうつ。デミャノフは44回目の誕生日を迎えた。

11月16日 ヘリコプターが飛行場に出かけたが、コンビネーション・スリープの故障で途中から帰ってきた。それで飛行場整備の一行をキャンプに帰すことに決した。ステーションをもう1つ設けるわけにはいかない。私たちはまたも飛行場を失った。その氷原はもう 20 km も離れていて、唯一の交通機関はヘリなのに、それが使えなくなった今では放棄せざるをえない。

昼食後 11 名を集めてキャンプから 2 km の若氷に滑走路作りにやる。めいめいが道具をもち、まっ暗い中をたいまつをかざして歩いて行った。キャンプの照明灯をその方に向ける。夕食までに半分だけなんとかできた。あすはまた総員作業だ。

11月17日 11 人が朝からまた滑走路作りに出かけた。彼らのたいまつが遠くに見える。私たちは待っていたが、昼食にも帰らないで長いこと働いていた。おかげで LI-2 号機が着ける滑走路ができた。

シーリンはレニングラードから、人民委員に立候補してもらいたいとの電報を受けた。イワノフは満 36 才を迎えたが、非常の際なのでお祝いは土曜日に繰延べることにした。

11月19日 飛行場にもってゆくのに、総重量 90 キロぐらいの電池式小型無電機を準備するようザベジ



ェフに頼む。私たちの装備にはポータブル送受信機が要ることを教えられた。ザベジェフはきのうバルナウル、モスクワ、レニングラードのハムと初めて交信した。SP-3 では地球の反対側におけるスラーバ（注：ソビエトの南極捕鯨船団の名）と交信したという。

11月20日 真夜中に天気よくなったので、ツェリシチェフら3名を飛行場にやる。一刻も早く飛行機を迎えなければならない。マスレンニコフはもうなん日も、今か今かと待っているのだ。もし滑走路に異状があったら、赤い信号弾を上げるように打合わせる。しばらくして赤い信号弾が上がった。彼らは帰ってきて芳しくない報告をもたらした。

キャンプと飛行場の間に幅10～15mの割れ目ができていて、あぶなく大事故を起こすところだった。向こう側に渡る場所を捜していた。ツェリシチェフは海面が氷片と雪でおおわれた所を渡ろうとした。割れ目の中はよく見えない。彼は片足をかけてみたら大丈夫らしいので、1歩ふみ出して反対の足をのせた。たんに、彼は海中にめり込んでいった。幸いすぐそばに他の2人がおったので、急いで駆けよると彼を水から引上げた。キャンプまで約1.5km、零下27度、濡れて凍りついた衣服で彼は帰ってきた。

すぐ応急処置をしてアルコールを飲ませた。気分の回復したツェリシチェフは、あぶないところを救ってもらった礼を述べた。これも皆には貴重な教訓である。氷上では何をするにも細心の注意が必要なのだ。

飛行場への通路捜しを続ける。イワノフ以下4名が出かける。またしても赤い火玉——危険信号だ。こんな時ヘリコプターがあればよいのに、立ち往生とはいまいましい！

飛行場の灯の位置が少し変わった。氷が動いたからだろう。たいまつは長いことろついていたが、ついに遠ざかっていった。通り道が見つかったのだろう。間もなく緑の信号弾が2発、一行は飛行場に到着して、しかも滑走路は異状ないのだ。彼らは帰ってきて、飛行場は異状ないが氷がまだ動いていて、氷丘ができるのを目撃したという。

飛行機を受入れることに決定、それを連絡するとマスレンニコフはすぐ飛び立った。また飛行場行きを編成する。第1グループの長はドルルキンで、ザベジェフは無電機をもってゆく。信号弾による合図や、照明灯によるモールス信号の約束などをきめる。一行は無事着いた。

2時間後イワノフ以下の第2グループ出発、雪が降ってきてたいまつも飛行場の標識も見えない。心配しているところに無事到着の報がきた。悪天候をついて飛んできたマスレンニコフは、うまく着地した。

出られる者は全員出る。荷物は手製のソリ、早くいえばベニヤ板にのせ引きずって運ぶ。パン、肉、手紙、小包などをもらって大喜び、朝まで眠らない。

11月21日 未知の人々や団体からたくさんの手紙や小包がきた。美術学校の女生徒はきれいな編物のテーブル掛けを、幼稚園からは本を、ボドピアノフは自分の新刊書「北極を飛ぶ」（注：邦訳には岩上順一訳平凡出版社1956年初版がある）を送ってきた。

夜「浮浪者」の第1部を見る。みんなの気にいった。このインド映画が北極点の近くまできて、私たちが喜ばせたことをインドの人たちに知らせてやりたいものだ（注：この映画は当時ソ連国内ですごく好評を博し、その主題歌は広くソ連人に愛唱された）。

11月23日 ドルルキン以下5名が飛行場に出かけて間もなく、激しい吹雪になって彼らのたいまつが見えなくなった。「帰れ」と信号弾で合図をする。彼らは開水帯の中で乗っていた氷が揺れ、もう少しでひっくり返るところだったという。たいまつは取り落とす、ガソリンはこぼれるで、暗闇の中に飛行場までは遠いし、開水面のある氷原を歩いて行くのは危険この上ない、というのでとても困ったようだ。

朝がた、私たちのステーション向けの放送があった。シュチャエフはまた寝すごして妻の声を聞きのがした。運の悪い男だ。

11月25日 きょうもマスレンニコフが飛んできて、パラシュート付きの照明筒を落下した。非常に明るく、ちょっとではあったが私たちは周辺の状況をよく見る事ができた。彼はあざやかに着地した。ラジオゾンデ、電池、気囊、信号弾などが着く。ブルハノフはボブラ（注：カスピ海産のウグイに似た魚で美

味)をたくさん送ってくれた。個人の贈物だそうだ。これはすばらしい。

ミトロファノフが部品をもってヘリコプターの修理に来た。彼は2日でかすと約束した。これは全く気にいった。荷物を積んだ5台のソリ・キャラバンがキャンプに着いたとき、私たちは汗びっしょりだった。

11月29日 80°55'N, 178°40'E, 海深 2,000 m, 地磁気異変を記録する。

ロゾフスキーが《北極姿》のババルイキンを撮影しようとして、帽子につららが下がるまでそこらを歩いてきてくれと頼んだ。いわれるままにババルイキンは2時間ばかり歩いて、体じゅうにつららがついたので「うつしてくれ」といった。するとロゾフスキーは「それじゃ足りないよ。もう少し歩いてくれ」という。ババルイキンはまた歩いて、すっかり凍りつき「さあ、とってくれ」といった。ところがこのカメラマン、またもや「もうちょつとだ」と答えたので、ババルイキンはぶりぶり怒って家に入り暖まってしまった。この喜劇にみんな大笑いをした。

12月1日 晴天、気温 -27°C。

夜、私たち向けのラジオ放送があり大変よかった。政治局長ルミャンツェフ、ボリショイ劇場長アニシモフ、海洋研究所長コルト、《極地人の歌》を作った作曲家ツウリコフなどの話もあった。

宿直者がやってきて、氷原にひびが入ったがどうしましようかとさく。「きっと温度によるものだろうから、注意して見ているように」という。日中にも亀裂が走って家が揺れた。一体にきょうは割れがひどい。トリョーシニコフは、11月24日彼らのキャンプのまん中に亀裂ができて、氷原が分かれたと報じてきた。

12月5日 イズペコフの当直日誌から引用しよう。



「数日間荒れ狂った吹雪が静まり月が出た。青白い光に照らされたキャンプは無気味だ。1m 半もある雪だまりがあちこちにできている。歩くのも容易でない。雪だまりに突き当たって、大声で悪口を言っている人もある。空には明るい月と星、それにオーロラも現われる。明るい青色の垂幕が揺れ動くかと思えば、色が変わって空いっぱい広がる。こちらに現われたりあちらに移ったり、消えたり一緒に混じり合ったり、突然別の方面に吹き出したり、まことに千変万化、なんと美しいことであろう！

シツチャエフら3名が調査のため飛行場に出かける。緑の信号弾1発——無事到着だ。次の信号を待つこと2時間、そろそろ心配になる。シツチャエフは確実が好きな人だから、滑走路を全部見て回るまでは「着地よし」の信号を上げないのだろう。がまんして待つことにしよう。

家の中に入り、窓ガラスを掃除し、ガラス越しに信号を監視する。《鼻よ、凍りつかないでくれ》隊長は私のこの名案におかんむりのようだ。彼はこの間ほとんど外に立ちどおしなのだ。私は「信用しないんですね」というと、彼は「いや、信じているよ。ただちょっと外に出てみたかったんだ」と答えた。

緑が2発上がった。万事オーライだ。了解の信号で応える。……」

ヘリコプターはまだ出来上がらない。スリープは取換えたが、ブッシュも換えなければならない。これはマスレンニコフ機で修理班が持ってくるはずだ。

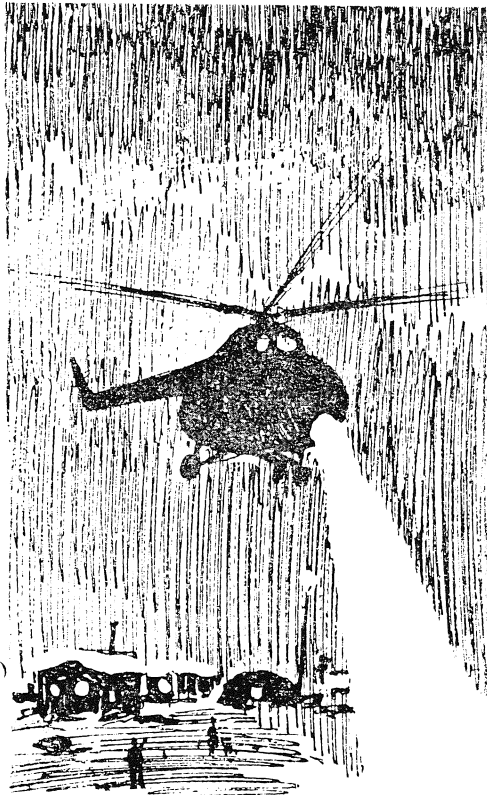
12月7日 マスレンニコフがブッシュを積んで飛んできた。飛行場から3kmもどうして運んだものか？ ソリで引っ張るのはむづかしいし、それに途中の割れ目や若氷で海におっこつすおそれもある。結局、1枚の鉄板に10本のロープをつけ、大勢で掛け声をかけながら引っ張って運んだ。

大気班ではガス詰めで大騒ぎだ。ガス・タンクからのゴム管が-40°Cで凍ってしまい、タンクから水素ガスをおし出すことができない。きょうはポンプで圧力計から気嚢にガスを詰めたが、まるまる1時間もかかった。

12月12日 ヘリコプター修理作業はもうじき終わる。早く終わってくれ。荷役作業の連続でみんなくたくただ。どんなにつらくともやらねばならぬことがわかっているので、だれも泣き言をいわないだけで。

苦労の種は尽きない。水理班の穴が凍って、毎日のように氷を割って取出さねばならない。これは大変つらい作業で、穴はとても深いし、しかもそれが4つもあるときている。

食糧がなくなりかけている。滑走路はまだ広げてい



ないので、IL-12 号機は着地できない。LI-2 号機ではいくらか積めないし、そのうえ続けて天気が悪い。

新聞や雑誌の編集局から、新年のあいさつを送ってもらいたいと頼んでくる。作家大会にもあいさつを送ってやろうと思う。

12 月 14 日 シュチャエフら 3 名が滑走路の様子を見に行く。これは容易ならぬ課題だ。行程 3 km、極寒と風に加えて暗闇、絶えず割れ目に落ちる危険。やぐらの上から彼らのたいまつを見守る。たいまつが突然止まったり、右往左往するたびに事故ではないかとひやひやする。だが間もなく電話のベルが鳴る。滑走路は異状ないが、一行は道に迷ったということだ。

ヘリコプターの試験飛行をする。修理班の道具を積んでうまく飛び上がった。ヘッドライトで前方の氷上を照らしながら低く飛ぶ。美しい光景だ。光は雪に反射し、赤いヘリは魔法の怪物のように氷丘の上を動いてゆく。プロペラの先端の灯がくるくる回って、機体の上に金色の輪を描く。機体には緑と赤の灯がついていて、見とれるばかりきれいだ。

メリニコフは飛行場に到着して、残っている荷物を積んで帰ってきた。ヘリコプターは再び私たちの陣列に加わった。修理班の人たちには厚く礼を述べる。

12 月 16 日 マスレンニコフ機を迎えに飛行場に

行く。寒い。ブリザードが氷上を吹きまくり、待っている間にすっかりこごえてしまう。機は 750 kg の食糧を積んできて、修理班を乗せて帰って行く。荷物はヘリが運んでくれるのでそのまま残し、私たちも帰った。

12 月 17 日 マズルクの IL-12 号機がきた。滑走路は上等だ。1 度に 1.7 トンもの荷が着く。これはけたが違う。郵便物と正月用の大きなヨルカ（モミの木）2 本が届く。この温かい心使いに私たちは涙が出るほど感激した。みんなヨルカから離れない。お正月の準備や家のこと、子どもたちのことなどを懐しく思い出しているのだ。

マズルクは、隊員交替の準備が大陸で進められていることを話してくれた。ここにはゴルジエンコが来て、トリョーシニコフの交替にはボルコフが来るそうだ。タイムは下り坂に向かったことを感じる。

12 月 19 日 昼食が終わるころ、クズネツォフが食堂に駆け込んできて叫んだ。

「火事だ！ 発電所が燃えている」

外にとび出すと炎が見える。みんな駆け寄って消しにかかった。雪を投げつけたり、消火器を使ったり。発動機のほうは被害なく、発電機は焼けたが修理できそう。モーター係のだけれど、焼けたハンダ用コテを置き忘れたらしい。調査のうえ、うかつ者にはお目玉だ。消火器材の点検を綿密にするよう指示する。

12 月 22 日 80°18'N, 181°37'E, 海は急に深くなって 1,280 m, 1 昼夜に 500 m も深くなった。私たちは 12 月 14 日に通ったあたりにまたやってきた。海深の状態がよく似ている。同じ海嶺がここにあるのだ。

この 5 日間にマズルクは 2 回飛んできて、たくさんの器材と食糧などを運んだ。ヘリコプターはそれを全部キャンプに移した。

現地時の 17 時、オブチニコフが私を外に呼び出した。東方ですごい轟音が聞こえる。氷塊が重なり合っているのだ。氷警報を発令、みなすぐ集合したが、非常用品が全部そろっていない。そこで、食糧、幕舎、クリッパーなどを積んだ非常用ソリを、埋まっている雪の中から急いで掘り出した。

警報解除。こんどはビオネール（少年団）の手紙に返事を書く総員作業を発令する。みんなを集会所に集めて手紙を配り、返事を書かせる。一晩かかって 90 通ができた。これでまだほんの一部だ。

12 月 23 日 氷塊の動きは続いている。ときには休みなしに 1 時間も響きが聞こえる。きのうできた氷原のひびは 15 m に広がった。ある場所では 5~8 分の間に見ている前で氷丘ができた。大きな氷塊が恐ろ

しい響きをたてて転がるのを見るのはよい気持ではない。

そこにえらい事がもち上がった。ザベジェフが息せき切って走り込み、医者にすぐ大気班に来てくれという。駆けつけてみると、シーリンがシャツ1枚で倒れており、シチェキンは壁を支えに立っているのが精いっぱいである。ガス中毒だ。風が回ってガス・ストーブの煙突に吹き込み、夜勤のあとで休んでいた2人が、あぶなくお陀仏になりかけたというわけだ。

12月25日 マズルクが約1.8トンの荷を積んできた。機上からの連絡によって、私たちは寝袋をもって迎えに出る。凍ったらずいものがあるというのだ。見ると生のジャガイモ、パン、生牛乳、青いネギなどがある。生鮮食品をソリに積んでキャンプに帰る。

現地の事情も知らずに再三受入れを催促したことをマズルクは詫び、南の方に広い開水面があることを知らせてくれた。この飛行機でニュース社の通信員が、携帯録音器とテープをもってやってきた。彼は早速氷魂の動く音をとっている。

12月26日 氷魂の動きはまたも激しい。ヘリコプターの南西250mに高さ7mの氷丘脈ができた。氷原の端が30mの幅でもぎ取られていった。面白くない動きだ。通信員はブルハノフからもった滞任許可は6日前後だというので、隊員をつかまえてはルボルトージュの録音に余念がない。

12月28日 低気圧、非常に強い西風、激しいブリザードで何も見えない。しじゅう轟音が響き、周囲は全部開水面だ。こんな日に氷原が割れたら、それこそ大変だ。雪は多くなる一方で、家屋や倉庫の間には雪だまりの山ができた。転ばないでは歩けない。

定時のラジオゾンデが上げられない。あまり風が強いので、気球を持っていたシチェキンがあぶな



く一緒に空に吊上げられるところだった。彼らは腹ばいになって、やっと気球を格納庫に入れた。

マズルク機がくるには来たが、飛行場の上で1時間ほども旋回して着地できず、ついに帰ってしまった。

飛行機を迎えに行くドルルキンの一行についていった通信員は、息もつかないブリザードにこごえきって帰ってきた。こんどこそ北極がどんな所か身にしみてわかっただろう。彼はまさかソチ（注：黒海沿岸にある南国の保養地）に行ってきたとは書くまい。

12月29日 ドルルキンとイワノフは沼水を捜している。ある沼の上でボーリングしたところ、噴水のように水がふき上げた。水は氷が溶けるくらい温かい。水は上の方から凍って、下の方に氷を溶かしているのだ。正月になってもまだ沼の水が残っていたとは。私は正月用の噴水を広場に作るよう提案した。

12月30日 79°54'N, 182°52'E, 海は1昼夜に720m浅くなった——山だ。風は静かで秒速6~4mの北風、気温-32°C, 晴。

手のすいている者で正月の準備をする。集会所に大ヨルカを飾る。モミの葉のにおいはなんとすばらしいことか！色つき豆電球をつけてみると、とてもきれいだ。編集係は特集壁新聞作りに余念がない。

マズルクはSP-3の次に、ここへ正月の贈物を届けるよう命じられている。こちらは受入れ準備をととのえて待ったが、SP-3を飛立つことができないので、贈物は正月の間に合わなくなってしまった。

12月31日 ソビエトでは私たちが最初に新年を迎えるわけだ。ここはモスクワより9時間早い。

ツェリシチェフはまだ病気で寝ているので、ザベジェフはひとりで3昼夜もぶっとおしに勤務している（注：通信士はこの2人だけ）。しかも、かつてない仕事の量だ。国内の各地から祝賀電報がくるし、こちらからも家族や友人にたくさんのあいさつを発信する。公式電報もいつもより多い。

スリュニンは腕によりをかけてごちそうを作っている。ヨルカが気分を引立てる。ただ、ブリザードだけが気にくわない。観測作業はいつものとおり進行している。夜には私たち向けの面白い特別番組のラジオ放送があった。

一同できるだけの盛装をして集会所に集まる。私はネクタイまでつけた。大陸にいるような気分を味わいたいのだ。だが、ゆかは冷えているので、テーブルの下で脚が凍らないように、防寒ズボンと防寒ぐつだけは脱ぐわけにいかない。

鐘が鳴った。さあ！年越しの《氷上カーニバル》の始まりだ。（以下次号）

（抄訳：近野不二男）

日本極地研究振興会役員

理事長	茅 誠 司 (東京大学名誉教授)	評議員	河 合 良 一 (K.K. 小松製作所取締役社長)
常務理事	宮 地 政 司 (財) 日本地図センター理事長)	"	菅 野 義 丸 (国際電信電話 K.K. 相談役)
常務理事	原 田 美 道 (財) 日本地図センター専務理事)	"	木 下 是 雄 (学習院大学理学部教授)
常務理事 事務局長	鳥 居 鉄 也 (千葉工業大学教授)	"	佐 治 敬 三 (サントリー K.K. 取締役社長)
理 事	今 里 広 記 (日本精工 K.K. 取締役会長)	"	坂 本 朝 一 (日本放送協会専務理事)
"	和 達 清 夫 (埼玉大学名誉教授)	"	島 居 辰次郎 (日本原子力船開発事業団理事長)
"	今井田 研二郎 (日本郵船 K.K. 監査役)	"	白 木 博 次 (東京大学医学部脳研究施設教授)
"	永 田 武 (国立極地研究所所長)	"	菅 原 健 (相模中央化学研究所顧問)
"	西 堀 栄三郎 (日本規格協会顧問)	"	高 垣 寅次郎 (一橋大学名誉教授)
"	山 田 明 吉 (帝都高速度交通営団副総裁)	"	立 見 雄 雄 (東京大学理学部教授)
"	安 芸 皎 一 (拓殖大学教授)	"	中 部 謙 吉 (大洋漁業 K.K. 取締役社長)
"	岡 野 澄 (日本学術振興会常務理事)	"	中 山 素 平 (K.K. 日本興業銀行相談役)
"	村 山 雅 美 (国立極地研究所次長)	"	永 野 重 雄 (新日本製鉄 K.K. 取締役相談役 名誉会長)
"	楠 宏 (国立極地研究所教授)	"	花 村 仁八郎 (経済団体連合会事務総長)
監 事	日 高 信六郎 (日本国際連合協会副会長)	"	原 実 (駒沢学園女子短期大学教授)
"	風 間 克 貫 (風間法律事務所弁護士)	"	東 晃 (北海道大学工学部教授)
評 議 員	朝比奈 英 三 (北海道大学低温科学研究所教授)	"	広 瀬 真 一 (日本通運 K.K. 取締役副社長)
"	朝比奈 菊 雄 (東京薬科大学教授)	"	広 岡 知 男 (K.K. 朝日新聞社取締役社長)
"	稲 田 清 助 (東京国立博物館々々)	"	福 田 繁 (国立科学博物館々々)
"	岩 佐 凱 実 (K.K. 富士銀行取締役会長)	"	堀 越 禎 三 (日本ウジミナス K.K. 取締役社 長)
"	上 田 弘 之 (東京芝浦電気 K.K. 総合研究所 顧問)	"	横 有 恒 (日本山岳協会会長)
"	緒 方 信 一 (日本育英会会長)	"	三 宅 泰 雄 (日本地球化学研究協会理事長)

(日本極地研究振興会維持会御案内)

南極大陸に関しては世界の各国が協力して基地を設けて、連続して観測と調査を行なっております。一方、北極においても南極におとらず研究調査が重要視されており、わが国としても極地に関する本格的な研究体制を整えることが強く要望されております。

財団法人 日本極地研究振興会は

- (1) 極地研究に従事する研究者、研究機関等に対する援助
- (2) 極地研究に関する国際交流の援助
- (3) 極地観測事業その他極地研究の成果等の普及
- (4) その他目的を達するために必要な事業を目的として設立されたものであります。

この維持会は、この財団の目的、主旨に賛成し、その事業を援助しようとする方々に会員になっていただき、よって極地研究の意義を広く理解していただくというものです。会員には次の特典があります。

- (1) 年2回発行予定の定期刊行物の無料配布
- (2) 財団発行のニュース、その他のインフォメーシ

ョン、地図の無料配布、財団発行の単行本、写真集などの印刷物の割引販売

(3) 事務室で極地に関する図書、地図などの自由閲覧

(4) 財団主催の講演会、座談会、映画会、見学会などの優先招待

ご入会は

(1) 下記の会費を払込んでいただきます。

- (A) 普通会員 年額 1,500 円
- (B) 賛助会員 (法人) 1 口 年額 10,000 円

(2) 会費の払込みについて

(A) 申込手続——所定の維持会員申込書にご記入の上

東京都千代田区霞ヶ関三丁目四番二号

日本極地研究振興会 宛ご送付願います。

(B) 送金方法 財団備付の振替用紙を御利用下さい (振替口座番号 東京 81803 番)

昭和 50 年 7 月 30 日 発行

発行所 財団法人 日本極地研究振興会
〒100 東京都千代田区霞ヶ関三丁目四番二号
商工会館内 Tel (581) 1 0 7 8 番

編集兼 鳥 居 鉄 也
発行人
印刷所 株式会社 技 報 堂

新しいかたちに
変わらぬ味わいを注ぎました。
王者・ローヤルの丸瓶。好評です。



日本のウイスキーの王者・ローヤルの新しい装い、丸瓶。珠玉の味わいと香りは、これまでのローヤルとまったく同じです。しかも容量をアップ、価格はダウンのお徳用瓶。今宵、その新しい封を切り、変わらぬ手応えを確かめてください。その一滴が語る言葉は、芳醇。発売以来十五年の重みです。

サントゾーローヤル 丸瓶
4,500円

従来のローヤル5,000円も、ございます。
製造・販売 サントリー株式会社

F-1から、始まった。F-1はその開発当初から、アクセサリ群との完全一体によるシステム化をめざしました。結果としてのシステムではなく、手段としてのシステムと考えていました。180種に及ぶアクセサリ群との無調整完全互換。高精度TTL開放測光機構のボディ内蔵。解像力、色再現性に優れたFDレンズ群。撮影機能を広げる5種の交換ファインダー群。さらには $\frac{1}{2000}$ 秒高速シャッターの高精度維持。世界初の一眼レフ・フラッシュ自動化。あらゆる撮影条件を考えた操作性、耐久性など、すべてこの理念を裏づけるものです。

ボディのみ標準価格 ¥99,000・FD50mm F1.4 S.S.C. 付価格 ¥130,000・ケース ¥6,000・フード ¥1,500・カタログ送呈先 〒108 東京都港区三田3-11-28 キヤノン販売株式会社F-1係



Canon
F-1