

第12次南極地域観測隊雪氷部門概報 1971-1972

山田知充*・木村恒美**・中尾正義*

Glaciological Research Work of the 12th Japanese Antarctic Research Expedition, 1971-1972

Tomomi YAMADA*, Tsuneyoshi KIMURA** and Masayoshi NAKAWO*

Abstract: Research work of the glaciological section of the 12th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE 12) is outlined in this report. The section made glaciological observations in the Syowa Station area, Langhovde area, and glacial geomorphological observations along the Sôya Coast. In order to conduct a pilot study of deep core drilling of ice sheet, laboratory, work shop and living quarters were constructed at the Mizuho Camp utilizing prefabricated housing material and snow tunnels. Deep core drilling was started at the end of October 1971, using newly designed mechanical and thermal drills (Figs. 4, 5, and 6), and snow/ice cores down to a depth of 75m below the surface were collected. A number of glaciological observations of the surface snow of the ice sheet by means of snow stakes and shallow boring were also made along with surface meteorological observations on the way of the over-snow traverses between Syowa Station and Mizuho Camp (Fig. 2). The details of individual glaciological researches carried out by JARE 12 will be reported in the Antarctic Record, the Data Reports, the Scientific Reports of JARE and other publications.

1. ま え が き

第12次南極地域観測隊雪氷部門は、1969年（第10次隊）から開始された「エンダービーランド地域の雪氷学的研究調査計画」（SIMIZU *et al.*, 1972）の第3年次の計画、「大陸氷床の深層ボーリング計画」を遂行した。当計画遂行のため、第11次隊の建設したみずほ観測拠点（70°42.1'S, 44°17.5'E）を大幅に拡充し、この計画のために開発したボーリング機械を搬入して、深さ75mまでの雪氷コアを採集した。さらに、「エンダービーランド地域の雪氷学的研究調査計画」の一環として、以下にのべる雪氷観測も行なった。第12次隊雪氷部門の観測調査は調査地域と調査の形態によって次のように大別することができる。

1) 昭和基地における雪氷観測

*北海道大学低温科学研究所。 The Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Sapporo.

**日特建設株式会社。 Nittoc Construction Co. Ltd., Minami-13, Nishi-11, Sapporo.

- 2) ラングホブデ地域の雪氷学的調査
- 3) 昭和基地対岸の大陸氷の雪氷学的調査
- 4) 宗谷海岸沿岸の氷蝕地形の観察
- 5) 昭和基地からみずほ観測拠点への内陸旅行途次における雪氷観測
- 6) みずほ観測拠点における深層ボーリングとコアの解析およびその他の雪氷，気象観測。

ここでは，第12次隊雪氷部門の研究観測の概要，およびみずほ観測拠点の拡充と深層ボーリングについて略述する．個々の研究観測の結果およびその資料は，南極資料，JARE Scientific Reports, JARE Data Reports 等により別に報告する．

2. 雪氷観測概要

2.1. 昭和基地における雪氷調査を表1に示す．

表 1 昭和基地における雪氷観測

観測内容	場所	期間
積雪の堆積量・消耗量測定	東オングル島東北 200mの海氷上	1971年3月20日 ～9月14日
地吹雪量測定	同上	1971年8月24～26日
海氷の温度および電気伝導度測定	東オングル島とネスオイヤの間の海峡	1971年4月10日 ～8月7日

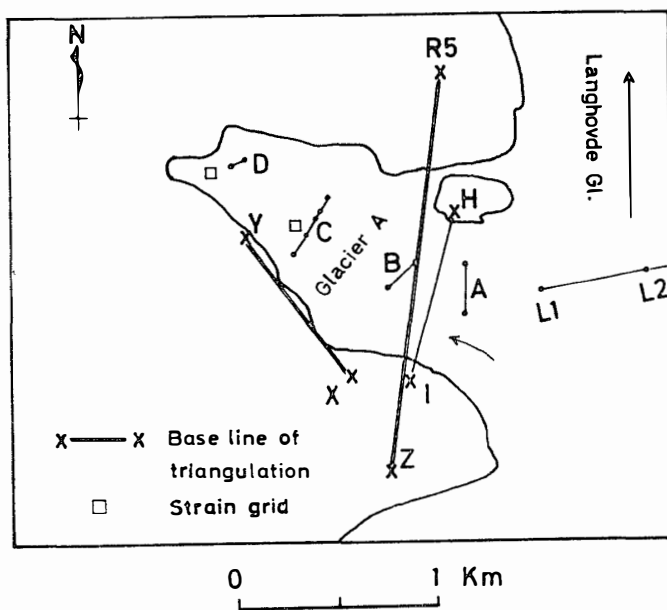


図 1 ラングホブデの雪氷観測地域概念図．A, B, C, D はラングホブデ A 氷河の，L はラングホブデ氷河の雪尺をかねた流動量測定用標識ポールの列．

2.2. ラングホブデ地域の雪氷学的調査は、1971年3月に第11次隊と合同で、次いで1972年2月に第13次隊と合同で行なった。調査内容は、上記の期間の氷河流動量と積雪の堆積、消耗量の測定を、ラングホブデ氷河とラングホブデA氷河（仮称）で行ない、また氷河の歪量測定、深さ1～5mのコアーによる構造氷河学的調査をラングホブデA氷河で行なった。ラングホブデ調査地域の概念図を図1に示す。

2.3. 昭和基地対岸の大陸氷床末端部（S0～S16の間）において、大陸氷の消耗量測定、歪量測定、クレバスの内部観察、裸氷帯の透水係数等を測定した。S16、雪線付近、裸氷帯で2mから10mのボーリングを行なって、積雪および、裸氷帯の氷の構造を調べた。消耗量と歪量測定のためのポールの設置は、1971年8月に行ない、1972年1月にその再測および雪氷学的な一般観測を行なった。

2.4. 氷蝕地形の観察を宗谷海岸沿岸の露岩地帯であるスカルブスネス、スカーレン、スカルビクハルゼンにおいて、1971年9月6日～13日に行なった。

2.5. 第12次隊雪氷部門は、表2に示すような内陸旅行を行ない、表3に示す雪氷観測を旅行

表2 第12次隊雪氷部門の内陸旅行

期 間	行 動・行 程	人員 (名)	雪上車 (台)	旅 行 目 的*
1971年				
(1) 4月21日～5月3日	昭和基地⇔S16⇔S30⇔H90	4	KC 2	H79への軽油デポ。Hルートの設定開始
(2) 5月30日～6月28日	昭和基地→S30→Hルート→Zルート→みずほ観測拠点	9	KD 3 KC 2	Hルートの設定。みずほ観測拠点拡充とその物資輸送
6月29日～7月12日	みずほ観測拠点の拡充・設営			
7月13～26日	同上ルートを帰る			
(3)a. 9月20～27日	(2)と同じルート	5	KD 3	みずほ観測拠点への物資輸送と設営
b. 10月6～9日	〃	6	KC 2	
10～16日	みずほ観測拠点の設営	11		4名とKC2台みずほ観測拠点に残留
17～20日	同上ルートを帰る	7	KD 3	
(4) 12月21～24日	みずほ観測拠点⇔Xルート⇔S169	4	KC 2	S169 デポ軽油のみずほ観測拠点への回収
1972年				
(5) 1月14～18日	(2)と同じルート	6	KD 3	第13次隊雪氷観測のためのみずほ観測拠点への軽油輸送とみずほ観測拠点の引き継ぎ
18～19日	みずほ観測拠点の引き継ぎ			
20～23日	同上ルートを帰る			
(6) 1月20～24日	みずほ観測拠点→Zルート→S122 S70→S16	4	KC 2	みずほ観測拠点滞在の4名の撤収

*旅行目的は雪氷観測以外の主要目的を示す。

表 3 第12次隊雪氷部門の内陸旅行における雪氷観測

項	目	
1.	雪尺による積雪の堆積量と消耗量の測定	
2.	気象観測—風向・風速・気温・気圧・天気・視程・雲量—	3時間毎1日6回
3.	深さ10mまでのボーリングコアの採集およびその解析	7地点
4.	深さ10mの雪温測定	7地点

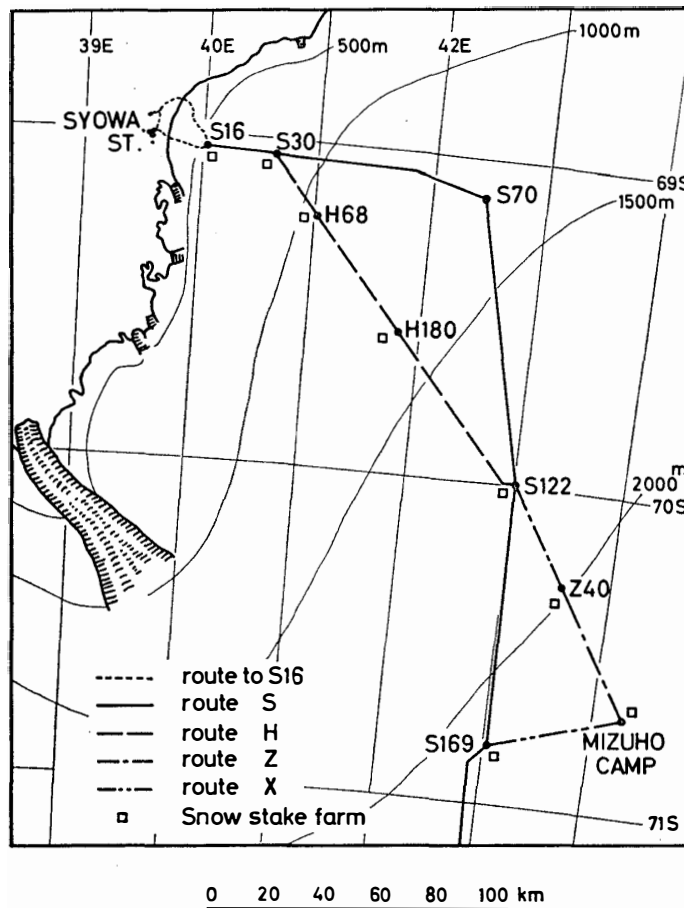


図 2 第12次隊雪氷部門の内陸旅行地域概念図

の都度行なった。図2は昭和基地からみずほ観測拠点にいたるルート概念図である。われわれは新ルートとして、S30からS122に向かう直進ルートを設定し、昭和基地からみずほ観測拠点への距離の短縮を計った。新ルートをHルートと呼ぶ。S30をHルートの出発点とし、次いでH0、H1と続き、S122をH306とした。その標識間隔は、H0～H61間は300m、H61

～H306間は500mである。内陸旅行における雪氷学的観測は、第10、11次隊から行なわれている旅行定常観測（その内容は表3に示す）である。これに加えて、第12次隊は新たにHルートに雪尺を設置すると共に、S16からみずほ観測拠点まで、約50km毎に雪尺網を設置し、各地点での積雪の堆積量と消耗量を測定した。雪尺網は36本の雪尺を、100m四方に20m間隔で、格子状に配置したもので、図3に示すようなものである。雪尺網設置地点は、図2で□印をつけた地点、S16, S30, H68, H180, S122, Z40, みずほ観測拠点およびS169の8地点である。

2.6. みずほ観測拠点には、1971年10月17日より1972年1月20日まで、表4に示す4名が滞在し、表5に示すような雪氷研究観測を行なった。

表4 みずほ観測拠点の人員構成

人 員	年 令	担 当
木 村 恒 美	33才	リーダー・深層ボーリング
山 田 知 充	30才	雪 氷
中 尾 正 義	26才	雪氷・設営・通信
島 崎 芳 征	27才	機 械

表5 みずほ観測拠点における雪氷観測

1. 深層ボーリングコア解析
 - a. 粘弾性測定（振動法）
 - b. 結晶C軸の方位分布測定
 - c. 圧縮過程の研究（密度・硬度測定・薄片解析）
 - d. 層位構造の観察
2. 野外雪氷観測
 - a. 積雪の堆積と消耗過程の連続観測
 - b. 地吹雪の研究（飛雪計による地吹雪量の垂直分布測定、高さ0～9m間の風速の垂直分布測定、4点）
 - c. 熱収支の研究（深さ0～10m間、8～9点の雪温の連続測定、吸収放射量の測定）
 - d. 積雪の断面観測
 - e. 気象観測（自記記録計による気温・気圧・風向・風速の連続観測、3時間毎の天気・視程・雲量の目視観測）
 - f. 深さ65mまでの雪温分布測定

3. みずほ観測拠点の拡充

表2の第2項に示した冬期内陸旅行によって、みずほ観測拠点拡充に必要な建設資材を輸送し、1971年6月29日から7月12日の14日間に、表6の施設1, 2, 3を、1971年9月28日～10月16日の18日間に、施設4, 5を建設した。施設6は第11次隊の建てた建物である。拡充

表6 みずほ観測拠点の主要施設一覧

施設名	大きさ 幅, 長さ, 高さ(m)	概要	用途
1. 居住棟	3.6×5.4×2.4	プレハブ冷凍庫の鉄骨補強	居住・常温実験室・通信・炊事
2. 居住棟前室	1.2×3.6×2.0	角材・ベニア製	小便所・常用物資置場
3. トレンチ棟	3.5×10.0×3.5	平屋根	発電機の収容・ボーリング作業場
4. 地下通路	1.4×10.0×1.9	平屋根	大便所・食糧置場
5. 雪氷実験室	3.6×3.6×1.8	雪洞	コア解析
6. コルゲート棟	3.2×8.5×2.0	卵型コルゲートパイプ製 (第11次隊建設)	倉庫

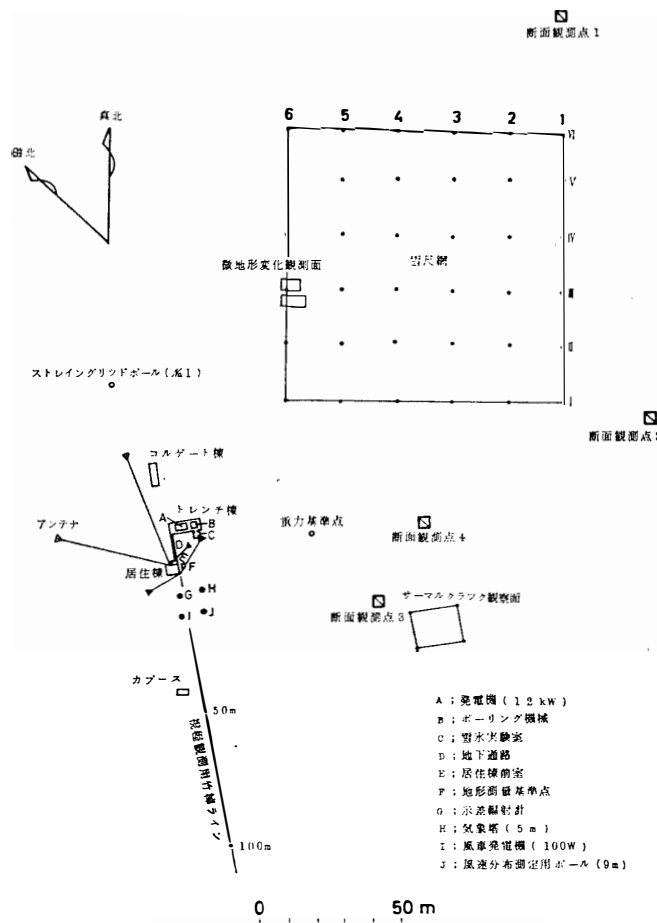


図3 みずほ観測拠点の施設配置図

されたみずほ観測拠点の平面図を図3に示す。図3にはみずほ観測拠点に設置された各種雪氷観測施設の配置も示されている。

4. みずほ観測拠点における深層ボーリング

第12次隊は、目標深度400mのボーリング機械をみずほ観測拠点に搬入した。第12次隊が使用したコアドリル本体は、図4に示すメカニカルドリルと、図5に示すサーマルドリルの2種類である。ボーリング機械は図6のように配置され、実際の掘進状況を図7に示す。図7の棒グラフの実線はボーリング全作業時間、破線はボーリング機械が実際に稼働している時間である。表7にメカニカルドリルとサーマルドリルの掘進法、掘進状況、問題点、改

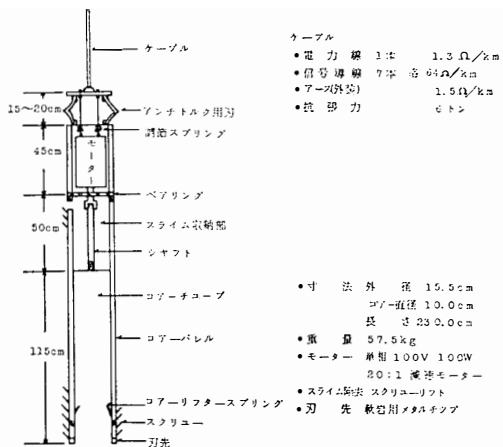
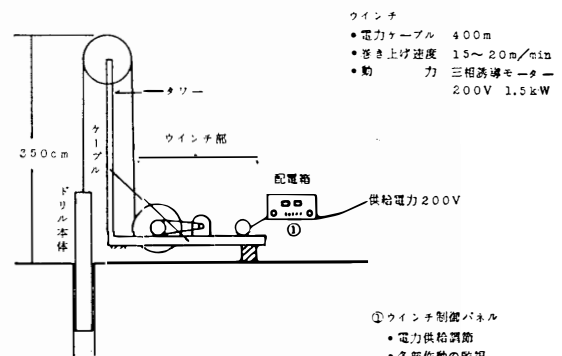


図4 メカニカルドリルの概略図



- ① ウィンチ制御パネル
 - 電力供給調節
 - 各箱作動の監視
 - 深度の確認
- ② ドリル本体の手動巻き上げ 巻き下し
- ③ 足踏みブレーキ

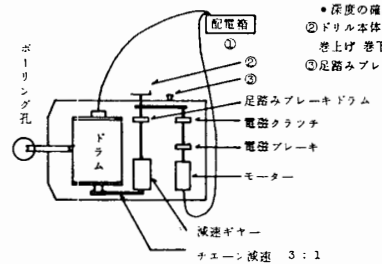


図6 ボーリング機械の配置図

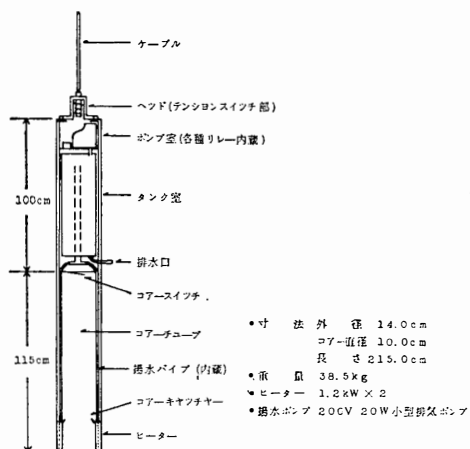


図5 サーマルドリルの概略図

表 7 メカニカルドリルとサーマルドリルの掘進法, 掘進状況, 問題点, 改良点

	メカニカルドリル	サーマルドリル
掘 進 法	<ul style="list-style-type: none"> ・アンチトルク用の刃を孔壁に食い込ませ、モーター部の孔内での回転をおさえコアバレルのみを回転させる。先端部は原理的にカンナの刃をつけた形（3箇所使用）で、氷をけずりながら掘進する。 ・氷のけずりくずはコアチューブ外壁にとりつけたスクリューによって押し上げ、コアチューブ上方のスライム（削りくず）収納部に収納する。 ・コアの切断はコアバレルの先端部にとりつけた、コアリフタースプリングでコアをしめつけ、ウインチ巻き上げ時のショックによって行なう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コアチューブ先端のヒーターで氷をとかし、とけた水は、排気ポンプでコアバレル上方の水タンクに収納する。 ・コアの切断は特殊な爪を氷に食いこませウインチ巻き上げ時のショックによって行なう。
掘 進 状 況	<p>当初、ウインチ、ケーブル、ドリル本体に各種のトラブルが発生、その対策に時間をくわれた。モーターの馬力不足から無理がきかず、掘進率が悪かった。</p> <p>また、やわらかい雪や氷の場合アンチトルク用の刃がききにくく、ワイヤーのねじれが発生。</p> <p>アンチトルクがきいた場合の掘進率は50cm/10～15分であるが、きかない場合は50cm/25～40分もかかる。一回の掘進はスライム量の関係から50cmが適当であった。</p> <p>11月1日、スライムかボーリング孔壁とドリル本体の間にかたくつまり込み、回収不能となる。</p>	<p>当初は、各種の断線、吸水部の不調等で掘進率が悪かったが、これらがほぼ解決出来た時点から掘進状態は極めて良好となる。掘進率は1m/30分が普通で、採取率は99%以上。</p> <p>11月17日、コア切断時のショックにより、切断す。回収作業を行なうも回収不能。</p>
問 題 点	<ol style="list-style-type: none"> ①孔壁がやわらかい場合、アンチトルク用刃がききにくい。 ②先端の刃先は雪や氷の硬さに合わせ、たえず形、角度の修正が必要。 ③モーターの馬力が小さ過ぎ、掘進能率が悪い。 ④スライム排除用スクリューの角度が小さ過ぎ、軟雪の場合スクリュー先端でスライムが固まってしまう。 ⑤モーター部とスライム収納部の間のベアリングに水が入りしばしば凍結。 	<ol style="list-style-type: none"> ①フィルン領域でコアが融け水を吸収してしまう。 ②低温（-30℃）のため資材が変形し、各部が凍結しやすい。 ③氷のコアを切断する時、ウインチ、ケーブルへのショックが大きい。
改 良 点	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブルの中の信号導線がショックに対し非常に弱い。 ・ウインチ、その他に各種のトラブルが発生した場合、工作機械、部品不足等により対策が遅れた。 <ol style="list-style-type: none"> ①の点 アンチトルクは、孔壁の硬さに合わせて、掘進中に調節出来るようにする。 ②の点 雪や氷の各種の硬度に合わせた刃先をあらかじめ用意する。 ③の点 小口径強馬力の減速モーターを特注する。 ④の点 ダブルコアチューブにし、スライムの質に合わせてスクリューの角度を変化させるようにする。 ⑤の点 モーター部とスライム収納部間の接合部を改良する。 ⑥ 掘進率を上げるためコア収納部を2m以上とする。 ⑦ スライム収納部をコア収納部と同程度の容積にする。 	<ol style="list-style-type: none"> ①の点 コアの径を大きくするか、ヒーター部の形状を変えるか、熱量を調節することにより、ある程度は防げるが、かなりむずかしい。 ②の点 配線関係、資材は低温用を用い、かつ、ヒーターで保温すればほとんど解決する。 ③の点 コアキャッチャーの形状、およびコア切断のやり方を工夫する。
	<ul style="list-style-type: none"> ・本体は少なくとも2本以上持参し、全ての部品の予備を用意する。 ・本体の脱落事故にそなえ、本体回収器を持参する。 	

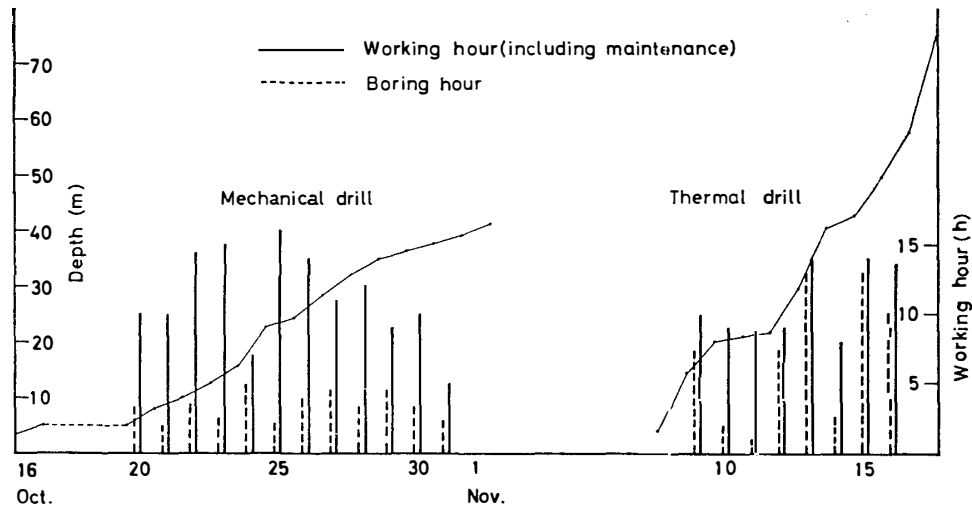


図7 メカニカルドリルとサーマルドリルの掘進状況
棒グラフの実線はボーリング作業時間，破線はボーリング機械が実際に稼動している時間。

良すべき点を示した。掘穿到達深度は75mであった。第12次隊に続いて、第13次隊は同じボーリング機械に、新たに改良したサーマルドリルを装備して、掘進を続けた。

5. 謝 辞

第12次隊雪氷部門の越冬観測は、小口高隊長をはじめ、第12次南極地域観測隊隊員の諸氏に多大のご協力を仰いだ。特に著者ら3名を除く越冬隊員26名中実に15名の方々が輸送およびみずほ観測拠点の拡充を支援された。みずほ観測拠点における3か月半の雪氷観測期間中、終始行動を共にした島崎芳征隊員には専門の機械関係の点検整備の他に、雪氷観測にも多くのご協力をいただいた。ここに深く感謝の意を表する次第である。

文 献

SIMIZU, H., O. WATANABE, and A. YOSHIMURA (1972): General report of the glaciological research work of the 11th Japanese Antarctic Research Expedition, 1970-71. *Antarctic Rec.*, 45, 12-19
ISHIDA, T. (1972): Glaciological research program in Mizuho Plateau-West Enderby Land. Part I, 1969-1971. *JARE Data Reports*, 17 (Glaciology), 1-2.

(1973年3月20日受理)