

## 南極における人工地震観測の概要

伊神 輝\*・一ノ瀬洋一郎\*\*・原田道昭\*\*\*・神沼克伊\*\*\*\*

### Field Operation of Explosion Seismic Experiment in Antarctica

Akira IKAMI\*, Yoichiro ICHINOSE\*\*, Michiaki HARADA\*\*\*  
and Katsutada KAMINUMA\*\*\*\*

**Abstract:** The summer-field party of the 20th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-20) carried out the experiments with the explosion seismic method at the Sôya Coast in Antarctica. The purpose of the present experiment in Antarctica is to investigate the crustal structure and to establish the technique of the seismic prospecting in Antarctica, such as the laying of profiles and instrumentation, development of ice drills, dynamite for the use at low temperatures, etc.

The observation was conducted by 8 persons for a period of 19 days. The profile is about 70 km in length eastward from the Ongul Strait near Syowa Station. Ten observation points were set up every five kilometers along the profile in the Sôya Coast. Shot points are located at both ends of the profile. Dynamite of 1000 kg in weight was blasted at the depth of 110 m in the Ongul Strait. On the other side of the profile, a total of 560 kg dynamite was installed from the depth of 17 m to the bottom (62.8 m). The experiment was successful.

**要旨:** 日本の南極観測は、第20次隊から3年間地学部門の観測に重点がおかれ、人工地震観測も実施されることになった。これは、南極大陸の地下構造の解明と南極における資源探査の基礎技術開発を目的とした日本隊では初めての試みである。第20次隊では南極という特殊条件の下での爆破方法、観測方法、ボーリング方法の検討などを兼ねた予備観測が実施された。第21次隊で本観測が実施される。

本報告は、第20次夏隊によって行われた人工地震観測の準備から実施までの報告である。

測線は昭和基地付近のオングル海峡から東へ約70kmで、観測点は大陸内に約5km間隔で10点設けた。爆破はオングル海峡と測線東端の内陸の2点で行い、オ

\* 名古屋大学理学部. Faculty of Science, Nagoya University, Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464.

\*\* 東京大学地震研究所. Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 1-1, Yayoi 1-chome, Bunkyo-ku, Tokyo 113.

\*\*\* 早稲田大学理工学部. School of Science and Engineering, Waseda University, 4-1, Okubo 3-chome, Shinjuku-ku, Tokyo 160.

\*\*\*\* 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

ングル海峡では 110m 下の海中で火薬 1 ton, 内陸では氷雪ボーリングによる内径 14 cm, 深さ 62.8 m の孔中に装てんされた火薬 560 kg の爆破が実施された。爆破および観測は成功し、所期の目的は達成された。

## 1. は し が き

南極において、大規模な人工地震を実施して、大陸の地下構造を推定しようとする研究計画は、日本の南極観測が開始された頃からあった。しかし、低温に対する観測機器の問題、観測に大人数を要し設営面でも大きな困難があることなどにより、実現できず、わずかに氷の厚さや、海水の弾性波を調べる小規模な人工地震観測が実施されてきたにすぎない。

第 20 次隊から 3 年間、地学重点の観測が行われることになり、人工地震観測の実施も検討された。そして、第 20 次隊では夏の間に、80-100 km の測線で予備観測を実施し、氷雪ボーリング機械、観測機械などのテストを行い、作孔、観測、爆破方法を検討し、第 21 次の越冬期間の本観測への準備をすることになった。

本報告は、第 20 次夏隊によって行われた人工地震観測の準備から観測実施までの報告である。日本隊として初めての経験なので、やや冗長な部分もあるが、このような報告は一度は必要と考えた。現地での観測は、伊神、一ノ瀬、原田の 3 名と越冬隊員の支援で実施したが、実施までの責任分担は、観測（伊神）、火薬（一ノ瀬）、ボーリング（原田）と分けた。本報告も、3, 4, 5 の各章は伊神、一ノ瀬、原田の責任で執筆している。

## 2. 計画の概要と国内の準備

日本南極地域観測隊が人工地震観測を実施するのは、2つの大きな目的がある。その第 1 は人工地震観測により南極大陸の地下構造の研究を行うことである。プレートテクトニクス論によれば南極は、地球上で動いていない唯一のプレートと考えられており、そのプレートの厚さや構造を知ることは大きな意義があり、現在の地球物理学の分野での貢献は非常に大きい。第 2 の目的は、南極での人工地震観測の技術開発である。人工地震の観測技術は、そのまま資源探査の有力な手段として利用でき、今後の南極の資源探査には欠くことができない。

しかし、自然条件の厳しい南極で、ただちに国内並の人工地震探査を実施することは不可能であり、そのためには、南極の自然条件に適した探査技術の開発が必要となる。第 20 次南極地域観測隊はこの目的に沿って最初の観測を実施することになった。

観測実施は夏期で約 15 日間があてられ、参加隊員は、ボーリング、爆破、観測の担当隊員各 1 名と、測量その他の支援隊員 5 名の合計 8 名を予定した。

測線は昭和基地から S16 を経由して、S50 付近までの約 70 km をとり、爆破は測線の両端すなわち昭和基地と S50 で行う。昭和基地では、見晴らし岩東側のオングル海峡で火薬 1 ton の海中爆破を行う。海氷の状況や安全度によっては、300 kg と 700 kg の 2 回に分けることもあり得る。S50 では、氷床 ボーリングを実施し、このボーリング孔に火薬 600 kg を装てんして爆破を行う。

地震計は、オングル島内に 2 点、S16-S50 間に 5 km 間隔で 10 点設置し、合計 12 点で観測を実施する。また、爆破点、観測点の位置決定および重力測定を行う。

「ふじ」から S16 への空輸開始とともに、人工地震観測のオペレーションが開始される。実施にあたっては観測班（伊神他）、ボーリング班（原田他）、爆破班（一ノ瀬他）の 3 グループに分かれ、ボーリング班と観測班は S16 地点への人員と物資の空輸が完了したら、準備が終わりしだい、S50 方向へ出発する。ボーリング班は 5 km ごとの観測点を決めながら進み、ボーリング予定地点に到着後ただちにボーリングを開始する。観測班は、観測点に地震計および記録装置を設置しながらボーリング予定地点に向かう。

一方、爆破班はオペレーション開始の数日後昭和基地へ行き、オングル海峡の海氷に穴をあけ爆破の準備を整える。観測班と連絡をとり観測準備ができたところで、海中でダイナマイトの爆破を行う。オングル海峡での爆破が終わったら、爆破担当の一ノ瀬はボーリングサイトに行き、次の爆破に備える。

ボーリングは深さ 100 m（氷の密度  $0.8 \text{ g/cm}^3$  になってからさらに 50 m）を目標とし、時間および機械の能力が許される限り続ける。十分な孔が掘削できたら、孔中に 600 kg のダイナマイトを装てんし爆破を行う。観測班は爆破準備が整う頃、観測装置のスイッチを入れるために観測点を巡回する。その復路で、それぞれの観測点の測量を行い位置決定をする。

内陸での爆破および観測終了後、ボーリングサイトのすべての機材を撤収し、また、S16 への復路で観測機器を撤収し、S16 にて空輸便の飛来を待つ。

以上のような観測計画に伴い、国内において南極での使用が可能な耐寒用観測装置の製作、南極用特殊火薬の製造、および氷床で爆薬装てん孔を掘削するドリルの開発、オペレーションマニュアルの作製などがなされた。

### 3. 観測装置の概要と設置

#### 3.1. 観測器材の構成

##### 3.1.1. 地震計

観測には上下動地震計（勝島製作所製）を用いた。その特性を表1に示す。この地震計は特別仕様のものではないが、信号取り出しケーブルのみは、テフロン製の低温特性の優れたものに交換し、国立極地研究所の低温実験室にて、低温下でも十分に作動することを確かめた。

地震計をそのまま雪氷面上に設置したのでは傾斜する可能性もあり、台として  $60 \times 60 \times 10 \text{ cm}^3$ 、重さ 87 kg のコンクリートブロックを用いた。地震計は  $1 \text{ m}^2$ 、深さ 50 cm 程度の穴を掘り、コンクリートブロックをほぼ水平に敷き、地震計をその上に置き、レベルスクリーを用いて水平になるよう調整した。この穴は特に埋めることはしなかったが、1日たてばドリフトで完全に埋まってしまう。約3週間後、地震計を掘り出したが、ほとんど傾くことはなく、すべて正常に作動した。

表1 観測に用いた地震計の仕様

Table 1. Specifications of the seismometer used in this experiment.

Type	Katsujima PMK-110V
Natural frequency	1.0 Hz
Outer case dimensions	28 cm×22 cm×26 cm
Moment of inertia of the pendulum	$2.0 \times 10^4 \text{ g cm}^2$
Sensitivity	2.07 V/cm/s
Coil resistance	1.6 k $\Omega$
External circuit resistance	10 k $\Omega$
Damping constant	0.67

##### 3.1.2. データレコーダー

これは新しく開発されたものであり（製作は勝島製作所）、その仕様を表2に、また電子回路のブロック図を図1に示す。モーター（オリンパス精機製の CLT 型）は耐寒温度  $-50^\circ\text{C}$  の仕様であり、増幅器の IC は、低雑音のもの（アナログデバイス社製の AD 504 SH）を用いている。テープ速度は、再生用レコーダーのテープ速度（4.75 cm/s）の 1/200 倍になっている。この録音スピードで C-90 型のカセットテープを使用すると、6日強連続観測ができる。時計部は温度補償型水晶発振器（金石舎製の TCXO 型）を用い、CMOS の



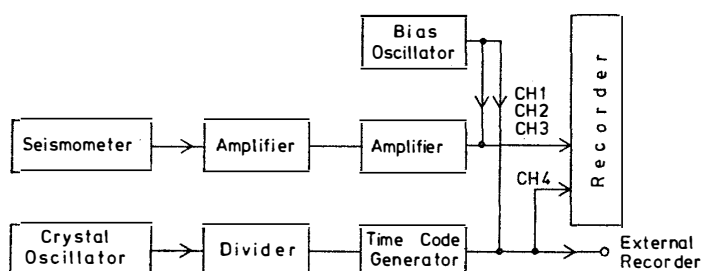


図 1 地震観測用データレコーダー CJI-N のブロック図

Fig. 1. Block diagram of the data recorder CJI-N used at each observation point.

表 2 地震観測用データレコーダーの仕様

Table 2. Specifications of the data recorder used in each observation point.

Type	Katsujima CJI-N
1. Recorder and amplifier	
Recording mode	Direct analogue recording
Tracks/channels	4/4
Tape speed	0.2375 mm/s
Input impedance	30 k $\Omega$
Gain of amplifier	30, 40, 50, 60, 70 and 80 dB
Frequency response	0 dB $\pm$ 1 dB from 0.3 Hz to 30 Hz
Signal-to-noise ratio	30 dB or more
Supply voltage	DC 12 V
Dissipation	35 mA
2. Clock	
Time base	Crystal oscillator
Accuracy	$\pm 5 \times 10^{-7}$
Output	Second and minute marks with BCD serial code of day, hour and minute
Supply voltage	DC 12 V
Dissipation	75 mA (Display ON), 20 mA (Display OFF)

分周回路にて刻時マークを作っている。CMOS は、低温特性の良い米軍規格のものを採用している。秒パルスの幅をかえることによって、日時分を 1 分間にわたり BCD 直列コード化している。以上のものはすべて、 $50 \times 33 \times 17 \text{ cm}^3$  のジュラルミン製トランクに納めてある。モーターおよび電子回路は、上記のように低温特性を考慮に入れたが、トランクのふたの内側の磁気テープの上部には 4W のパネルヒーターを付け、多少なりとも温度をあげた状態で使用できるようにした。

### 3.1.3. 電 源

時計部とその他の部分とは、電源は別になっている。時計部の電源はリチウム電池（松下電器製）で、その特長はエネルギー密度が高く、低温特性が良いことである。この電源はトランクを移動する場合も想定し、その際、時計が止まらないようトランク内に組みこんであり、電源の容量は常温時に時計の表示が ON の場合で 5 日、表示が OFF の場合で 21 日であるが、 $-20^{\circ}\text{C}$  の条件下で性能が 7 割ほどに悪くなることを考慮しても十分である。レコーダーおよび増幅回路部もそれらの電源は、トランク内に組みこむことができるが、4 W のパネルヒーターを取りつけたこと、移動の場合に電源が切れても良いことから外部より電力を供給することにした。用いたのは、金属亜鉛燃料電池（三洋電機製、12 Z-50 H）である。これもエネルギー密度の高い電源であり、また使用時には発熱もあるから、今回の実験には好都合の電源である。この電源の容量はパネルヒーター使用時で約 7 日間レコーダーを作動させることができる。

### 3.1.4. 保 温 箱

上記トランクは保温箱内に入れ、雪氷面上に 20 cm 程度の穴を掘り設置した。保温箱の大きさは、 $102 \times 65 \times 41 \text{ cm}^3$  で外壁はベニヤ材であり、熱を吸収するよう濃緑色に塗った。内壁には厚さ 5 cm 程度の保温材を貼り、さらにその表面にはアルミ箔を貼った。地震計からの信号は、保温箱外壁につけたコネクタを介してトランク内に入れた。時計の較正が、トランクを保温箱内に入れたままできるように、時計の信号の出力端子も外壁につけてある。

金属亜鉛燃料電池では亜鉛と酸素の反応をおこす必要があるので、空気出入口を 2 カ所設けた。低温実験室の実験でもこの空気出入口によって温度が外気温下に下がらず、実際に南極で用いた場合も十分保温の役目を果たした。南極での観測の際（最低気温  $-20^{\circ}\text{C}$ ）、保温箱内の金属亜鉛燃料電池より一番離れた場所に最高最低温度計を入れたが、最高温度はつぎのようになった。

- 1) 4 W のヒーターを用いた場合       $+26^{\circ}\text{C}$
- 2) 4 W のヒーターを用いない場合       $+15^{\circ}\text{C}$

ただし金属亜鉛燃料電池の発熱は、反応開始直後に著しいという可能性もあり、今後、金属亜鉛燃料電池の発熱状態の時間的变化に関するデータを集める必要がある。

### 3.1.5. 親 時 計

南極地域では、JJY あるいは WWV などの標準電波の受信状態は良くない。したがっ

て精度の良い時計で各観測点の時計を校正することにした。この親時計はレコーダーとともに、観測用レコーダーのトラックと同サイズのトラック内に納め、親時計の刻時信号、各観測点の時計の刻時信号、観測点番号、および JJY の受信が可能な時には、その電波を磁気テープに録音するようになっている。この刻時校正用レコーダーの特性を表3に示

表 3 刻時校正用データレコーダーの仕様

Table 3. Specifications of the data recorder with calibration chronometer.

Type	Katsujima CJI-C
1. Recorder Recording mode Tracks/channels Tape speed Supply voltage Dissipation	Direct analogue recording 4/4 0.2375 mm/s DC 12 V 200 mA
2. Time code generator Time base Accuracy Output  Supply voltage Dissipation	Crystal oscillator $\pm 2 \times 10^{-8}$ Second and minute marks with BCD serial code of day, hour and minute DC 12 V 300 mA
3. Others External clock number JJY filter	Set up by digital switches $f_c = 1.6 \text{ kHz}$ , $Q = 5$

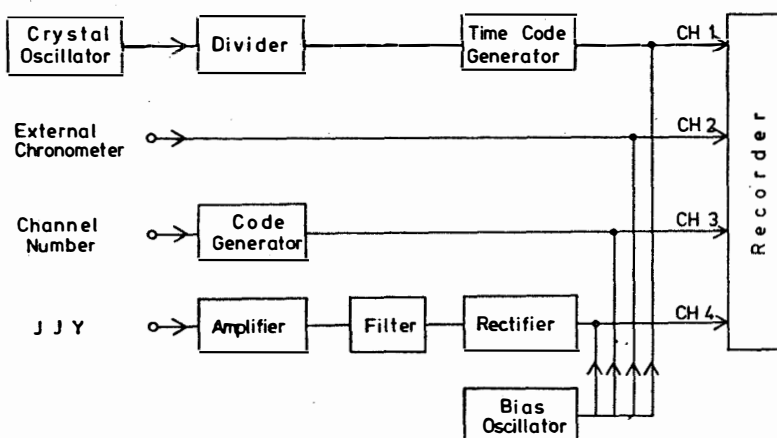


図 2 刻時校正用データレコーダー CJI-C のブロック図

Fig. 2. Block diagram of the data recorder CJI-C used for calibrating chronometer.

し、電子回路のブロック図を図2に示す。この刻時校正用レコーダーにて、観測の前後にそれぞれ1-2回各観測点の時計の遅れ進みを測定し、補間することにより、爆破時刻における各時計の補正量を算出した。

### 3.2. 観 測 点

地震計を設置したのは S16 から東方 50 km の間に 10 点である (図3)。この測線は S

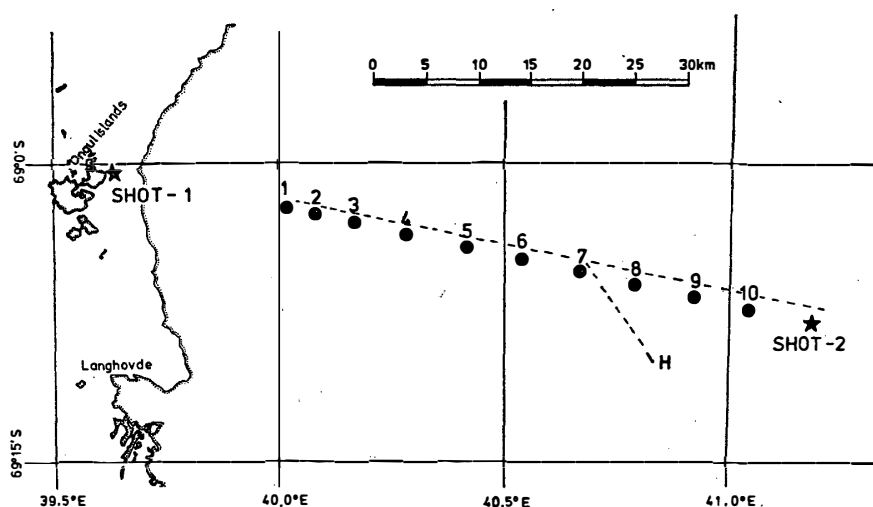


図3 爆破点および観測点の位置

Fig. 3. Locations of shot and observation points.

表4 爆破点、観測点の位置および爆破点観測点間の距離

Table 4. Locations of shot point, observation points and distances between shot points and observation points.

Shot and observation point	Latitude (S)	Longitude (E)	Height	Distance from	
				Shot-1	Shot-2
Shot-1 (Ongul Strait)	69°00' 27.9"	39°37' 51.4"	-110 m		68.3 km
No. 1 (S16)	69 01 46.7	40 03 18.0	540	17.2 km	51.3
No. 2	69 02 16.5	40 08 40.2	610	20.8	47.6
No. 3	69 02 40.8	40 13 01.5	660	23.8	44.6
No. 4	69 03 27.2	40 21 17.9	780	29.5	38.9
No. 5	69 04 14.9	40 29 43.0	900	35.3	33.1
No. 6	69 05 01.1	40 37 50.7	980	40.9	27.5
No. 7	69 05 50.3	40 46 24.6	1040	46.8	21.6
No. 8	69 06 37.7	40 54 32.3	1080	52.4	16.0
No. 9	69 07 25.2	41 02 40.0	1140	58.0	10.4
No. 10	69 08 08.8	41 10 04.2	1180	63.0	5.3
Shot-2 (Boring site)	69 08 54.5	41 17 45.9	1220	68.3	

ルートの南に位置し、途中 H ルートと交叉している。各観測点間の間隔は 5 km 前後である。表 4 にオングル海峡の爆破点 (shot-1)、観測点、ボーリング地点 (shot-2) の経度、緯度、高度、および shot-1, shot-2 と各観測点間の距離を示す。観測点の位置決定は、測地衛星よりの電波を受信し決定を試みたが、受信状態が悪く、結果的には No. 2-10 の観測点は、雪上車の距離計に頼らざるを得なかった。No. 1 とボーリング地点では天測も行った。位置の誤差は、雪上車の距離計を用いた点でも 100 m 以内になっている。

### 3.3. ショットマーク

ショットマークを記録する方法は、発破母線にコイルを巻くとか、発破器からの信号を直接記録させるなどがあるが、今回は、親ダイに装てんした雷管に導線を巻き切断する方法を用いた。

発破母線に直列に雷管を結線し、その雷管に導線を巻き、導線には数ボルトの直流電流を流しておく。雷管が破裂すると電圧は 0 となり、初期の電圧だけ変化する。この変化した瞬間がショットタイムである (4.2. に詳述)。

## 4. 火 薬

### 4.1. 火 薬 の 仕 様

火薬類はすべて日本油脂株式会社によって、低温下での使用可能な製品が検討された。

#### 1) 南極向け特桐ダイナマイト

使用した火薬の性能を表 5 に示した。

#### 2) 電 気 雷 管

地震探鉱用雷管 8 号、脚線 テ フ ロ ン 加工。8 号雷管は量産型 6 号雷管の 2 倍の装薬で 2 g 入り。海中用 20 本、陸上用 20 本を用意した。

#### 3) 工業用雷管

寒さのため発破器がうまく作動しなかった時や、火薬を処分する時などの予備。量産型 6 号、100 個を用意した。

#### 4) 導 火 線

工業用雷管に使用する。今回は使用することなく焼却処分した。点火には蚊取線香が一番やりやすかった。

#### 5) 親 ダ イ

親ダイはダイナマイトに雷管を装着させたもので、爆発の基になる。

表 5 火薬の性能

Table 5. The specification of explosive.

	Used in sea water	Used in inland
Apparent specific gravity	1.55-1.65	1.60-1.65
Detonation velocity	6500-7000 m/s	7000-7500 m/s
Sympathetic detonation	8-11	8-11
Relative weight strength	70%	60%
Quality of water and pressure proof at low temperature	Perfect explosion at 0°C, 10 kg/cm <sup>2</sup> , 5 hours	Perfect explosion at -35°C, 7 kg/cm <sup>2</sup> , 48 hours
Peculiarity	Tokugiri-dynamite with water and pressure proof. Pressure of detonation and impact against rock and water is high. Can be used till -10°C.	Sakura-dynamite with water and pressure proof. Sensitive. Freezing temperature is from -35°C to -40°C.
Shape, etc.	Installed in carton box (250×350×155 mm): 20 kg/one block.	Installed in paraffin carton cylinder (101.5 φ mm×455 mm): 5 kg/one cylinder.

海中用には、ダンボール箱 (20 kg 入り) を開きダイナマイトの中心まで割り、雷管 3 本を直列結線して埋め込み、割った所を元通りにし、粘着テープでダンボール箱を密封した。

陸上用は、円柱状ダイナマイト (5 kg) を縦に割り、その中心線の両端近くに雷管を 1 個ずつ直列結線して埋め込み、元通りにした。

#### 4.2. 海中爆破

海中での爆破の方法は、通常導火線に点火後火薬を海中に投下する投げ込み法と、ブイにつるしその後電気雷管を作動させる方法とがある。今回はブイにつるす方法で行った。

1 月 9 日火薬類、火工品、観測機器および爆破担当隊員 2 名が、「ふじ」から昭和基地へ空輸された。火薬類は、基地の推薬庫に搬入した。翌 10 日地図と雪上車による実測で、爆破点の位置を東オングル島の見晴らし岩より 97°NE, 680 m の所に決定した。海中用ダイナマイトは陸上を自動車 (ランドクルーザー) で運び、雪氷上はそりに乗せ雪上車でけん引し、使用するまでそりに乗せたまま保管しておいた。

海水の穴あけは、11 日 8 時から 4 人で開始した。ハンドオーガーによる掘削で調べた海水の厚さは 185 cm であった。

火薬をセットするための穴は、薬量から考えて 2 m 四方の大きさがあれば十分である。

海水をチェーンソーで 2 m 四方に切り込み、次に細かく 30–40 cm の網目状に切り込み、これをつるはしで起こし、ブロック状にして取り出した。この方法で 2 段目まで掘り下げていったが、海水中のパドル水がしみ出して穴の中に溜まるので、チェーンソーでの作業が困難になった。そこで午後からは、揚水ポンプで排水しながら作業を続けた。雪の固まった氷は楽に切削できるが、海水の凍った氷は、チェーンソーで切るのにかなりの時間を要した。穴の中の海水にクラックが入っていたらしく、15 時頃海水が噴出し、揚水ポンプは用をなさなくなった。

穴の中に入っただけの作業は危険になったので、ハンドオーガーを使い、2 m 四方の縁に沿って次々と孔を開け、孔と孔の間を長い柄の付いた氷のこぎりやのみを使い切りくずした。切り屑や小氷片をたも網ですくいながら作業を続け、大きな塊はワイヤーロープを掛け、雪上車で引っぱりあげた。

この穴あけ作業は、13 日午前中までの 2.5 日を要した。11、12 日は 4 名で 21 時までの作業、13 日は応援 4 名が加わり 8 名での作業であった。

13 日午前中から海水への穴あけ作業と並行して、火薬の準備を始めた。ダイナマイト装てん用木箱 3 個をつるすため、ドラム缶 4 本を用いたブイを作製した。木箱を 3 個にしたのは、現場の状況によっては 1 ton の火薬を一度に使用できない場合のことを考えて、分けて使用できるようにしたためである。ドラム缶 1 個の浮力は 200 kg、自重 30 kg なのでブイの浮力は 680 kg。火薬は比重が 1.6 位で、1 ton の水中での重さは約 400 kg、しかも包装箱中の空気や木箱の浮力があり、さらに軽くなり完全に水中につるすことができる。

14 日は、前日作製した木箱に 1 箱 20 kg のダイナマイト 48 箱と正副 2 箱の親ダイとを詰め、それに発破母線を結線できるように準備した。発破母線 (200 m 巻ビニール平行線) は穴の縁から見晴らし岩まで張り、観測計器、点火器に接続した。雷管へ異常電圧がかかり暴発することを防ぐため、親ダイを作り出してからは無線の発信を禁止した。正、副 2 つの親ダイの脚線に 200 m のビニール平行線を結線し、火薬を水中に投下した後母線と結線できるようにした。その他、つりロープの取り付けなどをしてすべての準備に約 3.5 時間を要した。

つりロープは 14  $\phi$  mm のナイロンエイトロープを無荷重状態で 100 m の長さで使用した。エイトロープを使用した理由は、荷重が掛った時ねじれず真直ぐに伸び、ロープに添った母線や脚線を傷つける心配が少ないためである。

1 ton の火薬のもっとも効率の良い深さは、約 130 m である。ロープの伸び率を考慮す

ると火薬の深さは 124 m となり，もっとも効率の良い深さとほぼ一致する。

火薬を海中に入れる時は，つりロープを穴の縁から 100 m 伸ばし穴側に火薬を，反対側にドラム缶のブイを結びつけ，さらにそれぞれの端に雪上車を向かい合わせるようにして結びつけた。火薬側の雪上車は穴の反対側から後進して火薬箱を引っ張り，穴の中に入れた。火薬箱が完全に水中に入ったところで雪上車に結んであったロープを切った。ブイ側の雪上車は，火薬の自重による沈下速度より遅い速度で前進し，ブイが水面に浮いたところで雪上車に結んであったロープを取り除いた(図4)。

火薬が沈む間，穴の縁に束ねてあった正副の親ダイからのビニール平行線を，2人でもつれぬように繰り出した。完全に落下が止まったところで，正の方の親ダイからのビニール平行線と発破器側からの母線とを結線した。副のビニール平行線は，末端をショートさせ絶縁防水テープで処理しておき予備とした。この作業が30分ほどで，この間観測器の最終チェックとショットマークを取る準備もした。

ショットマークを記録するための雷管は，発破の点火場所から 20 m ほどはなれた所の雪の中に 30 cm ほどの穴を掘り埋めた。

点火および観測機器の設置場所は，爆破点から 680 m 離れた見晴らし岩東側の海岸の岩の上とした。発破は，50 発掛けの発破器 ( $8\ \mu\text{F} \times 500\ \text{V}$ ) を使用した。抵抗計は測定抵抗範囲が  $0\text{--}100\ \Omega$  を示し，回路に流れる電流は 10 mA 以下である。

使用した観測機器は水晶時計，ペンレコーダー，データレコーダー，オシロスコープ，地震計である。ペンレコーダーとデータレコーダーには，それぞれに地震計からの信号，時刻，ショットマークを記録した。

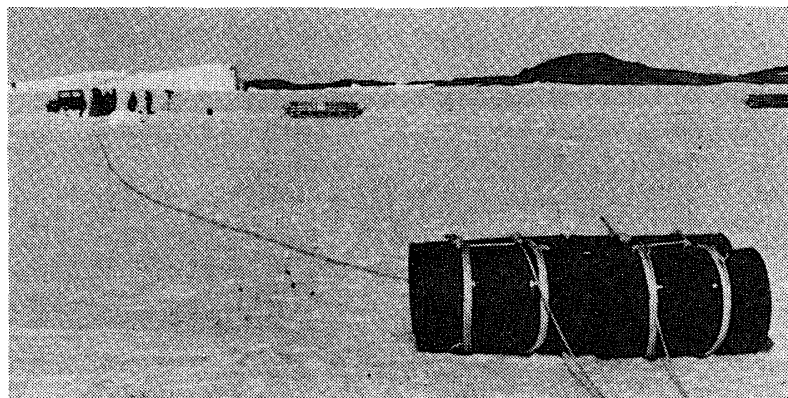


図4 海中への火薬投入

Fig. 4. Installation of dynamite to sea water.



ショットマークは前述した通りで、直流には 3 V の乾電池を使用し、 $10\text{k}\Omega$  の抵抗を直列に入れた。水晶時計は 1 秒ごとに 20 ms 幅のパルスが入っている。地震計は、Mark-products 製、2.0 Hz, L-22D 型（上下動）を使用し、ダンピング抵抗  $10\text{k}\Omega$  ( $h=0.7$ ) を入れ観測点近くの岩の上にセットした。

爆破は、1 月 14 日 13 時 00 分に行った。昭和基地での震度は、3 であった。

爆破点で使用した水晶時計と、大陸の観測点で使用した水晶時計との較正は、14 日に S16 で行った。

#### 4.3. 氷雪中での爆破

オングル海峡での爆破が終了するとすぐ観測機器を撤収し、14 日 17 時 50 分昭和基地を出発し S16 へ飛んだ。S16 で観測班と合流し、昭和基地から運んだ観測機器と保管されていた火薬 600 kg を、そりに積み込んだ。

15 日朝、KC-20 でそりを引きボーリングサイトに向かって出発し、21 時頃到着した。

21 日、すべてのダイナマイトを木箱から出し、オーニングシートの上に並べた。

22 日 22 時 30 分から 62.8 m の孔に増ダイの装てんを開始した。増ダイの装てんは、急激な落下を防ぐため 1 本ずつひもでつるして入れる予定であったが、不凍液注入用のポリエチレンチューブを利用し、その中を落下させた。

爆破時に地表に穴が開かないよう地上から薬頭まで 20 m を残したい。計算ではダイナマイトの装てん可能量は 460 kg であったが、実際に装てんしてみると、560 kg 入れることができ、地上から薬頭まで 17 m となった。これは掘削中に不凍液を流し込んだりしたため、部分的に広い孔ができた結果と推定される。ダイナマイトの装てんは 23 時 45 分に終了した。

23 日正副 2 個の親ダイを作製した。脚線はダイナマイトの中に埋め込み、外筒の外に出ないようにした。この作業は外筒が固く 4 時間を要した。午後 1 個ずつひもにつるして静かに装てんした。

発破器との結線、ショットマークの取り方は、オングル海峡の爆破と同様にした。

17 時 50 分 560 kg のダイナマイトを爆破させた。500 m 離れた所で点火したが、わずかなショックを感じただけで、雪煙もあがらず、爆発ガスもまったく吹き出さなかった。

余った火薬類は、雪中に穴をあけその中で爆破させ処分した。

## 5. 氷雪ボーリング

### 5.1. 機械の概要

本機は人工地震の爆破を行うため、爆薬装てん用掘削孔を氷床上で少なくとも 100 m 掘るとともに、その間の氷雪サンプル（コア）が採取できるように国立極地研究所、北海道大学低温科学研究所、鉱研試錐工業（株）が共同で開発したメカニカルドリル（機械式掘削機）である。

従来わが国の南極観測隊は、サーマルドリル（熱式掘削機）を使用し 150 m までの掘削を行ったが、いくつかのトラブルもあって掘削速度は 1.2–1.5 m/h 程度であった（山田, 1972; 成田・奥平, 1973; 渡辺, 1975; 吉田, 1976）。第 20 次隊の人工地震観測は夏期の短い間に行うため、掘削速度の向上が望まれ、メカニカルドリル方式が採用された。

本機は低温下の南極で使用するため、既存の地盤用ボーリング機ではいくつかの問題があり、新たに氷雪用ボーリング機として開発された。その検討された問題点および対策は次の通りであった。

- 1) 氷点下の南極では、削り屑処理に高圧循環泥水が使用できないので、削り屑はコアバレル上部に蓄積するようにする。
- 2) ロッド（接続棒）を連結してヘッド（掘削部）に動力を伝える機構では、ロッドを使用するためかなりの重量になるので、ロッドの代わりに電力ケーブルを用いてドリルヘッドをつり下げる方式にする。これによりヘッド昇降速度も向上する。
- 3) つり下げたドリル本体が回転しないように支えておくアンチトルク（反力機構）が必要で、サイドカッター、サイドドリル、リーフスプリングの 3 つの方式を考えた。
- 4) 材質や機械部分は耐寒性（ $-40\sim -50^{\circ}\text{C}$ ）にする。

以上の点を考慮し、設計、作製された本機の概略を図 5 に示した。

本機はドリル、マスト、ウインチ部より構成されている。ドリルおよびウインチの仕様を表 6 に示した。

ドリルの構成は、アンチトルクを備えた外管と、モーター減速機に接続されて回転する内管（コアバレル）からなる。内管先端には掘削ビット 2 枚およびコアカッターを、その外壁には削り屑輸送用スパイラルを備えたドリルで、ドリル部とケーブルはスリップリング（自在回転接手）で接続されている。削り屑は、内管外壁のスパイラルにそってあがり、内管上部にあけられた穴より管内に落ち、上部に蓄積される。コアサンプルは内管下部に

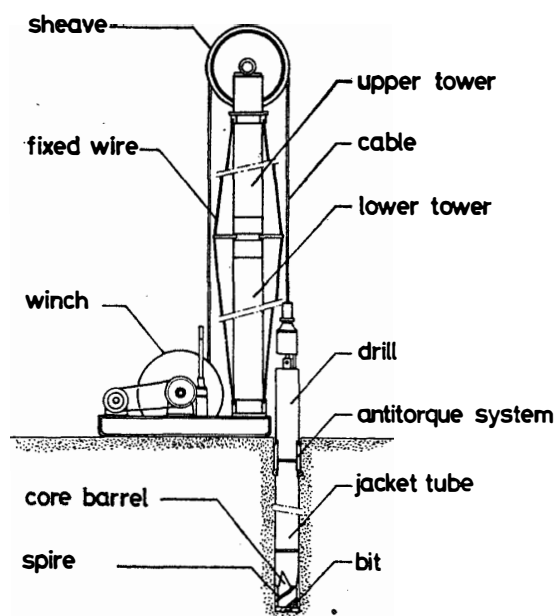


図 5 ドリル概略図

Fig. 5. Outline of the ice drill.

表 6 ドリルおよびウインチの仕様

Table 6. The specification of drill and winch.

Drill		Winch
Standard	Ability	
Outside diameter 137 $\phi$ mm	Drilling depth 150 m	Winding capacity 12 mm $\times$ 200 m
The maximum breadth (part of antitorque system) 166 mm	Drilling speed 400 mm/min r.p.m. 130~100	Maximum lifting weight 150 kg
Bore 140 $\phi$ mm	Antitorque system	Maximum lifting speed 20 m/min
Core diameter 107 $\phi$ mm	(1) side cutter	Motor 100 V, 1.4 kW
Core length 1000 mm (The shorter drill 700 mm)	(2) side drill	Total weight 180 kg
Total length 3130 mm (The shorter drill 2530 mm)	(3) leaf spring	
Total weight about 60 kg	Core cutter method—reversal cutter	
Motor 200 V, monophase, 450 W		

入り、ドリル引き揚げ時にコアカッターで切断され取りあげられる。1回の掘削長は、1000 mm（短かいドリルでは 500–700 mm）である。

## 5.2. ボーリング実施

1979年1月9日15時ボーリングサイトに到着し、10日午前中までかかってボーリング

装置の設置、組立、結線および作業用ピット掘りを行った。

雪面上にウインチの設置場所を決定し、作業中の装置の沈み込みを防ぐため道板(5×40×200 cm<sup>3</sup>) 3枚を敷き、その上にウインチを置いた。ウインチ前部にちょうつがい止めになっているマスト台を起こし、これにマスト下部、上部およびシーブを差し込んだ。シーブとマスト台の間にワイヤーを3本かけ、これをマストのつなぎ目の所にさした3本の短かい棒でワイヤーを張りマストを固定した。

つぎにウインチのケーブルを引き出しシーブにかけておいて、2人でマストを持ち上げ、ほかの2人がシーブ台に取り付けたステーを引張ってマストを起こし、マスト台をウインチ台にボルト締めした。3本のステーのうち2本はそりにつなぎ、残りの1本は1 m 下に埋めた道板につなぎマストを固定した。

シーブから垂れ下がっているケーブルの端のスリップリングにドリル上部をシャックルで取り付け、さらに外管をビス止めた。

電気系統は 5 kW 発電機から変圧器、コントロールボックスを通し本体へと結線した。図 6 に組み立てたボーリング装置一式を示す。

ウインチ前方には掘削作業が容易なように幅 2 m、長さ 2.7 m、深さ 1.3 m の作業用ピットを掘った。このピット掘りには6人で5-6時間を要した。

装置の風上には風よけとしてベニヤ板を立て、さらにピット掘りでブロック状に掘り出した雪を積みあげた。幌カブースと雪上車 KD 609 も風よけとして利用した(図 7 参照)。

すべての準備が整い 10 日 13 時 40 分掘削を開始した。ドリルは長短 2 本用意し、その

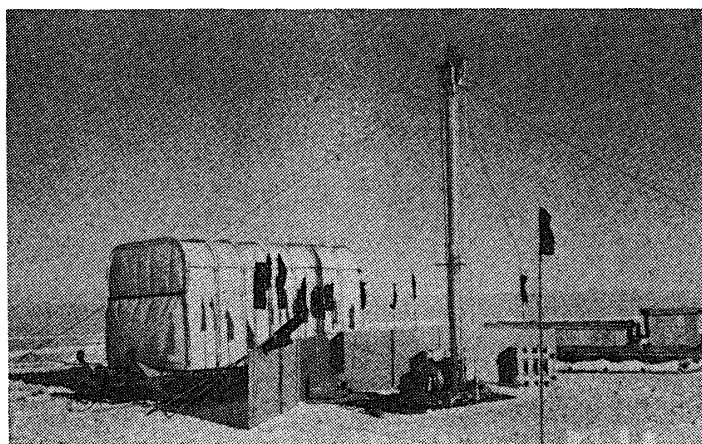


図 6 組立が完了したボーリング装置

Fig. 6. Installation of the ice drill.

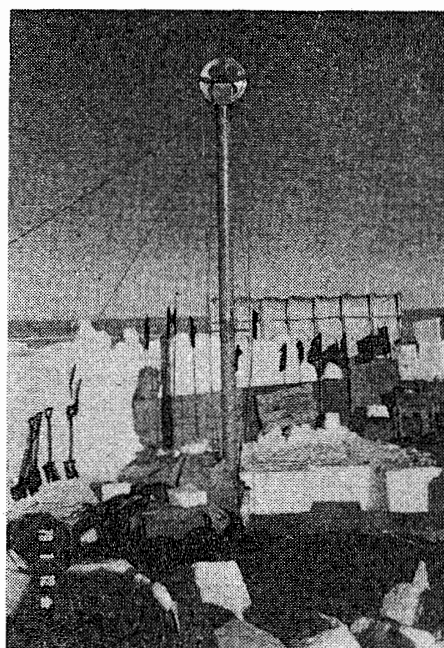


図 7 風よけ用の雪のブロック

Fig. 7. Snow pit and snow block for protecting wind.

うち長い方 (1.8 m) を使用した。刃先は 4 mm, アンチトルクはサイドカッターである。

掘削は 4 回目まで順調に進み, 取れたコアの長さは 3.98 m に達した。しかし, その後掘削はするがコアが回収できないというトラブルが出始めた。6 回ほどコアの取りあげを試みた後, 7 回目にやっと回収することができた。この時のコアの長さは 1.26 m であった。以後も同じことが続き, ついにドリルもあげることができなくなった。ドリルの正逆転を繰り返しているうちにアンチトルクが利かなくなり, ドリル本体の方が回り始めた。ドリルの先端は雪面下 6.62 m であった。

ドリルを回収するため雪のこぎりやスコップを使って, 人力での掘削を開始した。深さ 1.3 m であったピットは, さらに掘り下げられ, この日 2.8 m まで達した。翌 11 日, もっとも深い所で 5 m まで掘りドリルを回収することができた。外管の先端部は, 原型をとどめることなく破損し, 内管外面のテフロン製スパイラルが一部破損していた(図 8, 9)。

外管が壊れていたことから判断すると, 初めに外管の先端が曲がり, ドリルが回転した時テフロン製スパイラルに引っかかり, この状態でドリルの正逆転を繰り返すうちに両方とも破壊し, それらが雪氷にくい込んでドリルの引き上げが不能になったものと思われる。

それまで掘り進んだ孔は使えなくなったので, 12 日新たにボーリング装置を設置し直し, 13 日から掘削を再開した。短いドリル (1.2 m) を用い, 刃先およびアンチトルクはそれま

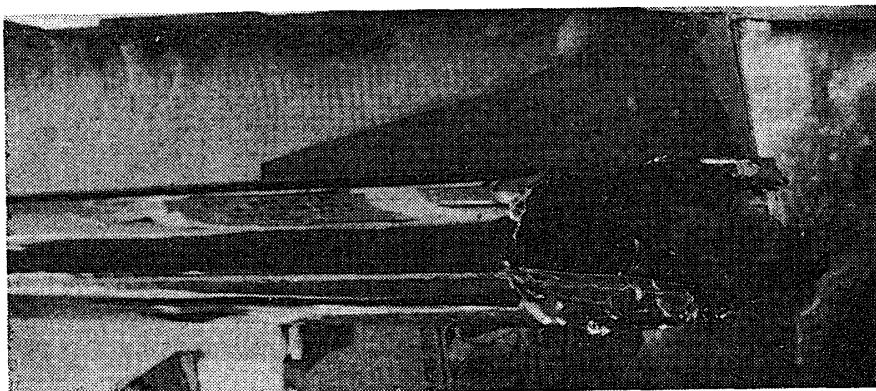


図 8 破損したジャケットチューブ

Fig. 8. Broken jacket tube.

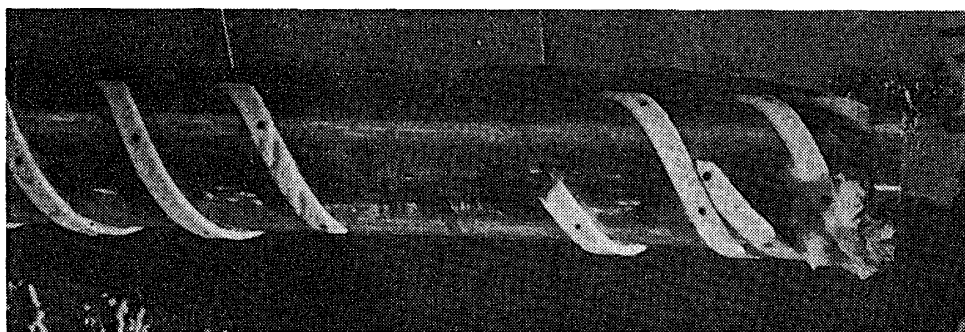


図 9 破損したテフロン製スパイラル

Fig. 9. Broken teflon spiral band.

でと同じものを使用した。作業用ピットは深さ 4.15 m となり、作業は一応順調であった。1 回に 15-20 cm ほど掘削するとドリルがスムーズに進まなくなり、少し持ち上げてまたおろすということを繰り返して進んだ。1 回のコアの長さは 30-40 cm、全体としての掘削速度は、2 m/h 程度であった。

しかし、13日 17 時 10 分頃ドリルを引きあげている途中で発電機が止まってしまった。深度 13.48 m である。いろいろ修理を試みたが、結局原因がわからず昭和基地へ機械担当の隊員の派遣を依頼した。機械担当の富樫隊員がボーリングサイトに着いたのは 15 日 21 時頃で、その間のボーリング作業は中止せざるを得なかった。

発電機の故障は燃料関係で、修理はすぐに完了した。遅れを取り戻そうと 22 時頃から掘削を開始した。5 回ほど掘ったところで今度は、内管を孔中に残してくるという事故が発生した。しかし、16日サイドカッターと内管ジョイントピンの機構を利用して引き上げに成功し、午後から掘削を再開できた。

地上から 15 m ほどのところであるが、それまでにも増してドリルがスムーズに進まず、外管やドリルの先に不凍液を塗ってやると多少良くなる感じを受けた。1 回の掘削時間は 10–15 分、平均コア長 25 cm で、掘進速度は非常に遅いが事故なく進んでいた。

18 日夕方、ドリルがもっと重ければ作業能率が上がるのではないかと考え、掘削深度が 40 m を越えたところで、前に破損した長いドリルを修理して使用した。しかし、2 回目にドリルの引き上げが不能となった。ドリル回収のため、孔中に不凍液（60%）を流し込んだ。40 l ほど流し込んだ後、ドリルの正逆回転を繰り返していると、ドリルが回転するようになり引きあげることができた。スパイラルは、ふたたび破損していた。この時の深さは 41 m、コアの密度は  $0.69 \text{ g/cm}^3$  であった。

19 日からふたたび短いドリルで掘削を続けたが、不凍液の注入によりサイドカッターの溝が破壊してしまい、ドリルの昇降がスムーズにいかなくなった。

遅い掘削速度で、しかもドリルの昇降に苦勞しながら作業は続いていたが、20 日夕方ドリルが回転しなくなった。引きあげてみると、原因は、内管と外管の間に削り屑が詰まったためであった。内管と外管とをはずすことができなく、発電カブス内の余熱で暖めて削り屑を溶かして取りはずした。

深くなるにつれて掘削速度は低下し、コアの切れも悪くなる。40 m 以深では、ドリルがコアなしであがってくることがたびたびあった。ボーリング作業は 22 日の夜まで続き、ケーブル長による深度は 62.84 m となった。深度 61 m でのコアの密度は  $0.81 \text{ g/cm}^3$  であった。

雪面下 4.15 m からの掘削状況を表 7 に示した。

表中のコア回収率は、ドリル昇降回数に対するコア採取回数の割り合いである。

### 5.3. 今後の課題

#### 5.3.1. 故障箇所

今回のボーリング作業で機械の故障箇所は、次のようなところであった。

- 1) 薄い円筒外管が原型をとどめることなく破壊した。
- 2) ビス止めしたテフロン製スパイラルが一部破損した。
- 3) コアカッターがうまく作業しないことが多かった。
- 4) 内管ジョイントピンの作動方法が不適當であった。
- 5) ウインチブレーキが不良となった。
- 6) 発電機の燃料調節バルブが詰った。

表 7 掘削状況一覧

Table 7. Drilling situation.

Date	Working hours of drilling (h m)	Depth (m)	Drilling length (m)	Drilling speed (m/h)	The number of elevation	The number of coreless collection	Rate of core collection (%)	Mean core length (cm)	Mean drilling time in one cycle (min)
January 13	5 : 40	13.48	9.33	1.64	35	9	74	35.9	9.7
14		work off (due to generator trouble)							
15	1 : 00	14.53	1.05	1.05	4	1	75	35.0	15.0
16	5 : 50	22.85	8.32	1.43	34	1	97	25.2	10.3
17	9 : 00	33.81	10.96	1.22	40	2	95	28.8	13.5
18	7 : 20	41.09	7.28	0.99	28	4	86	30.3	15.7
19	8 : 50	44.98	3.89	0.44	33	22	33	35.4	16.1
20	9 : 00	50.54	5.56	0.62	22	5	77	32.7	24.5
21	8 : 40	57.69	7.15	0.82	26	3	88	31.1	20.0
22	10 : 30	61.82	4.13	0.39	25	12	52	31.8	25.2
T (total) A (average)	T 65 : 50	T 61.82 * 62.84	T 57.67	A 0.96	T 247	T 59	A 76%	A 31.8	A 16.7

\* Cable length=62.84 m



このうち1)-5)は、ドリル本体の故障あるいはそれと同等なもので、今後改良されるべき点である。6)は燃料浄化装置の不良によるものと思われる。

### 5.3.2. 機械の問題点

5.3.1.に示した故障個所以外に、実際に作業して感じたボーリング装置の機能の改良されるべき点として次のようなことがあげられる。

- 1) 削り屑がよりスムーズにあがるように内管および外管の材質あるいは表面加工などを検討する。
- 2) 削り屑の落ちる穴の位置および数を改めて検討する。
- 3) 内管の長さは作業能率から考えて 1.5 m 位が手頃と思われる。
- 4) 不凍液などを流し込んでサイドカッターの溝が破壊した時のために、カッターガイドの上にもカッターをつけた方がよい。
- 5) スパイラルを止めるため内管の内壁にビスが出っぱり、中に入るコアに対し抵抗となるので、なくすべきである。
- 6) モーター部分は防水にした方がよい。
- 7) ウインチは 180 kg と重いので、そこに備え付けた方が作業しやすい。
- 8) 掘削孔の直径は多量の火薬が詰められるように可能な限り大きくした方がよい。

## 6. 観測の実施

1979年1月6日、人工地震関係の物資が「ふじ」から S16 へ空輸され、人工地震観測のオペレーションは開始された。1月14日オングル海峡海中で、23日には内陸氷床中での爆破が成功し、同時にその観測を実施することができた。

1月24日から全員 S16 で待機し、27日に昭和基地および「ふじ」への空輸が行われ、すべてのオペレーションが終了した。

観測実施に伴う人員および物資の移動などの結果を図 10 に示した。また、それぞれの担当分野における行動および観測実施状況を表 8 に示した。

## 7. あとがき

第 20 次日本南極地域観測隊により実施された、人工地震観測の実施の概要を報告した。得られた結果は、続報する予定である。日本における人工地震観測は、本報告程度の規模の場合でも、少なくとも十数名のそれぞれの専門家と、同人数程度の支援者が必要であり、

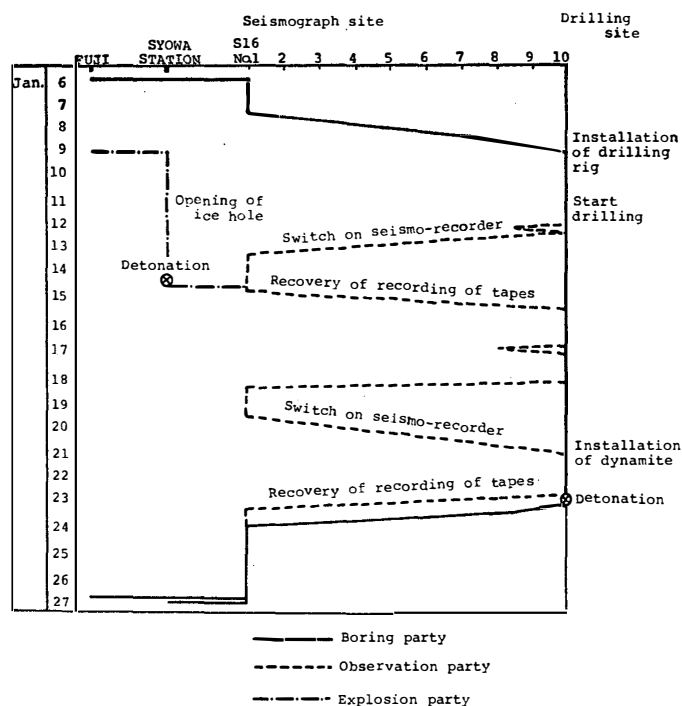


図 10 観測実施の概略図

Fig. 10. Diagram of the field operation.

表 8 観測実施状況

Table 8. Summary of the field operation.

月日	天気	ボーリング班	爆 破 班	観 測 班	備 考
1979年 1月6日	快晴	隊員6名とすべての物資が「ふじ」からS16へ空輸される			
7	快晴	雪上車, そりへの物資の積み込み			
8	快晴	0815 152°方向へ 出発 (矢内・田中・小 島・原田), KD609, KC26, 幌カブース 1, 発電カブース1, そり1.  地震計設置点を決定 しながら進む, S16 から 30 km 進んだ 所でキャンプ (No. 7地点)		0815 ボーリング 班と一緒に出発 (伊 神・森川). KC28, そり1. 5 km ごと に地震計および記録 装置の設置.  1100 ボーリング 班と合流	
9	快晴	1500 ボーリング サイト到着, 装置の 設置. 作業用ピット 掘り (4名) (2.7×2 ×0.6 m)	2000 隊員2名, 火薬 1 ton および観 測機器が昭和基地へ 空輸される. 火薬は 推薬庫に搬入	残り3点の観測装置 の設置	KC28の調子 が悪く0930頃 No. 7地点を 出発

Table 8 (continued).

月日	天気	ボーリング班	爆破班	観測班	備考
1月10日	晴	作業用ピット掘り (5名) (1.3 m まで). 電気系統の配線等準備完了. 1340 掘削開始 1540 ドリル引き 上げ不能となる(深 度 6.62 m) 全員で ドリルを回収するた めのピット掘り作業 (2 m まで)	爆破点の選定 火薬 1 ton, 観測機 器の現場への運搬		
11	晴 地ふぶ き	全員ピット掘り作業 (5 m まで) 2000 ドリル引き 上げ成功. 内管, 外 管破損	海水穴掘り (4 名) (2×2×0.7 m)		
12	晴 午前中 地ふぶ き	ボーリング装置の移 動および再設置 1800 新たに準備 完了	海水穴掘り (4 名) 深さ 1 m, 一部海面 に達する	1350 観測装置の スイッチを入れるた め S16 へ向かう(伊 神・森川・田中) KC26, KC28 1740 雪上車の調 子が悪く一担ボーリ ングサイトへ引き返 す 2020 ふたたび S16 へ向かう途中 KC1 台乗りすてる. No. 6-7 間でキャン プ	
13	晴	0930 掘削再開 (3 名) 1710 発電機エン ジンストップ, 掘削 中断(深度 13.48 m)	海水穴掘り (8 名) 深さ 1.85 m 完了. 火薬の箱およびドラ ム缶のブイ作り	0600 出発 1500 S16 到着	発電機故障の ため昭和基地 に機械の隊員 の救援を依頼
14	晴	コア整理, ボーリン グ装置の点検	爆破準備 1300 オンゲル海 峡海中にて爆破(火 薬 1 ton) 1750 一ノ瀬隊員 S16 へ向かう. 時計 の較正	S16 地点天測	機械担当富樫 隊員 S16 へ 向かう.
15	晴	2200 発電機修理 完了 2220 掘削再開 (3 名) 2230 発電機との 結線部が接触不良の ため焼け, 修理する. 2355 内管を孔中 に落とす (深度 14.53 m)	火薬 600 kg を S16 からボーリングサイ トへ輸送	1000 伊神・森川・ 田中・一ノ瀬・富樫 の 5 名 S16 を出発. No. 7 地点までのテ ープ回収. 時計のチ ェック完了 2100 ボーリング サイト到着	

Table 8 (continued).

月日	天気	ボーリング班	爆 破 班	観 測 班	備 考
1月16日	晴 地ふぶ き	内管回収に成功 1200 掘削開始 (4名) 深度 22.85m			
17	曇/晴 地ふぶ き	掘削作業 (4名) 深度 33.81 m		No. 8,9 テープ回収	
18	晴 午前中 地ふぶ き	掘削作業 (4名) 1730 破損した長いドリル使用. 2度目に引き上げ不能となる(深度 41.09 m) 不凍液 (約60%) を約 40 l 流し込む. 1940 引き上げ成功. ドリルはふたたび破損		ボーリングサイト天測 2130 S16 へ向かう	富樫隊員観測班とともに S16 へ向かう
19	晴	掘削作業 (4名) 前日の不凍液注入でサイドカッターの溝が破壊し, ドリルの昇降が困難になり, 掘削速度低下. 深度 44.98 m		0130 S16 に到着 S16 地点 JMR にて位置決定	1700 富樫隊員昭和基地へ
20	曇 時々晴	掘削作業 (4名) 深度 50.54 m. 内管と外管との間に削り屑がつまりはずれなくなったことがあった		0900 S16 出発 No. 6 までの観測装置のスイッチを入れる. 各点の JMR による位置決定. No. 6 にてキャンプ	
21	曇/晴	掘削作業 (3名) 深度 57.69 m	火薬装てん準備	0800 No. 6 出発 観測装置のスイッチ入れと JMR による位置決定 1600 ボーリングサイト到着	
22	曇 時々晴	掘削作業 (3名) 深度 62.84 m, 装置撤収	560 kg の火薬装てん		
23	晴	そり等へ荷物の積み込み. 帰途 No. 8 地点でキャンプ (矢内・一ノ瀬・小島・原田)	1750 爆破 残り 40 kg の火薬処理	1400 S16 へ向かう 1630 No. 7 で待機 1900 No. 7 出発 2340 S16 到着	
24	晴	S16 に全員集合, 物資, 機材の整理			
25	晴	待 機			
26	午前中 ブリザード/ 晴	待 機			
27	晴	空輸. 矢内・伊神「ふじ」へ, 田中・一ノ瀬・森川・小島・原田			昭和基地へ

総人員は 30 名を越える。今回は人工地震専門の隊員 3 名、支援 5 名の 8 名で、ほとんどすべてのオペレーションを実施した。

このような小人数で、観測を実施する以上、従来の人工地震の概念から脱皮し、長期間低温で作動するレコーダーや時計、氷雪ボーリングのメカニカルドリル、低温、高压に耐える火薬など、新しく開発や試作が行われた。すべてが満足ゆくものではないが、とにかく第 21 次隊での人工地震観測の実施の目途もつけることができた。

メカニカルドリルの試作は、北海道大学低温科学研究所の鈴木義男助教授の指導と鉱研試錐株式会社の協力によってできた。火薬は日本油脂株式会社、レコーダーは勝島製作所の協力によるものである。これらの方々に深く感謝致します。

第 20 次隊の吉田隊長、山崎越冬隊長、観測を直接手伝っていただいた、矢内、田中、小島、西田、森川、富樫各隊員はじめ、第 20 次隊および第 19 次越冬隊の皆様の協力が無ければ、この観測は成功しなかった。並記し、厚くお礼申しあげる。

また、国立極地研究所地学専門委員会の浅田敏、浅野周三、青木治三、高木章雄各委員には種々ご助言をいただいた。特に浅野委員には本原稿も読んでいただいた。

## 文 献

- 成田英器・奥平文雄 (1973): 雪氷. 日本南極地域観測隊第 13 次隊報告, 東京, 南極地域観測統合推進本部, 216-218.
- 渡辺興亜 (1975): みずほ観測拠点における観測. 日本南極地域観測隊第 15 次隊報告, 東京, 国立極地研究所, 149-151.
- 山田知充 (1972): 研究活動. 日本南極地域観測隊第 12 次隊報告, 東京, 南極地域観測統合推進本部, 186.
- 吉田栄夫 (1976): 夏隊の概要. 日本南極地域観測隊第 16 次隊報告, 東京, 国立極地研究所, 19-20.

(1979 年 10 月 31 日受理)