

第44次南極地域観測隊ドームふじ観測拠点越冬報告 2003–2004

大日方一夫*

Activities of the Dome Fuji Station wintering party of the 44th
Japanese Antarctic Research Expedition in 2003–2004

Ichio Obinata*

(2004年12月13日受付; 2005年1月20日受理)

Abstract: The 44th Dome Fuji Wintering party, consisting of eight personnel, carried out observation and logistic works at Dome Fuji Station ($77^{\circ}19'S$, $39^{\circ}42'E$, 3810 m a.s.l.) from 19 January 2003 to 23 January 2004. It was the 4th wintering after the 36th, 37th and 38th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE) parties during Deep Ice Coring Project I. Meteorological, glaciological and human physiological research were done as same as the past wintering, and observations of upper atmosphere physics were carried out for the first time. Many valuable results were achieved in each field of research. Our most important duty during wintering was to complete construction of a new ice coring site during wintering for Deep Ice Coring Project II and to start drilling with five members of the 45th summer drilling team which arrived at the inland station by airplane without using a ship from Japan for the first time in the history of JARE. There was neither a major injury nor accident during wintering. We safely completed construction of the new drilling site according to schedule and we conducted the first season's deep ice core drilling of the Project II to a depth of 362 m at last.

要旨: 第44次南極地域観測隊ドームふじ越冬隊の8名は2003年1月19日から2004年1月23日までドームふじ観測拠点($77^{\circ}19'S$, $39^{\circ}42'E$, 3810 m a.s.l.)において越冬観測を行った。ドームふじでの越冬は、第I期南極氷床深層掘削計画の第36, 37, 38次隊以来の4回目であった。

今回の越冬は気象、雪氷、医学研究等の他に初めて宙空隊員が越冬し、流星バースト通信実験やオーロラ観測を行い、各分野とも貴重な結果を得ることができた。

また、今回の最大の任務は第II期同計画のための新掘削場を完成させ、越冬明けの春に航空機で内陸に到着する第45次隊の5名を迎え入れて深層掘削を開始することであった。期間中大きな怪我や事故もなく無事に越冬を完了し、新掘削場、新型ドリルも予定通りに完成し、362 m 深まで掘削することができた。

1. はじめに

第44次南極地域観測隊は昭和基地での越冬観測に加え、ドームふじ観測拠点($77^{\circ}19'S$,

* 南部郷総合病院. Nanbugo General Hospital, 1404-1, Muramatsu-machi, Nakakanbara-gun, Niigata 959-1700.

39°42'E, 3810 m a.s.l.; 以下「ドームふじ」と略す)での越冬観測を行った。

ドームふじでの越冬は、第Ⅰ期南極氷床深層掘削計画の際の第36, 37, 38次隊以来であり、越冬中に第Ⅱ期南極氷床深層掘削計画のための新掘削場を完成させ、越冬明けの春にはわが国の南極観測史上初めて船を使わずに内陸に到着する第45次飛行隊の5名を迎え入れて深層掘削を開始することが一番の任務であった。

今回の越冬は過去3年間の越冬と同様に、気象及び雪氷観測、医学研究等の他に、初めて宙空隊員が越冬し、流星バースト通信実験やオーロラ観測を行った。

以下、各章にドームふじでの越冬の概要を記すが、詳細については国立極地研究所編(2004)を参照されたい。

表1に8名のドームふじ越冬隊の編成を示す。

表 1 第44次ドームふじ越冬隊員
Table 1. Wintering personnel of the 44th Dome Fuji Station wintering party.

担当	ふりがな 氏名	年齢 (出発時)	所属	隊経験等
ドームふじ越冬隊長 (兼越冬副隊長・医療)	おびなたいちお 大日方一夫	41	国立極地研究所事業部 (南部郷総合病院)	35次越冬
気象	すぎた おきまさ 杉田 興正	38	気象庁観測部	34次越冬
宙空系	なかの けい 中野 啓	22	静岡大学工学部	
気水圏系	かめだ たかお 亀田 貴雄	39	北見工業大学工学部	36次越冬
気水圏系	ふじた こうじ 藤田 耕史	33	名古屋大学大学院環境学研究科	
機械	たにぐち けんじ 谷口 健治	40	高知工業高等専門学校会計課	37次越冬
機械	くりさき たかし 栗崎 高士	26	国立極地研究所事業部 (いすゞ自動車(株))	
調理	たかはし きょう 高橋 暁	54	国立極地研究所事業部 ((有)高原荘)	36次越冬

2. 越冬経過概要

第44次ドームふじ越冬隊員8名は2002年12月30日にS16を出発した。高所順応については特に問題なく2003年1月19日にドームふじに到着し、43次ドームふじ旅行隊の熱い歓迎を受けた。ドームふじは36, 37, 38次の3年間の越冬の後、閉鎖されていたが、43次ドームふじ旅行隊が到着し、基地設備の立ち上げを行っていた。1月24日に43次隊は帰路につき、越冬が開始された。初めに生活、設営、観測態勢の確立に向けた仕事を行った。橇積み
の一般物資の整理は2月までかかった。緊急時に備え、食糧、寝袋、衣類等を橇、雪上車、

夏宿橈に準備した。31日に防災訓練を実施した。

2月はブリザードもなく、比較的穏やかな天候が続いた。最低気温も -56.9°C と、過去の越冬と比較しても高めであった。大気球充填棟及びそこから東に延びる雪洞の埋め戻し作業を行い、冬期間の雪取りはここから半露天式で行うことが可能となった。月の後半からケーシングパイプの抜去作業を開始したが、スチームドリル用のボイラーが高所による低気圧のために不完全燃焼し、困難を極めた。

3月になると日を経るごとに夜が長くなり、3日に一番星、6日にオーロラを初視認した。14日には気温が初めて -60°C を下回り、16日には初のC級ブリザードを体験した。ケーシングパイプの抜去作業は1時間ごとに交代しながら連続64時間実施したが、先端部まで約1.4mを残してスチームドリルは完全に機能しなくなった。その後は電動チェーンブロックや手動ジャッキ等で引き上げつつ、遠隔カメラでのパイプ内部、先端部分の確認、周囲を融解させるための暖めたエタノールや灯油(JP-4)の注入等、できる限りの方策を講じたが3月中には抜去できなかった、この作業を行いつつ、越冬に向けての燃料の基地内搬入、屋外デポ、車両の越冬準備、新、旧掘削場の整備などを行った。下旬になってからは急速に気温が下がり始めた。比較的気温の高くなった26日に、ヒアブ付き雪上車で新掘削場に大型物資の搬入を行い、極夜期を終えるまでの越冬準備はほぼ終了した。急激に寒さが増したせいで顔面の凍傷や手足の冷えなど、作業環境は急激に悪化した。22日には全員でサッカーの試合を行ったが、とても苦しかった。

4月10日に気温は -70°C を突破、27日から極夜が始まった。ケーシングパイプは4日になってようやく上昇させることに成功し、5日にはすべてを抜去、回収できた。またこの作業中に掘削孔の底100mに落としてしまった隊員の手袋も、その後のチップ回収時に無事に回収された。ドームふじでは良いオーロラはあまり見られないと言われていたのだが、かなり良い状態のものが見られるし、昭和基地と違って晴れていることが多いので、気温が低いことを除けば観測にはかなり良いことがわかった。

5月上旬は風の強い日が多く、5日と7-9日にC級ブリザードが襲来した。ブリザード後の基地周囲の積雪はかなり多く、半露天式にしている雪取り用の雪洞内に周囲から雪を投入することが可能であった。12日に -76.1°C を記録したが、その後は -60°C 台に留まることが多く、過去の記録にも見られるように、ミッドウィンター前の低気温のひとつのピークがあった。リーミング(掘削孔の拡張)を再度実施後、新たに挿入したケーシングパイプは予定より約6m浅いところであってしまっていたが、92.8mまで挿入することに成功した。柱を2本建てて新旧掘削場接合部の屋根の補強と、通路(斜坑)の拡張の後、分解しなければ移動は困難なのではないかと考えられた推定2t以上の深層掘削用のウィンチを旧掘削場から新掘削場に移動するのに成功した。

6月は時々雪の降ることがあったが、基本的には晴れていることが多かった。寒さの1回

目のピークは5月にあり、6月は気温がやや高かった。23日には今越冬4度目となるC級ブリザードが襲来した。掘削準備関係では、本格的に床の基礎工事、床張り作業に入り、10日にはウィンチの設置が完了した。ミッドウィンター祭は21日の前夜祭と22~24日の3日間の本祭を楽しんだ。中でも特筆すべきは -70°C でのドラム缶風呂で、温度差110数 $^{\circ}\text{C}$ 、髪の毛はバリバリに凍り付きながらも満天の星、オーロラを眺めながらの最高の体験であった。その他には豪華フルコースの食事、駄菓子屋、マジックショー、ビンゴ大会や隊員が料理を作ったりして楽しんだが、大騒ぎをするというよりは休養半分という感じで、ゆっくりと過ごすことができた。

7月6日に初めてのB級ブリザード、12日にC級ブリザードが襲来した。B級ブリザードの後には基地内の各所にドリフトが付き、除雪に苦労した。23日に今越冬の最低気温 -79.6°C を記録した。生活面ではようやく時間的にゆとりが生じたため、初めてビールを醸造しサラダ菜が収穫された。

8月18日に太陽の光が射すのを観測し、極夜は終了した。C級ブリザードが1~2、28~29日に襲来した。13日に新掘削場の基礎・床張り工事が完了した。その後はマスト起倒用のピットの掘削を開始し、月末までに5.2 mの深さに達した。世界的に問題となったコンピュータウイルスは、昭和基地から「感染したので要注意」との連絡を受けて直ちに外部との接続を遮断し、対策ソフトを手に入れて防御したため事なきを得た。たまたまお盆休みに重なったせいもあるが、この件に関して極地研究所とは連絡が取れず、すべて隊員の個人的なつながりで対策ソフト等を入手した。今回は幸い防御できたが、ほとんど孤立した状態のドームふじでは、ひとたび感染すると重篤な結果を起こしかねないので、今後は極地研究所側の十分な対策、迅速な対応を強くお願いしたい。今まで毎日の食事の時の席は自由にしていたが、だんだん固定化されてきたので1週間ごとに席替えをしてマンネリ化を打破することにした。

9月の前半は概ね晴れの日が続いたが、後半は風の強い日が多く、16日、30日にはC級ブリザードとなった。極夜が明けてからはどんどん明るさが増し、月末には真夜中でも水平線上は明るく、ライトなしで歩ける程になった。これに伴って、宙空のオーロラ観測は30日で終了した。太陽が当たると暖かく感じるが、気温は -60°C 台のことが多く、時々 -70°C 台になった。マスト起倒用のピット（幅80 cm、長さ、深さ共に10 m）はすべて手堀で完成した。越冬後初めて歯科の疾患が2件（歯冠脱落、歯冠破損）発生した。19日には第2回家族会が開催され、テレビ電話で久しぶりに家族と再会することができた。

10月は1日と12~13日にC級ブリザードが襲来した他は、概ね晴れまたは快晴の天気が多かった。25日から白夜が始まった。気温は月の前半はやや低めに経過して11日には -76.2°C を記録したが、後半は徐々に上がって冬明け後始めて 30°C 台となった。マストの組み立て・設置、小型門型ホイストの改造・設置、リフター設置部の掘削、ピット内の樋の設

置などが終了し、掘削ドリルの搬入も終了した。また、床、階段、机、ピットの蓋などの建築関係の作業もすべて終了した。気温の上昇に伴って外作業も多くなり、10日には全5台の雪上車のエンジンが掛かり、下旬からはトラックテンション対策品ピン交換や、45次夏隊の出迎え旅行に向けての車両整備が行われた。出迎え旅行の準備はこの他にも食糧レーション作りや標識用赤旗作りなどが行われた。プラスチックコンテナに支柱を立て、上に蛍光灯を付けて周囲をビニールで覆った簡単な装置でミニトマトを栽培し、直径1cmほどの実が収穫できた。

11月初めは気温が高く、最高気温 -26.4°C を記録した。急に気温が上がったため、基地内のあちらこちらで天井からしずくが垂れた。その後は平均気温が -40°C 台に戻ったが、概ね快晴で、全般的に風も弱く、本格的な夏の到来を感じるようになった。陽射しが強くなり、わずかな時間でも顔面露出部の日焼けがおこった。5日には氷霧を観測した。24日深夜には快晴のもと、皆既日食が観測された。皆既日食の時間は午前2時7分32秒から2時9分15秒までの1分43秒間であったが、その間、周囲は暗くなり、空にはコロナ輝く黒い太陽が浮かんだ。当日撮影された皆既日食の写真は、国内の多くの新聞の第1面を飾った。気候が安定したのに伴い、本格的に外作業を行った。24日からの出迎え旅行に備え、櫓積みや、雪上車の整備などを行った。掘削準備作業は3400mのケーブルの巻き取り作業を完了し、ほぼ予定通り終了した。休日に散歩をするのが流行し、MD732、734に立てられた看板や、その先のMD736まで足を伸ばす隊員もいた。振り替え休日の19日には、そうめん流しをして楽しんだ。24日には、45次夏隊の出迎え隊（大日方、栗崎、中野）がドームふじを出発し、28日に予定どおりARP1に到着、滑走路整備を行った。30日にアルフレッド・ウェゲナー極地・海洋研究所所有のドルニエ機が航空中継拠点に着陸し、45次隊員5名が、わが国の南極観測史上初めて船舶を使用しないで内陸に到着した。

12月は月を通して概ね晴時々曇、気温は高めで安定していたが、14~15日、27~28日にかけてはやや風が強まって地吹雪となり、意外に多くのドリフトが付いた。45次夏隊、出迎え隊は5日にドームふじに到着し、13人での生活が始まった。危惧されていた高所障害については軽い頭痛や睡眠障害が認められた程度で、いずれも2~3週間で消失した。食事の時に食堂が狭いと感じる他は生活、仕事全般にわたりとてもうまくいった。基本的に、われわれは基地の維持関係を主とし、45次隊には深層掘削、コア解析準備に専念してもらった。25日には第2期氷床深層掘削計画で初めてのコアの掘削に成功した。

正月は元日のみ休日にし、ドラム缶露天風呂を楽しんだ。1月の気候は月を通して大きな変化はなく概ね晴時々曇であった。18日に過去3回のドームふじでの越冬中の記録を更新する13回目のブリザード（B級）が、さらに基地閉鎖前日の22日にはC級ブリザードが来襲した。45次飛行隊との生活は、12月に引き続き極めて良好に経過した。19日から基地閉鎖作業に取りかかり、23日をもって基地を完全に閉鎖、全員で帰路についた。基地閉鎖時の詳細

については別に「基地閉鎖報告書」を作製した。深層掘削は 14 日に 300 m を突破し、4 m 弱のコアが安定して掘削できるようになったので、44 次隊の 3 名もドリラーとして掘削をさせてもらい、作製されたマニュアルに従って行くと、素人でもとても順調に行えることが確認された。16 日に総掘削数 77 回、362.31 m で今期の掘削を終了した。18 日には掘削孔の検層を行ったが、問題はなかった。復路旅行では、45 次夏隊（飛行隊）の ARP2 でのピックアップは天候不良のため不可能だったが、S17 から無事にピックアップされた。

3. 観測経過概要

3.1. 気象

地上気象観測では、地上気象観測装置及び目視により観測を行った。観測期間は 2003 年 2 月 1 日より 2004 年 1 月 20 日まで。越冬期間中は測器の故障やノイズの混入などのトラブルもあったが、概ね順調に観測データを取得できた。

今越冬での年平均気圧は 598.4 hPa、年平均気温は -53.8°C 、年平均風速は 5.9 m/s、また最高気温は -23.5°C 最低気温は -79.6°C 、最大風速は 15.6 m/s、最大瞬間風速は 18.3 m/s であった。ブリザードは過去最高の 13 回来襲した。

大気混濁度観測では、携帯型サンフォトメーター（EKO, MS-120/S97133.01）により 5 波長についての観測を行った。

旬別平均気圧（図 1）、旬別平均気温（図 2）、旬別平均風速（図 3）、旬別平均雲量（図 4）、月別気象表（表 2）を掲載する。

3.2. 雪氷

プロジェクト研究観測「南極域からみた地球規模環境変化の総合研究」の中の研究課題「氷床—気候系の変動機構の研究観測」を行った。主なものは以下の通りである。

ドームふじでは積雪量観測（36 本雪尺）、表面積雪密度測定、表面積雪サンプリング、降雪・霜サンプリング、ピット観測、衛星同期積雪粒径観測、雪面昇華量測定、降雪・飛雪粒子の粒径及び数の測定・顕微鏡観察、上空の降雪粒子濃度分布記録、雪温連続測定、雪まりもの観測、露点観測、基地内の気温連続測定、GPS 観測、無人気象観測（データロガー方式）、無人気象観測（Argos 方式）などを行った。

往路、復路旅行ではルート上の雪尺・雪尺網の測定と補修、表面積雪サンプリング、表面積雪形態の写真撮影、6 地点で無人気象観測（データロガー方式）、3 地点で無人気象観測（Argos 方式）、移動 GPS 観測等を行った。

第 45 次夏隊出迎え旅行では新たに雪尺を設置し、表面積雪サンプリング、表面積雪形態の写真撮影等を行った。

ドームふじからサミット（仮称、 $77^{\circ}14'57.83''\text{S}$, $39^{\circ}14'00.49''\text{E}$ ）、DF80 間の移動 GPS 観測

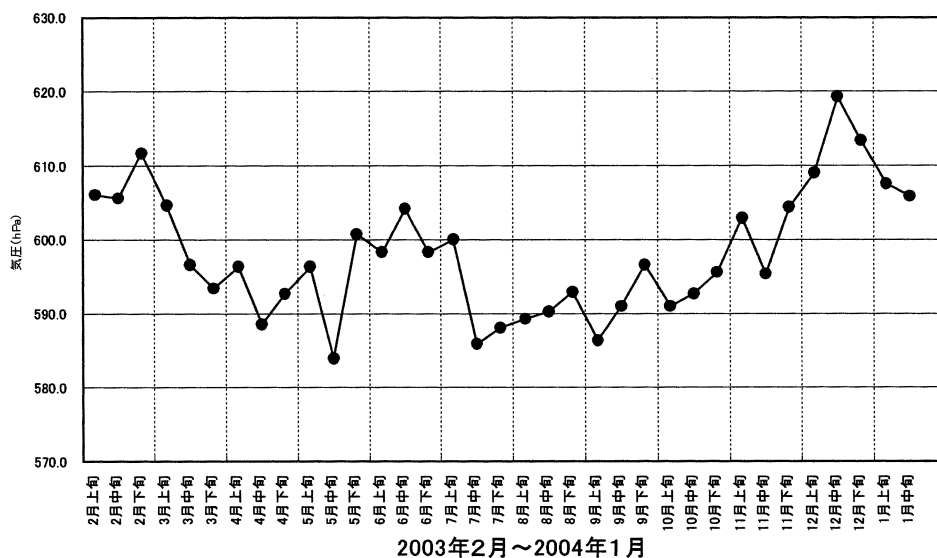


図 1 ドームふじ旬別平均気圧

Fig. 1. Ten-day means of atmospheric pressure at Dome Fuji Station.

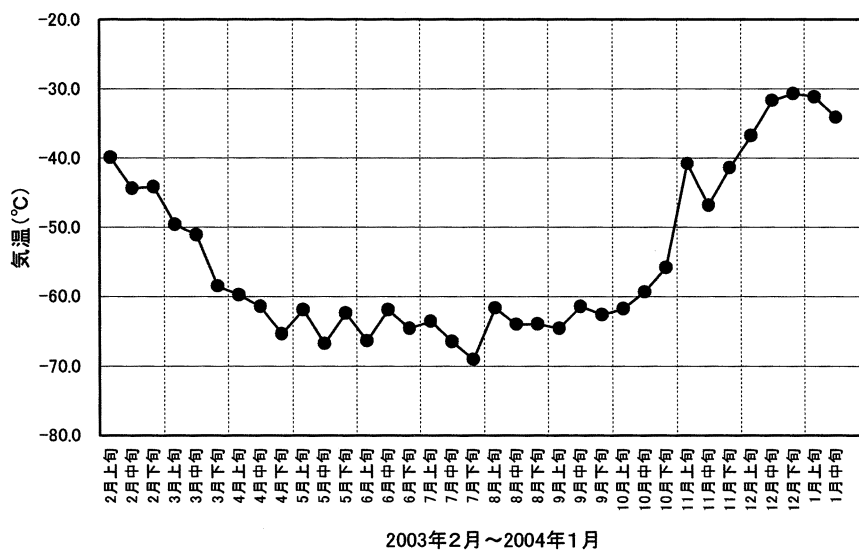


図 2 ドームふじ旬別平均気温

Fig. 2. Ten-day means of air temperature at Dome Fuji Station.

を行った。

DF80 にて 2.5 m ピットを掘り、幅 30 cm、奥行き 25 cm、深さ 2.5 m のバルクサンプルを採取した。

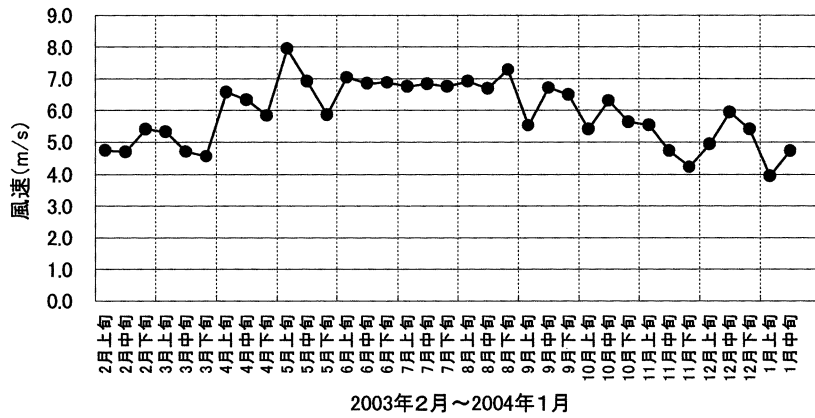


図3 ドームふじ旬別平均風速

Fig. 3. Ten-day means of wind speed at Dome Fuji Station.

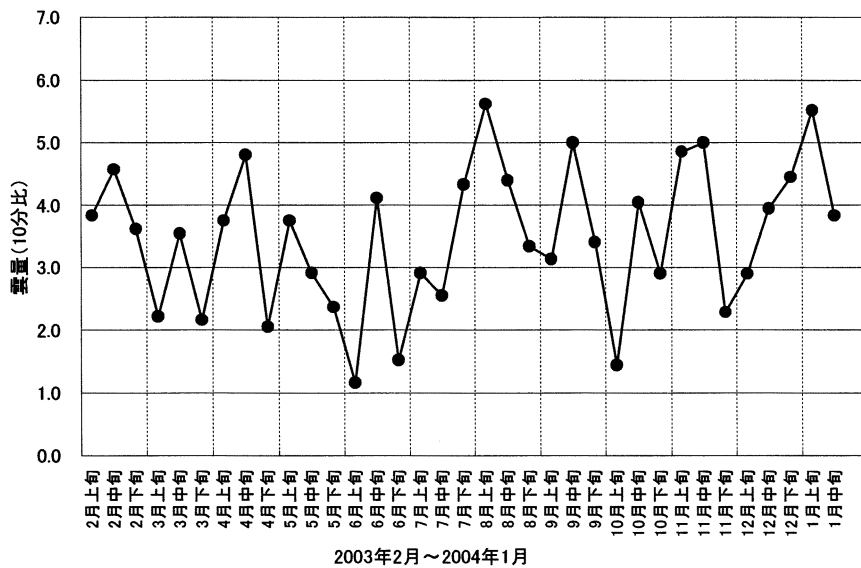


図4 ドームふじ旬別平均雲量

Fig. 4. Ten-day means of cloud amount at Dome Fuji Station.

3.3. 深層掘削準備作業及び深層掘削

第44次隊では、第43次隊が造成した新掘削場を引き継ぎ、主として内装工事を実施し、新掘削場にて深層掘削が実施可能な状態とした。各作業の実施時期及び作業量を表3及び表4にまとめた。

表 2 ドームふじ月別気象表
Table 2. Monthly summaries of surface weather observations at Dome Fuji Station.

年	2003												2004 (※1)		44 次越冬期間 平均値・極値	
月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1				
平均気圧	607.5	598.1	592.5	593.9	600.3	591.2	590.9	591.3	593.2	600.9	613.9	606.7				
最低気圧	600.7	580.4	579.2	574.7	590.7	574.4	578.0	578.0	576.0	589.9	602.4	600.5			598.4 574.4	
起日	2	30	18	15	29	24	10	10	10	17	3	12				
平均気温	-42.7	-53.2	-62.2	-63.6	-64.3	-66.4	-63.2	-62.9	-58.9	-43.0	-33.0	-32.6			-53.8	
最高気温の平均	-36.6	-48.4	-55.8	-58.0	-59.2	-59.7	-57.2	-57.3	-52.7	-36.7	-28.1	-27.9			-48.1	
最低気温の平均	-49.4	-59.1	-67.3	-69.6	-69.0	-72.3	-68.4	-68.8	-66.5	-50.5	-39.2	-38.9			-59.9	
最高気温	-29.6	-36.9	-44.9	-47.9	-47.9	-45.9	-45.0	-50.0	-38.2	-26.4	-24.6	-23.5			-23.5	
起日	20	1	13	8	23	6	2	5	31	3	30	2			-79.6	
最低気温	-56.9	-68.9	-74.4	-76.1	-75.6	-79.6	-76.2	-77.9	-76.2	-57.7	-46.3	-43.1			-79.6	
起日	23	30	25	12	29	23	12	7	11	9	1	16				
最低気温	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	13			32	
平均気温	-40℃以上の日数	10	-	-	-	-	-	-	-	7	31	20			68	
最高気温	-40℃以上の日数	20	1	-	-	-	-	-	1	21	31	20			94	
最低気温	-40℃未満の日数	-	11	7	30	30	29	30	30	-	-	-			198	
平均気温	-60℃未満の日数	-	4	21	24	25	26	22	13	-	-	-			157	
最高気温	-60℃未満の日数	-	2	28	13	17	9	9	1	-	-	-			94	
平均風速	m/s	4.9	4.9	6.3	6.9	6.9	6.8	7.0	6.3	5.8	4.8	4.3			5.9	
最大風向	16 方位	S	S	E	E	NE	ESE	ENE	E	SE	SW	E			ENE	
最大風速	m/s	9.2	10.5	9.6	12.1	11.0	15.5	12.6	10.9	10.8	10.2	10.6			15.6	
風向 起日	N, 18	N, 16	NNW, 3	SSE, 5	NE, 23	NE, 6	NE, 1	S, 30	NW, 31	NNW, 1	SE, 2	NE, 18			18.3	
最大瞬間風速	m/s	10.8	12	10.2	14.8	13.3	18.3	14.8	12.5	13.2	11.7	12.5			18.3	
風向 起日	NNE, 3	N, 16	NE, 12	SSE, 5	NE, 23	NE, 6	NE, 1	S, 30	* S, 1	NNW, 1	ESE, 2	NE, 18			332	
最大風速	5.0m/s 以上の日数	27	20	30	31	30	31	31	30	30	27	29			28	
10.0m/s 以上の日数	日	-	1	-	8	1	5	4	1	3	1	3			2	
15.0m/s 以上の日数	日	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-			17.6	
平均全日射量	MJ/m ²	22.8	5.9	0.8	-	-	-	0.3	3.5	15.5	31.7	39.8			3.6	
平均曇量	日	4	2.7	3.8	3.0	2.4	3.0	4.4	3.7	2.9	3.9	3.7			5.2	
平均曇量	日	7	18	12	18	19	18	8	12	19	17	11			164	
1.5 未満の日数	日	1	1	2	1	1	2	6	2	2	4	7			35	
8.5 以上の日数	日	10	28	30	31	30	31	31	28	29	28	29			310	
雪日数	日	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1			1	
終日数	日	-	1	-	5	1	3	4	2	3	-	2			2	
ブリザード日数	日	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			-	

(※1) 1～20 日までの統計値

表3 第44次隊が実施した深層掘削準備作業（一般設備作業を除く）
 Table 3. Preparation work for deep ice core drilling.

作業名	実施期間	作業量 (人・日)
ケーシングパイプ引き抜き	2月25日~4月4日	180
掘削孔拡張	4月9日~25日	400
ケーシングパイプ挿入	4月26日~5月17日	38
ウインチ移設（移設用スロープ造成、ドリル作業室西側の雪留め作業を含む）	5月19日~6月3日	40
床造成	6月4日~8月14日	100
マスト起倒用10mピットの造成及び内部での樋の設置	8月15日~9月12日	50
ドリル作業室西側の階段造作及び旧掘削場の深層ウインチ跡の床張り	10月18日~22日	3
新掘削場の機の製作	8月16日~9月4日	10
マスト及び門型の設置	9月5日~10月17日	20
リフター設置	9月25日~10月2日, 10月6日~11日, 13日	10
ウインチ稼働テスト	3月12日~14日（西側）	3.5
チップ回収用ウインチの設置	10月3日~8日（東側）	5
深層ウインチのケーブル巻き換え	10月31日~11月6日	2.5
深層ドリルの組み立て及びマストの調整	11月8日, 10日	1.5
コア貯蔵用雪洞の拡張及びコア棚の設置	11月11日, 17, 18日	8
	11月20日, 26日~12月2日	8
	12月18日~21日, 23日~24日	6.5

表4 第44次隊が実施した新掘削場での一般設備作業
 Table 4. General work at the new ice core drilling site.

作業名	実施期間	作業量 (人・日)
掘削場照明（ハロゲン灯）設置	4月17日~19日	2.5
新コントロール室照明設置及び電気配線（ドリル作業室からの配線含）	4月24日~25, 30日, 5月1日~3日, 7月4日, 9~10日, 14~17日	12.5
ドリル作業室分電盤交換及び配線	6月16日~18日, 27日~30日	8
ウインチ配線	7月1日~3日	
排気設備（ダクトファン）設置及びダクト工事	8月4~8日	5
	8月11日, 12, 15, 18, 19, 21~23, 27, 29日, 9月3~5日	15
	12月9日~10日	
脱水機配線	9月9, 12日	1.5
掘削ピット照明（投光器）設置	9月25日~26日	2
掘削場電源（コンセント）、コンプレッサー設置及び配線	10月24日~25, 27日, 29日~31日, 11月7日	6
洗浄用ブチルポンプ設置及び配管、配線	11月8日, 27~28日	5
	12月11日~12日	

第45次航空隊5名（本山，田中，吉本，鈴木，宮原）がドームふじに到着した後は，彼らを中心にドリルの最終調整及び掘削を2004年1月20日まで実施した．調整後の掘削は順調で，長さ3.7m程度の割れていない高品質の氷コアを採取することができた．掘削は合計で77回行い，362.31m深まで到達した．これはおよそ1万年前までさかのぼったことになる．

3.4. 宙空系

第44次宙空部門では，プロジェクト研究観測「南極圏広域観測網による太陽エネルギー流入と電磁圏応答の研究」としてドームふじでの初めての観測として，流星バースト通信端末によるデータ伝送予備実験，オーロラの光学観測，地磁気変動観測，無人磁力計観測を実施した．このうちオーロラの観測を行えた日は3月:15夜，4月:25夜，5月:21夜，6月:18夜，7月:22夜，8月:21夜，9月:22夜であり，満月による観測中止日を除けば約92%の割合で観測を行うことができ，貴重なデータを多数得ることができた．

3.5. 医学

3.5.1. 高所適応についての研究

旅行中をも含めた毎朝，全隊員に血圧・脈拍・経皮的末梢動脈血中酸素飽和度を自己測定してもらい記入してもらった．第45次飛行隊にもお願いした．

全隊員の左右の握力，下腿周囲長，上腕周囲長，上腕三頭筋皮下脂肪厚，肩胛骨下部皮下脂肪厚，肺活量を毎月1回測定した．

全隊員に歩数計を装着してもらい，毎日の歩数を1週間ごとに集計した．

摂取カロリーを計算するために毎回の食事をデジタルカメラで撮影した．

入浴の際に全隊員に体重，体脂肪率を計測してもらった．この結果は1カ月ごとにまとめ，隊員に通知して自己健康管理にも役立ててもらった．

健康診断の採血（往路復路旅行を含めて動脈7回，静脈2回）の際に血清分離して凍結し，国内に持ち帰って分析した．

個別の蓄尿は行わなかったが，大便と小便は別々に処理されるので尿量を記録した．

3.5.2. 高所における睡眠の研究

睡眠モニター（Teijin Morpheus R）を全隊員に延べ79回装着，記録した．Chyne-Stokes呼吸がしばしば認められた．

3.5.3. 睡眠覚醒リズムの季節変動

極夜期と白夜期に全隊員に1カ月間睡眠表，気分の調査表への記入を依頼した．同意の得られた6名にはそれぞれの期間中に1回ずつ2時間ごとの24時間採血を行った．サンプルは国内に持ち帰り，メラトニン，オレキシン，血糖などを測定した．

4. 設 営

4.1. 機械・燃料

4.1.1. 概要

越冬開始後の 2, 3 月には極夜期に備え雪取り場確保のため、崩壊の危険性があった雪取りリフター東の雪洞を一旦埋め戻し、再度露天掘りをする準備を行った。また、雪面下に埋もれた基地燃料庫に燃料ドラムを搬入するためのリフター設置及びリフター近くの雪面上にデポする作業等を行った。年間を通じて発電棟内設備をはじめとする基地内諸設備の維持管理、雪上車・ミニバックホーの車両整備と維持管理、また、併行して新掘削場建設及び掘削準備で計画された電気・防災・換気設備等の施工を行った。その他既存設備では、特に大きなトラブルも無く、その他の設備においても概ね良好に稼働した。

4.1.2. 電力設備の概要

生活用電源として発電棟の発電機（1, 2 号機）を約 500 時間ごとに交互運転した。掘削場ドリル作業室発電機（3 号機）は、新掘削場建設設備工事や掘削ドリルシステムの試運転等に応じて適宜運転を行った。

3 号発電機については 43 次隊で取替え済みであったが、2 月 17 日に油圧低下で停止した。原因は油圧ポンプ取付ボルトの脱落で翌 18 日修理復旧し以降問題なく運用できた。

図 5 に生活用発電機（1, 2 号機）の月別使用電力量、図 6 に生活用発電機の月別燃料消費量を示す。

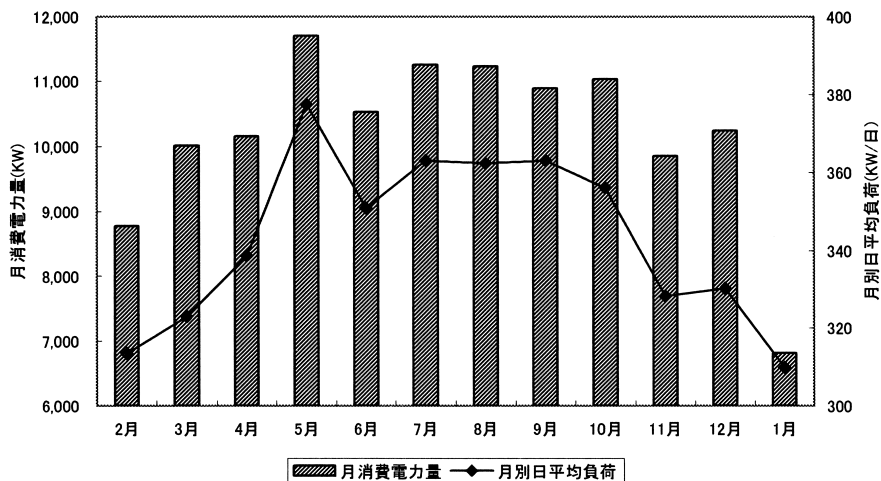


図 5 ドームふじにおける月別使用電力量

Fig. 5. Monthly electric power supply at Dome Fuji Station.

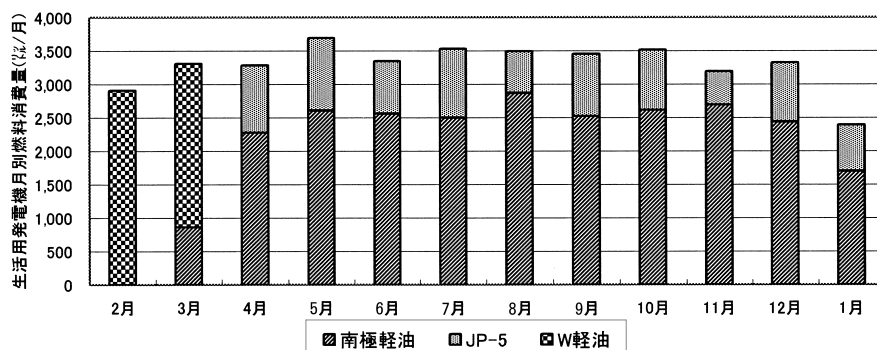


図 6 ドームふじにおける生活用発電機の月別燃料消費量

Fig. 6. Monthly fuel consumption of power generator at Dome Fuji Station.

4.1.3. 電気設備工事

以下に電気設備工事箇所・内容を記載する。

1) 新掘削場

新掘削場建設に伴う照明、コンセント、掘削関連機器電源等の設置及び配線を行った。

2) ドリル作業室

3号発電機分電盤取替え及び設置場所変更に伴う配線引き直し、トランス（15kVA: 3φ200V/3φ100V）の取替えを行った。

3) 旧掘削場

旧掘削場では屋根の崩壊が危惧されていたため、屋根トラス内の配線調査及び不要配線の撤去を行った。

4) 屋外

極夜期に備え5カ所に屋外灯（投光器）の設置及び配線を行い、以降の越冬が予定されていないことから12月にはすべてを撤去した。

4.1.4. 機械設備

1) 造水設備

生活用水については当初、屋外雪面の雪を橇で運んで、第43次隊で設置したシューターを利用し雪取り前室に落とし造水槽へ投入作業を行っていたが、極夜期の雪取り作業を考慮して雪取りリフターから東に約40m伸びている雪洞を埋め戻し、半露天式にしての雪取り作業を越冬終了まで行った。

図7に月別給水使用量を示す。

2) 排水設備

第43次隊で改修を行った排水配管及びエアブロー装置は良好に作動した。

3) 風呂循環装置

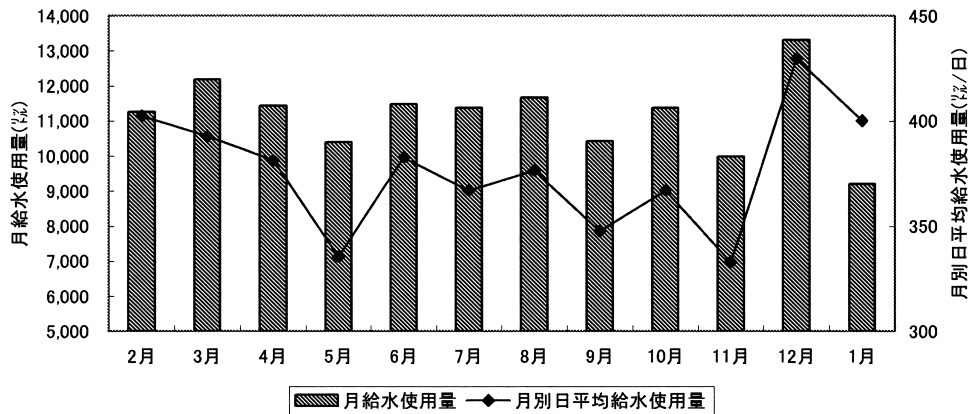


図 7 ドームふじにおける月別給水使用量
Fig. 7. Monthly water supply at Dome Fuji Station.

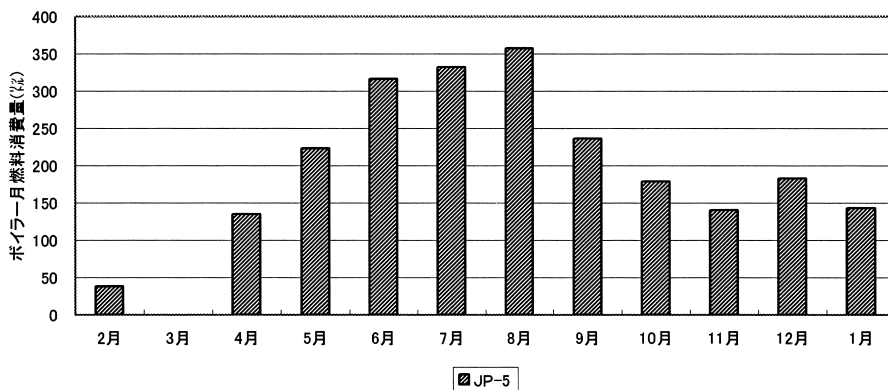


図 8 ドームふじにおけるボイラー月別燃料消費量
Fig. 8. Monthly fuel consumption of heating boiler at Dome Fuji Station.

第44次隊で持ち込みの家庭用24時間循環装置に交換した。4名仕様の循環風呂装置だったためか、8名が毎日風呂に入ると浄化効率が悪く洗濯水は浴槽の湯を使用するようにした。

4) 暖房設備

温水ボイラーは不着火や失火（火が自然に消えてしまう）が度々発生したので、炉内の掃除や部品交換で対処した。居住区の気温は年間を通じて20℃前後であった。図8にボイラーの月別燃料消費量を示す。

5) 換気設備

本格的に掘削作業が始まりブチル臭が食料庫、居住区北出口に滞留するようになったため、新たに屋外北出入口東面に有圧換気扇を設置した。

6) 新掘削場

掘削場の換気用として新コントロール室北床面，脱水機後方床面及び掘削トレンチ内にダクトファンを設置した。

4.1.5. 防災・インターホン設備

熱感知器，煙感知器，非常放送設備の動作テスト，消火器の点検は2カ月に1回行った。

4.1.6. トイレ

大便是既設のバック式トイレを使用し汚物は当直者が適宜ドラム缶に廃棄した。小便は第43次で設置の小便タンクを使用し，8日に1回風呂排水ポンプで屋外排水溝に投棄した。

4.1.7. 車両

1) 雪上車

往路旅行ではSM106, SM107, SM108, SM112, SM113号車を使用し，ドームふじにてSM106, SM113と第43次隊が持ち込んだSM102改, SM103改との入れ替えを行い，越冬車両はSM102改, SM103改, SM107, SM108, SM112の5台とした。

2) 緊急車両について

越冬中の緊急車両を車両状態の良いSM112とした。緊急車両の保管は過去の越冬では不凍液を抜いて避難小屋に格納していたが，緊急時の立ち上げにかなりの時間を要することと，格納する避難小屋の周囲はドリフトにより除雪をしてからでないと外に出せないことなどから，不凍液を抜かずに屋外に残置し，毎日プレウーマーをかけ，1週間に1回（2時間程度）はエンジンを始動して保管した。アイドリング程度ではなかなかフル充電にはならず，バッテリー液の比重低下で電解液が凍結して基地内にて充電したことや，低温でエンジンを始動したことでファンベルトに負担をかけ，極夜明けにファンベルトを交換しなければならなかったこと等のデメリットが発生したが，これらは対策をとっておけば回避できる問題であり，今までの方法では立ち上げに1日から2日かかるところを，今回の方法では極低温下でも3~4時間という短時間で立ち上げることが可能であり，有効な方法であると思う。

4.1.8. 燃料

燃料の消費内訳及び燃料収支を表5に示す。

生活用発電機（1・2号機），温水ボイラーの燃料については，雪面下の燃料庫に燃料を搬入するため，ドラム缶搬入用リフターを燃料庫南スノーモービル小屋に設置し，燃料庫及びスノーモービル小屋にドラム缶を搬入して使用した。特に極夜期は車両が使用できないため，あらかじめリフター近くの屋外に南極軽油を90本，JP-5を40本デポし適宜燃料搬入作業を行った。生活用発電機は越冬開始から3月23日まで在庫のW軽油を使用し，以後は南極軽油とJP-5を約7:3の割合（火・金JP-5，以外は南極軽油）で給油した。温水ボイラーはすべてJP-5を使用した。

掘削用発電機（3号機）の燃料についてはドリル作業室東の燃料庫が常に外気温と変わら

表 5 ドームふじにおける月別各種燃料消費量
Table 5. Monthly fuel consumption at Dome Fuji Station.

燃料消費内訳(%)																			
南極軽油					W軽油			南極灯油				JP-5					JP-4		Jet-A1
生活用発電機	燃料用発電機	車両	ミニバンカー	小計	生活用発電機	ボイラー	ワタター	スチール	小計	生活用発電機	ボイラー	ワタター	スチール	小計	ワタター	ボイラー	小計	45 次量減出量	
1 月	0	0	305	49	354	750	156	0	0	906	0	0	0	0	0	0	0	0	
2 月	0	30	281	66	377	2,903	38	75	188	3,204	0	155	0	155	0	0	155	0	
3 月	864	352	527	35	1,778	2,447	0	95	157	2,699	0	0	0	0	0	0	200	0	
4 月	2,277	302	187	0	2,766	0	0	0	0	0	1,009	135	50	0	1,194	0	0	0	
5 月	2,607	149	0	0	2,756	0	0	0	0	0	1,086	223	0	70	1,379	0	0	0	
6 月	2,562	5	0	0	2,567	0	0	0	0	0	784	316	0	40	1,140	0	0	0	
7 月	2,494	36	0	0	2,530	0	0	0	0	0	1,034	332	20	30	1,416	0	0	0	
8 月	2,870	37	0	0	2,907	0	0	0	0	0	627	357	0	80	1,064	0	0	0	
9 月	2,520	61	0	0	2,581	0	0	0	0	0	932	236	20	40	1,228	0	0	0	
10 月	2,609	29	582	0	3,220	0	0	0	0	0	907	179	30	90	1,206	0	0	0	
11 月	2,692	196	647	20	3,555	0	0	0	0	0	503	140	50	60	753	0	20	0	
12 月	2,439	1,269	5,957	45	9,710	0	0	0	0	0	882	183	185	0	1,250	0	1,200	0	
1 月	1,701	770	6,400	31	8,902	0	0	0	0	0	693	143	110	90	1,036	0	0	0	
合計	25,635	3,236	14,886	246	44,003	6,100	194	170	345	6,809	8,457	2,399	485	500	11,821	200	0	1,220	

燃料収支(%)

	南極軽油	W軽油	南極灯油	JP-5	JP-4	Jet-A1	ガソリン
43 次隊引継ぎ量	72,753	6,100	7,209	23,921	1,400	12,600	420
44 次隊使用量	44,003	6,100	6,809	11,821	200	1,220	0
基地隊残量	28,750	0	400	12,100	1,200	11,380	420

ない低温であるため、すべて南極軽油の使用とした。なお、燃料庫への燃料入りドラムが搬入できないため、2月中旬に空ドラム 28 本を搬入し、橇積みしたドラム缶から電動ハイチェックポンプを使用して移送、備蓄を行った。

雪上車及びミニバックホーにはすべて南極軽油を使用した。また、雪上車のプレウォーマー、マスターヒーターには JP-5 を使用した。

4.2. 通信

第 44 次隊で新たにインマルサット B を持ち込み、これによる電話、FAX 通信が利用可能であった。ドームふじの緯度はインマルサット B 通信のサービスエリア外に位置しているため、データ通信による電子メールの運用は保証されず、国立極地研究所情報科学センターの要望による通信試験という形で実施された。通信試験では最も通信速度が速く快適な通信を行える HSD インターフェイスによる UUCP 接続試験に成功し、時々ハングアップはしたが、年間を通して利用可能であった。電子メールの容量制限は 500 kbyte とし、6 時間ごとの定時に接続を行った。電子メールは非常によく利用された。

昭和基地との連絡は毎日 2130 LT から HF で行い、電波状態の悪いときには適宜電話回線を利用した。気象庁南極観測事務室からの天気図、極地研究所からの公用通信、NTT 東京情報サービスセンターとの電報の送受信には FAX を利用した。

越冬期間中の通信施設については、HF 無線機 (JSS-550A) の送信異常及び受信機の故障以外は大きなトラブルはなく順調に運用することができた。雪上車搭載無線設備については、SM107 搭載の UHF 無線機が走行中に使用するとノイズがひどく交信できなくなるトラブルがあったが VHF 無線機を併用することで対応した。野外行動等において大きな支障を来すことはなかった。

4.3. 医療

4.3.1. 概要

低酸素・低気温・低湿度のいわゆる三重苦の、おそらく世界で最も厳しい環境での越冬生活であったが、過去 3 回の越冬の経験があったので当初から不安感は少なかった。全体を通して大きな怪我、疾患は認められなかったが、顔面、手指の凍傷や口唇、手指、足趾、踵部のひび割れはしばしば認められた。もともと腰痛持ちの隊員が 2 名いて、注意していたが時々発症したことと、いわゆるぎっくり腰が 1 名に認められた。それぞれ 4 カ月間続く極夜期、白夜期の睡眠障害は全員が揃って朝食を摂る習慣を守ったために、ほとんど認められなかった。南極における睡眠相後退症候群やフリーランは社会的時間をきちんと守ることでかなり軽減できると思われる。高所におけるヘマトクリット値の上昇に伴って血中尿酸値が上昇することは以前より報告されているが、痛風発作は認められなかった。

4.3.2. 健康管理

1) 身体計測等

医学研究もかねて以下の項目を測定した。結果は適宜公表し健康管理に役立てた。

- ・毎朝、全隊員に血圧・脈拍・経皮的末梢動脈血中酸素飽和度を自己測定してもらい記入してもらった。

- ・全隊員の左右の握力、下腿周囲長、上腕周囲長、上腕三頭筋皮下脂肪厚、肩胛骨下部皮下脂肪厚を毎月 1 回測定した。

- ・全隊員の肺活量を毎月測定した。

- ・全隊員に歩数計を装着してもらい、毎日の歩数を測定して 1 週間ごとに集計した。8 名の平均は白夜期で 7000 歩弱、極夜期で 5000 歩程であった。

- ・風呂場の前に体重・体脂肪率計を設置し、入浴の際に全隊員に体重、体脂肪率を計測し、記入してもらった。(筋肉質の 2 名を除いた 6 名の隊員は、往路旅行を含めて越冬開始後体重が減少したが、越冬中期、後期には横ばいが増加傾向に転じた。この内の 2 名は約 10 kg の減少を認めたが、もともと体脂肪率の高かった隊員で、最終的には全員の体脂肪率は 15~20% となった。)

2) 血液検査

ドームふじ到着直後(1月末)、3月、6月、9月、11月と比較のために往路「しらせ」内、往路みずほ基地、往路中継拠点、復路昭和基地にて実施した。また再検査は適宜行った。ヘマトクリット値は標高が高くなるにつれて上昇し、最も高かった隊員は 61% を示し、年間を通じて平均でも 55% 前後であった。これに若干遅れて血中尿酸値も上昇し、3 月の時点では平均が 7.6 mg/dl (正常値は 4~7) 正常上限を超えているものが 5 名 (7.5~8.6) 認められたが、越冬後期には正常化の方向に向かった。また、痛風発作は認められなかったので予防的な内服は行わなかった。γGTP の軽度上昇が 2 名、高脂血症・高コレステロール血症が 2 名、空腹時血糖の軽度高値が 1 名に認められたが、生活習慣を改善するように指導して経過観察とした。

3) 胸部 X 線撮影

8 月 14 日に全員の胸部 X 線撮影を行ったが、異常は認められなかった。

4.3.3. 疾病発生状況

越冬期間中の疾病発生状況を表 6 に示す。第 45 次夏隊については加えていない。

胃薬、整腸剤、ビタミン剤等の内服は隊員の希望に任せて、適宜配布した。

4.3.4. 設備・機器

ドームふじの医務室では全身麻酔下に開胸・開腹ができる設備・機器、医師を配備するとの方針に沿って準備をした。残置品のリストは別に閉鎖報告書を作成したので、参照されたい。機器類は基地立ち上げ後、十分に室温に戻ってから電源を入れれば使用可能と思われる。

表 6 ドームふじにおける疾病発生状況 (ICD 分類 2003-01~2004-01)

Table 6. Monthly diseases at Dome Fuji Station by ICD (International Classification of Diseases).

科名	疾病	分類	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	小計	計
外科系	擦過傷(左上腕)	S40	1													1	127
	打撲(左小指)	S69		1												1	
	打撲(左拇指)	S69			1											1	
	打撲(右下腿)	S89				1										1	
	打撲(左膝部)	S89									1					1	
	異物刺入(手指)	S61.0							1							1	
	異物刺入(足趾)	S91.1							1							1	
	背部痛(広背筋の損傷(肉離れ?))	S29.0					1									1	
	左側腹部痛	S39.0					1									1	
	右足背部関節痛	S93.6								1						1	
	腰痛	M54.5	1		1	2	1		1		2		1			9	
	右下腿筋肉痛(肉離れ)	S86.9							1							1	
	関節周囲炎(右肘)	M77.9										1	1	1		3	
	関節周囲炎(右足関節)	M77.9										1				1	
	捻挫(頸椎)	S13.4	1						1			2				4	
	捻挫(右膝関節)	S83.6									1					1	
	凍傷(顔面)	T33.0	1	2	4	4	2	2	2	2	1	1	2			23	
	凍傷(手指)	T33.5				2		2	3	1						8	
	凍傷(足趾)	T33.8						1								1	
	皸(手指、足底ひび割れ)	L85.1		8	6	4	4	6	6	6	8	6	6	3		63	
	鶏眼(左足底)	L84												1		1	
	疣贅(体幹部)	B07													1	1	
	疣贅(左足底)	B07													1	1	
内科系	不眠症	F51.0					2		3							5	34
	頭痛	R51	1	1						1						3	
	発熱を伴わない悪寒	R68.8							2							2	
	急性上気道炎	J06.9									1					1	
	咳嗽(寒冷刺激による)	R05		1	1						1					3	
	咽頭痛(咳嗽による)	J02.9							1		1					2	
	アレルギー性鼻炎	J30.3					1	1			1		1			4	
	急性胃炎	K29.1			1							1				2	
	慢性胃炎	K29.5			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		10	
	悪心・嘔吐	R11							1							1	
	便秘	K59.0						1								1	
眼科	眼内異物	T15.9			1			1								2	3
	麦粒腫	H00.0														0	
	左霰粒種	H00.1					1									1	
皮膚科	全身性のいわゆる乾燥肌	L85.8									1					1	4
	接触性皮膚炎(湿布薬による右下腿)	L24.4				1										1	
	爪白癬(足趾)	B35.1											1			1	
	白癬(足趾)	B35.3											1			1	
歯科	歯冠脱落(右下臼歯)	K02.9									1					1	3
	歯冠脱落(左上臼歯)	K02.9											1			1	
	歯冠破損(左上臼歯)	K02.9									1					1	
計			5	13	16	15	14	15	19	17	21	13	15	6	2	171	

4.3.5. 薬品衛生材料管理

基地閉鎖後は建物の内外を問わず氷点下となるので、輸液、内服薬、外用薬等が安全に使用できるという保証は全くない。今後ドームふじに行く場合には一部の衛生材料を除くすべてのデポ品は使用できないと考えるべきであるが、極めて緊急で、不足品がある場合には何かの役に立つかも知れないと考え、基本的にはすべての物資はそのままデポした。

4.3.6. 旅行用医療セット

往路、復路旅行、第 45 次飛行隊出迎え旅行には酸素ボンベ、救急蘇生セット、点滴セット、切開縫合セット、医薬品セット、簡易心電図、iSTAT 検査セット、ガモフバッグ、酸素濃縮器（復路は除く）を携行した。禁凍結のものはクーラーボックスに入れ、出発直前に雪上車内に搬入した。雪上車は夜間はエンジンを切るので、床や壁に近い場所は低温になりやすいので注意が必要である。

4.3.7. 水質検査

越冬開始時に飲料用水の水質検査を実施したところ、pH 6.5、全硬度 20、亜硝酸、2 価鉄、亜鉛は検出されず、銅は 0.5 であった。細菌検査では造水槽は大腸菌、一般細菌とも多数認められたが、RO モジュールを通過後の水道水では大腸菌は検出されず、一般細菌は少量検出されたのみだった。当初、食堂棟調理場の水道水から大腸菌が検出されたが、蛇口を消毒（アルコール＋熱）した後は検出されなくなり、水道水そのものではなく、周囲の環境によるものと判断した。43 次ドームふじ旅行隊の結果も同様であり、臨床症状の発現等を認めないことから水道水の使用はこのまま継続することとした。ただし、調理場の衛生には十分に気をつけることと生水は飲まないことを徹底した。風呂のお湯は入浴前後ともに大腸菌、一般細菌とも多数検出されたが、飲用しない限り問題ないと判断した。5 月に再検査を行ったところ造水槽からは大腸菌は認められず、越冬開始時に比べ一般細菌もかなり減少していた。洗面所の水道は無菌であった。食堂棟の水道水からも大腸菌は全く認められず、一般細菌が少量検出されたのみであった。蛇口、流し周りの清潔を徹底することと、煮沸後に冷蔵庫で冷やして飲んでいる冷水は無菌であったことから、引き続き生水は飲まないよう注意することと問題ないと判断した。

4.4. 調理

北出入口屋内冷凍庫、通路棟横食糧庫の整理を行い、使用出来そうな食品に関しては予備食料品として基地より西 500m 先にデポ棚を作り保管した。今回持ち込んだ食料品は冷凍庫と食糧庫に分けて搬入した。

日々の食事は朝食 8 時、昼食 12 時、夕食 18 時 30 分とし、全員が集合し食べることとした。15 時の休憩時間には甘味のあるおやつを提供するよう心掛けた。休日及び日曜日の朝・昼食は各自が自由に食べることにした。

月に 2 回程、食事会をすることとし、バイキングないし小パーティー形式のメニューを提供した。

緊急避難用食品として 8 名、1 カ月分の基地内で炊飯したご飯やレーションを出口近くに置いた櫓に載せておいた。

5 月及び 10 月に月別の栄養計算を行ったところ、摂取カロリーは 2500 kcal 前後であった。

但しこれには個人的に摂取していたアルコール類，飲み物，お菓子，夜食などは含まれていない．農協担当の隊員が，プチトマト，かいわれダイコン，もやし，サラダ菜，アルファルファなど栽培し食卓を賑わせた．

4.5. 環境保全

越冬生活中的の廃棄物は，できるだけ「観測活動に伴う廃棄物処理規則」に基づき分別し，S-16 まで持ち帰り櫓積みでデポした．帰還旅行の輸送量の関係上持ち帰れなかった廃棄物については，基地から西へ約 900 m の地点にデポしており次隊以降に処理をお願いすることになった（内訳は以下の通り）．

1) S-16 持ち帰り廃棄物概数

可燃物タイコン 23 梱，不燃物タイコン 25 梱，木材入りタイコン 4 梱，プラスチック類入りタイコン 1 梱，ペール缶入りタイコン 2 梱，ゴムホース類入りタイコン 1 梱，ダンボール箱櫓 1 台，缶・金属類入りドラム 12 本，空ドラム 12 本，医療廃棄物（メディカルペール入り）12 個

2) ドームふじ保管廃棄物概数

大便ドラム 3 個，小便ドラム 2 個，金属類ドラム 2 個，不良電気工具類入ドラム 1 個，廃棄電線入ドラム 1 個，スチール缶ドラム 1 個，廃油ドラム 1 個，ガラスドラム（透明・緑・茶・その他）各 1 個

文 献

国立極地研究所編（2004）：日本南極地域観測隊第 44 次隊報告 2003-2004．東京，452 p.