

ドライバレー地域調査報告 1984-1985

小村和久*, 中谷 周**, 森本隆夫***, 鳥居鉄也****

Activities of Japanese Geochemistry Party in the Dry Valleys Region during the 1984-1985 Field Season

Kazuhisa KOMURA*, Shyu NAKAYA**, Takao MORIMOTO***
and Tetsuya TORII****

Abstract: In the 1984-1985 summer season, science activities of Japanese geochemistry party are divided into two categories. The first one is the participation in the Cenozoic Investigations of the Western Ross Sea (CIROS) Project and the second one is the geochemical and environmental studies of the Dry Valleys region including the area near Scott Base in Ross Island. Water samples, ground surface detritus and algae were collected in this region from a limnological and environmental point of view. The sampling was made mostly in the North Fork and South Fork and the Labyrinth area in the Wright Valley. A NaI(Tl) scintillation survey meter was used to measure the environmental radiation level and a preliminary use of TLD (thermoluminescence dosimeter) was also made for monitoring the integral radiation dose. Concentrations of cosmic-ray induced ^7Be and natural ^{210}Pb in surface air were measured for air dust samples collected at Scott Base and CIROS-2 drill site.

要旨: 1984-1985年のドライバレー地域における日本の地球化学チームの科学調査は大きく二つに分けられる。一つは CIROS 計画への参加協力であり、二つにはロス島を含むドライバレー地域の地球化学的、環境科学的研究である。ドライバレー地域ではライト谷を中心に池の調査、岩屑、藻類などを採取したほか NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータによる環境放射線レベルの測定を行った。このほか予備実験として TLD (熱蛍光線量計) による積算線量の測定を実施した。そのほかスコット基地および CIROS-2 ドリルサイトにおいて大気浮遊塵を採取して大気中の宇宙線生成核種 ^7Be と天然放射性核種 ^{210}Pb の測定を行った。

1. はじめに

1984-1985 年のドライバレー地域の地球化学的調査は主として次の項目について行った。

- 1) CIROS 計画に参加しボーリング中の湧出ガスのガスクロマトグラフによるモニタリング,
- 2) ドライバレー地域のライト谷, 特にラビリンス地域の湖水の調査と水試料の採取,
- 3) 環境放射能・放射線レベルの NaI(Tl) シンチレーションサーベイメータおよび TLD による調査と地表の岩屑・堆積物試料の採取,
- 4) 大気浮遊塵の採取による大気放射能レベルの測定, である。

* 金沢大学理学部附属低レベル放射能実験施設. Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University, Wake, Tatsunokuchi, Ishikawa 923-12.

** 弘前大学理学部地球科学科, Department of Earth Sciences, Faculty of Science, Hirosaki University, Bunkyo-cho 3-chome, Hirosaki 036.

*** 日本分析センター. Japan Chemical Analysis Center, Sanno-cho, Chiba 281.

**** 千葉工業大学. Chiba Institute of Technology, 17-1, Tsudanuma 2-chome, Narashino 275.

2. CIROS 計画への参加協力

CIROS (Cenozoic Investigations in the Western Ross Sea) 計画は 1984/85 シーズンにニュージーランドが企画した最大のプロジェクトである。日本はボーリング作業の安全を確保するために、ボーリング中に湧出する可能性のあるガス、特にメタンやエタンのモニタリングを担当するとともに、採取されたコア試料の地球化学的研究を分担することになった。

以前より使用していたガスクロマトグラフは不便な点があるため、国立極地研究所の予算で最新のガスクロマトグラフ装置一式 (本体 Shimadzu GC-8APT, データ処理用クロマトパック Shimadzu C-R3A) を新規に購入し 7 月下旬に発送した。

CIROS 計画は当初予定していた CIROS-1 地点での掘削作業を開始したものの 10 月になっても海氷の厚さが十分でなく極めて条件が悪いため、この地点での掘削を途中で断念せざるを得なくなり、急拠フェラー氷河末端に近い CIROS-2 地点に変更された (図 1)。このため計画が大幅に遅れ、CIROS-2 地点での掘削はようやく 10 月下旬になって軌道に乗った。筆者の一人がバターポイントのキャンプ地に移動したのは 10 月 25 日であった。直

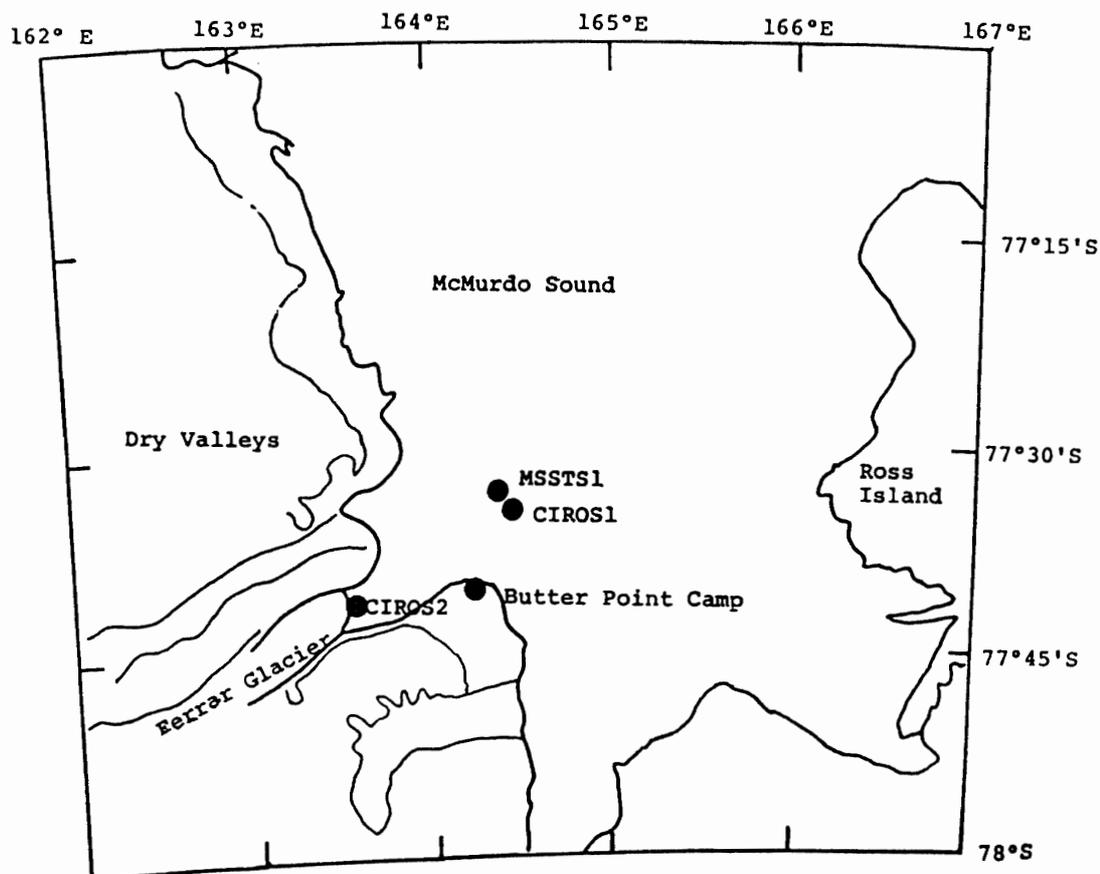


図 1 CIROS 計画の掘削地点

Fig. 1. Drill site of CIROS Project.

表 1 ガスクロマトグラフにより測定されたガスの組成
Table 1. Gas composition measured by gas chromatograph.

No.	Gas sample	Molecular Sieve 5A			Porpac N		
		O ₂ (%)	N ₂ (%)	CH ₄ (%)	O ₂ +N ₂ (%)	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)
1	Out door air	21.7	78.3	n.d.	not measured		
2	do	21.0	79.0	n.d.	not measured		
3	do	21.5	78.5	n.d.	not measured		
4	do	21.5	78.5	n.d.	99.97	n.d.	0.03
5	7 Nov. 1984 02:00 gas	17.5	82.5	n.d.	99.96	n.d.	0.04
6	7 Nov. 1984 02:30 gas	2.3	97.7	n.d.	99.67	n.d.	0.33
7	8 Nov. 1984 03:45 gas	20.0	80.0	n.d.	not measured		
8	8 Nov. 1984 16:40 gas	19.7	80.3	n.d.	99.82	n.d.	0.18

n.d.: not detected.

ちにボーリング地点の研究小屋内にガスクロマトグラフを設置しガスの分析に備えた。ガスの湧出は11月7日午前2時と2時30分、11月8日3時45分と16時40分にあった。採取したガスの分析結果を表1に示す。表1より明らかなように、メタンおよびエタンなどの兆候はなく、大気成分と比較すると酸素が欠乏し炭酸ガスがやや多目の空気であり、掘削作業には問題がないことが分かった。

11月8日午後、ボーリングは基盤と考えられる花崗岩層（水深200m、海底下168m）に達したが、これが大きな岩である可能性もあるとして翌日の作業でその確認を行うこととなった。しかし11月9日はドリルサイト一帯が暴風に見舞われ、研究小屋の一部が400–500mも吹き飛ばされた。幸いにも10m程吹き飛ばされて掘削棟にぶつかって止まった研究小屋の残部に据えてあったガスクロ装置は風下側のベンチに設置してあったため被害がなかったものの、風上側に据えてあった顕微鏡や撮影装置はかなりの程度破損するという被害を受けた。掘削機械にも被害が出て掘削作業は継続不能となり1986/87シーズンまで持ち越されることとなった。

採取されたコア試料は、当初スコット基地でサンプリングすることになっていたが急拠ニュージーランドに送付されることになり予定のサンプリングはできなかった。

3. ドライバレー地域の湖沼調査

ライト谷のバンダ湖、カノーパス湖、ドンファン池、ドンキホーテ池、上部ラビリンス地域の総数約20の湖沼について地球化学的調査を行い、水試料のほか、堆積物、藻類、岩屑などの採取を行った。ラビリンス地域では東北地域を主として踏査し、新たに7つの池ないし池跡を見いだすことができた（図2）。表2に各測定時点での気温、水温、電気伝導度、pH値、サイズ、池の状況、キャンプ地点に対する比高などの測定結果をまとめて示す。ま

た、表 3 にラビリンス地域で採取した水試料について測定した塩素および窒素化合物の濃度を示す。

バンダ湖の最深地点では水温の深度分布の測定および種々の深度での採水を行った。表 4 に水温の深度分布を、また表 5 に過去 10 数年にわたる最深部の水温の変遷を示した。深度分布の傾向は以前と同様であるが、最深部の水温はここ 1976 年以降はほとんど変化がないものの 1960 年代と比べて 1-2°C 低いことがわかった。

本シーズンは表 2 から分かるように全般に干上がっている池が多く、ドンファン池はかろうじて大きな岩の周辺部に水が残っているにすぎなかった。さらにライト谷北股のドンキホーテ池は完全に干上がっており NF-1+2, NF-3, NF-4 池にも水がなく飲料水の確保にも支障をきたす状況であった。採取した水試料についてはウラン濃度、 $^{234}\text{U}/^{248}\text{U}$ 同位体比、および ^{226}Ra 濃度を測定しつつある。

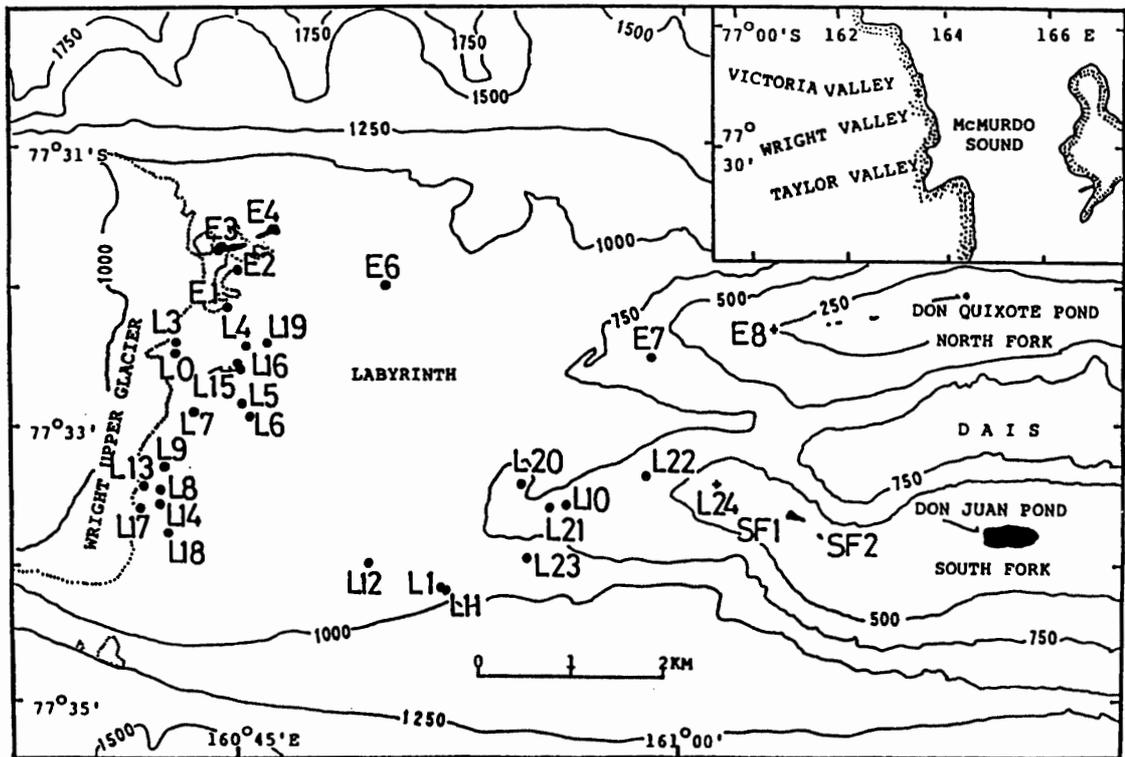


図 2 ラビリンス地域の淡水および塩水池
Fig. 2. Fresh and saline ponds in the Labyrinth area.

4. NaI(Tl) サーベーターによる環境放射線レベルの測定

1979/80 シーズンに採取したドンキホーテ池の水試料中にウランが海水の約 300 倍も含まれていたことから池の周辺にウラン濃度の高い地層が存在する可能性が示唆された。そこで 1984/85 シーズンの目的の一つに放射線レベルのサーベーターを行うことを計画した。持参

表 2 ドライバレー地域の湖沼の水温、電気伝導度、pH 値および池のサイズ
 Table 2. Temperature, conductivity, pH value and size of ponds in the Dry Valleys region.

Name of pond	Date	Temperature (°C)		Conductivity (mS/cm)	pH Value*1	Size (m)	Remarks
		Air	Water				
[South fork] Don Juan P.	7 Dec. 1984	2.6	10.4	≫1	2.43(I) 5.6(P)	111×54	Wet area Dried
SF-2	8	0.2	0.2	0.257	9.65(I) 7.5 (P)	—	Frozen
Canopus	26	5.3	1.2	0.50	9.42(I)	—	
[North fork] Don Quixote	20 Dec. 1984		-0.4			95×66	Dried
NF-1+2	17	—	—	—	—	109×24	Dried
NF-3	17	—	—	—	—	12×12	Dried
NF-3X	17	—	—	—	—	15×14	Dried
NF-4	17	—	—	—	—	61×28	Dried
[Labyrinth]							
E-1	13 Dec. 1984	-3.2	-0.1	17.35	8.13(I)	37×17	-42m*2
E-2	13	—	—	—	—	—	Frozen
E-3	13	-3.4	0.0	0.17	9.9(P)	407×55	-32m
E-4	13	—	—	—	—	365×57	-40 m
E-4b	13	—	—	—	—	—	Dried
E-5	14	—	—	—	—	—	-103 m
E-6	14	-1.0	0.2	0.16	8.20(I)	40×38	-80 m
E-7	16	—	—	—	—	—	
L-0	12	-4.2	-3.1*3 -3.7*4 -2.7*4	≫1 ≫1	7-8(P)	31×18	-20 m
	13	—	—	—	—	—	
L-3	13	-3.7	-0.1	0.035	9.88(I)	—	
L-4	14	-1.3	0.3	≫1	8.11(I)	—	-109 m
L-7	16	—	3.0*5 10.9*6	—	—	31×20	
L-17	16	-0.1	-1.0	10.33	8.34(I)	34×29	-88 m
L-19	14	—	-2.8	≫1	8.63(I)	—	-107 m

*1 I: pH meter, P: test paper. *2 Height relative to camp site. *3 Hole 1. *4 Hole 2. *5 Surface water. *6 30 cm depth.

表 3 ラビリンス地域の淡水および塩水池の塩素ならびに窒素化合物の濃度
 Table 3. Concentrations of chlorine and nitrogen compounds of fresh and saline ponds in the Labyrinth area.

Pond	Sampling date	Cl (g/l)	NO ₂ -N (μg at N/l)	NO ₃ -N (μg at N/l)
L-0	15 Dec. 1984	21.59	15.1	177
L-3	12	15.5*	6.16	168
L-4	14	37.2	59.3	74.7
L-7	16	38.1	19.0	86.0
L-13	16	26.7*	15.7	99.3
L-16	14	19.12	29.3	12.7
L-17	16	3.84	26.4	194
L-19	14	24.28	13.6	77.9
E-1	13	5.95	1.70	115
E-3	13	18.3*	10.5	120

*: mg/l.

表 4 バンダ湖最深部 J 地点の水温の深度分布
 Table 4. Depth profile of water temperature of Lake Vanda at J-point.

Depth (m)	Temperature (°C)	Depth (m)	Temperature (°C)	Depth (m)	Temperature (°C)
2.5	0.3	23.0	7.6	50.0	11.2
5.0	5.0	24.0	7.6	51.0	12.2
6.0	5.1	26.0	7.6	52.0	13.4
7.0	5.1	28.0	7.6	53.0	14.6
8.0	5.1	30.0	7.6	54.0	15.9
9.0	5.1	32.0	7.6	55.0	17.1
10.0	5.1	34.0	7.6	56.0	18.2
11.0	5.1	36.0	7.6	57.0	19.1
12.0	5.1	38.0	7.6	58.0	20.0
13.0	5.2	40.0	7.6	59.0	20.8
14.0	5.2	41.0	7.6	60.0	21.8
15.0	5.5	42.0	7.7	61.0	22.2
16.0	5.8	43.0	7.9	62.0	23.0
17.0	6.3	44.0	8.1	63.0	23.3
18.0	6.7	45.0	8.5	64.0	23.8
19.0	6.8	46.0	9.2	65.0	23.9
20.0	7.3	47.0	9.5	66.0	23.9
21.0	7.5	48.0	10.1	67.0	23.9
22.0	7.6	49.0	10.4	68.0	23.8

Ice thickness: 2.87 m. 16 December, 1984.

表 5 バンダ湖の最深部における水温の変遷
 Table 5. Variation of maximum temperature in the bottom water of Lake Vanda.

Year	Bottom temperature (°C)	Year	Bottom temperature (°C)
1961-Dec.	25.7	1976-Dec.	23.8
1962-Dec.	25.5	1977-Jan.	24.1
1965-Jan.	25.1	1979-Nov.	23.8
1965-Dec.	24.9	1980-Dec.	23.9
1971-Jan.	25.0	1982-Dec.	23.8
1972-Jan.	24.8	1983-Dec.	23.8
1972-Dec.	24.5	1984-Jan.	23.8
1973-Jan.	24.5	1984-Dec.	23.8
1974-Dec.	24.2		

したのはアロカ製の NaI(Tl) シンチレーションサーベーター (TCS-121 型) で 0-0.025, 0.05, 0.25, 0.5, 2.5 mR/h の 5 段階のフルスケールがあり, 最小目盛は 0.5 μ R/h となっている。各地点 10 回程度測定すれば 0.1 μ R/h まで測定が可能と考えられる。

歩行中にこれを携行し, 検出器を腰の位置 (約 80 cm) に保って約 10 秒間隔で 5-10 回瞬間値を読み取ってその平均値を求める方法を採用した。測定はロス島内のスコット基地とマクマード基地の周辺およびライト谷のバンダ基地周辺, ドンファン池, ドンキホーテ池を中心とする谷沿い, ラビリンス地域などで行った。表 6 に測定結果をまとめて示す。これらの値は 10% 程度の変動幅があるものと考えられる。さらに 宇宙線成分や自己汚染の寄与を含

表 6 NaI(Tl) シンチレーションサーベーターによる放射線レベル
 Table 6. Radiation level measured by NaI(Tl) scintillation survey meter.

Measured point	Date of survey	Exposure rate* ($\mu\text{R/h}$)	Remarks
[Ross Island]			
Scott Base indoor (19 points)	17 Oct. 1984	1.1- 4.0	new science lab. is high average: 2.2 $\mu\text{R/h}$
Scott Base outside (5 points)	4 Nov. 1984	4.1- 5.3	snow is remaining
Scott-McMurdo road	30 Dec. 1984	4.4- 6.6	no snow
	4 Nov. 1984	5.0- 5.3	snow is remaining
	30 Dec. 1984	6.3- 6.7	
Crater Hill	30 Dec. 1984	4.0- 5.7	rim of crater
		5.4- 6.8	hillside
Arrival heights	31 Dec. 1984	5.4- 7.0	
Hut point	4 Nov. 1984	5.0	snow is remaining
	2 Dec. 1984	5.7	
Observation Hill	31 Dec. 1984	13.7-21.5	grey rock area
		6.0	brown rock area
Helipad	31 Dec. 1984	7.2	
McMurdo Station	31 Dec. 1984	6.4-15.9	side of TESL is high
[Taylor Valley, Lake Fryxell]			
around refuge hut	26 Nov. 1984	6.2- 6.3	
[Wright Valley]			
around Vanda Station	29 Nov. 1984	9.0- 12.0	granitic area
		6.0- 7.0	black rock area
Lake Vanda on ice	29 Nov. 1984	0.8	
Vanda→Scott Base (during helo flight)	1 Dec. 1984	0.7- 1.0	above glacier and sea ice
South fork			
Don Juan Pond	10 Dec. 1984	3.6- 6.0	on the dried basin
D.J.P.→West	8 Dec. 1984	4.0- 8.7	west side from D.J.P.
D.J.P.→Dais	9 Dec. 1984	5.4- 7.7	east side from D.J.P.
North fork			
Don Quixote Pond	19 Dec. 1984	3.6- 6.0	on the dried basin
D.Q.P.→East	18 Dec. 1984	4.9- 7.0	east side from D.Q.P.
D.Q.P.→West	19 Dec. 1984	5.4- 7.7	west side from D.Q.P.
Labyrinth	13→17 Dec. 1984	2.4- 5.1	beacon sand stone is low

*: including cosmic-ray and self dose (c.a. 0.5-0.8 $\mu\text{R/h}$).

んでいるが、これらは大地からの成分の寄与の少ないバンダ湖の湖氷上で岸から遠く離れた地点での測定およびヘリコプターで氷河や海氷上を飛行中の測定値から推定した。この値として約 0.5-0.8 $\mu\text{R/h}$ 程度見積もればよいことがわかった。測定地点が多いのでサーベーターの結果得られた値の範囲のみ示した。

スコット基地の建屋内で得られた値は平均 2.2 $\mu\text{R/h}$ と低い。これは積雪および建屋材による遮へい効果が大きいためと考えられる。大多数の地点は 4-7 $\mu\text{R/h}$ の範囲に入っているが、花崗岩やこれに近い組成を持った地点では 10 $\mu\text{R/h}$ を超えている。特に高い地点はロス島のオブザベーションヒルの灰色岩層で 20 $\mu\text{R/h}$ 以上に達する地点もあり核種分析による寄与成分の評価が望まれる。以前に高いウラン濃度を示したドンキホーテ池とその周辺は

特に念入りに測定したがウラン鉱物などの存在する兆候は見られなかった。おそらく異常に高い濃度のウランが検出されたのは池水の蒸発濃縮によるものであろう。またラビリンス地域は全般に線量が低いがこれは粗粒玄武岩層の放射能が低いことに起因することを確認した。

5. TLD による線量測定を試み

環境放射線の積算線量の測定に最近広く使用されるようになったTLD₄(Thermoluminescence dosimeter)を用いた線量測定を試みた。使用した素子はCaSO₄(Tm)型のもので、通常測定点の地上1mの位置に3カ月程度放置被曝させてこの間の積算線量を求めるのに用いられている。今回の測定は予備的なもので、スコット基地の百葉箱、オブザベーションヒル、バンダ基地およびバンダ湖西岸の気象観測点の百葉箱内に各3セットずつ設置した。そのうち2セットは4ないし6週間の短期間の被曝後回収してこの間の積算線量の評価を試みた。残りの1セットは次のシーズンに回収し約1年間の積算線量を求める予定である。表7に測定結果を示す。これからも分かるように短期間の被曝であったがバンダ湖西部を除いてA、B両者の一致はほぼ満足のいくものでありNaI(Tl)サーベーターの結果(表6)とも矛盾しない。

表7 TLDによる線量測定
Table 7. Exposure rate measured by TLD.

Measured point	Exposure rate ($\mu\text{R}/\text{h}$)	
	A	B
Scott Base screen	7.6	6.9
Observation Hill	13.5	12.8
Vanda Station screen	12.1	13.1
Lake Vanda west screen	17.0	8.9

A: exposure interval 6 Nov. 1984→7 Jan. 1985

B: exposure interval 24 Nov. 1984→7 Jan. 1985.

6. おわりに

最後に、本調査にご支援、ご援助下さった国立極地研究所ならびに(財)日本極地研究振興会、また、現地での調査活動にご支援、ご援助下さったニュージーランド南極局、アメリカ南極局およびアメリカ海軍の各位に深く感謝する。

(1987年6月11日受理; 1987年6月30日改訂稿受理)