

## 日本海溝北部海側斜面の地殻構造 「しんかい6500」第65, 66, 67潜航報告

堀田 宏\*<sup>1</sup> 小林和男\*<sup>2</sup> 小川勇二郎\*<sup>3</sup>

北西太平洋の深海底を海溝海側斜面中部において詳しく観察し、試料を採取した世界最初の潜航調査である。潜航観察の結果、海底には繰り返して起こった正断層運動によると考えられる急崖に加えて、多数の亀裂(裂か)が存在する事実が確認された。潜航地点は、日本海溝北部(宮古沖)の海溝軸から東に約30km離れた斜面中部の地溝の東西両壁(比高約300m)である。いずれの壁も、狭い平坦面にはさまれる比高100m以下の急崖3~4段から成り、崖の走向は大部分南北ないし30°Eであるが、90°及び150°方向の断裂も存在した。多くの急崖はさらに比高数10cm~数mの多数のステップに分れ、泥岩と思われる白い岩石の露頭が観察された。露頭には特にほぼ水平の白い層理が何本も見られ、島弧側から飛来した火山灰の可能性はある。平坦面に散在する黒い礫は、採取した試料に関する限りでは、マンガン酸化物によって薄く被覆された軽石であった。玄武岩らしい黒色の岩石は全く見出されなかった。これらの急崖は、海洋地殻が海溝で下向きに折れ曲るのに伴って発生した海溝軸に直交する張力によって作られる地形であると考えられ、1933年の三陸津波地震に関連する可能性がある。亀裂は、同様の張力下で斜面の重力不安定により生じた表層の現象と思われ、きわめて新しい構造で、この付近で観測される多くの微小な自然地震と関係があるかも知れない。底生生物は、ナマコやウミウシなどは、太平洋の深海平原に比べるとかなり多いと思われるが、群集を造っているものはない。

### Recent Crustal Activity Revealed on the Bottom Surface in the Oceanward Slope of the Northern Japan Trench Report of Research Dives 65, 66 and 67 of "Shinkai 6500"

Hiroshi HOTTA\*<sup>4</sup> Kazuo KOBAYASHI\*<sup>5</sup> Yujiro OGAWA\*<sup>6</sup>

Deep bottom of the northwestern Pacific Ocean in the middle slope of the deep-sea trench was first investigated and sampled using the research submersible "Shinkai 6500". Results of three dives indicated existence of a num-

\* 1 海洋科学技術センター深海研究部

\* 2 東京大学海洋研究所

\* 3 筑波大学地球科学系

\* 4 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center (JAMSTEC)

\* 5 Ocean Research Institute, University of Tokyo

\* 6 Institute of Geoscience, University of Tsukuba

ber of steep cliffs and small cracks mostly paralleling the trench axis. Dive sites were located in a graben situated on the oceanward slope of the northern Japan Trench roughly 230km east off Miyako, northeastern Honshu, Japan. The graben is bordered on both sides by escarpments with a relative height of about 300m and elongated in a N30°E direction with a length of 40km. The two dives on the east and one on the west showed that the scarps are composed of 3 to 4 steep cliffs with a height lower than 100m, interrupted by narrow terraces, trending mostly N-S or N30°E, but also N90°E or N150°E. Most of these steep cliffs are divided into many steps with heights of several tens of cm to a few meters. On the outcrops we observed white rocks possibly of mudstone. A few white strips were seen in the outcrops which were presumed to be tephra layers brought by prevailing winds from the island arc volcanoes. Black coated boulders observed on the terraces were pumices as revealed by collected samples. No basalts and thickly ferromanganese coated rocks were found. Our observations have shown that these cliffs were formed by normal faultings of the oceanic crust which are presumably caused by extensional forces exerted in a direction roughly perpendicular to the trench axis. They might be correlated to a great Tsunami earthquake occurring in 1933. Cracks were found in the upper slope of the scarps. They appear to be quite young, as the sediment cover is very thin. The cracks were probably formed by horizontal stretching of the superficial crust, which appear to be correlated to a number of natural shallow micro-earthquakes observed by ocean bottom seismometer arrays deployed in this region. Benthic animals are relatively plenty compared to the abyssal plain of the Pacific Ocean, but no communities have been discovered in this area.

## 1. はじめに

日本海溝の海側（太平洋）斜面には、多くの断層崖が存在する。その大部分は海溝軸の走向（この付近ではほぼ南北または N30°E）に平行で、長さは20km から100km を超えるものまでである（図1, 2, 3）。これらの崖は正断層によってつくられたと考えられ（Ludwig, et al., 1966）、海溝軸に向かって西向きに落ちる崖と、東向きに落ちる崖とが見られる。両者の組合せによって海溝海側斜面には、多くの地壘（horst）と地溝（graben）が形成されている（Kobayashi, 1991）。

本年度は「しんかい6500」の潜航性能と限界深度とを考慮して、海溝北部宮古沖の地溝内（水深6500m～6000m）を潜航対象として選んだ。この地点は、1933年3月3日に三陸津波を起こした大地震の震源域と考えられている（Kanamori, 1971）。また、最近の海底地震計群列観測による

と、この付近の海底の極浅い地殻内にきわめてしばしば微少な地震が起こっていることがわかった。この地域の海底地形は、すでに1984年夏に、フランス船ジャン・シャルコーによって一部測定され（Cadet et al., 1987）、1990年夏には白鳳丸 KH90-1 航海によって詳しいシービーム調査が行われて（Kobayashi, 1991）、精密な海底地形図（図2）が作成された。

その地形図によれば、この地溝は幅（東西）約5 km、最深部の水深約6500m、長さ約20kmを持ち、最深部は西（海溝軸）に向ってきわめてわずかではあるが傾斜している。潜航は、初め（Dive 65）東側の壁に、次に（Dive 66）最深部から西側の壁を上って海底を観察し、3番目に（Dive 67）最初の潜航の約4 km 南方で東側の壁に向って行った（図2）。日本海溝陸側斜面は、1985年にフランスの潜水調査船ノチールを用いた日仏協



力によって、水深6000m以浅が潜航観察され、シロウリ貝の群集が発見されているが、海側斜面は6000m以深のため潜航することができなかった。今回の調査は「しんかい6500」の6500m潜航能力によって初めて可能となった研究潜航で、世界最初の観察である。以下にそれぞれの潜航について主な結果を記し、最後にその解釈と今後の研究の展望を述べる。

## 2. 潜航結果の概要

### 1) 第65潜航 (1991年7月13日)

観察者：堀田宏

潜水船船長：赤沢克文、船長補佐：牧哲司

#### 1) - 1. 潜航記録

第65潜航の観察記録を表1に示す。また、航跡図および断面図を4図に示す。

#### 1) - 2. 観察の記載

第65潜航の航跡及びそれに沿う地形断面を図4に示した。また、この間に観察された海底の様相については、代表的な例を写真1～8に示してある。

地形は、図4に示されている様に、水深約6400mの比較的平坦な地溝底及び急な斜面から成

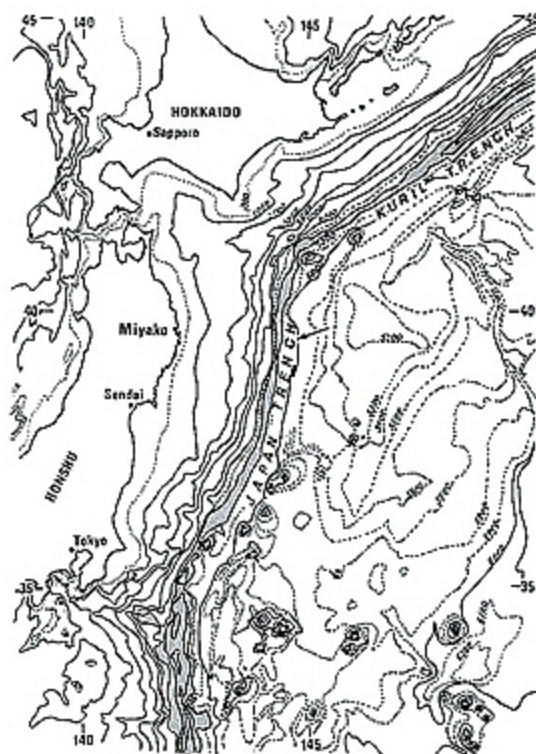


図1 調査位置図。矢印で示す。Mammerickx et al. (1976) による海底地形図を使用。

Fig. 1 Index map of the study area, shown by an arrow. Adopted from Mammerickx et al. (1976).

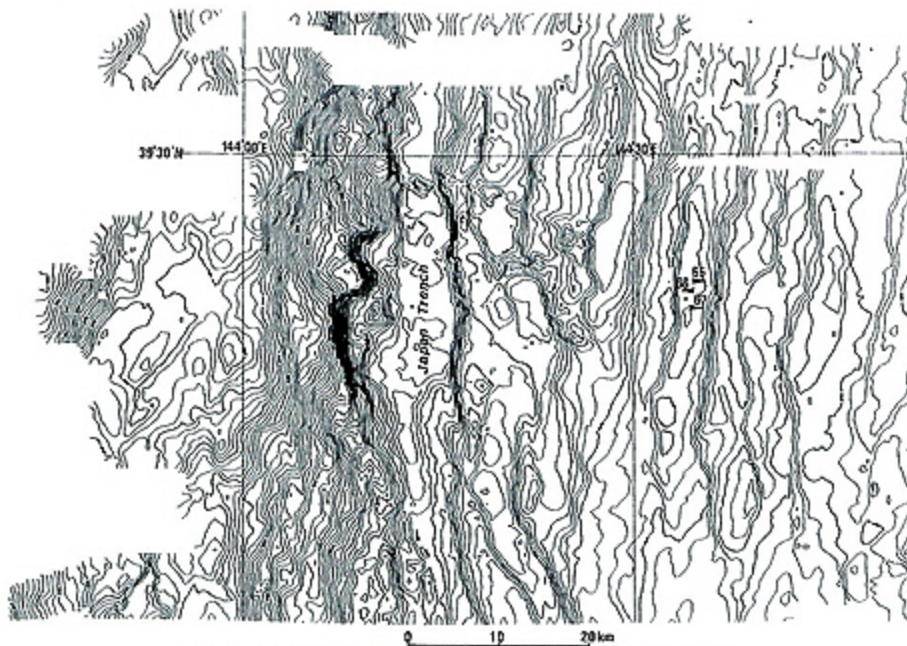


図2 潜水位置図。第65, 66, 67潜航を矢印で示す。Kobayashi (1991) の SeaBeam map を使用。

Fig. 2 Diving area of Dives 65, 66 and 67 shown by arrows. Adopted from Kobayashi (1991).



図3 調査地域のやや南方、38°50'Nに沿う地形断面。  
潜水位置に相当する場所を矢印で示す。  
Kobayashi (1991) による。

Fig. 3 Topographic profile along 38°50'N, south of the study area. The location corresponding to the dive area is shown by an arrow. Adopted from Kobayashi (1991).

っている。その斜面は、途中の水深約6200mにある緩斜面によって二分されていて、地溝底に続く下斜面は約30°で、上斜面の約20°に比べて傾斜はきつくなっている。

潜水船は、水深約6380mの地溝底に着底した。海底は灰褐色の細かな泥で覆われており、その上に黒色の小礫が点在していた。この地点で、泥中温度の測定(写真1)、採泥及び小礫の採取を行った。泥中温度は、特に異常な値ではなかった。黒色の小礫は、採取した結果マンガン被覆された軽石であることがわかった。斜面裾部に近づくにつれ、この地溝の斜面の走向と同様に南北方向に延びる「うね」状の地形と、狭くて浅いが、極めて明瞭な「溝」(写真2)が観察された。

地溝の斜面の裾部には、縁辺が鋭く割れた白色の「角礫」が多数、点在していた(写真4)。この上に連なる斜面は類似の「岩石」からできていて、それが角礫の供給源であると思われたので、角礫の一つを試料として採取した(写真3)。角礫は固そうに見えたが、マンピュレータで掴むと縁が崩れるような半固結の堆積岩であった。

地溝底から続く下斜面は、高さが約110mで途中に三段ほどの緩斜面が認められた。急傾斜の部分では、白色の岩石が、割合に薄く剥離され、様々な大きさに破壊された状態で斜面をつくってい

表1 第65潜航の観察事項  
Table 1 Observation during Dive 65.

時刻	深度(m)	道筋	観察事項
09:04			潜航開始
11:33	6,365		潜航(39°23.30'N, 144°36.50'E) 水深1.8'。波向355°、波速0.2kt、底質、泥、黒色小礫(写真1)。
11:48	6,365		第1回採泥採取
12:09	6,365		第1回採石採取
12:21	6,385	166°	航路開始
12:42	6,378	137°	海底の窪みうねり及び浅い溝
12:50	6,375	134°	浅い平坦な底面を持つ明確な溝(写真2)
13:02			
13:09	6,369		白い岩片の採取(写真3, 4)
13:18	6,369	101°	白色岩の急斜面、始まる
13:18	6,350	101°	表面が割離的に破壊されている(写真5)
13:37	6,242	090°	中間緩斜面となる。
13:40	6,233	110°	緩斜面用石にN-S方向の直線状の突出地形(写真6)
14:00/05, 202	107°		急斜面に突り、10数cmの岩層が数mの規模で剥離し西向きに滑り落ちようとしている地形
14:03	6,202	107°	N-S方向の大規模な東落ちの断崖地形、深さ、約3m幅、約1.5mの規模と推定(写真7)。
			その後、小さな西落ちの段差が断崖となる(写真8)。
14:20	6,124	135°	小さな西落ちの溝
14:25/06, 104	091°		やや傾斜が緩くなる。小さな溝も見られる
14:34	6,086	093°	離底。南北方向の小さな溝が離底直後に見られた。

るように見えた(写真5)。その大きさは50cm程度から2~3mと、場所によって異なっていた。

水深6240mくらいから、平均傾斜が約5°の中間の緩斜面となり、海底は地溝底と同様に細かな泥となった。その緩斜面においても10cm程度の西下りの段差が見られたほか、写真6に示したように、平坦な海底面の割目から、泥が絞り出されたような珍しい微地形も観察された。この緩斜面は約370mで終わり、再び傾斜のきつい斜面となった。

その急傾斜の斜面は、最大傾斜方向に割れてズ



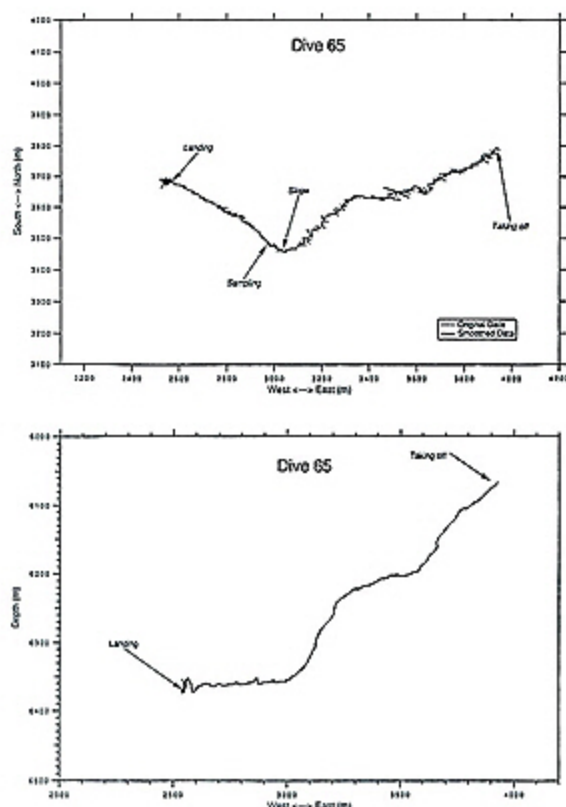


図4 第65潜航の航跡図と断面図  
Fig. 4 Submersible track and profile of Dive 65.

り落ちかけているような3~4mくらいのブロックで覆われていて、その上縁部は突然、3m程の南北方向の断層（西上がり、東落ち）で断ち切られていた（写真7）。水深は、約6200mである。この半地溝状の地形の幅は、潜水船の長さを参考にしてほぼ15mに達するものと推定した。これは、極めて顕著な地殻変動を示す地形である。これに続く急斜面は、写真8に示すように1m足らずではあるが鋭く断ち切られたくい違い面を持つ段差が連続していた。

この上斜面の平均傾斜は約20°であるが、下斜面と同様に三段程の緩斜面部が認められた。水深約6150mから浅い部分では、小規模な段差や溝状の地形が観察された。

この水深約6200mの緩斜面は、この海域の音波探査で堆積層内の一つの不連続面に対応する深さなので、潜航中これを境にして地質の違いが観察されるかどうか注意していたが、顕著な違いは認められなかった。

なお、13時08分に斜面最下部の深度6375mにて採集した試料（試料番号D-65-1、写真-3）は淡褐色の軟弱ではあるがやや固結した泥であり、一方向に平行な多数の節理が入っている（図5-1）。これには珪藻、放散虫、珪質鞭毛藻などの珪質生物の遺骸が多数含まれる、biogenic siliceous mudと言うべき堆積物であった（図5-2）。含まれる放散虫化石の同定の結果、第四紀を示す新鮮なものほか、やや破壊ないし融解した、中新世から鮮新世(?)のものまでであることがわかった\*。この堆積物は第四紀の海底において古い時代のものが流されて混入したものと考えられる。

## 2) 第66潜航（1991年7月14日）

観察者：小林和男

潜水船船長：井田正比古、船長補佐：小倉訓

### 2) - 1. 潜航記録

第66潜航の観察記録を表2に示す。また、航跡図および断面図を図6に示す。

### 2) - 2. 観察の記載

潜航中の露頭写真を写真9~16に示した。地溝の底は、全体として西に傾斜している。斜面中間のテラスも同様の傾きを持つ。底部の西縁には6500mを20mほど越える部分もある。これは白鳳丸KH90-1の地形図には現れていないが、「よこすか」のMNBS地形図には明瞭に描かれている。

地溝の西縁部は、東側に比べると、一般に表層を被う堆積物が厚く、崖の形成年代は東側よりもやや（数百年ほど）古い可能性がある。西側の崖は、全比高約270mのうち、下の200m（観察時刻11時27分~13時38分）にはほぼ南北方向に走る急崖が卓越し、ほぼ水平の層理面が見える露頭もあ

\*放散虫化石の同定は筑波大学地球科学系、西村はるみ博士にお願いした。同博士に感謝する。

Quaternary の放散虫：Didymocystis tetrathalamus, Aerosphaera flammabunda, Collosphaera huxleyi, Tetrapsyle octacantha, Helioliscus echiniscus, Amphirhopalm ypsiron, Anthocystidium cineraria, Lamprocystis neoheterospos, Cornuella binarginata, Theocaplytra bicornis, Eucyrtidium acuminatum, Spyrocystis scalaris; Miocene の放散虫：Lycocanium nipponicum, Miocene から Pliocene におよぶ放散虫：Lycocanium audax.

る。急斜面は崩落が著しく、その脚部に多数の角礫が散乱している。ただし、薄く堆積物に被われている亜角礫が多いので、大部分の崖崩れが起こったのは百年ほど前、従って崖の形成はさらに古いかもしい。

崖を造った断層運動は、落差10m程度の小さい崖が幾重にも重なっていることから見ても、一回の正断層ではなく、何回にも繰り返して少しずつずれたと考えられる。潜水船から観察された一つの崖の比高は、時刻13時24分～13時38分の間に目視された約60mが最大なので、地形図に現れている落差300mの西側の崖は、5～10回の正断層運動の繰り返しによって形成されたものであろう。しかし、西側では露頭の試料が手に入っておらず、その年代がわからないので、断層活動の歴史については確定的なことは言えない。崖の最下部の露頭にも海底基盤層と思われる玄武岩らしき岩石は全く認められなかった。この事実が、太平洋の海底基盤上の堆積層の厚さが300mを越えるためなのか、崖の全落差がずれ運動の繰り返しによって生じたために、露頭として目視できるのが海底堆積層の上部の僅かに過ぎないのかは、この潜航結果だけでは、判定できない。但し、第65潜航の項で述べたように、最下部の露頭からの試料に第四紀の化石が含まれることは、上記の最後の解釈が正しいことを示すであろう。

西側の崖の上部数10m（水深6300m以浅；観察時刻13時38分以後）には、海溝軸の走向（南北）と大きく斜交する崖が存在し、それに混じって東側はやや緩い上りで、西向きに急傾斜を持つ、段差2～3mの亀裂（裂か）が多数見いだされた。同様な亀裂は東側の崖上部にさらに明瞭に確認され、次の第67潜航の項で記載される。

### 3) 第67潜航 (1991年7月15日)

観察者：小川勇二郎

潜水船船長：田代省三、船長補佐：高橋雅彦

#### 3) - 1. 潜航記録

第67潜航の観察記録を表3に示す。また、詳細航跡図を図7に、航跡図および断面図を図8に示す。

#### 3) - 2. 観察の記載

潜航中の露頭写真を写真17～28に示した。

トラフ底 6480mの深さでほぼ平坦であるが、

表2 第66潜航の観察事項

Table 2 Observation during Dive 66.

時刻	深度 (m)	経路	観察事項
09:			潜航開始
11:27	6500	225	着底。(39° 21.7' N 144° 33.6' E) ナマコ。巻貝他生物多数 bioturbated mud プミ 白色板状破片 (d<10~20cm) 多数 (泥岩?) 薄く泥かぶる
12:04	6500	253	小起伏多い
12:11	6500	253	角礫多い、斜面近い
12:28	6500	253	急斜面 角礫さらに多い 礫の硬さ不明
12:49	6492	254	急崖 露頭あり、層序見える 一見かなり新鮮である!
12:55	6479	249	大きな隙 黒い堆積物あり 左側急な上がり斜面
13:06	6436	242	正面に直交走向の崖3段あり 角礫多い
13:16	6396	249	急斜面目視 左から右下がり筋あり 割れ目あり
13:24	6370	256	本潜航中最も急 (ほとんど垂直) な斜面狭く 白い破片多い
13:38	6310	247	ようやく崖を乗り越えた
13:41	6305	242	窪み (割れ目) 深さ数m たこ! なまこ
13:47	6296	248	窪みあり
13:51	6289	246	白い崖前方 礫多い
13:58	6274	242	前方に進行方向と直角に大きな割れ目あり 底は見えない
14:04	6268	247	前方に小さい割れ目 左側に崖 (高まり) あり
14:06	6264	247	前方に小さい割れ目 生痕あり
14:09	6259	255	前方に進行方向と直交する大きな割れ目 潜水船が入れない程度の幅
14:16	6252	250	進行方向と直交する深さ2mの割れ目 前方はゆるく立ち上がる
14:23	6247	255	平坦 小さい割れ目あり なまこ多い
14:30	6230		着底
16:			潜水船回収完了

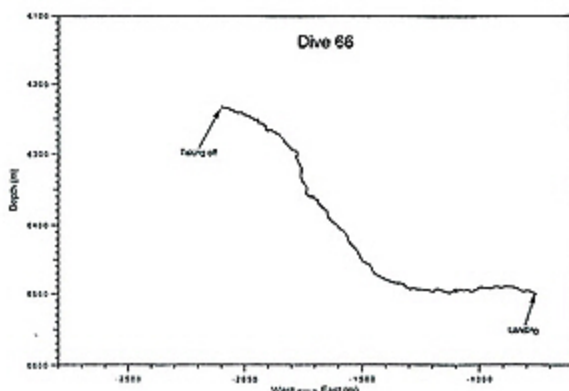
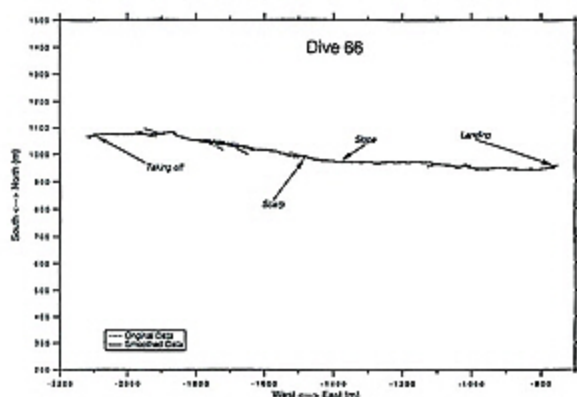


図6 第66潜航の航跡図と断面図

Fig. 6 Submersible track and profile of Dive 66.



極めてわずかに西に傾く。底質は泥である。底生生物にはナマコ、ウミウシ、ウミユリなどが見られるが、陸側斜面に比べると数は少ない。それらの多くは北を向いており、底層流が南北方向に流れていることをうかがわせる。トラフは東側の斜面に向かって、次第に少しずつ傾斜を増していき、急斜面に近づくに従って岩石のブロックが増えて来る(写真18, 19)。その多くは斜面を構成する泥質岩とパミスのブロックであると考えられ、後者はマンガン酸化物によってコーティングされている。

斜面 6443m から6270m まで3つのステップをはさみながらほぼ連続した斜面が続いており、白色の岩石の露頭が見られた。この斜面を下段とする。この間の水平距離は約650m であり、比高は約173m であった。その平均傾斜は約18度である。この斜面は詳しくみると(図8) 3つのステップに分れ、最後の斜面は比高が80m あまり、傾斜は37度に達する。また、つぎに述べる亀裂のある平坦面の上にある斜面を上段とする。

斜面のそれぞれのステップは数10cm から数m の段差(小ステップ)の集合からなりたっていて、それらはほぼ南北に伸びる白色の泥質岩の露岩からなっている。露岩中には南北の走向、急傾斜の多数の断裂が見られる(写真20)。そのほか

に、N30°E, N50°E, W-E 方向の断裂があるが、数は少ない。それらには変位は認められない。明らかに断層と考えられるものは見られなかったが、これらの段差が正断層起源の断層崖に由来す

表3 第67潜航の観察事項

Table 3 Observation during Dive 67.

時刻	深度(m)	経路	観察事項
9:00			潜航開始
11:33	6480	95	谷底。(39° 20.4' N, 144° 35.5' E) 泥質な平坦面。以後東へ向かう
11:39	6480		黒腐炭(試料番号D-67-1)。生物擾乱によるマウンド多し。生物は口を北へ向く
12:07	6474	98	南への変向を示すリネーション多し
12:11	6469	98	ブロック増える
12:19-27	6457	98	パミスブロック採集(試料番号D-67-2)
12:30	6443	95	白色泥岩及び黒色(マンガンコーティングのパミス)のブロック多し。0度方向の急斜面(下段)開始。白色の露岩。小規模のステップの連続。上部の茶色の層(5cm)。及び下部の白色の層(いずれも水平)
12:41	6360	109	一面の露岩。0.90度方向の断裂
12:44	6366	109	150度方向の段差
12:46	6356	109	30度方向の段差
12:47	6348	109	0度方向の段差
12:49-50	6343	109	急斜面。30.90度方向の断裂
12:50	6334	109	0度方向のリッフルマーク
12:52	6327	104	30度方向の急傾。比高10m
12:55	6315	103	小ステップを伴う0度方向の急傾の連続。0.30.90度方向の断裂
-6284			下段終了
-13:00		103	平坦面に出る。(昼食)
13:01	6279	103	0度方向のグラーベン状のトーフ
13:24	6270	76	0-30度方向の亀裂に通過(第1亀裂)(幅0.1-3m, 深さ2-3m)。南へ向かう
13:30	6270	76	マネキンの痕
13:41	6272	217	第1亀裂終り
13:50	6266	206	第2亀裂に通過
13:52	6264	172	亀裂の枝別れ
13:56	6264	182	地層のサンプリング失敗
14:00	6264	182	0度方向のグラーベン状の亀裂に通過(第3亀裂)
14:15	6263	182	上段開始。0-20度方向の急傾を登る
14:18	6240-6227	100	
-24			
14:28	6200	124	0度方向のグラーベン状のトーフ
14:31	6186	124	谷底
17:20			揚収完了

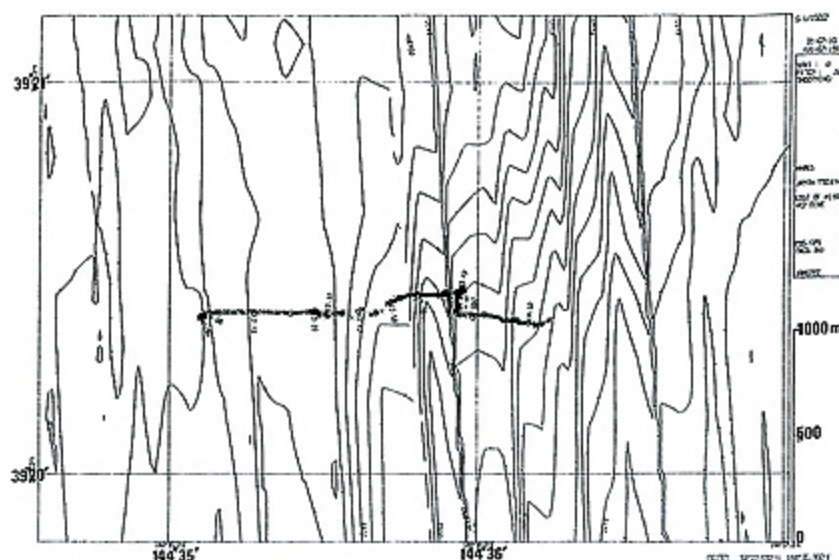


図7 第67潜航の詳細航跡図と周辺のマルチナロービームマップ

Fig. 7 Subsmerible track on the multi-narrow beam map of Dive 67.

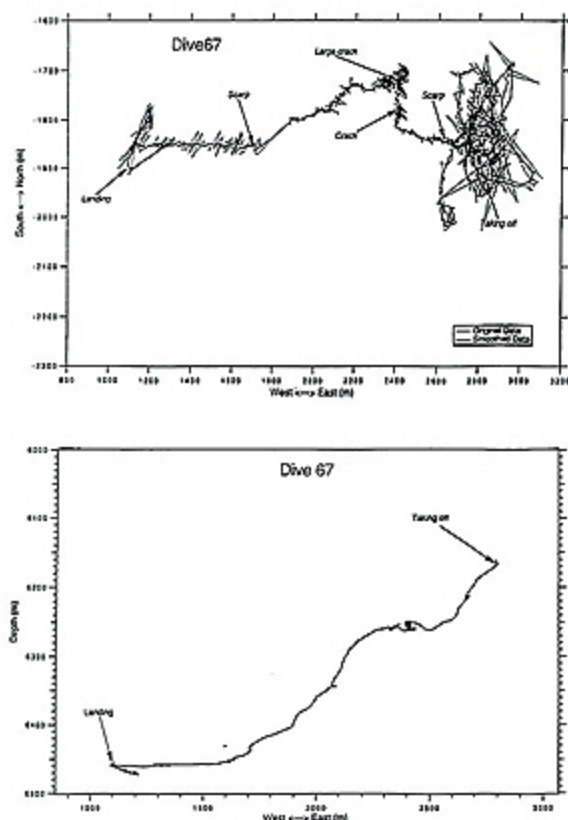


図8 第67潜航の航跡図と断面図  
Fig. 8 Submersible track and profile of Dive 67.

るものであることは、確かのようにである。それらの露岩には所々にほぼ水平の層理面が見られる。段差の表面にはそれをおおう堆積物はないか、あるいは非常に薄い。斜面の所々に上方から滑って来たと思われる白色のブロックが多数落ちている。そのあるものは泥質岩であるが、われわれがサンプリングしたもの（試料番号D-67-2）はマンガン酸化物に薄くコーティングされたバミスブロックであった。

**南北方向の亀裂**（写真21～27）13時30分（6270m）、南北方向の直線状のグラーベンを見る。続いてN30°E方向の直線状のグラーベン状の亀裂（裂か）に遭遇。潜水船の進路をグラーベンに沿って南方へ変える。これとはほぼ同じ深度に13時30分以降、巨大な数本の亀裂群を発見した。その方向は約30度である。この亀裂群は一般に写真24に示すように両側に裂けたように切り立った崖によって境されており、その高さは2～3m、幅は1～4mである。所々に亀裂が側面で分岐し、壁

面にブロックが落下せずに残っている場合、またそのようなブロックが亀裂の中へ落ちている場合がある。亀裂の断面は非常に新鮮に見える。この亀裂の発生がきわめて最近であることを示している。亀裂の底には堆積物がたまっている。その厚さは厚くないこともある（写真26）。亀裂の端の方は次第に浅くなり、グラーベン状となる。また、亀裂の途中で亀裂がふた手に分岐していることもある。

このような亀裂はこの深度でわれわれが見ただけで3本あり、それぞれ類似の状況を示す。われわれはほぼ北から南へ向かって、亀裂の方向にほぼ平行に100mほど進んだが、亀裂は3本雁行しているかのように見受けられた。しかし、そのすべての亀裂の両端を見たわけではない。図9には模式的な亀裂の発達を示した。ここでは、3本の亀裂を杉型に配列していると考えて描いている。

この亀裂は下段と上段の間の平坦面に発達するのであるが、上段をあがったところにも、グラーベン状の地形がある。おそらく、この斜面の緩傾斜の部分にはほぼ南北の方向の亀裂が普通に発達しているであろう。

### 3. 表層構造の成因

今回の3回の潜航はほぼ39°21'Nに沿う、トラフの東（西向き）斜面（第65、67潜航）と西（東向き）斜面（第66潜航）での潜航であった。図3にはこの測線よりやや南方ではあるが、ほぼ同様の地形を示す38°50'Nに沿う断面を示した。これで分かるように、今回の潜航地点は太平洋プレートが沈みこみつつあり、その表面の大局的傾斜が約1.2°から2.6°へ変わろうとする部分に発達するホルストアンドグラーベンの急斜面に相当する。ここに発達する急斜面はほぼ南北の正断層の断層崖に起源を持つものと考えられる。また、マルチチャンネル測線でもこの正断層の発達は顕著に裏付けられる（Kobayashi, 1991）。今回潜航を行った斜面の傾斜はマルチナロービームマップからは約15度前後である。しかし、今回述べたように実際その急斜面は、何段ものステップの集合であることが分かった。一つ一つの崖はその崖そのものであるか、それとも崖が部分的に崩壊し、いくつかの小規模な段差となった部分を見ているか



のどちらかであろう。実視によると小さいステップはほとんど垂直に近いこともあるが、平均的には20度から30度程度である。第65潜航の下部の崖からの試料(D-65-1)を含む化石の時代が第四紀を示すことは、一連の崖が一つの巨大な正断層崖であるのではなく、小規模なステップ状の崖の積み重ねとしてできたものであることを示すと考えられる。そのような観察を総合して、図9には3回の潜航結果を模式的に示す鯨観図を示した。

一方、南北性ないしN30°Eの亀裂群は正断層が海底に現れたものではなく、全体的な曲げの表面に生じる水平方向の引っ張りに由来するであろう。このような亀裂群は3回のすべての斜面に普遍的に認められる。それらは、急斜面にではなく、急斜面と急斜面のあいだの緩傾斜、ないしほとんど水平なテラスのような地形の部分に発達している。第67潜航の断面図(図8)を見ると、そのことがよくわかる。このことは、この部分が海底地滑りの頭(head)の部分である可能性をも示す。また、亀裂の発達から、ほぼ東西の水平方向への引っ張り応力によることを示すが、所々で亀裂が正断層状のグラーベンとして連続することは、深所で一本の亀裂が、表層近くでふた手に別れ、中間のブロックが落ち込むことによって、グラーベン状となったとして説明することも可能である(図9)。

Kobayashi (1991) の示したこの付近のマルチナロービームマップによると、この付近にはおよそ4方向のリニアメントが見られる。ひとつは日本海溝に平行な南北方向のもので、これは太平洋プレートの最も海溝よりで顕著である。他はN10°E、およびN30°Wであり、前者は今回潜航したホルストアンドグラーベンの方向、後者はこの地域のmagnetic lineamentの方向に直交する方向である(Nakanishi et al., 1989)。今回の亀裂群はN30°E方向であるが、全体的にはこの付近に発達する南北およびN30°E方向の正断層群に関連するものとみてさしつかえない。おそらくこの周辺の正断層の組合せによる斜面の内部に生じる局所的応力によるものと思われる。とくに、このトラフの部分は右ステップに急斜面がずれているので、その部分に雁行する亀裂群が形成されやすかったのかも知れない。しかし、そのより大きい

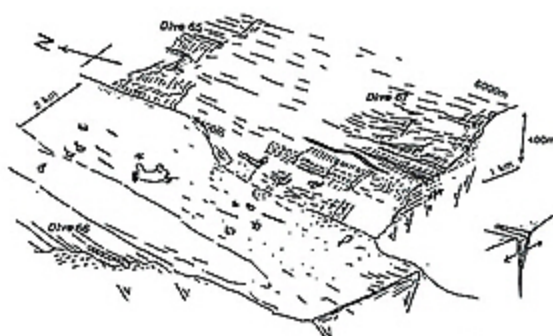


図9 第65, 66, 67潜航の観察を総合した鯨観図  
Fig. 9 Wale's eye view of Dives 65, 66 and 67.

意義については、今後より詳しく調べる必要があらう。

#### 謝 辞

「しんかい6500」の運航チーム、潜航チーム、「よこすか」の乗組員の方々、および潜航にあたって母船で補助をしてくださった、中西正男、鈴木清史の各氏、およびその他海洋科学技術センター各位に深甚の謝意を表す。

#### 参考文献

- Cadet, J. -P., Kobayashi, K. et al., 1987, The Japan Trench and its juncture with the Kuril Trench: cruise results of the Kaiko project, Leg 3. Earth and Planetary Science Letters, 83, 267-284.
- Kanamori, H., 1971, Seismological evidence for a lithospheric normal faulting, the Sanriku earthquake of 1933. Phys. Earth Planet. Inter., 4, 289-300.
- Kobayashi, K.(editor), 1991, Preliminary Report of the Hakuho Maru cruise KH 90-1. Ocean Research Institute, University of Tokyo, 174p.
- Ludwig, W. J., J. I. Ewing, M. Ewing, S. Murauchi, N. Den, H. Hotta, M. Hayakawa, T. Asanuma, K. Ichikawa, and I. Noguchi, 1966, Sediments and Structure of the Japan Trench. Jour. Geophys. Res., 71, 2121-2137.
- Nakanishi, M., K. Tamaki, and K. Kobayashi, 1989, Mesozoic magnetic anomaly lineations and sea floor spreading history of the northwestern Pacific. Jour. Geophys. Res., 94, 15437-15462.

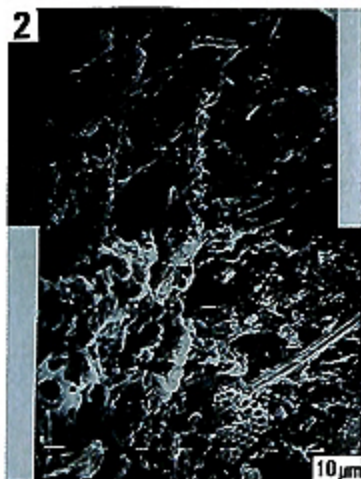
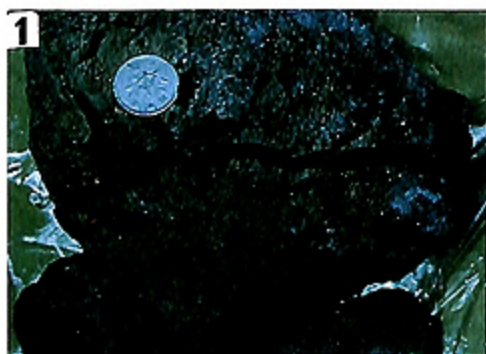


図5 試料番号 D-65-1 の珪質生物源泥 (siliceous biogenic mud) 試料の写真(1)とその電子顕微鏡写真(2)。平行な節理が多数発達する。

Fig. 5 Photograph (1) of siliceous biogenic mud of sample D-65-1.  
Electron microscopic photo of the same sample (2). Parallel joints are remarkable.

〈以下の写真に示された数値の読み方〉

例 (写真1)

上段 91/07/13, 11:57:22, 6386m

(1991年7月13日, 11時57分22秒, 深度6386m)

下段 184°, +05°, 223°, +42°, Z010, F1.7

潜水船の方位 (真北から時計まわり184°), 潜水船の角度 (水平から5°下向き), カメラの方位 (同じく223°), カメラの角度 (同じく42°下向き), ズーム10倍, 焦点距離1.7m



写真1 トラフ底における温度測定

Photo 1 Temperature measurement at the bottom of the trough.

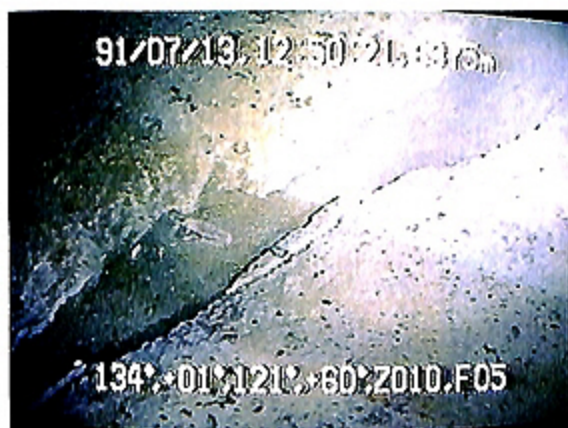


写真2 下部斜面におけるほぼ南北方向のグラーベン状の亀裂

Photo 2 North-south trending graben-like gash at the lower slope.





写真3 下部斜面における珪質生物源泥の試料採取  
Photo 3 Sampling of siliceous biogenic mud at the lower slope.



写真6 上部斜面に見られる南北方向の畝状のリッジ  
Photo 6 North-south trending mud ridge at the upper slope.



写真4 下部斜面の段階状の泥岩露頭  
Photo 4 Mudstone outcrop at the lower slope.



写真7 上部斜面のトラフ状の溝の側面に発達する亀裂  
Photo 7 Cracks at the wall of a trough at the upper slope.



写真5 下部斜面における泥岩ブロックの散在する様子  
Photo 5 Distribution of mudstone blocks at the lower slope.



写真8 上部斜面の泥岩の露頭。南北方向の段差が発達する。  
Photo 8 Mudstone outcrop at the upper slope. North-south trending steps are developed.



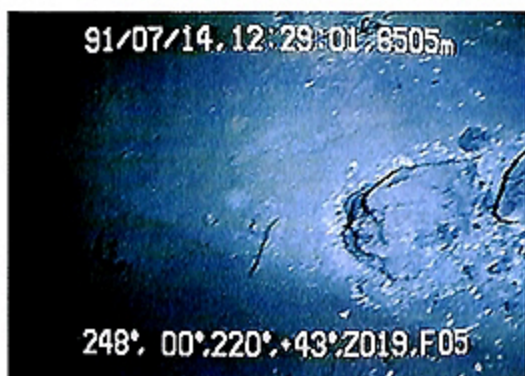


写真9 トラフ底に見られるブロック、マンガンコーティングされたバミスブロックと思われる。

Photo 9 Blocks at the bottom of the trough. They are thought to be manganese-coated pumice blocks.

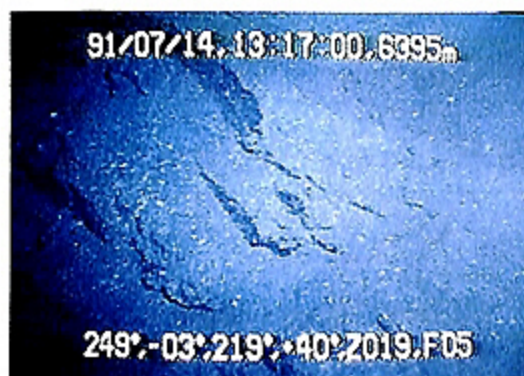


写真12 下部斜面に発達する南北方向の泥質岩の急崖  
Photo 12 North-south trending steep cliff at the lower slope of muddy rock.



写真10 下部斜面に散在する白色のブロック。泥質岩と思われる。

Photo 10 White blocks scattered at the lower slope. They are thought to be muddy rocks.

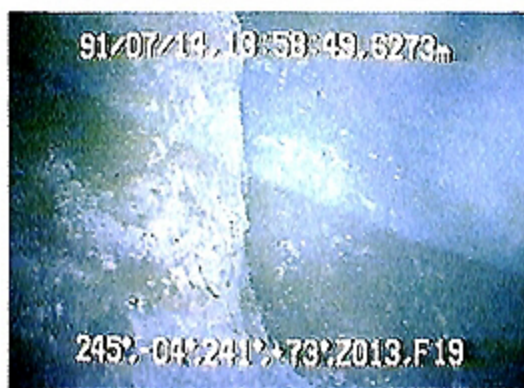


写真13 上部斜面に見られる北東方向のトラフ状の溝。角がやや丸みをおびていることに注意。

Photo 13 Northeast trending trough at the upper slope. Note the edge of the wall is eroded to be rounded.

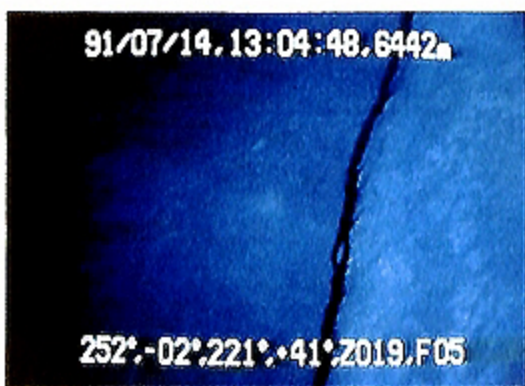


写真11 下部斜面に見られる北東方向の段差  
Photo 11 Northeast trending step at the lower slope.

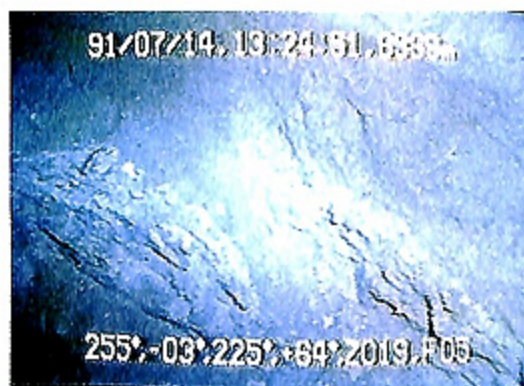


写真14 上部斜面に露出する泥質岩  
Photo 14 Muddy rocks outcropped at the upper slope.



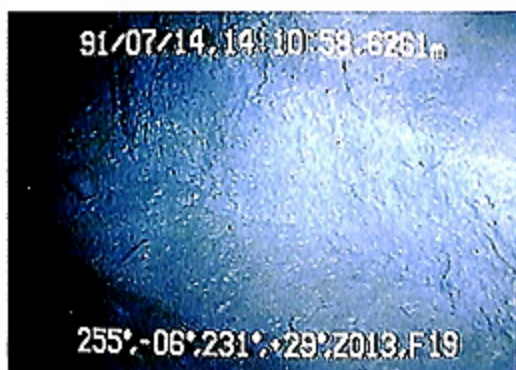


写真15 上部斜面の南北方向のトラフ状の溝  
Photo 15 North-south trending trough at the upper slope.

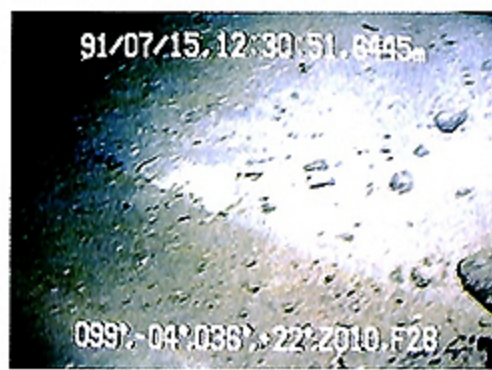


写真18 急斜面直下のトラフ底におけるブロック (白色は泥質岩, 黒色はマンガンコーティングのパミス)  
Photo 18 Blocks distributed at the slope bottom beneath the steep slope (white ones are muddy rocks, and black ones are manganese-coated pumice).

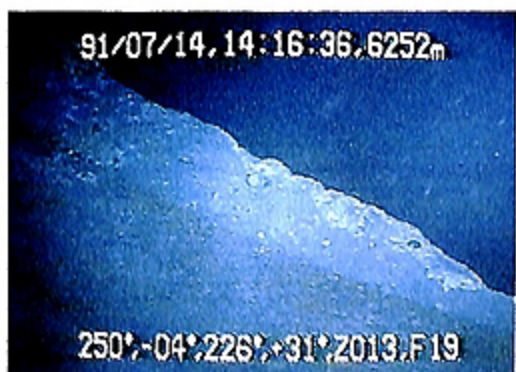


写真16 上部斜面の南北方向のトラフ状の溝の縁  
Photo 16 Edge of a north-south trending trough at the upper slope.

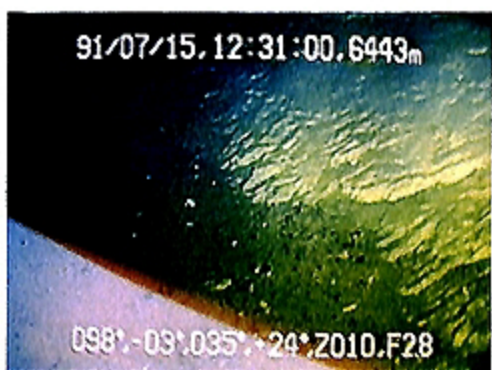


写真19 下部斜面の泥質岩露頭の始まり  
Photo 19 Beginning of the muddy rocks at the lower slope.



写真17 トラフ底におけるパミスブロックの採集  
Photo 17 Sampling of a pumice block at the trough bottom.

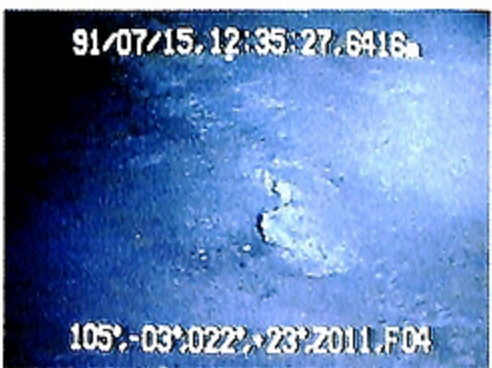


写真20 下部斜面における南北方向の小段差  
Photo 20 North-south trending small step at the lower slope.





写真21 下部斜面上位の南北方向のトラフ状の溝  
Photo 21 North-south trending trough-like gash above the lower slope.



写真24 トラフ状の亀裂。双方が引き離されたことがわかる。  
Photo 24 Several meters deep crack. The both sides were pulled apart.

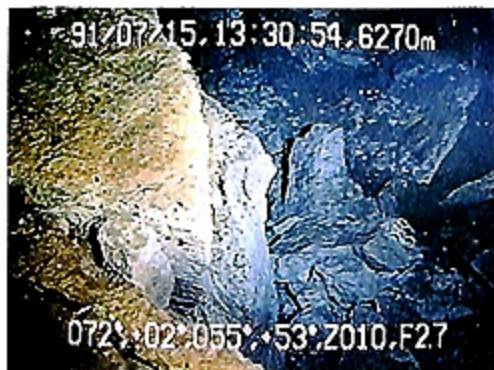


写真22 溝の縁に見られる2方向の亀裂  
Photo 22 Two-direction cracks at the edge of the trough.



写真25 溝の壁面に見られる落ちかかったブロック  
Photo 25 Block just before to fall.



写真23 溝の壁面。水平の層理面に注意。  
Photo 23 Wall surface of the trough. Note the horizontal stratification.



写真26 溝と南方延長のグラベン状の地形。底にはほんのわずかしき堆積物がかぶっていないことに注意。  
Photo 26 Graben-like topography of the souther extension of the trough. Note very thin sediment cover in the trough.





写真27 二本並列する溝  
Photo 27 Two parallel troughs.

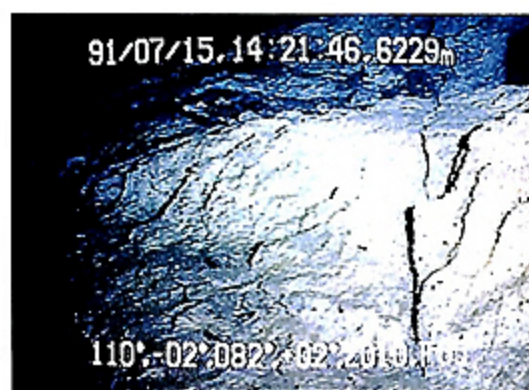


写真28 上部斜面の泥質岩の露頭  
Photo 28 Outcrop of muddy rock at the upper slope.