

相模湾西部、伊豆熱川沖の海底溶岩流について (II)

仲 二郎^{*1} 田中武男^{*1} 堀田 宏^{*1}

相模湾、熱川沖北東方約20km付近に玄武岩の海底溶岩流が存在することが昭和61年までの海洋科学技術センターの深海曳航調査及び「しんかい2000」の潜航調査で判っていた。昭和62年4月に既に分布の判っていた場所も含め、南西延長部でサイドスキャンソナーによる調査を行った。その結果、それまでに判っていたよりさらに南西方に溶岩を示す記録の部分が広く存在することが判明した。また見かけ上の上流部には溶岩の縁辺部に幅約50mにわたり、中央部と異った反射のパターンを示す部分が存在することが分かった。これまでの調査結果と比較するため、新たに見つかった南西延長部と、これまで調査の行なわれていなかった中流部で「しんかい2000」による潜航調査を実施した。その結果、これまでの結果も含めて以下のようない知見を得た。

- 1) 熱川沖の玄武岩からなる海底溶岩流はこれまで判明していた分布域よりさらに南西にも延びており、総延長が12km以上に達することが判った。
- 2) 採取した岩石試料は同じ組成で、この溶岩流は一連、単一のものである可能性が強い。
- 3) チュムラス、プレッシャーリッジのような中規模の起伏は溶岩の各所に見られる。また枕状組織は溶岩流の縁辺部に多く見られる。
- 4) 溶岩の中央には平坦で縄状組織等の表面組織が見られる部分があり、これはシートフローと思われる。
- 5) 上流部ではその縁辺に溶岩流の内側が落ち込んだ崖があることがあり、それらの存在する部分はソナー記録が中央部と異っている部分に相当する。これらは溶岩堤防が上流部で発達していることを示している可能性がある。

A Submarine Lava Flow in the Western Part of the Sagami Bay, northeast off Atagawa (II).

Jiro NAKA^{*2}, Takeo TANAKA^{*2} and Hiroshi HOTTA^{*2}

JAMSTEC Deep Tow and the "SHINKAI 2000" dive surveys detected a giant submarine basaltic lava flow in the western part of the Sagami Bay, 20km northeast off Atagawa. In April 1987, JAMSTEC surveyed the southwestern extension of the lava flow by deep towing side-scan sonar. As a result of this survey, a wide domain was detected which shows the same kind of side-scan sonograph of the lava flow existing around there, and which corresponds to the upstream extension. Furthermore, from this newly detected topographic feature of the lava flow upstream to middle stream, the marginal

^{*1} 海洋科学技術センター深海研究部

^{*2} Japan Marine Science and Technology Center

part shows a different sonograph pattern from the central part.

In May and November 1987, the "SHINKAI 2000" dived at the middle stream and the newly found upstream part to confirm the above mentioned side-scan sonar records. The main results of this survey are as follows.

- (1) A giant submarine lava flow off Atagawa extends to the southwest and its length is more than 12km.
- (2) The rock samples collected from some places of the lava flow show the same composition, that is to say, this lava flow very likely is a single body.
- (3) Mesoscopic undulations, such as tumulus and pressure ridge, were observed frequently and sometimes pillow lava was observed on the flank.
- (4) Around the central part of the lava flow, wide and very flat lava surfaces were dominant, and they are thought to be sheet flows.
- (5) At the marginal part of the upstream, some scarps facing the inside of the lava flow and corresponding to the different sonographic pattern were observed, and they probably indicate the existence of a lava levee.

1. はじめに

相模湾南西部の伊豆半島と伊豆大島との間の海底地形は複雑で、海底火山と考えられる大小様々な多くの海丘が存在する。これらは東伊豆沖海底火山群と呼ばれており(葉室ほか, 1980), その内のいくつかからは玄武岩を主とする火山岩が採取されている(湯浅・本座, 1976; 葉室ほか, 1980; 葉室ほか, 1983)。

この海域と相模湾中央部の相模トラフとの間には、逆に極めて平坦な緩い傾斜の海底が広がっている。この平坦な地形を示す海底にかなり大規模な海底溶岩流と考えられる帯状の岩体が存在することが海洋科学技術センターが開発した深海曳航式探査装置によって発見され、潜水調査船「しんかい2000」による調査で、その一部に枕状溶岩が認められる新鮮な玄武岩からなる溶岩流であることが明らかとなった(田中ほか, 1986)。

このような大規模な海底溶岩流の生成の機構を明らかにすることはフィリピン海プレート北端部における海底火山活動を考える上で極めて重要なことである。そのためにこの海底溶岩流の分布をより正確に調べ、その各部における形態や岩石の特徴を把握することが重要であるので、その後も

深海曳航調査及び「しんかい2000」による潜航調査を行ってきた。本稿ではそれらの結果について報告する。

2. 深海曳航式サイドスキャンソナー及びサブボトムプロファイラーによる調査

大塚ほか(1982)により図1に示す範囲の相模湾の比較的平坦な海底面で発見された溶岩と考えられる強い反射率を示す岩体の分布を把握するため、70kHzのサイドスキャンソナーの深海曳航調査を行って来た。図2にこれまでにその調査で判明している海底溶岩流の分布域を示す。図2の南西部は東伊豆沖海底火山群の分布域に入っているため、多くの海丘が認められ、起伏に富んでいる。図2中のA-B測線はこの海域を調査したものである。その記録上、比較的起伏のない測線の北部では明瞭にその分布が判読できるのに対し、南部では起伏に富んでおり、地形の影響もあるため、溶岩の分布の判読が難しい。従って、図2に示す部分より南方への延長部の有無は現状では不明である。またA-B測線とC-D測線の間隔はソナーの探査幅を超えるため、この部分に記録の間隙がある。しかしこの間隙はあるにしても記

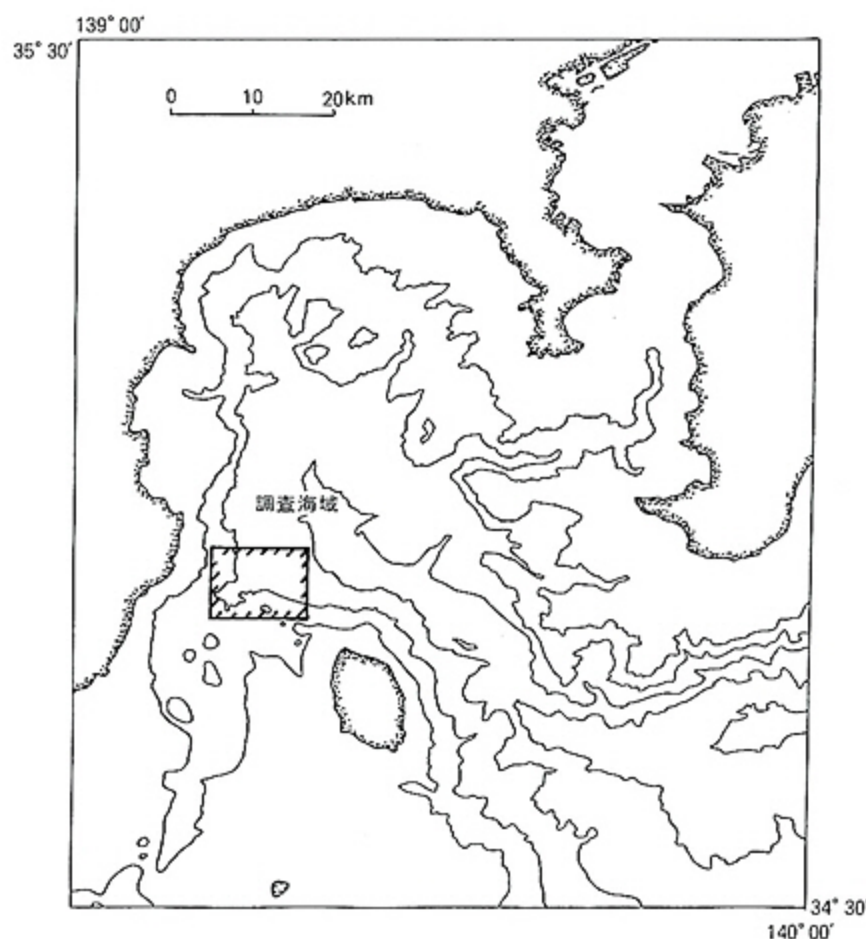


図1 調査海域図

Fig. 1 Index Map of the Investigated Area.

録のパターンは同じであるため、その総延長は12 km以上に達している。最浅海部は水深約1000m、最深海部は水深約1350mにわたっているが、この見かけ上の上流及び下流を以下仮に上流、下流とする。

サイドスキャンソナーの記録を見た場合、それは一様でなく、上流と下流で異っている。下流部については図3に示すように反射率の弱い周囲の泥と思われる底質部に対して、強い反射を示す溶岩の部分が認められる。そしてその溶岩の部分では一様な記録が得られている。これに対し、中流部では図4に示すように、強い反射の溶岩と、弱い反射の周囲の堆積物の部分が明瞭に識別できる。しかし、溶岩の部分の記録は一様でなく、縁辺部に幅約50m程度で中央部と異った反射パターンを示している部分が存在していることが判る。

これと同様なことは現在の所、最上部と思われる部分にも存在する。図5はその例であるが、縁辺部に幅約50mで中央部と異った反射パターンを示す部分が認められている。また図5では小海丘地形が認められ、溶岩の部分にも直経約200mの小海丘が認められる。図2には以上の記録上の特徴をあわせて表現している。

深海曳航式サイドスキャンソナー曳航体にはその直下の底質の表層部の構造を調べるための4.8kHzのサブボトムプロファイラーを装備している。図6に各測線について、曳航体の高度補正を行った解釈図を示す。記録からは溶岩は周囲の堆積物に比べ強い反射を示すため明瞭に区別できるが、溶岩自体はその表面で音波が反射されていると思われるため、溶岩の厚さや内部の構造は判らない。一方周囲の堆積物は、下流では成層した

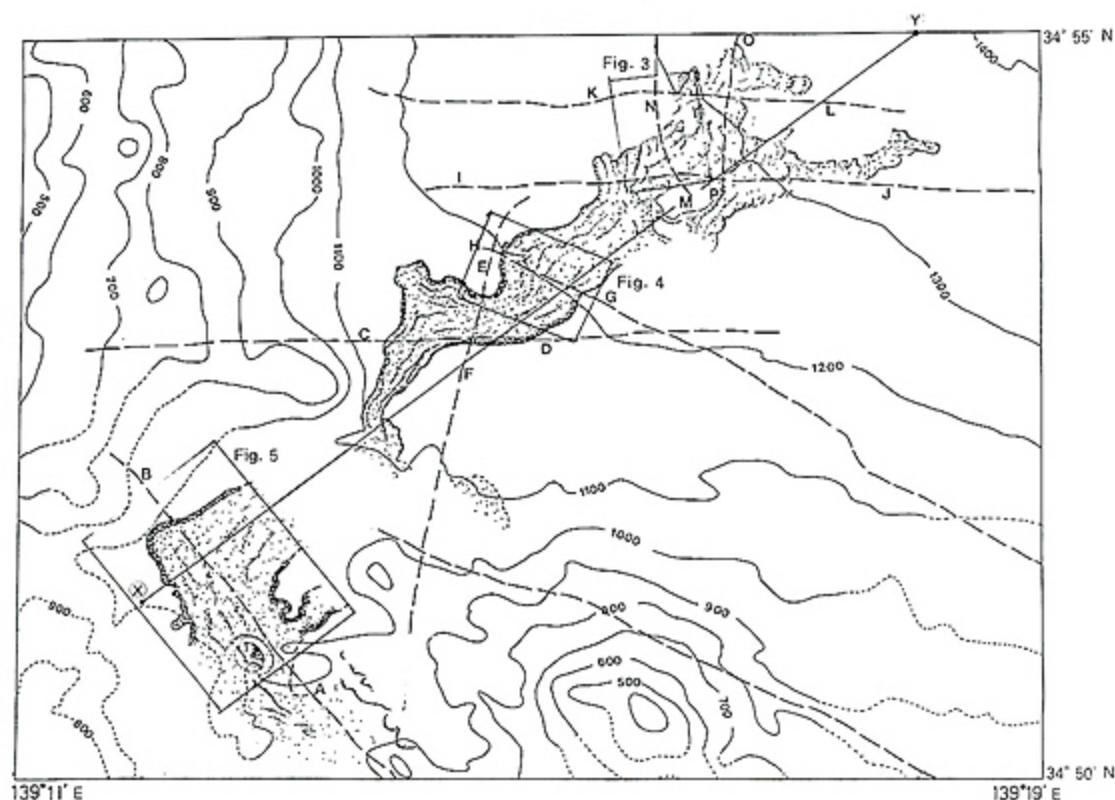


図2 サイドスキャンソナー記録から判明した溶岩流分布図。点を打った部分は溶岩を示し、密な点の部分は上流部に認められる縁辺部を示す。

Fig. 2 Distribution map of the lava flow, surveyed by deep towing side scan sonar. Broken lines indicate the survey lines. Dotted area indicate the lava flow and closely dotted area indicates the marginal part of up stream area.

ものであるのに対し、上流では層構造が見られない。潜航調査で、下流では泥であったのに対し、上流では砂であったことから、溶岩流周囲の底質は下流部では泥を主体とし、上流部では砂を主体としているものと思われる。

また図6からある程度の地形断面も判読できる。溶岩部では、比較的幅の広い下流部では起伏に乏しく平坦であるのに対し（I-J～O-P測線）、上流部では比高10～20m程度の起伏が多く見られる（A-B測線）。中流部の特に溶岩の幅が狭くなっている部分（C-D～G-H測線）では更に起伏に富む傾向がある。また特に高低差のある起伏は溶岩流の中央より縁辺に多い傾向もある。

3. 「しんかい2000」による目視調査

上述のソナー曳航調査を主とする事前調査結果を基に、「しんかい2000」による潜航調査がこれまでに合計8回実施されてきた（内1回は確認潜航）。それらの測線を図7に示す。本項では海洋科学技術センターの観察による潜航調査結果を述べる。

3-1. 溶岩流下流部

溶岩流下流部ではこれまでに3回の調査が実施された（第173, 174, 220 潜航）。この結果の多くは田中ほか（1986）に述べられているが、それも含めてここでは簡単に記述する。

下流部北側の潜航では（Dive 173, 174）、溶岩の表面には縄状組織も見られ、主に溶岩流の縁辺部で枕状組織も観察された。溶岩流の各所にチュ

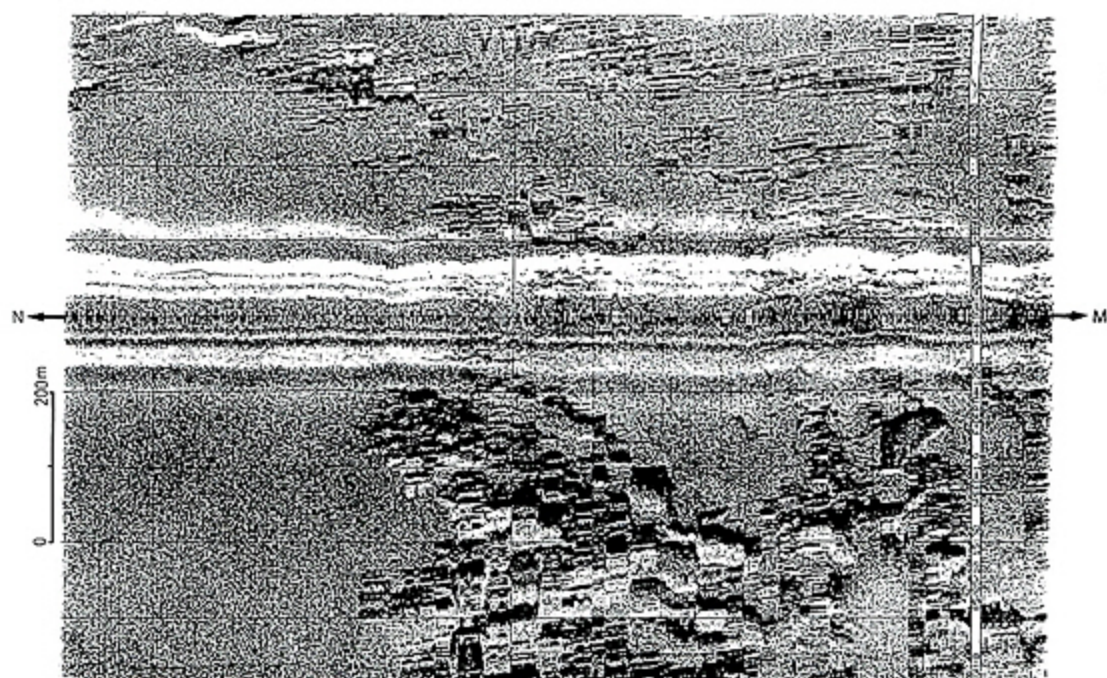


図3-1 サイドスキャンソナー、M-N測線の記録の一部、位置は図2に示す
 Fig 3-1 A part of the side scan sonar record of the M-N line.
 Site was shown in Fig. 2

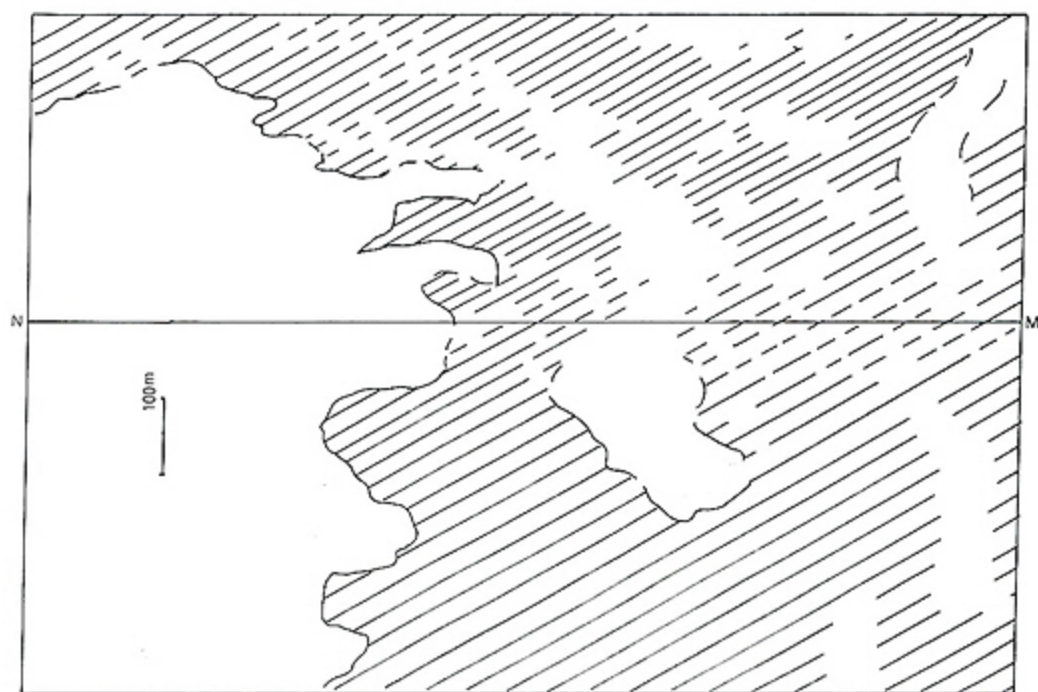


図3-2 図3-1のソナー記録解釈図。斜線部は溶岩を示す。
 Fig. 3-2 Interpretative figure of Fig 3-1. Oblique lined area
 indicates the lava flow.

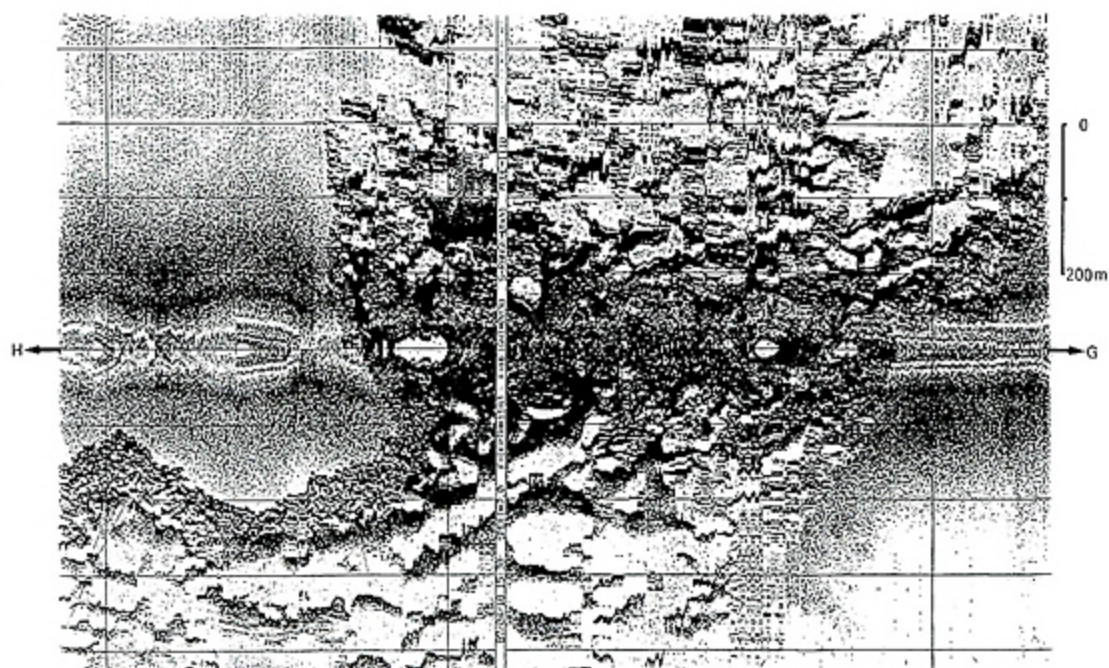


図4-1 サイドスキャンソナー，G-H 測線の記録の一部，位置は図2に示す。

Fig. 4-1 A part of the side scan sonar record of the G-H line.

Site was shown in Fig. 2.

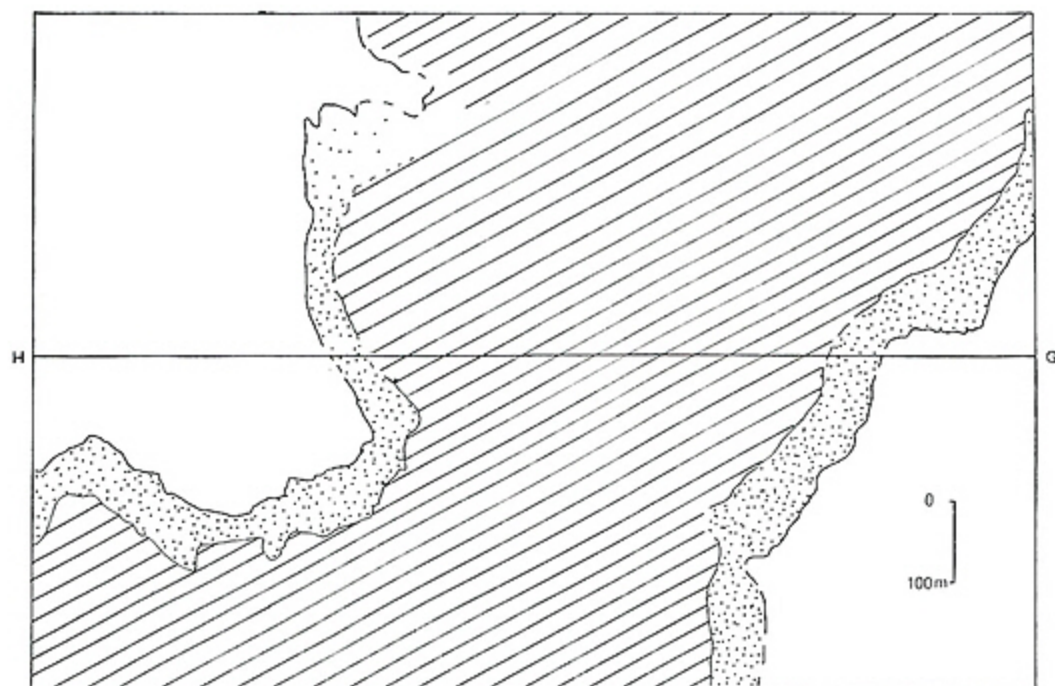


図4-2 図4-1のソナー記録解釈図。斜線部は溶岩中央部，点をうった部分は縁辺部を示す。

Fig. 4-2 Interpretative figure of Fig. 4-1. Obliqued lined area indicates central part of lava flow.

Dotted area indicate marginal part of the lava flow.

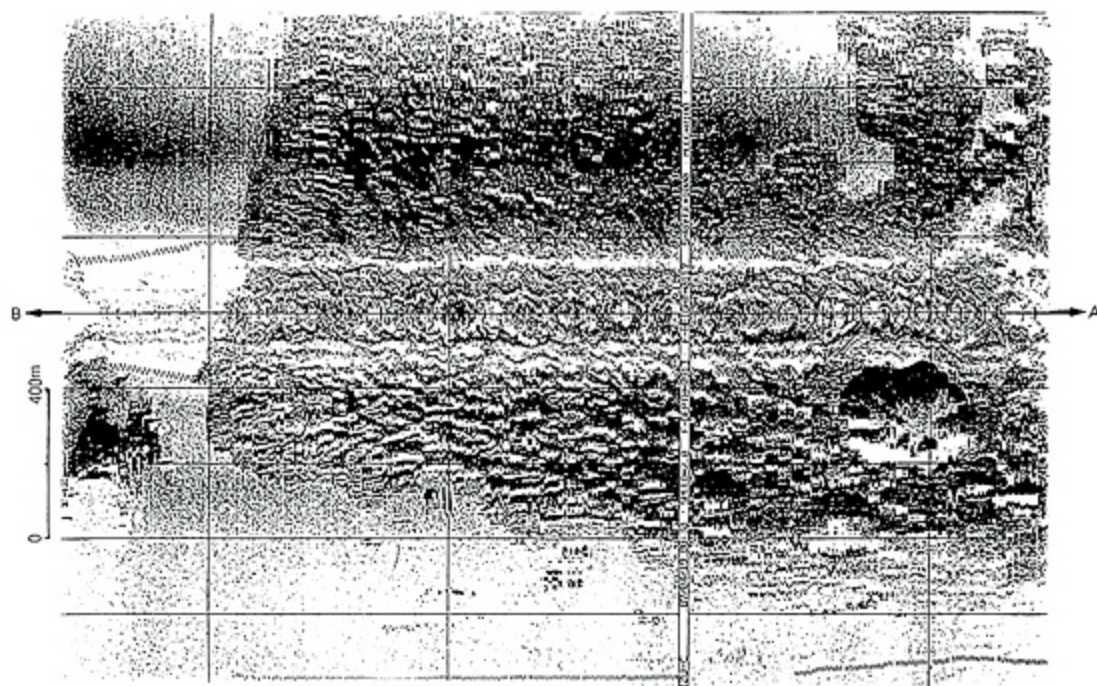


図5-1 サイドスキャンソナー、A-B測線の記録の一部、位置は図2に示す。

Fig. 5-1 A part of the side scan sonar record of the A-B line.

Site was shown in Fig. 2.

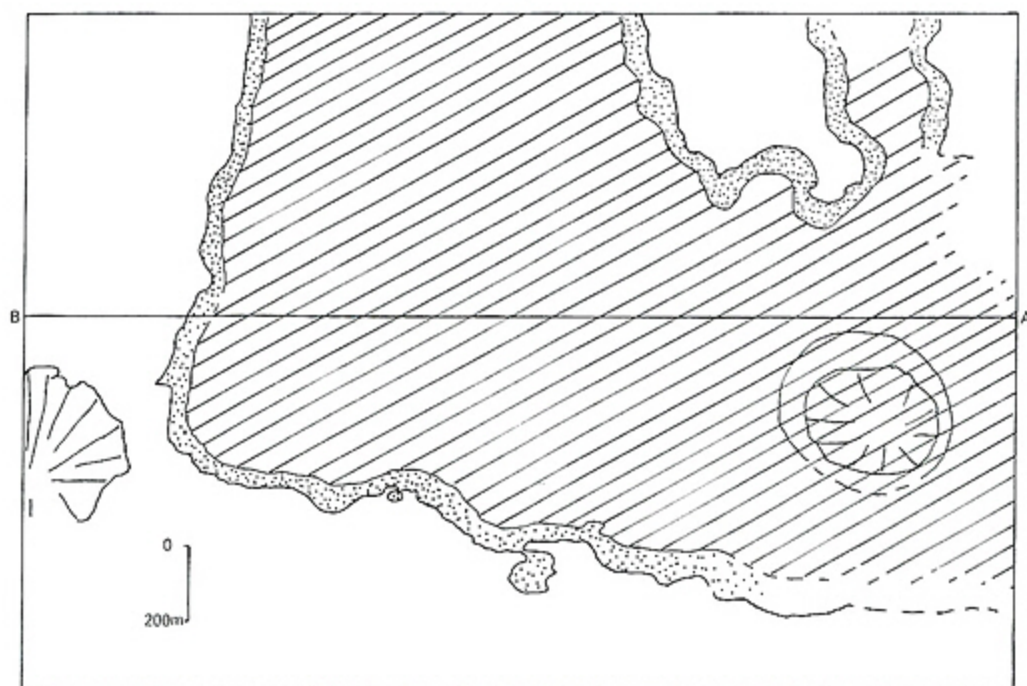


図5-2 図5-1のソナー記録解釈図。斜線部は溶岩中央部、点をうった部分は縁辺部を示す。放射状の印は小海丘を示す。

Fig. 5-2 Interpretative figure of Fig. 5-1. Oblique lined area indicates the central part of the lava flow and dotted area indicates marginal part. Radial figures indicate small knolls.

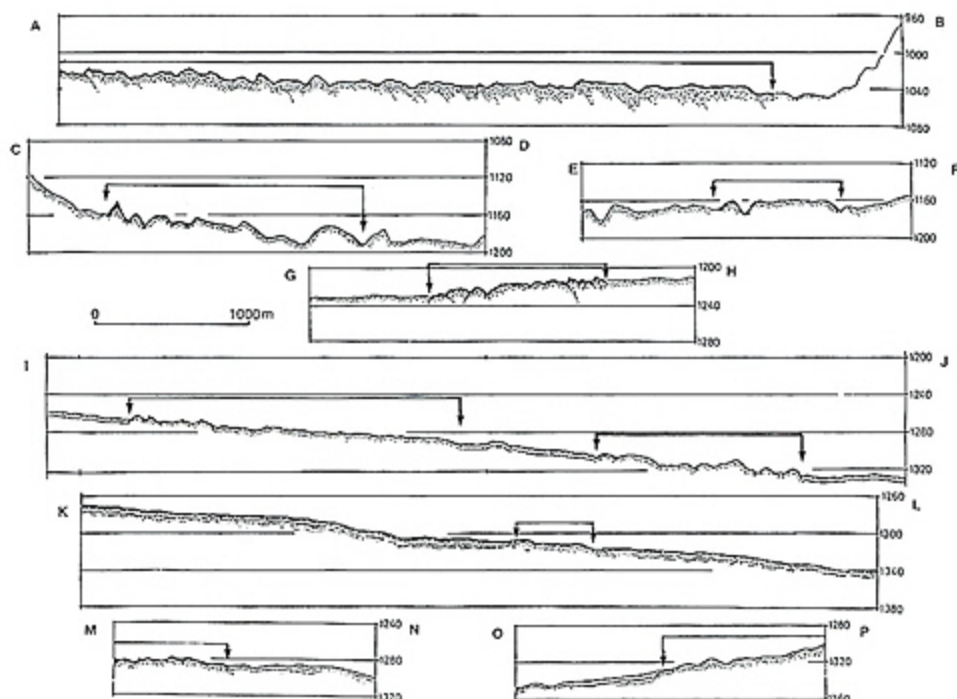


図6 サブボトムプロファイラー記録の解釈図。矢印は溶岩端を示す。測線は図2に示す。
Fig. 6 Interpretative figures of the records of subbottom profiler. Each arrow indicates the lava flow edge. Survey lines were shown in Fig. 2.

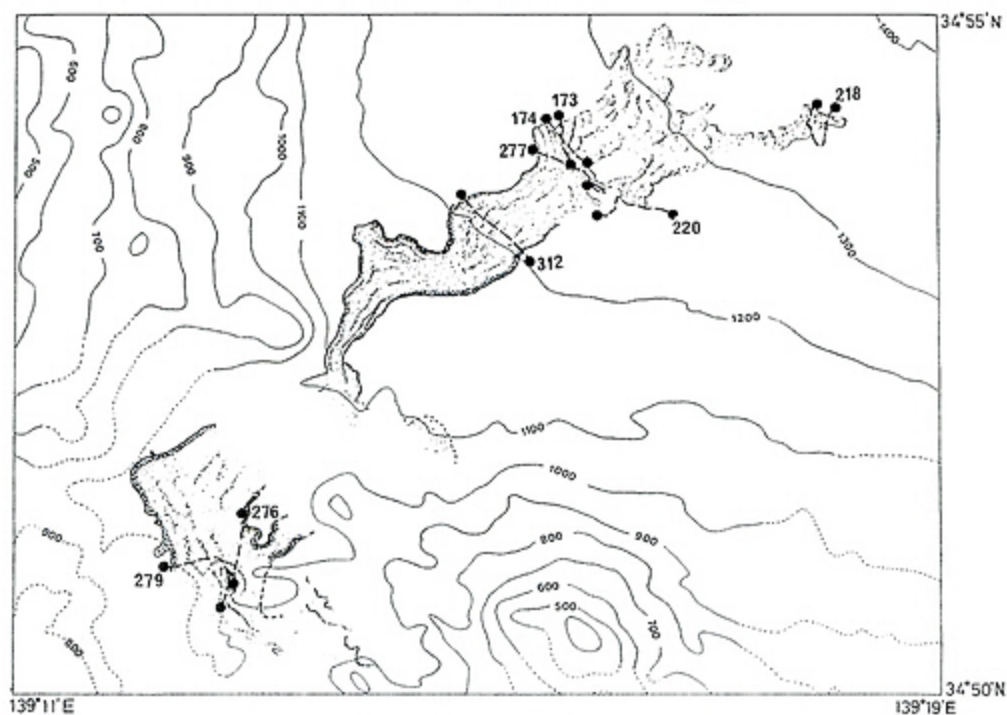


図7 「しんかい 2000」 潜航調査航跡図。各数字は潜航番号を示す。
Fig. 7 Ship tracks of "SHINKAI 2000". Each number indicates the dive number.

ムラス状の小丘が観察され、縁辺部には高さ数mの溶岩からなる崖も観察された。

一方下流部南側の調査では (Dive 220)、北側に比べ泥質の堆積物に覆われている割合が極めて高く、ソーナーの記録の上では溶岩分布域ではあったが、実際にはごく一部に縄状組織等の表面組織を持つ溶岩の露頭が観察されたに過ぎなかった。

3-2. 溶岩流中流部

中流部においては、図2のG-H測線とほぼ同じ測線で潜航調査を実施した。

着底点は溶岩流の南東側で底質は表層が泥に薄く覆われた細粒砂であった。調査測線上での溶岩流の南東端は1~2m周囲の堆積物から盛り上っていた。溶岩流の南東部は起伏に富んでおり、溶岩流の内部側が数m落ち込んだ崖も見られた。さらに内側ではプレッシャーリッジ状の尾根や、チュムラス状の小丘が各所で見られた。

中央部は比較的平坦で、潜水船の視野で見え、20m四方以上にわたり極めて平坦な部分が二か所で観察された。その表面はあまり泥に覆われておらず、写真1に見られるように縄状組織様の模様が広く観察された。また所によってはその表

面に不規則な形態の角礫が散在していることもあった (写真2)。この平坦な表面組織をもつ部分は東太平洋海膨の中軸谷等に多く見られるシートフロー (Ballard et al. 1979など) に相当するものと思われる。

北西縁に近付くと、南東縁と同様にプレッシャーリッジ状の尾根や、チュムラス状の小丘が多く観察された。また小丘の側面からは枕状溶岩が流下していることがしばしば観察された (写真3)。南東縁で認められたような溶岩流の内部側が落ちてきた崖の顕著なものは無かった。

この測線は堆積物の被覆りが少なく、これまでの潜航調査の内では溶岩の露頭を最も良く観察できた測線である。

3-3. 溶岩流上流部

上流部ではこれまでに2回の潜航調査を行った (Dive 276, Dive 279, Dive 276 は確認潜航)。

第279潜航では図5に見られた直径約200mの小海丘の南側に着底し、その後北へ向って航走し、小海丘を縦断した。潜水船の視界は透明度があまり良くなく、5m程度であった。そのためあって潜航時に、特に海丘の上を通過した認識はなかつ

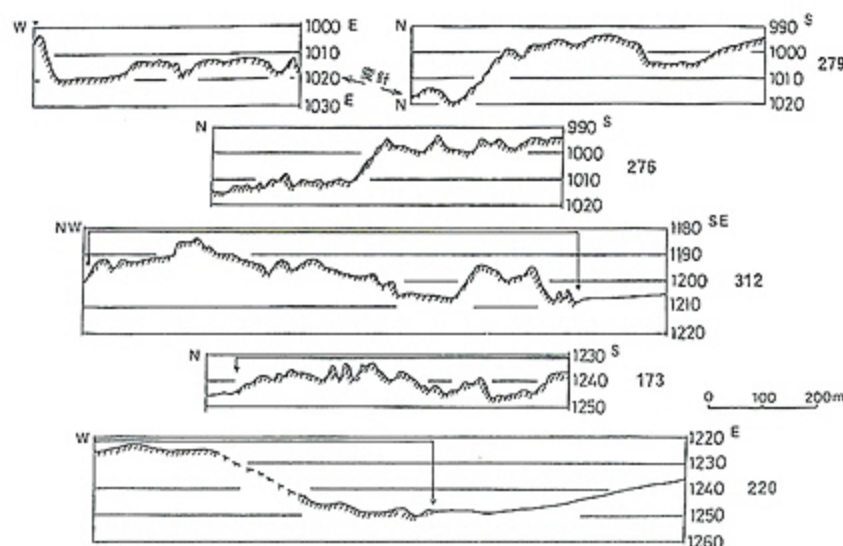


図8 「しんかい2000」搭載のSTDによる溶岩の地形断面図。斜線を施した部分は、溶岩を示す。測線は図7に示す。

Fig. 8 Topographic Profiles of the lava flow surveyed by STD installed on "SHINKAI 2000". Hatched bottom shows the lava flow. Survey lines are shown in Fig. 7.

た。しかし潜水船搭載のSTDの深度データによって得られた地形断面を見ると比高10m程度の海丘を縦断していたことが分かる(図8)。これと同様のことは海丘上に着底した第276潜航でも認められる。

この小海丘上では、不規則な形態をした数10cm大の玄武岩の岩塊が散在していたり(写真4)、縄状組織様の表面組織を呈するシートフローと思われる溶岩が認められた(写真5)。シートフローと思われる部分には、あちらこちらにプレッシャーリッジ状の尾根や、チュムラス状の直径5~20m程度の小丘が存在していたため、第312潜航で観察されたものに比べ、シートフローとしての連続性は悪かった。またシートフローと思われる部分の中には表面の縄状組織の方向が不規則に変化しているところも見られた(写真6)。チュムラス状小丘の比高は2~5m程度で、その頂部にはシートフロー状の表面組織が見られることが多く、またその側面からは直径1~2m程度の枕状溶岩が流下している様子がしばしば観察された(写真7)。

小海丘通過後、溶岩の西縁を確認するため西へ航走した。しばらくは溶岩の露頭がよく観察されたが、その後は全般的に泥質堆積物に覆われて平坦となった、しかしソーナー記録では溶岩の西端に当たる場所に、比高20m程度の崖が存在し、その付近に、玄武岩と思われる岩塊が散在していた。崖より西方には潜水船のCTFMソーナーで溶岩と思われるものの無いことを確認した。

4. 溶岩流の地形断面

既に曳航体装備のサブボトムプロファイラーによる溶岩流の各部の地形断面(図6)については簡単に述べた。本項では「しんかい2000」に装備してあるSTDによる記録から得られた溶岩流の地形断面について記述する。第174潜航は第173潜航とほぼ同じ測線であるので、これを除く5潜航分の地形断面を図8に示す。先に述べたサブボトムプロファイラーによる測定では、曳航体を海底上50~150m程度の高度で曳航するため、地形が起伏に富む場合には、それからのサイドエコーにより、微細な地形断面が不明瞭になる。それに対し、潜水船は数mの高さで海底をどのように航走するため、それに搭載したSTDにより得られ

る地形断面は、より正確に微細な地形を表現しているといえる。

上流部の第279及び276潜航時に得られた断面上では、まず長さ200m、高さ10~20mの海丘が認められる。これはサイドスキャンソーナーの記録(A-B測線)上で見られた小海丘に相当するものと思われる。なお潜航時には特にこの部分に山体があるとは思われなかったため、この海丘はなだらかなものと思われる。またこの海丘上も含めて溶岩流の各所に高さ数mの高まりが多く見られる。これらは潜航時に認められたプレッシャーリッジやチュムラス状の高まりのものと思われる。さらにこの測線で溶岩流の最西端部では潜航時に見られた崖が明らかに認められ、その高さは15mを超えるものであったことが分かる。

中流部の第312潜航の記録では南東縁において高さ10m程度の起伏が認められ、また中央部が窪んでおり、高さ数mの起伏が多く認められる。これらは潜航時に南東縁に溶岩流内側へ落ちる崖が存在したことや、中央部に広くシートフローが認められたことや、北西部にプレッシャーリッジ状の尾根やチュムラス状の小丘が多く認められたことによく対応している。

下流部のうち、第173潜航時の記録では各所に高さ数mの起伏が認められる。これはチュムラス状の地形に対応していると思われる。一方、南東側の第220潜航時の記録からは特徴的な起伏は認められない。これは潜航時の観察の通り、溶岩流の表面が既に泥で埋め立てられたためと思われる。

以上のことをまとめると、潜水船のSTDによる地形断面では、高さが数mで長さが数mないし十数m程度の起伏は、溶岩流の上流から下流にわたり普遍的に存在する。これらは潜航時に認められたチュムラス状の小丘やプレッシャーリッジ状の尾根に対応していると思われる。一方、サブボトムプロファイラーの記録に見られるような10m以上の高さで、10m以上の長さに及ぶような起伏は溶岩流の中流部より上流の浅海部に至る地域に限って見られる。これは、溶岩流の内側へ落ちるような崖や、なだらかな小丘を示していると思われる。

5. 採取した岩石試料について

第173、174潜航時の溶岩の試料については既に

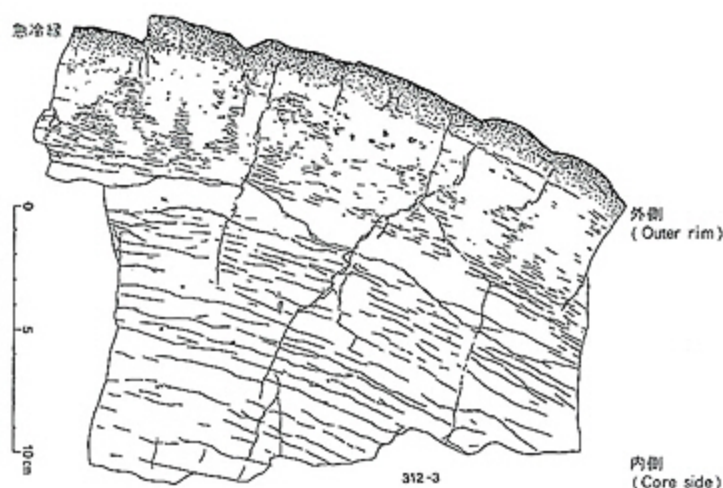


図9 312-3の切断面スケッチ

Fig. 9 Sketch of cross cut surface of the 312-3.

表1 主成分全岩化学組成分析値

Table 1 Major element bulk chemical compositions.

蛍光X線分析装置による (高知大学理学部所有)

全鉄をFeO*として示す。

Analysed by XRF

Total iron as FeO*

No.	312-3 0-1	312-3 1-2	312-3 2-3	312-3 3-4	312-3 4-5	312-3 5-6	312-3 6-7	312-3 7-8
SiO ₂	52.19	52.02	52.08	52.26	51.92	52.12	52.08	52.46
TiO ₂	1.20	1.21	1.20	1.21	1.20	1.20	1.19	1.21
Al ₂ O ₃	14.33	14.30	14.40	14.30	14.19	14.31	14.55	14.42
FeO*	12.86	12.81	12.79	12.84	12.84	12.82	12.69	12.89
MnO	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
MgO	4.69	4.63	4.64	4.74	4.71	4.73	4.69	4.79
CaO	9.83	9.81	9.85	9.83	9.85	9.82	9.89	9.85
Na ₂ O	2.11	2.07	2.11	2.08	2.15	2.06	2.22	2.07
K ₂ O	0.44	0.46	0.47	0.45	0.44	0.44	0.44	0.43
P ₂ O ₅	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09
Total	97.95	97.60	97.85	98.02	97.61	97.81	98.05	98.42

No.	312-1	279-1	279-2	276-1	276-2	220	174-1
SiO ₂	52.16	52.00	50.13	51.86	51.91	52.07	52.18
TiO ₂	1.21	1.21	0.96	1.22	1.22	1.20	1.21
Al ₂ O ₃	14.25	14.30	17.07	14.13	14.05	14.35	14.31
FeO*	12.83	12.85	9.55	12.90	12.92	12.80	12.87
MnO	0.20	0.21	0.18	0.21	0.21	0.21	0.21
MgO	4.66	4.66	7.04	4.67	4.70	4.65	4.69
CaO	9.81	9.85	10.05	9.73	9.76	9.84	9.83
Na ₂ O	2.13	2.13	2.68	2.19	2.13	2.10	2.19
K ₂ O	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.46	0.45
P ₂ O ₅	0.09	0.09	0.17	0.09	0.09	0.09	0.09
Total	97.79	97.75	98.28	97.45	97.44	97.77	98.03

田中ほか(1986)が記載しているので、ここでは主に第279及び312潜航時に得られた試料について述べる。

第279潜航では溶岩流内の着底点と溶岩流の西端部に当たる離底点の2ヶ所で岩石を採取した。着底点の試料(279-1)は海底に散在していた角礫の一つで、発泡度の低い玄武岩である。斑晶は比較的少なく、主に斜長石からなり、一部が単斜輝石であり、田中ほか(1986)の試料と同種である(写真8)。

一方、離底点付近の試料は高さ10m程度の崖付近に散在していた試料で(279-2)、他の試料に比べかなり完晶質で、かつかなり発泡度の高い試料である。また斑晶は多くそのほとんどがカンラン石からなっている。またこの試料は全く急冷縁を伴っていない(写真9)。

第312潜航では合計3ヶ所で岩石試料を採取した。採取地点は溶岩流の南東縁の溶岩流内側が落ちた崖の途中と、中央部のシートフロー上と、北西部のチュムラス状小丘上である。3試料とも角礫で、転石であるが、最後のものは、すぐ1m程度上にあった枕状溶岩から抜け落ちたことが明らかかな試料である(312-3, 写真10)。この312-3の表面には波長数cmの幅でガラス質の急冷縁が存在する(写真11)。またこの試料は図9に示すように、通常の枕状溶岩が放射状の冷却節理が顕著であるのに対し(Snyder and Frasher, 1963; McDonald, 1968 など)、同心円状の節理の方が顕著である。鏡下では、第312潜航時に採取したこれら3個の試料は先の279-1と同種のもので

ある。

上述試料とこれまで採取した試料の幾つかについて、その全岩の主成分化学組成分析を高知大学理学部の蛍光X線分析装置で、また急冷縁のガラスの分析を東京大学海洋研究所のX線マイクロアナライザーを使用して行った。これらの結果を表1及び2に示す。

表1の312-30-1から312-37-8は先に記述した枕状溶岩(312-3)の急冷縁から内側へ1cm刻みで8cmまでを8ヶ所に分けて分析を行ったものである。これら8ヶ所の分析値の間には大きな差異はないので、変質や風化により同一試料内では不均一はないものと思われる。

全岩組成について、 $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 図(図10)及びAFM図(図11)上で見ると、279-2を除いて各採取試料は先に述べた同一試料内の変動程度の範囲に入っており、ほとんど同じ組成であり、既に田中ほか(1986)が述べているように伊豆大島の低アルカリソレイトの玄武岩である。一方279-2はこれらに比べMgOが高く、唯一の異った組成を示す試料で、高アルミナ玄武岩あるいは高アルカリソレイト玄武岩に属する東伊豆の火山岩に近い。鏡下でもこの試料は前に述べたように他のものと異っていることと、溶岩流端の転石試料であることを考えると溶岩流の岩

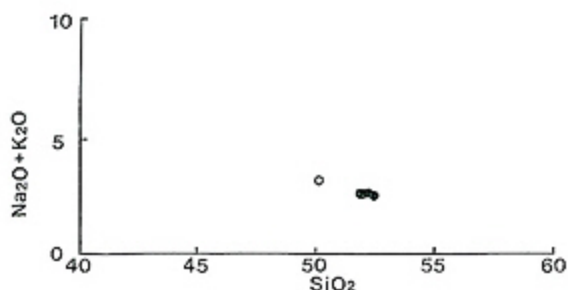


図10 $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 図(全岩組成)

白丸は 279-2 (重量パーセント)

Fig. 10 $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diagram (bulk composition)

Open circle is the 279-2 (Weight percent)

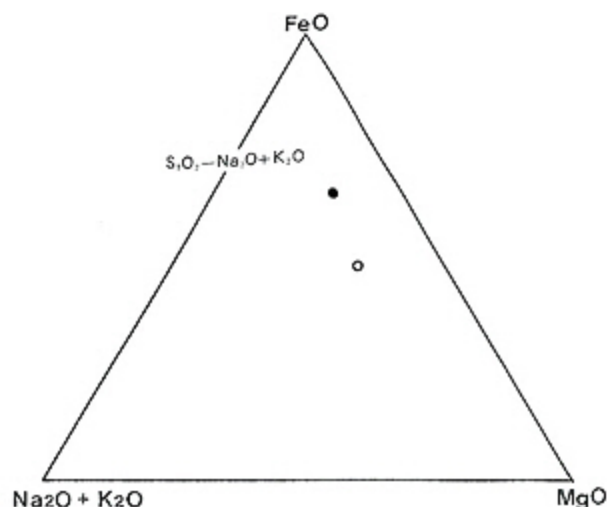


図11 AFM図(全岩組成). 白丸は 279-2

Fig. 11 AFM plots (bulk composition).

Open circle is the 279-2

表2 急冷ガラス分析値

Table 2 Chemical compositions of quenched glass.

X線マイクロアナライザーによる(東京大学海洋研究所所有).

全鉄をFeO*.

Analysed by X ray micro probe analyser.

Total iron as FeO*.

No.	#276-1	#173-1	#312-3	#297-1
SiO ₂	52.48	52.69	52.51	52.72
TiO ₂	1.48	1.60	1.58	1.74
Al ₂ O ₃	13.39	12.36	13.18	12.55
FeO*	13.58	14.29	13.96	14.82
MnO	0.01	0.01	0.01	0.01
MgO	4.00	3.96	3.80	3.04
CaO	9.16	8.92	9.08	8.41
Na ₂ O	2.20	2.10	2.17	2.17
K ₂ O	0.52	0.55	0.56	0.63
Cr ₂ O ₃	0.00	0.01	0.00	0.01
V ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.01	0.01	0.02	0.02
P ₂ O ₅	0.14	0.18	0.13	0.16
Total	96.97	96.68	97.00	96.28

体以外のものと思われる。

急冷縁のガラスの分析でも全岩組成と同様に、本溶岩流のものは上流、下流を問わずほぼ均一な組成である。しかし全岩組成と比べ、総べてMgOが2割程度低い傾向がある。

6. ま と め

伊豆熱川沖の海底溶岩流はこれまでの調査の結果、一部データの欠ける部分があるが、全長12km以上に達する長大なものであることが判った。しかし未だその最南西部については末端がどこであるかを限定できていない。溶岩の試料は上流から下流まで同じ組成を示しており、一連のものであることを示唆している。しかし、その地形断面などは地形上の上流部から下流部に向い差異が認められる。上流部では高さ10m前後、直径200m程度の変の小海丘が認められるほか、それ以下の大きさの起伏も見られる。また縁辺に10m以上の落差で溶岩流の内側へ落ちる崖も認められる。中流部では海丘地形は認められないが、高さ10m前後からそれ以下で、幅が100m以内の起伏は多く見られる。またその縁辺部には溶岩流内側に落ちる崖も存在する。これらに対し下流部では泥に埋積されている場所が広いこともあるが、幅が20mを超えるような起伏は少なく、特に縁辺部に崖が見られることはない。幅が20m以内の起伏は上流から下流まで一様に見ることができ、これらはチュムラスあるいはプレッシャーリッジと思われる。それ

より幅の広い起伏は中流部以上に限られる。これらは特に縁辺によく見られるため溶岩堤防の可能性はある。サイドスキャンソナーの記録では中流より浅所では縁辺部に中央部と異なるパターンの部分が見られるが、これは溶岩堤防である可能性はある。

溶岩の表面組織については、中流部より浅所は泥による被りがありなため、表面組織が良く観察された。その結果、主に溶岩流の中央部に縄状組織を伴うシートフローが広く存在することが明らかとなった。また縁辺部では枕状溶岩が見られることが多かった。このことはソナー記録の中央部と異ったパターン記録の部分で枕状溶岩が見られる部分を表わしていることを示しているのかも知れない。

7. 考 察

この熱川沖の海底溶岩流についてはその全分布域が判っておらず、またその各所での溶岩の厚さ、断面なども泥で周囲や上面の一部が覆われているため不明である。また噴出地点やその形態も不明である。ここではこれまで得られたデータを基にこの溶岩の形成過程を考察する。

溶岩の噴出位置に関しては直接それを示すデータはない。また陸上の溶岩で認められるように発泡度が流下に伴い減少する(Swanson, 1973)という傾向は、岩石が一様に気泡に乏しいため認められず、どこから噴出したかを示す指標は少ない。

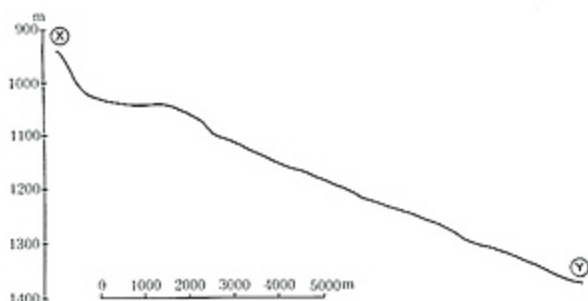


図12 「かいよう」搭載のシービームにより描かれた地形図より描いた図2中のX-Yの地形断面。

Fig. 12 Topographic profile along the X-Y line in Fig. 2.
Surveyed by Sea Beam installed in R/V KAIYO

しかし幾つかのことが地形的に浅所が噴出場であることを示している。一つはこの溶岩流は図12に示すように傾斜が1~2°の斜面上に存在しているか、地形的谷部に沿って分布しており、この傾向は上流部で顕著である。また中流部より浅海部に溶岩堤防と考えられる地形が認められる。これらのことは地形的に上流部が噴出場で、そこから北東方へ流下していることをうかがわせる。しかし、特に見かけの下流部が泥に埋積されているため、現在観察される地形断面では、傾斜の緩い下流部の方が急傾斜の中流部より溶岩厚が薄くなっており、Walker (1967) が指摘するように緩傾斜部ほど溶岩厚が厚くなることと反している。また本溶岩流表面組織にはクリンカーのようなものは特に観察されないため溶岩堤防はSparks et al., (1976) のいうInitialなものと思われ、Hulme, (1974) が示すように溶岩の各所における最高面は溶岩の降伏応力が決めるとすると、流下に伴い冷却され降伏応力が増加し、むしろ厚くなるはずである。また粘性も冷却で上昇し同じように溶岩の厚さを増加させるはずであるが(Walker, 1967), むしろ薄くなっている。従って溶岩の断面から噴出位置へさかのぼるためには、堆積物の被覆を除いた真の溶岩厚を求める必要がある。

これまでの調査で、この溶岩流の表面組織にはシートフロー状のものが広く見られることが明らかとなった。シートフローは中央大洋海嶺系で比

較した場合、拡大速度が速い、言い換えれば溶岩の生産量の大きい東太平洋海嶺やガラパゴスリフトなどに多く見られ、拡大速度の低い大西洋中央海嶺などでの度合は少ない (Ballard et al., 1979; Hekinian, 1984 など)。従って本溶岩流は一時期に多量の低粘性溶岩を噴出したことによって形成されたと考えられる。またこの全長12 kmという長さは陸上の溶岩と比較した場合でも長く、Walker (1973) が示すように溶岩長が長いものは噴出速度が速いということからこの点は支持される。

宇井ほか (1987) は第277潜航時に得られた岩石を検討し、泥中に貫入したシート状のものである可能性を指摘した。これに関しては採取された枕状溶岩の試料が、普通のものが放射状節理が顕著であるのに対し、同心円状節理が顕著であることや、全体として枕状溶岩の割合が少ないことから見て充分考えられることである。

図12では上流部に当たる地域は他の場所に比べ平坦である。ここから北東の緩傾斜面への出口に当たる地域は地形図で見るとかなり海丘が迫っており狭くなっている。従ってこの平坦面は溶岩湖のようなものが形成されてできている可能性がある。これは写真6に見られるような不規則な縄状組織が観察されたことと関連があるかも知れない。

謝 辞

海底に関する深海曳航調査は、当センターの深海研究部の門馬大和、大塚清、橋本惇、松沢誠二、満沢巨彦の各氏及び松本剛博士らによって精力的に行われてきたもので、そのデータを利用させて戴いた。

また、「しんかい2000」の司令ほか運航チーム、「なつしま」及び「かいよう」の船長ほか乗組員の方々には大変お世話になった。また潜航調査の際「なつしま」に同乗されていた東京大学地震研究所の荒牧重雄博士、早川由紀夫博士、神戸大学理学部の宇井忠英博士、島根大学理学部の三宅康幸博士には有益な御助言、御討論をいただいた。さらに岩石の分析では高知大学理学部のケイ光X線分析装置を使用し、同大学の石塚英男博士には大変お世話になった。また東京大学海洋研究所の陸上共同利用施設利用 (No. 88161) で同研究所の

X線マイクロアナライザーを使用させていただいた。以上の方々に深く感謝する。

参考文献

- Ballard, R.D., Holcomb, R.T. and van Andel, T.H., 1979, The Galapagos Rift at 86°W, 3 sheet flows, collapse pits, and lava lake at the rift, Jour. Geophys. Res., 84, 5407-5422.
- 葉室和親, 荒牧重雄, 加賀美英雄, 藤岡換太郎, 1980, 東伊豆沖海底火山群—その1—, 地震研彙報, 55, 259-297.
- 葉室和親, 荒牧重雄, 藤岡換太郎, 石井輝秋, 田中武男, 宇都浩三, 1983, 東伊豆沖海底火山群—その2—および伊豆諸島近海海底火山, 地震研彙報, 58, 527-557.
- Hekinian, R., 1984, Undersea volcanos, Scientific American, 251, 34-43.
- Hulme, G., 1974, The interpretation of lava flow morphology, Geophys. J. Roy. Astron. Soc., 39, 361-383.
- Macdonald, G. A., 1968, Forms and structures of extrusive basaltic rocks, in H.H.Hess and A.Poldervaart eds., Basalt, 1, 2-61.
- 大塚 清, 中西俊之, 堀田 宏, 1982, 曳航式深海底探索調査システムのソーナー, 海洋科学技術センター試験研究報告8号, p1-28.
- Snyder, G.L. and Frasher, D., 1963, Pillowed lavas, II : A review of selected recent literature, U.S.G.S. Prof. Paper, 454 - C, 1-7.
- Sparks, R.S.J., Pinkerton, H. and Hulme, G., 1976, Classification and formation of lava levees on Mount Etna, Sicily, Geology, 4, 269-271.
- Swanson, D.A., 1973, Pahoehoe flows from the 1969-1971 Mauna Ulu eruption, Kilauea Volcano, Hawaii, Geol. Soc. Amer. Bull., 84, 615-626.
- 田中武男, 門馬大和, 堀田 宏, 1986, 相模湾西部における海底溶岩流の発見, 第2回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 21-3S.
- Walker, G.P.L., 1967, Thickness and viscosity of Etna lavas, Nature, 213, 484-485.
- Walker, G.P.L., 1973, Length of lava flows, Phil. Trans. Roy. Soc. London, A274, 108-118.
- 湯浅真人, 本座栄一, 1976, 伊豆半島—伊豆大島間; 小海丘の玄武岩—GH 742. St.7. D6, 地調月報, 27, 721-729.

(原稿受理 1988年5月27日)

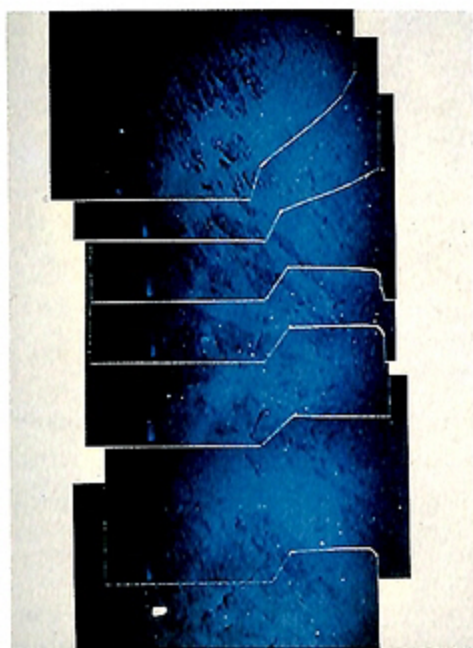


写真1 縄状組織の見られるシートフロー (312)
Photo.1 Ropy structure of the sheet flow surface (312).

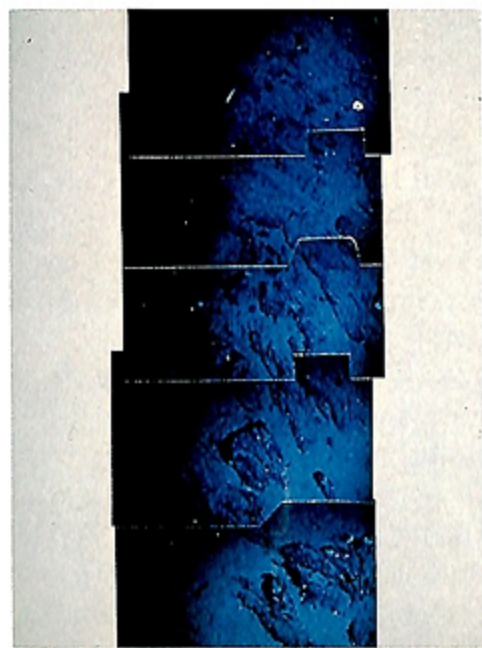


写真2 縄状組織の見られるシートフローと溶岩表面に散在する溶岩の角礫 (312)
Photo.2 Ropy structure of the sheet flow surface and breccias of lava on the lava surface (312).

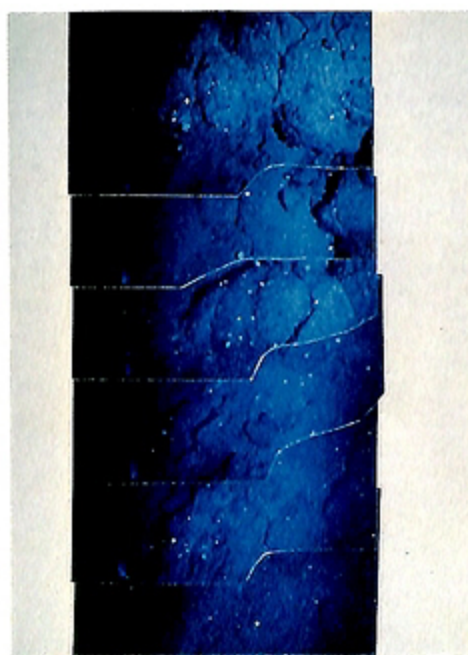


写真3 チュムラス状小丘側面の枕状溶岩 (312).
Photo.3 Pillow lava on the flank of tumulus like small knoll (312).

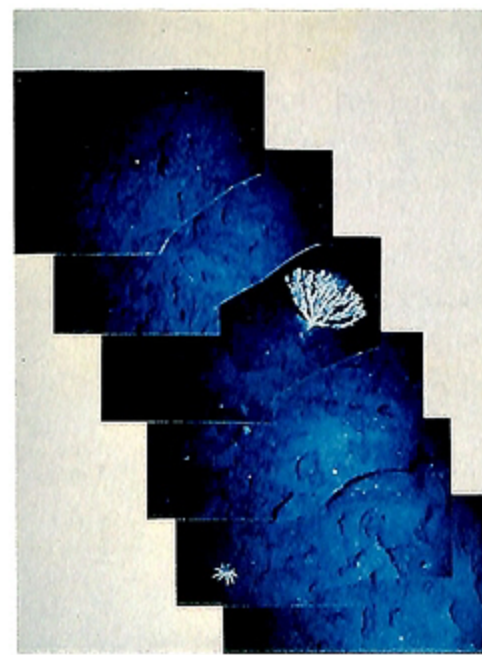


写真4 溶岩表面に散在する溶岩の角礫 (279)
Photo.4 Breccias of lava scattered on the lava flow surface (279).

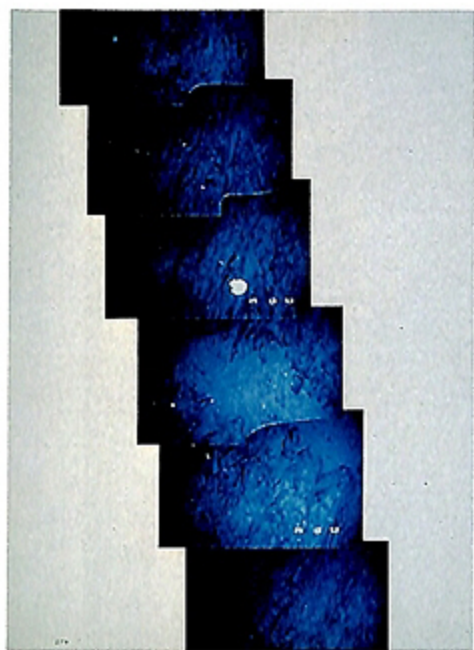


写真5 縄状組織の見られるシートフロー (279)
Photo. 5 Ropy structure of the sheet flow surface. (279)

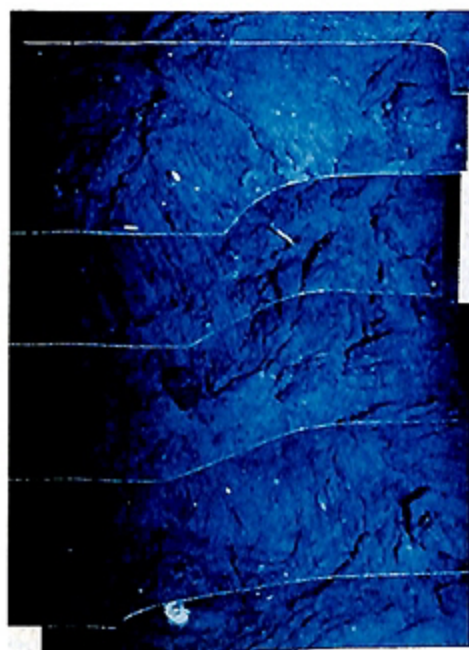


写真6 不規則な形態をした縄状組織の見られるシートフロー (279)
Photo. 6 Irregular ropy structure of the sheet flow surface (279).

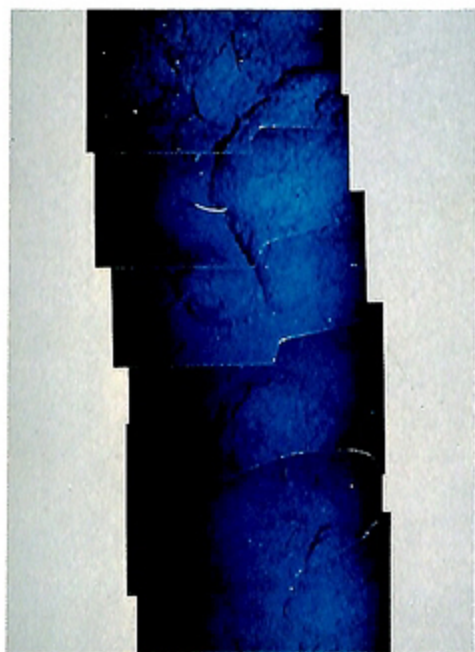


写真7 チュムラス状小丘側面に見られる枕状溶岩 (279)
Photo. 7 Pillow lava on the flank of the tumulus like small knoll (279).



写真8 279-1 薄片写真

Photo. 8 Microphotograph of the 279-1
Width of this photo corresponds
to 20 mm.

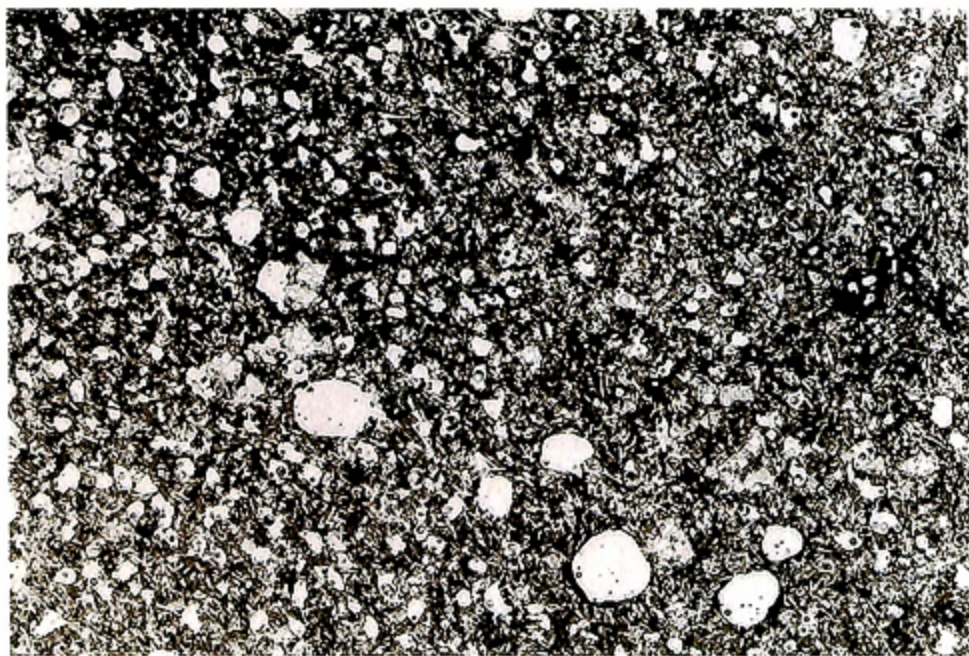


写真9 279-2 薄片写真

Photo. 9 Microphotograph of the 279-2
Width of this photo corresponds
to 20 mm.

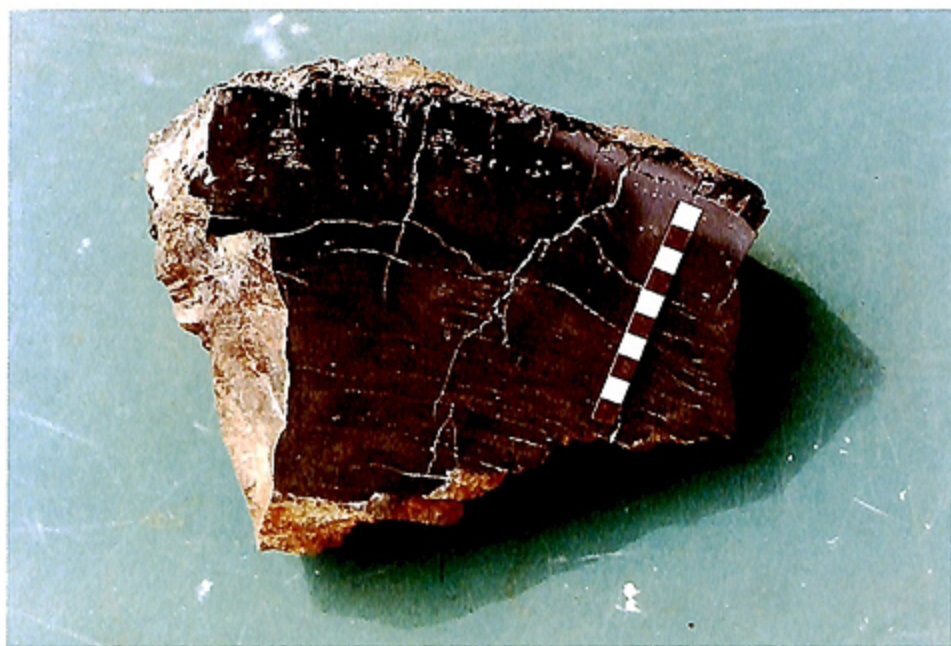


写真10 312-3 切断面写真

Photo.10 Cross cut surface photograph of the 312-3.

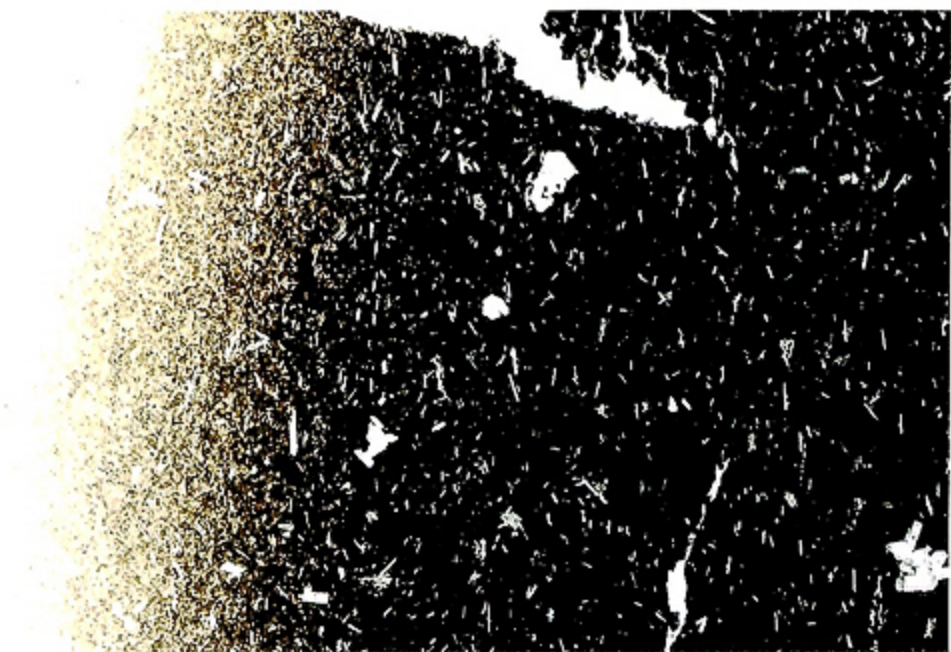


写真11 312-3 急冷皮殻部の薄片写真 横約20mm

Photo.11 Microphotograph of the outer rim of 312-3.

Width of this photo corresponds to 20mm.