

沖縄トラフ中軸部，伊平屋海嶺の火山噴出物

仲 二郎*¹ 深海調査グループ*¹

沖縄トラフ中軸部の伊平屋海嶺の伊平屋海丘群の西縁には伊平屋海嶺が存在する。伊平屋海嶺は長さ10kmで，尾根の水深は900～1,400 mである。この伊平屋海嶺の火山噴出物は多様で最浅部，中間部，最深部で以下の特徴が認められた。

- 1) 最浅部，不規則な形態をした多孔質な玄武岩があり，シンダーコーン状の小丘を形成していた。また基質がマンガン酸化物からなる玄武岩ガラスからなる火山砂岩（ハイアロクラスタイト）が存在した。
 - 2) 中間部，多孔質な玄武岩角礫と枕状溶岩が認められた。角礫にはクリンカー状のものがある。
 - 3) 最深部，他の部分に比で多孔質でない角礫と枕状溶岩が認められた。また角礫には玄武岩質安山岩が多く，アア溶岩のクリンカー状のものが多い。
- これらの多様性には若干の深度依存性が認められた。

Volcanic Products of the Iheya Ridge, Central Okinawa Trough

Jiro NAKA*²; Deep Sea Research Group*²

The Iheya ridge exists in the western edge of Izeya knols, central Okinawa trough. The length of the ridge is about 10km, and the depth of the summit ranges from 900 to 1400m. The volcanic products of this ridge appeared to be various and following features were observed at the shallowest part, middle part and deepest part of the ridge.

- 1) shallowest part : some dominant bottom material was of irregular form with highly vesicular basalt breccia, and formed cinder cone-like knols. The other dominant bottom material was hyaloclastic volcanic sandstone, composed of basaltic glass fragments and manganese oxide matrix.
- 2) middle part : Highly vesicular basalt breccias and pillow lavas were observed. The breccias included clinker-like materials.
- 3) deepest part : Breccias and pillow lavas were observed. The Breccias were less vesiculated than from shallowest and middle parts, and included a lot of basaltic andesite and show clinker-like feature clinker. The varieties above showed slight dependence on water depth.

*¹ 海洋科学技術センター

*² Japan Marine Science Technology Center.

1. はじめに

中部沖縄トラフ中軸部の伊平屋海丘 (Kimura et al. 1986, 図 1) には, 伊平屋海丘群と総称される海丘, 海嶺群が存在する (大島地, 1988, 図 2)。この伊平屋海丘群内では高い地殻熱流量が

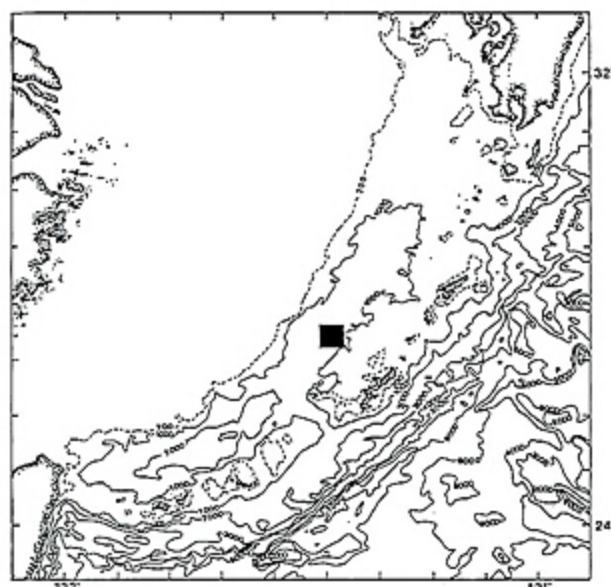


図1 調査海域位置図

Fig. 1 Index map. Box indicates the study area.

観測されており (Yamano et al. 1986), 沖縄トラフの中では熱水活動の存在する可能性の最も高い海域と考えられてきた。そのため「しんかい2000」による潜航調査が昭和59年から実施されており (上田他 1985), 昭和61年には伊平屋海丘中央部の「なつしま84-1海丘」で42℃の熱水湧出が発見された (木村他 1987, Kimura et al. 1988)。

さらに伊平屋海丘群の西端に位置する伊平屋海嶺 (図3) において, 昭和63年にその東端部から観測値の最高が220℃に達する熱水噴出が発見され, 沖縄トラフ中で最も活発な熱水活動域であることが確認された (田中他 1989)。

一方, この伊平屋海嶺からは 0.42 ± 0.19 Ma より若い, 新鮮な玄武岩が採取されており (Kimura et al. 1986), 沖縄トラフの中で, 最も新しい火山活動が起こった海域の一つであると考えられる。従ってこの伊平屋海嶺は, 海底火山活動で形成される火山噴出物を研究する好材料の一つであると考えられる。

海洋科学技術センターでは, 昭和61年度から「しんかい2000」による潜航調査及び深海曳航体による調査を, 伊平屋海嶺で実施してきた。その結果, この海嶺を構成する火山噴出物に興味ある多様性が認められたので報告する。

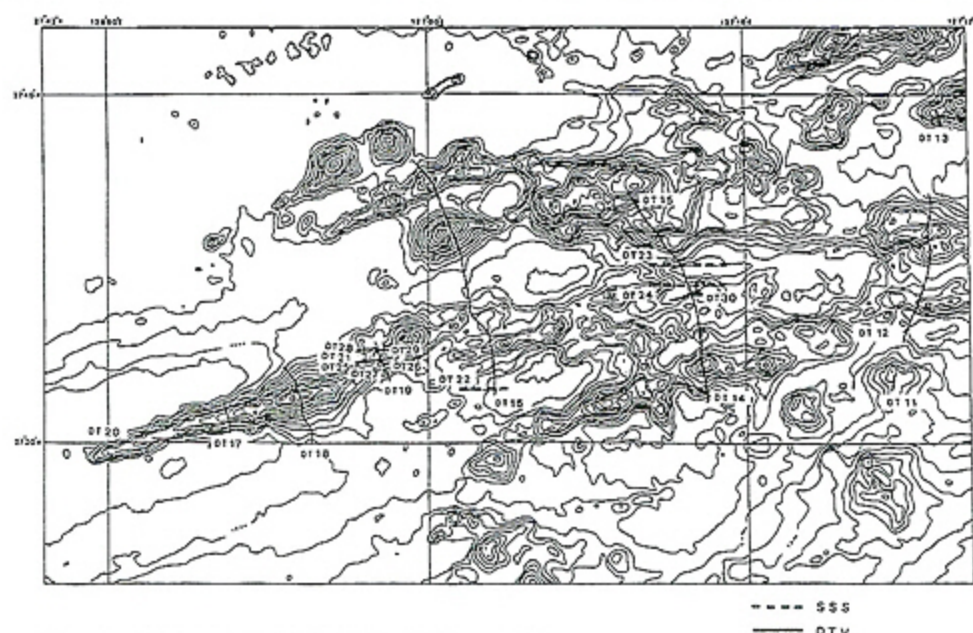


図2 伊平屋海丘地形図 (大島他1987より) と深海曳航測線

Fig. 2 Topographic map of the Iheya Ridge (after Ohshima et al. 1987), Lines indicate the deep tow and "SHINKAI 2000" tracks.

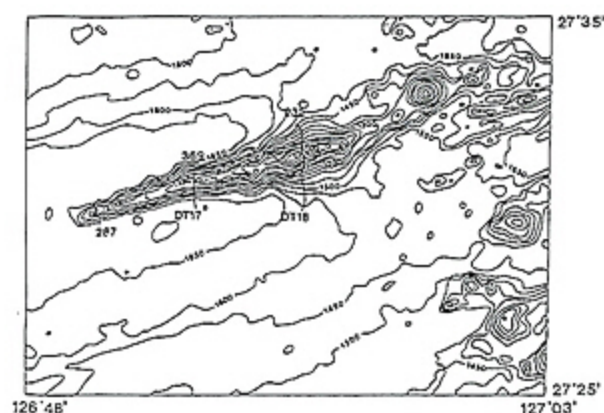


図3 伊平屋海嶺地形図と調査測線
実線は深海曳航カメラ測線
破線は「しんかい2000」航跡

Fig. 3 Topographic map of the Iheya Ridge (after Ohsima et al. 1987). Lines indicate the deep tow camera and "SHINKAI 2000" tracks.

2. 伊平屋海嶺の調査

伊平屋海嶺はほぼ東西に延びた海嶺で、周囲の水深1,650~1,700mの海底からかなり急傾斜で立ち上っている。最浅部の水深は約900m、尾根の頂部の最深部の水深は約1,400mである。東端部では海嶺地形に海丘が重なったような地形を呈している(図3)。

東端部での調査結果は別途報告の予定であるので(田中他本号)、本稿では、最浅部から西側の部分の調査について記述する。「しんかい2000」による潜航調査は、尾根の最浅部付近(第233潜航)、西端の裾部から尾根上(第287潜航)と、それらの中間付近の尾根上部(第369潜航)で行った。この3潜航により底質の目視観察や採取等を行った。またこれらの調査を補うために、深海曳航カメラによる調査を、最浅部、中間部、西端部で尾根を横断する方向で行った。さらに尾根の微細地形及び底質を調査するために、尾根にはほぼ平行にやや北側を頂部沿いに、サイドスキャンソナーによる調査を行った。以下に尾根の最浅部付近、中間部付近、西端最近部付近に分けて観察結果を記述する。

3. 「しんかい2000」及び深海曳航体による観察結果

3.1 尾根最浅部付近

尾根上の「しんかい2000」による観察で得られたルートマップを図4に示す。尾根上は薄く泥に覆われている部分があるが、かなり火山岩等の露頭が観察できた。泥を除く最も優勢な底質は不規則な形態をした10~30cm大の玄武岩の角礫で(写真1)、この角礫はしばしば小丘を形成しており、場合によっては図5に示すような、頂部に直径10~20mのクレーター状の凹地をもつものも観察された。

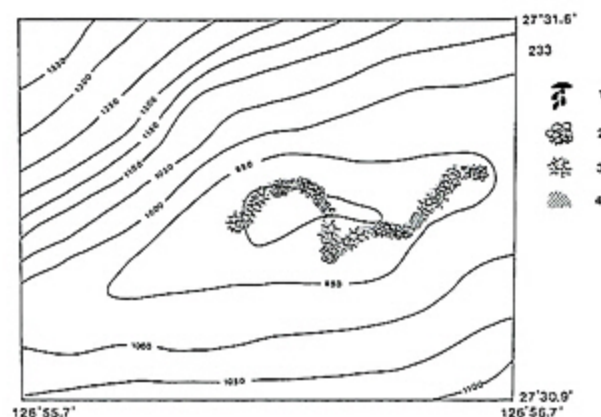


図4 最浅部のルートマップ

①枕状溶岩及びシートフロー ②角礫 ③ハイアロクラスタイト ④泥

Fig. 4 Route map of the shallowest part of the ridge.

① Pillow lava and sheet flow
② Breccia ③ Hyaloclastite ④ Mud.



図5 最浅部で観察されたシンダーコーン状小丘を示す模式スケッチ。

Fig. 5 Schematic illustration of a cinder cone like knoll around the shallowest part.

採取したこれら角礫は、主にカンラン石と斜長石を斑晶として含む玄武岩であった。また様に多孔質であり、礫の全外周に海水による急冷で形成されたガラスが観察されるものが多かった（写真2）。従って、これら角礫が作る小丘は溶岩ではなく、シンダーコーン様のものである可能性もある。

次に優勢な底質は、厚さ10cm程度の板状を呈する岩石である（写真3）。これは極めて淘汰が悪く円磨度の低い、玄武岩質のガラス片からなる砂岩～礫岩である（写真4）。ガラス片は多少発泡しているが、先述の角礫に比べると発泡度は低い。

基質は無構造のマンガン酸化物からなっており、若干量の有孔虫遺骸も含まれている。この玄武岩ガラスからなる砂礫岩は付近に枕状溶岩に由来するものが認められないため、Rittman (1962) による定義からはずれるが、火山ガラスの破碎岩という点でハイアロクラスタイトの一種（例えばSilvestri, 1963の initial hyaloclastitic breccia）といえるものである。

先述の玄武岩角礫とこの玄武岩ガラスの化学組成はほぼ同じであるので（表1）、細粒の縁辺の可能性もあるが、両者の中間的な試料がないため確かではない。

表1 急冷ガラスの化学組成

Table. 1 Chemical compositions of quench glass.

No.	#233-A6	#233 A7G	#233 A8-1	#233 A8-2	#233 A8-3	#233 A8-4	#233 A8-5
SiO ₂	52.31	52.38	50.62	51.20	50.78	51.17	50.09
TiO ₂	1.45	1.50	1.17	1.47	0.94	1.28	1.29
Al ₂ O ₃	15.86	16.43	19.16	16.67	23.51	19.12	19.06
FeO*	9.53	9.52	8.57	10.54	6.84	9.06	9.06
MnO	0.10	0.19	0.19	0.27	0.20	0.20	0.24
MgO	4.76	3.69	4.78	4.85	3.00	4.09	4.32
CaO	10.01	9.85	11.55	10.08	11.57	10.48	10.71
Na ₂ O	3.27	3.58	3.06	3.10	3.31	3.24	3.18
K ₂ O	0.52	0.69	0.63	0.83	0.54	0.75	0.74
Cr ₂ O ₃	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
V ₂ O ₃	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
NiO	0.04	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03
P ₂ O ₅	0.24	0.46	0.40	0.48	0.36	0.44	0.45
Total	98.22	98.33	100.14	99.53	101.09	99.85	99.08

No.	#369-1C	#369-4B	#369-5R	#287-2C	#287-3b
SiO ₂	52.69	52.59	52.59	58.36	52.05
TiO ₂	1.48	1.50	1.50	1.52	1.17
Al ₂ O ₃	15.31	15.43	15.43	15.14	17.34
FeO*	9.96	10.18	10.18	8.39	8.81
MnO	0.11	0.09	0.09	0.09	0.17
MgO	4.73	4.53	4.53	2.57	4.01
CaO	9.70	9.63	9.63	5.88	10.59
Na ₂ O	3.24	3.29	3.29	4.61	3.43
K ₂ O	0.55	0.56	0.56	1.24	0.73
Cr ₂ O ₃	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
V ₂ O ₃	0.12	0.13	0.13	0.12	0.00
NiO	0.03	0.33	0.33	0.03	0.01
P ₂ O ₅	0.32	0.24	0.24	0.33	0.24
Total	98.26	98.52	98.52	98.30	98.57

この玄武岩ガラスからなる砂礫岩は海底面を平坦に覆っているのではなく、ドーム状にもり上がっていることがある（図6）。これら小丘の表面を覆う砂礫岩は、ひび割れて引っ張りを受けた様子が見られるので、堆積・固結後に下位にマグマの貫入を受けた結果できた、一種の潜在溶岩円頂丘と思われる。

サイドスキャンソナーのこの付近の記録は、尾根部の中では弱い反射を示す記録が得られている。また大きさ20～50m大の小丘が多く見られ、シンダーコーン状の小丘や、潜在溶岩円頂丘状の小丘を示しているものと思われる（図7）。

この部分の尾根を横断方向では、水深1,200m以深は比較的緩傾斜であり、ほとんどが泥で覆わ



図6 最浅部で観察されたドーム状小丘を示す模式スケッチ

Fig. 6 Schematic illustration of a crypto dome-like knoll around the shallowest part.

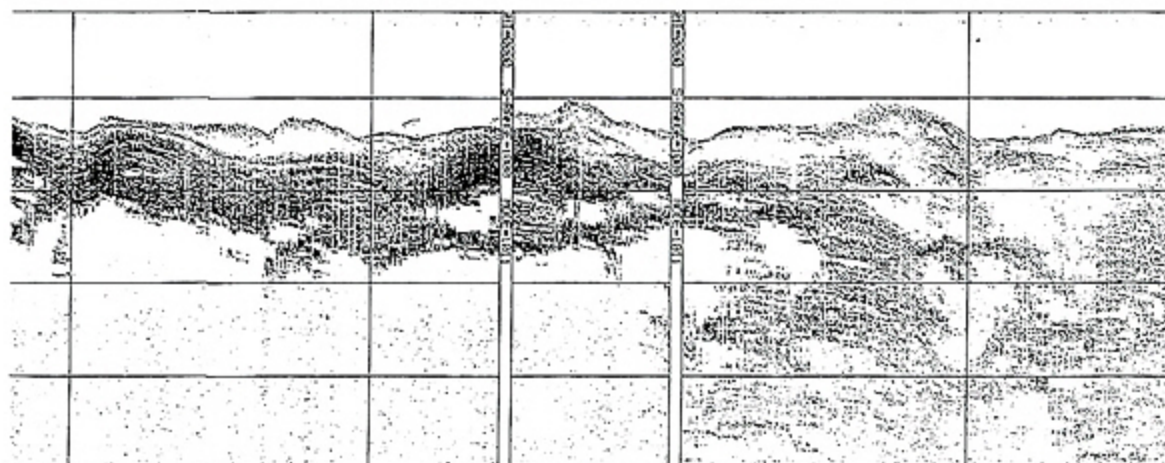


図7 最浅部付近のサイドスキャンソナー記録 (幅 1,000 m)

Fig. 7 A part of side scan sonar record around the shallowest part.

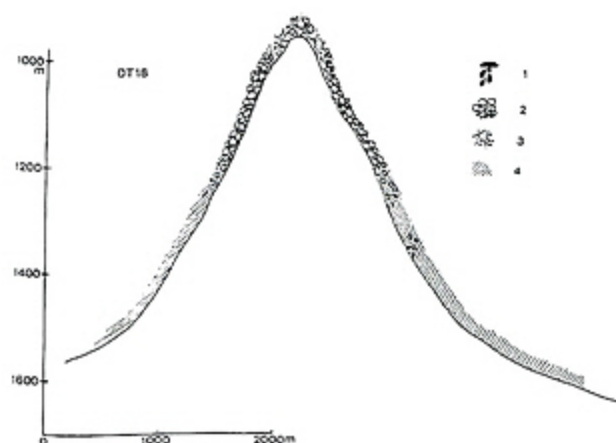


図8 最浅部を横断するルートマップ。

Fig. 8 Route map on the cross section around the shallowest part.

れている。それ以外では、上位から崩れ落ちて来たと思われる角礫や、シンダー様の角礫が表面を覆っている (図8)。

3.2 尾根中間部付近

中間部の屋根上の「しんかい2000」による観察

結果を図9に示す。この付近の尾根上は最浅部に比べ、泥に覆われている部分は少ない。最も優勢な底質は玄武岩の角礫である。角礫の多くは最浅部のものと同様不規則な形態で、全周で急冷ガラスが観察される。しかし、かなり多くは全周に必ずしも急冷ガラスがなく、礫の外形が角ばってお

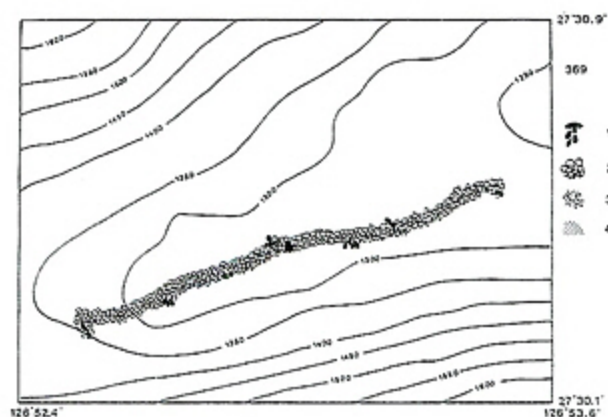


図9 尾根中間部の底質を示すルートマップ

Fig. 9 Route map of the middle part of the ridge.

Symbols were shown in Fig 4.

り、アア溶岩のクリンカーと考えられるものが含まれている。また、底質中の割合は一割にも達しないと思われるが、低粘性の海底溶岩流である枕状溶岩やシートフローも観察された。シンダー状角礫、クリンカー状角礫と枕状溶岩等は写真5のように近接して産しており、特にクリンカー状角礫と枕状溶岩は漸移的に変化しているように見えることもある。採取された岩石は、最浅部の角礫同様一様に多孔質であり（写真6）、斑晶も主にカンラン石と斜長石で、化学組成（表2）も類似している。

中間部尾根付近のサイドスキャンソナーの記録では（図10）、最浅部同様20～50m大の小丘が

認められるが、全般的に反射が強い。これは枕状溶岩やアア溶岩といった溶岩がかなり含まれているためと思われる。

表2 全岩化学組成

Table. 2 Bulk chemical composition

No.	233-A6	285-4	287-2c
SiO ₂	51.12	73.27	56.42
TiO ₂	1.12	0.33	1.26
Al ₂ O ₃	16.77	13.80	15.85
FeO	9.08	2.20	7.99
MnO	0.19	0.08	0.18
MgO	5.85	0.56	3.20
CaO	10.17	1.93	6.87
Na ₂ O	3.21	4.79	4.65
K ₂ O	0.48	2.85	1.12
P ₂ O ₅	0.24	0.06	0.35
Total	98.23	99.87	97.89

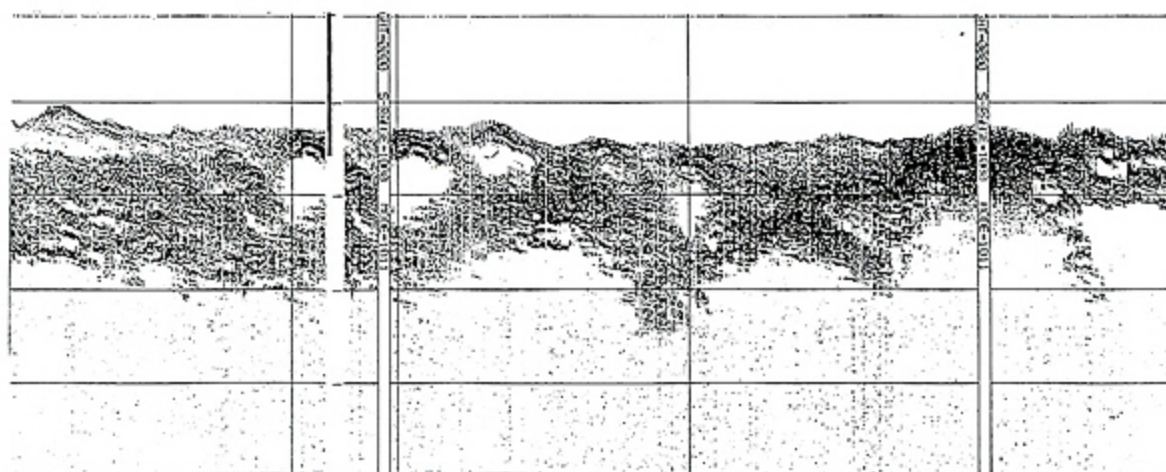


図10 尾根中間部のサイドスキャンソナー記録

Fig.10 A part of side scan sonar record around the middle part (1,000 m wide).

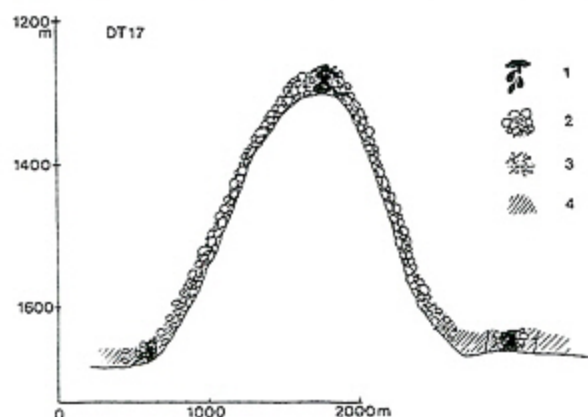


図11 中間部を横断するルートマップ

Fig.11 Route map on the cross section around the middle part.

尾根を横断する方向では、最浅部と異なり海嶺基底部から頂部に至る全面で、ほとんど泥に覆われていない。側面上部は、主に上部から崩れてきたと思われる角礫が表面を覆っている。基底部ではシートフロー様の溶岩が若干観察され、その部分に落差1m程度の正断層崖も観察された（図11）。

3.3 尾根西端最深部付近

深海曳航カメラ及び「しんかい2000」の潜航調査による結果、得られたルートマップを図12に示す。

尾根付近はアア溶岩のクリンカー様の10～50cm

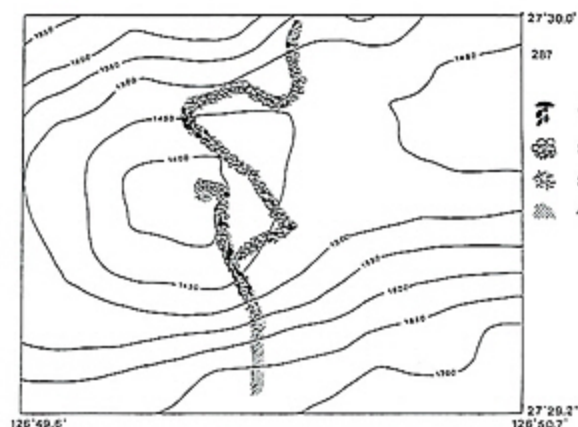


図12 最深部の底質を示すルートマップ

Fig.12 Route map of the deepest part of the ridge Symbols were shown in Fig. 4.

大の角礫が多い(写真7)。最浅部や中間部と異なり、採取された岩石の多くが玄武岩質安山岩である(写真8)。尾根の西端にある小丘上には幅10m程度の東西性の浅い凹地がある。その付近の泥は小礫~細礫大の火山岩の角礫を含んでいる。これらの多くは玄武岩質安山岩であるが、玄武岩も含まれている。この付近の火山岩は最浅部や中間部のものほど発泡度は高くない。

最深部では、尾根の上部側面を問わず枕状溶岩が比較的多く、全体の2割程度に達している。尾根付近ではそれほど長いものはないが(写真9)、側面上部では、写真10のように幅1~2mで、全長20~30mに達するものも観察された。側面上では枕状溶岩以外に、上部から崩れてきたと思われる角礫が基底まで観察された(図13)。

尾根付近のサイドスキャンソナーの記録(図14)を見れば、他の部分に比べ、最も強い反射を示していることが判る。これは最深部の火山岩の

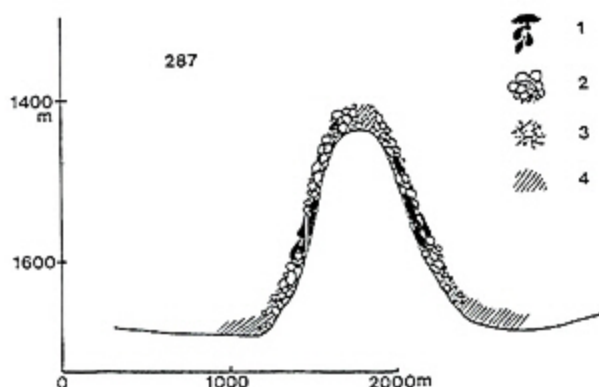


図13 最深部を横断するルートマップ

Fig.13 Route map on the cross section around the deepest part.

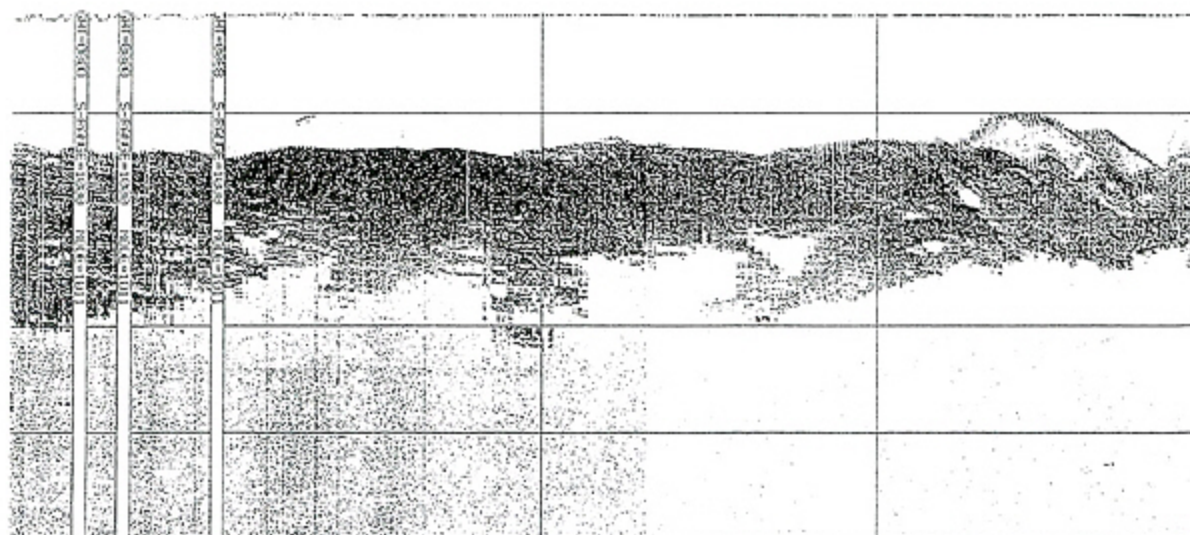


図14 最深部付近のサイドスキャンソナー記録

Fig.14 A part of side scan sonar record around the deepest part (1,000 wide)

かなりが溶岩であることを示していると思われる。

3.4 観察結果のまとめ

観察結果をまとめると以下になる。

- ① 尾根部は主に玄武岩からなり、西部では玄武岩からなり、西部では玄武岩質安山岩もある(図15)。

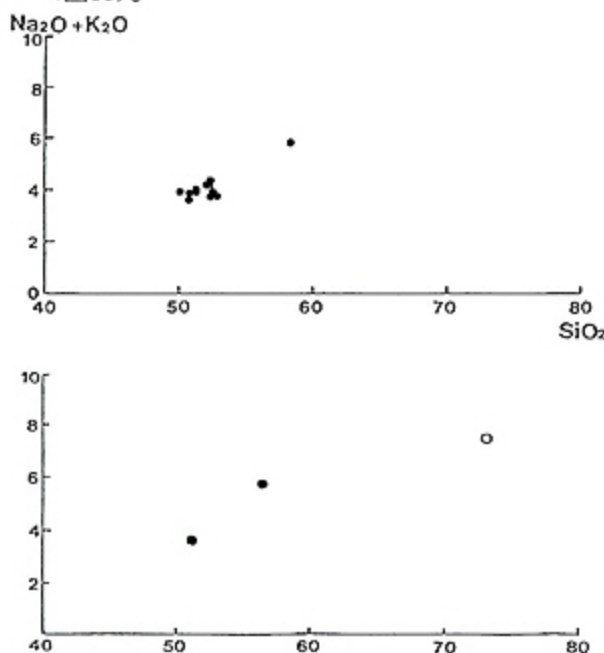


図15 採取試料の $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 図

A: 急冷ガラス

B: 全岩組成。白スキ丸は若潮海盆で採取された軽石

Fig. 15 $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ diagram.

A: Quench glass

B: Bulk rock samples. Open circle indicates a pumice collect from Wakashio basin.

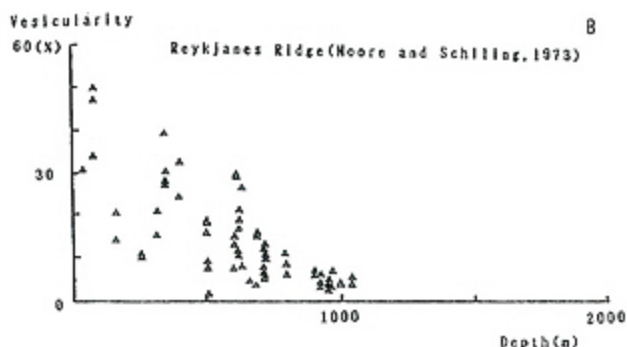
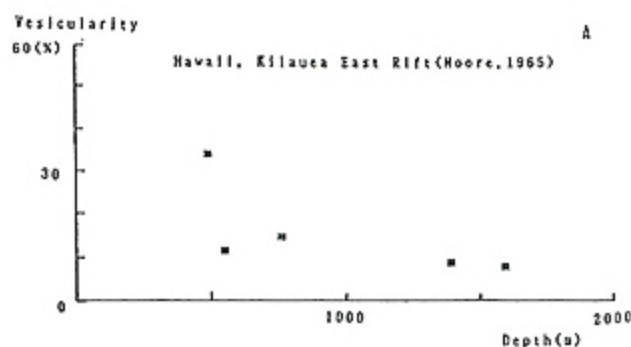
- ② 尾根上では、表面組織的に枕状溶岩やシートフローのような低粘性で流動性に富む溶岩はまれで、ほとんどが角礫である。また全般に多孔質である。
- ③ 最浅部から中間部で見られる角礫は極めて多孔質で、全周に急冷縁をもつものが多く、それらが形成する小丘はシンダーコーン状のこともある。

- ④ 最浅部付近には、それほど発泡度の高くない玄武岩質ガラス岩片からなる、ハイアロクラスタイトが存在する。
- ⑤ 中間部から最深部まで角礫がほとんどであるが、角礫の形状は角ばっており、アア溶岩のクリンカー状である。また西端部のものは発泡度も低い。
- ⑥ 枕状溶岩やシートフローのような流動性に富む溶岩は深度とともに増す。

4. 考 察

以上のように伊平屋海嶺上の底質は、玄武岩あるいは玄武岩質安山岩の火山噴出物が主であるといえる。しかし、非常に組織・形態的に多様なものが観察された。以下にこの多様性について若干の考察をする。

上述のように伊平屋海嶺上の底質は、ある程度深度の影響が認められる。同様な海嶺上で深度に伴う火山岩の変化としては、Moore (1965) が示したように、深度の減少による発泡度の増加が考えられる。図16に伊平屋海嶺上で採取された岩石の深度に対する発泡度を示す。これと他の海嶺地形を示すいくつかの研究例とを比較した場合、



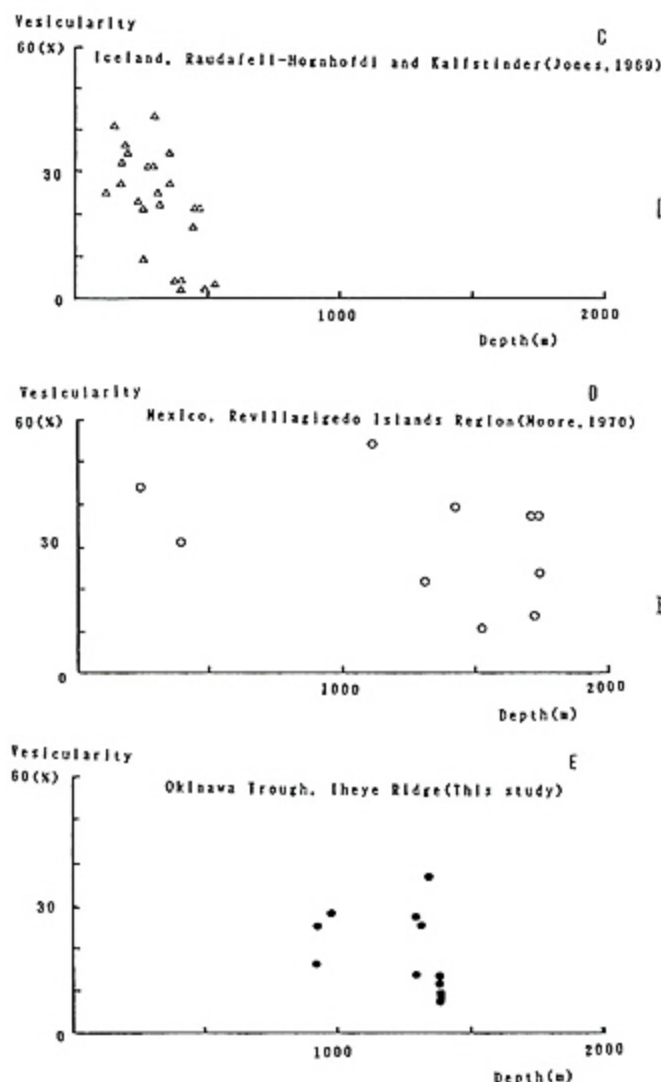


図16 深度に対する発泡度変化を示す図

- A : ハワイ, キラウエア, 東リフト
(Moore, 1965 より)
B : レイキャネス海嶺
(Moore and Schilling 1973より)
C : アイスランドの氷底火山
(Jones, 1969より)
D : 東太平洋, メキシコ沖
(Moore, 1970より)
E : 伊平屋海嶺

Fig.16 Depth vs Vesicularity diagram.

- A : Hawaii, Kilauea east rift .
(after Moore 1965)
B : Reykjanes Ridge.
(after Moore and Schilling 1973)
C : Subglacial volcano of Iceland
(after Jones, 1969)
D : Mexico Revillagigedo Islands
Region (after Moore, 1970)
E : Iheya ridge (this study)

Hawaii (Moore, 1965), Reykjanes 海嶺 (Moore and Schilling, 1973) や Iceland の氷河中の火山 (Jones, 1969) に比べ, 大深度で発泡度が急増している。伊平屋海嶺に近似した深度で発泡度が急増しているものとしては, メキシコ沖の東太平洋の Revillagigedo 諸島海域のものがある (Moore, 1970 a)。この海域のものはアルカリ岩で, 他の海域のものに比べ主な揮発性成分である H_2O 量が多いことが原因とされている (Moore, 1970b)。伊平屋海嶺が形成後著しく沈降したと考えない限り, 伊平屋海嶺上の火山噴出物を形成したマグマ中には, 揮発性成分が多く含まれていたことが考えられる。従って, 水深 1,000 m 前後付近で著しく発泡し, シンダー状の火山砕屑物を噴出する火

山活動を起した可能性がある。

揮発性成分の主なものは H_2O であるが, 中央海嶺などでは CO_2 による発泡の Vesicle もある (Moore, 1979 など)。 CO_2 自体は臨界圧が低圧であるが, H_2O による発泡度を増加させる効果がある (Macpherson, 1984 など)。昭和63年度に, 伊平屋海嶺東端で熱水性の炭酸塩チムニーが発見されたこと (田中他, 1989), 伊平屋海嶺の火山岩が, 深度の割に発泡度が高いことを考え合わせると, 伊平屋海嶺の火山岩を噴出したマグマは CO_2 に富んでいたことを暗示している。

調査に当っては「しんかい2000」の司令はか運

航チーム、「なつしま」及び「かいよう」の船長は乗組員の方々には大変お世話になった。また岩石の分析は東京大学海洋研究所の陸上共同利用施設利用(No.88161)により、同所のX線マイクロアナライザーを用いて行った。また全岩組成の分析は高知大学のケイ光X線分析装置を利用し、同大学の石塚英男博士には分析指導と有益な御討論をいただいた。以上の方々に深く感謝する。

深海調査グループ：堀田宏，門馬大和，大塚清，橋本惇，田中武男，松本剛，満澤巨彦。

参考文献

- 大島章一，高梨政雄，加藤茂，内田摩利夫，岡崎勇，春日茂，川尻智敏，金子康江，小川正泰，河合晃司，瀬田英憲，加藤幸弘，1988' 沖縄トラフ及び南西諸島周辺海域の地質，地球物理学的調査結果，水路部研究報告，No.24，19—43。
- Jones, J. G. 1969' Pillow lava as depth indicators, *Amer. Jour. Sci.*, 267, 181—195.
- Kimura, M., Kaneoka, I., Kinoshita, H., Isezaki, N., Masaki, H., Oshida, A., Uyeda, S. and Hilde, T. W. C., 1986' Report on DELP 1984 Cruise in the Middle Okinawa Trough, part V: Topography and Geology of the Central Grabens and Their Vicinity, *Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo*, 61, 269—310.
- 木村政昭，加藤裕三，田中武男，仲二郎，蒲生俊敬，山野誠，安藤雅孝，上田誠也，酒井均，大森保，井沢英二，兼永勝，小野朋典，押田淳，1987' 沖縄トラフ中央地溝の研究，海洋科学技術センター試験研究報告第3回「しんかい2000」研究シンポジウム特集号，165—196。
- Kimura, M., Uyeda, S., Kato, Y., Tanaka, T., Yamano, M., Gamo, T., Sakai, H., Kato, S., Izawa, E. and Oomori, T., 1988, Active hydrothermal mound in the Okinawa Trough backarc basin, Japan, *Tectonophysics*, 145, 319—324.
- Macpherson, G. J., 1984' A model for predicting the volumes of vesicle in submarine basalts, *Jour. Geol.*, 92, 83—102.
- Moore, J. G., 1965' Petrology of deep-sea basalt near Hawaii, *Amer. Jour. Sci.*, 263, 40—52.
- Moore, J. G., 1970a, Submarine basalt from the Revillagigedo Islands region, *Marine Geol.*, 9, 331—345.
- Moore, J. G., 1970b, Water content of basalt erupted on the ocean floor, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 28, 272—279.
- Moore, J. G. and Schilling, 1973' Vesicles, water, and sulfur in Reykjanes Ridge basalts, *Contr. Mineral. and Petrol.*, 41, 105—118.
- Moore, J. G., 1977' Vesicularity and CO₂ in mid ocean ridge basalt, *Nature*, 282, 250—253.
- Rittmann, A., 1962' Volcanoes and their activity (translated by E. A. Vincent), 305 P., Interscience, New York.
- Silvestri, C. S., 1963' Proposal for a genetic classification of hyaloclastite, *Bull. Volc.*, 315—322.
- 田中武男，堀田宏，深海調査グループ，1989' 沖縄トラフ伊平屋海凹域の熱水活動と微細地形について，海洋科学技術センター試験研究報告第5回「しんかい2000」研究シンポジウム特集号，本号。
- 上田誠也，木村政昭，田中武男，兼岡一郎，加藤祐三，久城育夫，1985' 沖縄トラフ拡大軸の研究，海洋科学技術センター試験研究報告第1回「しんかい2000」研究シンポジウム特集号，123—142。
- Yamano, M., Uyeda, S., Kinoshita, H. and Hilde, T. W. C., 1986' Report on DELP 1984 Cruise in the Middle Okinawa Trough, Part IV: Heat flow Measurement, *Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. Tokyo*, 61, 251—267.

(原稿受理 1989年4月19日)

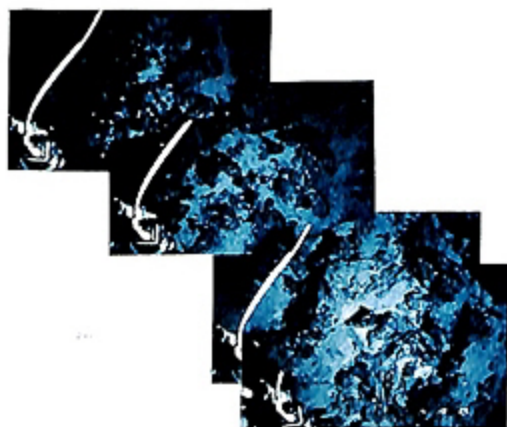


写真1 最浅部尾根上で観察された玄武岩角礫。

photo. 1 Breccias observed on the shallowest part of the ridge.



写真2 最浅部で採取された玄武岩角礫の薄片写真

photo. 2 Microphotograph of the basalt breccia collected from the shallowest part.

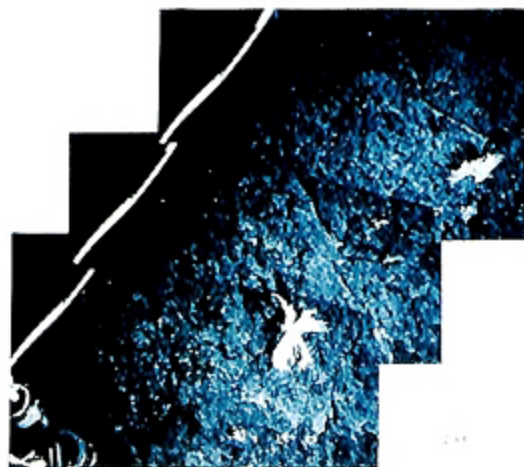


写真3 最浅部尾根上で観察された板状を呈するハイアロクラスタイト

photo. 3 Platy hyaloclastite observed on the shallowest part.

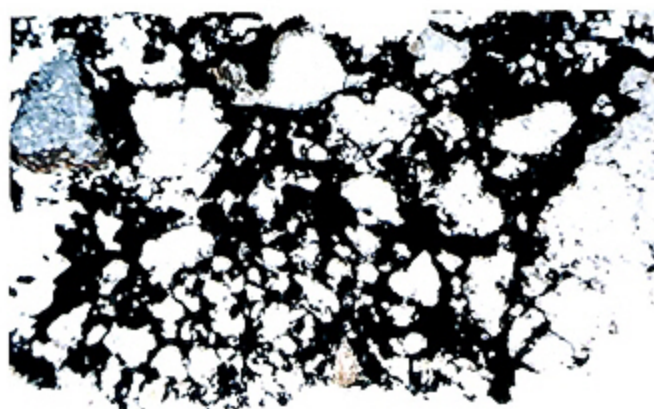


写真4 板状を呈するハイアロクラスタイトの薄片写真

photo. 4 Microphotograph of the platy hyaloclastite..

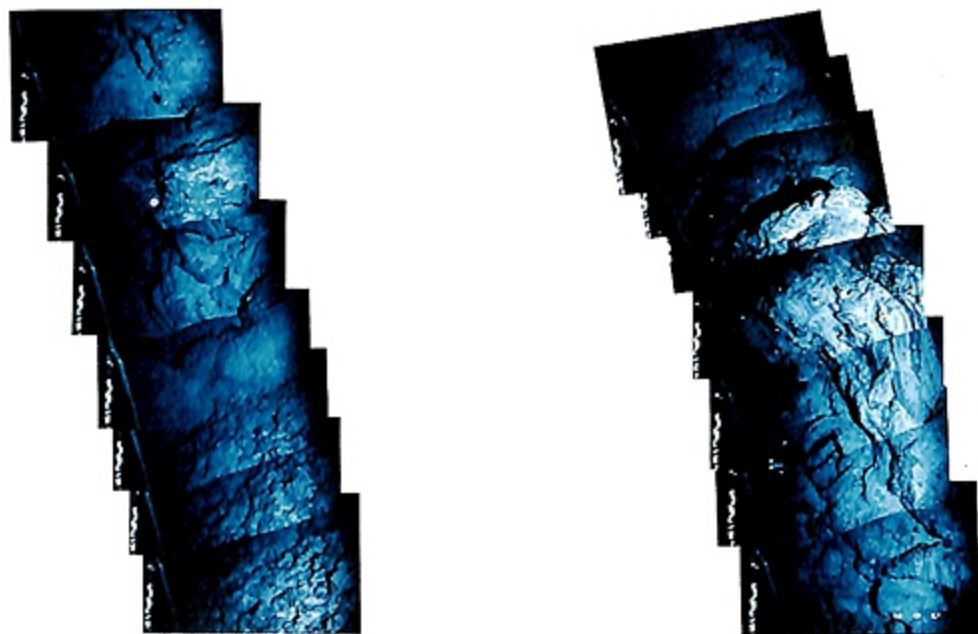


写真5 中間部の玄武岩質角礫と板状溶岩
photo. 5 Basalt breccias and pillow lavas
on the middle part.

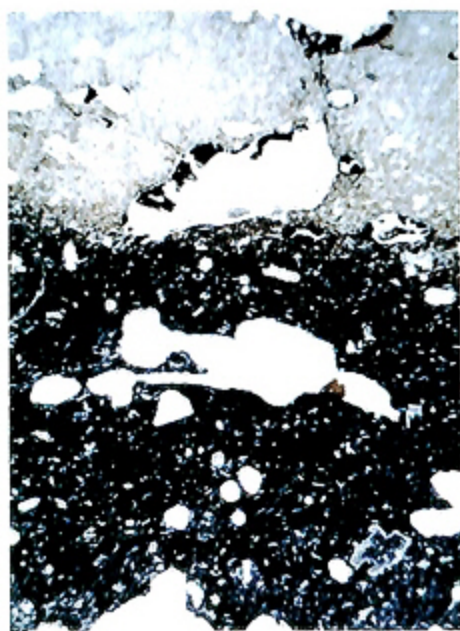


写真6 中間部で採取された玄武岩溶岩の薄片写
真
photo. 6 Microphotographs of basaltic
lava collected from the middle
part.

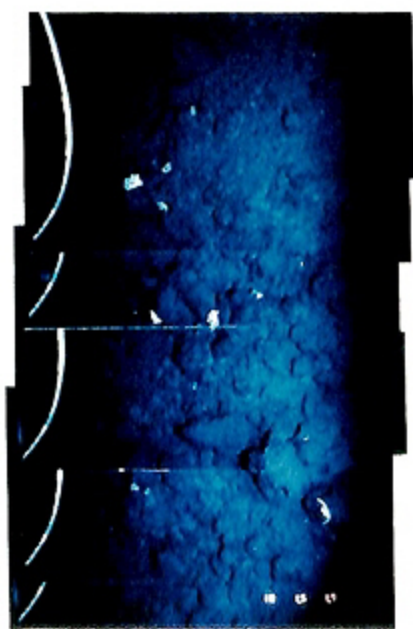


写真7 最深部で観察されたクリンカー状角礫
photo. 7 Clinker like breccias observed on
the deepest part.

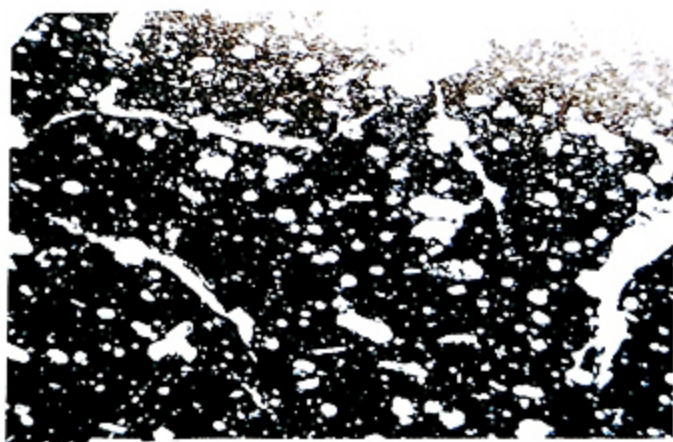


写真8 最深部で採取された玄武岩質安山岩の薄片写真

photo. 8 Microphotograph of the basaltic andesite breccia collected from the deepest part.

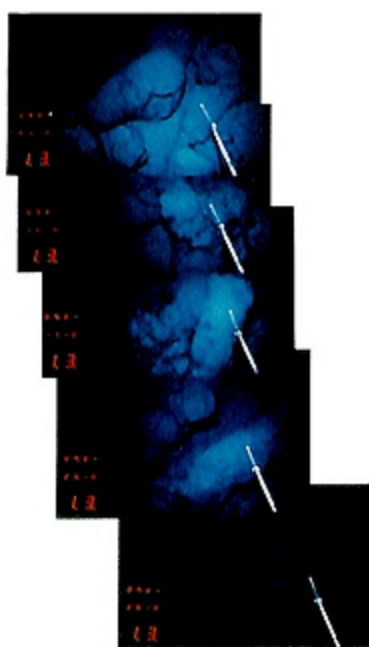


写真9 最深部、尾根付近で観察された枕状溶岩。

photo. 9 Pillow lavas observed on the summit at the deepest part of the ridge.

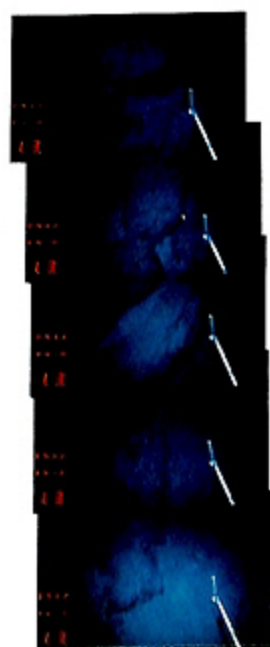


写真10 最深部、側面上で観察された長い枕状溶岩。

photo. 10 Long pillow lavas observed on the flank at the deepest part of the ridge.