

## 八丈凹地北部の海底地質及び微細地形

仲 二郎\*<sup>1</sup> Alexander MALAHOFF\*<sup>2</sup> 田中武男\*<sup>1</sup>  
門馬大和\*<sup>1</sup> 堀田 宏\*<sup>1</sup>

伊豆・小笠原諸島における背弧凹地の最北端に位置する八丈凹地において深海曳航体等による調査を行い、それをもとに凹地中央部の小海丘において2回の潜航調査を行った。

これらの調査の結果以下の知見を得た。

1) 凹地中央部の小海丘の頂部に恐らく南北性の方向をもつ幅200~500m、深さ数10~100mの窪みが数本存在する。

2) 凹地の表面は全般的に大小さまざまな軽石礫に覆われていた。しかし小海丘ではふもとから頂部に向い、軽石礫の径が減少し、その表面の付着性生物が減少し、表面のマンガン酸化物の被覆もなくなっていくことに加え、黒灰色のガラス質の火山砂が量・径とも増加していった。

3) さらに頂部には露岩も見られた。採取された試料は新鮮な石英安山岩質のものであった。

以上のことはこの小海丘の頂部を噴出場とする、比較的新しい火山活動があったことを示唆しているものと思われる。

4) 小海丘中腹部で海水の“ゆらぎ”を視認した。その場所の周囲では海水温の躍層や逆転層もあり、また堆積物中の温度も周囲の海水より約0.22°C高かった。これらのことはこの小海丘が現在も熱的に活発である可能性を示しているかも知れないが、この海域は黒潮の影響で、潮流が速く、その影響も考えられる。

### GEOLOGY AND MICROTOPOGRAPHY OF THE NORTHERN PART OF THE HACHIJYO DEPRESSION

Jiro NAKA\*<sup>1</sup>, Alexander MALAHOFF\*<sup>2</sup>,  
Takeo TANAKA\*<sup>1</sup>, Hiroyasu MONMA\*<sup>1</sup>,  
and Hiroshi HOTTA\*<sup>1</sup>

JAMSTEC surveyed the northern part of the Hachijyo Depression, which occupies the northernmost extension of the back arc depression of the Izu-Bonin arc, by deep-towing side scan sonar, camera, CTD, etc. in July 1985, November 1986 and April 1987. On the basis of the results, *SHINKAI 2000* dived at a small knoll situated in the central part of the Hachijyo Depression.

The Main results were as follows:

\*<sup>1</sup> 海洋科学技術センター

\*<sup>2</sup> Hawaii University

- 1) The elevation of the knoll above the surrounding sea floor was about 800 m (the water depth of the crest was about 300 m). A few small depressions with maximum depth of about 100 m were found on the crest.
- 2) The surface of the Hachijyo Depression was widely covered with pumiceous rock fragments of various sizes (the maximum size was thought to be more than 3 m). On the surface of the knoll, the size of the pumiceous and Mn-coated rock fragments and the amount of fauna growing on the fragments decreased with elevation. Moreover, black to gray-colored glassy volcanic sand appeared from the middle flank of the knoll, and the size and amount increased with elevation. Large blocks and outcrops of volcanic rock or volcanic breccia were found around the crest of the knoll.
- 3) The samples obtained by deep-towed fish and *SHINKAI 2000* were dacitic.

These results suggest that the eruption sites of these volcanic rocks were situated at the crest of the knoll. The volcanism which produced these volcanic materials must have occurred recently (probably within the Quaternary period), because all these samples seemed very fresh.

On the middle flank of the knoll (where water depth was about 500 m), shimmering water was recognized during a *SHINKAI 2000* dive. Moreover, temperature reverse zones were recognized in some XBT and STD profiles. On the middle flank, the subsurface sediment temperature was 0.22°C higher than that of the surrounding sea water. These phenomena suggest the possibility of hydrothermal activity. An other possible cause is disturbance by the rapid current an effect of the Kuroshio moving over the rough surface.

## 1. はじめに

伊豆・小笠原弧においては、その南に続くマリアナ弧におけるマリアナトラフのような活動的かつ明瞭な背弧海盆を伴っていない。しかし西之島から八丈島に至る伊豆・小笠原弧のすぐ背弧側には背弧凹地と呼ばれる凹地が断続的に存在する (Tamaki et al. 1981)。この背弧凹地は背弧拡大の初期段階のものであると考えられている (Tamaki et al. 1981, 玉木他 1981, Honza and Tamaki 1985 など)。

八丈凹地は伊豆・小笠原弧の背弧凹地では最北端のもので、背弧拡大に伴う諸構造が初期的あるいは未発達であると見られている。

この八丈凹地の北部海域 (図1) において、海洋科学技術センターでは昭和60年7月に「なつ

しま」を用いて深海曳航体等による調査を実施した。その結果をもとに、「しんかい2000」による潜航調査が昭和61年11月に2回行われた (第255潜航, 観察者: Malahoff, 第258潜航, 観察者: 仲)。更に、これらの結果を受けて昭和61年11月と62年4月に「かいよう」を用いて、同じく深海曳航体等による調査が行われた。

本稿では以上の調査により得られた結果の概要を報告する。

## 2. 調査の概要

### A. 昭和60年7月の「なつしま」による調査

本調査では図1に示す海域において、「しんかい2000」による潜航の事前調査として、まずPDRによる測深を実施した。次に海底の微細地形

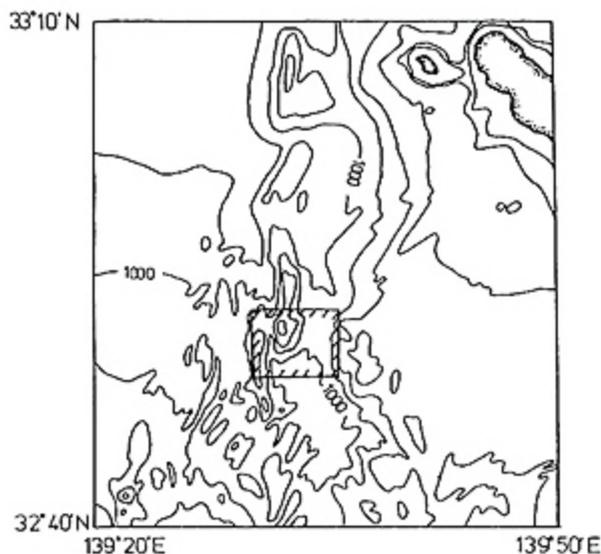


図1 調査海域図。枠は調査海域を示す。  
(海上保安庁発行、20万分の1海底地形図 No.6364, 6365, 6421, 6422を簡略化)

Fig. 1. Index map of study area. The box indicates the study area. Simplified from 1:200,000 bathymetric map No.6346, 6345, 6421, and 6422, Maritime Safety Agency)

及び底質調査のため、測深を実施した範囲のほぼ全域をカバーできるように、70 kHzのサイドスキャンソナーの曳航調査を行った。さらに深海カメラ(TV及びスチールカメラ)をほぼ6 kmにわたり曳航し、海底の観察を行った。

#### B. 「しんかい2000」による潜航調査

i) 第255潜航(昭和61年11月13日, 観察者: MALAHOFF)

60年の事前調査の結果をもとに八丈凹地北部の中央部の小海丘に潜航を実施した。小海丘のふもとに着底し、小海丘の斜面沿いに上昇し、その間、目視観察、岩石採取等を行った。水深500 m付近で潮流のため浮上した。

ii) 第258潜航(昭和61年11月18日, 観察者: 仲)

第255潜航の航跡の途中に当たる地点に着底した。その後第255潜航で実施できなかった堆積物採取、堆積物中の温度測定を行うと伴に、第255潜

航での観察事項の確認を行った。

この両潜航の航跡を図2に示す。

C. 昭和61年11月及び62年4月の「かいよう」による調査

第255, 258潜航の際見いだされた海水温の逆転等の異常が、その後も存在しているか、あるいは、その広がりほどの程度のものであるかを調べるため、XBTを多点投下し、さらに深海曳航体装着のCTDを用い、小海丘周辺での海水温の測定を行った。また「しんかい2000」が潮流のため到達できなかった小海丘付近を深海カメラを曳航し海底観察を行った。

62年4月の調査では、直下のみのナロービーム測深を小海丘周辺に限定して行った。さらに70 kHzのサイドスキャンソナーを小海丘において探査のレンジを狭くし、精度を上げて曳航した。

### 3. 調査結果

#### A. 地形

PDR測深により得られた結果をもとに作成した地形図を図3に示す。この範囲内では海上保安庁発行の20万分の1の海底地形図(海上保安庁, 1986a, 1986b)に示されている通り、凹地は1000 m前後の水深の平坦部からなり、その中央部と、西縁部にそれぞれそれらの頂上の水深が約300 mと500 mの高まりが存在する。西縁のものは南北に延びた海嶺状を呈しているが、中央部のものは同様に南北に尾根を引いているように見られるが、その比高は小さく、むしろ海丘状の形態を呈している。

この中央部の海丘状の高まり(以下小海丘と略す)についてナロービーム測深で得られた地形図(図4)ではさらに詳細な地形が判別できる。小海丘の側面は $10^\circ$ 以上の比較的急斜面である。頂部では深さが最大100 mに達し、幅は200 m以上の南北の方向性の窪みが認められる。

図5のサイドスキャンソナーの解釈図を上述の測深による地形上の特徴と比較すると、1000 m前後の水深の平坦部は、全般的に比較的均一な弱い反射を示す記録が得られている。これに対し、小海丘は全体として強い反射を示している。この記録には底質の影響も含まれているため、必ずしも地形と一致はしていない。しかし小海丘の頂部

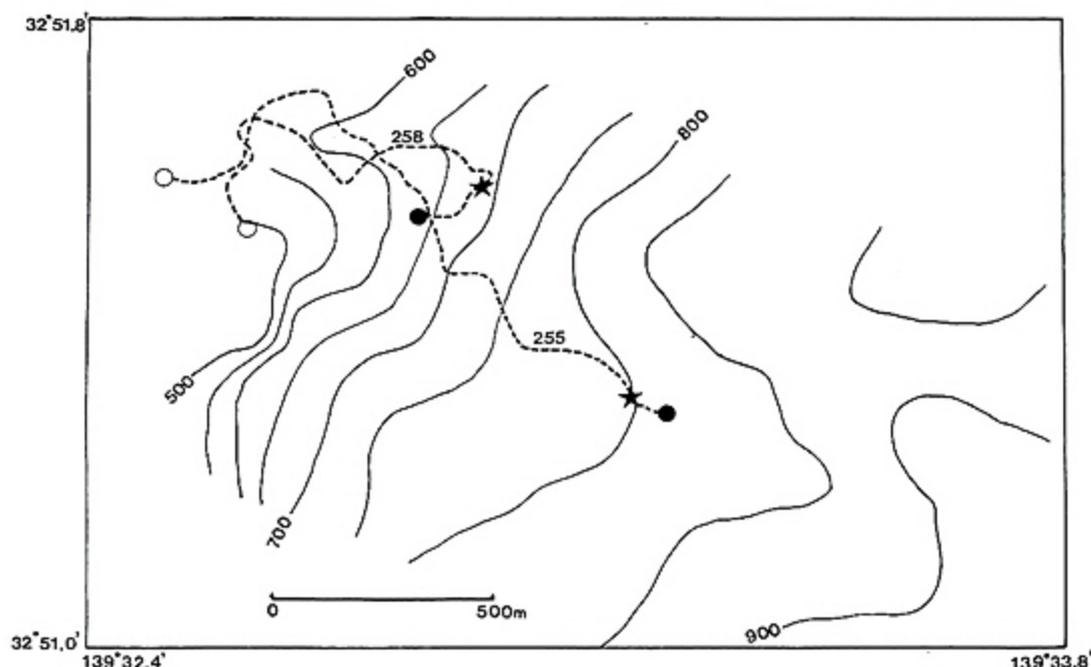


図2 潜水船航跡図.

●: 着底点, ○: 離底点, ★: 試料採取点

Fig. 2. Tracks of "SHINKAI 2000"

●: initial ship position at the sea bottom  
○: final ship position at the sea bottom  
★: sampling position

には2~3本の窪みを読み取れる。深海カメラの  
ではこの窪みの縁に相当する所ではない急傾斜の  
崖が認められた。従って頂部には恐らく南北性の  
地溝状の窪みが数本存在しているものと思われる。

#### B. 底質とその分布

「しんかい2000」による潜航調査(図6)及び  
深海カメラの曳航調査(図7)の結果から、本  
調査海域の底質は次のものに区分できる。

- i) 軽石礫(写真1)
- ii) 主に灰白色火山岩岩片からなる火山砂礫
- iii) 主に黒灰色ガラス質火山岩岩片からなる火山砂(写真2)
- iv) 火山岩の角礫(写真3)
- v) 火山岩(火山角礫岩?)の露頭(写真4)
- vi) 黄褐色泥

i)の軽石礫は本調査海域を広く覆っていると  
思われ、カメラ測線の7割以上に達する部分で見  
られた。軽石礫の大きさは普通30cm~1m程度で

あるが、潜航調査では3mを超えるものも見られ  
た。軽石はデイサイト質で、沖縄トラフで見い出  
された繊維状組織を示す材木状軽石(Kato, 1987)  
が多く含まれていた。

水深1000m前後の平坦部では軽石の巨礫のみ  
が表面に見られる場合が多く、軽石礫が海底を少  
なくとも数mにわたり覆っていると思われる。

小海丘上にも軽石礫が見られたが、平坦部のも  
のに比べヤギ類や海綿等の附着性の生物が少なく、  
礫径が小さく、表面のマンガン酸化物の被覆がな  
いものが多い傾向があった。この傾向は頂部に向  
いさらに顕著であった。

ii)は主に小海丘の中腹部以浅の比較的急傾斜の  
斜面上に分布する。火山岩岩片には軽石礫も含ま  
れるが、多くはより緻密なもので、デイサイト質  
のものと思われる。

iii)も主に小海丘の中腹部以浅の部分と、その南  
に延びる尾根状の部分に見られる。小海丘上では

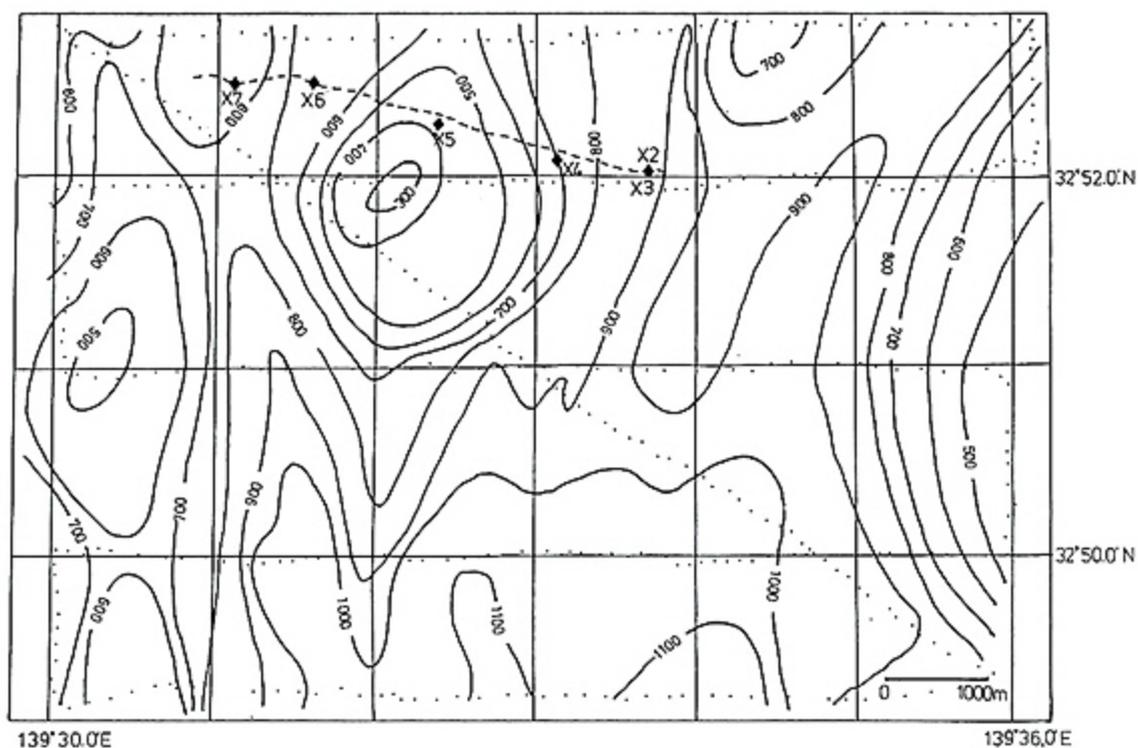


図3 調査海域地形図。点は測深航跡を示す。X1~X7: XBT 投下点。  
破線: CTD測線

Fig. 3. Topographic map of study area.

Dots indicate the ship track.

X1-X7: XBT stations

broken line: CTD track (deep tow)

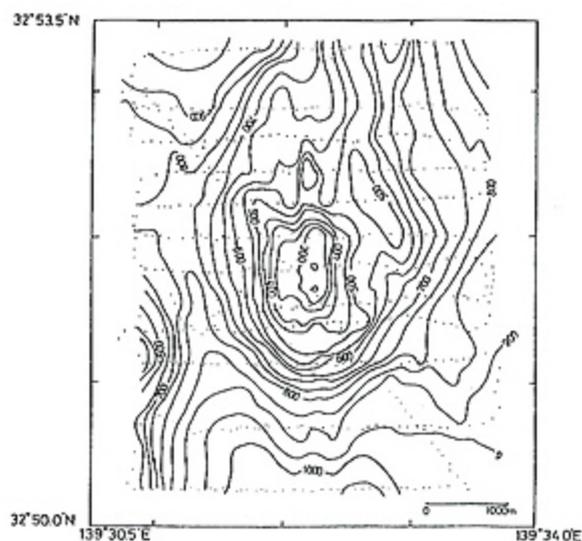


図4 小海丘地形図(ナロービーム測深による)。  
点は測深航跡を示す

Fig. 4 Topographic map of the knoll,  
drawn by single narrow beam  
survey. Dots indicate the ship  
track.

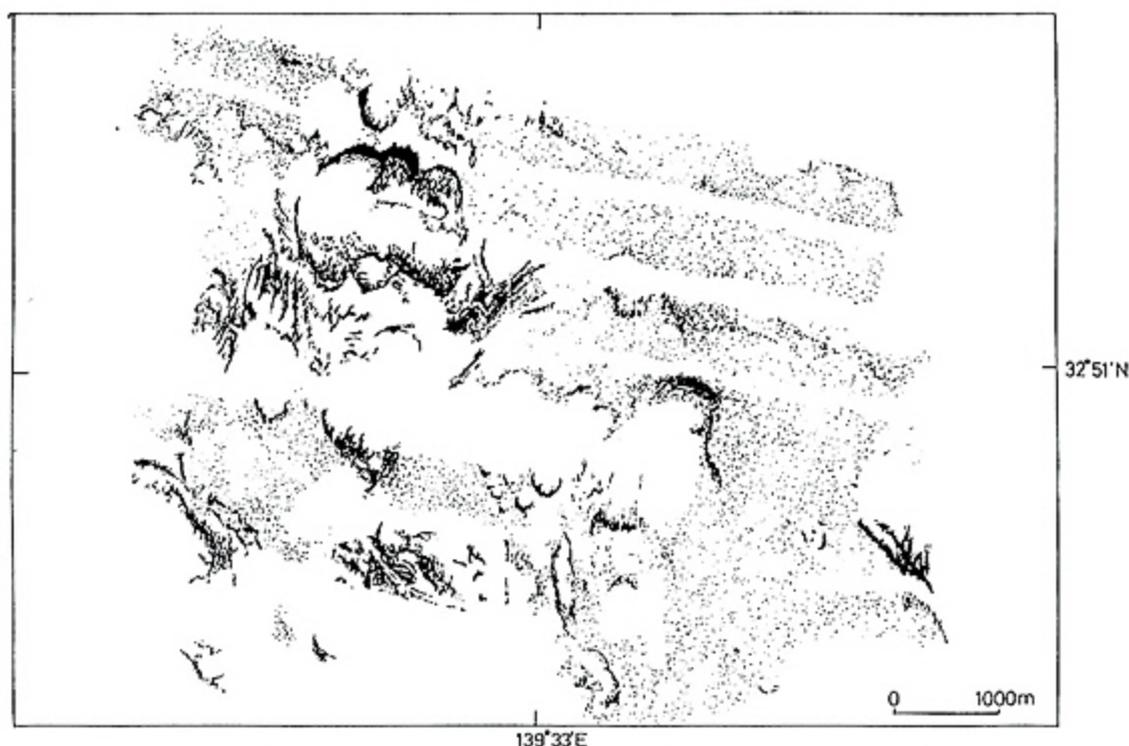


図5 ソナー記録解釈図。強い反射を黒く表現している。

Fig. 5. Interpretative map of sonar record. Dark color indicates high reflectivity

浅くなるにつれて、底質中での割合が増加すると共に、礫径も増加する。この火山砂もデイサイト質と思われるが、特にガラス質なため黒灰色を呈していると思われる。

iv)は小海丘の頂部と、調査海域の東縁に見られた。小海丘上では、特に急傾斜を有する部分のふもとにあたる頂部の窪みの底や、その途中の段上の部分に見られた。従ってこれは崖錐性の堆積物と考えられる。

v)は小海丘の頂部の特に窪みの縁にあたる部分に見られた。

vi)は調査海域の南部の水深1000m程度の平坦部の一部のみ見られた。

以上の目視等の観察結果を図5のソナーの解釈図に当てはめた場合、水深1000m前後の比較的弱い反射の部分は軽石礫に相当すると思われる。八丈凹地北部では広くデイサイト質の軽石が覆っていると思われる。この軽石は八丈凹地の南部からも報告があり(工業技術院地質調査所, 1985)

八丈凹地をかなり広範囲にわたり覆っているものと思われる。また強い反射の部分は火山砂礫や火山岩の露頭に当たると思われるが、地形的にも急傾斜の所が多いため、直接対応しているとは限らないと思われる。

#### C. 海水及び堆積物中の温度測定

第255潜航において小海丘斜面上の水深約500mの付近で海水の“ゆらぎ”を視認した。さらに第258潜航においても斜面上の水深約550m付近の所で同様の現象を認めた。

両潜航時の潜水船装備のSTDによる温度記録(図8)において、上述の“ゆらぎ”の見られた水深付近で海水温の跳躍や逆転が認められる。

この現象の広がりを調査するため、小海丘をほぼ東西に横切る測線上でXBTを6点で投下し、各点での海水温の鉛直方向の変化を調べると共に、曳航体をほぼ同一測線上で海底からの高度約30mで曳航し、測方の変化の調査も行った。これらの結果をまとめた図9をみれば、特に小海丘の中

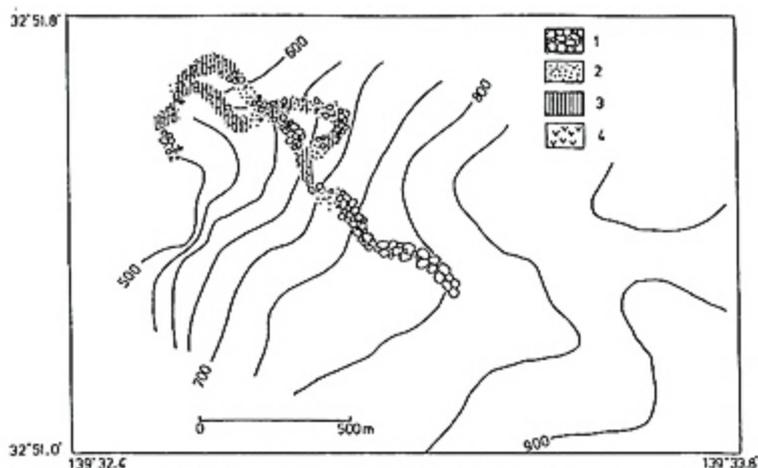


図6 底質分布を示すルートマップ（「しんかい2000」による）。

- 1; 軽石礫 2; 灰白色火山砂 3; 黒灰色ガラス質火山砂  
4; 火山岩あるいは火山角礫岩露頭

Fig. 6. Route map (SHINKAI 2000) showing the bottom materials.

- 1; pumiceous rock fragments, 2; light colored volcanic sand and gravel, 3; dark colored glassy volcanic sand, 4; outcrop of volcanic rock or volcanic breccia.

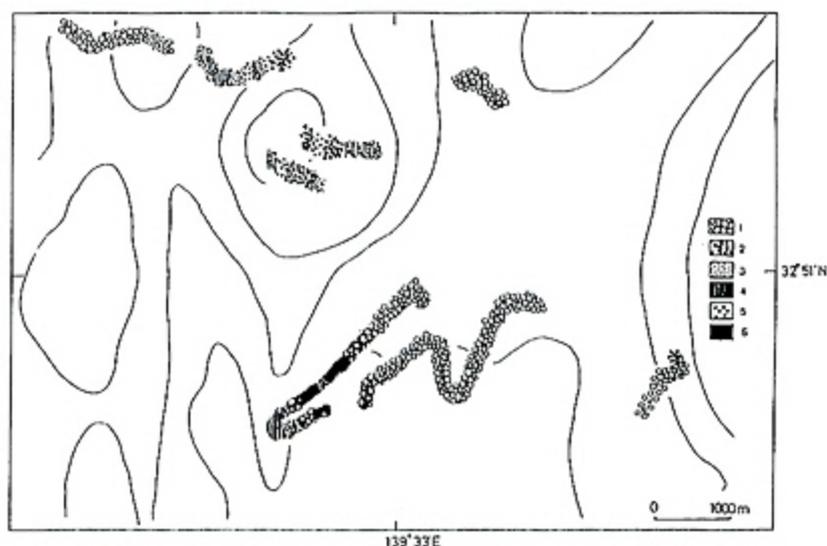


図7 底質の分布を示すルートマップ（深海カメラによる）。

- 1; 軽石礫 2; 火山岩の角礫 3; 灰白色火山砂礫 4; 黒灰色ガラス質火山砂 5; 火山岩あるいは火山角礫岩露頭 6; 黄褐色泥

Fig. 7. Route map (deep towing camera) showing the bottom materials.

- 1; pumiceous rock fragments, 2; breccia of volcanic rocks, 3; light colored volcanic rock and gravel, 4; dark colored glassy volcanic sand, 5; outcrop of volcanic rock or volcanic breccia, 6; yellowish brown mud.

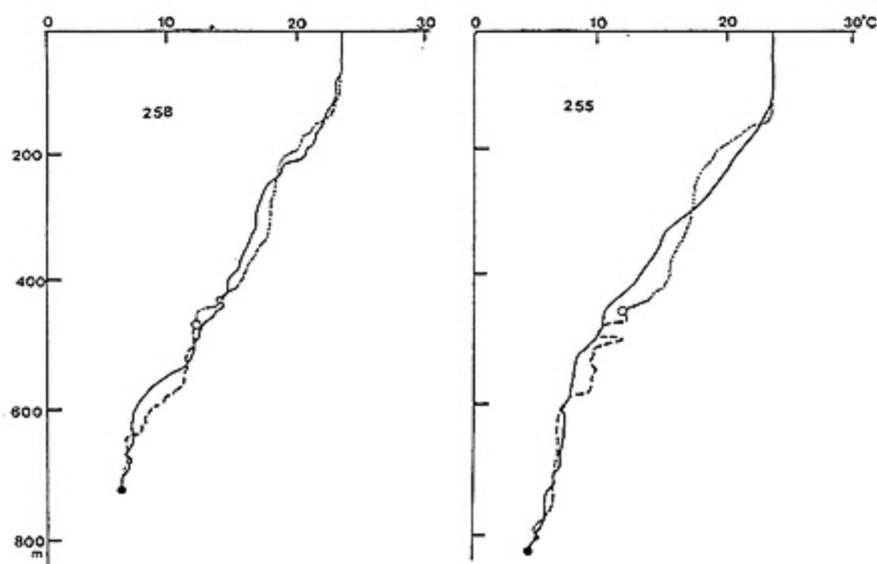


図8 潜水船装備のSTDによる海水温記録.

Fig. 8. Seawater temperature records of STD installed in "SHINKAI 2000".

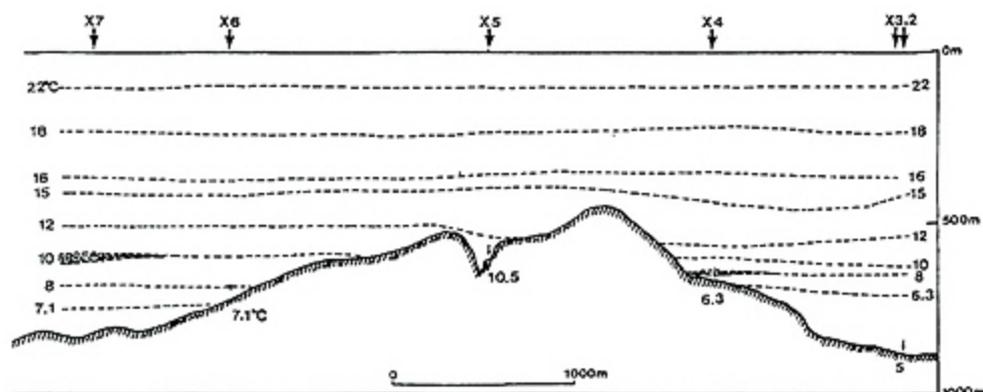


図9 曳航体装備のCTD, 及びXBTにより得られた小海丘周辺の海水温度分布の断面図. 各測点, 測線を図3に示す.

Fig. 9. Seawater temperature profile around the knoll surveyed by XBT and CTD installed in deep tow fish.

腹部以浅の所で海水温の跳躍や、逆転が認められる。

第258潜航では小海丘の中腹の水深約700mの斜面上の、底質が黒灰色ガラス質火山砂の地点で、砂中の温度を測定した(東京大学地震研究所製作の温度計を使用)。温度計は砂中に5cmしか貫入しなかったが、周囲の海水に比べ、0.22℃高い温度を記録した。

#### 4. 考察

潜航調査の目視観察では、小海丘の裾野から、その頂部に向かい、軽石礫の径が減少し、その表面のマンガン酸化物が少なくなり、付着性の生物も減少していくことが認められた。これらのことは小海丘の頂部へ向うほど軽石が新鮮なものへ変化していることを示していると考えられる。また、小海丘中腹部以浅に分布する黒灰色の新鮮なガラ

ス質の火山岩岩片からなる火山砂は、頂部に向かい量、径伴に増加している。このことは黒灰色ガラス質火山砂の供給源が小海丘頂部付近にあることを暗示している。

深海カメラの曳航で、小海丘頂部でデイサイト質と思われる火山岩あるいは火山角礫岩の露頭を見出ししている。

以上のことを合わせて考えれば、比較的新しい時期に小海丘の頂部からデイサイト質の軽石や黒灰色のガラス質火山砂などを供給した火山活動があったと思われる。また黒灰色のガラス質火山砂が、小海丘の南の延長上の尾根状の高まりにも存在することは、この尾根状部沿いにも火山活動があった可能性を示している。

この火山活動は採取された火山岩岩片等が新鮮なものであるため、比較的最近のものと考えられる。しかし、現在この八丈凹地北部の中央部の小海丘が活動的であることを示す直接的な証拠はない。小海丘中腹部での堆積物中の温度がやや高かったことや、海水の“ゆらぎ”現象や、海水温の逆転等が、この小海丘が熱的に活発である可能性を示しているかも知れない。しかしこの小海丘の周囲では黒潮の影響で、潮流が強く、そのため海水温の逆転等が起っている可能性も否定できない。

#### 謝 辞

本稿の海水温の資料は深海研究部の満澤巨彦氏によりまとめられたものを一部使用した。また潜航調査及び曳航調査等では、運航チーム、「なつしま」、「かいよう」の方々に御世話になった。以上の方々に謝意を表わす。

#### 参考文献

- Honza, E. and Tamaki, K., 1985, The Bonin Arc, in Nairn, A. E. M., F. G. and Uyeda, S. eds., The ocean basin and margins, 7, 459-502, Plenum Pub. Corp.
- 海上保安庁水路部, 1986a, 20万分の1 海底地形図, No 6421, 八丈島南西方.
- 海上保安庁水路部, 1986b, 20万分の1 海底地形図, No 6422, 八丈島南方.
- Kato, Y. 1987, Woody pumice generated with submarine eruption, Jour. Geol. Soc. Japan, 93, 11-20.
- 工業技術院地質調査所, 1985, 海底熱水活動に伴う重金属資源の評価手法に関する研究, 昭和59年度研究報告書, 99p.
- 玉木賢策, 井上英二, 湯浅真人, 棚橋学, 本座栄一, 1981, 小笠原弧の第四紀背弧拡大活動の可能性について, 月刊地球, 7, 421-431.
- Tamaki, K., Tanahashi, M., Nishimura, K. and Honza, E., 1981, Seismic reflection profiling in the Ogasawara (Bonin) Arc and the northern Mariana Arc, in Honza E., Inoue, E. and Ishihara, T. eds. Geological investigation of the Ogasawara (Bonin) and northern Mariana Arcs, Geol. Surv. Japan, Cruise Report No 14, 83-91p.

(原稿受理1987年3月26日)

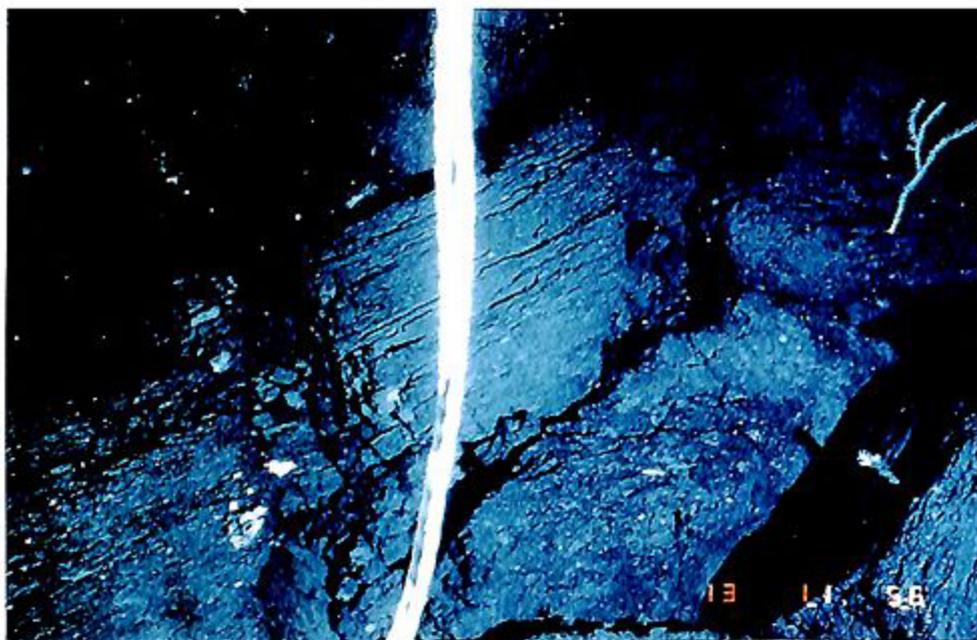


写真1 凹地平坦部に見られる軽石礫.

Ph1. Pumiceous rock fragments on the flat bottom of the depression.

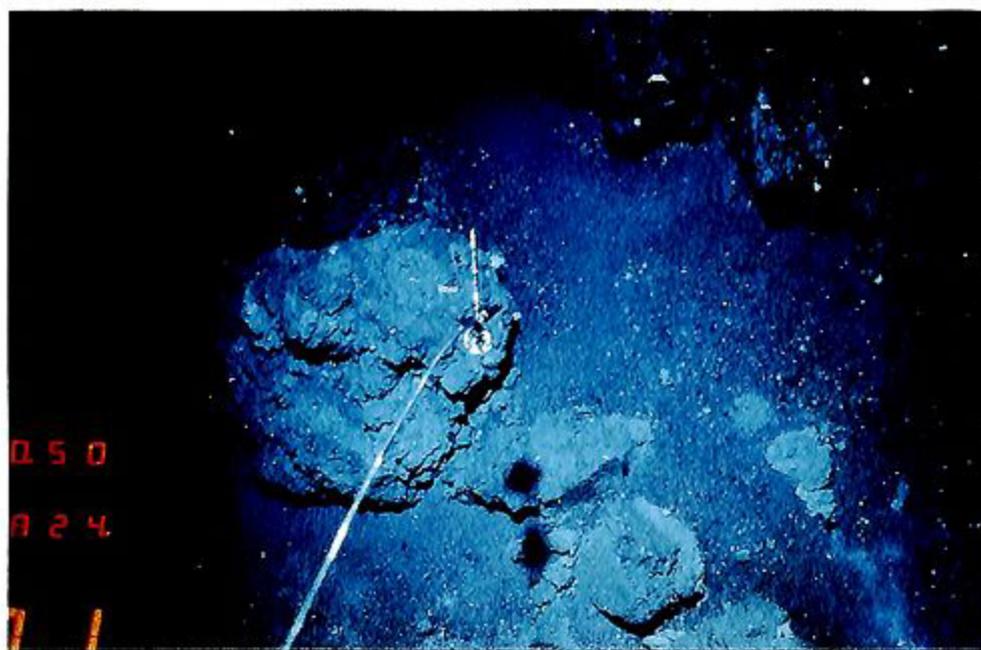


写真2 小海丘中腹部の黒灰色ガラス質火山砂.

Ph2. Dark colored glassy volcanic sand on the middle flank of the knoll.



写真3 小海丘頂部付近の火山岩の角礫。

Ph3. Breccia of volcanic sand on the middle flank of the knoll.

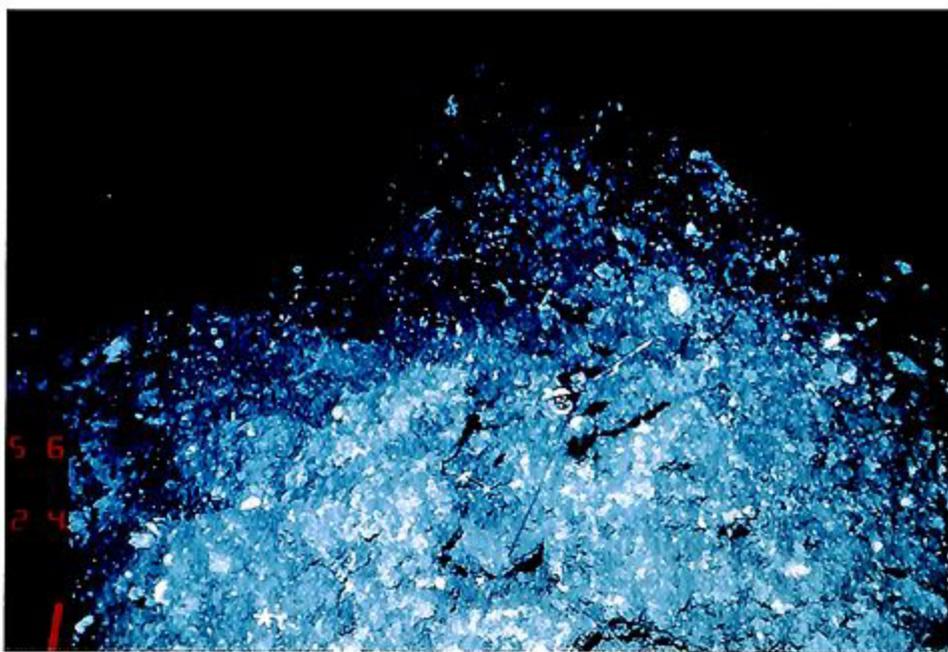


写真4 小海丘頂部の火山岩あるいは火山角礫岩の露頭。

Ph4. Outcrop of volcanic rock or volcanic breccia around the crest of the knoll.