

## 安山岩の海丘

### 「しんかい 2000」による御蔵海盆の潜水調査

藤岡換太郎\*<sup>1</sup> 田中武男\*<sup>2</sup> 岩淵 洋\*<sup>3</sup>  
古家 和英\*<sup>4</sup> 堀田 宏\*<sup>2</sup>

御蔵海盆は第四紀の安山岩と少量の玄武岩から成る御蔵島の南西方に位置する。御蔵海盆はその東西両側を正断層によって画され、その平均水深はおよそ 1600 m である。海盆の最深部は蘭灘波島の南にある。蘭灘波島は海拔 74m の島で御蔵島の南西方に位置する。御蔵海盆の西部で深海曳航ビデオ・システムによる調査および 2000 m の深さまで潜れる潜水船「しんかい 2000」による潜航調査が 1986 年 10 月に行われた。

潜水に先立って東京大学海洋研究所の淡青丸による調査航海が 1986 年 7 月に行われ、(KT86-10 次航海) PDR によって見つけれられた小海丘の付近で海底直上の海水の温度異常が発見された。この小海丘の近辺でドレッジによる岩石試料、ピストン・コアラーによる柱状堆積物、グラブ採泥器による海底表層の試料及び深海カメラによる海底写真が得られた。この地域では地球物理学的、地球化学的研究も併せて行われた。

調査船「なつしま」によって深海曳航ビデオ・システムによる潜水事前調査が行われ、この調査においても、蘭灘波島の西方で小海丘が確認された。この小海丘は、御蔵海盆底から数 10 m の比高差を持ち、火成岩のような岩石のブロックによって形成されているのが見られた。

「しんかい 2000」による # 252 潜航調査が 1986 年 10 月 29 日に行われた。潜水は小海丘の南から始められ御蔵海盆底を横切り小海丘をのぼり、それが様々な大きさの安山岩の巨礫から成り、小海丘の色々な場所に急崖が形成されているのを明らかにした。小海丘は小さな段をいくつも持ち、その段は御蔵海盆底を埋積する堆積物と同じ粗粒な堆積物によって覆われている。小海丘のある部分には安山岩の柱状節理が急崖を形成しその近辺には安山岩の角礫のブロックからなる崖錐堆積物が見られる。

現地性の岩石試料は潜水船のマニピュレータを用いて採取された。試料は実験室において岩石顕微鏡によって慎重に観察され、それが、オージャイトとハイパーシオンを含む両輝石安山岩であることがわかった。これは、周辺の蘭灘波島や御蔵島に露出している岩石と同様なものである。この安山岩の試料の表面や節理の間には、熱水によって変質したと考えられる堆積物が付着していた。

\*<sup>1</sup> 東京大学海洋研究所

\*<sup>2</sup> 海洋科学技術センター

\*<sup>3</sup> 海上保安庁水路部

\*<sup>4</sup> 日本大学文理学部

\*<sup>1</sup> Ocean Research Institute, University of Tokyo

\*<sup>2</sup> Japan Marine Science and Technology Center

\*<sup>3</sup> Hydrographic Department, Maritime Safety Agency

\*<sup>4</sup> Department of Earth Sciences, Nihon University

今回の「なつしま」及び「しんかい 2000」による調査の結果は他の調査・研究の結果と併せて御蔵海盆には現在、正断層運動を伴う安山岩質の広域割れ目噴火とこの火山活動に伴う海底熱水活動が存在することを強力に示唆するものである。

**TROUGH SUBMARINE ANDESITE KNOLL**  
—A deep-sea survey by *SHINKAI 2000* in the Mikura basin—

Kantaro FUJIOKA\*<sup>1</sup> Takeo TANAKA\*<sup>2</sup>  
Yo IWABUCHI\*<sup>3</sup> Kazuhide KOGA\*<sup>4</sup>  
and Hiroshi HOTTA\*<sup>2</sup>

Mikura Basin lies southwest of Mikurajima Island which is composed mostly of Quaternary andesites with minor amounts of intercalated basalts. The basin is bounded by normal faults on both the west and east margins and its mean water depth is around 1,600 m. The deepest portion of the basin lies to the south of Inanbajima Island which stands 74 m above sea level southwest of Mikurajima Island. The western portion of the Mikura Basin was surveyed in October 1986 by Deep-Tow video system as well as the submersible *SHINKAI 2000* which is capable of diving as deep as 2,000 m.

Before the dive, cruise of the vessel *Tanseimaru* of the Ocean Research Institute, University of Tokyo carried out a research course in July 1986, during which it found temperature anomalies around a small acoustic high which was identified by PDR echo sounder, and obtained bottom samples such as rocks by dredge haul, columnar sediments by piston corer, surface sediments by grab sampler and submarine photographs by deep-sea camera. Geophysical and geochemical research was also carried out in the region.

A pre-site survey was carried out during the cruise of R/V *Natsushima* using the Deep-Tow video system of JAMSTEC. A small knoll was again found west of Inanbajima Island; it appears to be an igneous knoll measuring several tens of meters in height from the bottom of the Mikura Basin.

Dive #252 of *SHINKAI 2000* was made on October 29, 1986. The dive started from just south of the small knoll, crossed the basin then climbed the small knoll. It was found that the knoll consists of various sizes of andesite lava boulders which form steep cliffs at various levels of the knoll. It has several small steps on the middle slope covered by thick coarse sediments which are quite similar to those observed at the bottom of the Mikura Basin. In some areas, the columnar joints of the andesites from steep cliffs with talus debris of angular andesite blocks.

In situ rock samples were collected with the manipulator of the submersible and were carefully examined by petrographic microscope in the labo-

ratory. Augite, hypersthene and plagioclase phyric andesite was identified and found to be similar to that of Inanbajima and Mikurajima Islands. Hydrothermally altered sediments were also recovered from the cracks and surface of the andesite samples.

These results, together with other investigations tend to strongly suggest that recent volcanic activity has occurred in the Mikura Basin, forming a kind of fissure eruption of the andesitic composition in relation to the normal fault activity, and that hydrothermal activity has also occurred together with the volcanic activity in the western part of the Mikura Basin.

### 1. はじめに

海底熱水鉱床の発見は人類にとって一つの大きな事件であった。1978年に東太平洋海膨で潜水艇“Alvin”によって発見された black smoker chimney は地球上の有用な金属資源を海底に求める第一歩となった。島弧-海溝-縁海系においても中央海嶺と同じく海底熱水系の存在することが多くの人々によって信じられてきた(例えば、藤岡, 1983; 上田, 1983)。

伊豆・小笠原島弧海溝系の地質については、湯浅(1983), Honza and Tamaki (1985) および Yuasa (1985) によって良くまとめられている。この島弧-海溝系に分布する火山岩類は15 Ma 頃の東北日本(今田, 1974)とよく似た Bimodal Volcanism であることが宇都(1983)により指摘されている。また、伊豆・小笠原島弧-海溝系に海底熱水鉱床が存在する可能性が藤岡(1983)によって初めて指摘された。東北日本弧では、15 Ma 頃の西黒沢期に黒鉱鉱床と呼ばれる海底熱水性堆積鉱床が広く胚胎している(佐藤, 1978)。黒鉱鉱床形成のテクトニクスは堀越(1975)などによって論じられた。藤岡(1983)や北里(1983), 藤岡・北里(1983)は東北日本弧の15 Ma 頃の古地理・古地形を復元し、この頃の東北日本弧が現在の伊豆・小笠原島弧-海溝系の地形構造配列と極めてよく似ていることを示した。藤岡(1983)は Onodera & Mukai (1976) によって発見され、玉木ほか(1981)によって「背弧凹地」と命名された凹地に着目し、背弧凹地に黒鉱鉱床と良く似た海底熱水性鉱床が存在する可能性を指摘した。玉木ほか(1981)は背弧凹地が第四紀に拡大している可能性を指摘し、Tamaki (1985) はその拡

大のメカニズムについて議論した。上田(1983)は沖繩トラフや伊豆・小笠原弧の背弧海盆に熱水活動が存在する可能性を支持した。このような情勢のもとに、工業技術院地質調査所の海底熱水活動のプロジェクトが5カ年計画としてスタートした(工業技術院地質調査所, 1985)。

御蔵海盆は御蔵島の南西方にあるほぼ正方形をした平均水深1600 mの海盆である。この海盆の中心には、海拔74 mの無人島瀨波島(いなんばじま)がある。両島とも第四紀の両輝石安山岩からなる。御蔵海盆は地形的には、伊豆・小笠原弧の背弧凹地の特に玉木ほか(1981)のいう八丈凹地の北の延長部に相当し、これを背弧凹地であると見なすことができる。火山フロントのすぐ近くにあることから現在の熱水活動が期待される海盆である。しかしながら、同海盆を含む伊豆・小笠原弧の北部は、東京に近いにもかかわらず従来あまり研究されていない。この海域は黒潮の流域に位置するため、潮の流れが速く、定点作業が著しく難しい事も一つの原因であろう。

東京大学海洋研究所の「淡青丸」による研究航海(KT 86-10次航海)が御蔵、八丈両海盆について1986年7月に行われ、地形、地質、地球物理、地球化学に関する総合調査が成された(Fujioka et al., in press)。

御蔵海盆の西部には音響的な異常(後述)が見つかっており、その地域でPDRによる海底地形、音波探査による地質構造、ピストンコアラによる柱状堆積物試料の採集、深海カメラによる海底の微地形の観察、地殻熱流量の測定、CTDによる海水の温度と塩分濃度の測定及び採水などが行われた(Fujioka et al., in press)。その結果、

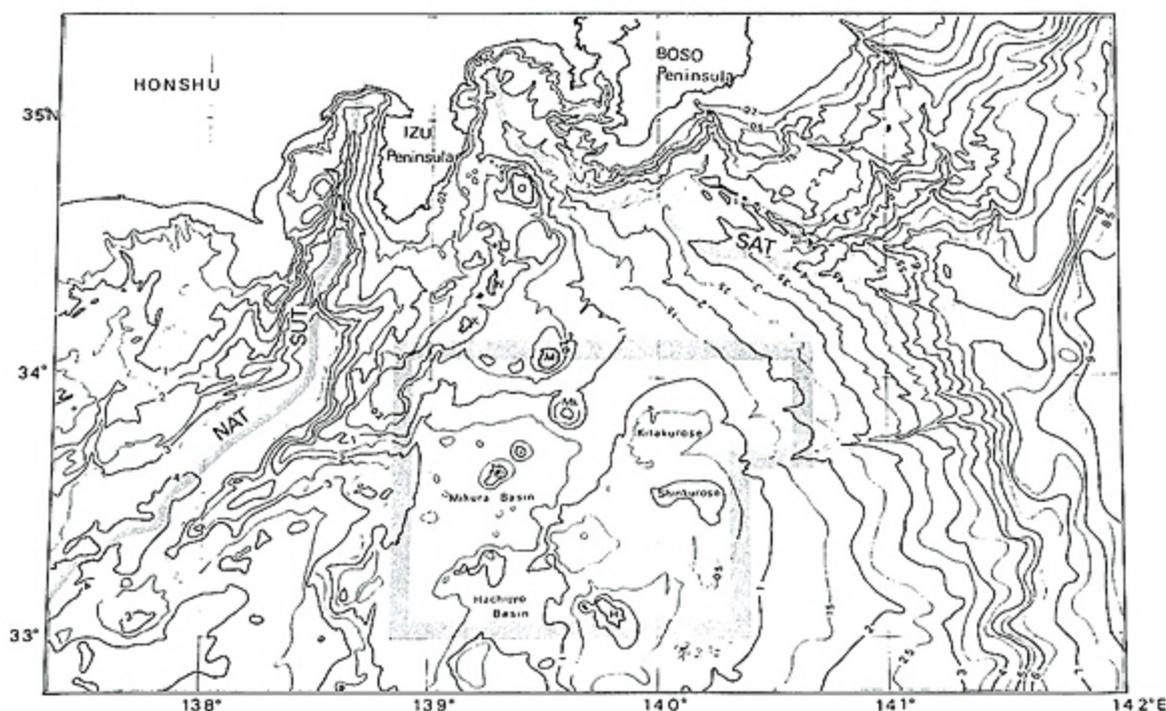


図1 伊豆・小笠原島弧-海溝系北端部の地形と調査海域  
Topographic map of the northernmost part of the Izu-Ogasawara arc-trench system and the survey area.

この海盆には何らかの異常がある事が認められ、その実態を探るため「しんかい2000」による潜航調査が計画された。調査海域は蘭灘波島西方およそ15 kmの地域である(図2)。潜航調査に先立って、PDRによる地形の調査と深海曳航式ビデオ・システムによる海底露頭の観察が行われた。

この小文では、「しんかい2000」によって行われた#252潜航調査の結果を報告するとともに、筆者達が従来御蔵海盆について考えてきたことをも併せて議論したい。

## 2. 御蔵海盆

### 1) 御蔵海盆の地形

御蔵海盆は図2に示すように、御蔵島の南西、八丈島の北西に位置する海盆で、東西はそれぞれ139°00'と139°40'の経度線に、南北は33°20'と33°40'の緯度線によって囲まれている(海上保安庁水路部, 1980)。写真1には御蔵海盆とその周辺の海域の鯨瞰図を示した。ほぼ正方形をなす御蔵海盆の一辺の長さはおおよそ50 kmで、その

ほぼ中央部には海拔高度74 mの蘭灘波島がある(写真2)。蘭灘波島は両輝石安山岩からなる無人島であるが、1500 mの等深線で囲まれた長軸は15 km以上もある巨大な海山であるともいえる(海上保安庁水路部, 1980; 一色, 1980)。

御蔵海盆の平均水深は1600~1700 mでほぼ中央に向かって水深は増しているが、海底地形図と音波探査断面からみた堆積の中心は御蔵海盆の南部にある。水深2000 mを越える地点はほぼこの付近にあり、周囲が小さな海丘で囲まれた一つのカルデラ地形のようにみえる。御蔵海盆の西縁は銭洲海底谷を通る断層によって画されており、それより西側の水深は急に大きくなる。また、東縁は八丈海盆東部にあるケンケン山を通る南北ないしは北東-南西の断層によって切られている。同海盆の東側には火山フロントに相当する水深の浅い部分が存在する。南側にある八丈海盆との境界は八丈西の瀬を通る線で画されている。両海盆の平均水深をみると御蔵海盆の1600~1700 mに対して八丈海盆のそれは1100~1200 mであ

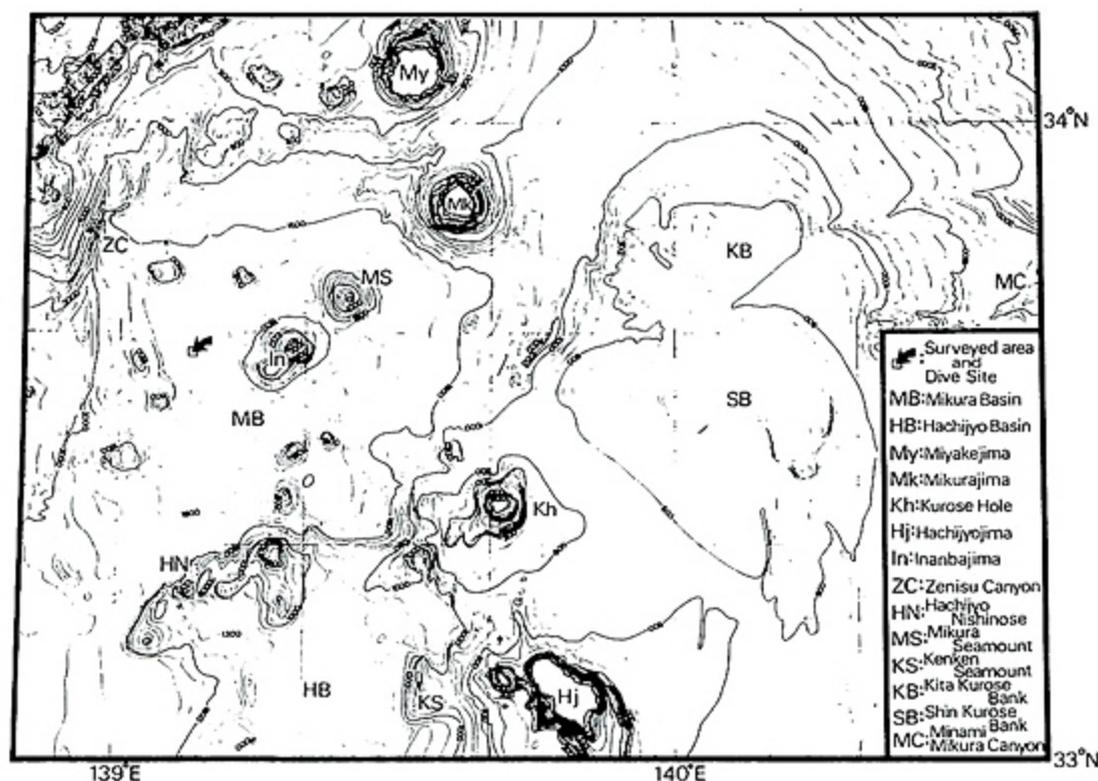


図2 御蔵海盆と其の周辺海域の海底地形と潜航調査海域

Topographic map of the Mikura Basin and its adjacent areas and the survey area by submersible "SHINKAI 2000".

り大きく異なる。御蔵海盆はこのように東西を断層で切られた一種の火山性凹地 (Volcano-tectonic depression) であると考えることができる。御蔵海盆は全体的にみると南西部へとゆるく開口しているようにも見える。御蔵海盆は、その南方にいくつか分布する背弧凹地 (玉木ほか, 1981) と極めてよく似た性格を持ち、堆積物による被覆も厚い。この関係は、玉木ほか (1981) の指摘した背弧凹地の水深が南へ行くほど大きくなる事とも調和的である。したがって、御蔵海盆は伊豆・小笠原弧最北の背弧凹地であると考え事ができる。

御蔵海盆には、海底火山として海盆中央の蘭瀬波島と御蔵海山その他の中規模の海山らしき地形がいくつか認められる。これらのうち、いくつかの海山と海丘からは安山岩がドレッジによって得られている (Yuasa et al., in press)。背弧凹地の中に火山島のあるものは今までに見つかって

はいないが、御蔵海盆はその一つの例であるものかも知れない。

御蔵海盆に堆積物を搬入する大きな海底谷系は存在しない。黒瀬堆と三宅島を結ぶ線に沿って一つの大きな分水界 (尾根) があって地形はそこから南西へと深くなっている。また銭洲海底谷から南東へと流れ下る谷があるが顕著なものではない。従って御蔵海盆を埋積する堆積物は陸源物質は極めて少なく、主として火山源 (飛来, 崩壊) 堆積物と、暖かい黒潮の運ぶ生物源堆積物が主体をなすと思われる。

## 2) 音響的な異常と高まり

御蔵海盆の潜航調査地点付近の海底地形及び地質の調査は、東京大学海洋研究所「淡青丸」によるKT 86-10次航海及び地質調査所「白嶺丸」によるGH 86-1次航海、そして古くは海上保安庁水路部 (桜井・小川, 1982) によって行われて

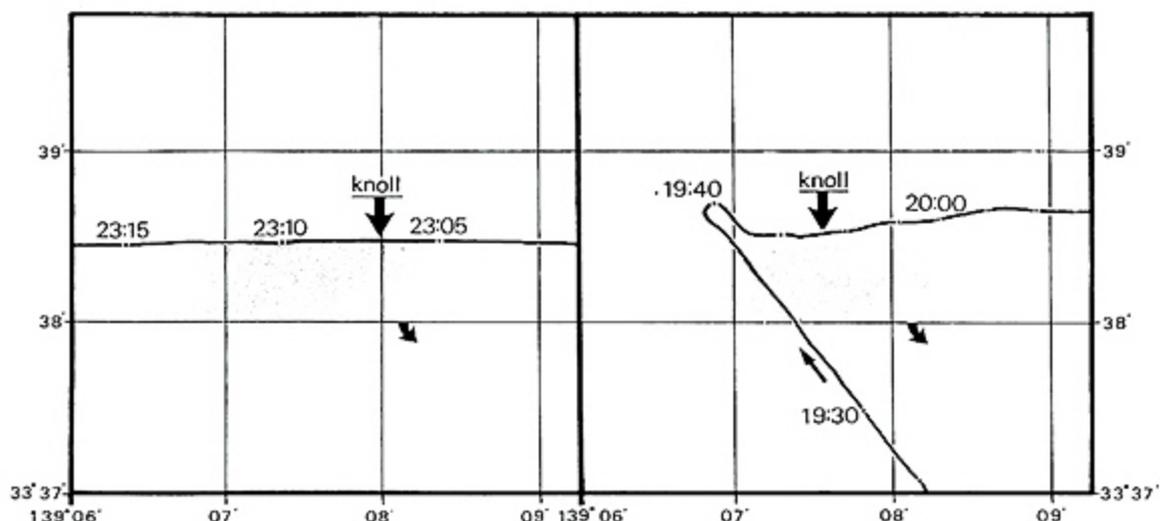


図3 白嶺丸・淡青丸による地形断面

3-a 白嶺丸 GH 86-1 次航海および淡青丸 KT 86-10 次航海の  
潜航地点付近の航跡

Topographic cross section along the tracks of Tansei-Mar and Hakurei-Mar.  
a) Ship's tracks of the cruises of Hakurei-Mar, GH 86-1  
and Tansei-Mar KH 86-10.

いる。

海上保安庁水路部の音波探査記録を解析していた藤岡・菅 (in press) は、御蔵海盆西部の音波探査記録中に音響的な異常を見出した。すなわち堆積盆を切って小さな山が見られその山の直下の音波探査記録が白く抜けているのがみられた。このような記録の出現する場所は限られていた。同海域の「白嶺丸」の GH 86-1 次航海の測線 (図 3a) と 3.5 kc および音波探査の記録 (図 3b, 3c) をみると 23:07 付近で海底面が断層によって切られており、そこには比高 70~80 m の小さな山が形成されているのが認められる。「淡青丸」の KT 86-10 次航海の PDR 記録では (図 3d), 反射音が「コロコロ、コロコロ」と何重にも聞こえる現象がおきた (図 3d)。これらのことから御蔵海盆西部には極めて小さな海丘または高まりが存在し、それが急崖をなすため音響的に異常をきたすものと考えられた。また、この航海で行われた多重反射式音波探査では、海盆下に低速度を示す反射面が見つかっており、この解釈の一つとして magma chamber である可能性があげられている

(Fujioka et al., in press; H. Tokuyama, personal communication)。

「淡青丸」の KT 86-10 次航海では、上述の高まり付近で 2 点の深海カメラによる海底の撮影作業が行われた (Fujioka et al., in press)。しかし、この深海カメラ作業は台風通過直後で海況が悪く、うねりと強風のために「淡青丸」の操船がほとんど不可能であった。6 秒間隔で連続撮影された写真のほとんどは堆積物に覆われた平坦な海盆底を示していたが、数コマの写真には著しく角張った火山岩のブロックが映っていた。これらの火山岩のブロックが果してどこに存在していたのかが一つの課題となった。

### 3. 事前調査

御蔵海盆の潜航調査に先立って、「なつしま」の PDR による「高まり」の確認と深海曳航体を用いた調査が行われた。

#### 1) 「なつしま」による地形調査

前述の音響的に異常を示す高まりの位置を確認



するために、先に「淡青丸」や「白嶺丸」で認められている音響的高まり（図3a, 3b, 3c, 3d）を東西に切る測線（図4a）でPDRによる地形調査が行われた。この高まりは、「なつしま」のPDR記録でも06:40前後と06:53前後に確認され、前述の記録と同様に高まりの下で海底面が断層によって食い違っている様子がみられた（図4b）。

## 2) 深海曳航体調査

深海曳航体を用いた調査は約一時間にわたり行われた。曳航体は海洋科学技術センターの所有する3管式カラービデオとベントス社製の深海用ステルカメラを搭載している。曳航体と、曳航時の「なつしま」の航跡を図4aに示した。曳航体の測線は先にPDRで（図4b）認められている音響的高まりを西から東へと横切るように選ばれた。曳航中にビデオカメラ・システムによって、水深1850m前後の堆積物で覆われた平坦な海盆底から突如としてブロック状の溶岩片より成る小丘が続く事が観察された（写真5, 6）。これは小丘というにふさわしく、曳航体で確認できた東西の幅は最大約450mで東へと抜けると再び堆積物に覆われた平坦な海盆底が現われた。小丘のところどころには白っぽい堆積物によって覆われた、やや平坦なステップがいくつも観察された。また、曳

航体が写したビデオには、海盆底におびただしい数の生物の生痕やハチウニ、ヒトデ、ナマコ等の底棲生物の棲息している事が観察された（写真6）。このような曳航体の観察と曳航中の「なつしま」のPDR記録（図4b）や事前調査によるその周辺のPDRや3.5kcの記録から、この火成岩から成る小丘は南北性の延びを持つ事が推察された。

## 4. 潜航調査

#252潜航調査は昭和61年10月29日（水）に行われた。表1には潜水ログを、図5aにはしんかい2000の航跡を、図5bには「しんかい2000」の航跡に沿った地質ルートマップを示した。潜水は、水深1000m位まではほぼ着底予定地点へ向かってゆっくり下って行ったが、残り数百メートルの所で異常に強い流れのため着水予定地点から南へ約600mずれた地点に着底した。着底点には弱い流れがあったが視界がよく、その点でチューブコアを採集した（図5a）。底質は白っぽい砂質の泥でいたるところに底棲生物によって攪拌された跡があり、海底面は全体として極めて不規則に凸凹してみえた。この原因は巨大なヒトデにあり、地下10数cmのところの粗粒砂が掘りかえされて、小さな砂山が形成されているのがいくつも観察された（写真6-1）。曳航体で観察されたブロッ

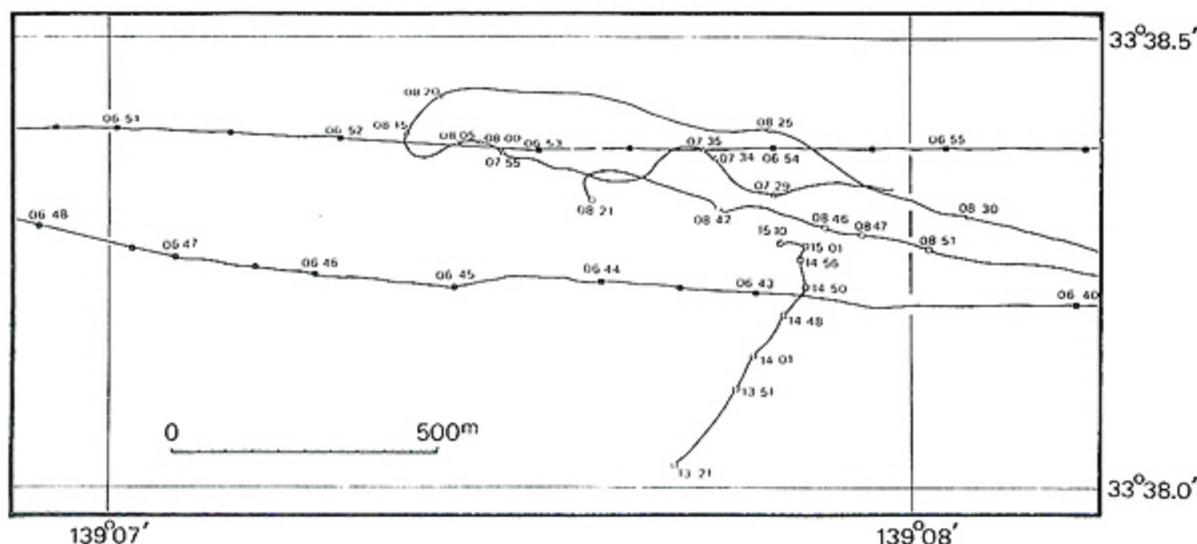


図4-a #252潜航調査とその事前調査の航跡

a) Ship's tracks of Shinkai 2000 dive and the pre-site survey.

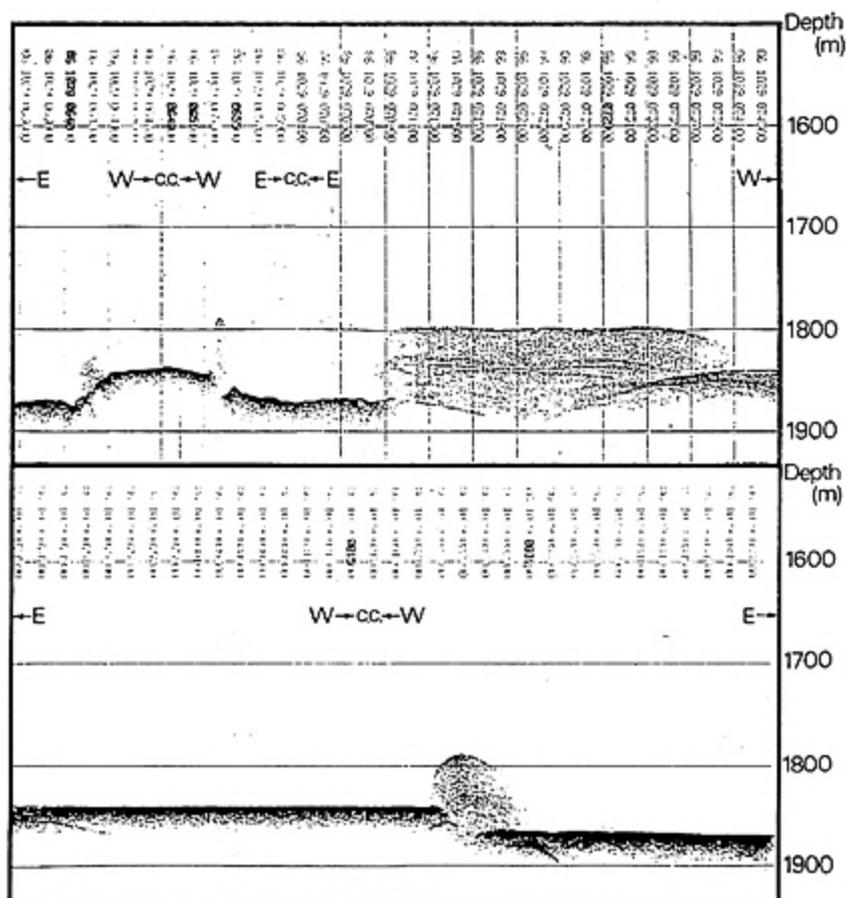


図4-b なつしまのPDRによる海底地形断面  
b) Topographic cross section of the Natsushima by PDR.

ク状の火山岩の露出するところまで戻るには「しんかい2000」で海底を250mも進まなければならなかった。事前調査から推察されたように、小丘が南北に伸びていても、それがラクダの背中のように閉じていたら東西に進んでも小丘に行きあたる事は出来ない。そこで、北東方向(70°の方向)に進路をとる事にした。航行中にみられた海底面は表面が著しく生物攪拌された堆積物で覆われ、まるで子供が遊んだ後の砂場のようであった(写真6-1, 6-2, 6-3)。やがて「しんかい2000」のソナーが強い反射を捕え、急崖が見え出した。急崖の斜面には巨大な角礫がゴロゴロしているのが認められた。岩石は全体的に黒っぽく、海盆底の白い堆積物とは対比的であった。エクマンバージで斜面基部の堆積物を採集し、マニピュレーターで岩石片4個を採集した(図5a)。

岩石採集中にチョコレート色の砂が舞上がり、岩石をとり去ったあとの型の中にとくにそのチョコレート色の砂泥が著しく見られた(写真3)。この時点でそれが鉄・マンガンに富む堆積物であろうと考えられたが、エクマンバージは一台しか積んでおらず、それはすでに使用済みゆえ残念ながらこの堆積物を採集する術はなかった。岩石(写真5)は孔隙に富む斑晶の多い火山岩で表層が薄くマンガン酸化物によって被覆されていた。割れたブロックには、その割れ目に沿って暗緑色と暗褐色のうすい堆積物が入っているのが認められた。火山岩からなる崖の裾野は一種の崖錐状の堆積物ようになっていたが、しんかい2000で登っていくうちに角ばった巨大なブロックが累々と積み重なったものである事がわかった(写真4)。あるものは、鋭利な面を持っており一種の柱状節

理を示すものと思われた(写真2)。最後まで不思議でならなかったのは、この小丘を40m程登り切って反対側へ下っていく斜面が見えるようになりいわばこの小丘の尾根に沿って移動していても、そこで観察されたものはすべて火成岩のブロックで小さいものは径数cm、巨大なもので径数mであろうと思われるが、塊状の部分が一つもなかった事である。すなわち、巨大なブロックの山を思わせるもので、塊状の母岩の露頭がなかったことである。これは潜水時に極めて異常な現象として映った。

この火成岩の小丘は途中で何段かのやや平坦なステップを有しそのステップの上は海盆底を埋めているのと同様な堆積物によって覆われていた。これらのステップの上には急崖があり、小さな断層によって何段かのステップと急崖の組み合わせが形成されたものと考えられる。

本来この潜航調査では高温の熱水が噴出している現場の存在する事を期待して、熱水の採水器、それを動かす深海ポンプシステムと、海底地殻熱流量計がしんかい2000に搭載されたが残念ながら時間や露頭の関係で使用する事が出来なかった。

## 5. 採集試料

しんかい2000による#252潜水調査中に得られた試料の採集点は図5aや表1に示してある。また岩石サンプルは写真5に示した。この潜水では、チューブ・コアラーによる試料1本、エクマンバージ採泥器による試料1個、岩石サンプル4個が得られている。堆積物は主として海盆底で、岩石は小丘の裾で得られた。以下に簡単な記載をする。

### 1) 堆積物

#### i) 着底地点の柱状採泥

着底点ではチューブコアラーによる採泥が行われ、約10cmのコアが得られた。表層から8cmまでは暗緑灰色の泥で、上部の暗緑色の泥は生物源物質が70%を占め、それらは石灰質ナノプラクトンを主とし、有孔虫、スポンジの骨針、放散虫、珪質鞭毛藻、珪藻等から成る。火山源物質としては、火山ガラス、長石類、斜方輝石等が見られる。コアの8cm-10cm間には乳白色の

火山灰層が識別された。下部の火山灰層は、火山ガラスが95%を占め、生物源物質としては、スポンジの骨針、珪藻、石灰質ナノプラクトン、有孔虫が極少量含まれている。

#### ii) エクマンバージによる採泥

火山岩の角礫からなる小丘の裾野において、エクマンバージ採泥器による採泥が行われた。試料は暗緑灰色の砂質泥である。火山源物質が約75%を占める。それらは、主にスコリア質の火山岩片からなり、火山ガラス、長石類、単斜輝石、斜方輝石等を含んでいる。生物源物質としては、スポンジの骨針、放散虫、珪藻、珪質鞭毛藻、石灰質ナノプラクトン等が含まれる。

#### iii) 岩石の表層および節理に沈殿した堆積物

火山岩の試料はマニピュレータで採集中に節理面に沿って割れ、その割れ目の間を充填していた堆積物が得られた。それらの堆積物は、大きく2つのタイプに分けられる。一つは黒褐色の極めて薄い板状の堆積物でマンガン団塊の色や性質とよく似ている。もう一つは、濃い暗緑色の堆積物で鉄に富んだ粘土鉱物からなると思われる。これら二種類の堆積物の詳しい分析はまだ行われていないが、いずれも熱水性起源の堆積物の一種である可能性が高い。

## 2) 岩石試料

岩石試料はしんかい2000のマニピュレータで得られた4個のサンプルである。それらのうちの2個は、孔隙の多い安山岩で他の2個はやや孔隙の少ないものであった(写真5)。発泡度は割合高い。写真5に示すように割れた断面には暗緑色の堆積物で埋められている。その表面と割れ目の中には、暗灰色の薄い堆積物が認められた。岩石試料は顕微鏡下ではAugiteとHyperstheneの斑晶をもつ両輝石安山岩であり4個とも鉱物組成などについてはいずれも陸上の蘭瀝波島(一色, 1980)に露出している両輝石安山岩とよく似ている。御蔵島は安山岩と玄武岩から、八丈島は大部分が玄武岩から成り大野原島も玄武岩より成る(一色, 1959)。

御蔵海盆中に分布する海丘ではドレッジによる岩石の報告が極めて少ないため現段階では比較できない(Yuasa et al., in press)。

表1 しんかい 2000 潜航記録  
Dive # 252 log.

昭和61年度 第 次行動			
第1回潜航(通算252回)		1986年10月29日	
潜航地点	伊豆諸島 A	LAT.	33 - 38.50 N
		LONG.	139 - 08.0 E
潜航目的 伊豆小笠原海弧の熱水活動調査研究			
乗船者氏名		勤務先	所属部課
オブザーバ	藤 岡	東京大学	海洋研究所
潜水船船長	井 田		
潜 航 士	内 田		
スイマー	橋 本, 小 倉		
ハッチ閉鎖時刻	11 : 32	離底時刻	15 : 11
潜航開始時刻	11 : 47	浮上時刻	16 : 26
着底時刻	13 : 21	ハッチ開放時刻	16 : 55
潜航時間	4時間39分	通算潜航時間	1081時間40分
ハッチ閉鎖時間	5時間23分	最大潜航深度	1850 m
海象状況: 天候 C 風向 W 波浪 2 うねり 2 視程 8 哩			
海底状況: 底質 泥 視程 5 m 水温 1.20°C 潮流 190° 度方向へ 0.5 kt			
記 事 全航程にて流れ強く最大 1.6 kt に達した。			

岩石試料は見た目には新鮮に見えるがその年代については現在のところ不明である。その岩石的研究と年代に関する研究は現在進行中である。同様に御蔵島や蘭瀬波島に露出する両輝石安山岩の年代についても不明であり若い時代の火山岩の年代決定が望まれる。

## 6. 考 察

御蔵海盆の潜航調査、曳航体による底質の観察および得られた試料その他の資料から御蔵海盆の発達史や火山活動とそれに伴う熱水活動の可能性について議論する。

PDR や 3.5 kc などの音響機器で認められた異常は、実はブロック状の安山岩の積み重なった小海丘を反映したものである事が深海カメラ、深海ビデオ、潜航調査の結果わかった。この小海丘の伸長方向と幅、比高については曳航体による底質観察や潜航調査および音波探査などから推察された。それは図5bに示した。小海丘の伸長方向はおよそN40°Wの方向で最大幅450~500m、比高は現在のところ知る限り最大100mである。

このような小海丘は構造的に見ても音波の乱反射をもたらし、PDR記録上に複数の反射音を生ぜしめた原因であると考えられる。

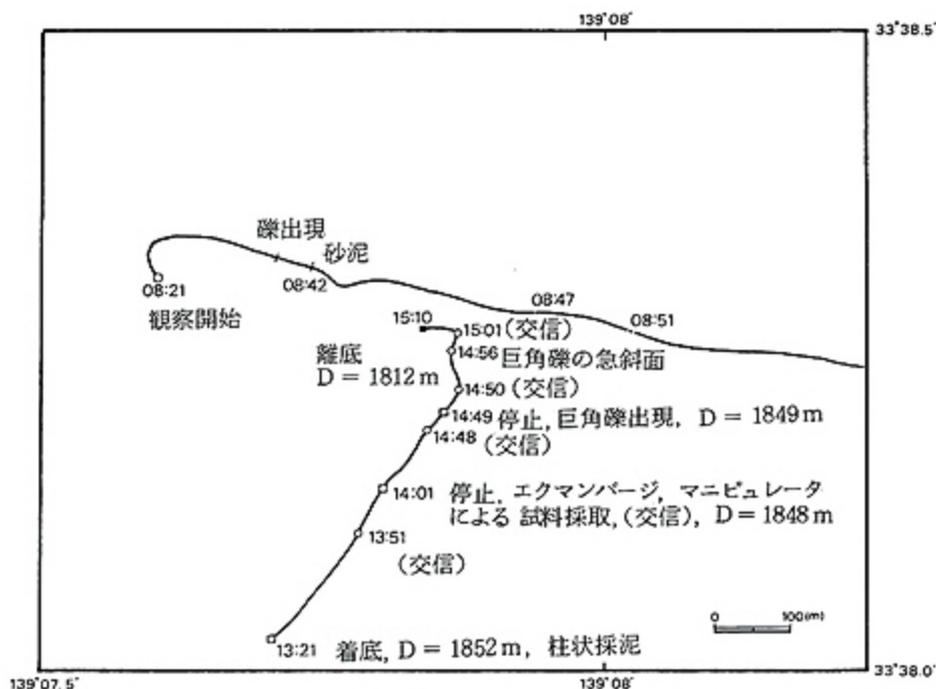


図5-a 曳航体と潜水艇の調査のメモ  
a) Memo of the deep-tow video system and the submersible survey.

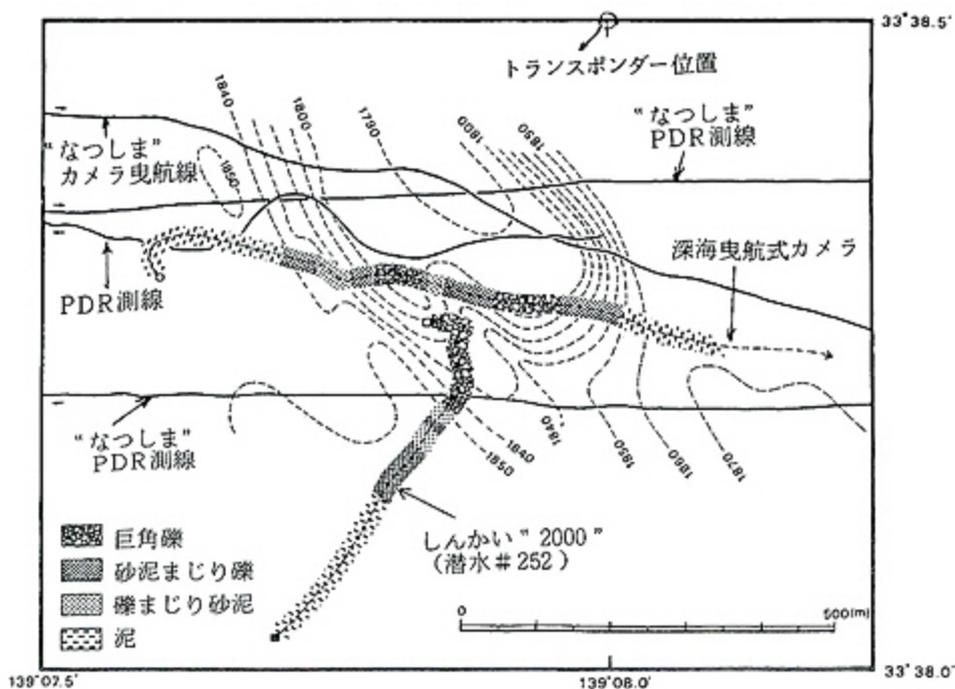


図5-b 曳航体と潜航調査によるルートマップ  
b) Geologic route map along the submersible line.

海上保安庁水路部の音波探査記録(桜井・小川, 1982)をみると,この高まりは,南北方向へはせいぜい2マイル程追跡が可能な程度のものである。構造的にはこれが一種の雁行配列をした高まりであるか, 關瀨波島西部に特有な火山性の単独な高まりであるかわからない。御蔵海盆ではこれと同じような記録は關瀨波島の南方からも得られているが, 潜水地点付近のものだけから判断すると, 高まりはN 30~40° Wの方向へと連続している。また, 音波探査断面をみると, これが海底表層まで切る断層を伴っている(図3c)。実際の観察では, 断層の一つではなく, これとほぼ平行する複数の断層が認められ, その垂直変位は小さな急崖をなし, 崖錐堆積物をその麓に供給し, 小段の上には生物源物質を含む火山性細粒堆積物がたまっている。これらのことから考えると, 潜水船で得られた安山岩の噴出は一種の広域海底割れ目噴火であり, そのあと海盆をうめた堆積物がこれを覆った可能性がある。

この小海丘の伸びの方向を広域海底割れ目噴火の方向であると考え, それが北西-南東方向の最大圧縮主応力軸に平行な開口割れ目が広域海底割れ目に伴って形成されたとすると, 中村(1980)

の示した伊豆弧北部の応力場やその他のデータから得られる $\sigma_H$  maxの分布をこの地域まで延長することが可能である。それを図6に示した。

御蔵海盆全体は音波探査のデータをみる限り, 正断層群によってたち切られた陥没性の海盆であり基盤はアンチセチックな正断層によって切られ, 断層の一部は表層の堆積物まで切る活動層となっている(Fujioka et al., in press, 活断層研究会, 1980)。

火山フロントのすぐ背後にある広大な海盆に正断層, 広域割れ目噴火が起こったとすると当然そこにはそれに付随した海底熱水活動が期待される。一つは断層群をセルとした水の循環が起り, そこに一種の熱水流通系が形成されるとみる考えである。実際得られた安山岩の小さな割れ目の中には, 暗緑色の堆積物と暗褐色の堆積物があり, これらが熱水性堆積物である可能性は極めて高い。更に詳しいサンプリングによってその全貌が明らかになるであろう。

安山岩質マグマの水中噴火に関する研究はあまり多くはない。Fiske & Matsuda(1964)によるフォッサマグナの常葉層中のものは代表的である。小海丘の安山岩が塊状・ブロック化している

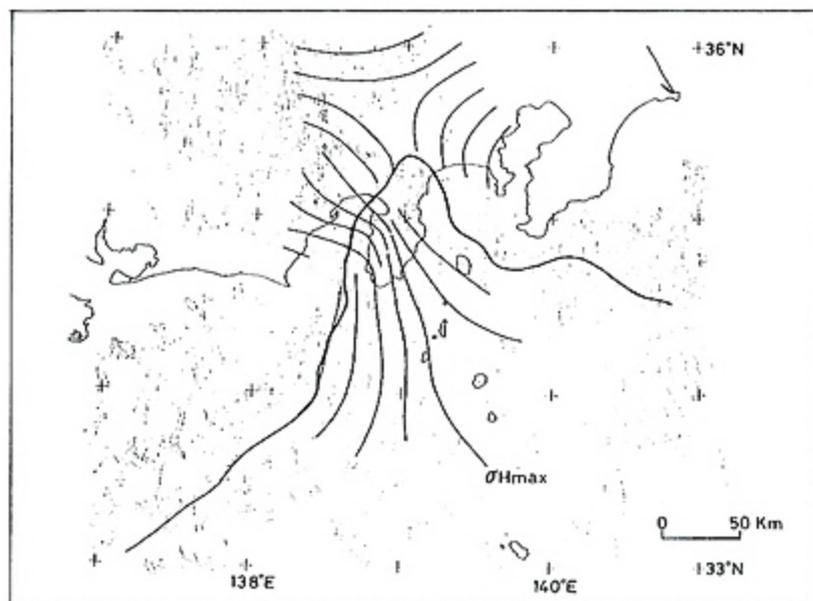


図6 伊豆弧北部の応力場の分布

Distribution of the stress field in the northernmost part of the Izu-Ogasawara arc-trench system.

原因は、magmatic process そのものか、断層運動による結果であるのかは今のところ決め手はない。

小海丘の頂部まですべて塊状・ブロック化している観察事実から、magmatic process で節理の多い溶岩が一旦形成されそれが後の断層運動によって塊状・ブロック化したという2段階の形成過程も考えられる。また、水中に噴出した安山岩のこのような産状が将来、海山や火山島を形成していくmagmatic process の最初期の段階を見ているのか、或いはこのようなブロック化が水中広域割れ目噴火に一種特有のものであるのかについても現時点では明らかではない。

海底から潜水船によって得られた安山岩類の年代については、目下検討中である。岩石試料の新鮮さやその産状からみて第四紀それも極めて新しいものである可能性があるが、陸上の御蔵島や蘭灘波島に露出する安山岩類の年代をも含めて今後の研究が望まれる

#### 7. まとめと今後の課題

御蔵海盆の「しんかい2000」#252 潜航調査で得られた結果は現段階ではまだ極めて予察的ではあるが、いくつかの新知見が得られた。それらをまとめてみると以下ようになる。

1. 蘭灘波島西方約15 kmのところ、小海丘がみつかった。
2. この小海丘の伸張方向はN40~30°W、幅450~500 m、高さ最大100 mで断層を伴う。
3. この小海丘は塊状の安山岩より成る (monolithologic)
4. 安山岩は両輝石安山岩で蘭灘波島や御蔵島に分布するものと類似している。
5. 安山岩はその表面や割れ目に熱水性堆積物を伴う。
6. この安山岩類を含む小海丘の形成史は概ね以下のようなものである。
  - (i) 断層運動に伴う安山岩の広域割れ目噴火と熱水活動
  - (ii) 断層運動による安山岩のブロック化の進行と小海丘斜面の小段の形成
  - (iii) 小海丘斜面の小段上での堆積作用このように御蔵海盆は平坦な一見何の変哲もな

ような海盆に見えるが厚い堆積物の下では大きな変化が起っている。その中でも大切な事は、マグマ活動とそれに伴う熱水活動である。御蔵海盆下には第2章でも述べたように音波探査記録からmagma chamberと考へても良さそうな低速度を持つ反射面がみついている。以上のような事から現在及び近い将来、御蔵海盆は熱水性堆積物の研究にとって重要な場所になる事は間違いない。

今後の課題としては、この安山岩の小海丘の詳細な分布を知るために“sea beam”による詳細な海底地形の調査、3.5 kcによる海底表層部の堆積構造および地質構造の調査、エアガンなどを用いた音波探査による海底地下構造の調査や地殻熱流量の測定などを海盆全域にわたって行う事、及び、潜水調査を含めた精査が重要である。とりわけ御蔵海盆は水深も浅く、はじめに述べたように、15 Ma前の東北日本と比べると大館などの黒鉱地帯と極めてよく似た構造配列をしている。今後このような研究が大いに進められるべきである。

#### 謝 辞

「なつしま」、「しんかい2000」の御蔵海盆潜航調査にあたっては多くの方々の援助を賜った。「しんかい2000」パイロットの井田正比古氏、副パイロットの内田徹夫氏、「なつしま」船長浜中利夫氏には船内で多大の援助をうけた。

海底地殻熱流量測定のため東大地震研究所木下正高・上嶋誠の両氏には「しんかい2000」での機械の設置などでお世話になった。採水ポンプシステムに関しては東大海洋研究所の蒲生俊敬、石橋純一郎の両氏のお世話になった。

湯浅真人、村上文敏、菅香世子、徳山英一の諸氏は御蔵海盆について有益な議論をして下さった。また、伊豆弧北部の応力場については嶋村清氏から図をお借りした。東京大学海洋研究所の淡青丸機関長村田三男氏は蘭灘波島の望遠写真を提供して下さいました。

これらの方々に感謝の意を表す。

#### 参考文献

- Fiske, R. S. and Matsuda, T. (1964): Submarine equivalents of ash flows in the Tokiwa formation Japan. Amer.

- J. Sci., 262, 76-106.
- 藤岡換太郎(1983): 黒鉱鉱床はどこで形成されたか. 鉱山地質 特別号 No.11. p. 55-68
- 藤岡換太郎, 北里 洋(1983): 西黒沢期の東北弧. 月刊地球 9; 447-452
- 藤岡換太郎, 菅香世子 (in press): 御蔵海盆の地形と構造. 月刊地球.
- Fujioka K. et al., (in press) Hydrothermal or false plume? Bull. Earthq. Res. Inst.
- Honza, E. and Tamaki, K (1985): Bonin arc. In Ocean basins and margins. Eds. Nairn, A. E. M. et al. Plenum Press, New York, 459-502.
- 堀越 毅(1975): 新生代造山運動と火山性鉱床のテクトニクス. 火山, 第二集, 20, 341-353.
- 一色直記(1959): 5万分の1地質図幅「八丈島」および同説明書, 地質調査所, 58 p.
- 一色直記(1980): 御蔵島, 藪灘波島及び銭洲地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 35 p.
- 海上保安庁水路部(1980): 海底地形図「八丈島北東方」(No. 6365) (1/200000)
- 海上保安庁水路部(1980): 海底地形図「三宅島南西方」(No. 6364) (1/200000)
- 活断層研究会(1980): 日本と周辺海底の活断層図, 東京大学出版会.
- 北里 洋(1983): 底生有孔虫化石群集からみた中期中新世初頭の東北日本弧の海底地形. 鉱山地質 特別号 No.11 263-270
- 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. 工業技術院地質調査所 99 p.
- 今田 正(1974): 東北日本弧における Bimodal Volcanism. 地質雑, 80, 81-89.
- 中村一明(1980): 伊豆のテクトニクスとプレートの曲がり, 月刊地球 2, 94-102.
- Onodera, K and Mukai, K. (1976): Geomorphology of Izu Ogasawara arc and trench. In Izu Ogasawara (Bonin) arc and Trench Investigations, Inoue, E. (ed) Cruise Report No. 5 Geol. Surv. Japan, 25-28.
- 桜井 縁, 小川正泰(1982): 西七島海嶺北端部の造構運動. 水路部研究報告, 17, 1-12.
- 佐藤壮郎(1978): 黒鉱鉱床-その成因と進化-科学, 48, 185-204.
- Tamaki, K. (1985): Two mode of back-arc spreading. Geology, 13, 475-478.
- 玉木賢策, 井上英二, 湯浅真人, 棚橋 学, 本座 栄一(1981): 小笠原弧における第四期背弧拡大活動の可能性について. 月刊地球 3, 421-431.
- 宇都浩三(1983): 伊豆・小笠原弧の第四紀火山岩. 月刊地球 5, 464-468.
- 上田誠也(1983): 海底の熱水循環, マリアナトラフ, 黒鉱及び沈み込みの様式. 鉱山地質 特別号 No.11 37-53.
- 湯浅真人(1983): 伊豆-小笠原弧の地学現象にみられる南北対立. 月刊地球 5, 459-463.
- Yuasa, M. (1985): Sofugan tectonic line, a new tectonic boundary separating northern and southern parts of the Ogasawara (Bonin) arc, northwest pacific. In Formation of active ocean margins. Eds. Nasu, N. et al., Terra Scientific Pub., Tokyo 483-496.

(原稿受理 1987年3月26日)

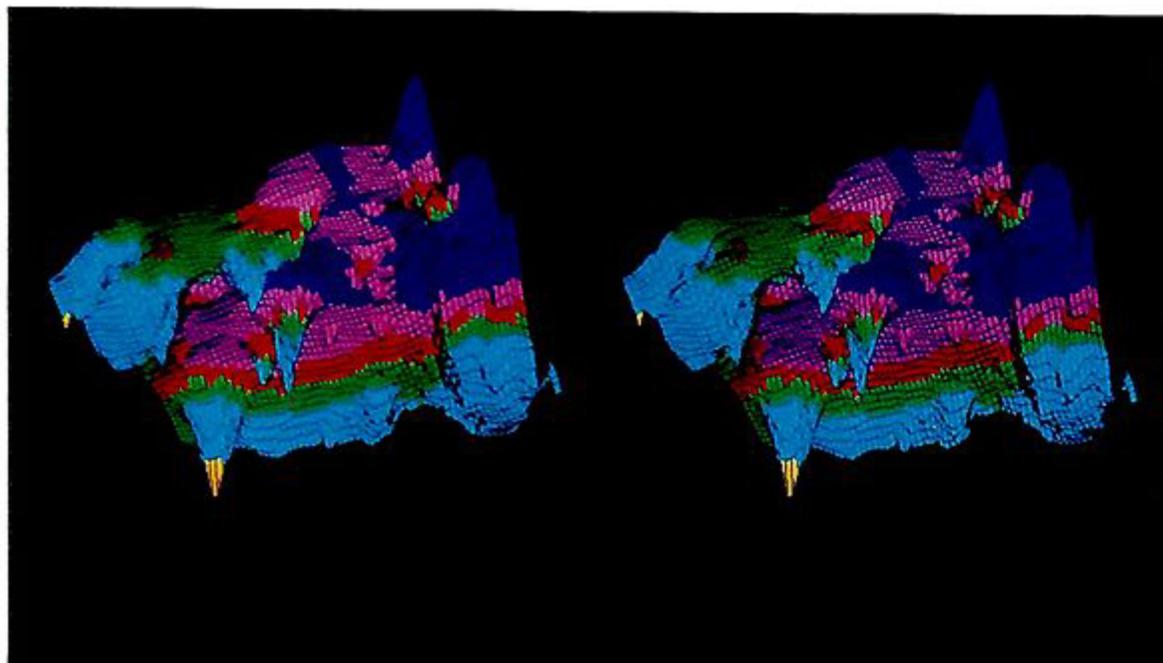


写真1 御蔵海盆とその周辺地域の鯨瞰図（ステレオ写真）

Stereographic whale's-eye view of the Mikura basin and its adjacent area.

メッシュ間隔1'×1', 距離：高さ=1：15,

1ますの平均水深： 0 m < …………… 黄  
 0 m ~ -1000 m … 水色  
 -1000m ~ -1300 m … 緑  
 -1300m ~ -1500 m … 赤  
 -1500m ~ -1800 m … 赤紫  
 -1800m > …………… 青

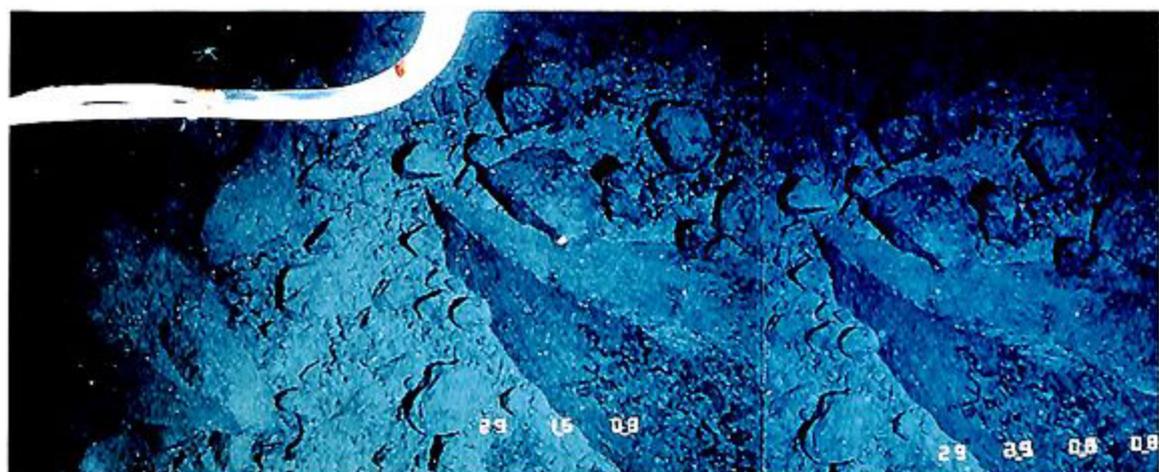


写真2 安山岩の柱状節理とその崖錐堆積物から成る急崖  
A steep cliff composed of andesite columner joint and its talus debris.

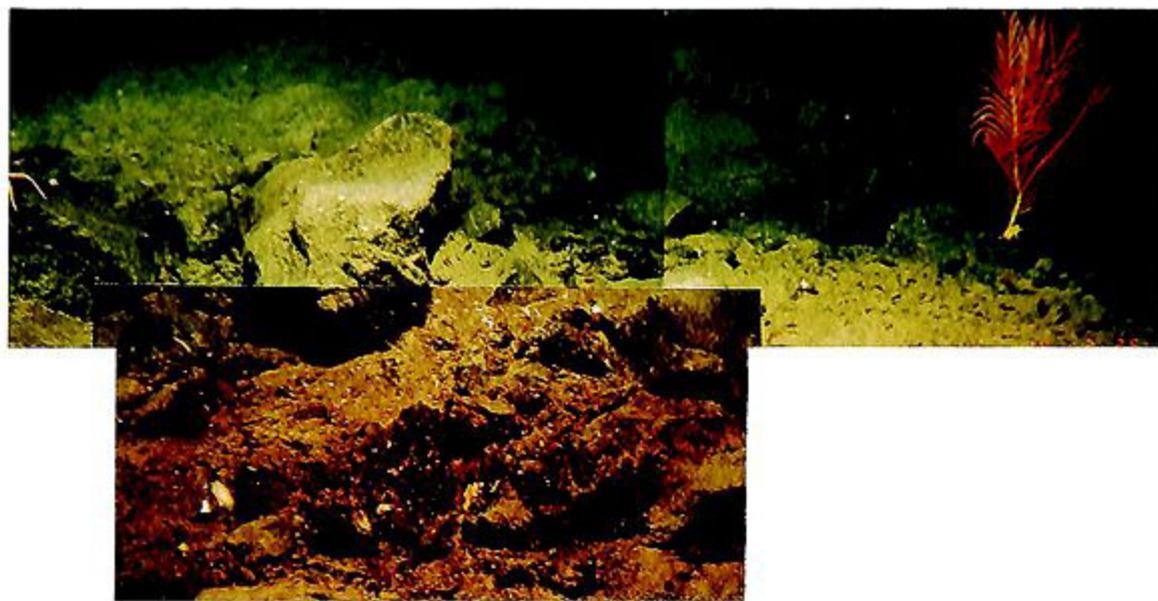
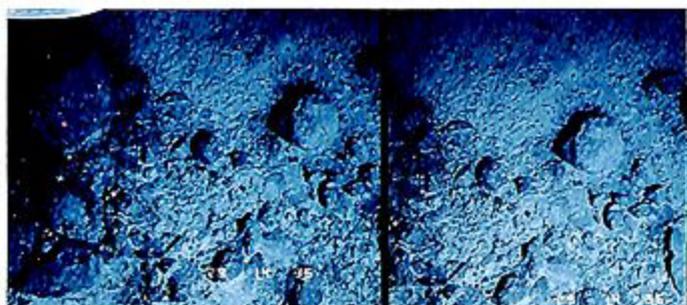
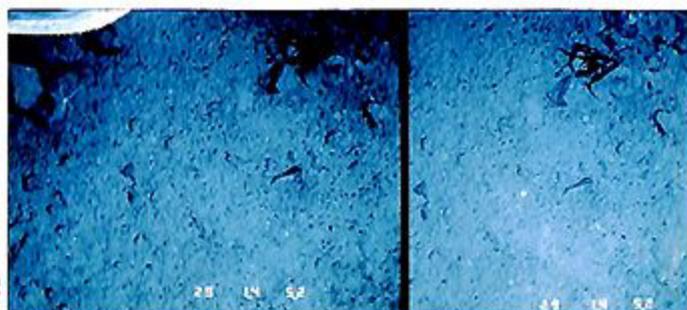


写真3 試料採取点の露頭の写真。潜水艇の内部より撮影。  
チョコレート色の堆積物に注目。熱水活動の産物  
である可能性がある。  
Outcrop of the sampling site taken from inside the  
submersible. Note, sediments possibly results from  
the hydrothermal activity.

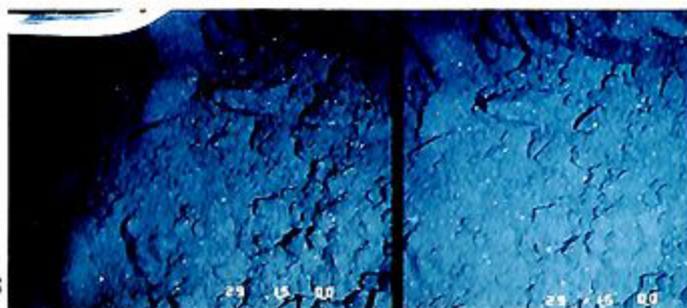
4-1



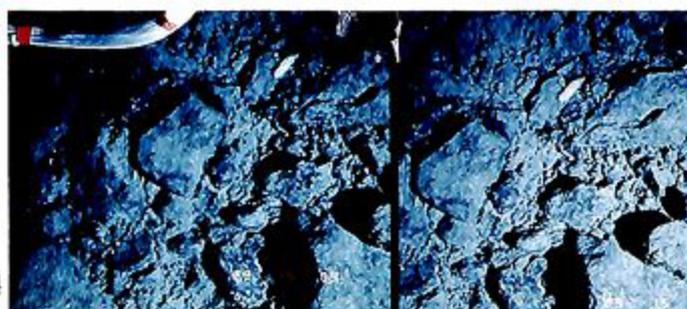
4-2



4-3



4-4



4-5

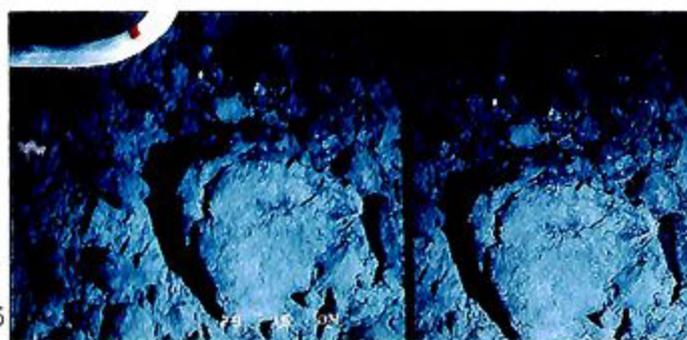


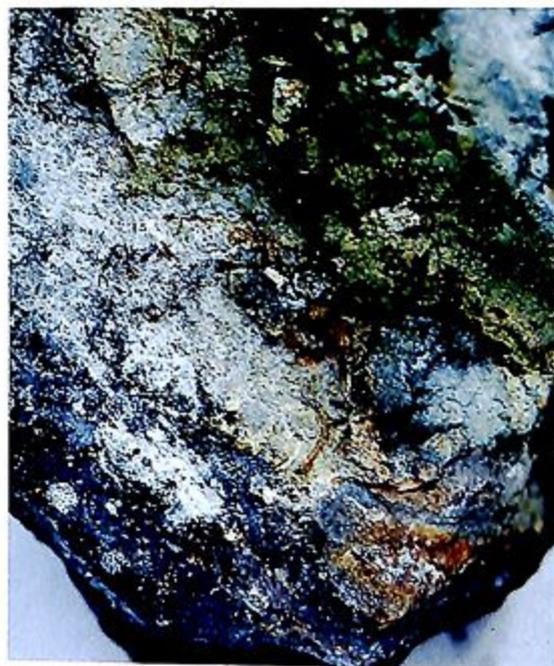
写真4 潜水船外部にとりつけられたカメラによるステレオ写真

A series of the stereographic bottom photographs taken by the still camera settled outside the submersible.



かい 2000 #252 ④  
30 35

5-1



2000 #252 ④

5-2



んかい 2000 #252 ④

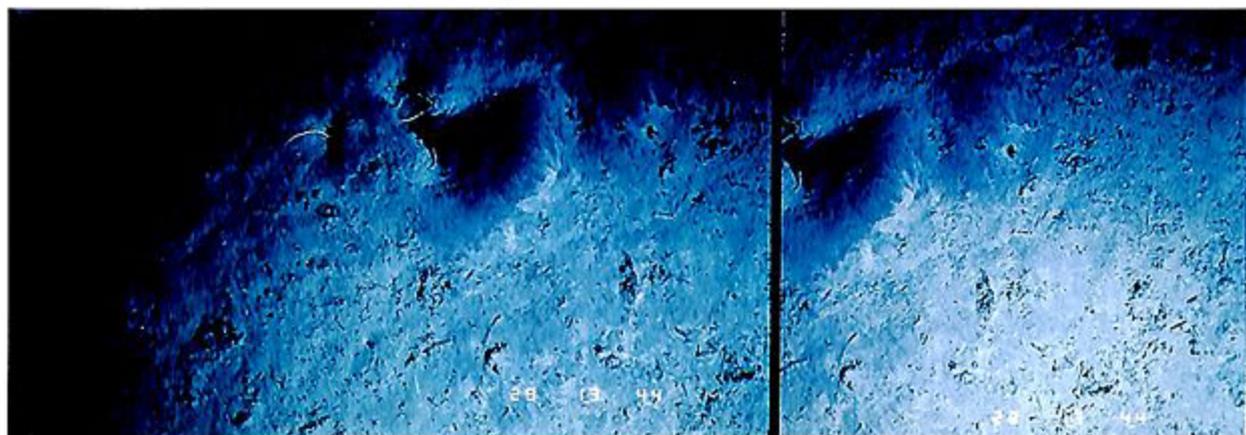
5-3



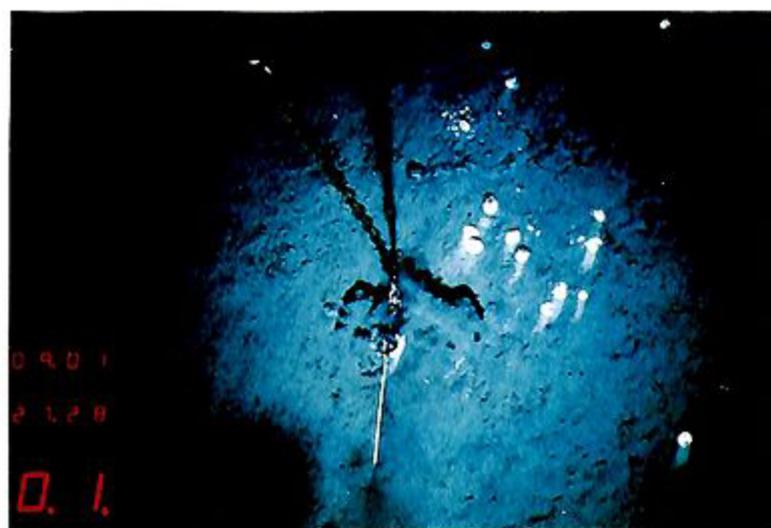
い 2000 #252 ④

5-4

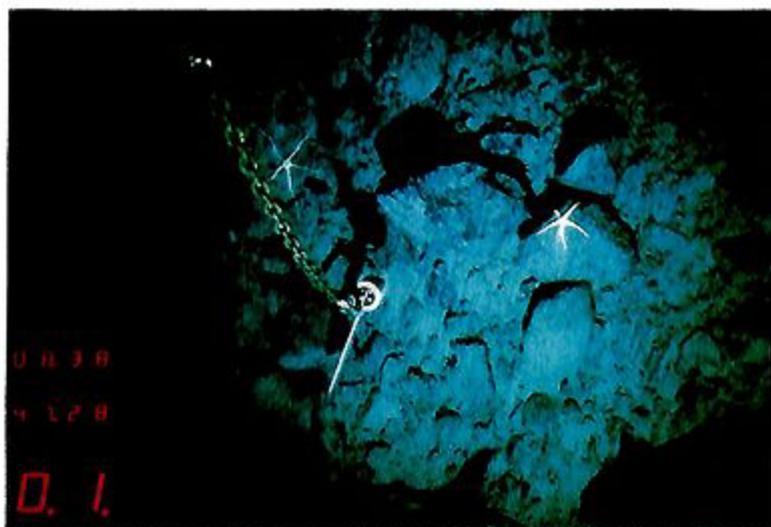
写真5 なつしまの深海曳航式ビデオシステムで撮られた火山岩の巨大なブロック  
Samples taken by submersible's manipulator.



6-1



6-2



6-3

写真6 深海曳航体で撮られた写真。強い流れが存在する事を示している。  
Various kinds of living organisms taken by still camera submersible and Deep Tow camera.