

小笠原海台周辺域のテクトニクス —「しんかい6500」第145, 146潜航の結果—

沖野 郷子*¹ 徳山 英一*² 加藤 幸弘*¹

小笠原海台は太平洋プレートの北西に位置し、複数の海山により構成されている。海台は現在伊豆小笠原海溝に達して、まさに沈み込みつつあり、海台上には多くの正断層が発達している。「しんかい6500」第145, 146潜航はこの海台付近の海溝外側斜面（小笠原海台下部）と内側斜面で行われた。潜航の結果、小笠原海台下部では造礁性石灰岩が1,000m以上連続して観察された。内側斜面では海台を構成するものと同じ石灰岩が破碎されたものによって崖面が形成され、その上位に層理の発達した凝灰質砂岩の層がのっている。これは小笠原海台の石灰岩が沈み込みに連れて破碎し内側斜面基部に付加したものであるか、もともと海台上に発達していた正断層による東向きの断層崖が海溝軸に達しているところを観察しているのか2つの可能性が考えられる。前者の場合、破碎—付加現象がいったん休止し、その後上部に火山性物質が堆積し現在に至っていると考えると、海台付近では沈み込みは連続的ではなくイベント的に起こっているものと予想できる。

キーワード：小笠原海台、沈み込み、石灰岩、付加

Tectonics of the Ogasawara Plateau and the Adjacent Region

—Results of “Shinkai 6500” Dives #145 and 146—

Kyoko OKINO*³ Hidekazu TOKUYAMA*⁴
Yukihiro KATO*³

The Ogasawara Plateau, which consists of several seamounts, is situated at the north-eastern end of the Pacific plate. Its western end reaches the Izu-Ogasawara (Bonin) Trench, where many normal faults develop on the plateau. Dives #145 and 146 of “Shinkai 6500” were carried out at the seaward and the landward trench wall near the junction of the Ogasawara Plateau and the trench. At the seaward wall of the trench, we observed the sequence of the reef limestone ranging more than 1,000m on the lower part of the Ogasawara Plateau. The dive of landward trench wall revealed that the surface is composed of limestone breccias as same as that observed at the seaward side and the stratified tuffaceous sandstone layer which overlies the limestone layer. To interpret

* 1 海上保安庁水路部

* 2 東京大学海洋研究所

* 3 Hydrographic Department, Maritime Safety Agency

* 4 Ocean Research Institute, University of Tokyo

the character of the inner trench wall, we can consider two possibilities as follows; 1) The limestones forming the plateau have been fractured as the plateau subducts, and accreted on the inner trench wall, or 2) we observed the east dipping normal fault scarp on the plateau reaching the trench axis. The former interpretation supports the idea that the subduction near the plateau occurs not continuously but eventually, because the sedimentation of the volcanic materials indicates the cease of the subduction-accretion process.

Key words : Ogasawara Plateau, Subduction, Limestone, Accretion

1. はじめに

小笠原海台は西太平洋に、ほぼ東西から北北西に配列するマーカス・ウェーク海山列の西端に位置し、伊豆・小笠原海溝とマリアナ海溝の会合部のわずかに北側に位置する(図1)。Smoot (1983a) は東経149°以西が極めて連続性のよい海山列であることから、マーカス・ウェーク海山列と独立させ、Michelson Ridge と名付けている。一般に小笠原海台は東経144°30'より以西をさす(長岡ほか, 1989)(図2, 3)。

1992年9月、小笠原海台西端の海台が海溝に達している海域において、海溝陸側と海側の斜面の地形地質の調査を「しんかい6500」によって行った。この小論文では潜航結果と従来のデータを統合して小笠原海台のテクニクスを考察する。

2. 地形及び地質構造

潜航に先だって、「よこすか」搭載のマルチナロービーム測深機 HS10 により地形調査を行った。図4はその結果と、水路部による過去の Sea Beam 調査の結果をあわせたものである。また調査海域を東西に横切るマルチチャンネル音波探査が東京大学海洋研究所によって行われている(図5, 6)。

これらの地形・地質構造調査によれば、小笠原海台付近には4種類の異なる方向に発達した断層群が認められる。これらの断層群は、伊豆・小笠原海溝の走向にほぼ平行なN5-10°Wの正断層群(タイプA)、マリアナ海溝の走向にほぼ平行なN50°Wの断層群(タイプB)、周辺の地磁気縞状異常(白亜紀)の走向にほぼ平行なN50°Eの正断層群(タイプC)、そして海台上に分布する海山と海山の間に発達するほぼN60°Wの走向を持つ断層群(タイプD)に分けられる。このうちタイプCとDは145°Eの矢部海山の西縁から出現しはじめる。矢部海山の西縁はほぼ outer gravity high に相当する。一方、タイプAは東海山より西の海溝海側斜面には多数識別

されるが、東海山より東では非常にまれである。また、タイプBも南海山の南北斜面からマリアナ海溝軸にかけて発達するが、その他の地域ではほとんど見られない。Dタイプを代表する南海山の北東縁を境するもの、東海山の南西縁を境するもの、さらに北海山と北東海山の南西縁を境するものは左横ずれ断層と考えられている(長岡ほか, 1989; Smoot, 1983b)。彼らによれば小笠原海台は4つのもともとが独立した海山が寄せ集まって形成されたものであり、タイプDの断層群は各海山の間の低地(大洋底)に発達したものと判断されている。そして、はじめはある間隔をもって配列していた少なくとも4つの海山(南海山、中央ブロック、西海山/東海山、北海山/北東海山)が、西北西の走向の左横ずれ断層によって移動し、現在では近接して集合・合体しているものと推測した。

3. 潜航結果

3.1 第145潜航

第145潜航調査は断層により分断されたブロックの1つである南海山の南西端で行なわれた。本地点はマリアナ海溝の走向と伊豆・小笠原海溝の走向にほぼ等しいタイプAとタイプBの断層系が交わる地点に当たり、急斜面が発達している。潜航地点より約7海里北の海溝軸をよぎり南海山及び海溝内側斜面をほぼ東西に横断するマルチチャンネル音波探査記録(図5)によると、海溝内側斜面では最上部の地層を欠き第二層が露出していると考えられる。着底地点は23°18.464'N, 143°15.862'E、水深5,872mのやや緩斜面にあたり、海底面は未固結堆積物により覆われている。着底点より数百mほど東の水深約5,740m付近から約5,300mにかけて急斜面が発達し石灰岩層が露出していた(写真1)。水深が約5,300mから約5,100mまではやや緩傾斜となり未固結堆積物に覆われているが、所々で石灰岩層が露出しているのが観察された。未固結堆積物の上には石灰岩の巨礫が多数散在

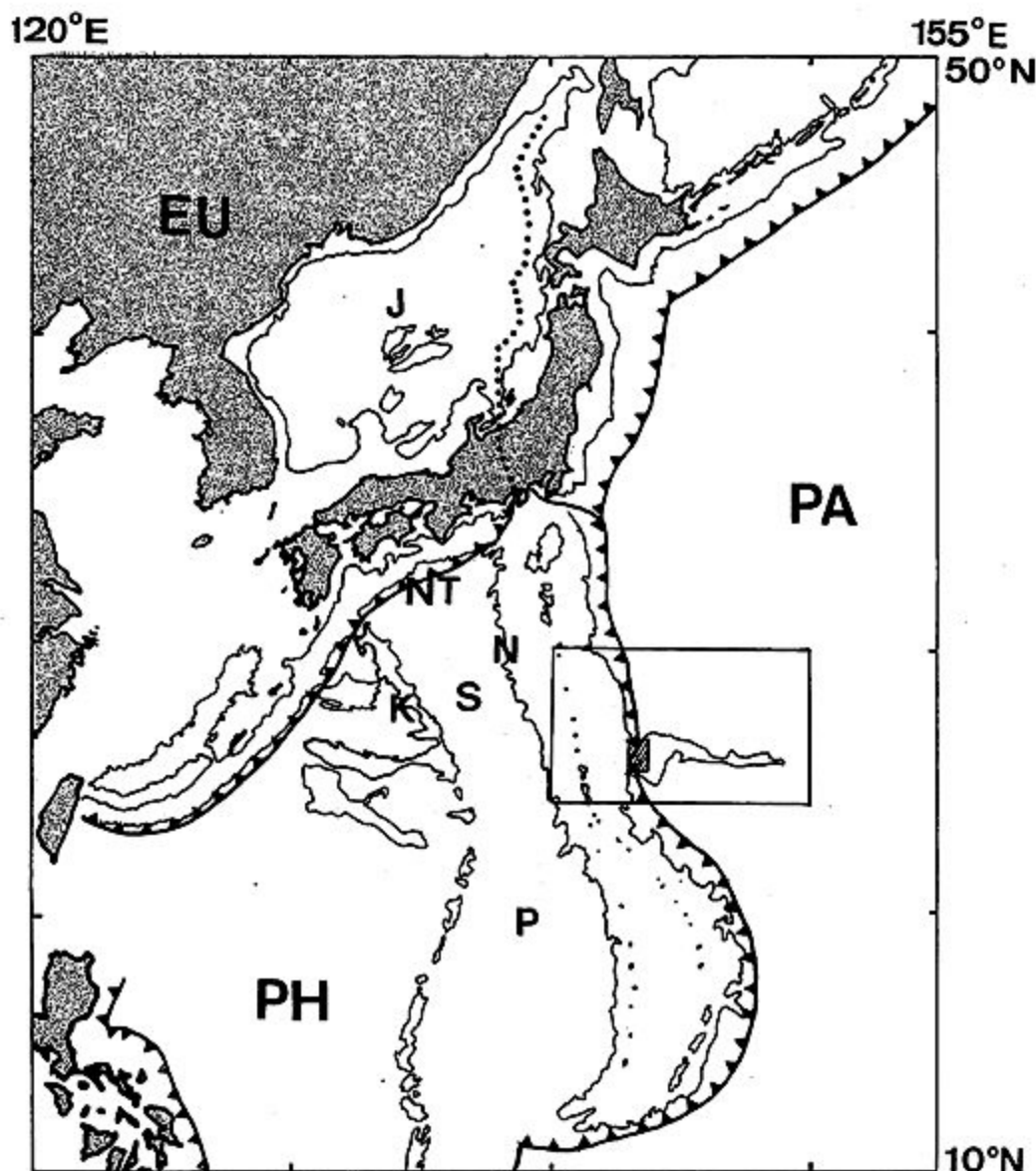


図1 調査区域図。四角で囲まれた区域は図3の、斜線部は図4の範囲を示す。EU:ユーラシアプレート, PA:太平洋プレート, PH:フィリピン海プレート, NT:南海トラフ, K:九州パラオ海嶺, N:西七島海嶺, S:四国海盆, P:パレスベラ海盆

Fig. 1 Survey area map. Box and shaded area show the area of Fig. 3 and 4, respectively. EU: Eurasia plate, PA: Pacific plate, PH: Philippine Sea plate, K: Kyushu-Palau Ridge, N: Nishi-Shichito Ridge, T: Shikoku Basin, P: Parece Vela Basin.

していた(写真2)。水深が約5,100mから離底点の25°18.480'N, 143°17.226'E, 水深4,662mまでは再び急斜面となり、ほぼ連続して石灰岩層が露出していた(図7)。以上から、比高にして1,200m以上にわたって石灰岩層が一部未固結堆積物に覆われているものの、ほぼ連続して露出しているものと解釈される。さらに、石灰岩層は離底点より浅部にまで引き続き露出するものと推測される。このような厚い石灰岩層は真の層厚ではなく、複

数の正断層により同一層準が繰り返すことによる場合もあるが、音波探査記録によると大規模な同一層準の繰り返しは支持されない。また、地層の傾斜による見かけの層厚の増加分を考慮しても、観察された石灰岩の真の層厚は優に1,000mを超すものと判断される。

目視観察と採取された岩石試料によれば、露頭及び巨礫の石灰岩はともに内部組織は明瞭に保存されており、正断層の発達による変形を被っていない、塊状の岩石で

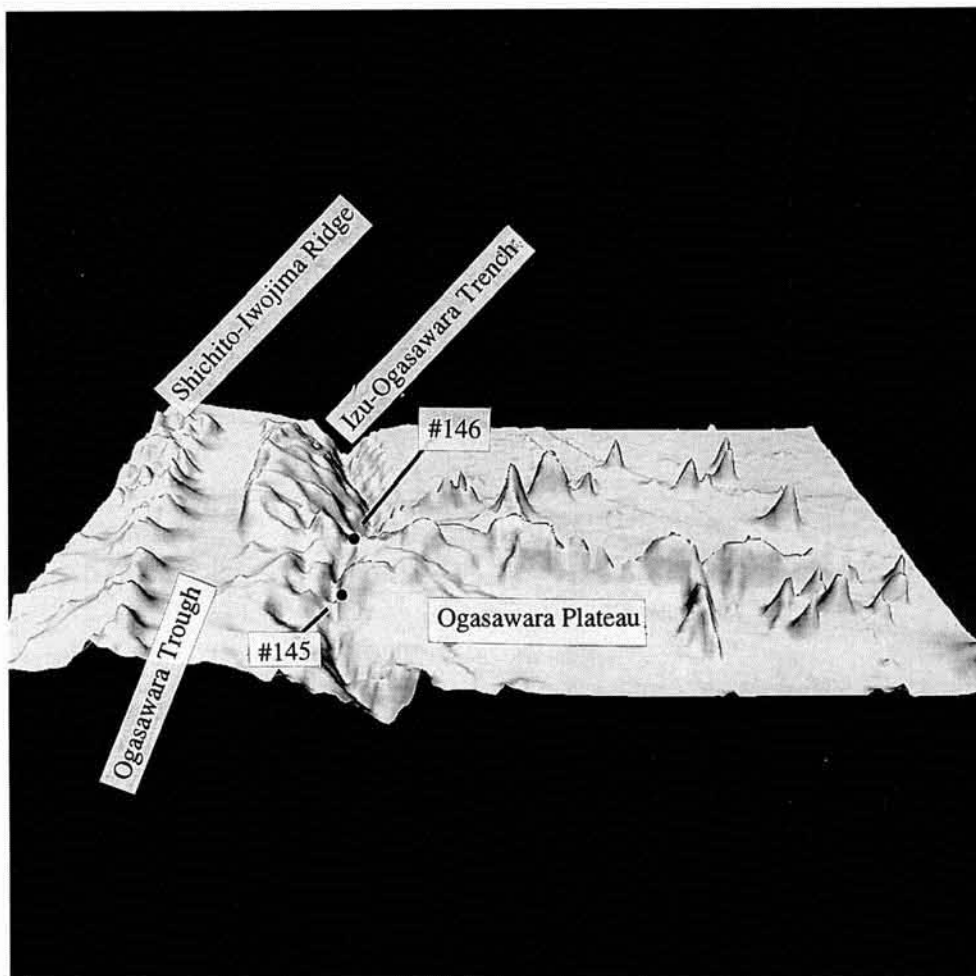


図 2 小笠原海台付近の海底地形 3次元図。黒丸は潜航地点を示している。
 Fig. 2 3-D map around the Ogasawara Plateau. Black circles indicate the dive points.

ある。この塊状の石灰岩は 2 種類に分類することができる。1 種類は algae が多数含まれることで特徴付けられ、下位に卓越している。もう 1 種類は rudistids を多量に含み上位に卓越している。このような石灰岩は前期白亜紀の珊瑚礁の lagoon 堆積物と考えられる。現在の水深は 6,000m ほどに達することから、この石灰岩は形成された当時の水深ほぼ 0 m からおよそ 6,000m 沈降したことになる。詳細な海底地形図から判断すると、小笠原海台は水深 5,500m の大洋底から比高約 3,000m の台地状の高まりの上に数個の海山が乗っている地形を示す。海山の 1 つ東海山からは nerinea や rudistes を含む石灰岩が報告されている (Konishi, 1985)。また、同様の化石は矢部海山からも報告されている (柴, 1979)。今回の潜航によって、海山の頂部ばかりでなく台地状の高まり全域にわたり層厚が 1,000m を超す石灰岩が分布する可能性が示唆された。

このように層厚が 1,000m を超すほぼ同年代の石灰岩

層は中部太平洋海山群の北西部 (ODPLeg143 の第 866 掘削孔) から報告されている。中部太平洋海山群は多数の海山の集合体から構成され、その広がりには小笠原海台の数倍に達する。両地域とも周囲の深海底には中生代の地磁気縞模様が認識され (Nakanishi et al., 1989)、その縞模様から推定される両サンプル採取地点近傍の年代はともに 140Ma である。従って、深海底の年代と、その上に乗っている海台の年代は 20Ma ほど開きがあるものと考えられる。

3. 2 第 146 潜航

第 146 潜航は伊豆小笠原海溝の南端部、太平洋プレート上の小笠原海台が海溝軸に達しまさに沈み込みつつある地点で行われた (図 4)。ここでは海溝の水深が約 3,700m と浅くなっており、潜航はこの海溝底に着底したのち陸側の斜面を比高 400m にわたって登り、目視観察と岩石採取を行った (図 8, 9)。

着底点付近は伊豆小笠原海溝が最も浅くなっていると

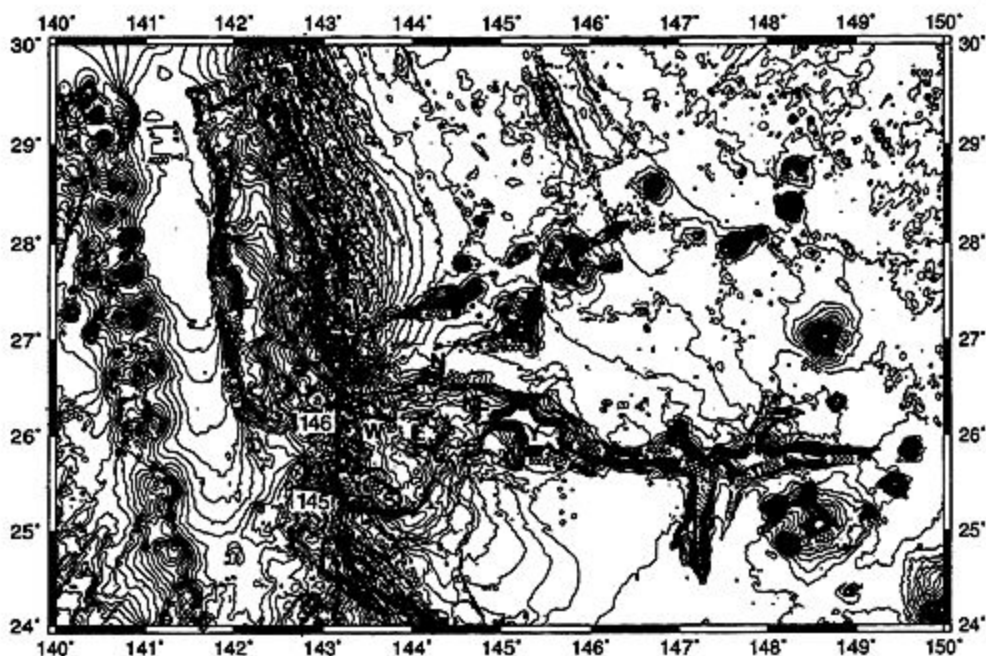


図3 小笠原海台付近のシービームデータによる海底地形図。コンター間隔は200m。星印は潜航地点、a, b線は図5に示すマルチチャンネル音波探査測線を示す。N:北海山, NE:北東海山, E:東海山, W:西海山, S:南海山, Y:矢部海山
 Fig.3 Sea Beam map around the Ogasawara Plateau. Contour interval is 200m. Black stars indicate the dive points. Thick lines a and b shows the multi-channel seismic profile lines (Fig. 5). N: Kita (North) SMT, NE: Hokuto (Northeast) SMT, E: Higashi (East) SMT, W: Nishi (West) SMT, S: Minami (South) SMT, Y: Yabe SMT.

ところで水深約3,750mの平坦面である。表面は灰白色の砂層からなっており、リップルマークが発達している。リップルマークは場所により多少の差があるが、およそ340°方向からの流れを示し、直線状のものと鱗状のものがある。また海底面の所々に1mを超す巨大な石灰岩と砂岩の角礫が散在する。そのほか一部に小礫が帯状に分布しているところが見られた。北西に進むにつれ海溝底と崖との間の緩い傾斜面は崖錐角礫で埋めつくされるようになった(写真3)。礫は石灰岩と褐色の砂岩がほぼ同率で存在する。礫サイズは海底を進むにつれてはっきりと変化する。水深3,735m付近では10~50cmの範囲で様々なサイズの礫が混在するが、3,700m付近は径が1m程度の巨大な礫でおおわれ、以後傾斜の変換点に至るまでは徐々に礫のサイズが小さくなる。水深3,617m付近が傾斜変換点となり、その上部およそ3,400mまで斜面は石灰岩の礫で構成されている。礫以外の部分も石灰岩の細かく砕けたものと思われる(写真4)。礫の中には多量の貝化石を含むものも見られた。ところどころに砂岩の転石も観察されるがわずかである。潜航調査は基本的には300°方向に崖の尾根線をたどるように行ったが、尾根の両側には大規模な崩落の跡と考えられる碗状のくぼみが随所に見られた。水深3,530m付近と3,490m

付近で石灰岩に明るい黄褐色の帯を発見した(写真5)。この帯は幅が1~数cmで崖面に刻まれた浅いがシャープな溝である。横方向のひろがりには完全に追跡できなかったがほぼ南北に少なくとも10m以上は連続しているようであった。この変色した帯状の部分は断層面の崖表面への現れである可能性がある。変色域はNSからNNE-SSWの走向でほぼ垂直に分布するものと推定される。水深3,443m付近から石灰岩で構成されている崖の表面に黒褐色の数cmの砂岩の礫が混ざることになった。その後海底面はやや傾斜を増し、水深約3,400mを境に主として凝灰質砂岩からなる露頭が現れた。3,400~3,900mの間は基本的には水平な層理が発達していて、小礫を含み、断層(写真6)や変形(写真7)を伴っている。層の上部は灰色の均質な細粒物からなる崖で、水深3,370m付近で傾斜は緩やかになり崖の中腹の平坦地に到達した。崖の上の平坦地は灰白色の砂地にマンガで覆われた砂岩が分布する。崖に近い部分では砂岩はこぶし大の亜円礫だが、平坦面では1m四方を超え厚さ10cm程度の板状をしている(写真8)。マンガ層の厚さは2~4mmである。これらの上には薄く砂が堆積していた。

層理の発達した砂岩の露頭で採取した岩石試料は微化

石を多量に含む火山碎屑性砂粒と基質で構成され、全体に炭酸塩化した凝灰質砂岩であった。岩石中には少量の軽石片や安山岩片が見られる。また、含まれていた石灰

質ナノ化石 (*Pseudoemiliania lacunosa* など) から年代は CN11 帯, 3.5~3.0Ma と推定される。

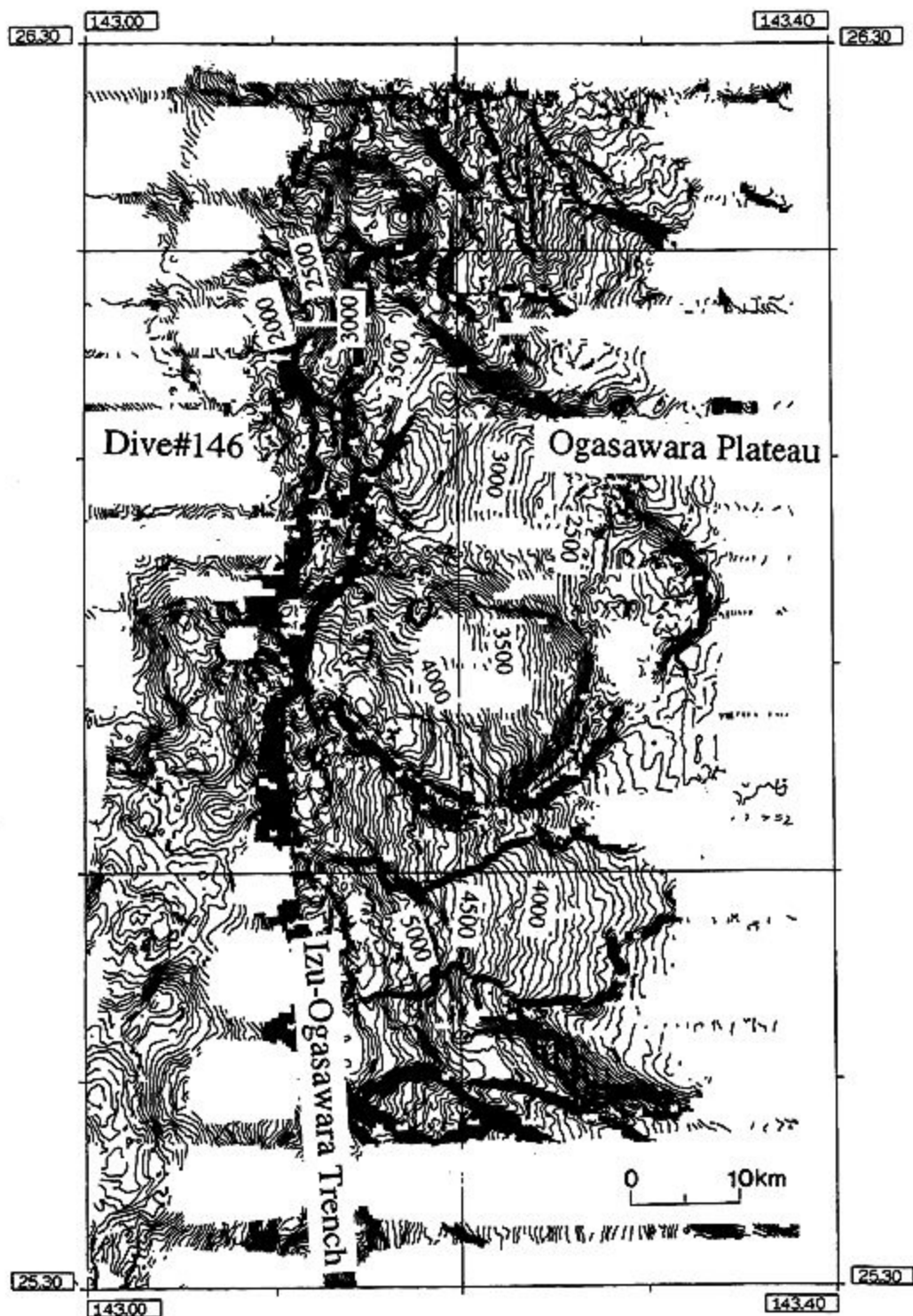


図 4 #146 潜航地点 (星印) 付近の海底地形図。水路部のシービームデータと潜航前調査で得られた HS10 のデータを編集した。コンター間隔 50m

Fig. 4 Detailed topography around #146 dive site. Sea Beam data and HS10 data are compiled. Contour interval is 50m.

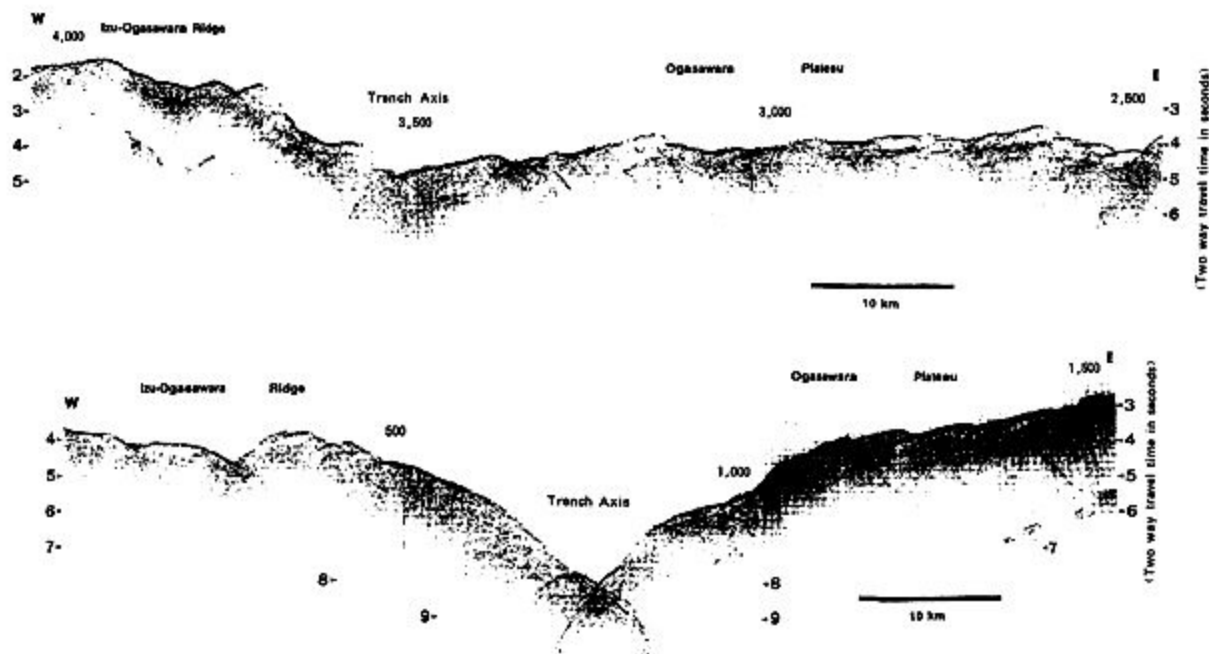


図 5 東京大学海洋研究所による伊豆・小笠原海溝と小笠原海台を横断するマルチチャンネル音波探査記録 (上: 測線 a, 下: 測線 b)。測線は図 3 に示されている。

Fig. 5 Multi-channel seismic profiles across the Izu-Ogasawara (Bonin) Trench and the Ogasawara Plateau obtained by O.R.I., Tokyo Univ. (top : near #146, bottom : near #145). Location of the survey lines are shown in Fig. 3.

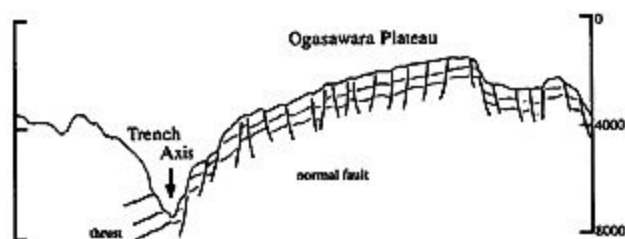


図 6 模式的な伊豆・小笠原海溝と小笠原海台を横断する地質構造断面

Fig. 6 Schematic cross section of the Izu-Ogasawara (Bonin) Trench and the Ogasawara Plateau.

4. 議 論

今回の潜航調査は海溝軸を挟む海溝外側斜面 (第145潜航) と海溝内側斜面 (第146潜航) の異なるテクトニック・セッティングで特徴づけられる2地点で実施された。その結果、海溝外側斜面では正断層が発達し、急傾斜の断層面には石灰岩がほぼ連続して露出することが判明した。石灰岩は塊状を示し断層運動による破砕等の変形は観察されなかった。断層面がやや緩傾斜の場所には、最大10mに達するような石灰岩の巨礫が見られるが、この巨礫は急斜面が滑落したものと推測される。

一方、海溝内側斜面は基底部に礫岩層がその上位に砂岩層が分布している。礫岩層は石灰岩の礫のみにより構成され、マトリックスの部分においても石灰岩以外の岩石種は極めてまれである。海溝外側斜面で見られる石灰岩が塊状であるのとは対照的に、海溝内側では石灰岩ははげしく破砕されている。しかしながら、第146潜航の採取試料によると石灰岩内部の変形は顕著ではない。石灰岩そのものは algae や rudistids を多量に含むことから、海溝外側斜面に露出するものと同一であると判断される。

海溝内側斜面では破砕された石灰岩の上位に凝灰質砂岩が観察された。砂岩と破砕された石灰岩の境界は堆積境界である。砂岩中には細かい層理面が発達し、タフ層と考えられる白色の層をしばしば挟むが、変形はわずかで、下位の石灰岩のような破砕は被っていない。砂岩は主に火山岩起源の物質から構成されている。岩石種は安山岩起源の物質が卓越し、そのうちのあるものは 2 pyroxene andesite も含まれる。ナンノプランクトンによる年代は 3 ~ 4 Ma (CN11) である。石井 (1985), KT86-9 Scientific Research Members (1989) は島弧側に位置する母島海山及び小笠原海台から同様な砂岩を報告している。また、第146潜航の最後に見られたマンガで覆われた砂岩の、マンガ層の厚さは 2 ~ 3 mm で

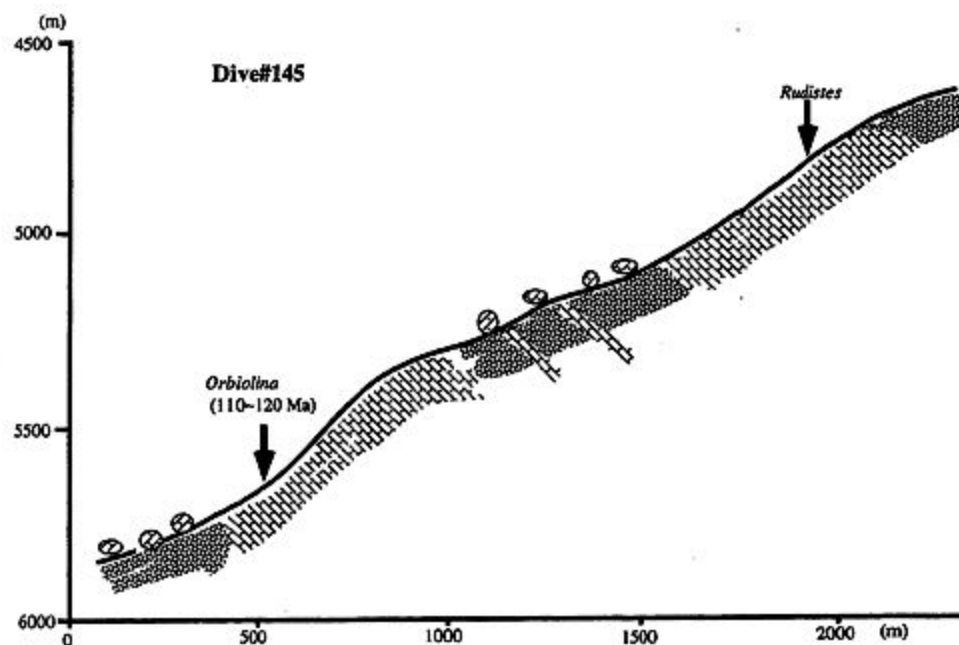


図7 #145 潜航に沿った地形断面
Fig. 7 Cross section along the #145 dive.

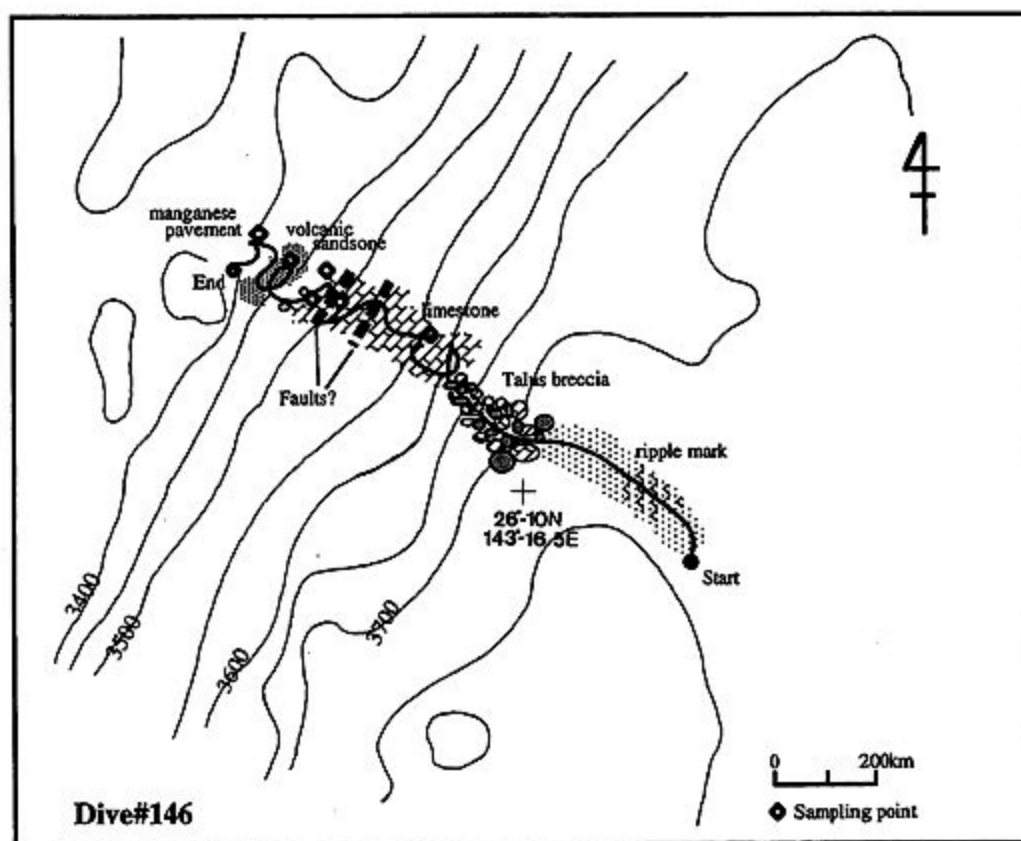


図8 #146 潜航地点の地形と航跡図
Fig. 8 Ship track of the dive #146 and the topography.

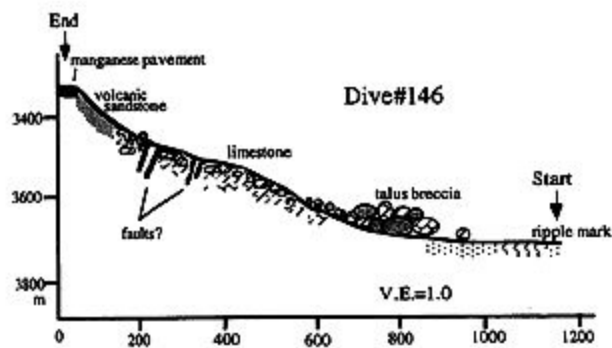


図9 #146潜航に沿った地形断面
Fig. 9 Cross section along the #146 dive.

ある。このことから最近数十万年はこの付近は静穏であったことがわかる。

これらのことから、小笠原海台の沈み込みと陸側斜面の形成過程について以下の2つの可能性が考えられる。第1は、第146潜航で観察された石灰岩はいったん海溝底に堆積したものが付加したものである可能性である。海台は海溝軸に近付くにつれ多くの正断層によって切られ、海溝斜面では大規模の斜面崩壊が生じる。この段階で海台頂部にあった遠洋性堆積物は失われ、海溝外側斜面下部には石灰岩のみが連続して露出する。こうして海溝軸に達した石灰岩は圧縮場で逆断層が生じることにより、破碎される。破碎された石灰岩は海溝内側斜面に付加し、第146潜航で観察されたような石灰岩層を形成する。このような破碎に継ぐ活発な付加作用は海台の沈み込みに起因するが、最近はこうした激しい変動は起こっておらず、破碎された石灰岩層の上に3~4Maの島弧の火山岩に由来する物質が堆積している。このような堆積岩は当海域で一般に採取されている岩石である。また、この堆積層の上位にマンガンで覆われた砂岩があることから現在まで数~数十万年はこの海域が激しい変動もなく、堆積速度も遅いことがわかる。付加及び火山性堆積物によりできた斜面はその後崩壊し、凝灰質砂岩と石灰岩からなる崖錐が形成された。3~4Ma以降現在までは、少なくとも潜航地点付近では小笠原海台の沈み込みが休止しているか沈み込みの速度が極めて遅く、付加作用が起こっていないものと判断される。また、3~4Ma以前に活発な付加作用は長岡ほか(1989)が解釈した西北西の走行の左横ずれ断層(タイプD)が活動した時期に相当するものと推測される。小笠原海台の東側には海山列が続いているが、かつては西側にも同様に海台もしくは海山があったことが予想され、それらはすでにフィリピン海プレートの下に沈みこんでいると考える

と、基本的には海台は沈み込んでいて、obductionはしていないであろう。しかし、現在は沈み込みが休止していると考えられ、沈み込みは間欠的に起こっている可能性がある。つまり、海山の集合・合体を引き起こす横ずれ断層の活動は定常的に行なわれるわけではなく、イベント的に発生する。この横ずれ断層の活動が活発な時期は、断層の北側のブロックに相当する小笠原海台は小笠原弧の下に沈み込み、その際に、付加作用が起こるものと考えられる。

第2に考えられるのは、第146潜航の対象となった東向きの斜面下部がもともと海台であった可能性である。海台上には海溝軸に近付くにつれ多くの正断層(タイプA)が発達する。その結果、海溝軸にほぼ平行なグラーベンが形成されるであろう。図4によると、第146潜航の斜面の東側に西向きの崖が平行に延びており、潜航調査を行った東向き斜面がこの西向きの崖同様に海台を切る正断層崖で、潜航地点東の凹地は海台上的グラーベンであるとも解釈できる。この凹地は周囲の地形から判断して現在の海溝底とみなしてよいと思われるが、海台が沈み込んでグラーベンの部分がちょうど海溝軸に達し、地形的には海溝陸側斜面の最下部にあたる場所に、もともと海台上にあった東向きの断層崖が露出している可能性が考えられる。すなわち、第146潜航で見られた石灰岩とその上の砂岩層は海溝海側の海台の一部として形成されたもので、その後海溝軸に達して東向き斜面がそのまま陸側斜面の下部を構成することになった。そして、その斜面は斜面崩壊を起こし、崖下部は石灰岩の碎屑物で埋もれた。斜面で観察された破碎された石灰岩がこのような岩屑土の堆積であるとする、石灰岩試料の内部が表面に比べ変形が少ないことと調和的である。しかしながら、この場合崖の上部に石灰岩の原斜面が大規模な滑落崖が予想されるにもかかわらず、急斜面において路頭として観察されるものは砂岩層のみという点がやや不自然である。

5. まとめと今後の課題

小笠原海台の構造及び海台沈み込みにともなう海陸両側の斜面の変形の比較を目的として第145, 146潜航を行った。小笠原海台下部では造礁性石灰岩が1,000m以上連続して観察され、これらの石灰岩は形成当時の水深0mからおよそ6,000m沈降したことがわかる。一方、海台が沈み込みつつある海溝陸側斜面では、海台下部を構成するものと同じ石灰岩の破碎されたものが崖面を覆い、その上に凝灰質砂岩の層が観察された。この陸側斜

面の形成過程に関しては、1) 海溝軸に達した海台の石灰岩が逆断層によって破砕され、陸側に付加している場合、2) 海台上の正断層によって生じたグラーベンを構成する東向きの崖が海溝軸に達して陸側斜面とひとつづきになり、その後不安定な斜面が崩壊して斜面下部が石灰岩の岩層で埋められている場合、の2つの可能性が考えられる。この問題を解決するためには第146潜航のさらに上部の陸側斜面の潜航調査が必要であろう。

謝 辞

本研究を行なうにあたり、海洋科学技術センターの堀田宏、藤岡換太郎、小林和男の各氏には「しんかい6500」に乗船する機会を与えていただいた。また、「しんかい6500」及び「よこすか」の乗船員の方々には潜航中及び航海中便宜をはかっていただいた。これらの方々に深く感謝する。図4の作成にあたっては、GMT systems ver2.1 (Wessel and Smith, 1991) を使用した。

参考文献

- 石井輝秋 (1985) : オフィオライトの起源—島弧前縁部の上部リソスフェア由来のオフィオライト—。月刊地球, 78, 680-688.
- Konishi, K. (1985) : Cretaceous reefal fossils dredged from two seamounts of the Ogasawara Plateau. Preliminary Reports of the Hakuho Maru Cruise KH84-1, 169-180.
- KT86-9 Scientific Research Members (1989) : Preliminary Report of Tansei Maru Cruise KT 86-9. Preliminary Report of The Hakuho Maru Cruise KH-87-3, Ocean Research Institute, University of Tokyo, 248-296.
- 長岡信治・内田摩利夫・春日 茂・金子康江・加藤幸弘・河合晃司・瀬田英憲 (1989) : 小笠原海台のテクトニクス。水路部研究報告, 25, 73-91.
- Nakanishi, M., K. Tamaki and K. Kobayashi (1989) : Mesozoic magnetic anomaly lineations and seafloor spreading history of the Northwestern Pacific. J. Geophys. Res., 94, 15437-15462.
- 柴 正博 (1979) : 小笠原諸島東方、矢部海山の地史。地質学雑誌, 85, 209-220.
- Smoot, N.C. (1983a) : Multi-beam surveys of the Michelson Ridge Guyot : subduction or obduction. Tectonophysics, 99, 363-380.
- Smoot, N.C. (1983b) : Ogasawara Plateau : multi-beam sonar bathymetry and possible tectonic implications. Jour. Geol., 91, 591-598.
- Wessel, P. and W.H.F. Smith (1991) : Free software helps map and display data. EOS (American Geophysical Union Transactions), 441, 445-446.

(原稿受理 : 1994年6月30日)

注) 写真は次ページ以降に掲載

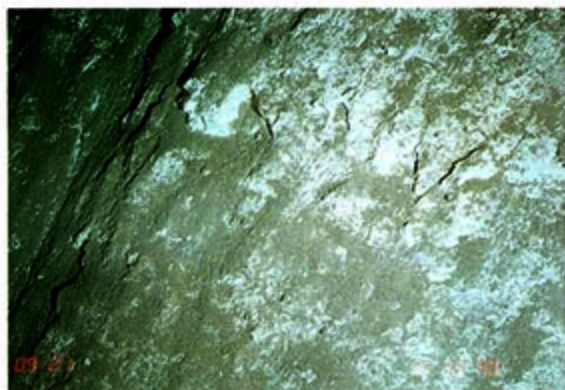


写真 1 小笠原海台下部斜面 (#145)
Photo 1 Lower part of the Ogasawara Plateau (#145).

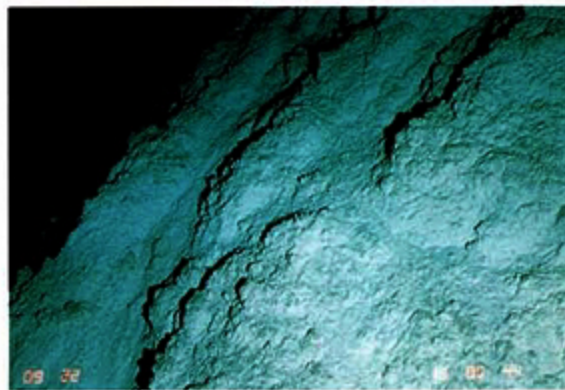


写真 4 海溝陸側斜面を構成する石灰岩 (#146)
Photo 4 Limestones forming the inner trench wall (#146).

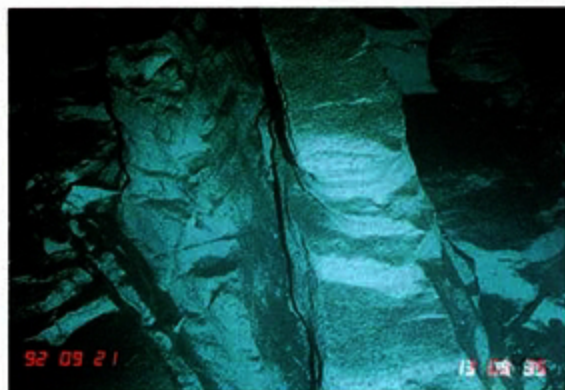


写真 2 小笠原海台下部で見られた石灰岩 (#145)
Photo 2 Limestones observed at the lower part of the Ogasawara Plateau (#145).

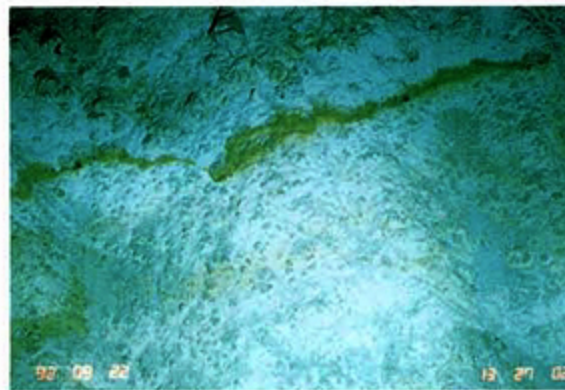


写真 5 海溝陸側斜面に見られた変色した帯状の部分 (#146)
Photo 5 Yellow brown band on the limestone cliff (#146).

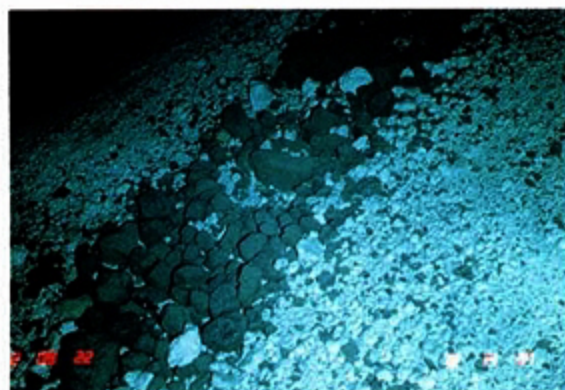


写真 3 海溝陸側斜面の最下部の崖錐角礫 (#146)
Photo 3 Talus breccias on the base of the inner trench wall (#146).

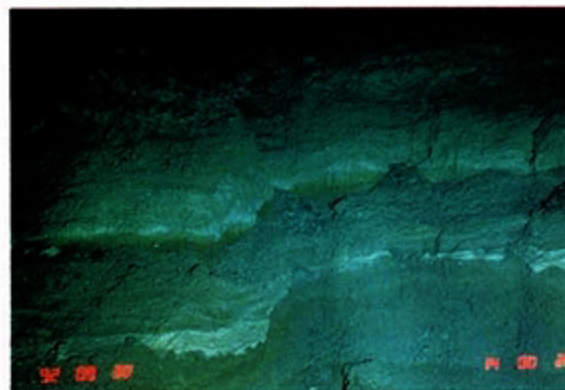


写真 6 斜面上部の凝灰質砂岩層中に見られる断層 (#146)
Photo 6 Fault in volcanic sandstone layer on the upper part of the inner trench wall (#146).

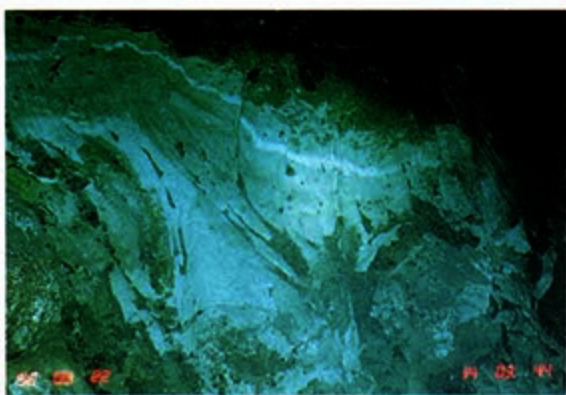


写真 7 斜面上部の凝灰質砂岩層中に見られる変形 (#146)
 Photo 7 Deformation in volcanic sandstone layer on the upper part of the inner trench wall (#146).

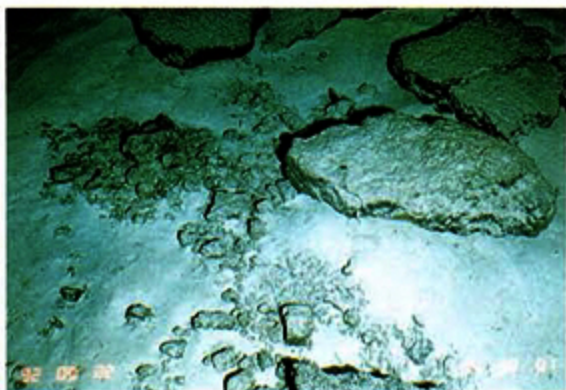


写真 8 潜航の最後に見られたマンガンソーティングされた砂岩 (#146)
 Photo 8 Sandstone with manganese coating (#146).



写真 9 小笠原海台で採取した石灰岩 (#145-2)
 Photo 9 Limestone of the Ogasawara Plateau (#145-2).



写真 10 小笠原海台で採取した石灰岩 (#145-4)
 Photo 10 Limestone of the Ogasawara Plateau (#145-4).