

スミスリフト・リフト内火山群における枕状溶岩の観察

村上文敏*¹ 山崎俊嗣*¹

伊豆・小笠原孤北部のスミスリフトは、背弧海盆形成の初期段階であるリフティング期にあると考えられ、リフト軸沿いは活動が現在も続いている可能性がある。第405潜航は、リフティングに伴う火山活動、熱水活動及び微細構造についての調査を目的として、リフト内火山群の中のリフト軸沿いリッジにおいて行った。

結果は以下の通りである。

- 1) リッジ上では、中央大西洋海嶺において見られるような表面形態を持つ玄武岩質枕状溶岩が観察された。枕状溶岩は、南北にならんだいくつかの小さな高まりを形成し、割れ目噴出源が分れることを示す。南北にならんだ割れ目噴出源は、サブピーク間の鞍部において相対的に左横ずれ方向にずれる。
- 2) サブピーク間の鞍部において、鉄・マンガン酸化物が砂質堆積物上に層状に形成されている。その産状と採取されたサンプルの化学組成などから、これは熱水起源と思われる。鉄・マンガン酸化物の形成は、すぐ西側で観察されたピローコーン状枕状溶岩の噴出と関連したものかもしれない。
- 3) サブピーク間の鞍部には、砂質堆積物が分布しリップルマークが形成されている。リップルマークの方向から、概ね東西方向の底層流があると考えられる。

Observations of Pillow lava on the Intra Volcanos in the Sumisu Rift

Fumitoshi MURAKAMI*² and Toshitugu YAMAZAKI*²

The Sumisu Rift located on the northern part of the Izu-Ogasawara Arc is presently in the rifting stage which is a initial stage of back-arc basin formation, and the activity presumably continues along the rift axis. Dive 405 is carried out on a ridge along the rift axis in the Intra Volcanos, and its purpose is observation about volcanic activities, hydrothermal activities and micro topography caused by the rifting. The results are following;

- 1) Pillow lavas which have surface features observed on the Mid-Atlantic Ridge Rift Valley are observed on the ridge. Some mounds which were formed by erupted pillow lavas are arranged from north to south, implying the fissure eruption sources of the pillow lavas are segmented. The fissure eruption sources are offset with relatively left lateral sense at location between subpeaks on the ridge.
- 2) Stratified Fe-Mn oxides are developed on sandy sediments. The mor-

* 1 工業技術院 地質調査所

* 2 Geological Survey of Japan

phology in distribution and the chemical composition of the sample suggest that they are hydrothermal genesis. It is possible that a formation of Fe-Mn oxides is related to an eruption of pillow lavas like a pillow cone.

3) Sediments are deposited and ripple marks are formed on the saddles between the sub-peaks. The lineament direction of ripple marks suggests west to east bottom currents.

1. はじめに

スミスリフトは、伊豆・小笠原弧北部において南北に細長く分布する背弧凹地の一つであり、東西幅約35km、南北長100kmの東西を正断層で区切られたグラベンからなる。リフト内は、北須美寿海盆と南須美寿海盆およびそれらを分けるリフト内火山群からなる。リフトの東西断面において、グラベンの軸は東側正断層崖付近にあり非対称な構造を持つ。南須美寿海盆では、堆積盆の東縁部に小規模なグラベンが形成されている。グラベンを区切る正断層の多くは、表層堆積物を切っており活断層と思われる (Murakami, 1988)。これらの断層の周辺では地殻熱流量の高い値や、その値の大きなばらつきが観測され、熱水循環系の存在が指摘されている (Yamazaki, 1988)。南須美寿海盆の北縁部では、ODP Leg. 126において2点について深海掘削が行われた。掘削は両方とも基盤まで達し、基盤上のナノ化石の年代からリフトの形成は2.35Maより新しく1.1Maよりは古いと推定された (藤岡ほか, 1989)。リフト内火山群の中で、リフト軸周辺のもののいくつかは、潜水船アルビン号による潜水調査が行われ、活動を停止したバライチムニーなどが観察された (浦辺ほか, 1988)。

リフト周辺で「しんかい2000」によって潜航できるのは、深度的にリフト内火山群域だけである。他はその水深が2000m以深であり、「しんかい2000」による潜航が不可能な地域である。リフト内火山群は、新期堆積物に覆われていないので、リフティングにともなう火成活動等の現象が観察できることが期待される場所でもある。ここでの潜航は、リフティングに伴う火山活動・熱水活動・微細構造についての調査を目的として行った。本潜航では、火山活動に伴う枕状溶岩と層状の熱水性鉄・マンガン酸化物を観察できたにとどまり、より高温の熱水活動とリフティングに伴う

張力割れ目などの微細構造は観察できなかった。

2. 潜航地点周辺の地形および地質

「しんかい2000」による潜航が行われたのは、リフト内火山群中のリフト軸付近である (図1)。

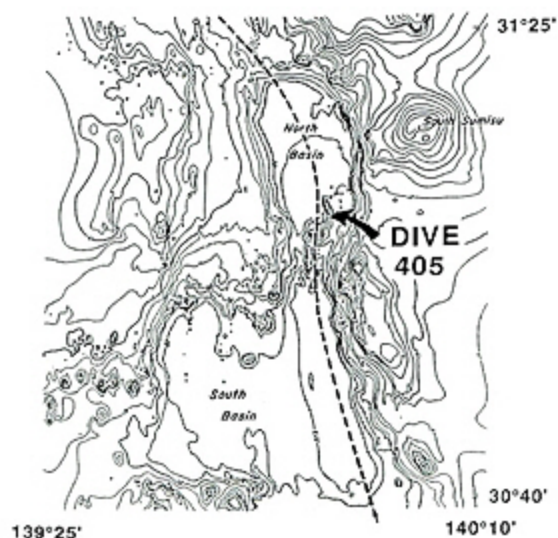


図1 スミスリフトの海底地形と潜航位置図
海底地形は Brown and Taylor (1988) による、矢印は潜航地点位置を示す

Fig. 1 Bathymetric chart of the Sumisu Rift and the Diving location.
Bathymetric chart is modified from Brown and Taylor (1988)
A arrow shows the diving location.

ここでは、3つの南北に細長いリッジが雁行状にならんでいる。これらのリッジは玄武岩の枕状溶岩からなるが、中央のリッジでは流紋岩円頂丘によって貫かれており、バイモダルの火山活動の場であることを示す (浦辺ほか, 1988)。リフト内火山群は、リッジ状あるいは円錐状の火山群からなり、その配列方向はほぼ西南西-東北東であり (Brown and Taylor, 1988)、正断層系の方向

と斜交する。

南須美寿海盆における基盤深度は、リフト軸沿い付近で最も深く、最大約1.2秒の堆積層によって覆われる (Murakami, 1988)。南須美寿海盆のリフト軸沿いには堆積層を切る正断層群が発達し、その中のいくつかは表層堆積物まで切り、活断層の可能性もある。その中で最も落差の大きいものは、海底において相対的に東側が数10m 落ちている。この断層沿いに南北に細長い比高80~100m, 南北長約4 km, 東西幅約1 km のリッジが形成されている (村上・木下, 1987)。このリッジは、深海曳航サイドスキャンソナー記録上で、影のように黒く見えることから影の山とよばれるが、それを構成するのは枕状溶岩である (湯

浅, 1987)。影の山の下部には、より広い範囲にわたって南北に細長く基盤が分布するのが音波探査によって明かとなった。この基盤は、影の山の本体をなす貫入岩と推定される。

北須美寿海盆においても基盤深度はリフト軸沿いで最も深い。ここでの基盤深度は南須美寿海盆より浅く、また基盤を覆う堆積層の厚さも最大約0.8秒である。北須美寿海盆では、堆積層を切る断層は音波探査による観測では見つかっていないが、下部から堆積層内に岩体が貫入しているのが明かとなった (Murakami, 1988)。

これまでのいろいろな観測により、リフト軸沿いの活動は現在も続いている可能性がある。

表1 潜航における海底観測の概要
Table.1 Outline of the sea bottom observation.

時刻	深度(m)	観 察 結 果 お よ び 記 事
11:12	1830	着底(南山北東側斜面)
11:24	1828	航走開始, コース300°
11:31	1807	枕状溶岩見え始める
11:33	1800	枕状溶岩のサンプリング
11:47	1818	南山の北側斜面を巻くように航走, ビロープレッチャーの崖錐
11:52	1821	Flattened Pillow, Elongate Pillow, Bulbous Pillow の表面形態を持つ枕状溶岩が観察される, 全般に傾斜が緩い
12:03	1796	N-S 方向に truncate された枕状溶岩が観察される
12:05	1790	枕状溶岩の分布が終わり, 砂質堆積物分布域に入る
12:09	1790	砂質堆積物分布域。リップルマークが観察される
12:13	1788	中央山の南東側斜面の基底部に着く, ビロープレッチャー等からなる崖錐
12:20	1764	Elongate Pillow, Bulbous Pillow の表面形態を持つ枕状溶岩が観察される, ビローローブは破壊されているものが多い
12:40	1697	中央山の頂上に到着する, 北へ向け航走
12:47	1691	中央山の西側急崖が見える
12:57	1681	第2回目のサンプリング(玄武岩質溶岩の高まりの斜面域の崖錐)
13:16	1691	中央山西側急崖見える
13:25	1707	中央山北側斜面を下り始める, ビロープレッチャーの崖錐
13:32	1757	斜面を下りきり中央山の北麓に到着, リップルマーク見える
13:36	1769	枕状溶岩と砂質堆積物の分布境界域付近で昼食, 温度計測, 小型の白いエビの群衆が観察される
14:04	1768	航走開始
14:07	1771	砂質堆積物, リップルマーク
14:10	1785	層状の熱水性マンガンの分布域に到着, サンプリング
14:22	1782	航走開始
14:25	1771	ビローコーン状の枕状溶岩の高まり
14:29	1752	リップルマーク
14:33	1745	離底

3. スミスリフトにおける潜航調査

スミスリフト域における「しんかい2000」による潜航調査計画は、全体として6潜航予定されていた。その中で実施されたのは、3潜航である。筆者らが参加した行動においては、2潜航予定されていた。2潜航ともリフト内火山群内の中の、雁行状にならんだリッジ群の東側リッジでの潜航が予定されていた。そのうちの1潜航は、リッジの地形・地質の観察を目的とするものであり、もう1潜航は地殻熱流量の測定を主目的とする潜航であった。このうち地殻熱流量測定を目的とする潜航は、残念ながら悪天候のため中止となった。

潜航の概要を以下に示す。

第405潜航 1989年5月25日

潜水船船長 田代省三

潜航士 赤沢克文

観察者 村上文敏

観察結果の概要を第1表に示す。

4. 潜航結果

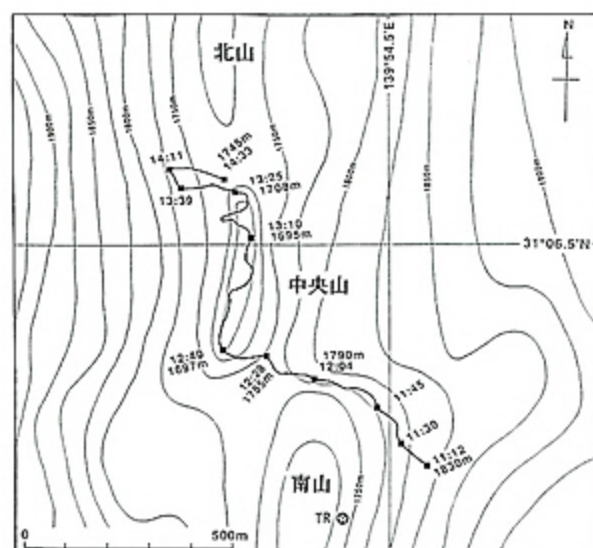
潜航が行われたリッジは南北に細長く、3つのサブピークが南北方向に連なる。それらをここでは、便宜的に南のピークから南山、中央山および北山と呼ぶ。潜水船が着底したのは南山の北東斜面である。そこから南山の北側斜面を巻くように航走し、南山と中央山の鞍部に出た。中央山の南東斜面を登り中央山の尾根沿いに北へ航走し、中央山の北西側斜面を下り中央山と北山の鞍部に達し、そこで最後の観測を行った後浮上した(図2)。サンプリングは南山北東側斜面、中央山尾根上および中央山-北山間鞍部の3点で行い、玄武岩質枕状溶岩と熱水性鉄・マンガン酸化物を採取した(写真1)。

潜航地点の海底の底質・微地形は大まかに3つに区分される。すなわち、①枕状溶岩の分布する地域、②砂質堆積物が分布し、リップルマークの発達する地域、③鉄・マンガン酸化物の分布する地域である(図3)。次にそれぞれについて観察結果の記載を行う。

4.1 枕状溶岩の分布する地域

枕状溶岩は、次の6地点において観察された。

Site 1: 南山の北東側斜面, Site 2: 南山の北側斜



第405回潜航
1989/5/25
項美利海盆
LAT 31° 06.5'N
LON 139° 54.5'E
オペレーター 村上
潜水船船長 田代
潜航士 赤沢
潜航開始時刻 0946 浮上時刻 1536
潜航時間 5時間50分
11:12 着底
11:30 サンプリング
12:40 頂上到着
13:39 海底計測点/昼食
14:11 サンプリング
14:33 離底

図2 潜航地点付近の海底地形と「しんかい2000」の航跡図

Fig. 2 Bathymetric chart adjacent of the Diving location and Track line of the "SHINKAI 2000"

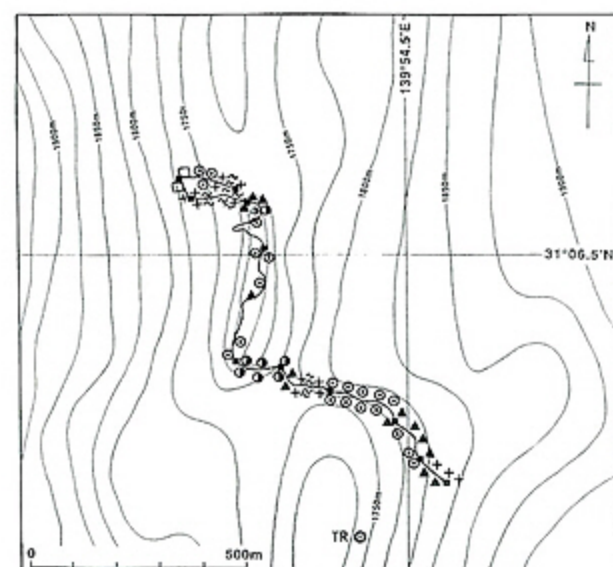


図3 「しんかい2000」航跡沿いの海底の状況
◎: 枕状溶岩, ▲: 崖錐, ●: 枕状溶岩+崖錐,
+: 砂質堆積物, ~: リップルマーク, □: 鉄・マンガン酸化物。

Fig. 3 Bottom features resulted by the sea bottom observation.

◎: Pillow lava, ▲: Talus, ●: Pillow lava + Talus, +: Sandy sediment, ~: Ripple mark, □: Fe-Mn oxide.

面, Site 3:中央山の南東側斜面, Site 4:中央山の尾根沿い, Site 5:中央山の北側斜面, Site 6:中央山と北山の鞍部である。本潜航地点で観察された枕状溶岩の表面形態は, 中央大西洋海嶺の潜水調査によって観察され形態分類されたものに似ている。枕状溶岩の表面形態を Ballard and Moor (1977) に従って分類すると, 本潜航地点で観察されたものは, Bulbous Pillow, Elongate Pillow, Flattened Pillow であり, この中で Elongate Pillow の出現頻度が最も高かった。またピローロープの表面構造も, 山岸 (1983) が述べた Spreading Crack をはじめとする様々な構造が観察された。

Site 1: 南山北東側斜面では, 水深1800mの地点で最初の枕状溶岩が観察された。枕状溶岩は, ほとんどが Elongate Pillow の表面形態を持つものである。ピローロープの方向はほぼ ESE-WNW であり斜面の傾斜方向と概ね等しい。Elongate Pillow のピローロープは円筒形のものも多く, 目視により判断される直径は数10cmから1m程度である。Elongate Pillow の末端部の傾斜は急であり, ほとんど垂直なところもある。またピローロープが途中で折れ, その断面の放射状冷却節理面が観察されるものが随所にある。ピローロープの末端部より下の斜面には, ピローロープが折れ下に転がったピロー片やピローブレッチャーからなる崖錐が観察される (写真2)。斜面下方へ向って崖錐に含まれるピロー片は少なくなり, またピローブレッチャーのサイズも小さくなり砂質堆積物分布域に漸移する。ピローロープの表面構造は概して少なく, まれに Spreading Crack あるいは Asymmetric Vertical Crack が観察される程度である。この地点で枕状溶岩のサンプリングを行った。採取したのは, 表面に割れ目のよく発達したピローロープの上面からであり, マニピュレーターによって簡単に一部を剥すことができた。得られたサンプルはよく発泡した玄武岩である (写真3)。南山北東側斜面では, この地点のほかにも2点で枕状溶岩を観察したが, それらは分布末端であった。潜水船の経路がもう少し山側によっておれば, 枕状溶岩分布域の本体を観察できたと思われる。

Site 2: 南山北側斜面の枕状溶岩分布域は比較

的広い範囲にわたり, 東西方向へさしわたし距離にしておよそ100m以上はあると思われる。ここでは, Flattened Pillow, Bulbous Pillow および Elongate Pillow が観察された。この地点は南山の北側斜面に位置するが, 南北方向への傾斜は緩く逆に山側に向って下り傾斜になっている場所もある。このことから, 分布する枕状溶岩は南山方向から噴出し流れてきたのではなく斜面下部に噴出源があり, そこを中心にピローコーン状の高まりを形成していると考えられる。ここでは, Flattened Pillow が分布するところは比較的平坦な地形をなし, 一方 Elongate Pillow はやや急な斜面に分布する。Flattened Pillow の陥没によって形成されたと考えられる直径1m程度の浅い凹みが観察された。Elongate Pillow は半円筒形のもが多く (写真4), ピローロープの長さは概して Site 1 のものより長いものが多い。またピローロープが途中で2つに分岐するものも多く観察された (写真5)。ピローロープの先端は, 破碎されておらず丸まっているものが多い。ピローロープ上部の比較的傾斜の緩いところは, 円筒がさらに平たくなり Flattened Pillow により近い表面形態となる。またこのような場所では, ピローロープ上面に Bulbous Pillow が形成されている (写真6, 写真7)。Elongate Pillow のピローロープの表面には, Tensional Crack と思われる割れ目が見られる。Bulbous Pillow 表面の割れ目は, Elongate Pillow 以上に発達している。Site 2 の西縁部では, ピローロープの先端が truncate された枕状溶岩が2カ所で観察された。ここは地形的には平坦であり, ピローロープの自破碎によるものではなく, 構造運動と関連したものかもしれない。

Site 3: 中央山南東側斜面は急傾斜であり, 平均45°以上と思われる。斜面基底部には2~4cm程度の角礫が分布する。これらの角礫に混じって明らかにピローブレッチャーと判別できるものが観察される。斜面を登るに従いピローブレッチャーのサイズも大きくなり, ピロー片も混じるようになる。これらは砂混じりであり, おそらく斜面上部からデブリーフローにより供給されたものであろう。枕状溶岩は斜面中腹部から見られる。ここでは, Elongate Pillow と Bulbous Pillow の表

面形態を持つものが観察された。この場所に分布する枕状溶岩のほとんどは、そのピローローブが破碎されており、また周囲にはピロープレッシャーが分布し、この傾向は斜面上部まで続く。Elongate Pillow はピローローブの径が大きく、またフロー方向への長さも長いものが多く観察された。

Site 4 : 中央山尾根沿いの水深は1680～1690mであり、南北にさしわたし約400mの長さを持つ。12:40頃に中央山尾根の南端部に登り着いたが、そこでは西側へ急角度で下っているElongate Pillow が観察された。中央山の尾根は、いくつかの平坦域と小さな高まりの部分からなる。高まりは玄武岩質溶岩からなり、その基底部に枕状溶岩のピローローブが観察されるところもある。また溶岩の高まりの側壁で、枕状溶岩特有の放射状節理が見られるものもある。高まりを作る溶岩の表面形態から、それが明らかに枕状組織を持つと判別できるものは少ないが、上述の様な観測結果から、尾根沿いの溶岩もほとんどが枕状溶岩と推定される。尾根沿いに航走中、2回ほど尾根から西側へ外れたが、尾根の西側は下の海底がまったく見えぬ急崖になっており断層崖と推定される。中央山尾根上の玄武岩質溶岩の高まりの斜面域でサンプリングを行った。ここではピロープレッシャーからなる崖錐が発達し、その中に一部黄色域が見られる。ここで黄色域を形成する岩石を採取した。採取された岩石は玄武岩質溶岩であり、表面が変質により粘土化している。内部は、南山北東側斜面で採取された枕状溶岩より緻密であり、割れ目が発達しその間は粘土化し黄色になっている(写真8)。

Site 5 : 中央山の北側斜面も南東側斜面と同じく、ほとんどがピロープレッシャーあるいはピロー片により覆われ、また枕状溶岩も破碎されたものがほとんどである。崖錐は堆積物によって薄く覆われていた。

Site 6 : 中央山と北山の鞍部において、浮上直前に枕状溶岩からなる小さな高まりを見つけた。枕状溶岩の表面形態はElongate Pillow およびBulbous Pillow からなり、その末端部付近は急崖をなす。ピローローブ表面には、後述する鉄・マンガン酸化物分布域に棲息するものと同じ白い小

エビの群棲が観察された。枕状溶岩の高まりは位置的には鞍部にあり、北山と中央山から独立している。したがってこの高まりは、ここに噴出源を持つピローコーン状のものと推定される。枕状溶岩のピローローブはほとんどが破碎されておらず、また高まりの周辺には崖錐が見られずピローローブからいきなり砂質堆積物へと分布が変わる。

4. 2 砂質堆積物が分布しリップルマークの発達する地域

砂質堆積物は、南山の北東側斜面、南山と中央山間の鞍部および中央山北山間の鞍部の比較的傾斜の緩い場所に分布する。砂質堆積物は、火山噴出物の細粒とプランクトンの遺骸からなる。鞍部では、砂質堆積物分布域にリップルマークが観察された(写真9)。特に中央山-北山間の鞍部では広範囲に形成されており、観察されたリップルマークの方向から、ほぼ東西方向の底層流によって形成されたことが分かる。

4. 3 鉄・マンガン酸化物の分布する地域

中央山と北山間の鞍部では、鉄・マンガン酸化物が、砂質堆積物上に層状に形成されているのが観察された(写真10)。その分布の広がり、目視した限りでは、数10m以下と思われる。層状鉄・マンガン酸化物は、厚いところでは30～50cm程度の層厚を持ち赤褐色を呈する。赤褐色部分は3～4層見られ、各々の間には砂質堆積物が挟まれている。

潜水船のマニピュレーターにより鉄・マンガン酸化物の採取を試みた。最初はマニピュレーターでつかもうとしたが潰れてしまい採取に失敗した。次に、マニピュレーターの先端で下からすくうように採取したところ、1層分の鉄・マンガン酸化物の採取に成功した。以上の様に鉄・マンガン酸化物はまだ未固結の状態にある。鉄・マンガン酸化物の分布域は、その周囲の砂質堆積物分布域から数10cm盛り上がった地形であり、また周囲と底質が顕著に異なるので一見してそれと判別がつく。鉄・マンガン酸化物の層は、全体として平たく所々で一番上の層が鱗状に成長した箇所も見られる。亀裂の入っているところもあり、そこ

表2 鉄・マンガン酸化物の化学組成の比較

Dive 405のサンプルの分析は地質調査所、横田節哉氏による

Table. 2 Comparison of the chemical composition of Fe-Mn oxides.

サンプル採取位置	Mn	Fe	Cu	Ni	Co	Zn	Pb
スミスリフト* (Dive 405)	5.88	6.66	108	90	20	315	5
海形海山** (RS16-1)	17.1	4.34	98	295	29	355	29
小笠原海台*** (D845-6)	18.4	18.58	650	2 600	5 300	610	1 500

Mn, Feは%, そのほかは ppm の値である

* 分析は地質調査所横田節哉氏による

** 湯浅・西村(1986)による

*** 臼井ほか(1987)による

で海水の“ゆらぎ”がないか観察したが、そのような事実は無かった。層状鉄・マンガン酸化物分布域では、全般にわたり白い小エビの群棲しているのが観察された。周囲の砂質堆積物上では、小エビはまったく見られず鉄・マンガン酸化物分布域に限って小エビのエサが供給されているのかもしれない。

得られた鉄・マンガン酸化物サンプルについて原子吸光法により化学分析を行った。その結果を第2表に示す。またこの表には、比較のために海形海山斜面で得られた熱水性マンガン酸化物と、小笠原海台で採取された水成マンガンクラストの分析結果を併せて示す。水成の鉄・マンガン酸化物に比べてCu, Ni, Co等が乏しいのが特徴である。Mnは、海形海山のものに比べて1桁少なく、一方FeがむしろMnより多く含まれることも特徴である。

5. 考 察

今回の潜航ルートにそった枕状溶岩の分布は、連続したものではなく、南北に配列するいくつかの小さな高まりからなることが解った。このことは、枕状溶岩が連続した割れ目に沿って噴出したのではなく、南北に配列するいくつかの噴出源に分かれていることを示す。ただ南山と中央山間では、海底地形図および南山北側斜面の枕状溶岩の分布から、両者の溶岩噴出源は相対的に左横ずれ方向にずれている。また中央山と北山間の鞍部で

観察された枕状溶岩の位置は、中央山の軸からやや西側へずれ、また北山の軸も中央山に対して若干西側へずれる。このずれは、南山と中央山間で見られたものと同じずれの方向であり、全体として溶岩噴出源は南から北へ向って西側へずれるものと思われる。このことが、スミスリフト域のテクトニックとどのような関係にあるか、現在のところ不明である。

中央山と北山間の鞍部で観察された層状の鉄・マンガン酸化物の産状は、海形海山の熱水性マンガン酸化物の産状に類似する。また金属元素の化学組成も比較的よく類似する。海形海山が火山フロント上にあり、Dive405地点が背弧凹地内にあるという違いはあるものの、Dive405地点も火山活動域であり、海形海山と同様に低温の熱水活動の可能性は十分考えられる。以上のことから、Dive405で得られた鉄・マンガン酸化物も熱水性のものと考えられる。鉄・マンガン酸化物の層がほとんど未固結であることから、まだ形成されて間もないものと思われる。鉄・マンガン酸化物の層が何層かに分かれているものの全体として厚く、このことは成長の速いことを示しているのかもしれない。鉄・マンガン酸化物分布域だけに白い小エビ群棲が観察され、周囲の砂質堆積物域ではまったく見られないことから、直接海水の“ゆらぎ”は観察されなかったものの、生物の栄養源を供給するような低温の熱水活動が現在も続いていることを示すものではなかろうか。この活動

は、すぐ東側にピロコーン状枕状溶岩があることからその噴出に関連したものであろう。

6. おわりに

スミスリフト域の「しんかい2000」による潜水調査は今回が初めてであり、概査的調査に終始した。いくつかの興味ある観察ポイントがあったものの、一つ一つ時間をかけて観察する余裕がなかったのは残念であり、今後の精査が期待される。現在、採取した岩石試料について分析を行っており、リフト軸沿いの火山活動の岩石学的性質が明らかになると思われる。

最後に、今回の潜航調査に当り船上でお世話になった段野州興司令をはじめとする「しんかい2000」運航チームの方々、および母船「なつしま」の越智貞巳船長を初めとする乗組員の方々に深く感謝致します。海洋科学技術センターの仲二郎博士には、船上で潜航のための便宜をはかっていただき予備知識を与えていただいた。地質調査所海洋地質部の横田節哉技官にはサンプルの分析をしていただいた。また飯笹幸吉技官にはサンプルの処理に当たってたいへんお世話になった。以上の方々に記して感謝致します。

参考文献

- Ballard, R. D. and Moore, J. G., 1977. Photographic Atlas of the Mid-Atlantic Ridge Rift Valley. Springer-Verlag, 114p.
- Brown, G. and Taylor, B., 1988. Sea-floor mapping of the Sumisu Rift, Izu-Ogasawara (Bonin) Island Arc. Bull. Geol. Surv., 39, 23-38.
- 藤岡換太郎, Taylor, B., 西村昭, 小山真人, 海保邦夫, 田崎和江, Janecek, T. 及び第126節乗船研究者一同, 1989. 伊豆・小笠原弧の横断掘削. 地学雑誌, 98, 54-78.
- Murakami, F., 1988. Structural framework of the Sumisu Rift, Izu-Ogasawara Arc. Bull. Geol. Surv., 39, 1-21.
- 村上文敏, 木下泰正, 1987. 御蔵海盆, 中黒瀬及び南須美寿海盆の海底微地形探査. 工業技術院地質調査所, 46-54.
- 浦辺徹郎, Taylor, B., ALVIN 潜航 leg 6 船上研究者, 1988. 小笠原スミス背弧リフト中軸部のシリカチムニーとその鉱床学的意義. 1988年度三鉱学会秋期連合学術講演会講演要旨, 66.
- 白井朗, 西村昭, 湯浅真人, 飯笹幸吉, 1987. 伊豆・小笠原海域 (GH86-1 及び GH86-3 航海) における鉄・マンガン酸化物の産状及び鉱物組成. 工業技術院地質調査所, 97-121.
- Yamazaki, T., 1988. Heat flow in the Sumisu Rift, Izu-Ogasawara (Bonin) Arc. Bull. Geol. Surv., 39, 63-70.
- 湯浅真人, 西村昭, 1986. 伊豆・小笠原南部海域 (GH85-1 及び GH85-3) の鉄・マンガン酸化物. 工業技術院地質調査所, 90-109.

(原稿受理 1990年5月30日)



写真1 Dive 405で得られたサンプル
左：玄武岩質枕状溶岩，中央：変質した玄武岩質溶岩，右：熱水性鉄・マンガン酸化物

Photo. 1 Samples taken during the Dive 405.
Left : Basaltic pillow lava, Center : Altered basaltic lava, Right : Hydrithermal Fe-Mn oxide.



写真2 枕状溶岩のピロー片とピローブレッチャー（南山北東斜面）

Photo. 2 Pillow fragment of pillow lava and Pillow breccia (on the north-east slope of the Minami peak).

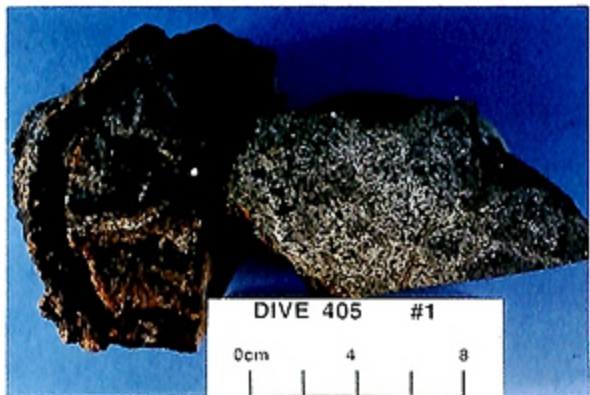


写真3 南山北東斜面で採取された枕状溶岩の表面と断面

Photo. 3 Pillow lava taken on the north-east slope of the Minami peak.

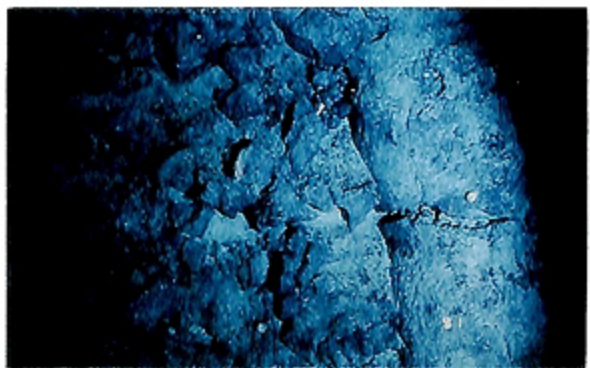


写真4 Elongate Pillow の表面形態を持つ枕状溶岩（南山北側斜面）

Photo. 4 Pillow lava with a surface feature of Elongate Pillow (on the north slope of the Minami peak).

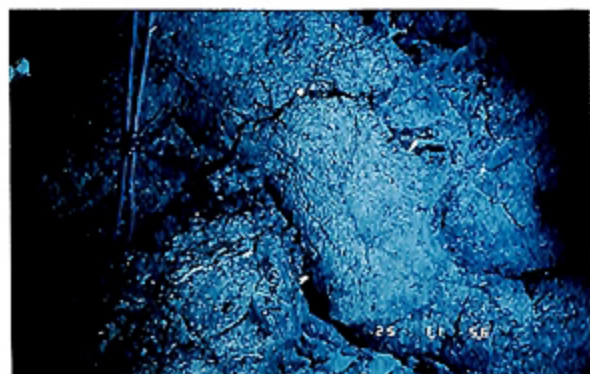


写真 5 Elongate Pillow の表面形態を持つ枕状溶岩
(南山北側斜面)

Photo. 5 Pillow lava with a surface feature of Elongate Pillow (on the north slope of the Minami peak).

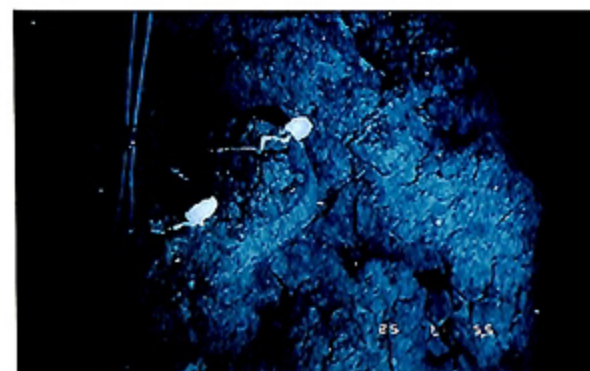


写真 6 Bulbous Pillow の表面形態を持つ枕状溶岩
(南山北側斜面)

Photo. 6 Pillow lava with a surface feature of Bulbous Pillow (on the north slope of the Minami peak).

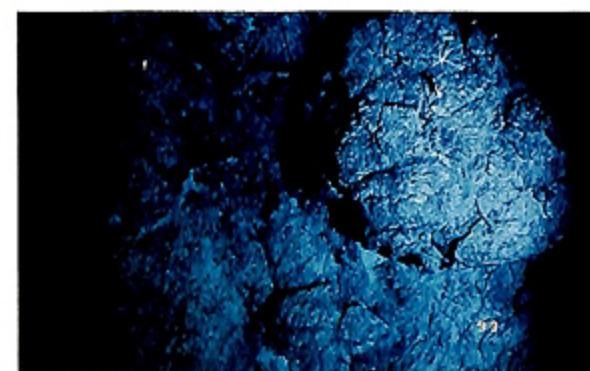


写真 7 Bulbous Pillow の表面形態を持つ枕状溶岩
(南山北側斜面)

Photo. 7 Pillow lava with a surface feature of Bulbous Pillow (on the north slope of the Minami peak).



写真 8 中央山尾根上で採取された変質した玄武岩質
溶岩の表面と断面

Photo. 8 Altered basaltic lava taken on the ridge of the Chuou peak.

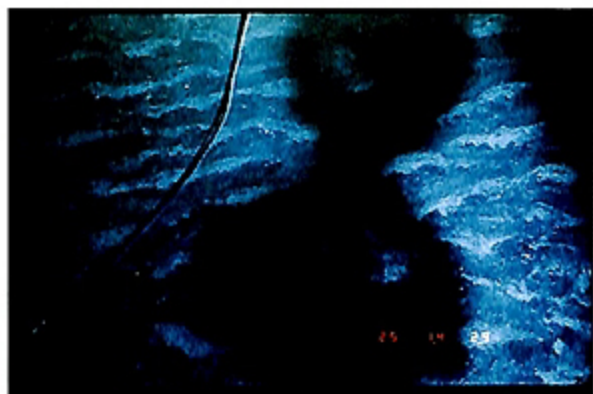


写真9 砂質堆積物とリップルマーク（中央山ー北山間の鞍部）

Caption of Figures and Table

Photo. 9 Sandy sediments and Ripple marks (on the saddle between the Chuou peak and the Kita peak) .

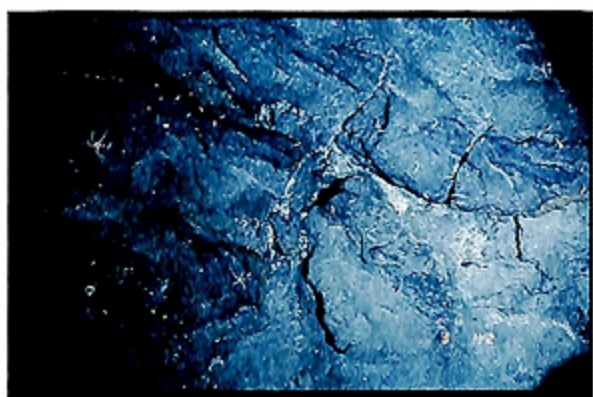


写真10 層状の鉄・マンガン酸化物（中央山ー北山間の鞍部）

表面に見える白い生物は群生する白小エビ

Photo. 10 Stratified Fe-Mn oxides (on the saddle between the Chuou peak and the Kita peak) .
White grains are shrimp.

Photo. 10 Sandy sediments and Ripple marks (on the saddle between the Chuou peak and the Kita peak) .