

が、いずれも海山、海丘群、あるいはそれらの急傾斜部分に対応している。

海域南部では、 $21^{\circ} 2' S \cdot 176^{\circ} 38'$ 付近、 $21^{\circ} 24' S \cdot 176^{\circ} 49'$ 付近の露岩部、あるいは海域南端の拡大軸の西側に分布する比較的広範囲の露岩域が認められるが、それらはいずれも海山、海丘群に対応している。

海域南部と比較して、海域北部に分布する海山、海丘群には、濃度の濃い部分があり認められず、広く堆積物に覆われていると考えられる。

また、堆積物の卓越する部分において、拡大軸の西側と東側とで比較すると、西側で濃淡の細かい変化が認められる。これは地形の細かい起伏の複雑さを反映したものである。

(3) nSBP 調査

nSBPは主として、海底面下比較的浅い部分（数10m程度）の堆積物の堆積状況や反射記録から断層や褶曲など地形・地質構造の把握に有効な調査手段である。したがって地形が比較的平坦で、対象とする海域が層構造を形成している場合は威力を発揮するものである。

nSBPは使用する周波数が3.5kHzと他の音響探査機器に比べて低く、このため海底面下での探査深度は他に比べて優れているが、低周波数の性質及び機器設計の技術上の問題から、発振ビーム角度が大きくなり、得られた記録は必ずしも海底面直下の情報を表しているとは言えないという問題が指摘されていた。

これを用いた調査は、本来マンガン海域のような、地形の平坦な海域で行うべきものであるが、本船には平成5年度に発信ビーム角度の狭いnSBPが搭載されており、当海域のようないわゆる火山・山岳地帯、熱水鉱床対象海域での利用の可能性を検証するため、全測線にわたってデータを取得し適用性の検討を主眼に処理・解析を行った。

1) データ取得、処理方法

データ取得はシングルモード、4パルスに設定して船速10ノットで、地形航走と同時にを行った。水深が2,000m前後と比較的浅いため、特に送信信号の強度やパルス数などのシステムパラメータを調整することもなく、全海域においてS/N比の良好なデータが得られた。なお、ビーム角度の関係から地形の傾斜が 4° を超える場合は反射は記録されず、特に対象海域の西側に広がる山地形部では記録はほとんど得られていない。

データの処理については、まずnSBPの記録を当海域で見られるいくつかの典型的なタイプを定義し、これにしたがって記録紙より航走1分毎にタイプを読み取り分類を行い、地形航走測線上にそのタイプを描き、タイプの分布状況の平面図を作成した。なお地形とタイプ分布の対応をみるため、分布図は地形の等高線を重ねて描いた。

平面図作成に当たっては、測線間隔、船速を考慮し、1点のデータ（1分毎の）が東西130m、南北1,200mの範囲を代表するものと仮定して、この範囲の矩形を設定、各タイプ

毎に色分けを行った。

分類タイプの定義は主に、①海底面の反射が捕らえられているか、②層構造がみられるか、また各層間の反射強度（透明か半透明か）、③地形の変化、などに注目して行った。なおこの分類は、nSBPの記録が一部をのぞいて従来のSBPの記録とは大きく異なるため、SBPのタイプの定義とは独立して行った。分類結果は図3-4-4に示す。

なお当海域の特に西部は記録からの判定が困難なところが多く、細かな分類のタイプは設定できず以下の4種類とした。各タイプの代表的な記録の例を図3-4-5に示す。

タイプA：海底面は良好に捕らえられており、その下部に明瞭な複数（3～6層）の層構造が見られる。層間は主として半透明層からなるが、一部では反射記録のない、いわゆる透明層を形成しているのを特徴とするパターン。記録幅（透入深度）20m以上のもの。

タイプB：海底面は明瞭で、透明層・半透明層の2～3層構造を示す。基本的にはタイプAと同様のパターンであるが記録幅が20m以下のもの。層間は半透明層が主で、透明層はほとんどみられない。各層の厚さはA、Bとも容易に判定可能で5～10m程度である。

タイプC：海底面は比較的明瞭でその下部に透明層、半透明層の層構造が見られないもの。なおこのタイプは記録からの判定困難なものも多く、不透明層が明瞭なものから半透明層に相当するものを含む場合もある。特に傾斜地でこのパターンが多く、地形の傾斜による反射信号の弱化により一層判定が困難となる場合が多い。

タイプT：明瞭な海底面のみのパターンでその厚さが比較的厚いもの（5m程度）、強い反射記録を示しており、下部は記録上透明となっている。緩傾斜の斜面に多くみられる。

タイプM：記録が不鮮明で分類が困難なもの、または急傾斜等のため全く記録が取れていないもの（欠測）ないもの。

2) nSBPタイプ分布・考察

タイプ分布図を概観すると、当海域ほぼ中央部を南北に走る拡大軸の東と西で分布の様子が大きく別れる。すなわち、東側ではA、B、及びTタイプが卓越し、西側ではC及びMタイプが大部分を占める。この分布の形態は、拡大軸の東側が平坦で西側は比較的複雑な山地形を形成する、当海域の地形の形状と対応される。したがって、得られたタイプ分布図は、全体としてみると基本的には地形形状を反映したものとなっており、平面的にはnSBPの有する探査能力を示したものではない。しかしながら、海域東部の平坦地では測線記録から非常に細かな層構造が得られており、堆積物の分布状況把握には有効なデータとなっている。なお詳細にみると、西側の山岳部でも一部にAまたはBタイプの分布が

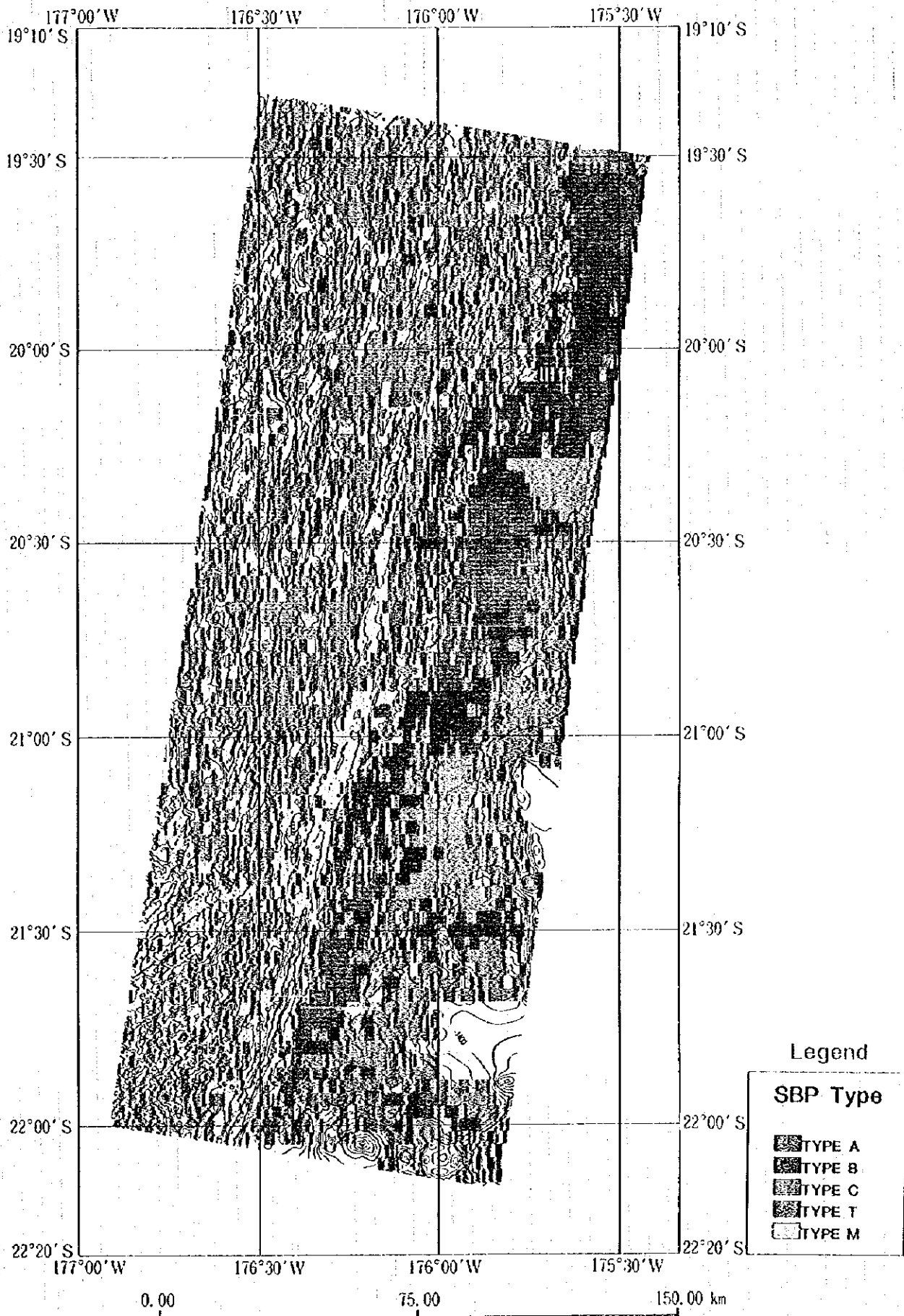
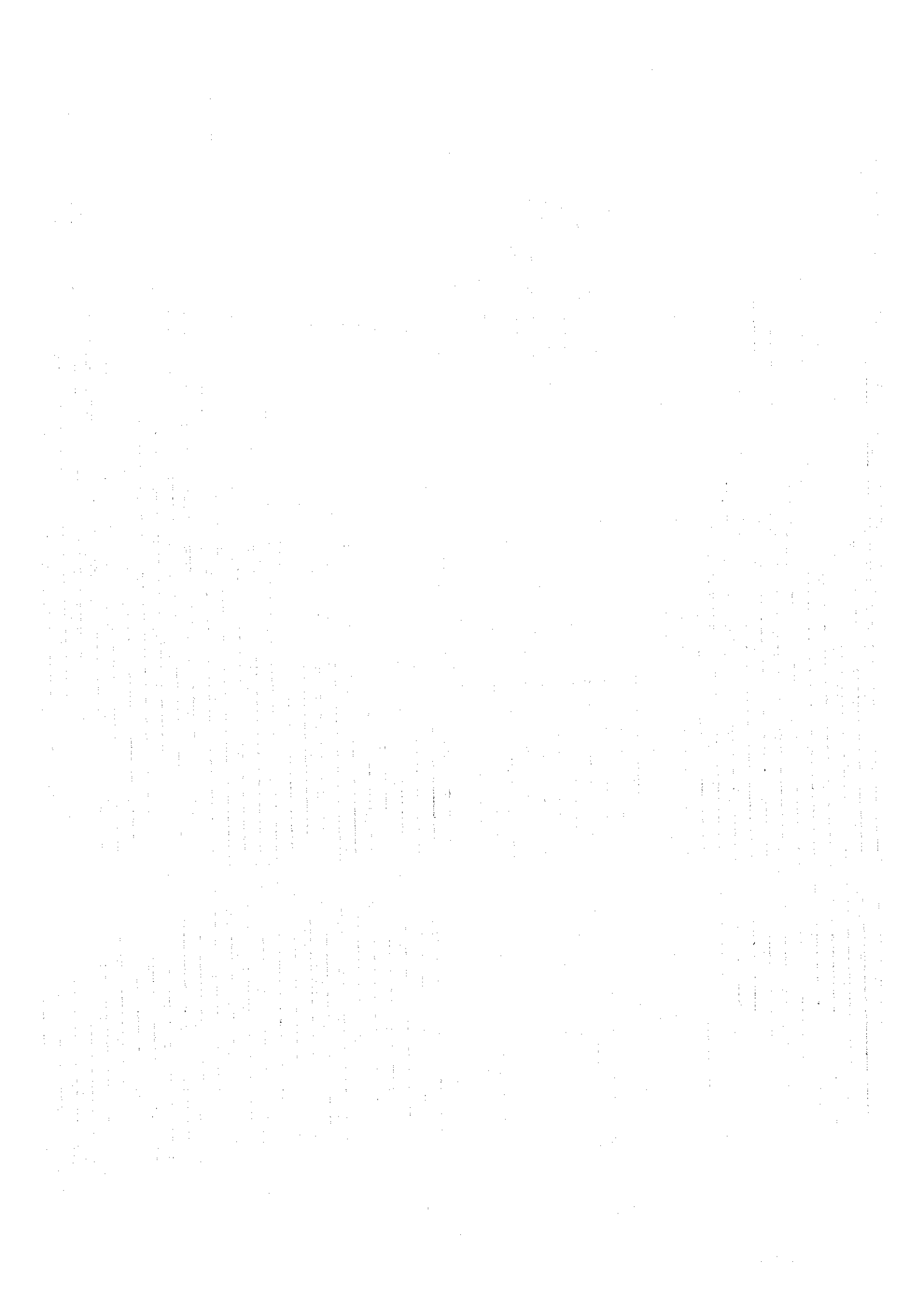
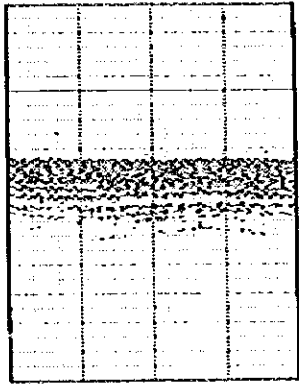
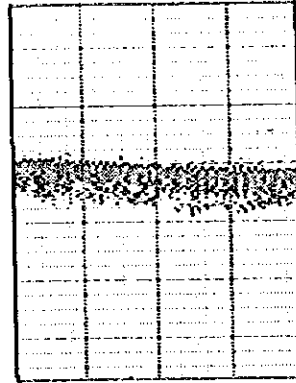


図 3 - 4 - 4 nSBPタイプ分布図





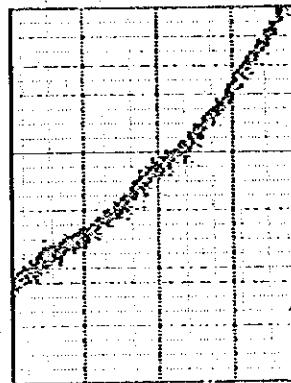
タイプA



タイプB



タイプC



タイプD

図3-4-5 nSBPタイプ記録例

みられる。これらは堆積物の分布を示すものと思われ、全面山地形の場合でもビーム角度が小さいことによって、狭い範囲に点在する堆積物の分布域を把握することが可能となっている。いかえれば平面的な分解能は優れているといえよう。

次にMBES音響イメージ図との対比について検討する。音響イメージ図では大局的には海域中央部の拡大軸を境として、東と西でその濃淡分布が明らかに異なっている。すなわち東側では、その大部分は非常に均質で変化の少ない、フラットな濃淡の分布として特徴づけられ、西側では音圧強度は大きく変わらないものの、濃淡分布は複雑な様相を呈している。これらは海底面の複雑な凹凸やテクスチャーの変化を示したものと考えられる。この状況はnSBPのパターン分布と一致している。すなわち東側は平坦で堆積物の分布を示すA、Bタイプの分布と、西側では複雑な凹凸を反映したと考えられるCタイプの分布域とそれぞれ整合的である。

また、海域北東部のパターンAを示す海域においてLCでのサンプリングを実施した結果、約2.5mの堆積物のコアが得られ、褐色粘土中に10数層の火山性砂質堆積物が挟在しているのが観察された。この地点におけるnSBP記録では6~7層の層構造を示し、最下部までの厚さは約30mである。第1層は半透明層から成っている。堆積物の粒度などが均質であれば反射面は形成されず透明層となるが、このコアの状況から、粘土層中の多くの砂層が複雑な反射面を形成し、その結果反射記録では半透明層として表われたと考えられる。海域東側に広く分布するA、Bタイプの分布域は上層は大部分半透明層から成り、いずれも同様の堆積状況と推察される。

海底熱水鉱床は海底火山や拡大軸の存在するいわゆる火山地帯に多く胚胎するものであり、探査の観点からは、このような海域では精度の高いデータが得にくい、もしくは全く得られないnSBP調査は直接的な探査手段とはなりがたい。しかしながら、堆積物の分布や層構造を明瞭に把握できるという特質は、サンプリング位置の検討や広域的な火山活動の背景を知る上で有効であり、熱水鉱床探査の補助的な手段として活用されるべきであろう。

4章 鉱床調査

4-1 概要

調査海域南端部及び隣接南方域では、いくつかの熱水鉱床及び活動的なチムニーなどが発見されている (Y. Fouquet, et al (1993))。これらはいずれも、拡大軸である海嶺頂部で確認されている。

MBES音響イメージ図における反射音圧の高い部分は、岩石が露出している箇所であり、最も新しい火山岩が分布する地域であると考えられる。調査海域では、海域中央を縦断する拡大軸部（海嶺及び地溝）、拡大軸周辺の断層崖、海域東部の海丘、海域西部の地塁や海丘などが、この地域に相当する。

上述の既知鉱床は拡大軸部に存在し現在も活動的であることから、新しい火山岩が分布する地域、特に拡大軸部にある程度限定して鉱床調査を実施した。この際、特徴的な地質構造が認められる場所を探査ターゲットとした。また、地域性も考慮してなるべく調査海域全体に調査地点が行き渡るようにした。

鉱床調査で実施した調査は、FDC調査、SSS調査、LC・FPG・CBの各サンプリングである。まず最初に直接海底を観察して、火山噴出物や泥質堆積物の形態及び地質構造の特徴を把握し、かつ、鉱徴及び鉱床を発見する目的でFDC調査を実施した。また、海底微地形等の把握を目的として補完的にSSS調査を実施した。その後、FDC観察結果、MBES音響調査などに基づいて各サンプリングを実施した。図4-1-1に鉱床調査位置図の範囲を、図4-1-2(1)~(4)に鉱床調査位置を示す。

FDC調査では、海域中央部の地溝をなす拡大軸部と重複拡大軸部、中央部から南部にかけての海嶺をなす拡大軸部を重点的に観察した。これ以外に、海域南部の拡大軸東方の海丘列、南西端部の山地部でも観察を行った。

SSS調査では、海域中央部の地溝をなす拡大軸部と重複拡大軸部において微地形を把握し、地質構造との関連を検討した。その後のFDC調査により、SSSイメージと実際の海底地形、表層地質との整合性が検証された。

LCのサンプリングでは、基本的には泥質堆積物を採取し、地化学探査として利用できるような基礎データを取得することを目的とする。海域北部では地溝をなす拡大軸部とその東方域で、中央北部では地溝をなす拡大軸部でサンプリングを実施した。中央南部では、拡大軸が形成する海嶺を横断して、地塁部と地溝部でサンプリングを実施した。

FPGのサンプリングでは、海域南端部の特徴的な地形を示す地点で溶岩を採取することを目的とする。急峻な海嶺をなす拡大軸部、拡大軸西方の山地部、拡大軸東方の海丘列部でサンプリングを実施した。

CBのサンプリングでは、主に拡大軸部の溶岩を採取することを目的とする。海域北部を中

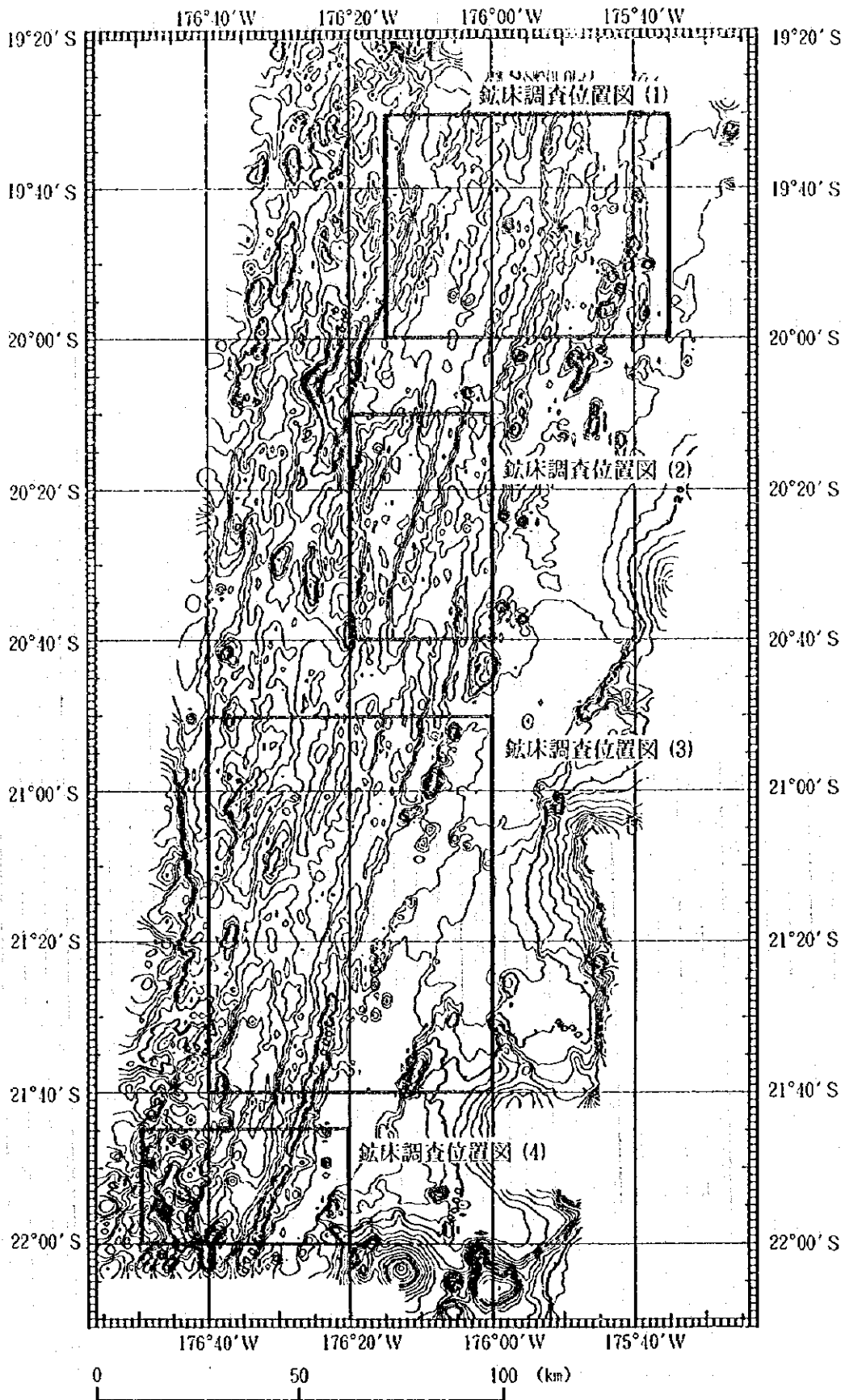


図 4 - 1 - 1 鉾床調査位置図の範囲図

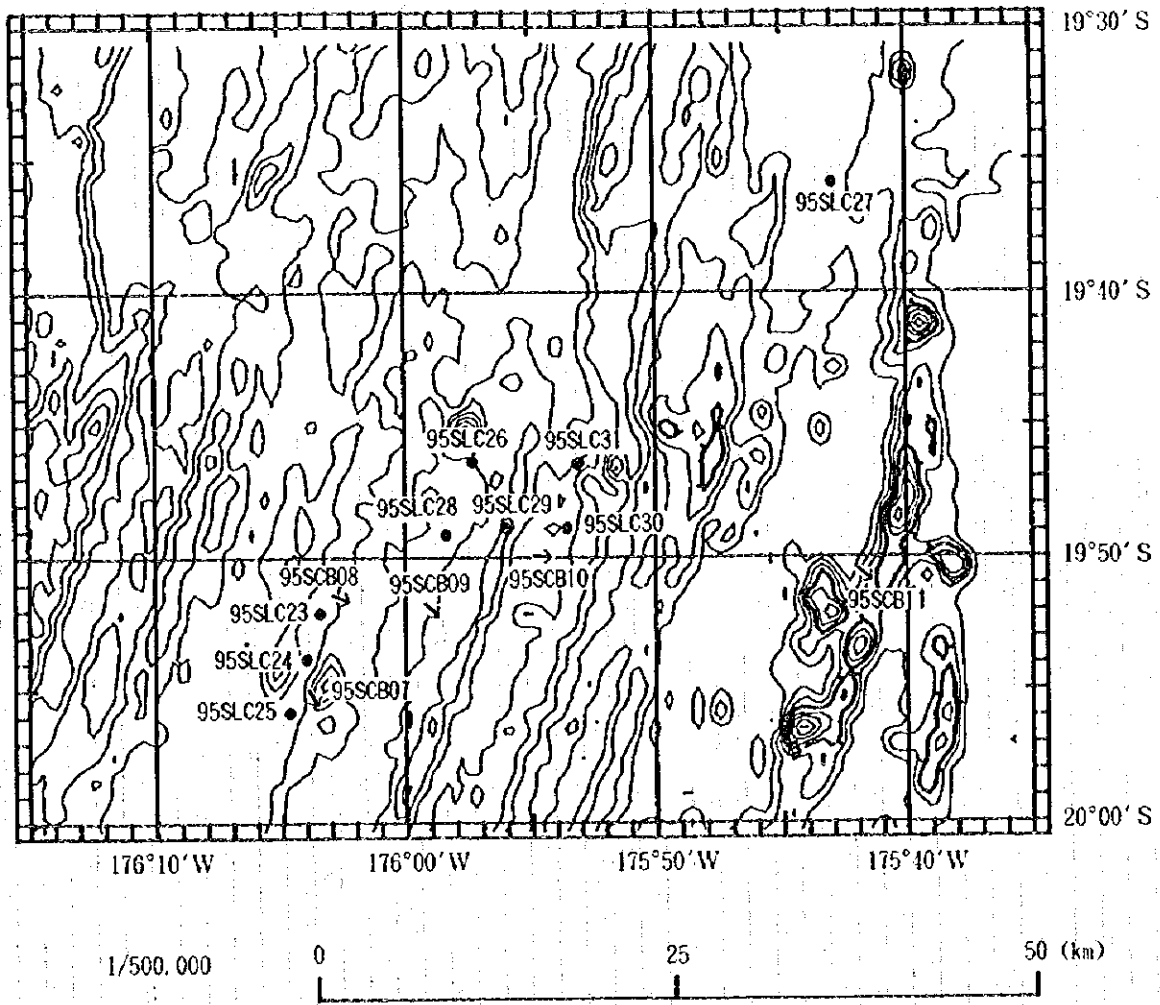


図 4 - 1 - 2 (1) 鈳床調査位置図

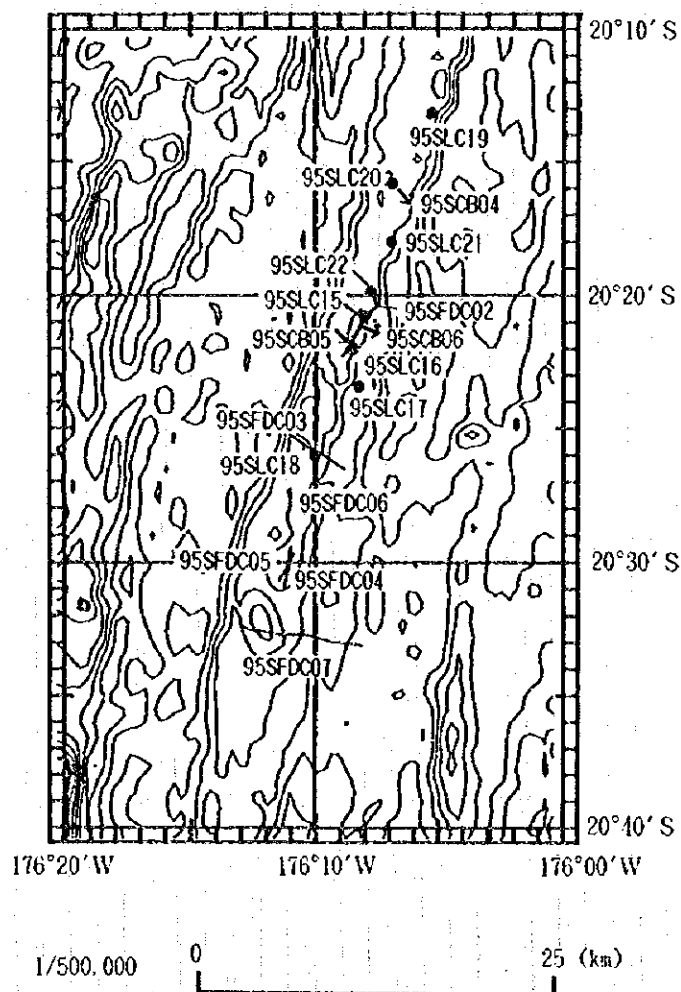


図 4 - 1 - 2 (2) 鉍床調査位置図

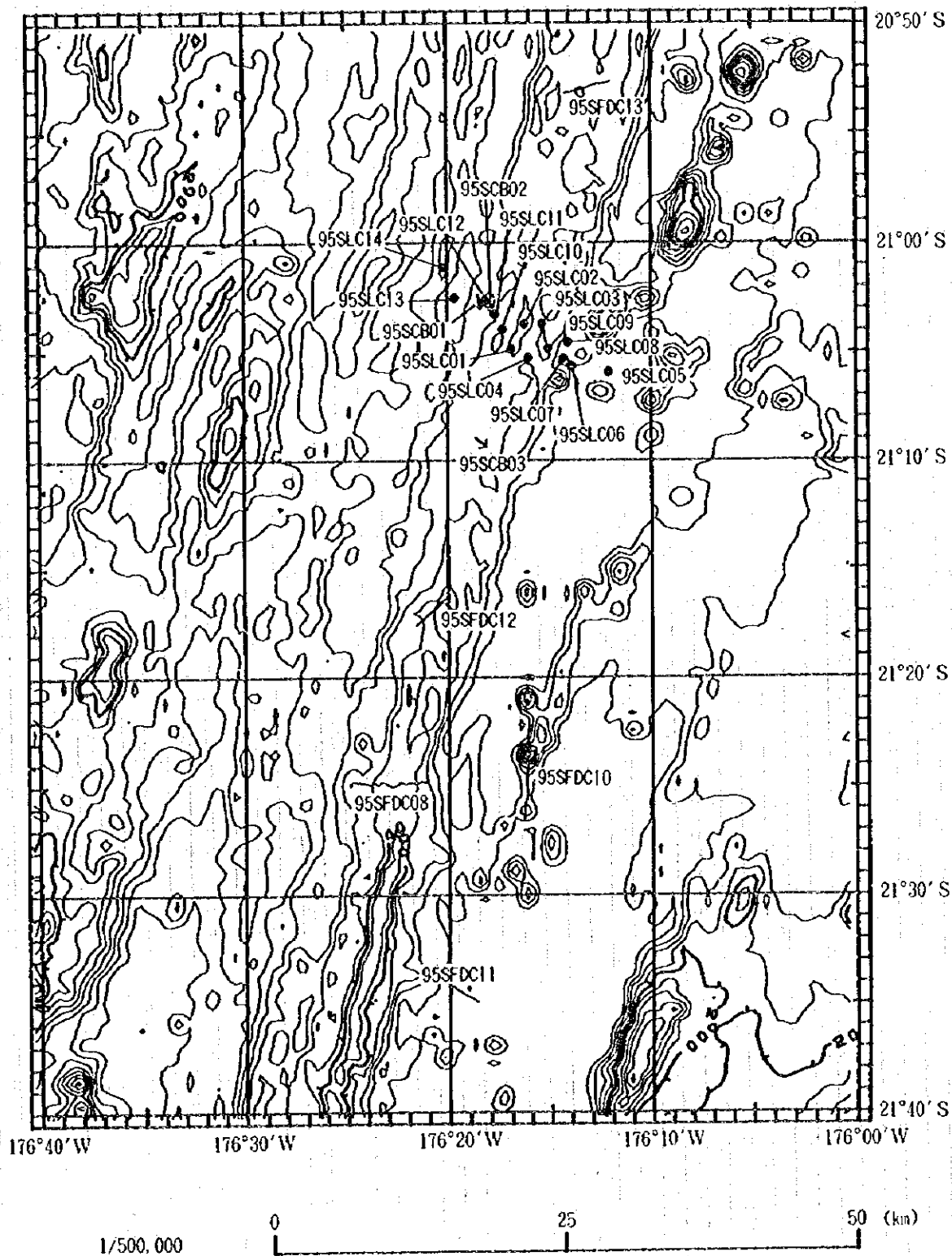


図 4 - 1 - 2 (3) 磁床調査位置図

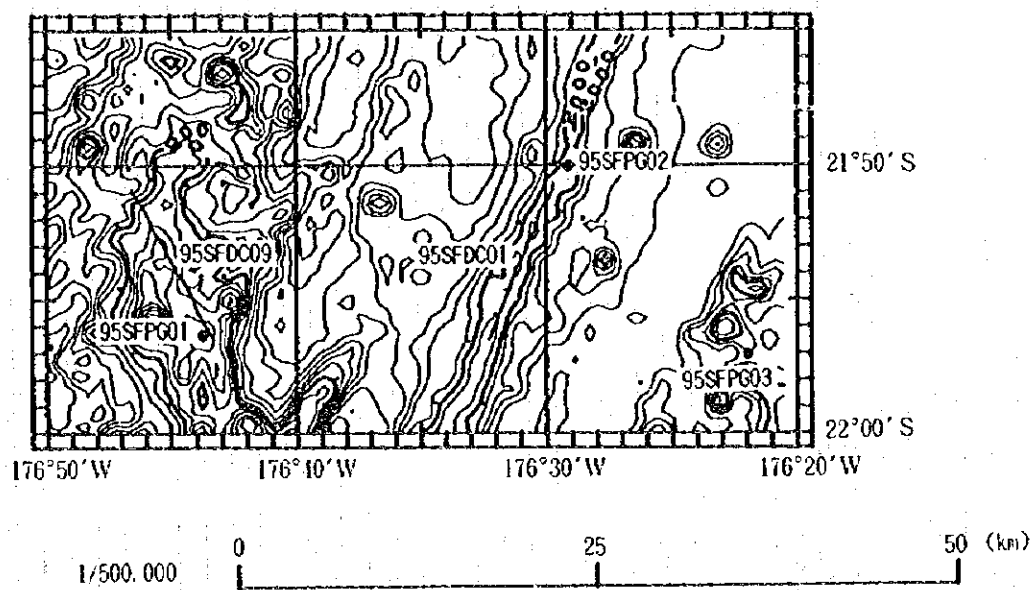


図 4 - 1 - 2 (4) 鋇床調査位置図

心に、MBES音響調査結果に基づく露岩部でサンプリングを実施した。

4-2 SSS調査

海底微地形及び堆積物の分布状況を把握することを主眼として、露岩、断裂帯が発達し、なおかつ熱水活動の存在が期待される、海域中央部の重複拡大軸付近を対象として、3測線設定して行った。なお、測線設定ではMBES音圧の反射が強い部分（露岩と推定される部分）も考慮した。SSS測線位置とそのイメージ図を図4-2-1(1)~(3)に示す。

調査結果では、各測線で海底の詳細な状況を示すいくつかの特徴的な記録が得られた。代表的なものとして大小の断層構造、断裂帯を示すもの、広範囲の露岩域を反映する反射強度の非常に強い記録、マウンド状構造を示すものさらに熱水活動の徴候であるブリュームによると思われるものなどである。これらにより対象海域での詳細な地形構造が得られ、熱水活動の場を考える上で重要な資料となった。

各測線についての結果を以下に述べる。

(1) 95SSSS01測線

20° 17' S, 20° 22' S, 20° 29' S付近に断層と思われる記録が、また20° 20' S付近に凹地（約φ220m）の中に約φ50mの露頭と思われる記録が得られた。全体的に中軸谷斜面に強い反射が認められ、岩盤の露出を示していると考えられる記録が得られた。しかしながら、FDC調査では比較的堆積物が多く、顕著な岩石の露出は観察されていない。

(2) 95SSSS02測線

本測線は重複拡大軸を横断する形でほぼ東西方向に設定された。断層帯、断層と思われる記録が卓越している。また、ブリュームの影響と思われる記録が20° 26' S~20° 28' S, 20° 31' S, 20° 33' S, 20° 35' S付近で観察された。また、20° 26' S付近では凹地（φ50~80m）によると思われる記録が得られている。FDC観察でも、断裂帯の発達を観察されたが、熱水活動の徴候は観察されていない。

(3) 95SSSS03測線

広範囲に断層帯、断層と思われる記録が観測された。また、ブリュームによると思われる記録が20° 20' S, 20° 21' S, 20° 22' S, 20° 30' S付近に見られるが、FDC観察では、堆積物が薄く覆い岩盤の露出は悪く熱水活動の徴候は検出されていない。

SSS-01

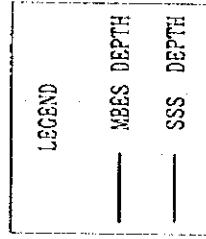
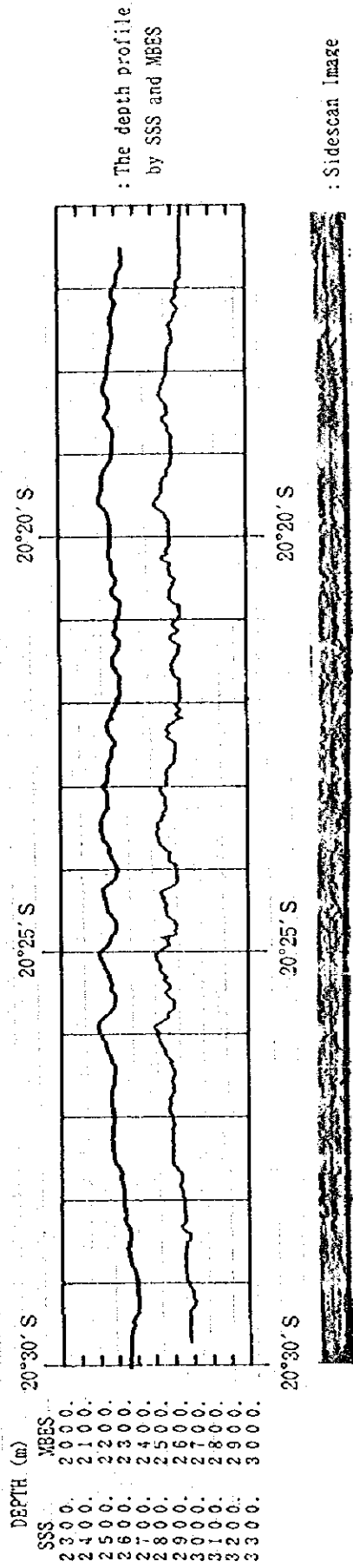
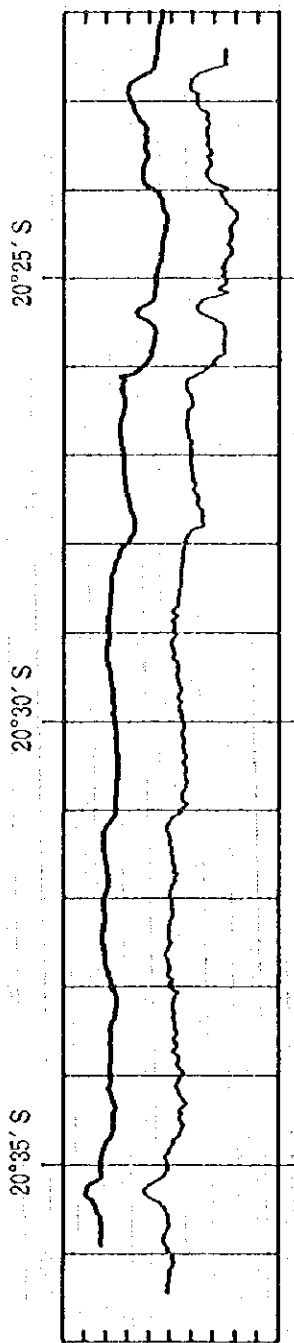


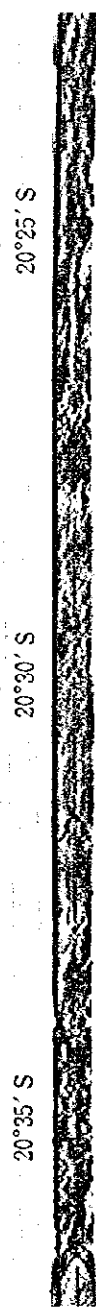
图 4-2-1(1) SSS 解析图

SSS--02

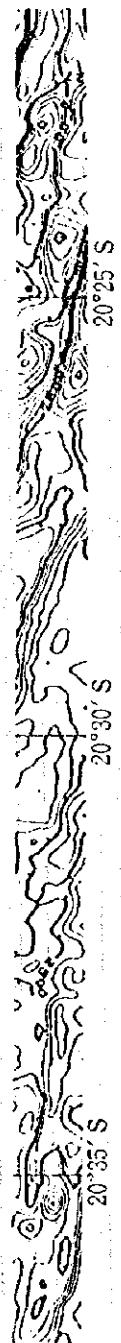
DEPTH (m)
 SSS MBES
 2300. 2000.
 2400. 2100.
 2500. 2200.
 2600. 2300.
 2700. 2400.
 2800. 2500.
 2900. 2600.
 3000. 2700.
 3100. 2800.
 3200. 2900.
 3300. 3000.



: The depth profile
 by SSS and MBES



: Sidescan image



: Bathymetric map
 based on MBES

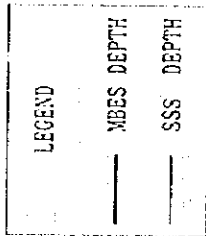


图 4-2-1 (2) SSS 解析图

SSS-03

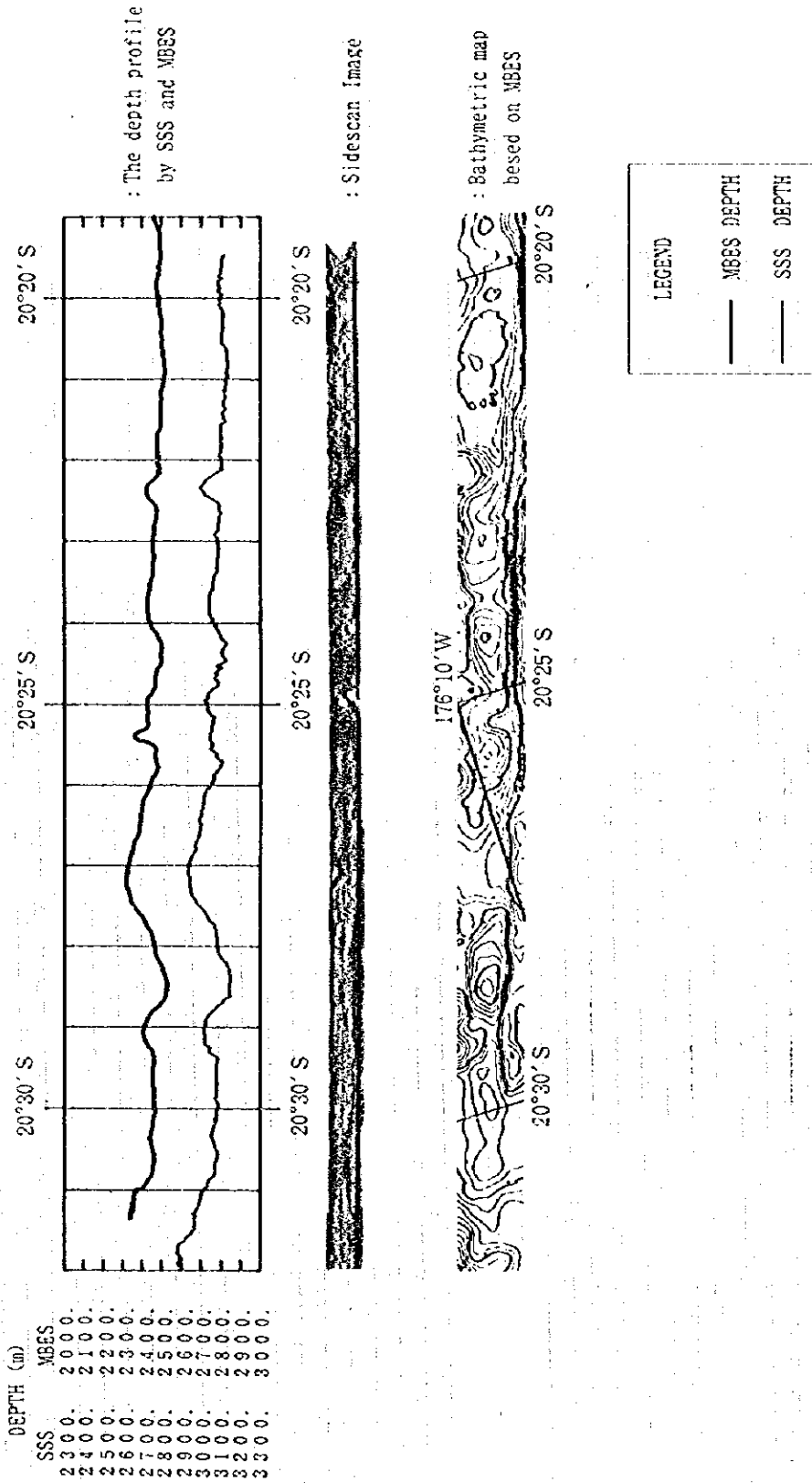


图 4-2-1 (3) SSS 解析图

4-3 F D C 調査

F D C 調査の目的は、海底地質及び地質構造を観察するとともに、熱水鉱床を発見することである。海底地形図、M B E S 音響イメージ図、S S S イメージ図を基にして、調査海域で最も重要な地質構造であり、熱水鉱床の賦存が期待されるラウ海盆の拡大軸部において重点的に F D C 調査を実施した。この他に、構造的に特徴のある海山及び海丘において調査を実施した。調査では搭載カメラによるリアルタイムでの海底観察に加え、カラー写真の撮影及びカラー V T R の録画を行った。

F D C 調査測線数は、構造区 C で 6 測線、D で 4 測線、E で 3 測線、計 13 測線である（図 3-4-2、図 4-1-2(2)~(4)）。

調査の結果、熱水活動や熱水鉱床及びその徴候を発見することはできなかった。徴候として、黄色沈殿物を 7 箇所、茶褐色沈殿物を 1 箇所、黒色沈殿物を 10 箇所、白色沈殿物を 3 箇所を確認した。しかし、いずれも局所的な分布を示し、熱水鉱床の存在を積極的に指示するような徴候とは考えられない。その他に、熱水活動域によく見られるシロウリガイの個体を 2 箇所、シンカイコシオリエビの個体を 2 箇所を観察した。しかし、これらも熱水活動の存在を示唆するものと考えられない。なお、水温異常は 17 箇所を観測された。

図 4-1-2(2)~(4)に F D C 調査の実施位置、図 4-3-1(1)~(4)に代表的な写真、付帯資料第 5 図(1)~(13)にルートマップ、付帯資料第 1 表に調査結果一覧表を示す。

以下に、各測線毎に観察結果をまとめる。

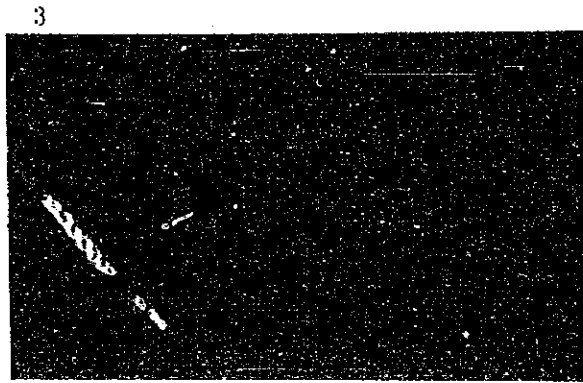
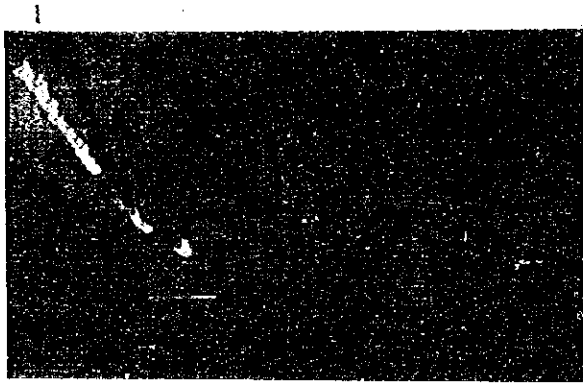
1) 94SFDC01 (図 4-1-2(4)参照)

構造区 E の南部に存在する既知鉱床を確認し、最も新しい火山岩が分布する拡大軸部の地質状況を観察する目的で実施した。測線は海嶺をなす拡大軸頂部の尾根沿いに位置する。曳航方向は拡大軸に平行な北北東から南南西であり、観察距離は 6.2 マイルである。

測線北部ではスラグ状のアア溶岩に富み、南部では枕状溶岩に富む。南部の尾根がやや平頂な部分では、枕状角礫岩が卓越する。同部では開口幅 1~3 m の割れ目が発達しており、割れ目間の側壁は 1~3 m 大の枕状溶岩からなる。また、パホイホイ溶岩が 2 箇所を観察された。中部~北部のアア溶岩からなる地形的高まり部では、崖が発達する。

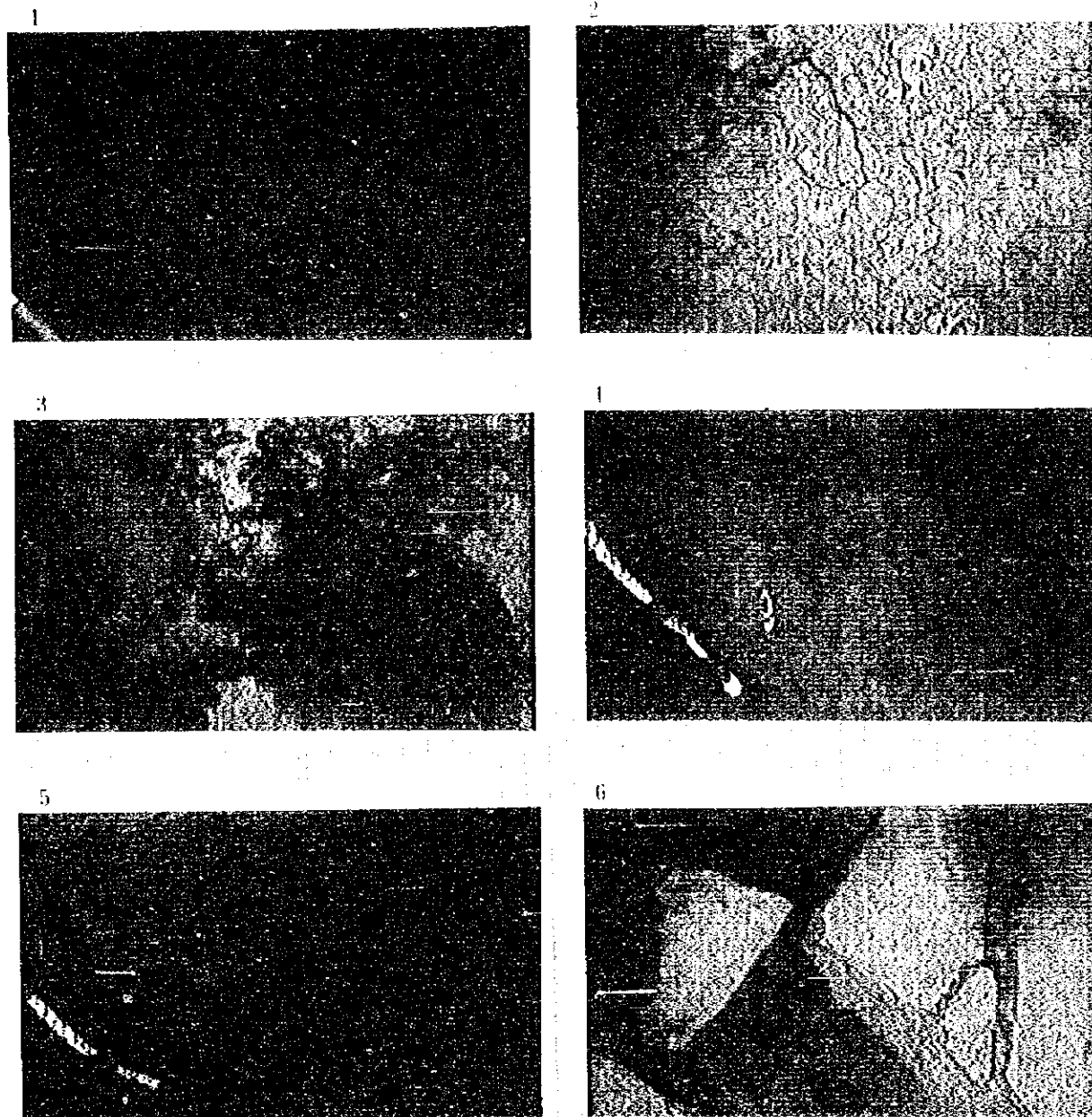
堆積物が溶岩を全体的に薄く覆っているが、堆積物下の溶岩形状は確認できる。堆積物の厚さは、薄いところで 1 cm 以下、厚いところでも 10 cm 以下である。測線は地形的に尾根部に位置しており、溶岩が非常に新しいにもかかわらず、この程度の厚さの堆積物が存在する。堆積物の厚さは地形や溶岩形態などに対応して漸移的に変化するのではなく、溶岩ユニット間で明瞭に変化する。

徴候として、酸化鉄と推定される黄色~褐色物が 3 箇所、黒色マンガン酸化物が 3 箇所を観察された。ホワイトチャーチと呼ばれる既知鉱床（マンガンチムニー、硫化物と重晶石



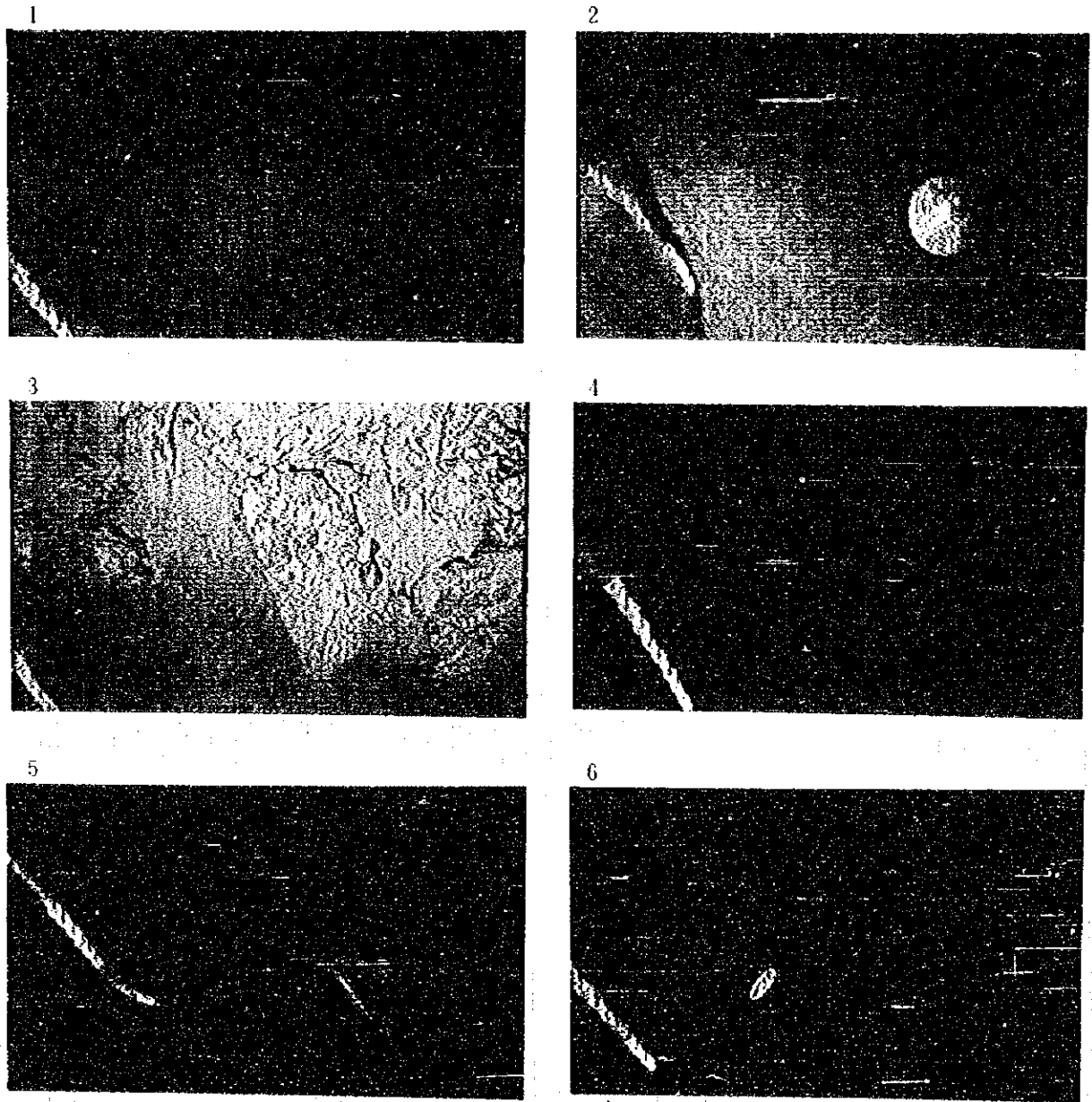
- | | |
|------------|--|
| 1. 柱状溶岩 | (95SFDC13 20°53.10' S, 176°13.19' W, 2.169m) |
| 2. 柱状溶岩 | (95SFDC08 21°21.83' S, 176°23.33' W, 2.085m) |
| 3. 角峰状溶岩 | (95SFDC02 20°22.12' S, 176°08.77' W, 2.770m) |
| 4. アア溶岩 | (95SFDC01 21°50.60' S, 176°29.76' W, 1.987m) |
| 5. パホイホイ溶岩 | (95SFDC13 20°52.95' S, 176°12.99' W, 2.227m) |
| 6. パホイホイ溶岩 | (95SFDC13 20°52.95' S, 176°12.99' W, 2.227m) |

図 4 - 3 - 1 (1) F D C 観察写真



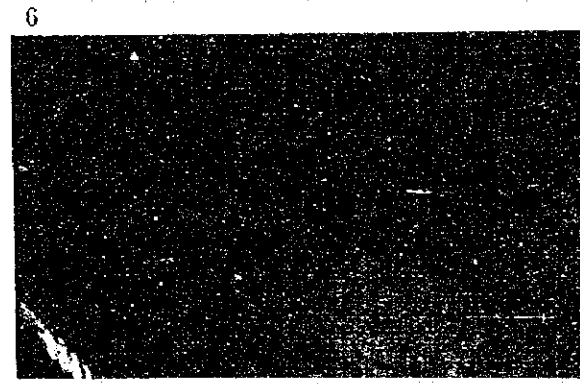
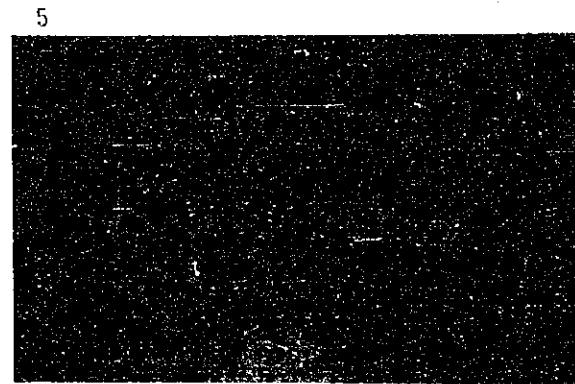
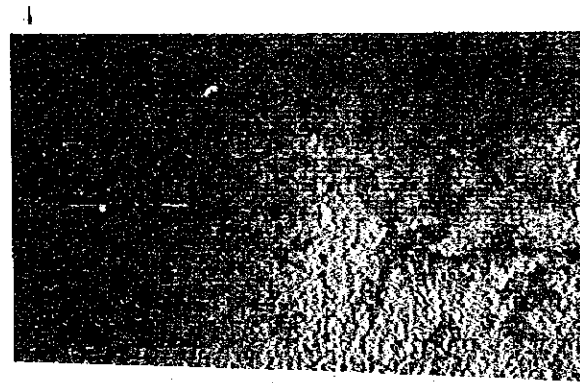
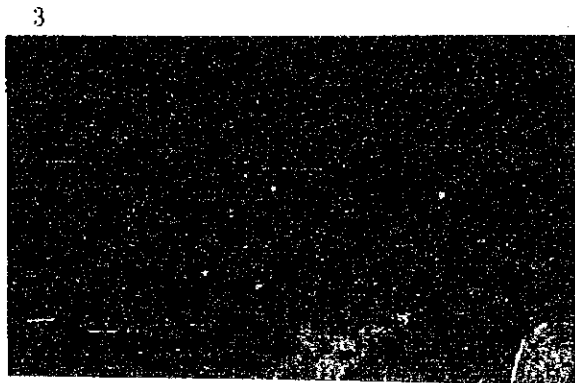
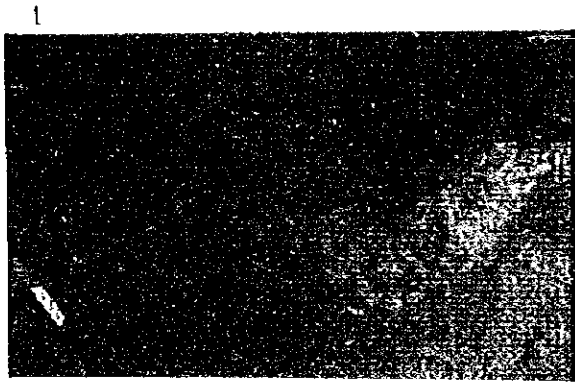
- | | |
|--------------|--|
| 1. シート状溶岩 | (95SFDC12 21°17.13' S, 176°20.83' W, 2.076m) |
| 2. 庄鐘堆積物 | (95SFDC01 21°51.65' S, 176°30.30' W, 1.812m) |
| 3. 黒色ガラスの堆積物 | (95SFDC09 21°52.76' S, 176°45.52' W, 1.736m) |
| 4. 陥没ピット | (95SFDC13 20°52.93' S, 176°12.95' W, 2.224m) |
| 5. 開口性の割れ目 | (95SFDC02 20°21.12' S, 176°08.20' W, 2.792m) |
| 6. 開口性の割れ目 | (95SFDC02 20°22.23' S, 176°08.91' W, 2.653m) |

図 4 - 3 - 1 (2) FDC 観察写真



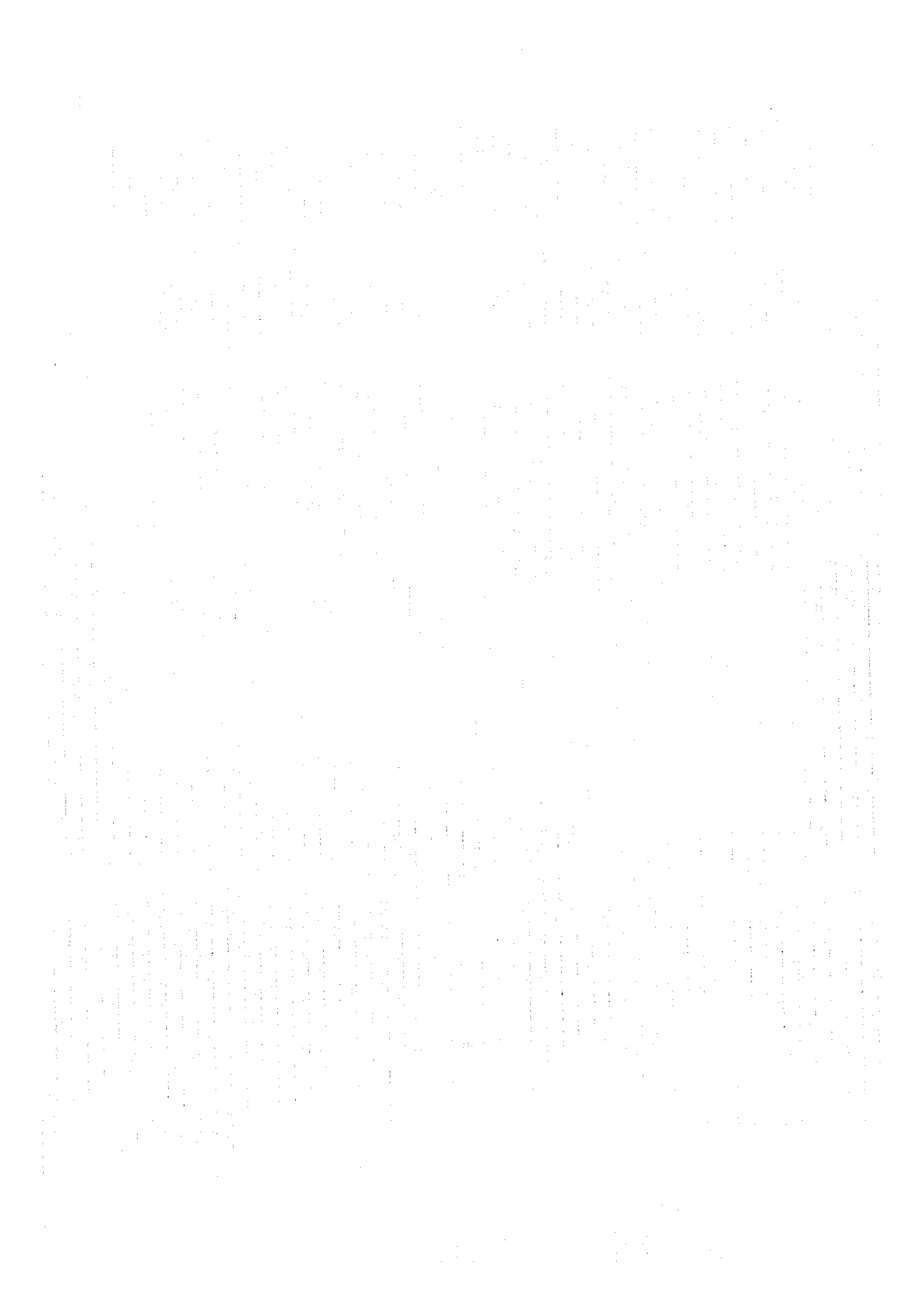
- | | |
|---|--|
| 1. エビ | (95SFDC10 21°23.68' S, 176°16.07' W, 1.781m) |
| 2. ヤウラウニ? | (95SFDC08 21°21.78' S, 176°21.11' W, 2.079m) |
| 3. 魚類 | (95SFDC01 21°51.21' S, 176°30.01' W, 1.883m) |
| 4. イバラヒゲ?
(<i>Coryphaenoides acrolepis?</i>) | (95SFDC10 21°21.07' S, 176°16.20' W, 2.075m) |
| 5. シンカイエソ (<i>Bathysaurus?</i>) | (95SFDC11 21°31.17' S, 176°19.73' W, 2.471m) |
| 6. シロウリガイ?
(<i>Calyplogena magnifica?</i>) | (95SFDC01 20°30.01' S, 176°11.01' W, 2.753m) |

図 4 - 3 - 1 (3) F D C 観察写真



- | | |
|----------------|--|
| 1. マンガン酸化物と酸化鉄 | (95SFDC01 21°53.61' S, 176°31.16' W, 1.791m) |
| 2. マンガン酸化物 | (95SFDC01 21°53.89' S, 176°31.33' W, 1.815m) |
| 3. 酸化鉄と白色物 | (95SFDC01 21°51.99' S, 176°31.75' W, 1.895m) |
| 4. 黄色酸化鉄 | (95SFDC01 21°56.16' S, 176°32.23' W, 1.836m) |
| 5. 白色物 | (95SFDC12 21°17.10' S, 176°21.17' W, 2.097m) |
| 6. 赤褐色沈殿物 | (95SFDC12 21°17.32' S, 176°21.10' W, 2.071m) |

図 4 - 3 - 1 (4) F D C 観察写真



のチムニー及びマウンド)は確認できなかった。

2) 95SFDC02 (図4-1-2(2)参照)

構造区C中央部の拡大軸部において、SSS調査結果でマウンド状の地形を示唆するイメージが得られた地区で実施した。測線は地溝をなす拡大軸部の谷部に位置する。曳航方向は拡大軸にやや斜交する北東から南西で、観察距離は2.4マイルである。

全体的に堆積物がやや厚く、厚さは数cm~数10cmである。測線北部では堆積物が厚く、露岩はあまり見られない。中央部~中央南部では枕状溶岩及び枕状角礫岩が卓越する。南端部の台地状部の頂部ではシート状溶岩が認められる。

全般に開口性の割れ目が発達し、開口幅は数cm~数mと様々である。メートルオーダーの割れ目では、深さが10m以上に及ぶものがある。

鉱徴として、測線北部で黄褐色酸化物と黒色マンガン酸化物が散点的に観察された。中央部で1匹のシンカイコシオリエビが観察された。

3) 95SFDC03 (図4-1-2(2)参照)

構造区C中央部において、重複拡大軸部の地質構造を観察する目的で実施した。測線は、構造区Cの拡大軸である地溝底部を横断し、かつテラス状の重複拡大軸の接合部を横切る。曳航方向は拡大軸に直交する北西から南東で、観察距離は2.4マイルである。

測線東部のテラスを形成する重複拡大軸接合部の周辺では、堆積物が厚く発達する。このテラス西方の断層崖は枕状角礫岩及び角礫状溶岩からなる。中央部~中央西部では枕状溶岩が発達する。

全般に開口性の割れ目が発達し、開口幅は数cm~数mと様々である。特に測線東部のテラス部において割れ目の発達が著しく、割れ目内部でも堆積物が岩盤を覆っている。

鉱徴は認められなかった。

4) 95SFDC04 (図4-1-2(2)参照)

構造区Cの南部において、SSS高度断面図において熱水流体が噴出していると推測される地区で実施した。測線は地溝をなす拡大軸部の谷部に位置する。曳航方向は拡大軸に平行な南南西から北北東で、観察距離は1.4マイルである。

全体に堆積物が多く厚く発達する。測線南端部では枕状角礫岩が多く、中央南部では枕状溶岩が卓越する。北部では露岩が非常に少ない。

中央部では開口性の割れ目が発達する。北部では、海水の濁りが観察されシロウリガイの死骸が認められたが、水温異常は観測されなかった。

鉱徴は認められなかった。

5) 95SFDC05 (図4-1-2(2)参照)

94SFDC04測線に平行して西側約2マイルのところを実施した。測線は地溝をなす拡大軸部の谷部を縦断する。曳航方向は拡大軸に平行な南南西から北北東で、観察距離は1.4マイルである。

全体に堆積物が発達しており、露岩の分布域は非常に少ない。全体に開口性の割れ目が発達し、特に測線北部で顕著である。割れ目の開口幅は数10cm~5m程度である。割れ目の側壁は枕状溶岩を主体とし、枕状角礫岩などからなる。

中央部から南部にかけて、直径20~50cm程度の堆積物の窪みが数箇所認められるが、全体が堆積物で覆われているため、下部の状況等は不明である。94SFDC04測線で観察された海水の濁りは、ここでは認められなかった。

鉱徴は認められなかった。

6) 95SFDC06 (図4-1-2(2)参照)

構造区C中央部の拡大軸部において、SSS調査結果でマウンド状の地形を示唆するイメージが得られた地区で実施した。測線は東側の重複拡大軸部に当たるテラス部に位置する。曳航方向は拡大軸に直交する西から東で、観察距離は0.7マイルである。

全体に堆積物が発達しているが、堆積物の表層部に枕状溶岩が点在するところもある。測線東端部には枕状角礫岩を主体とする崖がある。この崖の裾ではシート状溶岩が認められる。西部で白色のエビが観察された。

鉱徴は認められなかった。

7) 95SFDC07 (図4-1-2(2)参照)

構造区C南部の重複拡大軸部において、両拡大軸を横断して地質構造等を観察する目的で実施した。測線は、西側の拡大軸部では地溝部の中の小海丘を横断し、東側ではテラス部を横断するように位置する。曳航方向は拡大軸に直交する西から東で、観察距離は1.7マイルである。

測線西部から中央部では堆積物が発達し、東部では堆積物は少なく露岩域である。西部の拡大軸上の小海丘では堆積物が卓越するが、枕状溶岩からなる崖が多く認められる。中央部の地溝底部及びテラス西部では堆積物が非常に多く、露岩は少ない。東部の露岩は枕状角礫岩を主体とし、枕状溶岩やロベイト状溶岩からなる。

測線東半部のテラスでは開口性の割れ目が非常に発達する。割れ目の開口幅は、1~10数mであり、平均で5m前後と大きい。割れ目は拡大軸に平行な北北東-南南西~北-南の走向を示す。堆積物が卓越するところでは、直径20~50cm程度の堆積物の窪みが多く認められる。テラス中央の地溝は幅200mで、両側の崖の高さは50mを超える。西部の小海丘頂部で

も、開口性の割れ目が認められる。

鉱徴は認められなかった。

8) 95SFDC08 (図4-1-2(3)参照)

構造区D南端部の海嶺をなす拡大軸部がやや東に屈曲して雁行状を呈する場所で実施した。測線は拡大軸を横断するように海嶺頂部に位置する。曳航方向は拡大軸に直交する西から東で、観察距離は3.4マイルである。

測線東部及び西部の海嶺頂部縁辺部では、堆積物が発達し、所々で枕状溶岩が認められる。中央部の拡大軸周辺は露岩域であり、枕状溶岩が卓越する。同部では開口幅が数mの割れ目が発達し、特に拡大軸の地塁部で著しい。この地塁西方にはシート状溶岩が存在し、直径10m以上で深さ3~5m程度の陥没ピットが多く認められる。東部の堆積物が卓越するところでも、開口幅が1m以下の小さな割れ目が数多く存在する。

鉱徴は認められなかった。

9) 95SFDC09 (図4-1-2(4)参照)

構造区E南西部の小丘が群集する山地部で実施した。測線は、山地の中で最も高い地点(海山頂点)から北に伸長する尾根を斜交するように位置する。曳航方向は北西から南東で、観察距離は6.3マイルである。

全体的には堆積物は少ないが、平地部及び緩斜面部ではやや厚い堆積物が認められる。測線北部の海山北西斜面では、アア溶岩と枕状角礫岩が卓越する。中央部から北部にかけては枕状溶岩と枕状角礫岩が卓越する。南端部の小丘ではアア溶岩が卓越する。溶岩急冷相の黒色ガラスが細礫となって斜面に筋状に再堆積しているのが、所々で観察された。

地形に対応する急崖は存在するが、前述のような割れ目はほとんど認められない。

鉱徴として、測線南部の小丘で黒色マンガン酸化物の沈殿が観察された。また、赤褐色の堆積物が北部の海山北西斜面で観察された。

10) 95SFDC10 (図4-1-2(3)参照)

構造区D南部の拡大軸東方に拡大軸と平行に配列する海丘列で実施した。測線は海丘列を縦断し、2つの海丘頂部を通る。曳航方向は海丘列に沿う北から南で、観察距離は3.3マイルである。

全体に堆積物が厚く発達する。北側の海丘は枕状溶岩と枕状角礫岩からなる。南側の海丘では堆積物が卓越し、枕状角礫岩やアア溶岩が認められる。測線中央部の2つの海丘間では露岩は非常に少ないが、アア溶岩とシート状溶岩が認められる。

鉱徴として、北側の海丘頂部で黄褐色の酸化鉄の沈殿が観察され、これより北側で生物が

やや多く観察された。

11) 95SFDC11 (図4-1-2(3)参照)

構造区E北部の拡大軸東方に位置する小海丘で実施した。測線は海丘を縦断し、海丘周囲の平坦部も含む。曳航方向は海丘の長軸に沿う北西から南東で、観察距離は1.3マイルである。

海丘の北西斜面では崖が多く見られ、崖は枕状溶岩及び枕状角礫岩からなる。海丘の南東緩斜面では、堆積物が卓越し、枕状角礫岩及びロベイト状溶岩が認められる。

海丘周囲の平坦部では露岩は認められず、堆積物が全面を覆う。堆積物表層には直径10~30cm程度の礫がまれに点在する。

鉱徴は認められなかった。

12) 95SFDC12 (図4-1-2(3)参照)

構造区D南部の雁行状を呈する拡大軸の北端部で実施した。測線は海嶺をなす拡大軸をやや斜交して縦断する。曳航方向は拡大軸に斜交する南西から北東、観察距離は1.8マイルである。

測線南西部では堆積物が卓越するが、アア溶岩やロベイト状溶岩の露出が認められる。中央部から北東部は露岩域であり、枕状溶岩及び枕状角礫岩からなる。

全般に開口性の割れ目が発達し、割れ目の壁は枕状溶岩及び枕状角礫岩からなる。割れ目の開口幅は1~5mである。

鉱徴として、中央南部の2箇所枕状角礫岩の表面に白色物の沈殿(変質?)が観察された。このうち1箇所では赤褐色物の沈殿物も観察された。

13) 95SFDC13 (図4-1-2(3)参照)

構造区D中央の拡大軸部である海嶺頂部のやや平坦な場所で実施した。測線は小地塁をなす拡大軸を横断する。曳航方向は拡大軸に直交する西南西から東北東、観察距離は2.1マイルである。

測線西部では、堆積物が卓越し、崖部が枕状溶岩からなる。中央部は露岩域であり、枕状溶岩が卓越し、局所的にパホイホイ溶岩、シート状溶岩及びロベイト状溶岩が存在する。東部では枕状溶岩、アア溶岩、ロベイト状溶岩からなり、中央部に比べて堆積物が多い。

全般に崖が多く、割れ目は少ない。中央部では、シート状溶岩部で開口性の割れ目が、ロベイト状溶岩部で陥没ピットが認められる。

鉱徴として、測線西端部で岩石の表面が白色化しているのが観察された。

4-4 サンプルング

(1) L C

L Cによるサンプルングの目的は、鉱床が賦存すると期待される地域において、海洋底の堆積物を採取することにより、地質学的な特徴及び現象を把握し、地化学探査に供する試料を採取することにある。すなわち、直接的には鉱床及び鉱微の捕捉、間接的には地化学異常の抽出を目的とする。図4-1-2(1)~(4)にサンプルング位置、図4-4-1(1)、(2)に代表的なサンプルング写真を示す。付帯資料第6図にL Cコア柱状図、付帯資料第2表(1)にサンプルング結果一覧表(採取位置等のデータ)を示す。

サンプルング位置は、熱水活動の存在が期待される海盆拡大軸周辺に集中するが、調査目的に応じて次の3地域に分けられる。構造区Aでは、拡大軸から離れた熱水活動の影響が少ないと推定される箇所で、堆積物を採取する目的で実施した。構造区B及びCでは、拡大軸部及びその周辺において堆積物を採取する目的で、M B E S音響イメージ図から堆積物が分布すると推定される箇所で実施した。構造区Dでは、拡大軸を中心としてこれに直交するベースラインを設定して、拡大軸を中心とした地化学データの変化を把握する目的で実施した。

サンプルング点数は、構造区Aで1点、Bで8点、Cで8点、Dで14点、計31点である。このうち堆積物を採取できたのは19点で、構造区Bで3点、Cで4点、Dで5点の計12点では堆積物を採取できなかった。なお、堆積物を採取できなかった地点の一部では、玄武岩溶岩片または軽石が採取された。

採取されたコア柱状試料を縦割りに2分し、肉眼観察を行った後、半分を分析等の試料として採取し、残りの半分をそのままの状態では保存した。

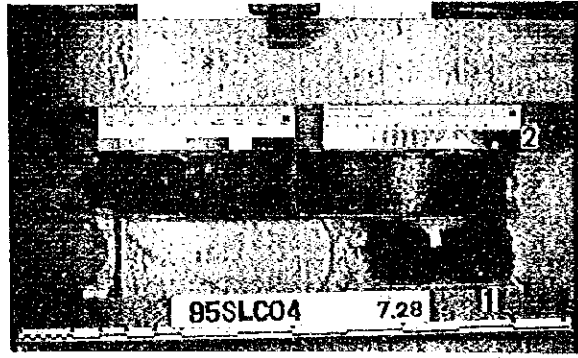
底質物の色調は、「MUNSELL SOIL COLOR CHARTS」に基づく。本海域の堆積物は主に、10Y R系(褐色系)と5Y系(オリーブ系及び灰色系)からなる。粒度的には、シルトが主体で粘土は少なく、一部で砂層が挟在する。堆積物の多くは微粒の火山性碎屑物で、火山灰が特徴的に挟在する。

以下に、各構造区毎にサンプルング結果をまとめる。

1) 構造区A

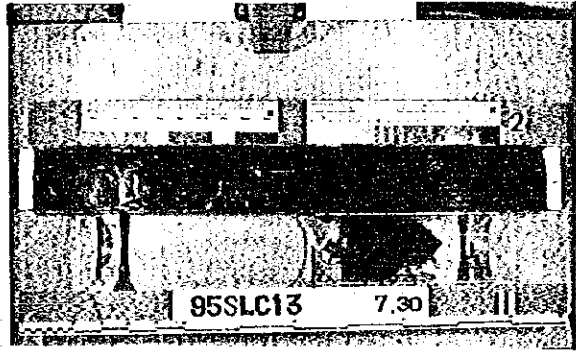
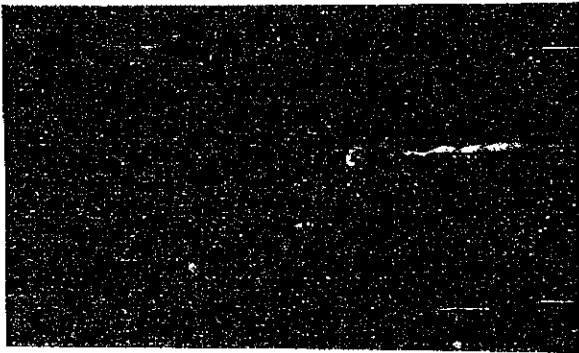
拡大軸から約25km東側の1箇所でサンプルングを実施した(図4-1-2(1)参照)。本地点は、すべてのL Cサンプルング地点の中で最も拡大軸から離れており、堆積物中に熱水活動の影響が少ないと推定される。

95SLC27のコア長は215cmで、褐色泥及びオリーブ泥が卓越し、その間に約0.5~1cm厚の16層の黒色火山灰又は同質の火山砂が挟在する。これらは上位ほど密に存在し、下位にいくに従い挟在する間隔は広がる傾向がある。黒色火山灰は黒色の火山ガラスからなり、一部で玄武岩岩片や軽石を含む。コア深度105~115cm及び150~180cmに淡灰色を呈する細



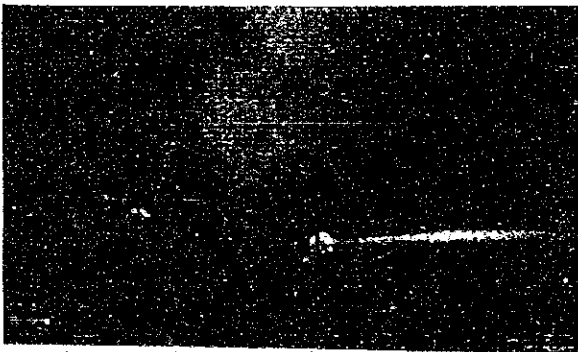
1. 95SLC04の海底面（左）と柱状コア断面（右）

拡大軸に隣接する地塁部の堆積物



2. 95SLC13の海底面（左）と柱状コア断面（右）

拡大軸からやや離れた地溝部の堆積物

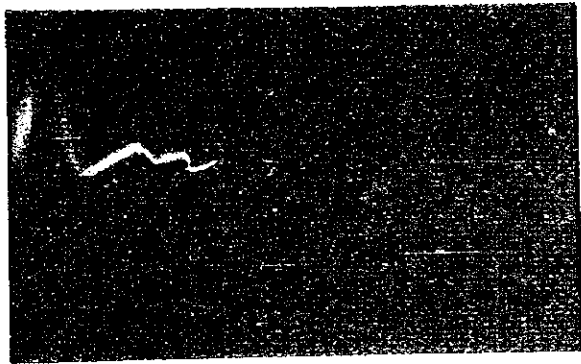


3. 95SLC12の海底面（左）と採取岩片の断面（右）

拡大軸からやや離れた地塁部の岩盤

非常に多孔質な玄武岩で、少量の硫化物を伴う。

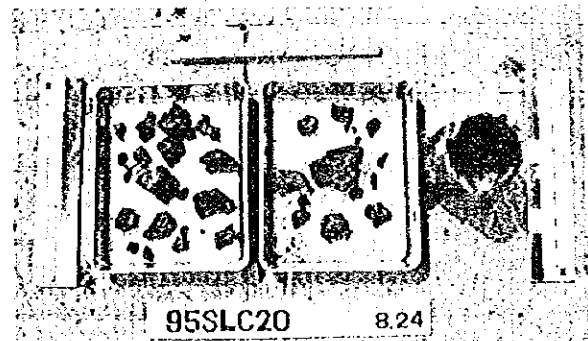
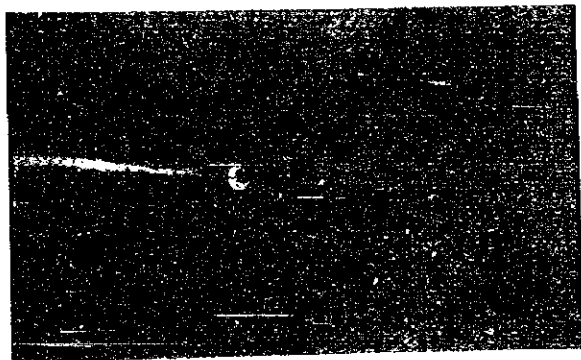
図4-4-1 (1) LCサンプリング写真



4. 95SLC15の海底面（左）と採取堆積物（右）

拡大軸部の堆積物

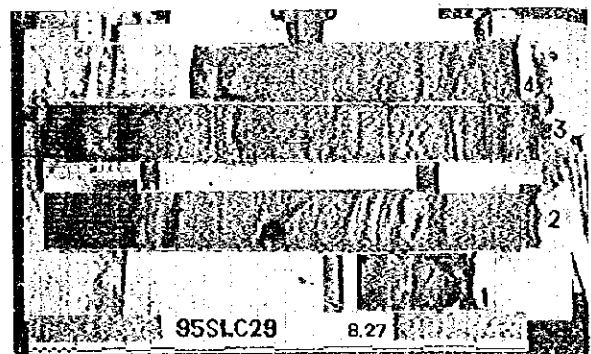
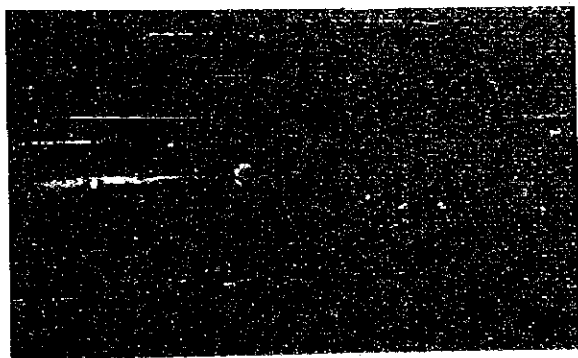
ピットが変形しているため、堆積層の下は岩盤と考えられる



5. 95SLC20の海底面（左）と採取岩片（右）

拡大軸部の岩盤

柱状玄武岩溶岩で、少量の硫化物を伴う



6. 95SLC29の海底面（左）と柱状コア断面（右）

拡大軸から離れた地塁部の堆積物

本調査で最も長いコアが採取された

図4-4-1 (2) LCサンプリング写真



粒の酸性火山灰が挟在する。

全層準に有孔虫の石灰質殻が認められる。全体的に含水率が低い。

2) 構造区 B

拡大軸である地溝部で3点、その東側の小地溝で4点、小地塁で1点、計8点でサンプリングを実施した(図4-1-2(1)参照)。拡大軸部で実施した95SLC23~25の3地点は岩盤のため、堆積物または岩石を採取することができなかった。95SLC26と95SLC28及び95SLC30と95SLC31はそれぞれ同一の小地溝に、95SLC29はこれらの地溝の間の小地塁に位置する。95SLC29のコア長は全地点の中で最も長い285cmである。

本地区では褐色泥(一部オリーブ泥)を主体とする堆積物が卓越し、その間に8~19層の黒色火山灰または同質の火山砂が挟在する。95SLC29以外では、黒色~灰色を呈する厚さ10~30cmの火山砂が2~3層挟在し、同層の下位は黒色火山灰に漸移することが多い。拡大軸に最も近い95SLC26及び95SLC28では、本地区の中で最も厚い火山灰または同質の火山砂が挟在する。

95SLC29では褐色泥と赤褐色泥の互層が卓越し、厚さ1cm程度の火山砂が不規則に挟在する。深度100~105cmには淡灰色を呈する珪質軟泥層が存在する。なお、珪質軟泥層は95SLC30でも認められた。

3) 構造区 C

拡大軸である地溝部の東部を中心に8点でサンプリングを実施した(図4-1-2(2)参照)。95SLC16、95SLC18、95SLC20及び95SLC22の4点では堆積物を採取することができなかったが、95SLC20では玄武岩溶岩片を採取した。95SLC15、95SLC17、95SLC21の3点では堆積物が採取されたが、I.Cビット先端部が変形した。

堆積物は主に褐色泥であり、1~4層の火山灰及び同質の火山砂が挟在する。これらの厚さは2~5cm程度である。

95SLC17では2層の火山砂が存在し、砂層中では細粒から粗粒への正級化が認められる。砂層の下底部には多数の有孔虫化石が認められる。

一般に、本構造区の火山灰及び火山砂は、構造区A及びBに比べて層数は少ないが、1層の層厚が厚いのが特徴である。

4) 構造区 D

拡大軸である海嶺を中心にして、拡大軸と直交する方向にベースラインを設定して、拡大軸周辺における地化学データの変化を把握する目的で14点のサンプリングを実施した。サンプリング地区は、北北東-南南西走向の小地溝をなす拡大軸の両側に、拡大軸と平行

な小地塁と小地溝が短周期で交互に繰り返す地形を呈する。サンプリング地点はこれらの小地溝と小地塁に位置するように、拡大軸小地溝で2点、この東側で7点、西側で5点、計14点を設定した(図4-1-2(3)参照)。

9点でコア長が55~110cmの柱状試料を採取した。拡大軸の95SLC01と95SLC02、その東側の95SLC06、西側の95SLC11と95SLC12、計5点では堆積物を採取できなかったが、2点で岩片を採取した。

堆積物の表層部は褐色泥からなり、下位にいくに従いオリーブ泥が卓越する傾向がある。数層~10数層の火山灰及び同質の火山砂が挟在する。火山灰は黒色を呈する火山ガラスからなり、まれに玄武岩岩片を含む。本層は顕著な正級化を示し、有孔虫化石を多く含む。軽石小礫が褐色泥中に含まれることが多く、特に火山灰層の直下の褐色泥層上部に礫径の大きい(径2~5cm)ものが存在する傾向がある。

地域的にみて、拡大軸東側で火山灰、西側で火山砂が卓越する傾向がある。

95SLC01では軽石の壱門礫、95SLC12では玄武岩溶岩片を採取した。95SLC12で採取された玄武岩溶岩片には微量の硫化物(黄鉄鉱)が認められた。

(2) FPG

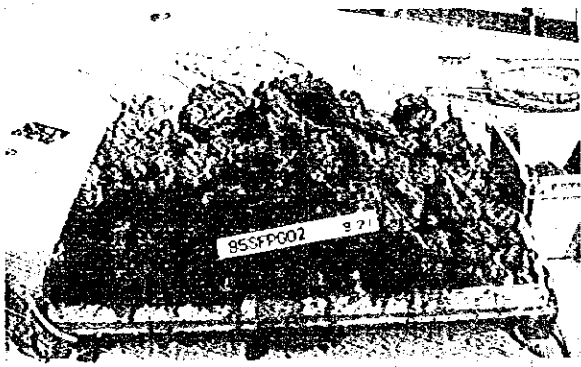
FPGによるサンプリングの目的は、岩石または鉍石を採取することである。調査海域南端部(構造区E)において、熱水鉍床の存在が期待される特徴的な地形を示す3地点(拡大軸である海嶺、海丘の集合体である海山、拡大軸東方の海丘列)でサンプリングを実施した。図4-1-2(4)にサンプリング位置、図4-4-2に代表的なサンプリング写真を示す。付帯資料第2表(2)にサンプリング結果一覧表(採取位置等のデータ)を示す。

以下に、各地点毎にサンプリング結果をまとめる。

1) 95SFPG01(図4-1-2(4)参照)

拡大軸西方の海丘群からなる海山でサンプリングを実施した。採取岩石は玄武岩の枕状溶岩で、褐色泥も採取された。

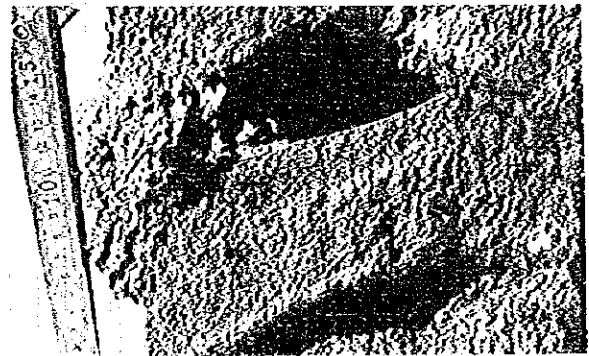
玄武岩は放射状の節理を有し、新鮮な部分は帯緑暗灰色を呈し、部分的に褐色~黄褐色の風化を伴う。溶岩表面には黒色ガラスからなる厚さ4mm前後の水中急冷縁が形成されている。表面に平行に約2cm間隔で急冷ガラス薄層が挟在する層状構造が認められる。内部は気孔に非常に富む多孔質で、気孔の直径は内側にいくに従い大きくなる。気孔の直径は平均で2~3mmであるが、3×10cmの非常に大きな気孔も存在する。斑晶として、最大3mm、平均1mm程度のカンラン石が認められる。



1. 95SFP002の採取物全量（左）と玄武岩溶岩（右）
 岩石のほとんどはアア溶岩（スラック状）で、
 一部がバホイホイ様（写真右）である。



2. 95SFP003の採取物全量（左）と玄武岩溶岩（右）
 放射状の亀裂に富む柱状溶岩で、表面は褐色に変色する。



3. 95SFP001の玄武岩溶岩（左）と断面の接写（右）
 柱状溶岩で表層部に腐状構造がみられる。（左）
 非常に多孔質で大きな空隙も存在する。

図 4 - 4 - 2 F P G サンプリング写真

2) 95SFPG02 (図4-1-2(1)参照)

急峻な海嶺をなす拡大軸部でサンプリングを実施した。採取岩石は玄武岩のアア溶岩で、少量の多孔質軽石及び褐色泥も採取された。

玄武岩の大部分は不規則形を呈するスラグ状のアア溶岩である。一部の溶岩は、表面に数mm幅の蛇行線状シワを有するパホイホイ様の溶岩である。岩石は非常にもろく、割れやすい。

新鮮な部分は黒色～帯緑暗灰色を呈するが、赤褐色を呈する酸化部も多く存在する。溶岩表面は厚さ1cm前後の急冷黒色ガラス層からなり、内部は気孔に富み多孔質である。気孔の直径は平均1mm程度で、95SFPG01に比べて小さい。断面形状が紡錘型の気孔も認められる。斑晶としてカンラン石が認められる。

3) 95SFPG03 (図4-1-2(1)参照)

拡大軸東方の海丘列でサンプリングを実施した。採取岩石は玄武岩の枕状溶岩である。

玄武岩は放射状の節理を有する枕状溶岩である。溶岩表面は厚さ約1cmの黒色緻密なガラスからなる。この内側数cmは帯緑灰色を呈し、ここまでの急冷相である。ガラス層の表面は酸化により赤褐色を呈しており、内部の新鮮な部分は帯緑暗灰色～黒色を呈する。ガラス部以外は気孔に富み多孔質である。気孔は内部ほど多く、特に表面から10cm以内で非常に多くなる。気孔の直径は2mm程度で、その形状は円形または楕円形を有する。斑晶として、最大2mm、平均0.7mm程度のカンラン石が認められる。

(3) C B

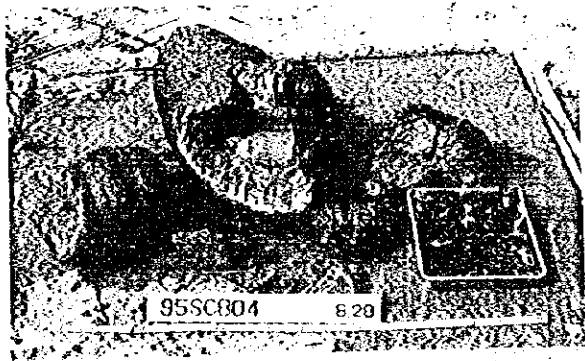
岩石を採取する目的で、拡大軸部を中心にC Bによるサンプリングを実施した。サンプリング点数は、構造区Bで5点、構造区Cで3点、構造区Dで3点、計11点である。C Bの曳航方向は、風向及び海流を考慮して、西から東ないし北西から南東方向とした。このため、西落ちの崖または西傾斜の斜面をターゲットとすることが多くなった。図4-1-2(1)～(3)にサンプリング位置、図4-4-3に代表的なサンプリング写真を示す。付帯資料第2表(2)にサンプリング結果一覧表(採取位置等のデータ)を示す。

採取物のほとんどは玄武岩溶岩で、少量の軽石及び褐色泥も採取された。

以下に、各構造区毎にサンプリング結果をまとめる。

1) 構造区B

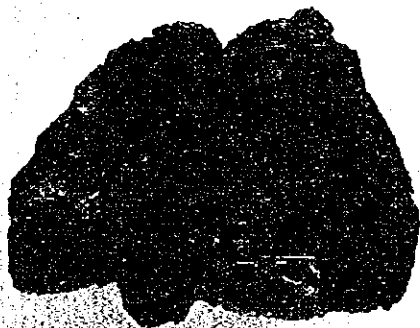
拡大軸部の地溝を境する地溝東側の崖で2点、拡大軸東方の地塁の西側斜面で2点、拡大軸から約35km離れた海丘列の西側斜面で1点、計5点でサンプリングを実施した(図4-1-2(1)参照)。



1. 95SCB04の採取全量
枕状溶岩
中心部が空洞になっている。



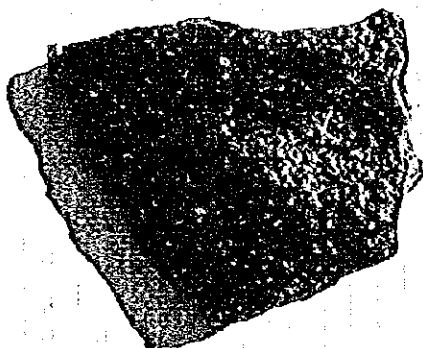
2. 95SCB05
枕状溶岩の表面
急冷縁の黒色ガラス



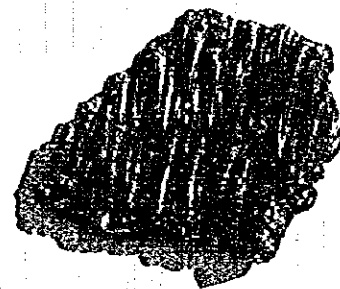
3. 95SCB03
枕状溶岩の断面
右側の内部にも急冷縁
(黒色ガラス層)が存在する。



4. 95SCB06
枕状溶岩の断面
表面及び割れ目沿いに黒色
マンガン酸化物が付着する。

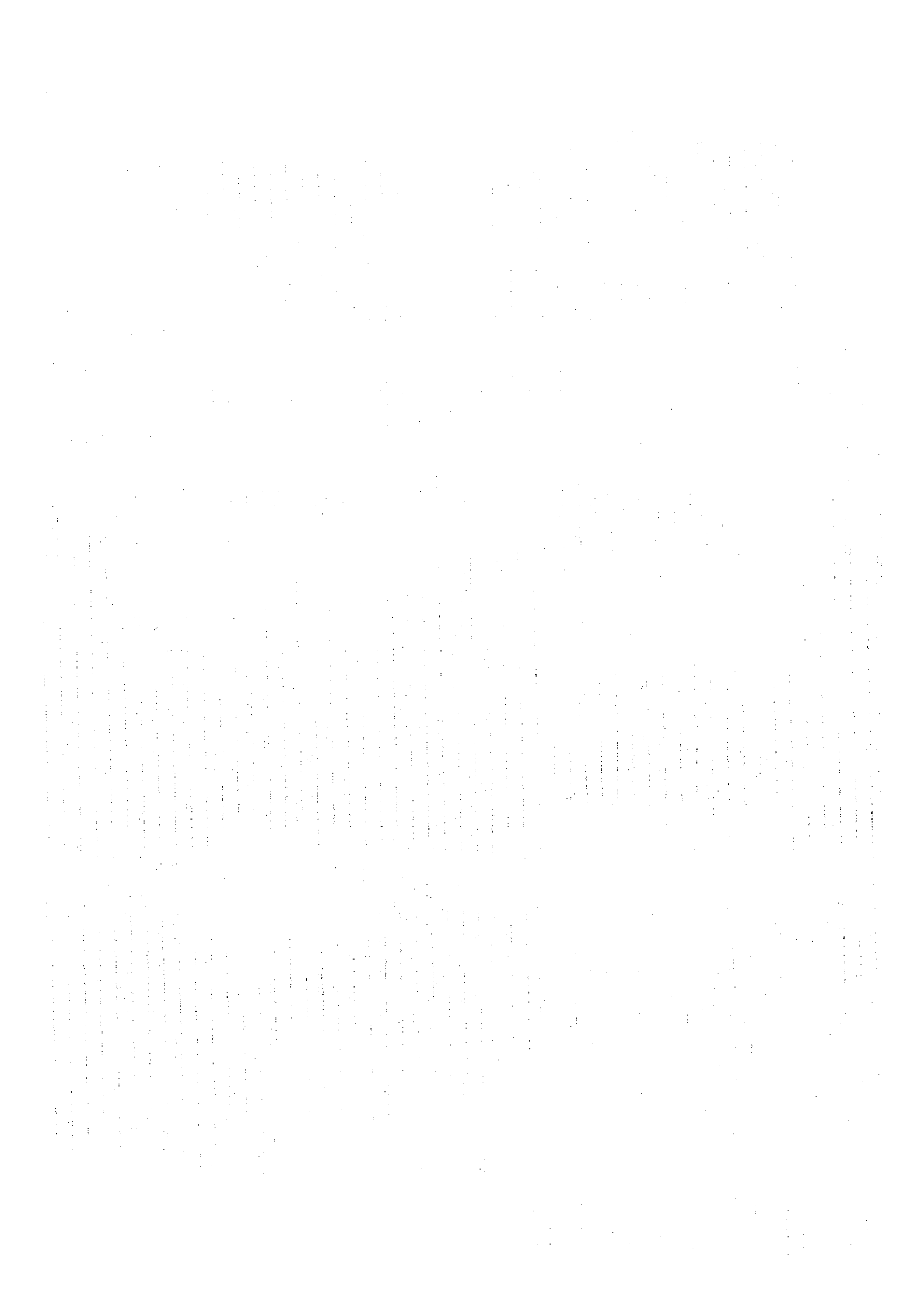


5. 95SCB07
シート状溶岩の表面
黒色ガラスであるが、小さな
突起が数多く存在する。



6. 95SCB07
バホイホイ溶岩の表面
縄状凹凸が顕著である。

図 4 - 4 - 3 CB サンプルング写真



拡大軸部では多量の玄武岩溶岩のみが採取され、この東方では玄武岩溶岩と共に軽石が採取された。軽石の採取量は東側ほど多くなり、玄武岩溶岩の採取量は逆に少なくなる。

拡大軸部の95SCB07では、枕状溶岩、パホイホイ溶岩及びシート状溶岩が採取された。パホイホイ溶岩は厚さ10cm以下の薄板状を呈し、上下両面に急冷黒色ガラス層を有する。片面は直径1cm程度の縄状のヒダが折り重なる特徴的な形態を示す。もう片面は無数の小突起を有し、マンガン酸化物でコーティングされている。シート状溶岩も薄板状を呈し、上下両面に急冷黒色ガラス層を有する。片面は鮫肌状を呈し、もう片面は無数の小突起を有し、マンガン酸化物でコーティングされている。

拡大軸部の95SCB08では枕状溶岩が採取された。枕状溶岩の表層は厚さ5mm程度の急冷黒色ガラス層で、この内部は多孔質で新鮮な部分は暗灰色を呈する。溶岩表面や割れ目は酸化により褐色を呈する。

拡大軸東側の3地点では、拡大軸部に比べて玄武岩溶岩の採取量が少なく、亜円礫の軽石が多く採取された。両者の相対的な量比では、東側ほど玄武岩が少なくなる。採取された玄武岩が小さいこともあり、溶岩形態は不明確である。玄武岩は酸化を受けマンガン酸化物でコーティングされており、東側のものほど酸化及びマンガンコーティングが強くなる傾向がある。玄武岩には、緻密で暗灰色を呈し寡斑品質なもの、帯緑暗灰色を呈し多孔質なものがある。気孔は楕円形を呈することが多く、最大径は5mm程度である。軽石には、淡灰色を呈し多孔質なもの、灰色で光沢を有する層状で繊維状のものがある。

2) 構造区 C

拡大軸部の地溝内の地形的高まりの西斜面で2点、この地溝を境する地溝東側の崖で1点、計3点でサンプリングを実施した(図4-1-2(2)参照)。

3地点すべてで玄武岩の枕状溶岩が採取された。拡大軸部の95SCB04では、円筒状をなす枕状溶岩が採取された。円筒の直径は35cm前後で、中心部は直径約10cmの空洞となっている。溶岩表面は厚さ1cm程度の急冷黒色ガラスであり、その内側は厚さ約2cmの黒色緻密な急冷層、さらにこの内側が暗灰色～帯緑暗灰色を呈する新鮮な部分である。ガラス部を含む全体に極粗粒の長石の斑晶が多量に存在する。斑晶の最大長は10mm、平均は5mmである。このように多量で大きな長石の斑晶は、本調査で採取された他の玄武岩では認められず、捕獲結晶と考えられる。

拡大軸部の95SCB05で採取された枕状溶岩は、表面の急冷ガラス層以外に内部にも数層の厚さ2～3mm程度の黒色ガラス層を有する。これらのガラス層の間は、帯緑暗灰色を呈する新鮮な無斑品質の部分である。溶岩表面はマンガン酸化物によりコーティングされている。

拡大軸東部の95SCB06で採取された枕状溶岩は、上記2地点のものに比べて多孔質であ

る。溶岩表面は厚さ約4mmの黒色ガラスで、内部の新鮮な部分は暗灰色を呈する。気孔は円形から楕円形を呈し、直径の平均は約2mmである。溶岩表面はマンガン酸化物によりコーティングされている。

3) 構造区D

LCによるサンプリングにおいて、拡大軸西方の地塁で採取された玄武岩溶岩に微量の黄鉄鉱が認められた。そのため、この地塁の西側裾部及び西斜面の2点でサンプリングを実施した。海嶺をなす拡大軸部の1点と合わせて、計3点でサンプリングを実施した(図4-1-2(3)参照)。

拡大軸部の95SCB03では、玄武岩の枕状溶岩が採取された。溶岩表面は急冷黒色ガラスからなり、ガラス層の厚さは最大で7cmと非常に厚い。内部の新鮮な部分は暗緑灰色を呈する。気孔の直径は最大約1cm、平均3mm程度である。割れ目部は酸化を受け黄褐色を呈する。なお、少量の軽石も採取された。

拡大軸西方の95SCB01と95SCB02では、玄武岩は採取されず、軽石礫のみが採取された。軽石は非常に多孔質で、表面は褐色～帯緑灰色を呈する。礫は円磨され亜円礫となっており、最大径は15cmである。

4-5 調査結果

(1) 地質・岩相

調査海域の基盤は玄武岩溶岩であり、溶岩形態は、枕状、角礫状、アア状、シート状、パホイホイ状などを呈する。本調査では玄武岩以外の溶岩は採取されなかった。

基盤を覆う堆積物は、火山ガラスを主体とし粘土分の少ない未固結の泥質堆積物である(泥質堆積物については後述)。

一般に、拡大軸部では堆積物の量は少なく、岩盤の露出状態は良い。急峻な斜面を形成するのは角礫状溶岩、枕状角礫岩及びアア溶岩であることが多く、シート状やパホイホイ溶岩は平坦な地形のところで見られる。拡大軸周辺の断層崖では、崖の頂部付近が枕状溶岩で中～下部が角礫状溶岩であることが多い。地塁及び海丘の斜面では角礫状溶岩や枕状溶岩が卓越し、頂部に近いところでは枕状溶岩やロベイト状溶岩が卓越する。

柱状または板状節理を持つ溶岩はまれにしか認められない。これは、節理が発達するような粘性がやや高く厚い溶岩流が存在しないためと考えられる。直線的でほぼ垂直の平板状をなす貫入岩が一部で認められた。

調査海域北部では、枕状溶岩、枕状角礫岩、角礫状溶岩が卓越し、拡大に伴い形成された開口割れ目がいたる所で認められる。割れ目の開口幅は数cmオーダーから数10mオーダーと様々である。一般に、これらの割れ目の走向は拡大軸の走向に平行であることが多い。陥没

ピットがいくつかの地点で認められた。

海域南部では、拡大軸である海嶺はアア溶岩、角礫状溶岩を主体とし、枕状溶岩も多く認められる。海域北部の溶岩に比べて急斜面や急崖を形成することが多く、粘性がより高いと考えられる。

溶岩は一般に気孔に富み多孔質で、気孔は球形、楕円形、チューブ状、不規則状を示す。斑品の量では、無斑品質～寡斑品質のものと多斑品質のものがある。多斑品質の例として、95SFG01（カンラン石の粗粒斑品のみ）、95SCB04（長石の多量の粗粒斑品とカンラン石の少量の細粒斑品）がある。粗粒なカンラン石の一部は捕獲結晶である（J.W. Hawkins (1985)）ことから、後者の長石も同様と考えられる。

すべての溶岩で表面に急冷相が認められる。急冷相の厚さは、数mmから数cmと変化に富む。最外殻は黒色のガラスからなり、この厚さも様々である。

以下に、玄武岩溶岩の種類別に形態等を述べる。

1) 枕状溶岩

調査海域で最も普遍的な溶岩である。

一般的には断面が扁平した円形～楕円形を呈し、外形が枕状ないしチューブ状を呈する溶岩であるが、実際には次のような非常に多様な形態を示す。長く直線的に伸びたチューブ状、曲線的なチューブ状、不規則に曲がりくねるチューブ状、俵状、ひょうたん状、いくつかの瘤の集合状、球状、ラグビーボール状、枝分かれ状など。斜面部では、しばしば下方に垂れ下がる形態を示す。

溶岩の表面には冷却に伴い形成された、平行筋状、亀甲状、格子状などの割れ目が一般に認められる。また、冷却による放射状の亀裂に富む。表層部には急冷相が形成され細粒ガラス質になっており、最外殻は黒色のガラスとなっている。一般に、ガラスは緻密で、内部は気孔に富み多孔質である。

断面をみると、しばしば、年輪のような表面に平行な層状構造が認められる。これは、溶岩の外殻部が冷却されて固結した後も、まだ内部では溶岩が流動しており、さらにこの部分の外側が冷却されるという繰り返しで形成されたものである。95SCB04では、中心部が空洞になっているものが採取された。

枕状角礫岩は、枕状溶岩が固結した後に新たな溶岩の流動などの運動により割れて礫状になり、その場に堆積したものである。

2) 角礫状溶岩

溶岩が噴出すると同時に角礫化して岩塊が積み重なったもの、または角礫状構造の認められる水冷自破砕溶岩である。溶岩が側方流動するよりも上方への成長が著しいような場で形成されたものと溶岩流末端部のものがある。前者の理由として、溶岩の供給量が多い、粘性が高いなどが考えられる。角礫の径は数10cmのものが多い。

典型的な試料は採取されなかったが、急冷相の発達が他の溶岩に比べて弱い傾向がある。

3) アア溶岩（スラグ状）

きわめて不規則な形を呈し、気孔に富む。表面は非常に粗く、冷却と流動により形成された突起やしわに富む。

調査海域では枕状溶岩の次に多く見られる溶岩である。

4) シート状溶岩

表面が平滑で、平坦な溶岩である。パホイホイ溶岩の一形態または塊状溶岩の一種である。FDC観察では流理構造が発達しているように見える。

95SCB07でパホイホイ溶岩と一緒に採取されたものは、厚さ数cmから10cmの薄板状を呈し、板状節理を有する。上下両面に急冷相が存在し、表面には数多くの小突起が存在する。

5) パホイホイ溶岩（縄状溶岩）

溶岩表面に縄状の平行なヒゲをもつ特徴的な溶岩である。

95SFDC13で観察され、95SCB07で採取された。厚さ4cm前後で、縄状のヒゲ部は急冷ガラスからなる。

(2) 泥質堆積物

LCで採取された堆積物の特徴は、多くの火山灰層が挟在すること、火山性碎屑物に非常に富み粘土分が少ないこと、微化石が全層準に含まれることである。

火山灰には、黒色から暗灰色を呈する極粗粒～細粒のものと淡灰色を呈する細粒のもの2種類がある。火山灰以外の堆積物は火山性碎屑物を主体とするシルトからなり、色調的に褐色系とオリーブ系に区分される。表層部が酸化環境を表す褐色系で、下位にいくに従い還元環境を表すオリーブ系が卓越する傾向がある。微化石は肉眼的には1mm以下の有孔虫を主体とする。まれに、数mmの貝が認められる。拡大軸部の数箇所の泥質堆積物中で微粒の硫化物がわずかに確認された。

堆積物の厚さは、拡大軸部では数10cm以下で、拡大軸から離れるに従い厚さが増す傾向がある。拡大軸部である地溝の東端に位置する95SLC21では、堆積物の厚さは約1mで、拡大軸から10km東に位置する95SLC29では、厚さは3m以上である。

黒色火山灰は、拡大軸部、拡大軸周辺の海丘及びトンガ海嶺の海底火山における火山活動により供給された物である。火山灰層の厚さ及び粒度は、場所により著しく変化する。地形及び海流の影響が大きく寄与していると考えられるが、一般に、拡大軸に近いほど粗粒で層数が多くなる傾向がある。層厚は谷部で厚くなるが、拡大軸東側でも厚いところがある。これは、拡大軸東側に新しい火山活動を伴う海丘列や海底火山が存在することに起因する。火山灰層は正級化を示し、上位にいくに従い漸移的に泥質物が多くなる。また、下底部に多量の有孔虫化石を伴うことが多い。一部では、玄武岩の小岩片や軽石が含まれる。

淡灰色火山灰は、トンガ海嶺における島弧型の酸性火山活動による産物と考えられる。半透明の火山ガラスからなり、黒色火山灰に比べて細粒で粒度の変化に乏しい。

以上のように、堆積物は火山性砕屑物を主体とし、多くの火山灰層が挟在することから、調査海域では島弧、海底火山、拡大軸部からの火山性物質の直接的な供給がかなり多いといえる。

(3) 鉍 微

FDC調査で確認された鉍微は、黒色マンガン酸化物及び黄褐色酸化鉄の沈殿、赤褐色堆積物及び白色付着物（いずれも詳細不明）のみである。いずれも分布は局所的で規模はきわめて小さく、全鉍微数は11箇所にしかならない。

LCのサンプリングでは、2箇所採取された非変質の玄武岩岩片で微量の硫化物が、数箇所の泥質堆積物中で微粒かつ微量の硫化物が確認された。

FPG及びCBのサンプリングでは、鉍微を示唆するような試料は採取されなかった。

以上のように、熱水鉍床に特徴的な塊状硫化物、チムニー、変質粘土、熱水性生物群集などは確認されなかった。

以下に、鉍微の認められた場所毎に鉍微の内容を記す。

1) 95SLC12 (図4-1-2(3)参照)

構造区Dにおいて、拡大軸から約4km西方の地塁部で採取された枕状玄武岩溶岩の岩片に、微量の硫化物の鉍染が認められた。肉眼的には玄武岩は非変質で、硫化物以外の変質鉍物は認められない。

研磨片観察結果から、硫化物は黄鉄鉍である。1mm以下の微粒で、量的にも微量である。

2) 95SLC20 (図4-1-2(2)参照)

構造区Cにおいて、拡大軸部の地形的高まりで採取された枕状溶岩の岩片に、少量の硫化物の鉍染が認められた。肉眼的には玄武岩は非変質で、硫化物以外の変質鉍物は認められない。

研磨片観察結果から、硫化物は黄鉄鉍である。割れ目沿いに鉍染したもので、1~2mmの細粒で、量的には少量である。

3) 95SFDC01 (図4-1-2(4)参照)

構造区Eにおいて、拡大軸の海嶺部を縦断するFDC測線でマンガン酸化物と酸化鉄の沈殿が観察された。

黒色マンガン酸化物は3箇所観察された。堆積物中にできた孔（熱水の噴出孔）の周辺に沈殿するものと岩石の表面に付着するものがある。後者は、前者のような噴出孔が近傍に存在し、熱水が岩石に当たることで生成したと考えられる。

黄色~黄褐色~褐色の酸化鉄は3箇所観察された。堆積物中の割れ目沿いに沈殿また

はその周辺に沈積するものと小さな陥没の内壁に沈殿するものがある。後者では、陥没内部に白色物が観察されるが詳細は不明である。

4) 95SFDC02 (図4-1-2(2)参照)

構造区Cにおいて、拡大軸の地溝部を縦断するFDC測線でマンガン酸化物と酸化鉄の沈殿が観察された。

黒色マンガン酸化物と黄褐色酸化鉄が約100m間で散点的に観察された。堆積物中又は礫の外周に沿い噴出孔が認められ、その周辺に沈殿する。

5) 95SFDC09 (図4-1-2(1)参照)

構造区Eにおいて、拡大軸西方の山地部を斜交するFDC測線で黒色物が観察された。

黒色物はマンガン酸化物が付着したものと考えられるが、詳細は不明である。

6) 95SFDC10 (図4-1-2(3)参照)

構造区Dにおいて、拡大軸東方の海丘を縦断する測線で酸化鉄の沈殿が1箇所観察された。黄褐色酸化鉄が堆積物中の割れ目又は礫の外周に沿い沈殿する。

7) 95SFDC12 (図4-1-2(3)参照)

構造区Dにおいて、拡大軸を横断する測線で褐色物と白色物が観察された。

岩石表面の白色物(薄く付着)が2箇所観察され、うち1箇所では岩石表面の褐色酸化も観察された。白色物の内容等は不明である。

8) 95SFDC13 (図4-1-2(3)参照)

構造区Dにおいて、拡大軸を横断する測線で白色物が1箇所観察された。

岩石表面の白色物であるが、詳細は不明である。

(1) 水温異常

水温測定は、CTDセンサーをFDCに搭載してオンラインでFDC13測線について実施した。測定条件は、船速1~1.5ノット、サンプリング間隔は5秒(約3~4m)とした。

異常とみなされる温度変化の値は、各測線毎に観察された水温の変化、バックグラウンド、水深(地形)等を考慮して決定した。

水温異常はFDC調査の6測線において各2~3ヶ所で検出された。水温異常の値の範囲は0.010℃~0.050℃である。水温異常一覧表を表4-5-1に、水温対CTD水深断面図を図4-5-1(1)~(3)に示す。

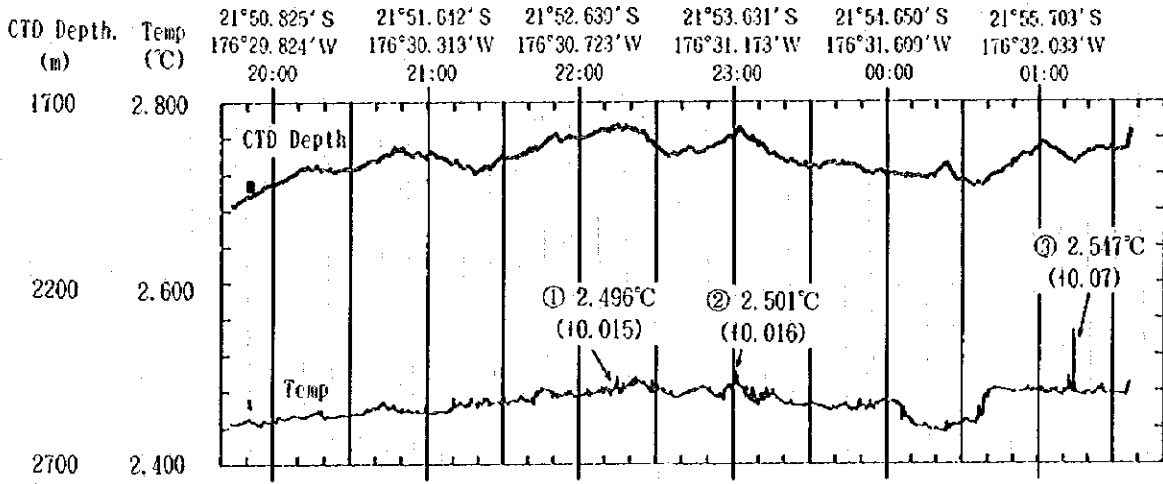
FDC観察結果との対比では、水温異常が検出された位置では大部分が崖、フィッシャー及びクラック等が観察された位置に対応するが、熱水活動の徴候である生物群や熱水性沈殿物等は観察されていない。ただ95SFDC01測線では岩石の焼けや酸化鉄が、また95SFDC09と95SFDC10ではそれぞれマンガン酸化物のコーティング、黄色の沈殿物が観察されておりこれらの水温異常は熱水活動の徴候を示唆するものと考えられる。

表 4 - 5 - 1 水温異常一覽表

測線名	観測No.	水温 (°C)	水深(m)	日時(GMT) (注)	位置 (注)	FDC観察結果
FDC-01	①	2.496(+0.015)	1,763	08/08 22:15:05	21°52.851'S 176°30.837'W	崖、岩石露出
	②	2.501(+0.016)	1,790	08/08 23:00:55	21°53.649'S 176°31.174'W	クラック、産化膜
	③	2.547(+0.070)	1,870	08/09 01:14:05	21°55.928'S 176°32.158'W	シート状露岩
FDC-05	①	2.342(+0.013)	2,743	08/14 00:59:35	20°29.900'S 176°11.144'W	フィッシャー
	②	2.348(+0.021)	2,726	08/14 01:21:35	20°29.529'S 176°11.044'W	崖
FDC-07	①	2.326(+0.013)	2,445	08/15 00:14:55	20°32.544'S 176°12.199'W	フィッシャー
	②	2.329(+0.010)	2,610	08/15 01:27:00	20°32.697'S 176°11.016'W	崖、クラック
	③	2.326(+0.010)	2,535	08/15 02:58:50	20°32.932'S 176°09.375'W	崖
FDC-08	①	2.448(+0.039)	2,020	08/15 21:37:15	21°24.877'S 176°22.854'W	フィッシャー
	②	2.420(+0.017)	2,019	08/15 22:12:35	21°24.778'S 176°22.257'W	生物
	③	2.419(+0.019)	2,059	08/15 22:33:20	21°24.823'S 176°21.884'W	フィッシャー
FDC-09	①	2.667(+0.050)	1,564	08/17 22:10:30	21°52.986'S 176°45.410'W	
	②	2.514(+0.023)	1,841	08/18 00:23:45	21°55.042'S 176°44.132'W	
	③	2.677(+0.077)	1,495	08/18 01:40:20	21°56.203'S 176°43.529'W	Mnコ-テイング
FDC-10	①	2.452(+0.022)	1,770	08/18 20:16:30	21°33.641'S 176°16.095'W	黄色物
	②	2.382(+0.011)	2,107	08/18 20:47:35	21°24.153'S 176°16.207'W	崖

注：日時及び位置は水温異常の極大値を観測した時間及び曳航体位置

FDC-01



FDC-05

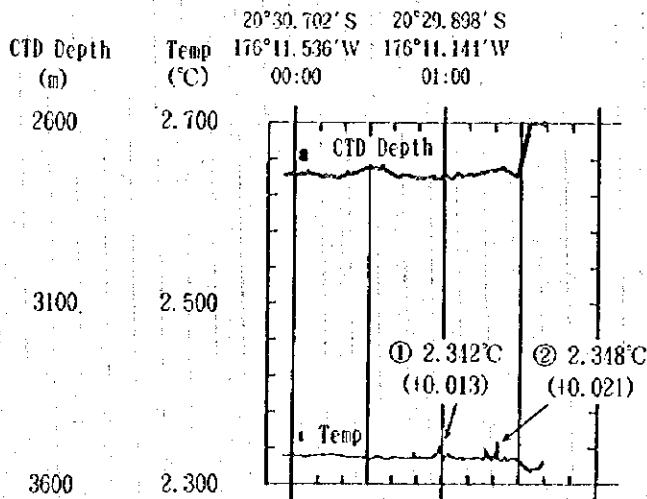
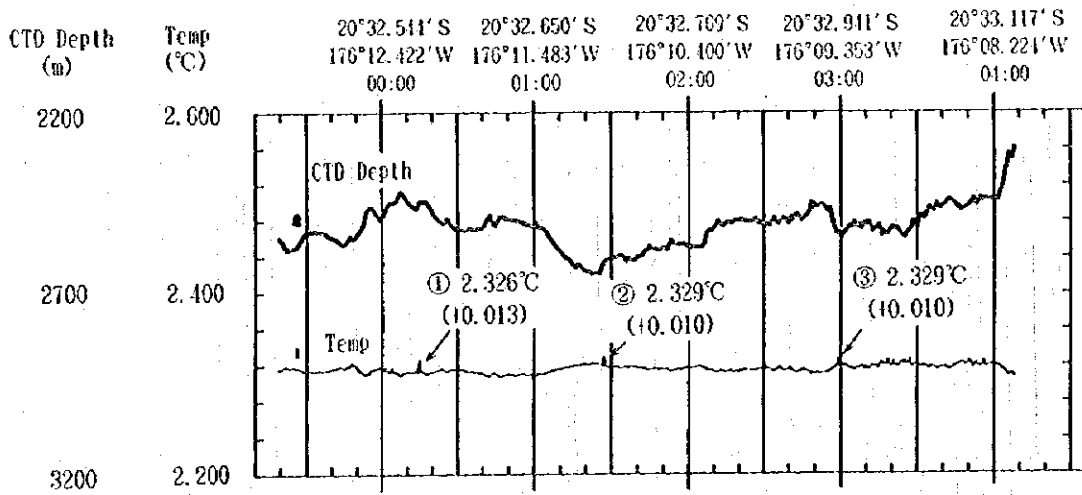


图 4 - 5 - 1 (1) 水温对 C T D 水深断面图

FDC-07



FDC-08

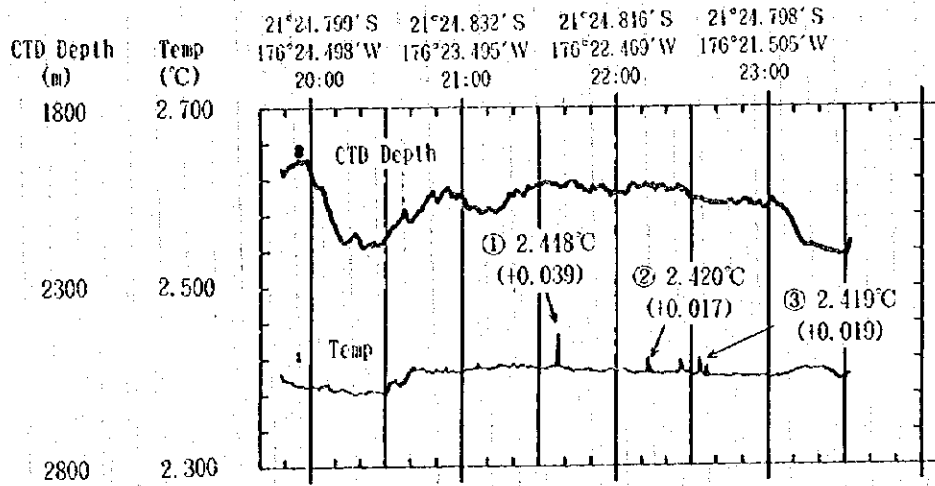
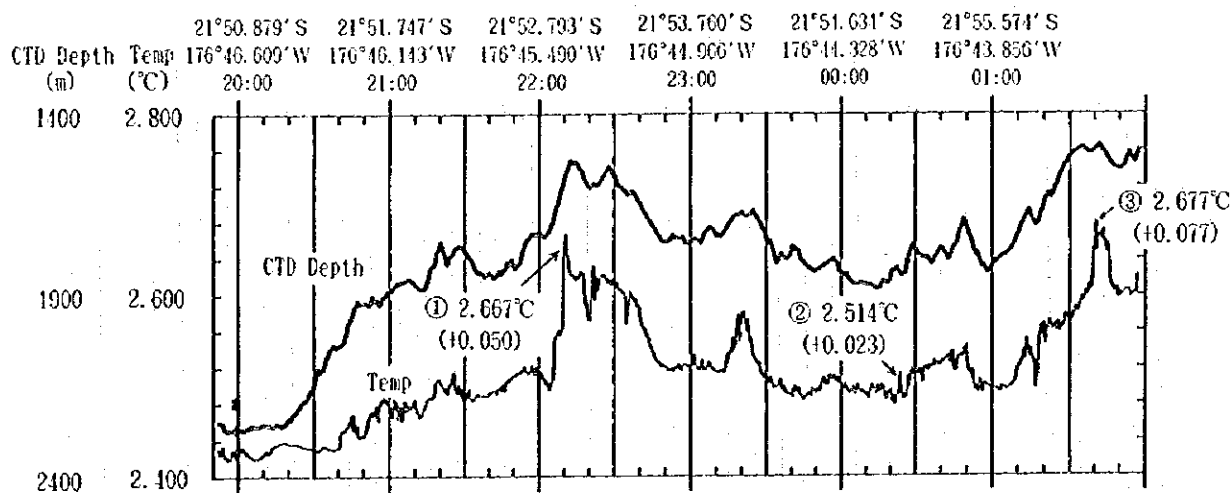


图 4 - 5 - 1 (2) 水温对 C T D 水深断面图

FDC-09



FDC-10

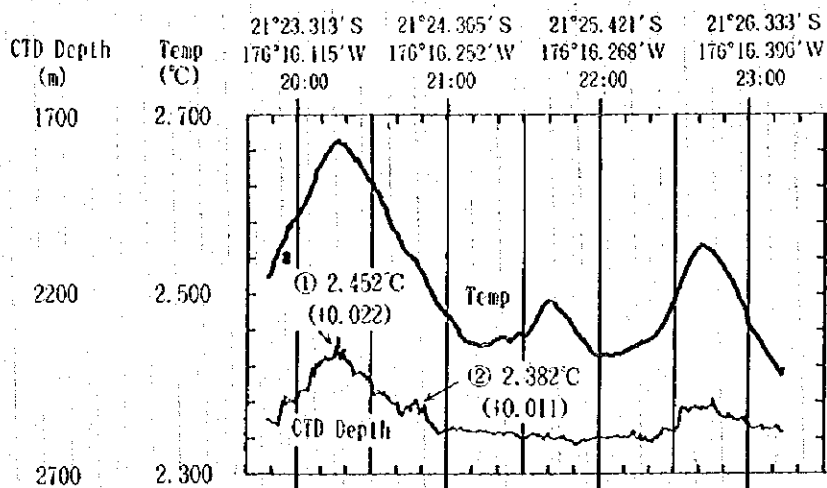


图 4-5-1(3) 水温对 CTD 水深断面图

5章 分析及び鑑定結果

5-1 岩石薄片顕微鏡観察

LC, FPG, CBの各サンプリングで採取された岩石について、薄片を作成し顕微鏡による観察を行った。試料数は、岩石が採取された全14地点の計17試料である。1地点で採取した岩石の岩相が異なる場合、各々の代表的な岩相の薄片を作成した。薄片の観察結果を表5-1-1に、代表的な顕微鏡写真を図5-1-1(1), (2)に示す。

肉眼観察では、95SCB07T1と95SCB11Tで強い磁性が認められた。磁性の強さは試料による差が大きく、磁性がほとんどないものから非常に強いものまで様々である。色調としては、灰色～暗灰色～帯緑暗灰色を呈する。

顕微鏡観察の結果、すべての試料が玄武岩であり、組織及び斑品の種類により、無斑品質玄武岩、紫蘇輝石普通輝石玄武岩、カンラン石紫蘇輝石普通輝石玄武岩に大きく分けられる。以下に、この区別に鏡下の特徴を記す。

(1) 無斑品質玄武岩

斑品がきわめて少ないもので、95SLC12T, 95SFPG02T, 95SCB03T, 95SCB06T, 95SCB07T2, 95SCB09Tの6試料が相当する。肉眼的にも、斑品はほとんど認められない。

組織は、バリオリティック、球顆状、填間状組織などを示す。斑品として、斜長石、普通輝石の微細な自形結晶がまれに認められる。石基には、多量のガラスと共に斜長石、紫蘇輝石、普通輝石の自形結晶がほぼ普遍的に存在する。ほとんどの試料に多数の気孔が存在する。変質鉱物は認められない。

(2) 紫蘇輝石普通輝石玄武岩

斑品にカンラン石を含まないもので、95SLC20T, 95SCB05T1, 95SCB05T2, 95SCB07T1, 95SCB08T, 95SCB10Tの6試料が相当する。

ガラス質なものは球果状組織を示すことが多く、その他にバリオリティック組織、填間状組織を示す。斑品として、斜長石、紫蘇輝石、普通輝石がほぼ普遍的に存在する。石基も同様の鉱物組合せからなる。

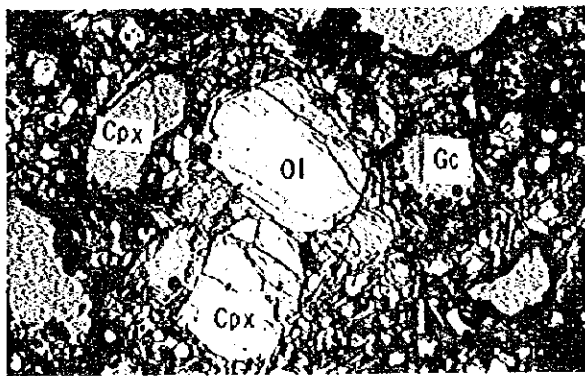
95SCB05T2は、例外的に斜長石の斑品をほとんど含まない。斜長石は石基中にも少量しか存在せず無人岩に似るが、単斜エンスタクイトが認められないことから玄武岩とした。

構成鉱物に変質は認められないが、球果を構成するガラスに微細な褐色鉱物がしばしば認められる。

(3) かんらん石紫蘇輝石普通輝石玄武岩

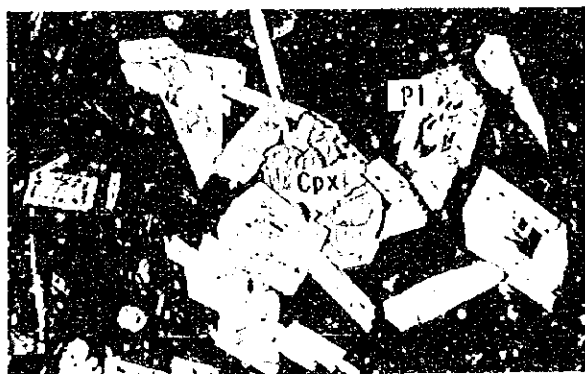
斑品にカンラン石を含むもので、95SFPG01T, 95SFPG03T1, 95SFPG03T2, 95SCB01T, 95SCB11Tの5試料が相当する。肉眼的にもカンラン石が認められることが多い。

ほとんどの試料が填間状組織を示し、1試料のみバリオリティック組織を示す。斑品とし



1. 95SFP601T

Olivin石紫蘇輝石普通輝石玄武岩



2. 95SCB10T

ガラス質紫蘇輝石普通輝石玄武岩



3. 95SCB05T2

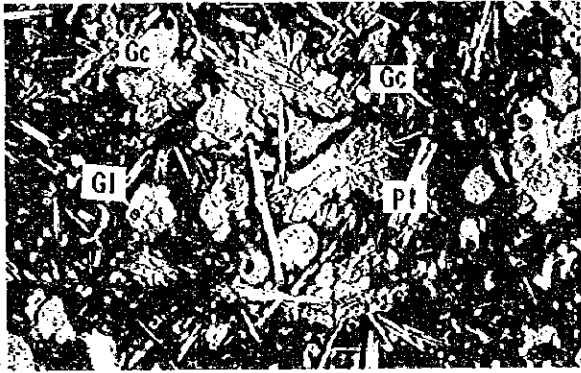
ガラス質複輝石玄武岩

0 5mm

写真左列はオープンニコル、右列はクロスニコル

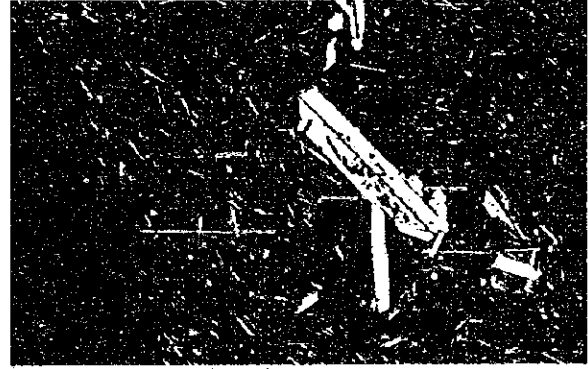
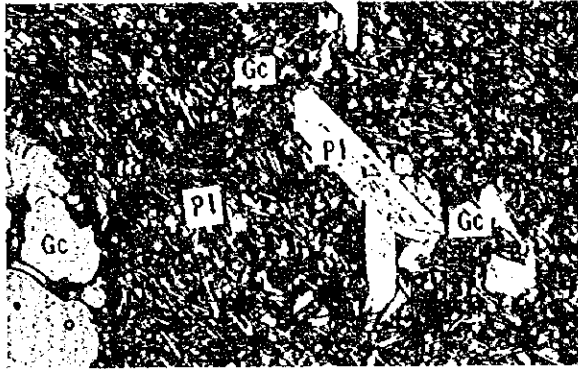
凡例は次頁に表示

図5-1-1(1) 岩石薄片顕微鏡写真



1. 95SFPG02T

無斑晶質玄武岩



5. 95SCR03T

無斑晶質玄武岩

0 5mm

写真左列はオープンニコル、
右列はクロスニコル。

凡 例

- Ol : カンラン石
- Cpx : 普通輝石
- Opx : 紫蘇輝石
- Px : 輝石
- Pl : 斜長石
- Gl : ガラス
- Sph : 球 類
- Gc : 気 孔

図 5 - 1 - 1 (2) 岩石薄片顕微鏡写真

て、斜長石、紫蘇輝石、普通輝石と少量のカンラン石が存在する。石基にはこれらの鉱物の他にガラス、鉄鉱物が存在する。

構成鉱物に変質は認められないが、石基のガラスに微細な褐色鉱物がしばしば認められる。

5-2 研磨片顕微鏡観察

2地点のLCで採取された玄武岩岩片に微量の硫化物の鉱染が認められたため、各試料で研磨片を作成し顕微鏡による観察を行った。表5-2-1に観察結果を、図5-2-1に顕微鏡写真を示す。

95SLC12Tと95SLC20Tの両試料ともに微量の黄鉄鉱が認められただけである。黄鉄鉱は0.1mm以下の大きさで、自形を呈するが、しばしば円形や不規則形を呈することもある。このように、両試料とも鉱化作用は非常に微弱である。

5-3 X線回折試験

上述の微弱な硫化物鉱染が認められたLCの2試料と褐色酸化作用が認められたFPGの1試料でX線回折試験を行った。測定は、粉末の不定方位試料及び水ひ処理による定方位試料について行った。表5-3-1に試験結果を示す。

試験の結果、3試料ともに造岩鉱物のみが検出され、粘土鉱物及び変質鉱物は検出されなかった。

顕微鏡観察の結果でも変質鉱物は確認されていないため、採取された玄武岩自体は新鮮であり粘土化変質作用は及んでいないといえる。

5-4 岩石年代測定

FPGとCBで採取された玄武岩についてK-Ar法年代測定を行った。試料数は10である。表5-4-1に測定結果を示す。

測定前処理として、粉砕後に粒度調整を行い、洗浄・乾燥後、磁性鉱物を除去した。カリウムの定量は原子吸光光度法で行い、アルゴンの同位体測定比には希ガス質量分析装置を用いた。壊変定数は、Steiger and Jaeger (1977)に従った。

いずれの試料でも、カリウムの含有量が非常に小さく大気混入率が非常に大きいため、年代値の測定誤差が大きく、年代値の信頼性はかなり低い。特に95SCB04K、95SCB07K、95SCB08Kの3試料では、カリウムの含有量がきわめて低く、年代値は12~35Maと非常に大きい。採取場所と他の試料の年代値からみて、この3試料の年代値は不当に大きく信頼性に乏しいため、これらは考察対象から除く。

以下に、上記3試料を除く7試料について、採取場所と年代値の関係を記す。ただし、年代値の信頼性は低いという前提に基づいており、年代値の表記には測定誤差を省いた。

表5-2-1 研磨片觀察結果一覽表

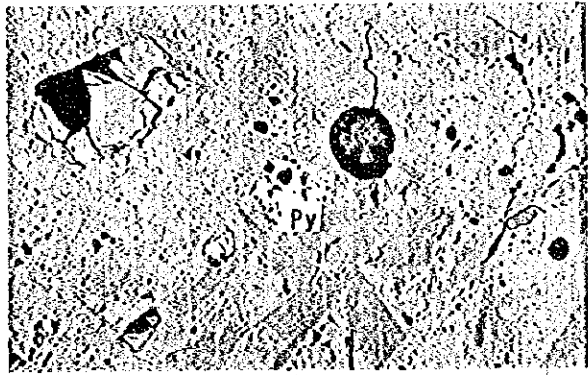
試料番号	岩石名	組織	鉱物名			備考
			黄鉄鉱			
95SLC12T	多孔質無斑晶質玄武岩	Variolitic	※			一部 framboidal pyrite
95SLC20T	ガラス質紫蘇輝石普通輝石玄武岩	Sphenulitic	.			

凡例 . : 微量 ※ : 極微量

表5-3-1 岩石X線回折試験結果一覽表

試料番号	岩石名	組織	鉱物名				備考
			斜長石	輝石	方輝石	斜石	
95SLC12T	多孔質無斑晶質玄武岩	Variolitic	○	△			
95SLC20T	ガラス質紫蘇輝石普通輝石玄武岩	Sphenulitic	○	△	△		
95SFP002T	多孔質無斑晶質玄武岩	Variolitic	△	△	△		

凡例 ○ : 中量 △ : 少量



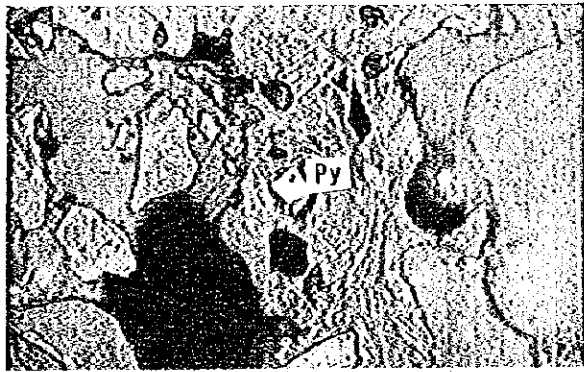
0 1 mm

95SLC20



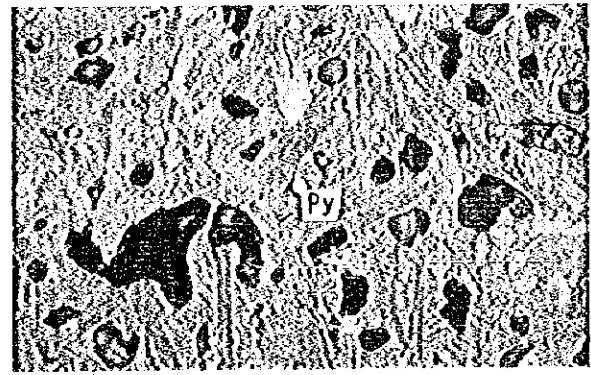
0 2 mm

95SLC20



0 1 mm

95SLC12



0 1 mm

95SLC12

凡 例

Py : 黄 铁 锈

图 5 - 2 - 1 研磨片顯微鏡写真



表5-4-1 岩石年代測定結果一覧表

試料番号	試料型	カリウム (wt %)	Rad. 40Ar (10^{-8} cc/g)	K-Ar年代 (Ma)	大気混入率 (%)	備考
95SFP01K	全岩	0.14±0.01	0.30±0.30	0.55±0.55	97.9	
95SFP02K	全岩	0.16±0.01	0.16±0.35	0.25±0.56	99.1	
95SFP03K	全岩	0.10±0.01	0.27±0.33	0.70±0.86	98.3	
95SCB03K	全岩	0.25±0.01	0.32±0.53	0.33±0.55	98.8	
95SCB04K	全岩	0.03±0.002	3.27±0.52	27.9±4.7	88.1	
95SCB05K	全岩	0.08±0.001	0.15±0.56	0.5±1.8	99.5	
95SCB06K	全岩	0.18±0.01	0.28±0.98	0.4±1.4	99.4	
95SCB07K	全岩	0.03±0.002	4.11±0.66	35.0±5.8	88.1	
95SCB08K	全岩	0.04±0.002	1.89±0.52	12.1±3.4	92.8	
95SCB09K	全岩	0.24±0.01	1.7±2.1	1.8±2.3	98.4	

壊変定数 $\lambda_c = 0.581 \times 10^{-10}$ / Year

$\lambda_\beta = 4.962 \times 10^{-10}$ / Year

40K/K = 0.01167 atm%

(1) 拡大軸上

95SFPG02K, 95SCB03K, 95SCB05Kの3試料は拡大軸上で採取された。95SFPG02Kは調査海域南端部, 95SCB03Kは中央南部, 95SCB05Kは中央北部に位置しており, この順に年代値は0.25Ma, 0.33Ma, 0.5Maと大きくなる。すなわち, 南側の試料ほど年代が若いということになる。これは, 拡大軸が南へと進展し, 現在も南方に延びていることと調和的である。

(2) 拡大軸に近接する地域

95SCB06Kと95SCB09Kの2試料は, 調査海域北部の拡大軸に平行な地質構造が継続して確認される地域で採取された。前者は地溝をなす拡大軸部の東端の断層崖で, 後者はこれよりさらに拡大軸から離れた崖で採取された。

95SCB06Kは拡大軸より約2km東方に位置し, 年代値は0.4Maである。95SCB09Kは約7km東方で, 1.8Maである。したがって, 拡大軸から離れるほど年代は古いことになり, 拡大運動と調和的である。

(3) 海丘

95SFPG01Kと95SFPG03Kの2試料は, 調査海域南端部の拡大軸の火山活動と区別される海丘で採取された。

95SFPG01Kは拡大軸から約18km西方に位置し年代値は0.55Maで, 95SFPG03Kは約17km東方で0.70Maである。両者は, ほぼ同じ緯度に位置する拡大軸上の95SFPG02K(0.25Ma)よりも古い。したがって, これらの海丘は拡大軸の形成よりも早い時期に形成されていたことになる。

5-5 岩石の化学分析

L C, F P G, C Bにより採取された岩石及び火山砕屑物に対して, 化学分析を行った。分析成分は, 試料の採取量や変質の有無に従い表5-5-1に示す3種類の組み合わせとした。分析成分(元素)を表5-5-1に, 分析成分と試料の関係を表5-5-2に, 化学分析結果及び基本統計量を表5-5-3(1)~(3)に示す。

試料番号においてL CのC 1とC 2は深度の違い, F P GとC BのR 1とR 2は岩相の違いを表す。L Cの試料番号後の括弧内は試料採取深度(cm)を表す。

(1) 分析方法

分析方法と対象分析成分は以下のとおりである。分析前処理として, 超音波洗浄機により洗浄し, 恒量を確認するまで乾燥した後, 試料調整を行った。

- ・ I C P 発光分析法 : $\text{SiO}_2, \text{TiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3, \text{MnO}, \text{MgO}, \text{CaO}, \text{Na}_2\text{O}, \text{K}_2\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5,$
 $\text{Au}, \text{Ag}, \text{As}, \text{Sb}, \text{Cs}, \text{Ca}, \text{Ba}, \text{Cu}, \text{Pb}, \text{Zn}, \text{Mn}, \text{Fe}, \text{Co}, \text{Ni}, \text{Cr}, \text{Cd},$
 $\text{Rb}, \text{Sr}, \text{Ba}, \text{Zr}, \text{V}, \text{Nb}, \text{Y}, \text{La}, \text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Eu}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Er}, \text{Tm}, \text{Yb}, \text{Lu}$
- ・ 中和滴定法 : FeO

表 5 - 5 - 1 岩石化学分析成分

番号	分析種類	元素名	分析検出限界
A 1	主成分	SiO ₂ , TiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , FeO, MnO, MgO, CaO	0.01%
		Na ₂ O, K ₂ O, P ₂ O ₅ , CO ₂	
A 2	微量成分	Sr, Ba, Zr, V, Y	1ppm
		Rb, Nb, La, Ce, Pr, Nd	0.1ppm
		Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	0.01ppm
A 3	微量成分	Au(2ppb)	左記括弧内
		Ag(0.02ppm), Sb(0.2ppm), Cs(0.1ppm), S(50ppm)	左記括弧内
		Ca, Ba, Cu, Pb, Zn, Mn, Fe, Co, Ni, Cr, Cd	1ppm

表 5 - 5 - 2 分析試料と分析成分

分析成分	試料数	試料番号
A 1 + A 2 + A 3	15	95SLC20R, 95SFPG01R, 95SFPG02R, 95SFPG03R, 95SCB03R1, 95SCB03R2, 95SCB04R1, 95SCB04R2, 95SCB05R1, 95SCB05R2, 95SCB06R, 95SCB07R1, 95SCB07R2, 95SCB08R, 95SCB09R
A 1 + A 2	8	95SLC20CN, 95SCB08CN, 95SLC08C1(60-65cm), 95SLC10C1(15-20cm), 95SLC10C2(40-45cm), 95SLC13C1(60-65cm), 95SLC13C2(100-105cm), 95SLC14C1(15-20cm)
A 2 + A 3	1	95SFPG02E
A 3	1	95SLC12M

表 5-5-3 (1) 岩石化学分析结果一览表

(1) 主要成分: 1-3 成分														
元素名	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	LOI	Total
单位	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
95SLC20 R	50.74	0.90	15.53	<0.01	13.50	0.17	8.04	12.61	2.23	0.07	0.07	0.09	<0.01	103.95
95SFPG01 R	47.13	0.56	12.90	1.95	6.50	0.15	12.98	11.85	1.76	0.31	0.10	0.11	3.11	99.41
95SFPG02 R	47.81	0.79	14.86	1.74	7.10	0.16	5.75	9.86	2.41	0.28	0.10	0.07	9.23	100.16
95SFPG03 R	49.70	0.37	11.26	1.90	7.00	0.16	13.26	10.17	1.08	0.24	0.05	0.09	4.47	99.75
95SCB03 R1	51.50	1.35	14.28	2.97	8.80	0.20	4.29	8.46	2.97	0.37	0.15	0.09	4.65	100.08
95SCB03 R2	52.81	1.39	14.76	2.45	9.70	0.20	4.44	8.69	3.09	0.34	0.15	0.09	1.36	99.47
95SCB04 R1	49.87	0.69	17.43	0.99	7.70	0.16	8.23	13.33	1.98	0.04	0.05	0.08	<0.01	100.55
95SCB04 R2	49.76	0.69	17.45	0.53	8.30	0.16	8.18	13.34	1.94	0.05	0.05	0.11	<0.01	100.36
95SCB05 R1	49.79	0.77	15.41	1.65	7.30	0.16	8.41	12.52	1.98	0.10	0.07	0.10	1.78	100.04
95SCB05 R2	50.97	0.90	15.37	0.89	8.50	0.18	8.01	12.03	2.08	0.15	0.08	0.10	0.29	99.55
95SCB06 R	51.90	1.66	14.51	2.39	10.00	0.21	5.65	9.47	3.11	0.32	0.17	0.10	0.10	99.59
95SCB07 R1	51.50	0.83	15.61	0.87	8.50	0.17	8.31	12.55	2.14	0.10	0.06	0.08	<0.01	100.72
95SCB07 R2	50.72	0.84	15.81	0.21	9.00	0.17	8.17	12.54	2.20	0.11	0.07	0.15	<0.01	99.99
95SCB08 R	51.66	0.95	15.28	2.52	7.40	0.17	7.63	12.20	2.28	0.15	0.07	0.13	<0.01	100.44
95SCB09 R	50.40	1.22	15.30	4.45	7.80	0.19	4.69	9.50	2.93	0.52	0.11	0.26	2.85	100.22
95SLC20 CN	51.33	0.92	15.77	<0.01	9.70	0.17	8.04	12.49	2.26	0.04	0.07	0.11	<0.01	100.90
95SCB08 CN	51.98	1.20	14.58	<0.01	11.40	0.20	6.75	11.05	2.55	0.10	0.10	0.10	<0.01	100.01
95SFPG02 E														
95SLC12 M														
95SLC08 C1	56.48	0.61	14.56	1.13	8.60	0.18	3.96	8.69	3.06	0.59	0.11	0.28	1.88	100.13
95SLC10 C1	56.72	0.60	14.53	1.24	8.50	0.18	3.81	8.74	2.90	0.60	0.12	0.30	1.80	100.04
95SLC10 C2	55.92	0.65	14.45	1.17	8.90	0.20	3.91	8.99	2.91	0.55	0.11	0.57	1.94	100.27
95SLC13 C1	56.89	0.61	14.55	1.88	7.90	0.18	3.78	8.68	3.01	0.58	0.11	0.34	1.82	100.33
95SLC13 C2	56.78	0.63	14.75	1.49	8.30	0.18	3.96	8.81	2.88	0.56	0.12	0.34	1.62	100.42
95SLC14 C1	56.61	0.59	14.79	1.66	8.00	0.18	3.96	8.73	3.03	0.54	0.11	0.46	1.83	100.49
最小 (Min.)	47.13	0.37	11.26	0.01	6.50	0.15	3.78	8.46	1.08	0.04	0.05	0.07	0.01	99.41
平均 (Mean)	52.13	0.86	14.95	1.47	8.63	0.18	6.70	10.67	2.47	0.29	0.10	0.18	1.69	100.30
最大 (Max.)	56.89	1.66	17.45	4.45	13.50	0.21	13.26	13.34	3.11	0.60	0.17	0.57	9.23	103.96
标准偏差 (σ)	2.98	0.32	1.25	1.07	1.53	0.02	2.74	1.80	0.54	0.21	0.03	0.14	2.18	0.89

表 5-5-3 (2) 岩石化学分析结果一览表

元素名		Rb	Sr	Ba	Zr	V	Nb	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
单位		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
95SLC20 R		1.4	84	7	51	231	0.73	24	1.71	5.74	0.96	5.42	2.13	0.82	3.12	0.64	3.69	0.80	2.66	0.41	2.61	0.37
95SFP01 R		6.76	149	32	28	180	0.39	15	2.48	6.66	1.04	5.74	1.97	0.67	2.53	0.42	2.51	0.55	1.63	0.28	1.62	0.23
95SFP02 R		5.5	134	56	41	230	0.58	21	2.7	7.32	1.18	6.2	2.31	0.78	3.12	0.52	3.39	0.82	2.26	0.35	2.52	0.35
95SFP03 R		4.04	95	51	19	204	0.14	10	1.06	2.78	0.44	2.36	0.86	0.32	1.20	0.24	1.54	0.35	1.09	0.17	1.25	0.16
95SCB03 R1		5.84	133	68	74	315	1.81	33	3.94	11.3	1.81	9.65	3.34	1.15	4.74	0.94	5.32	1.18	3.60	0.58	3.74	0.53
95SCB03 R2		6.35	136	72	78	323	1.77	35	3.92	11.4	1.8	9.54	3.55	1.29	4.88	0.93	5.61	1.25	3.83	0.61	3.87	0.58
95SCB04 R1		0.91	85	12	41	191	0.66	21	1.51	5.01	0.89	4.99	2.13	0.72	2.88	0.54	3.49	0.79	2.42	0.40	2.68	0.37
95SCB04 R2		1.2	83	10	38	187	0.61	21	1.3	4.55	0.74	4.32	1.58	0.69	2.37	0.50	3.09	0.71	2.30	0.37	2.20	0.34
95SCB05 R1		2.06	91	14	46	219	0.57	24	1.65	5.28	0.88	5.02	1.90	0.76	3.03	0.64	3.57	0.82	2.65	0.39	2.59	0.38
95SCB05 R2		2.89	105	20	50	243	0.63	25	1.91	6.25	1.05	6.02	2.21	0.84	3.36	0.66	4.09	0.85	2.59	0.43	2.89	0.40
95SCB06 R		4.58	112	32	105	303	3.04	43	4.46	13.7	2.15	11.5	4.33	1.40	5.82	1.10	6.73	1.54	4.65	0.75	4.64	0.65
95SCB07 R1		2.14	69	8	46	225	0.92	24	1.58	5.42	0.88	5.18	2.18	0.79	3.27	0.66	4.07	0.90	2.71	0.40	3.00	0.41
95SCB07 R2		2.73	92	10	47	216	0.76	24	1.62	5.42	0.97	5.15	2.05	0.88	3.23	0.63	3.66	0.89	2.62	0.41	2.85	0.38
95SCB08 R		2.31	68	7	47	239	0.7	25	1.54	5.36	0.94	5.4	2.21	0.78	3.14	0.62	3.97	0.87	2.70	0.48	2.86	0.41
95SCB09 R		9.36	199	15	63	330	0.79	33	2.54	8.37	1.44	7.93	3.25	1.16	4.36	0.81	5.13	1.09	3.57	0.57	3.75	0.51
95SLC20 CN		1.17	93	7	53	231	0.68	25	1.74	5.9	1.03	5.88	2.33	0.86	3.18	0.62	4.04	0.87	2.83	0.42	3.12	0.38
95SCB08 CN		1.92	78	13	66	275	1.4	32	2.51	7.98	1.31	7.45	3.21	1.11	4.53	0.85	5.08	1.14	3.69	0.60	3.77	0.55
95SFP02 E		6.31	142	67	44	228	0.63	24	3.1	8.01	1.25	6.81	2.56	0.91	3.32	0.64	3.78	0.83	2.68	0.43	2.79	0.38
95SLC12 M																						
95SLC08 C1		8.21	182	150	30	273	0.34	18	2.38	6.14	0.9	4.82	1.80	0.61	2.13	0.47	2.64	0.67	2.03	0.33	2.14	0.32
95SLC10 C1		8.57	189	158	29	274	0.29	18	2.48	6.39	0.91	5.07	1.89	0.61	2.12	0.44	2.77	0.69	2.22	0.33	2.10	0.35
95SLC10 C2		8.29	190	152	28	296	0.29	18	2.33	5.93	0.92	4.98	1.66	0.57	2.11	0.45	2.85	0.65	2.24	0.34	2.21	0.32
95SLC13 C1		8.07	187	157	31	278	0.25	18	2.5	6.58	0.97	5.23	1.81	0.61	2.24	0.44	2.73	0.72	2.09	0.35	2.21	0.33
95SLC13 C2		8.18	186	156	33	285	0.33	18	2.5	6.44	1	5.24	1.66	0.66	2.30	0.45	2.91	0.69	2.17	0.36	1.99	0.33
95SLC14 C1		8.19	188	154	31	280	0.28	18	2.27	5.92	0.91	4.67	1.80	0.59	2.12	0.46	2.73	0.71	2.02	0.34	2.10	0.32
最小 (Min.)		0.91	68	7	19	180	0.14	10	1.06	2.78	0.44	2.36	0.86	0.32	1.20	0.24	1.54	0.35	1.09	0.17	1.25	0.16
平均 (Mean)		4.87	128	59	47	252	0.77	24	2.32	6.82	1.10	6.02	2.28	0.82	3.13	0.61	3.72	0.85	2.64	0.42	2.73	0.39
最大 (Max.)		9.36	199	158	105	330	5.04	43	4.46	13.7	2.15	11.5	4.33	1.4	5.82	1.1	6.73	1.54	4.65	0.75	4.64	0.65
标准偏差 (σ)		2.90	45.6	59.6	19.4	43.9	0.65	7.3	0.86	2.39	0.37	1.96	0.76	0.25	1.08	0.20	1.17	0.25	0.77	0.12	0.79	0.11

表 5-5-3 (3) 岩石化学分析结果一览表

(3) 微量元素 (贵金属元素等) : 17 成分

元素名 单位	Au ppb	Ag ppb	As ppm	Sb ppm	Cs ppm	Ca ppm	Ba ppm	S ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm	Co ppm	Ni ppm	Cr ppm	Cd ppm
95SLC20 R	1	23.30	0.43	0.13	<0.1	88980	7	1120	98	1	61	1316	104937	44	85	267	1
95SFPG01 R	1	13.40	0.36	0.11	0.13	83618	32	3255	83	1	46	1161	64164	51	264	1270	<1
95SFPG02 R	<1	11.80	0.39	0.11	0.14	69575	56	36530	96	1	66	1239	67359	33	43	48	<1
95SFPG03 R	<1	8.59	0.29	0.12	0.14	71763	51	27420	70	1	55	1239	67701	50	224	801	<1
95SCB03 R1	<1	8.33	0.37	0.07	0.16	59697	68	21235	53	1	92	1549	89177	35	18	20	1
95SCB03 R2	<1	9.09	0.48	0.13	0.18	61320	72	1110	49	1	89	1549	92536	39	13	11	<1
95SCB04 R1	1	19.70	<0.2	0.13	<0.1	94061	12	890	97	1	52	1239	66778	42	117	342	<1
95SCB04 R2	1	21.80	0.25	0.07	0.06	94132	10	785	93	1	48	1239	66825	44	115	365	<1
95SCB05 R1	1	18.50	<0.2	0.09	0.12	88345	14	4650	93	1	55	1239	68285	45	98	349	1
95SCB05 R2	<1	19.00	0.29	0.1	0.08	84888	20	1170	81	1	62	1394	72297	42	87	278	1
95SCB06 R	<1	16.30	0.34	0.15	0.07	66824	32	1750	50	1	93	1626	94448	41	50	132	1
95SCB07 R1	<1	14.30	<0.2	0.16	<0.1	88557	8	3750	101	1	60	1316	72157	44	92	335	1
95SCB07 R2	<1	18.60	0.25	0.11	0.07	88486	10	935	89	<1	59	1316	71427	43	89	322	1
95SCB08 R	<1	27.10	<0.2	0.09	<0.1	86087	7	1025	86	1	64	1316	75147	44	65	212	1
95SCB09 R	<1	9.03	0.4	0.11	0.29	67035	15	1115	44	1	86	1471	91755	41	17	5	1
95SLC20 CN																	
95SCB08 CN																	
95SFPG02 E	1	13.90	1.14	0.12	0.18	75291	67	1050	99	1	65	1549	73578	37	41	42	1
95SLC12 M	<1	14.80	0.71	0.11	0.16	74868	61	1920	119	1	70	1471	81491	39	37	86	1
95SLC08 C1																	
95SLC10 C1																	
95SLC10 C2																	
95SLC13 C1																	
95SLC13 C2																	
95SLC14 C1																	
最小 (Min.)	<1	8.33	<0.2	0.1	<0.1	59697	7	785	44	1	46	1161	64164	33	13	5	1
平均 (Mean)	1	15.74	0.44	0.1	0.1	79031	32	6454	82	1	66	1366	77651	42	86	287	1
最大 (Max.)	1	27.10	1.14	0.2	0.3	94132	72	36530	119	1	93	1626	104937	51	264	1270	1
标准偏差 (σ)	0	5.52	0.24	0.0	0.1	11399	24.8	10874	21.7	0	15.1	142	12312	4.7	68.7	322	0

・ XRF分析法 : S

・ 高周波誘導加熱赤外吸光光度法 (LECO) : CO₂

(2) 分析結果

分析成分別に認められる特徴を以下に記す。

1) 主成分 (A 1, 岩石の化学組成)

主成分の分析 (全岩化学分析) 値は岩相に対応する。

カンラン石斑晶を含有する 95SFPG01R と 95SFPG03R では、他に比べて MgO が相対的に高く、SiO₂、TiO₂、Al₂O₃、FeO、Na₂O が低い。非常に粗粒の長石を多数含有しカンラン石を伴う 95SCB04R1, R2 では、Al₂O₃ と CaO が相対的に高く、SiO₂、TiO₂、Fe₂O₃、Na₂O、K₂O が低い。無斑晶質玄武岩と兩輝石玄武岩の間では、各分析値に系統的な差は認められない。

同一岩石における表層の急冷縁ガラス部 (試料番号末が R2, CN) と中心部 (同 R1, R) を比較すると、相対的にガラス部では中心部よりも Fe₂O₃ が低く FeO が高い。これ以外の成分では、両者の間に系統的な差は認められない。

黒色火山ガラスからなる堆積物の 95SLC08C1, 95SLC10C1, C2, 95SLC13C1, C2, 95SLC14C1 の 6 試料では、各試料間の分析値に大きな差は存在しないが、岩石試料と比べると分析値に異なる傾向が認められる。堆積物では岩石に比べて、SiO₂、K₂O、CO₂ が相対的に高く、MgO と CaO が低い。

2) 微量成分 (A 2, 希土類元素主体)

Y から Lu までの希土類元素では、95SCB03R1, R2 と 95SCB06R が他の試料に比べて全体的に高い値を有する。この 3 試料には地質的、岩石学的な共通点がなく、他試料との相違もないため、この現象の原因は不明である。これ以外の試料では、希土類元素において特に目立った差違は認められない。

本成分では、岩相や岩質による分析値の系統的な差違は認められない。

堆積物の 6 試料 (試料番号末が C1 及び C2) では、Sr と Ba が岩石試料に比べて高い。

3) 微量成分 (A 3, 卑金属元素主体)

95SFPG02E は酸化を受けた玄武岩で 95SLC12M は硫化物の鉱染を伴うものである。これ以外は新鮮な玄武岩である。95SFPG02E と 95SLC12M では、他に比べて As と Cu が相対的に高い。これ以外の成分では系統的な差は認められない。したがって、化学分析においても鉱化作用は認められない。

カンラン石斑晶を含有する 95SFPG01R, 95SFPG03R, 95SCB04R1, R2 の 4 試料では、他に比べて Ni と Cr が相対的に高く、Zn, Mn, Fe が低い。

95SFPG02R, 95SFPG03R, 95SCB03R1 では、S が非常に高い。この原因は不明であるが、S の値が高いことがこの 3 試料において主成分 (全岩化学分析) の LOI が高い理由となっ

いる。

(3) 玄武岩の分類

分析結果から以下の各種図を作成し、玄武岩の分類を行った。なお、堆積物の6試料(試料番号末がC1及びC2)を除く、岩石の17試料について検討した。図5-5-1にAFMダイヤグラム、図5-5-2に $MnO-TiO_2-P_2O_5$ 図、図5-5-3に $Zr-Nb-Y$ 図、図5-5-4に SiO_2-K_2O 図、図5-5-5にコンドライト規格化図を示す。

1) AFMダイヤグラム

全17試料がソレイト系列に区分されるが、ややバラツキがある。

MgO よりプロットされた95SFPG01Rと95SFPG03Rの2試料は拡大軸から離れた海丘のもので、カンラン石斑晶を含有するという特徴をもつ。

Fe_2O_3+FeO よりプロットされた95SCB03R1, R2, 95SCB06R, 95SCB09Rの4試料は、地質学的に共通する特徴をもたない。しかし、これらは他試料よりも希土類元素に富み、後述のコンドライト規格化図においても他と離れてプロットされ区分される。

2) $MnO-TiO_2-P_2O_5$ 図

95SCB06Rは中央海嶺玄武岩(MORB)に、95SFPG01Rと95SFPG03Rはカルクアルカリ玄武岩(CAB)に区分される。これ以外のほとんどの試料が島弧型ソレイト玄武岩(IAT)に区分される。

3) $Zr-Nb-Y$ 図

すべての試料が火山弧性玄武岩(VAB)と中央海嶺玄武岩(N-MORB)の領域に区分される。なお、火山弧性玄武岩は島弧型ソレイト玄武岩とほぼ同義である。

4) SiO_2-K_2O 図

全体的に K_2O の含有量が少ないため、ほとんどの試料がLOW K SUB-ALKALIC BASALTSに区分される。

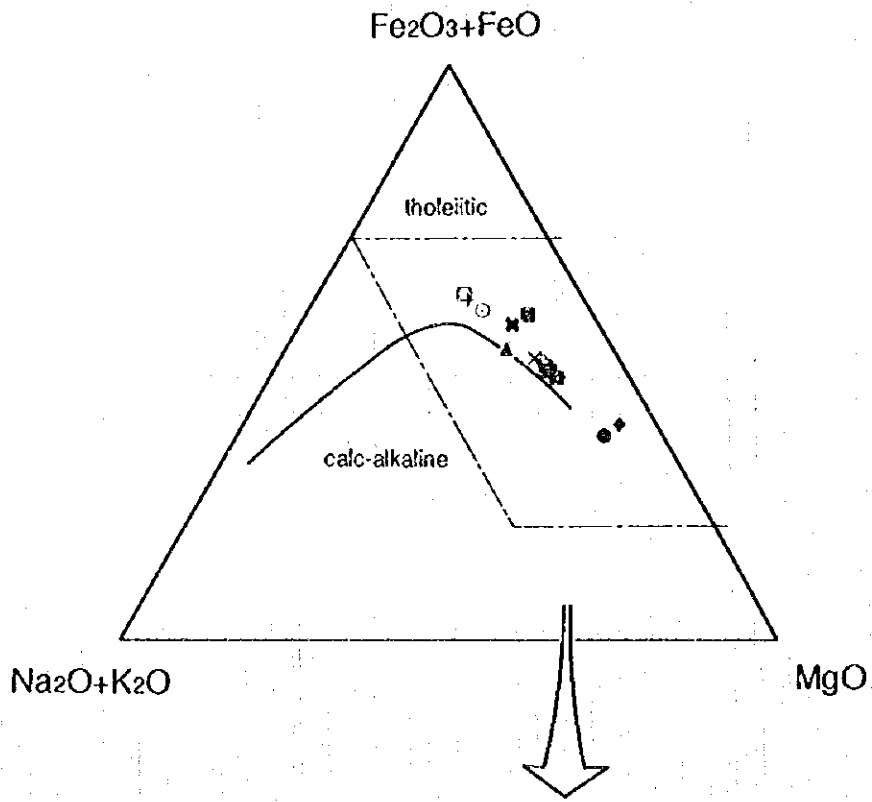
5) コンドライト規格化図

すべての試料が中央海嶺玄武岩(N-MORB)の規格化パターンを示す。細かくみるとパターンに異なる傾向が認められ、次の3グループに区分される。なお、本図には特徴的な6試料のみをプロットした。規格化に使用した希土類元素の値は、Evensen et al. (1978)のCIコンドライトの値である。

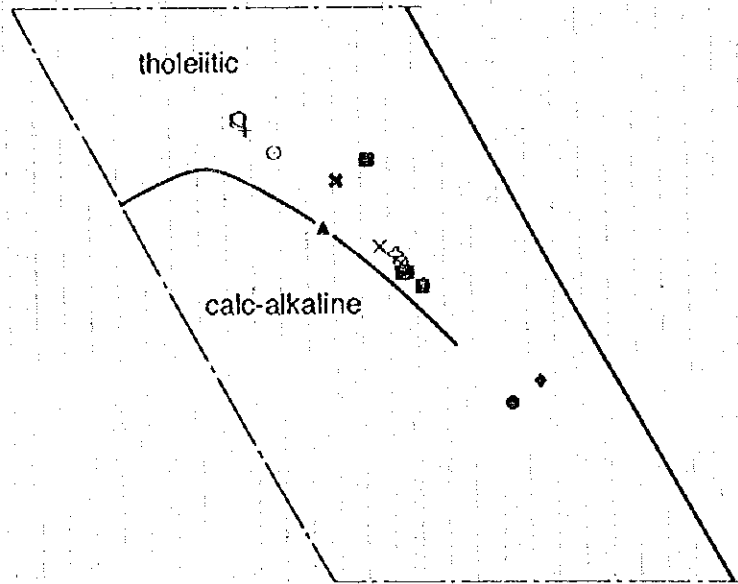
・Aグループ: LaとSmの間の傾斜が大きく、全体に左下がりなもの

11試料: 95SLC20R, CN, 95SCB04R1, R2, 95SCB05R1, R2, 95SCB07R1, R2,
95SCB08R, CN, 95SCB09

本図には、95SLC20Rと95SCB08Rがプロットされている。残りの試料もほとんどが、この2試料とほぼ同じ位置にプロットされ、バラツキが小さい。

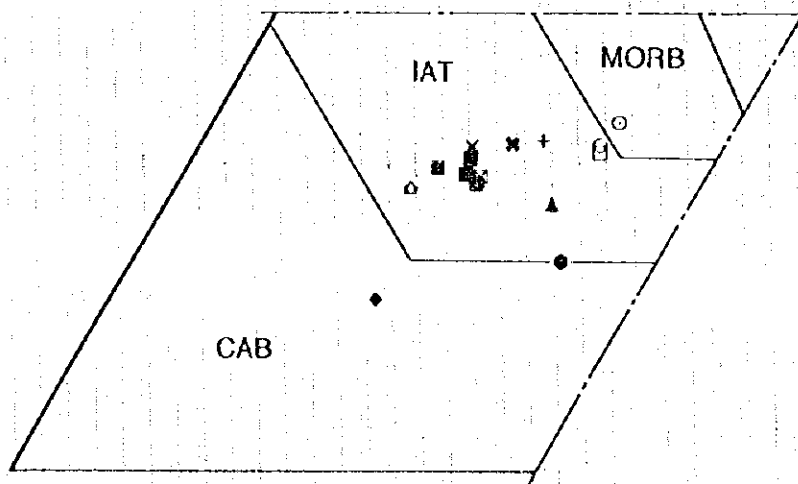
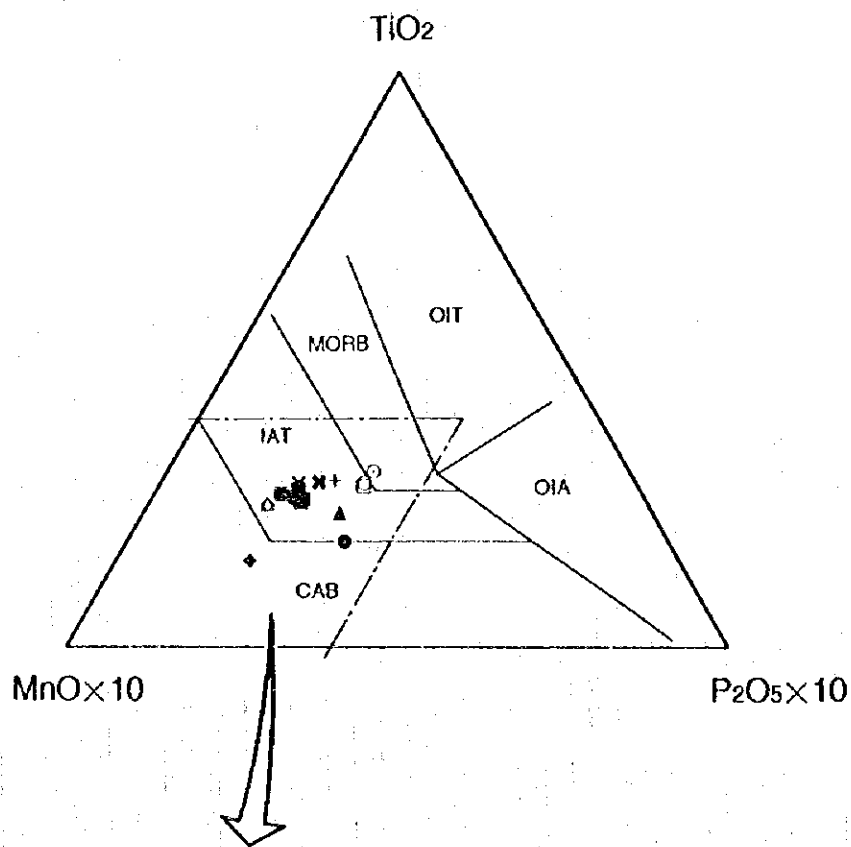


- 95SLC20 R
- 95SFG01 R
- ▲ 95SFG02 R
- ◆ 95SFG03 R
- 95SCB03 R1
- 95SCB03 R2
- △ 95SCB04 R1
- ▽ 95SCB04 R2
- ◇ 95SCB05 R1
- ⊠ 95SCB05 R2
- 95SCB06 R
- 95SCB07 R1
- 95SCB07 R2
- × 95SCB08 R
- † 95SCB09 R
- ◇ 95SLC20 C,N
- ✱ 95SCB08 C,N



境界は Wilson (1989)

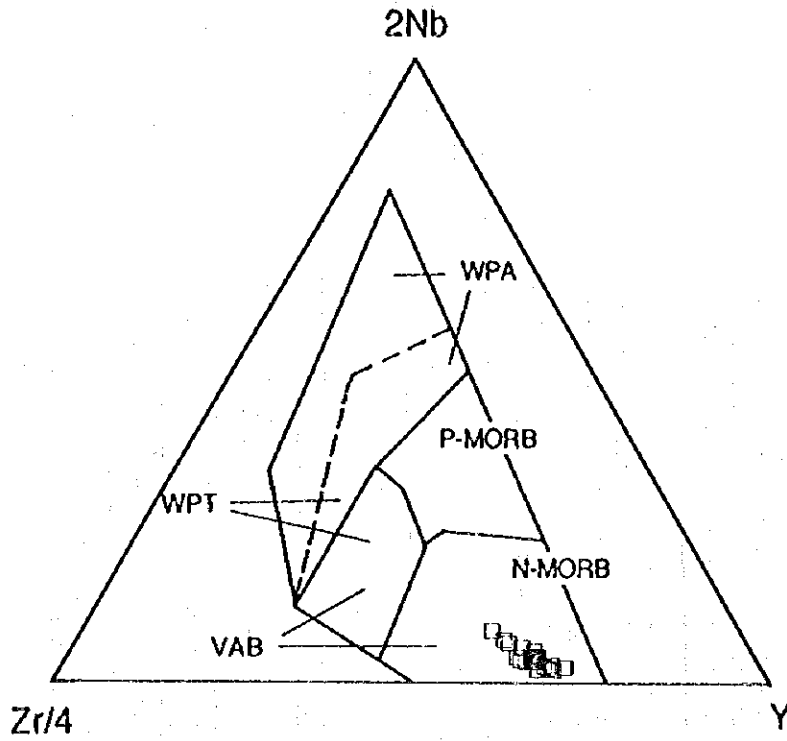
図 5 - 5 - 1 A F Mダイアグラム



Mullen (1983)の分類

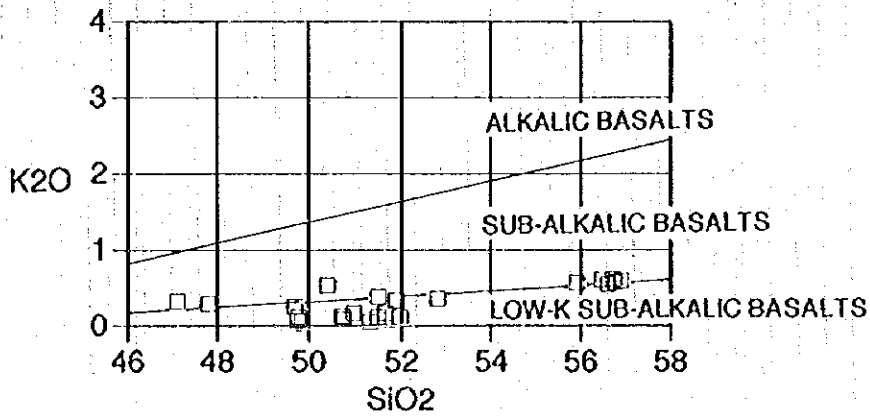
- 95SLC20 R
- 95SFFG01 R
- ▲ 95SFFG02 R
- ◆ 95SFFG03 R
- 95SCB03 R1
- 95SCB03 R2
- △ 95SCB04 R1
- ◇ 95SCB04 R2
- 95SCB05 R1
- ⊗ 95SCB05 R2
- 95SCB06 R
- 95SCB07 R1
- 95SCB07 R2
- × 95SCB08 R
- + 95SCB09 R
- ◇ 95SLC20 C,N
- ⊗ 95SCB08 C,N

☒ 5 - 5 - 2 MnO-TiO₂-P₂O₅ ☒



Meschede (1986) の分類

図 5 - 5 - 3 Zr-Nb-Y 図



Midellmost (1975) の分類

図 5 - 5 - 4 SiO₂-K₂O 図

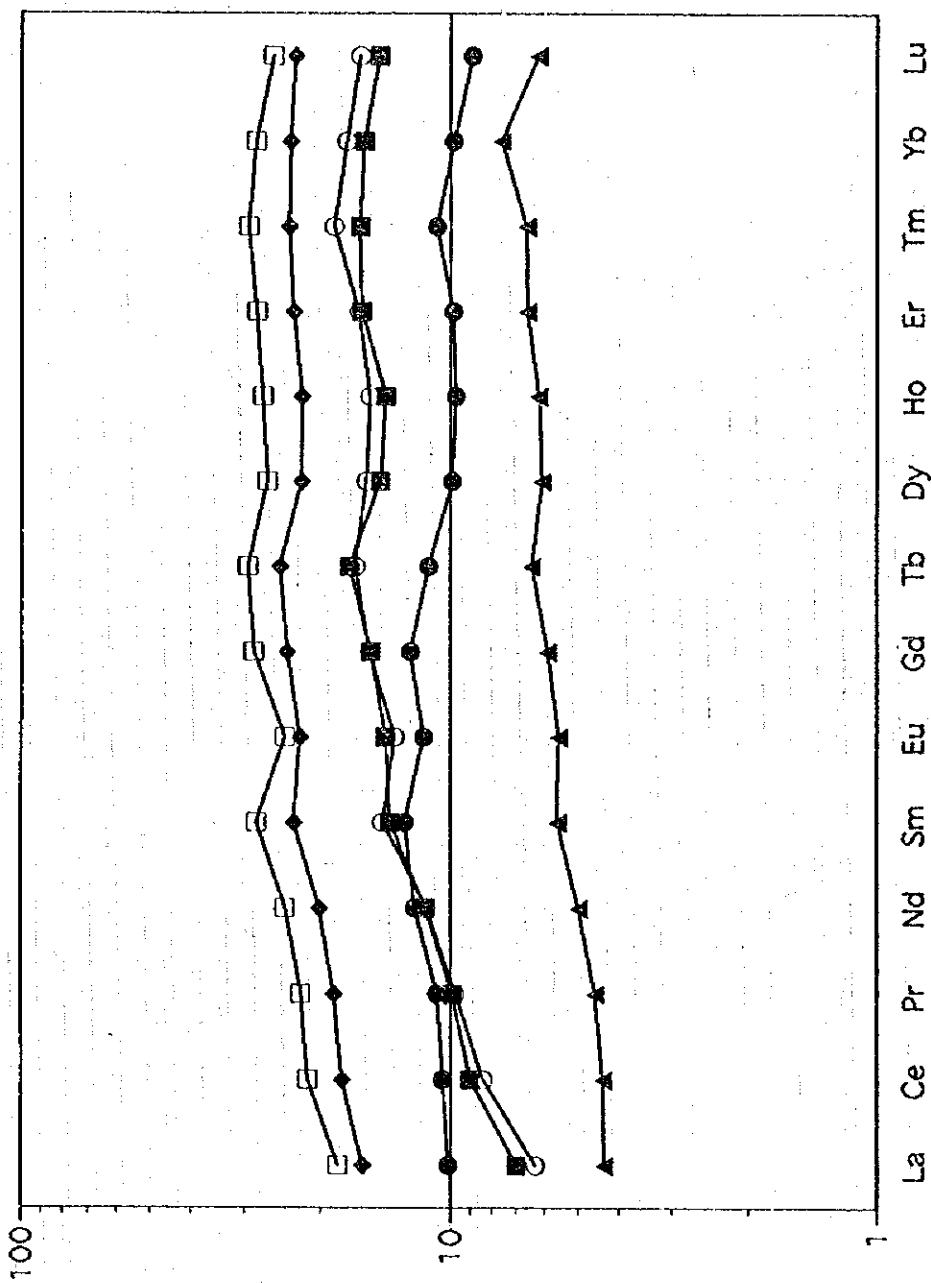
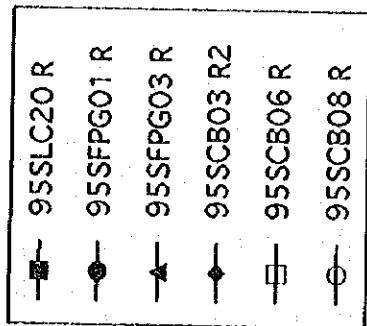


図 5-5-5 コンドライト規格化図