

### 3-2 MBES音響反射強度分布図

#### (1) 各地域の音響反射強度分布

各地域のMBESによる海底からの音響反射強度分布を図3-2-1(1)～(4)に示す。

MBESから得られた海底からの音響反射強度は海底面の露岩あるいは未固結堆積物の分布状況を反映する。海底面が露岩の場合は音響反射強度が高く、音響反射強度分布図では画像濃色部(黒色)として表現される。未固結堆積物の場合は音響反射強度が低く、画像淡色部(白色)として表現される。また、未固結堆積物の上にノジュール等が分布する場合や、未固結堆積物自体が粗粒である場合には画像がやや濃い中間色(灰色)となって表現されることもある。

今年度調査の対象とした4海山は、平頂海山、凸凹状平頂海山、海嶺状海山、海台状海山と形状が異なり、これに対応してMBES音響反射強度分布図も海山毎に著しい違いが認められる。

平頂海山であるMCH1 地域の海山は山頂全体が未固結堆積物で覆われているため、音響反射強度の低い画像淡色部が山頂部全域に広がる。

凸凹状海山であるMS13 地域の海山は山頂部に多数のピナクルが散在し、未固結堆積層は薄い。ピナクル等の露岩部を反映した高音圧を示す画像濃色部と凹地の未固結堆積物に対応した画像淡色部が交互に分布する複雑な音圧図となっている。

海嶺状海山であるMCI2 地域の海山では頂部から斜面にかけては、一部の谷を除き山頂部から斜面にかけては露岩を表す画像濃色部が全体を占めている。

海台状海山ではMC13 地域の海山では北～東側の斜面部で画像濃色部が見られるのを除き、山頂部は全体に未固結堆積物の分布を示す画像淡色部が分布している。

以下に各海山のMBES音響反射強度分布図の特徴について述べる。

#### <東海域>

##### 1) MCH1 地域

山頂中央部は緩やかなドーム状を呈し、未固結堆積物に対応した音響反射強度の低い画像淡色部が広く分布している。

画像濃色部の顕著な箇所としては、山頂北東部にピナクルに対応する高音圧部が認められる。また、山頂縁辺部に岩盤の露出部に対応した高音圧部が分布する。

斜面部では上部から下部に向けて低音圧になる傾向があるが、特に、西側では斜面上部でも音圧が低く、斜面全体に未固結堆積物が分布していると思われる。

北部に広がる水深 2,700～2,800mのテラスは全般に未固結堆積物に対応する画像淡色部が分布しているが、テラス上に散在するピナクルの斜面等の地形に対応した高音圧部も見られる。また、水深 3,500m以深の斜面下部でも広く堆積物に覆われていると思われる。

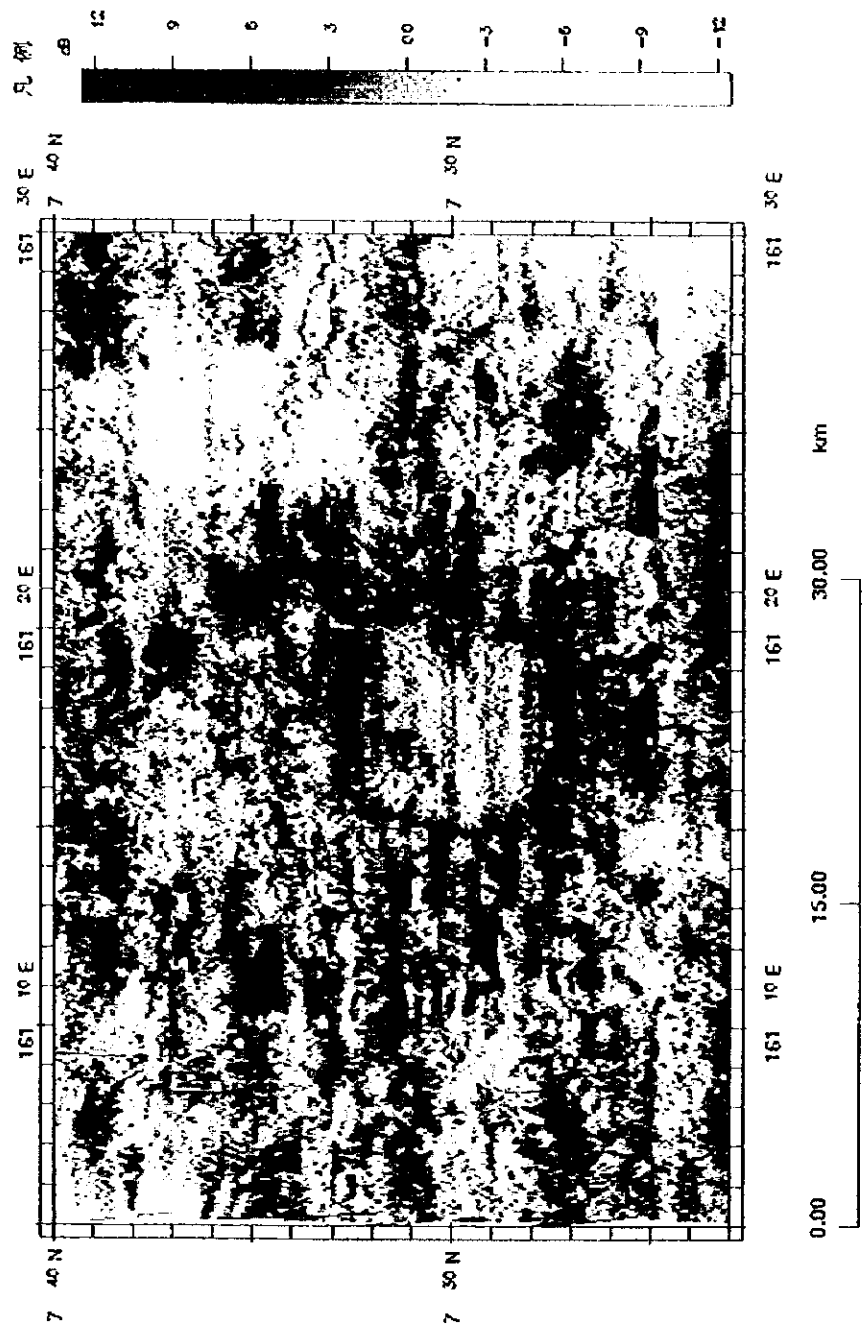


图3-2-1 (1) MC11 地域MBES音響反射強度分布図

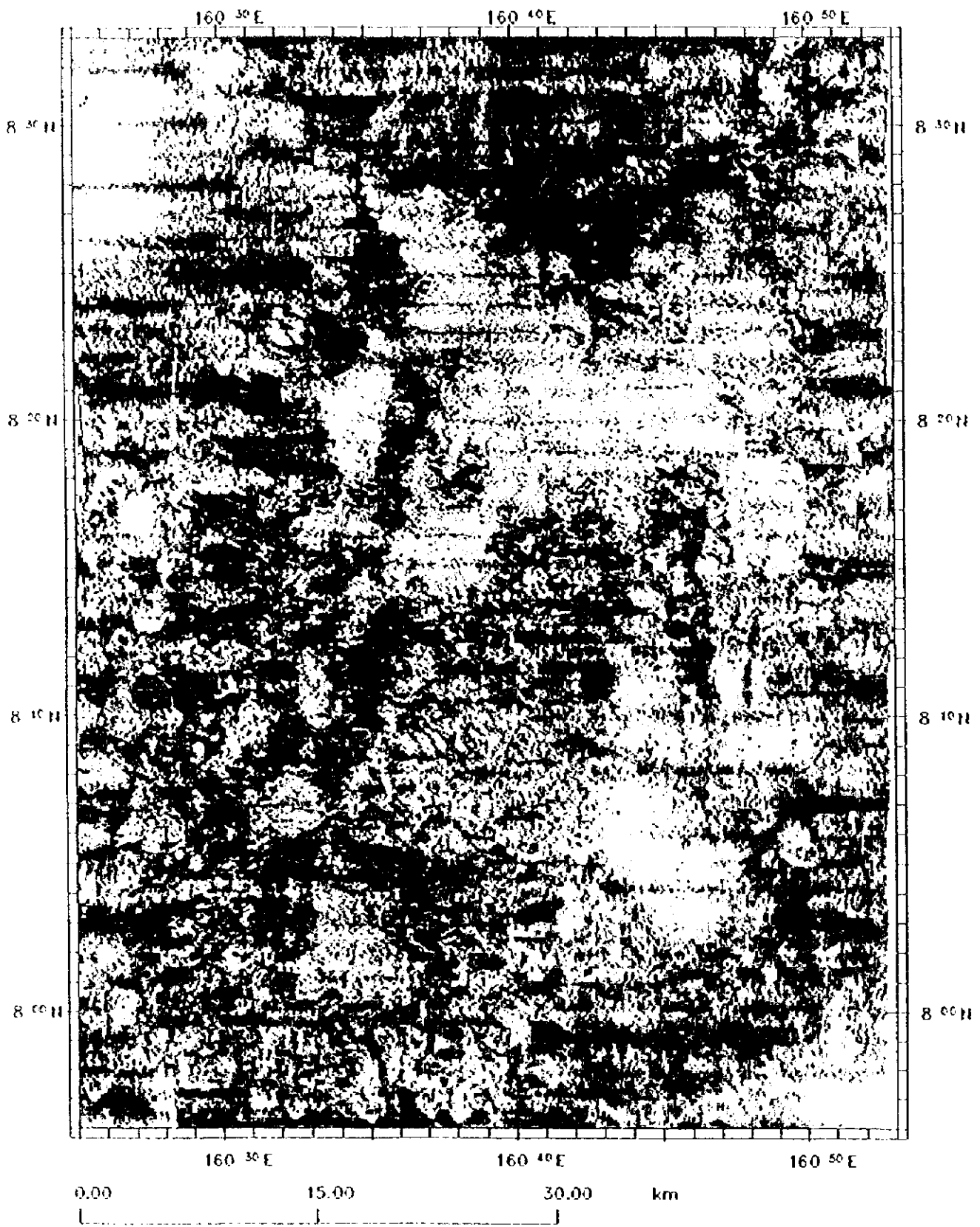


图3-2-1 (2) MS13 地域MBES音響反射強度分布図

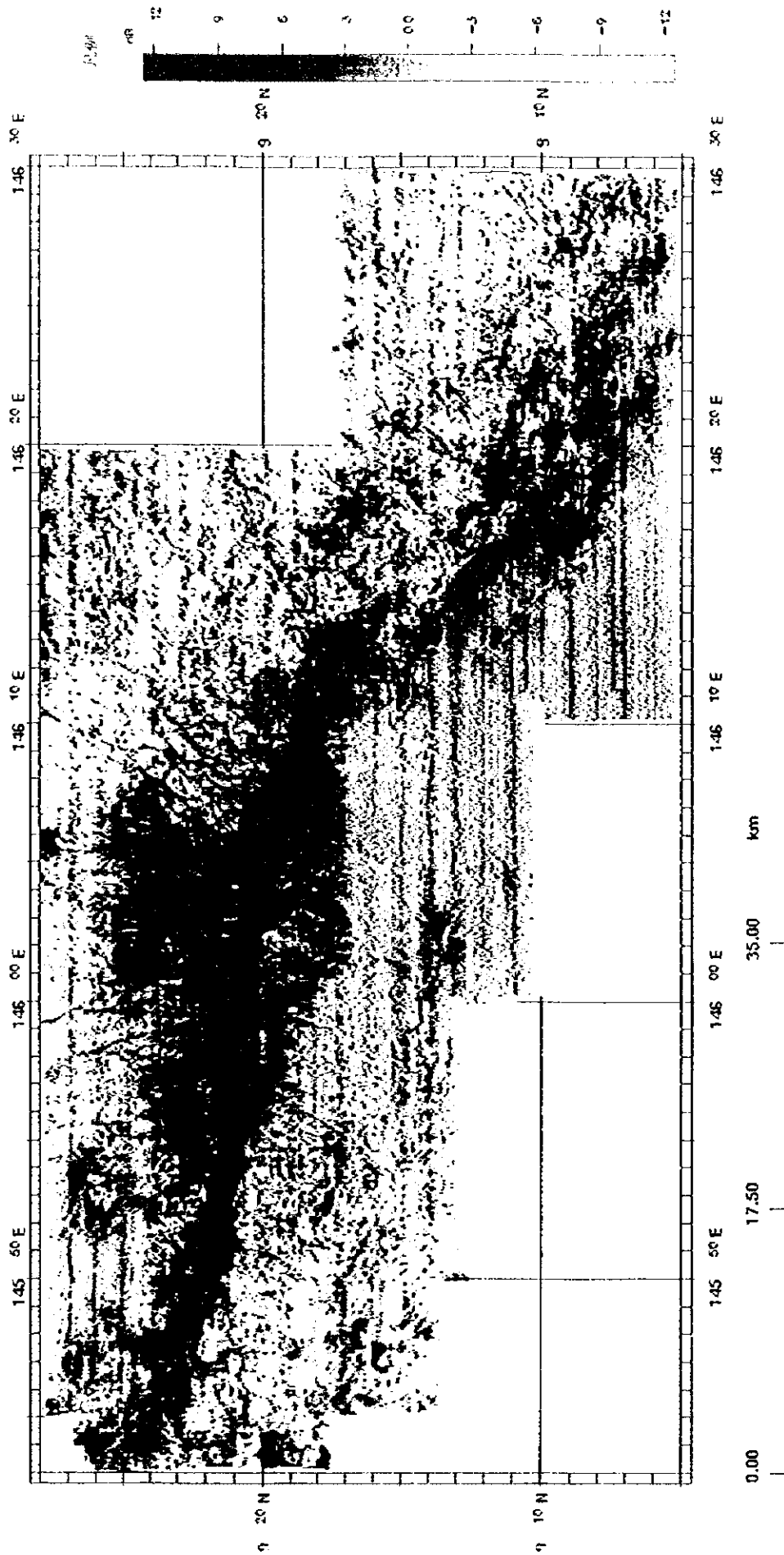


图3-2-1 (3) MC12 地域MBES音響反射強度分布图

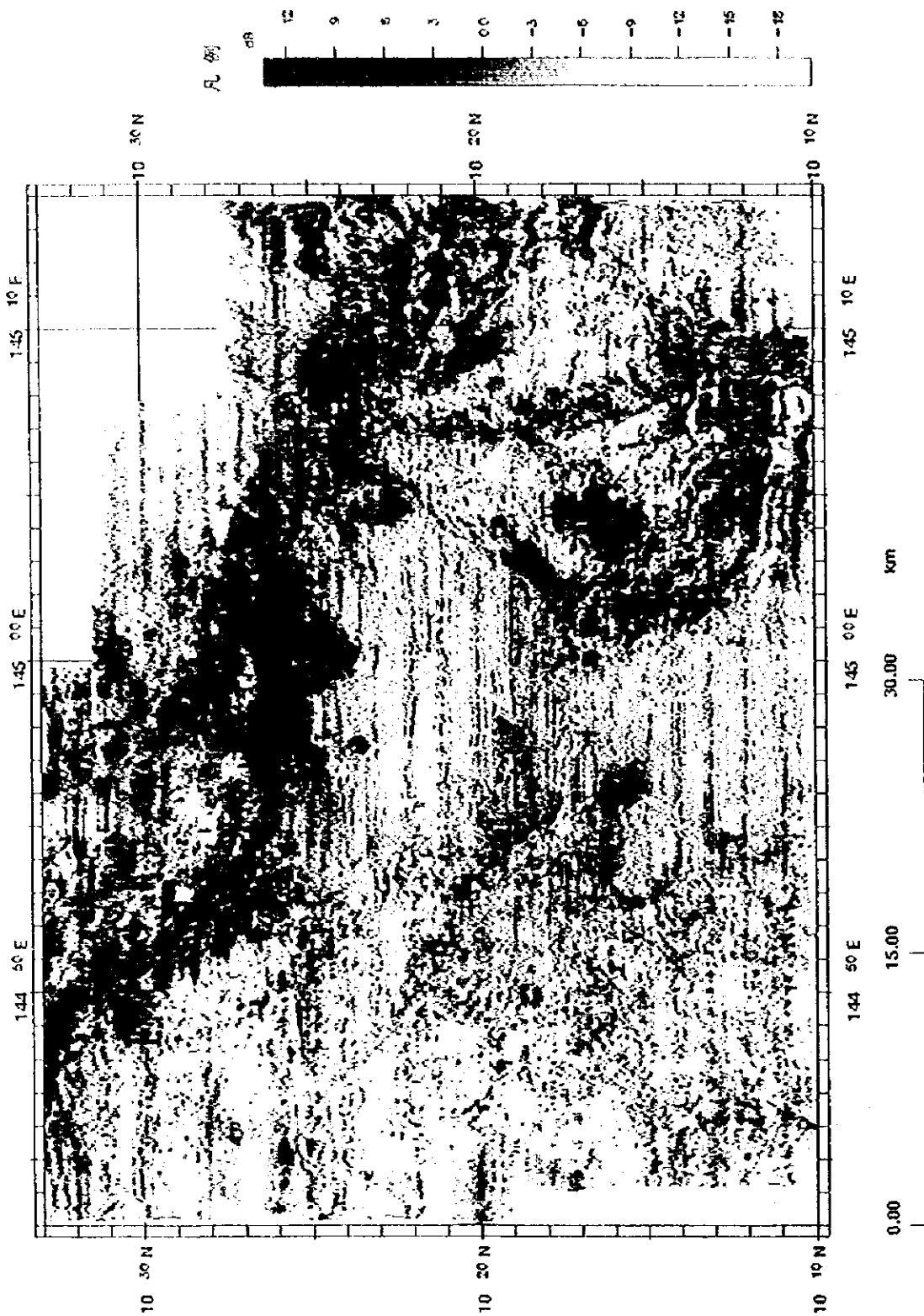


图3-2-1 (4) MC13 地域MBES音響反射強度分布图

画像淡色部が分布している。

## 2) MS13 海山

山頂部はピナクル等の地形の突出が数多く分布し、地形は起伏の激しい極めて複雑な海底面をなしている。それに伴ない音圧も一様でなく地形の凹凸に対応した複雑な分布をしている。特に 8° 20' N以南の山頂部での地形は極めて複雑である。

西側縁辺部では2条のピナクル列が長軸の方向に並び、それに対応した高音圧部が顕著である。すなわち岩盤の露出を表す画像濃色部が一面に分布し、未固結堆積物を示す画像淡色部はピナクル間や窪地に局所的に分布する。

8° 20' N以北では未固結堆積が広がり、そのため海底面も比較的滑らかとなっている。SPB記録によるとここでは堆積物の層厚が100mに達する個所もある。また、北部～北東部にかけて広がる水深2,500～2,700mのテラス及び南東部の水深3,500m以深の広いテラス上にも未固結堆積物の存在を示唆する低音圧部が分布し、特に、南東部テラスでは最も画像が淡く、未固結堆積物の層厚は厚いと思われる。

### <西海域>

#### 1) MC12 地域

当地域の海山は山頂に平頂部を持たない海嶺地形を呈する。このため山頂から斜面上部にかけては急斜面となり、未固結堆積物の分布は限られる。ただし、南側斜面では、谷地形の発達が見られ、その部分は低音圧部を示し、未固結堆積物があると見られる。また、水深2,500m以深の緩傾斜帯では地形の出入りを反映した濃淡を示すが、全体的には音圧が弱く未固結堆積物が広く分布していると考えられる。

海山の南東部にはNW-SEを軸方向とする比高の小さい地塁状の高まりがあり、頂上部は比較的平坦で未固結堆積物を示す低音圧部がある。この低音圧部の両側に、斜面部での露岩を示唆する軸方向に平行な高音圧部が並ぶ。

なお、海山の南側斜面から南東部の地塁状高まりの西側に広がる平坦地は起伏が少なく、音響反射強度分布図でも海底面は極めて滑らかである。

#### 2) MC13 地域

当海域の海山は海台上に位置する地形の高まり部である。山頂部は広く、そこでは未固結堆積物の分布を表す画像淡色部が全域に広がる。また、山頂西側の斜面は山頂から基底部まで連続した緩斜面であり、全体が未固結堆積物で覆われている。このため、音響反射強度分布図上では山頂部と斜面部を明瞭には区分できない。ただし、前述のように地形隆起部ではSPB記録からみて堆積物は薄く、山頂中央部の海底面を平坦にするほどの発達

はしていない。

一方、山頂北東部から東部にかけて、地形は山頂部から基底部へ急落する急斜面となり、露岩を表す画像濃色部が山頂縁辺部に沿って認められる。急崖は直線的で、NW-SE 方向を軸とするリニアメントと NE-SW 方向を軸とするリニアメント及びこの二つのリニアメントに規制される E-W 方向のリニアメントによって構成される。

山頂縁辺部の東部にはピナクルや南北にのびる凸部があり、音圧は高くそこから斜面部にかけて連続した露岩となっているものとみられる。また、このピナクルの南側の海山斜面には発達した谷があり、谷の斜面から基底部にかけて高音圧部を示す画像濃色部が広がっている。

西側の斜面では、NW-SE 方向のリニアメントに並行して音圧が僅かに高い数条の線状構造が認められる。

### 3-3 SBP調査

#### (1) SBP解析

海底面下の堆積物の分布状況を把握することを目的として、SBP調査を行った。使用した  $\mu$ SBP は記録分解能が高い装置ではあるが、対象とする海底面の傾斜が  $5^\circ$  を超えると反射が得られないため、解析は山頂部から斜面上部の一部及び斜面裾部を対象とした。

記録紙上、最下部の反射面を音響基盤面として、海底面との間の透明層（モニター画像上の空白部分）あるいは不透明層—透明層（モニター画像上の着色部分）の互層部分全体の厚さを未固結堆積物に対応する厚さとして読み取り、その結果を海山毎に層厚図として表現した。音響基盤面は堆積層下の岩盤面だけでなく、未固結堆積層中の密な部分や礫を多く含む部分となっている場合もあり、実際の未固結堆積層厚はSBP記録によって示される層厚よりも厚い場合が多い。ここでいうSBP堆積層とは、海底面から音響基盤面までの厚さを指す。

MC11 地域の海山はドーム状平頂海山であり、山頂部全域に未固結堆積物層の分布が認められ、中央部で厚い。MC12 地域の海山は海嶺状海山であり、山頂部の未固結堆積物の分布は少なく、露岩と判断される音響基盤の露出部が多い。これに対しMS13, MC13 地域の海山は尾根状地形、ピナクル等分布する山頂中央部の急傾斜部に露岩が多く、縁辺部等緩やかな起伏を見せるところでは未固結堆積物層が分布する。

#### (2) SBPタイプ分類

調査対象とした4地域のSBP記録の反射パターンを図3-3-1に示すようなO-Type, T-typeの2種類に分類した。

1) O-type

SBP反射パターンが不透明層のみからなる。

O-typeは、尖頂海山では海山全体に見られる。また、平頂海山では山頂縁辺部から斜面で見られる。このO-typeは、薄い未固結堆積物で覆われている場合もあるが一般的に露岩又はマンガクラストに対応する。

2) T-type

透明層・不透明層の互層をなす。

T-typeは、平頂海山の山頂部、テラス等で見られる。互層全体の厚さは10~100mと変化に富む。T-typeは、未固結堆積物に対応すると考えられる。

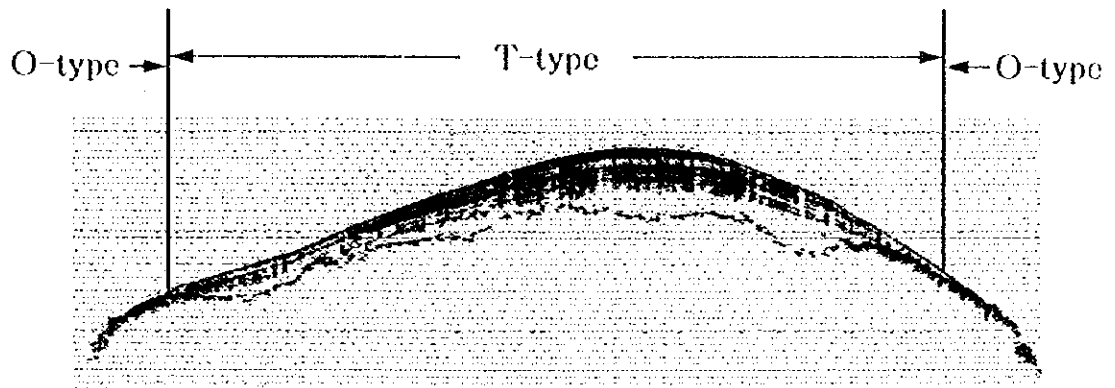


図3-3-1 nSBP記録の分類

(3) 各地域の特徴

<東海域>

1) MCH地域

海山山頂部のSBP断面図を図3-3-2(1)に、等層厚線図を図3-3-3(1)に示す。

山頂縁辺部から山頂中央部にかけてSBPタイプはT-Typeを示す。堆積層は、山頂中央部で最も厚く層厚60mを超える。音響基盤は明瞭で、これから見た岩盤基盤形状は緩やかなドーム状を示す。

山頂東側及び北西やや中央よりにあるピナクル周辺にO-Typeが見られる。これは露岩であることを示し等層厚線は、不規則な形状を示している。



## 2) MS13 地域

海山山頂部のSBP断面図を図3-3-2(2)に、等層厚線図を図3-3-3(2)を示す。  
山頂中央部は多数のピナクルが存在する起伏の多い地形である。ピナクルに対応して O-type が認められ露岩と考えられる音響基盤の露出部が点在する。北側山頂部は緩やかな起伏を示す。ここでは T-type を呈する未固結堆積物が分布する。堆積層は、局所的に層厚 80m を超えるような部分も認められる。

### <西海域>

#### 1) MC12 地域

海山山頂部のSBP断面図を図3-3-2(3)に、等層厚線図を図3-3-3(3)を示す。  
海嶺状の地形を反映し、山頂部全般に O-type が見られ露岩部であることが認められる。山頂部南側の崩落地形を示すテラス部には堆積層を反映する T-type が層厚 10m 程度で局所的に分布する。

斜面上部から中部は露岩部が散在している。SBP透明層が示す堆積層は薄く、最大で 40m 程度である。全体に北側斜面に比べ南側斜面で未固結堆積物の分布が少ない傾向が認められる。

#### 2) MC13 地域

山頂部のSBP断面図を図3-3-2(4)を示す。  
山頂部は起伏に富むが、山頂北端のピナクルを除き全体に T-type で示される未固結堆積物で覆われ、厚い所では 80m を超えている。

## 3-4 SSS調査

SSS 調査は露岩部の微地形及び礫状物質の分布状況を把握することを主眼として実施した。測線は、主として山頂縁辺部の露岩部、特にテラス部を中心に配置した。

この結果、MS13 海山を除く当海域の海山は、山頂縁辺部に幅が狭いテラス状の地形を持ち、そこには礫状クラストが分布する可能性を示す。

MS13 地域、MC13 地域で実施したSSS調査結果を下に記述する。

MC11 地域は山体が小さいこと、MC12 地域は海嶺状地形のためSSS調査は実施しなかった。

### <東海域>

#### MS13 地域

MS13 地域のSSS測線でのSSSイメージ、MBES音圧図、MBES海底地形図、

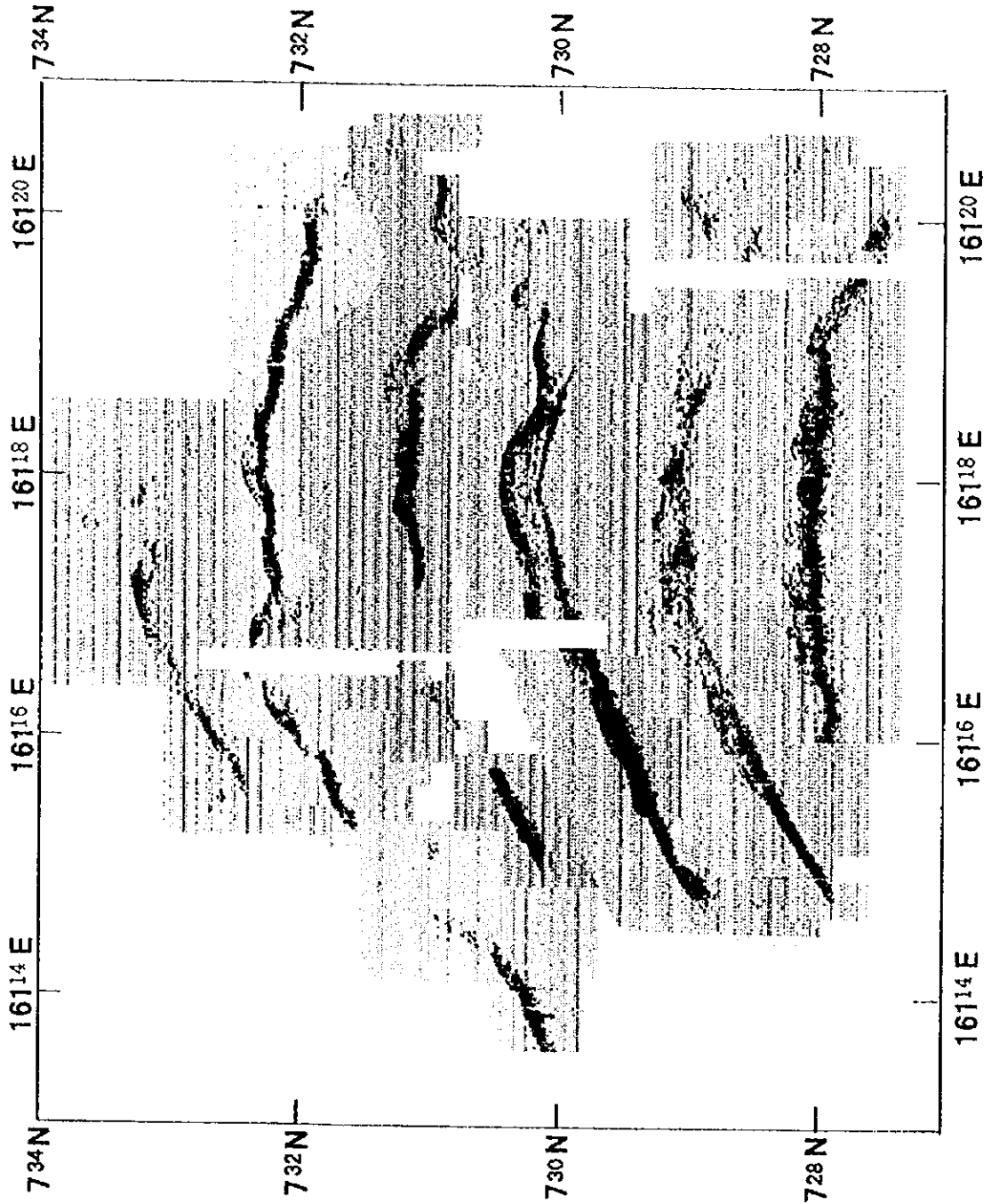


图 3-3-2 (1) MC11 地域 SBP 断面图

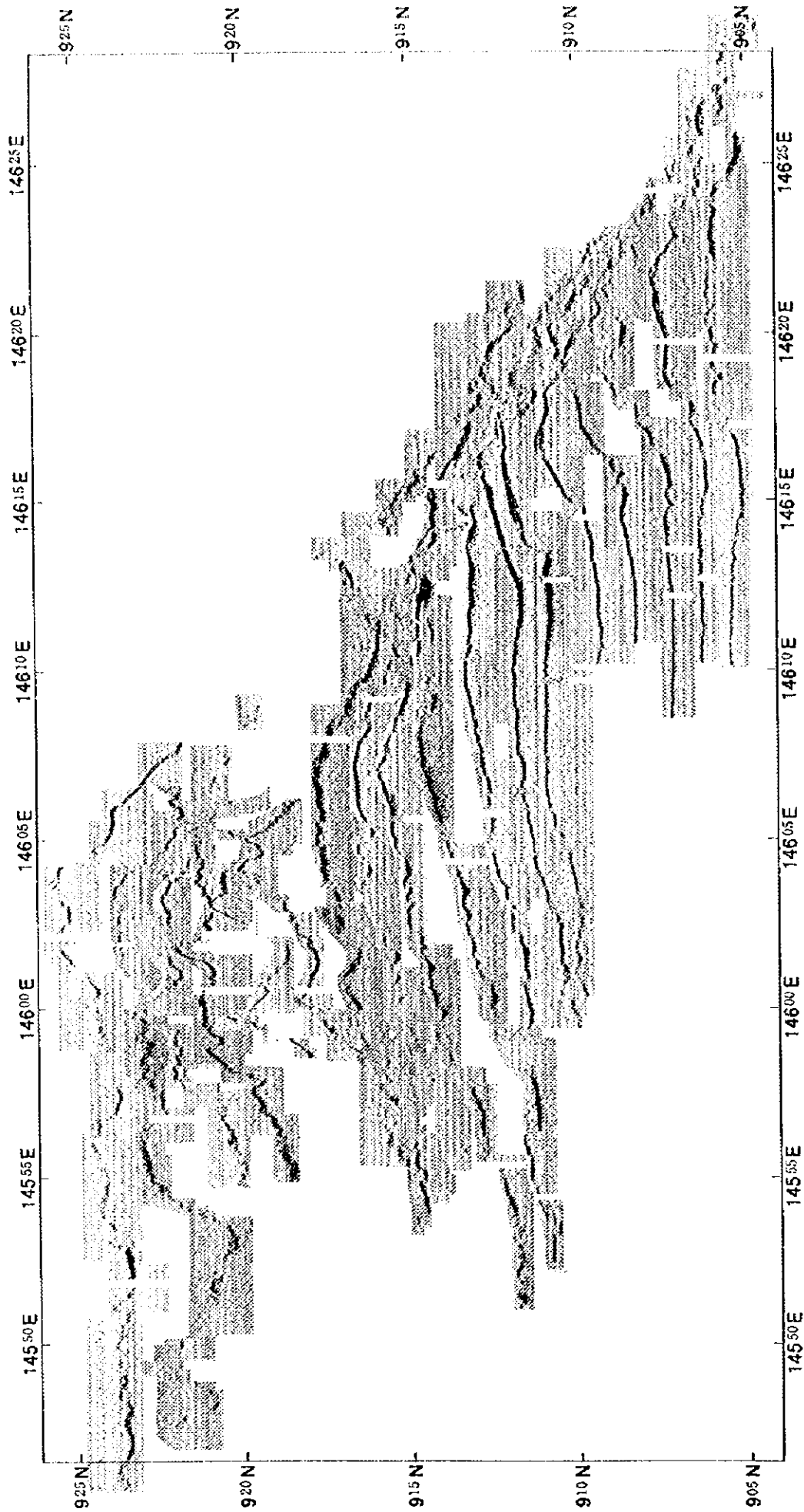


图 3-3-2 (3) MC1 2 地域 SBP 断面图

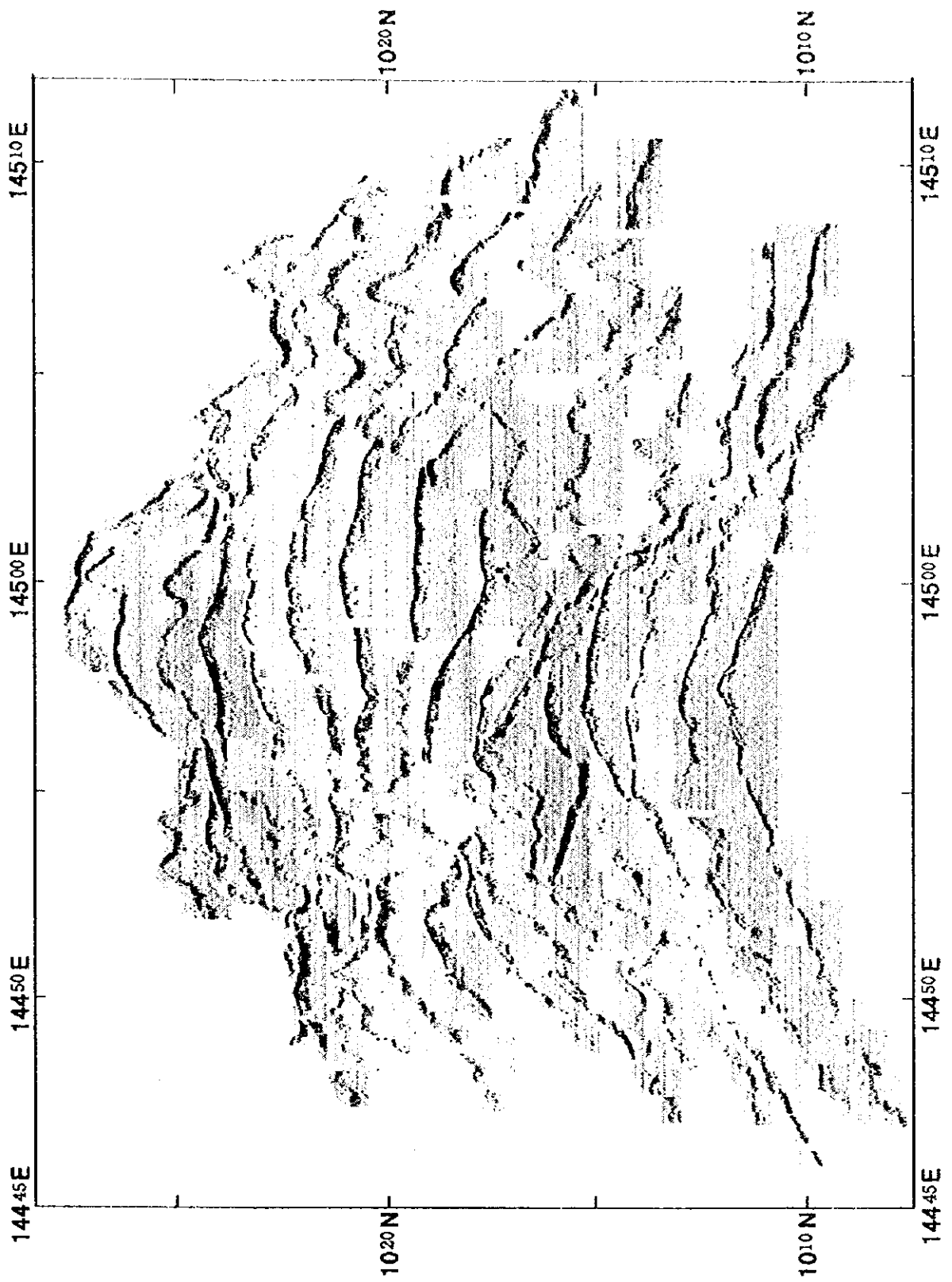


图 3-3-2 (4) MC13 地域 SBP 断面图

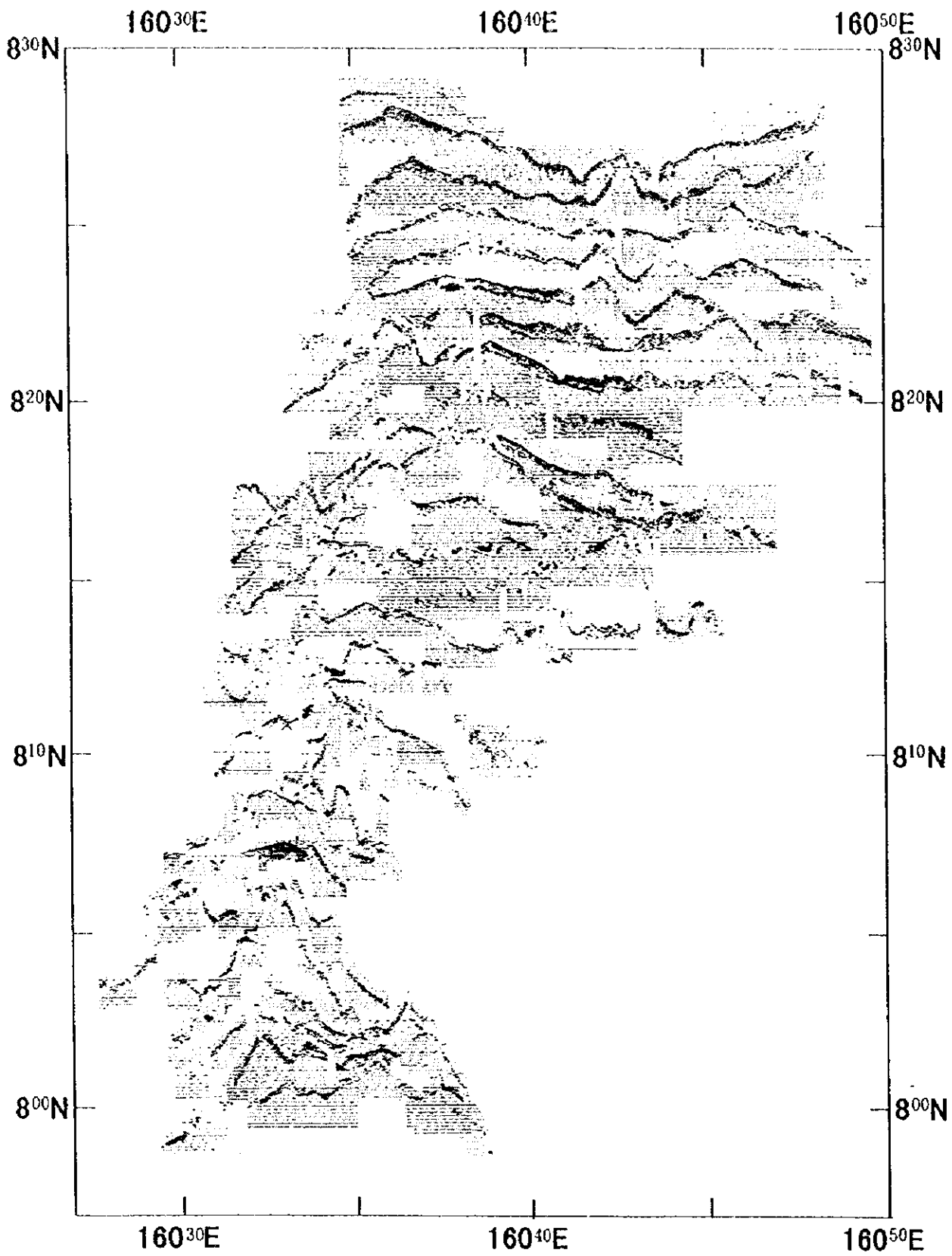


图 3-3-2 (2) MS13 地域 SBP 断面图

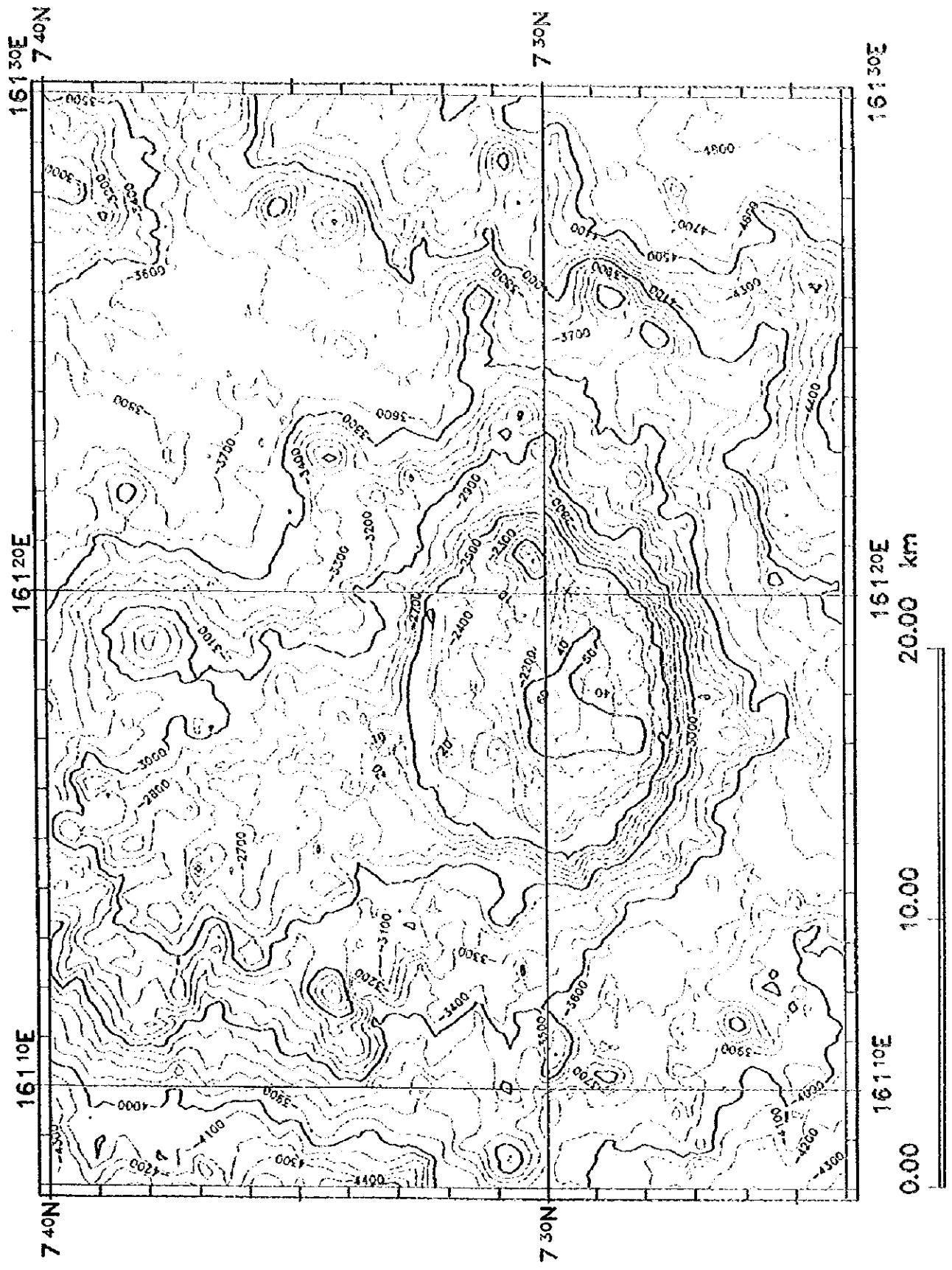


图3-3-3(1) MC11 地域等層厚线图

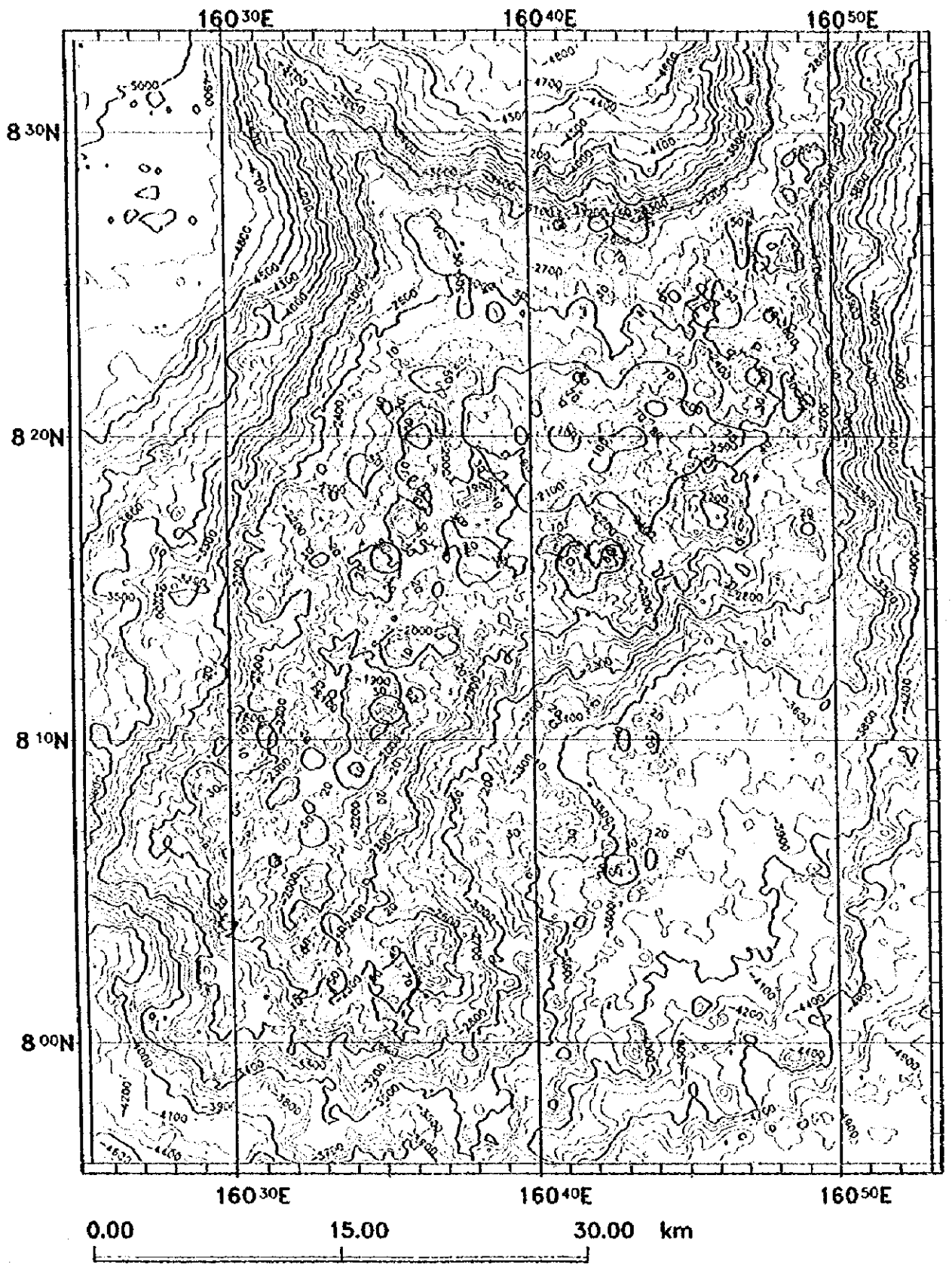


图3-3-3(2) MS13等厚线图

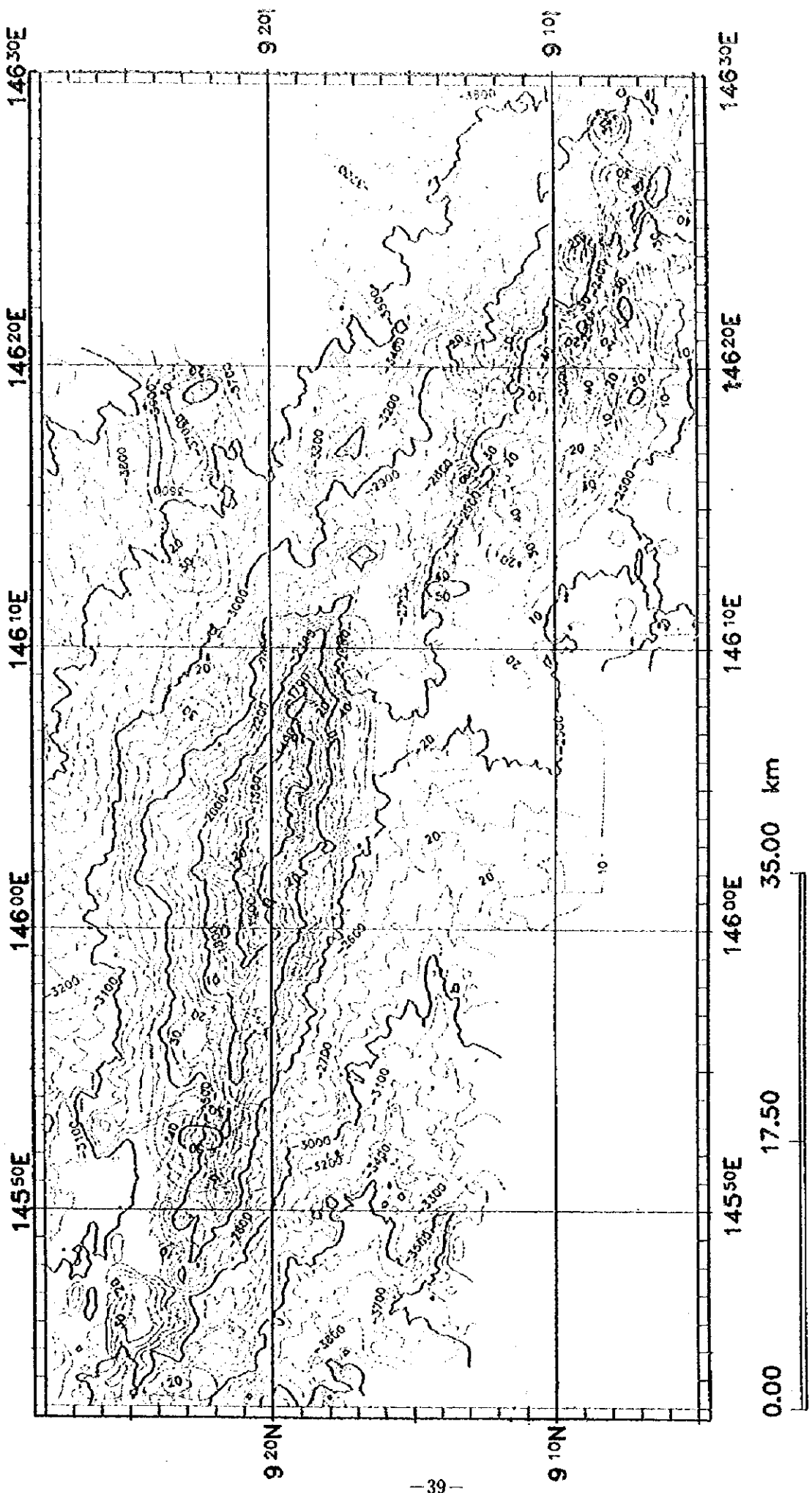


図3-3-3(3) MC12地域等層厚線図





曳航測線での海底地形断面図を図3-4-1(1)に示す。

当海山は未固結堆積物の被覆が少なく、山頂中央部にピナクルまたは尾根地形に伴う2条の露岩部があることから、SSS調査は、尾根状地鞍部における礫状物質・未固結堆積物の分布を確認することとし、露岩部を横切るように約5マイルの測線を配置した。

調査結果では、 $160^{\circ} 36' \sim 160^{\circ} 37' E$ の区間及び $160^{\circ} 37' \sim 160^{\circ} 38' E$ の北側で淡色となっているのを除き、全体に濃色で、ほとんどの箇所で露岩しているものと考えられる。ピナクル間の凹地でも濃色の部分が広く認められ、未固結堆積物の分布は局所的であると考えられる。

#### <西海域>

##### MC13 地域

MC13地域のSSS測線でのSSSイメージ、MBES音圧図、MBES海底地形図、曳航測線での海底地形断面図を図3-4-1(2)に示す。

MC13地域は北側に構造性と考えられる比高1,000~1,500mの直線状の急な斜面を持ち、南東側・西側が緩傾斜となる、山頂平坦部が水深2,200m程度の海台状海山である。この海山でクラストが分布する露岩部は、山頂部北部の最浅部水深1,700m程度の尾根状の高まりを中心とする。このことから、この尾根状の高まりの頂部にSSS測線を設定し、露岩状況、礫状物質及び未固結堆積物の分布を確認することとした。測線は尾根部の地形傾斜が山頂部直下の南側でわずかに緩傾斜となる部分に配置し、測線長は5.4マイルである。

測線は西側の山頂平坦面より始まり、緩やかに高度を増し、尾根状地の西端にある2つの高まりの鞍部を通過して、上部斜面に続く尾根状地の山頂部肩で終了した。その結果、測線西部の水深2,100m付近のテラス状地と鞍部の緩傾斜部に未固結堆積物と考えられる淡色部が分布する以外は、階段状の露岩上に礫が分布すると考えられ強い反射強度が認められた。

#### 3-5 各地域の未固結堆積物の分布状況

MBES音響反射強度分布図、SBP結果及びSSS結果を合せ、個々に地域毎の未固結堆積物の分布状況を総括する。

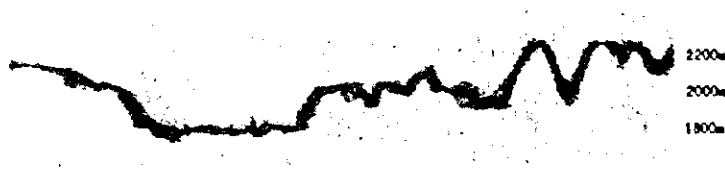
#### <東海域>

##### (1) MC11 地域

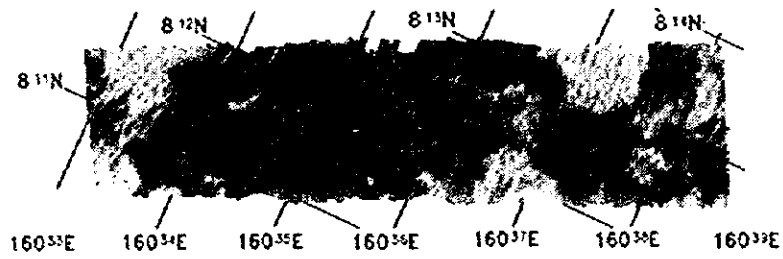
山頂部は緩やかなドーム状を呈し、未固結堆積物に縁辺部より中央部に向かって厚くなる。層厚は最浅部である山頂中心部で最も厚く約60mである。基盤山体自体も山頂部は



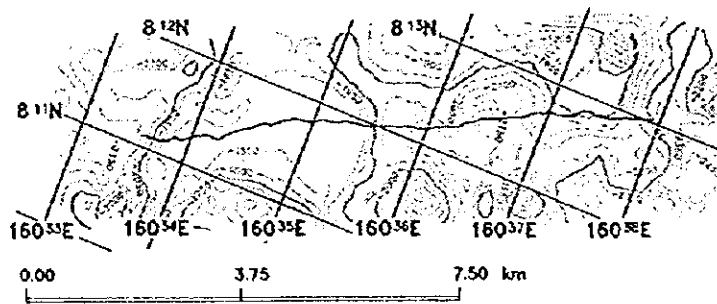
SSSイメージ図



NBS断面図



MBES音圧図

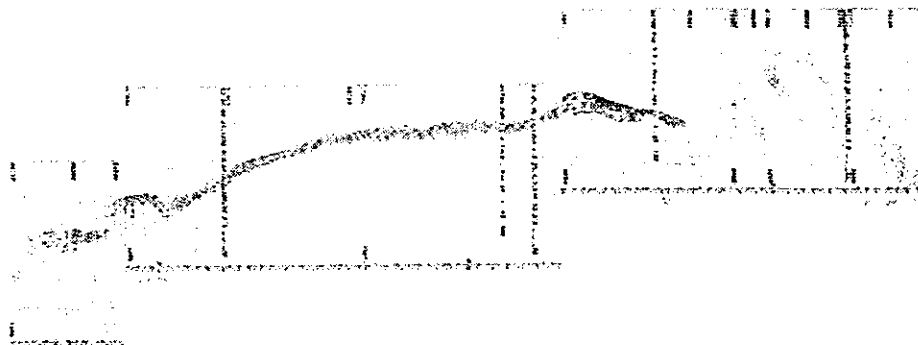


MBES海底地形図

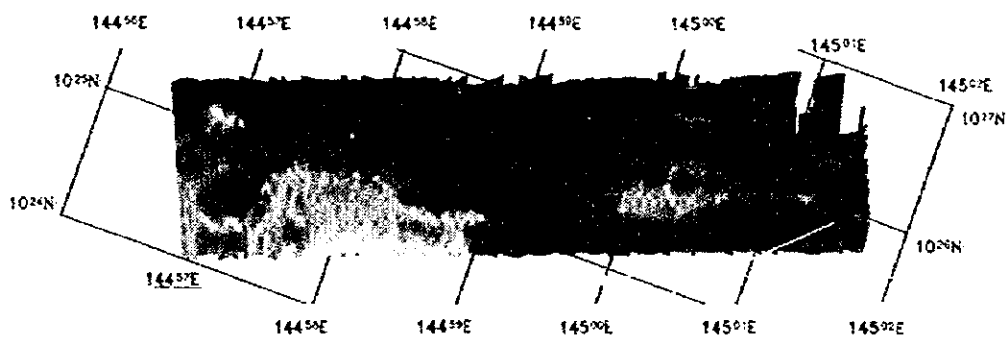
図3-4-1 (1) MS13地域 SSS01解析図



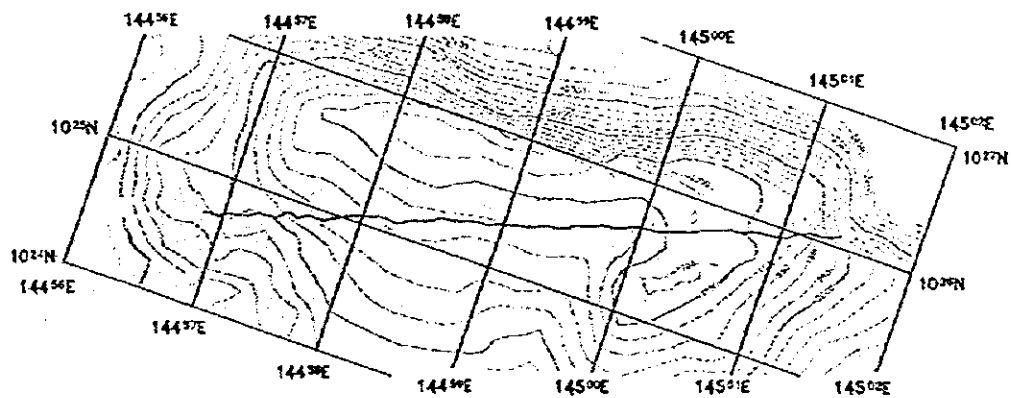
SSSイメージ図



SBP断面図



MBES音圧図



航跡図



図3-4-1 (2) MC13地域 SSS01解析図

緩やかな傾斜を持つドーム状をなしている。

斜面部は東側斜面の上部で未固結堆積層が薄かったり、露岩している箇所が認められるものの、全般に堆積物によって覆われている。特に西側斜面は肩部から裾部に至るまで厚い堆積層で被覆されているものと推定される。露岩は山頂東端及び北東やや中央寄りのピナクル周辺及び山頂縁辺部に認められる。

北部に広がる水深 2,700~2,800mのテラスは全般に厚い未固結堆積物が分布しているが、テラス上に散在するピナクルの斜面等に露岩部が認められる。

## (2) MS13 地域

山頂部に起伏が多い凸凹状海山であるが、 $8^{\circ} 20'$  N以北の山頂部は、全体に厚い未固結堆積物で覆われ、山頂部から基底部までなだらかな山容となっている。 $8^{\circ} 20'$  N以南の山頂部では、点在するピナクルが露岩となっている。また、ピナクル間の凹地も未固結堆積物層厚が全般的に薄い。

### <西海域>

#### (1) MC12 地域

山頂部は全体に露岩しており堆積物は局所的にみられる程度であり、層厚も 20m未満である。南側山頂斜面に比べ北側山頂斜面で分布範囲がやや広い。

斜面部も水深 2,500m以浅では全般に堆積層は薄く、局所的である。ただし、南側斜面に見られる谷地形部分では比較的厚い未固結堆積部が認められている。水深 2,500m以深では、斜面の層厚は一様でなく全般に未固結堆積部に覆われている。

#### (2) MC13 地域

北端の尾根状の高まり周辺を除き、山頂部は広く未固結堆積物によって覆われていて、最大層厚は 80mに達する。また、山頂西側の斜面も山頂から基底部まで連続した緩斜面であり、全体が未固結堆積物で覆われている。このため、クラストが分布する可能性がある露岩部は、北部山頂部の尾根状地形とこれに続く海山北部斜面とを中心とする急傾斜部に認められる。

## 4章 地 質

### 4-1 地 質 概 要

ミクロネシア連邦 (FMS) は西太平洋の赤道の北側に位置している。大半の島々が、東西方向に広く分布するカロリン (Caroline) 諸島に属し、西端の島々がヤップ (Yap) 諸島に属する。調査海域はカロライン諸島を中心とする。カロライン諸島は、西側ではヤップ海溝を挟んでヤップ諸島に、北西側ではマリアナ海溝を挟んでマリアナ諸島に接する。更に北側の東マリアナ海盆を挟んで北東～東側にはマーシャル諸島があり、南東側のオントン・ジャワ海台、南～南西側の東西カロライン海盆に隔てられ、ソロモン・ビスマルク・ニューギニア等の島々に対する位置にある。

本報告書でのカロライン諸島海域とは、東のコスラエ島から西のウリチ環礁まで東西に配列する島々の周辺の海域を言うが、ここの海底地形に現れる地質構造は、 $150^{\circ}$  E付近を境にその東と西で大きく異なる。

カロライン諸島海域西部の  $140\sim 145^{\circ}$  Eにかけて、カロライン海嶺・ソロル舟状海盆が  $WNW-ESE$  方向の軸を持って配列し、その上にいくつかの海山がある。この東側の  $145\sim 150^{\circ}$  Eではソロル舟状海盆の延長が不明瞭となるが、カロライン海嶺はその頂部に多数の環礁を載せて東西に配列する。

これに対し  $150^{\circ}$  E以東では、Namonuito Atoll- Truk Islands- Nomoi Islands, Minto Reef- Oroluk Atoll- Ngatik Atoll 及び Phonpei- Kusi の島列に見られるように、カロライン諸島東部の海島や海山が独立して  $NW-SE\sim WNW-ESE$  に配列する。

B. H. Keating et. Al. 1984 は西側のトラック諸島 (Truk Islands) が 13Ma, ポンペイ (Phonpei) 島で 6 Ma, 東側のコスエラ (Kusi) 島で 1.2Ma 頃の生成年代で配列し、Kusi 島の東側にホットスポットがあることを示唆している。また昨年度行われた本調査結果は、カロライン諸島東部からカロライン海嶺東部に位置する海山の玄武岩の生成時期として、北側の MC08, MC10 を除き、いずれも 13Ma より若く、新しく生成されことを示している。これらのことから、カロライン海嶺東部からカロライン諸島東部で  $WNW-ESE$  または  $NW-SE$  方向に配列する数列の海島・海山列は 13～1 Ma に生成し、各列の中で  $ESE$  または  $SE$  方向へ若くなることが示唆される。これに対し白亜紀の古い海山はカロライン海嶺・カロライン諸島東部の北側に位置している。

海山を形成する火山岩は、一般に、海洋底を形成する海嶺玄武岩 (MORB: Mid-Oceanic Ridge Basalt) とは異なる特徴をもち、海洋島玄武岩 (OIB: Oceanic Island Basalt) と呼ばれる。ここでは調査地域の地質構造及び海山の形態が多様であるため、各地域の玄武岩化学組成は海山の生成年代同様にばらつきがある。

海山は玄武岩及びその砕屑物から形成され、石灰岩や堆積岩を伴うことがある。海底面に露出する岩石の表面は、浅い水深の一部を除き、ほとんど鉄マンガン酸化物に覆われており、これはマンガクラスト (Manganese crusts) と呼ばれる。平頂海山の平頂部では、縁部、小丘部や傾斜地を除き未固結の有孔虫砂が厚く堆積する。海山斜面部では剝削と流動による二次的堆積物が卓越すると考えられ、テラス状地や緩斜面部では有孔虫砂が堆積する。

今年度調査では、未調査海域の内、カロライン諸島東部のEEZ北東端部付近の2地域、カロライン海嶺北方の2地域において調査を行った。

調査対象は、岩石を覆い海底面に露出するマンガクラストである。マンガクラストは深海底に分布するマンガン団塊 (Manganese nodules) と同じような性質の鉄マンガン酸化物である。マンガクラストの特徴は、コバルトの含有量が0.5~1.5 wt%とマンガン団塊の平均約0.2 wt%に比べて高いことで、このためコバルトリッチ・マンガクラストと呼ばれることがある。また、プラチナの含有量が0.1~0.3 ppmと高いことも注目されている。マンガクラストの厚さは、賦存箇所の大小の地形要素、地質及び水深、また海山の形状及び位置などに影響されて非常に変化に富む。調査海域を含む北西太平洋では一般に、マンガクラストの平均層厚は2 cm 前後で、最大層厚は10 cm を越える。地質・岩石及びマンガクラストの調査結果については、本報告書の各章で後述する。

#### 4-2 サンプルング結果

各地域において、チェーンバッグドレージ (CB)、アーム型ドレージ (AD) 及び大口径コアラ (LC) を使用して、コバルトリッチクラスト鉱床、岩石及び未固結堆積物のサンプルングを行った。サンプルング点数はMC11~13及びMS13の4地域で計49点実施した。ドレージは41点、大口径コアラは8点である。なお、MC02では今年度ドレージ4点、大口径形コアラ4の計8点のサンプルングを実施しているが、MC02地域でのサンプルングは熱水鉱床調査を目的としているため、本項には含めない。

本章では、ドレージ及び大口径コアラによって採取された岩石、未固結堆積物の観察記載と地域別の採取物概要を以下に記す。

サンプルング位置図を図4-2-1(1)~(4)に、地域別地質概要を表4-2-1(1)、(2)に示す。また、サンプルング結果概要を付帯第1表(1)、(2)に示す。

#### 4-3 採取物概要

##### (1) 岩石

採取された岩石は、玄武岩、石灰岩類 (磷酸塩化したものも含む)、凝灰岩類、ハイ

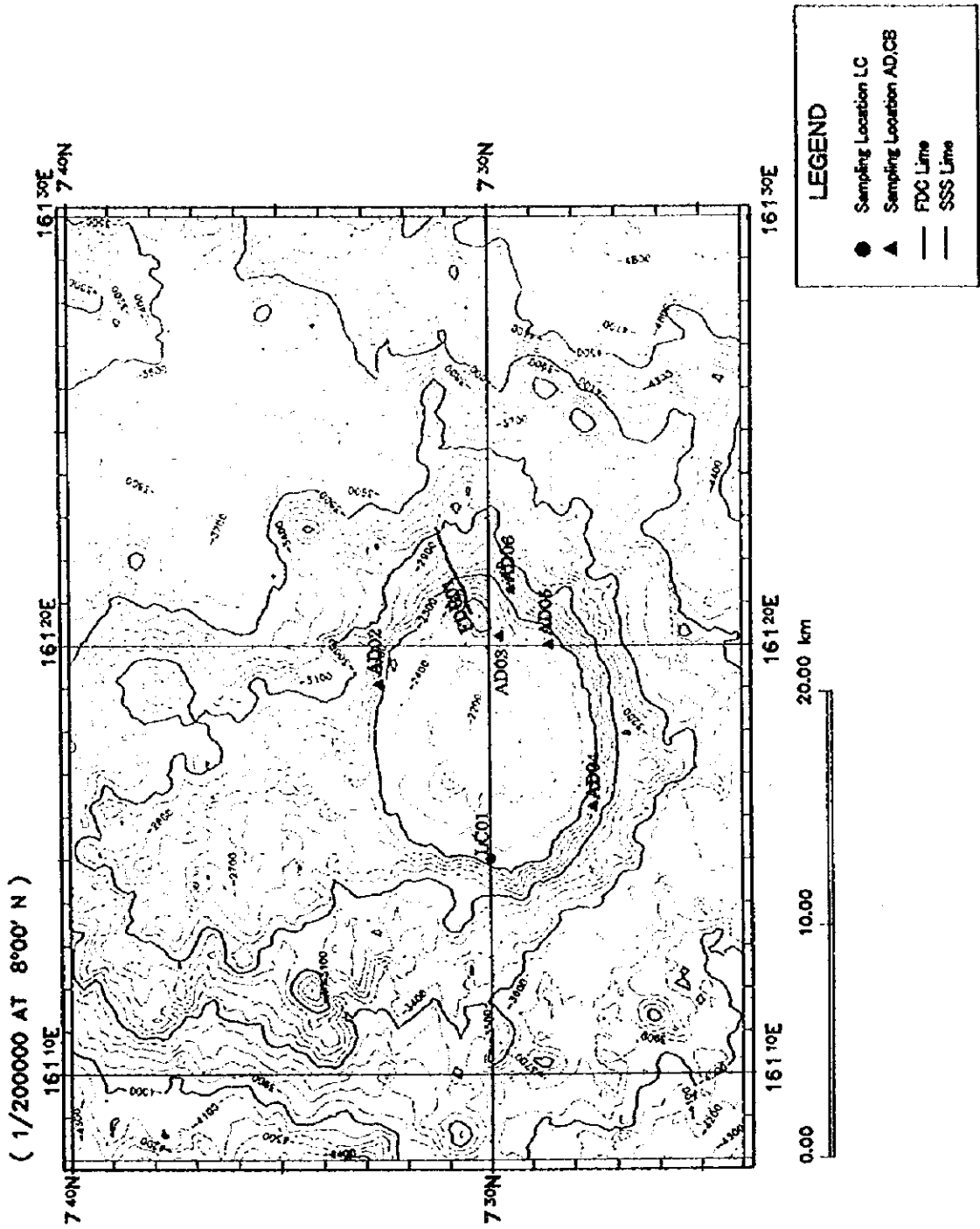
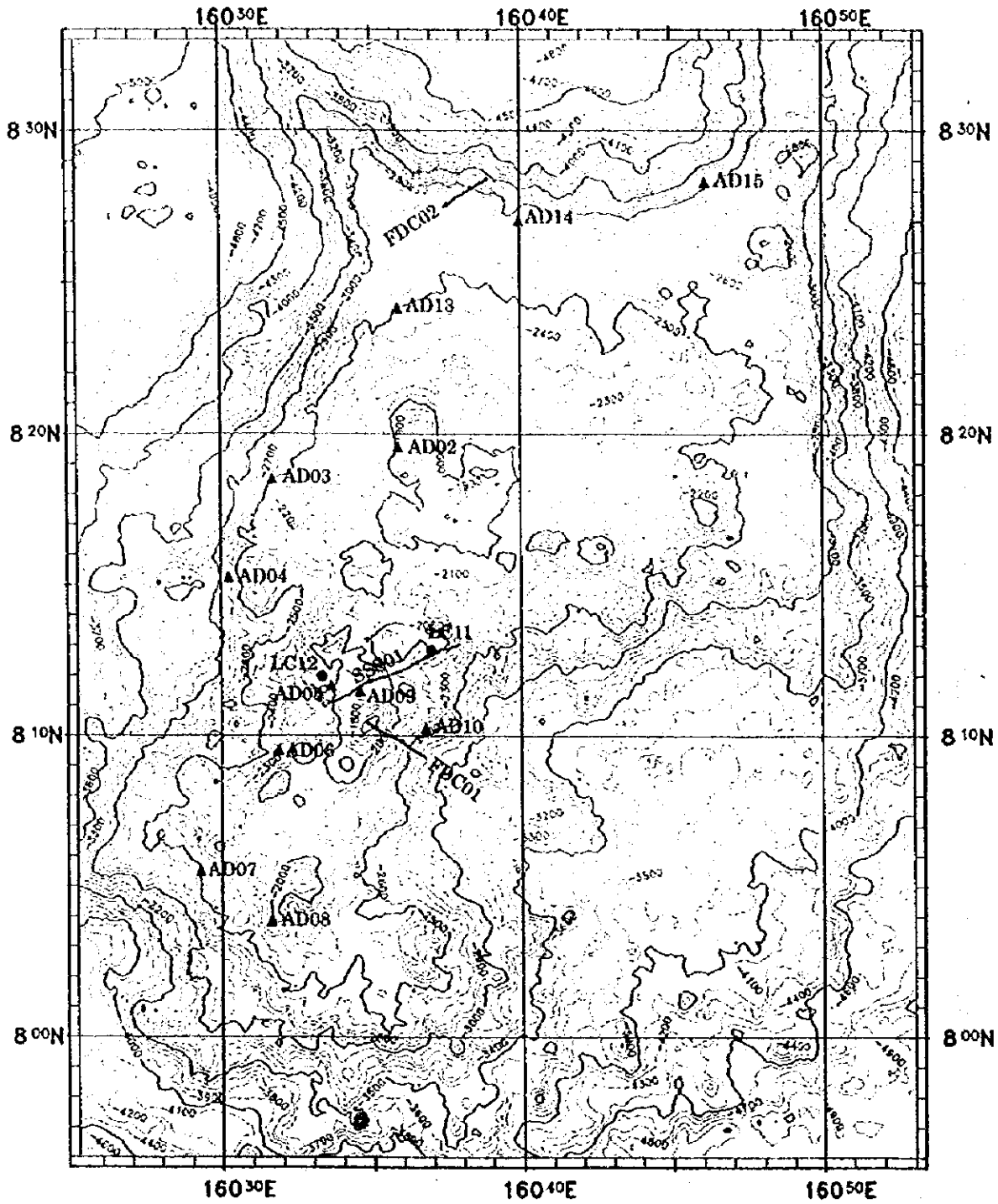


図4-2-1(1) MC11地域サンプリング位置図



( 1/300000 AT 8°00' N )



**LEGEND**

- Sampling Location LC
- ▲ Sampling Location AD,CB
- FDC Line
- SSS Line

図4-2-1(2) MS13地域サンプリング位置図

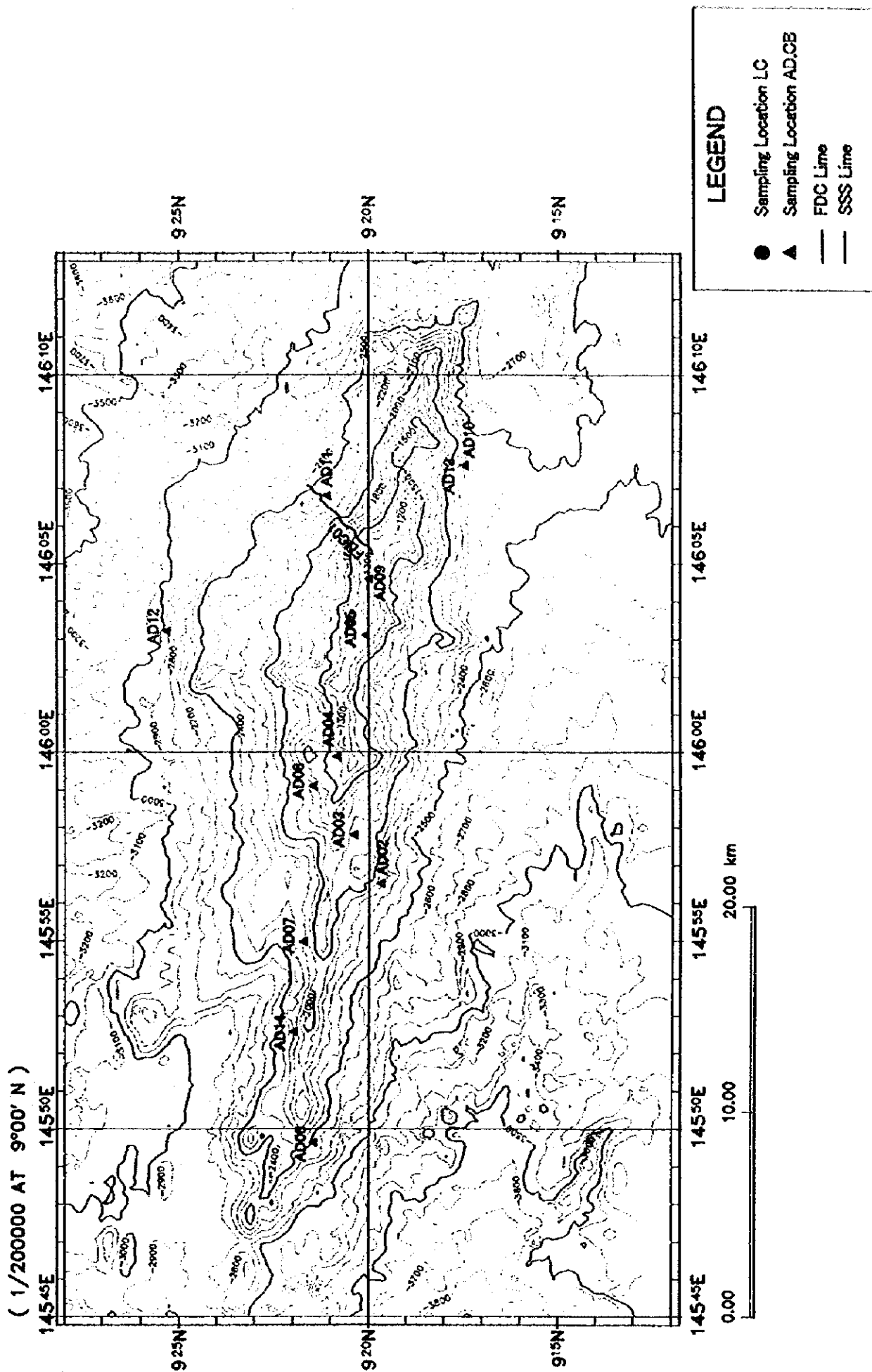


図4-2-1(3) MC12地域サンプリング位置図

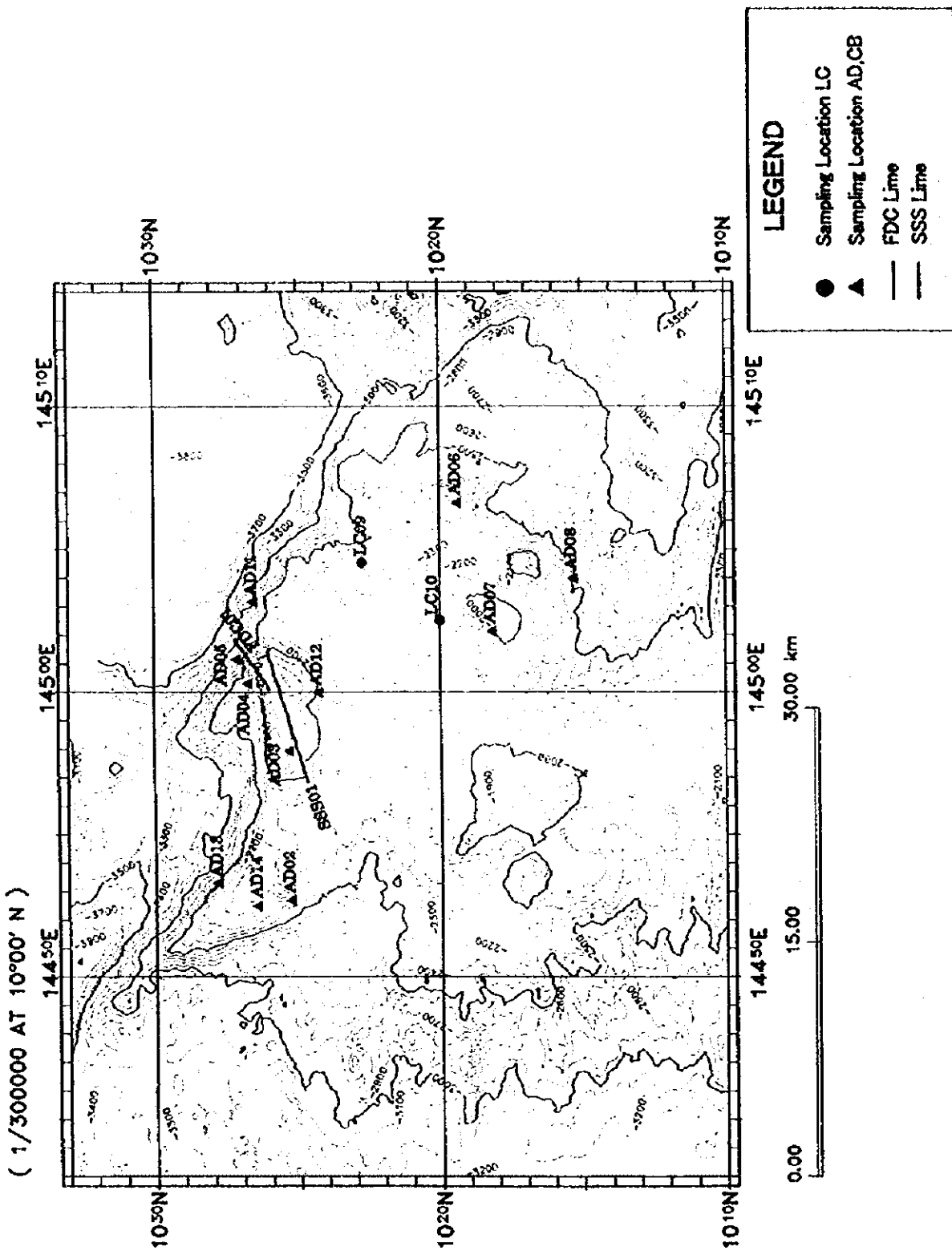


図4-2-1(4) MC13地域サンプリング位置図

表 4-2-1 (1) 地域別地質概要

地名 (東海城)	高山形態 (赤松)	区分	主要地質	玄武岩類	石灰岩類	地反岩類	堆積物及び露岩状況	クラスト遷移
MC11 (東海城)	平頂海山 (ドーム頂山頂) 小規模な平頂海山であり、山頂部は長軸約23km、短軸約13kmの長円形を呈する。ピナクルを除き堆積物に覆われ、縁辺部から中心部へと緩やかなドーム状の地形を成す。 北側斜面は急峻斜であり、斜面中部からはテラス地形が発達するが、南側斜面は上部から中部にかけて急峻斜となっている。 (麓部：1,777m) (山頂部：2,500m)	山頂部	玄武岩及び有孔虫石灰岩が分布する。	粗粒凝岩で輝石類の明瞭な斑晶が認められる。	泥質凝岩だが脆弱。礫は含まない。		山頂全域を赤褐色堆積物が覆い、山頂東端及び辺に、20mm以上のクラスヒ北東部のピナクル周辺及びピナクル東端の一部分に露岩が見られる。	
		斜面上部	玄武岩及び有孔虫石灰岩が分布する。	細粒で緻密なもの多量のものがある。多量のもの一部は空孔を有する。全粒、輝石や斜長石の明瞭な斑晶を持つ。	玄武岩曲角礫を含む。基質は細粒凝岩だが脆弱。		全粒に赤褐色堆積物が見られ、赤褐色堆積物上部に風化した堆積物が見られる。また、赤褐色堆積物中に、玄武岩のクラストが厚さ約10mmのクラストを採取。最大厚厚55mm。	
MS13 (東海城)	平頂海山 (凸頂頂海山) 山頂部はピナクル地形となっており、山頂部は長軸がNNE-SSWの方向で約50km、短軸が約25kmのやや矩形を呈するが、地形は北部から南部にかけて複雑に変化する。山頂部の勾配は一般の平頂海山に比べやや急である。南側斜面は北東端と北西端に延びる足根部を除き緩やかで、特に北部～東部にかけてはテラス状の厚く赤褐色堆積物が覆われ、緩峻を形成している。 (麓部：1,387m) (山頂部：2,700m)	山頂部	玄武岩、有孔虫石灰岩、凝岩及び凝岩角礫が分布する。	細粒凝岩なもの多量なものがある。無斑晶または斑晶が小さく、輝石が不明。赤に針状の斜長石を斑晶とするものが採取される。	有孔虫石灰岩凝岩が分布。輝石は玄武岩岩田～曲角礫。礫は含まないものも採取されている。基質はマイクロナジュールを含み、泥質で脆弱、全般に緻密化しているものには希である。	山頂中央部や北部のピナクル基部で採取する。細粒凝岩だが、風化が進み脆弱。	山頂部に点在するピナクル周辺は、100mm以上のクラスヒを採取。また、ピナクル周辺の凹地では厚い凝岩クラストが点在し、最大厚厚は160mmである。	
		斜面上部	玄武岩、有孔虫石灰岩及び凝岩角礫が分布する。	細粒凝岩なもの多量なものがある。ほとんどが無斑晶で、赤に針状の斜長石を斑晶とするものが採取される。	有孔虫石灰岩が分布。泥質で脆弱。マイクロナジュールを含む。凝岩はほとんど認められない。	西側斜面で採取する。玄武岩凝岩を含む。基質は細粒凝岩だが、著しく風化し、一部粘土化している。	全体に厚い堆積物に覆われている。また、西側斜面は上部(水深では山頂縁辺部にあたる)で、35mmのクラスヒを採取している。	

表 4-2-1 (2) 地域別地質概要

地域名	海山形態(水深)	区分	基盤地質	玄武岩類	石灰岩類	凝灰岩類	堆積物及び露岩状況	クラスト概要
(西海城) MC12	准頂部海山 平頂部を有する海山。ほぼ東西に延びる60kmの軸を持つが、基底部の軸は最も広いところで約20kmである。山頂部は長さ約18km、幅約2kmで環状状によって形成されたものである。山頂部～斜面中部は連続した急斜面であり、斜面中部から、漸次、傾斜は緩やかから南側にかけての海底面となる。また、海山の西側から南側にかけての海底面は極めて平坦である。(最浅部：1,141m)(山頂部：<1,500m)	山頂部 斜面中部 斜面下部	低成石灰岩及び有孔虫石灰岩が分布する。 玄武岩及び凝灰岩が分布する。	堆積物 有孔虫石灰岩は粗粒で脆弱。生物片(サンゴ、貝)を含む。 有孔虫石灰岩はやや粗粒で軟質。	多孔隙質凝灰岩、玄武岩 堆積物の取込みがみられる。基質は著しく風化し脆弱。	多孔隙質凝灰岩、玄武岩 堆積物の取込みがみられる。基質は著しく風化し脆弱。	全般的に基岩が露出し、堆積物は各地形の箇所の一帯に認められる程度である。 全般的に基岩が露出し、堆積物は南側斜面の谷地形に認められる程度である。 全般的に基岩が露出し、堆積物は南側斜面の一部に認められる程度である。	15~20mmの厚みのクラフト及び塊状クラフトを採取する。 90mm以上のクラフトを採取。西側斜面では70mm、150mmの塊状クラフトを採取。東側斜面では40mmの塊状クラフトを採取する。 西側斜面で厚く190mm及び190mmのクラフトを採取。また、斜面下部との境界部で190mmのクラフトを採取。東側斜面では20~30mmのクラフトを採取する。
(西海城) MC13	海台状海山 海台状に載る地形の高まりあり。西側及び南側斜面は広大な緩斜面となっている。地形構造はNW-SEの軸を持つ。北東でこの軸に平行な急斜面が形成されている。山頂中央部に隆起部も認められているが、厚い堆積物に覆われているため、比較的に低く見えている。清らかな海底面となっている。(最浅部：1,656m)(山頂部：<2,500m)	山頂部 斜面中部 斜面下部	玄武岩、石灰岩、凝灰岩及び有孔虫石灰岩が分布する。	粗粒凝灰岩で無磁石のものが多い。微細な磁石を含むものもあつたり、空孔は軟玉によつて充填される。2,100mm以下では微細な磁石を認められる。	有孔虫石灰岩は粗粒だが凝灰岩で軟らかく脆弱。硬質なものもあつたり、空孔は軟玉によつて充填される。2,100mm以下では微細な磁石を認められる。	有孔虫石灰岩は粗粒だが凝灰岩で軟らかく脆弱。硬質なものもあつたり、空孔は軟玉によつて充填される。2,100mm以下では微細な磁石を認められる。	山頂部は全体が堆積物で覆われているが、北側及び東側斜面の一部に基岩の露出が認められる。堆積物は粗粒の凝灰岩が採取されている。	クラフトは主に東側斜面から採取されており、東側ピナクル凝灰岩からは80mmのものも採取された。また、東側及び北側の斜面には相当数のクラフトが採取されており、北側のピナクル凝灰岩では105mmのものが採取されている。

アロクラスタイト、泥岩、チャート及び軽石である(表 4-2-1 参照)。各地域の海山で採取された岩石と採取地点の水深を付帯第 2 表(1)～(4)に示す。採取した試料のうち、クラストや礫状クラストの母岩となっている玄武岩 9 試料、ハイアロクラスタイト及び凝灰角礫岩各 1 試料の計 11 試料については薄片の顕微鏡観察を実施した。検鏡結果を表 4-3-1 に、また、採取した代表的な岩石及び岩石の薄片顕微鏡写真を図 4-3-1(1)～(5)に示す。観察記載は付帯第 3 表に付す。

調査海域で採取された岩石の特徴は以下のとおりである。

#### 1) 玄武岩 (図 4-3-1(1)写真 A～F)

調査海域の各地域でクラスト及び礫状クラストの母岩、ノジュールの核、岩石及び石灰岩質礫岩の礫として採取された。東海域の MC11 地域及び MS13 地域では厚さ 20mm 以上のクラスト、礫状クラストの母岩、有孔虫石灰岩の礫として採取されるものが多く、西海域の MC12、MC13 地域ではコーティングされた程度の礫として採取されたものが多い。東海域で採取されたクラスト及びクラスト母岩の玄武岩はほとんどが風化変質し、コーティング程度の礫でも弱変質が認められている。これに対し西海域の礫または薄いクラストの母岩として採取された玄武岩には新鮮または微弱程度の変質のものが比較的多数みられた。ただし、西海域 MC13 地域で数個の玄武岩を母岩とする礫状クラストが採取されているが、これらの母岩は西海域のものよりも風化変質が進んだものが多く、泥塊状を呈するものもみられた。

東海域での玄武岩は各地域の海山山頂部から斜面部に広く分布する。西海域では MC13 地域の海山で山頂部から斜面部で一様に玄武岩が採取されたのに対し、MC12 地域の海山では山頂部は礁性石灰岩で構成され、玄武岩は水深 1,950m 以深でしか採取されなかった。岩相は東海域、西海域ともガラス質または緻密なものが多く、斑晶は肉眼で無斑晶または微晶質のものが主体である。巨斑晶または集斑状のものは西海域の MC13 の海山東側斜面に分布するだけである。以下に個々の海山の玄武岩の採取状況を述べる。

MC11 地域の海山では、玄武岩は厚いクラストの母岩として山頂縁辺部及び斜面上部で採取された。石基が細粒緻密で、2mm 前後の輝石や微細な針状の斜長石を斑晶とするものが多い。

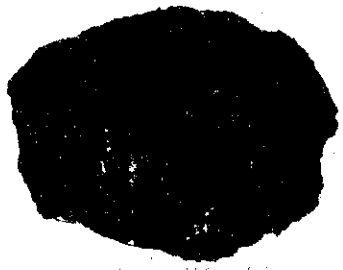
MS13 地域では玄武岩は海山北側の山頂縁辺部から斜面部で厚さ 10～30mm のクラスト母岩として採取された。細粒緻密なものと多孔質のものが混在し、いずれも無斑晶または針状の斜長石を斑晶とする。また、山頂のピナクル間の凹地では厚い礫状クラストの母岩として玄武岩質のハイアロクラスタイトが採取された。

MC12 地域の海山では玄武岩は礫として採取され、ノジュールの核として斜面下部で採取されたものを除きクラストや礫状クラストの母岩としては採取されていない。また、

表 4-3-1 岩石薄片の顕微鏡観察結果

採取地点 番号	試料 コード	試料 番号	岩石名	組織	斑晶量	気孔量	変質程度	斑晶										備考	肉眼観察			
								斜長石	斜長石	斜長石	斜長石	斜長石	斜長石	斜長石	斜長石	斜長石	斜長石			斜長石	斜長石	
98S MC11A D02	A	T01	変質輝石カンラン石玄武岩	斑晶状。ガラス質流理構造。	30 ~ 35 %	中														斑晶のカンラン石はイデイングサイト化。石基も変質がみられる。	赤褐色、斑晶状組織。	
98S MC11A D06	E	T01	変質輝石カンラン石玄武岩	斑晶状。ガラス質流理構造。	40 %	微															変質は斑晶のカンラン石にイデイングサイト化がみられる程度。	褐色、多孔質。表面は黒褐色クラスト。球果状~杏仁状斑晶。
98S MC12A D13	E	T02	多孔質無斑晶玄武岩	球状、球果状~杏仁状組織。微晶質。	45 %	微															高気部の脱ハリ化を認め、変質は顕著でない。	緑褐色。多孔質球果状~杏仁状組織発達。球果は白色~褐色物質によって充填。
98S MC13A D02	A	T01	ガラス質微斑晶状変質玄武岩	微斑晶状組織。ガラス質基質。晶子が顕著。	5%	中															赤鉄鉱を含む。基質に弱い脱ハリ化がみられる。	黄褐色粘土状。脱弱である。微斑晶状組織を示し、膠状~パイプ状白色粘土部あり。
98S MC13A D04	A	T01	粗粒玄武岩	完晶質、粗粒、オプティック組織。	65 %	微															輝石の一部が角閃石化。	黄褐色、細粒緻密、無斑晶質。
98S MC13A D08	A	T01	輝石玄武岩	巨斑晶状組織、弱杏仁状組織、弱い流理構造。	30 ~ 50 %	微															石基の火山ガラス及び一部斜長石に変質を認めめる。	緑褐色で多孔質。変質は弱い。斑晶状組織で細粒斜長石斑晶がみられる。
98S MC13A D13	E	T01	粗粒玄武岩	完晶質、準等粒状、オプティック組織。	65 %	微															石基部はスメクタイト(緑泥石との混合層)が結晶間を埋める。	黄緑褐色、細粒緻密、弱変質。
98S MS13AD02	C	T02	ハイアロクラスタイト	シリカ鉱物の網状脈が発達。		中															粗粒状~巨塊のスメクタイト。	褐色を呈する。部分的に孔隙が認められる。
98S MS13AD03	A	T01	無斑晶多孔質玄武岩	無斑晶多孔質弱い流理構造部分的に灰白色充填物。	数%	強															斑晶はスメクタイト化。石基にも粘土化がみられる。	茶褐色、緻密、多孔質。部分的に灰白色充填物がみられる。

凡例 ◎：多量 ○：中量 ×：少量 +：微量

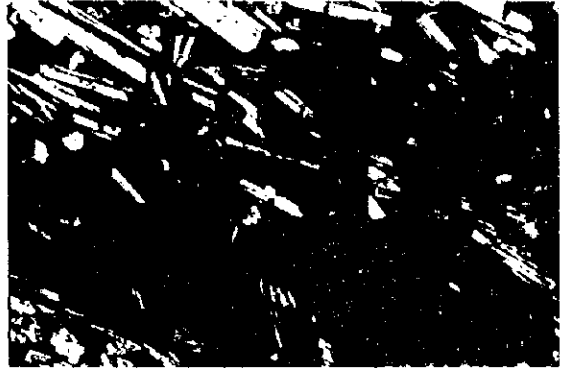


1A  
 1111 1111 1111  
 7030 J1A02059



Open Nicol

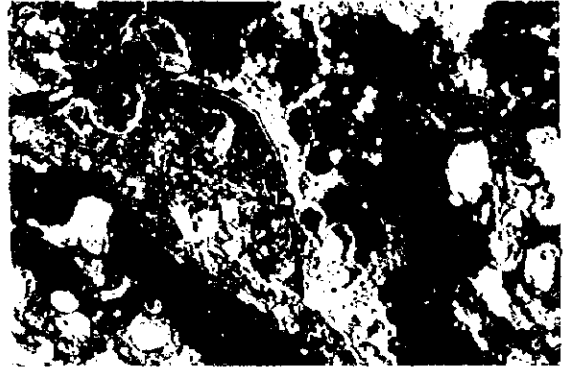
A. 98SMC11AD02-A  
 変質輝石カンラン石玄武岩  
 斑晶質、斑晶の斜長石は流理構造を示す



Crossed Nicols

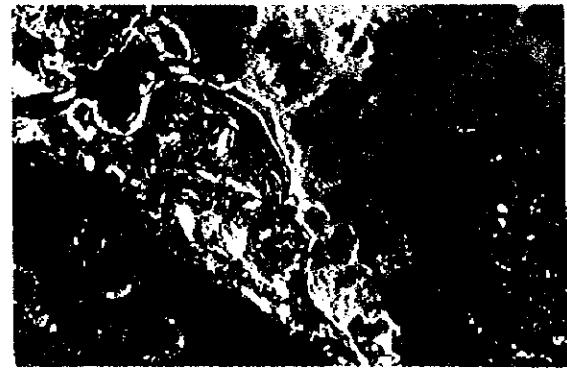


1B  
 1111 1111 1111



Open Nicol

B. 98SMC11AD06-E  
 ガラス質多孔質玄武岩  
 斜長石、カンラン石の斑晶を持つ



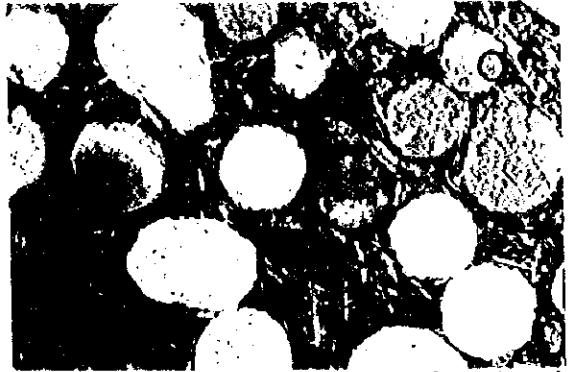
Crossed Nicols

図4-3-1(1) 岩石及び岩石の薄片顕微鏡写真





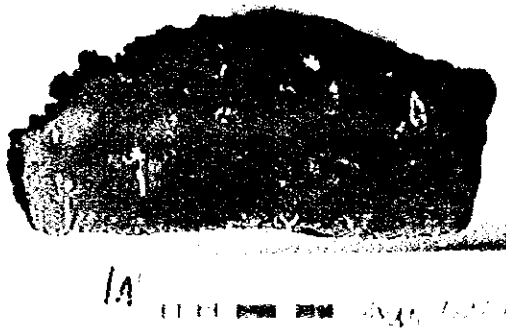
C. 98SMC12AD13-E  
 多孔質無斑晶玄武岩  
 球状の空孔が発達し、炭酸塩鉱物によって  
 充填される



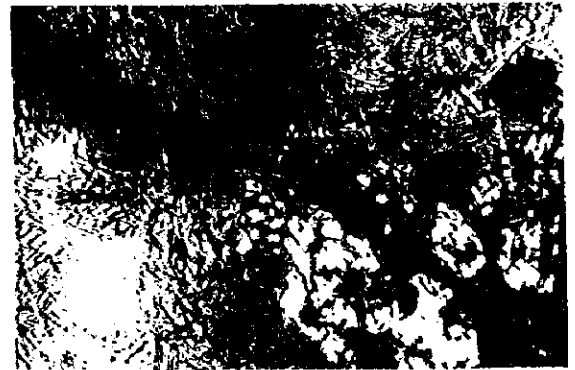
Open Nicol



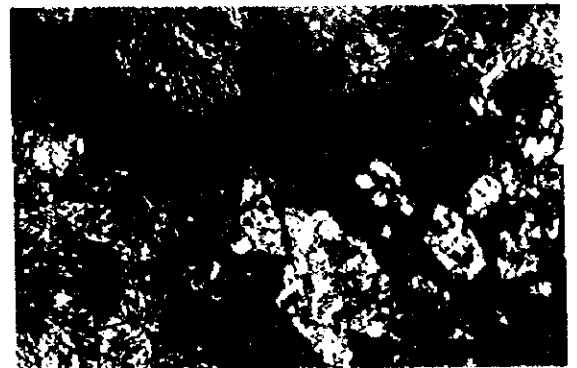
Crossed Nicols



D. 98SMC13AD02-A  
 ガラス質微斑晶玄武岩  
 風化が著しく、粘土化している

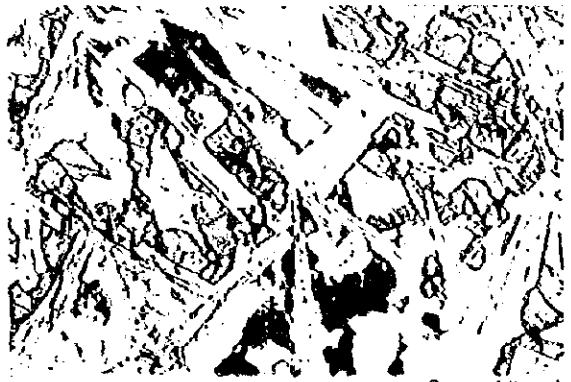
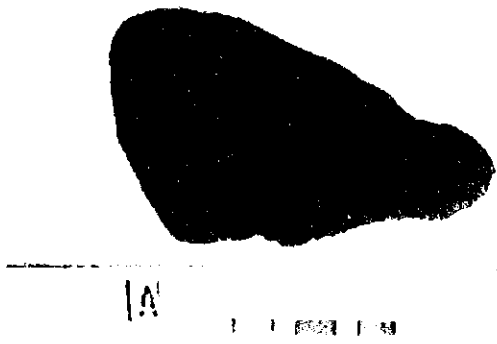


Open Nicol



Crossed Nicols

図4-3-1(2) 岩石及び岩石の薄片顕微鏡写真

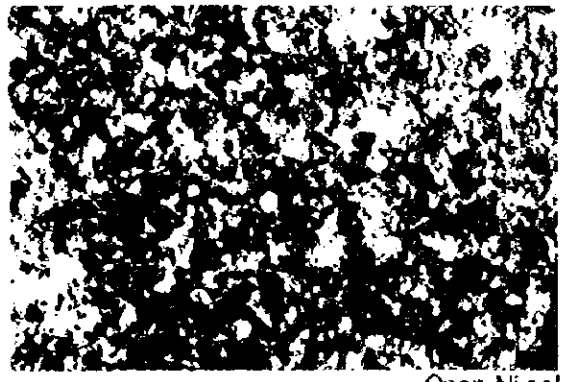
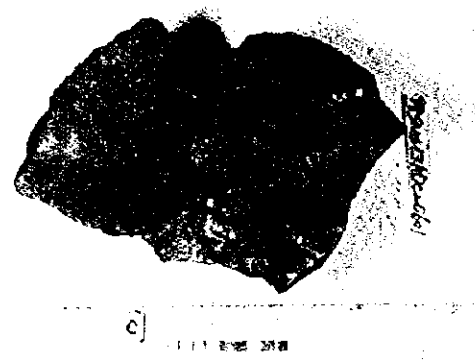


Open Nicol

E. 98SMC13AD04-A  
 ドライト  
 細粒緻密で無珪晶  
 鏡下でオフィティック組織を示す

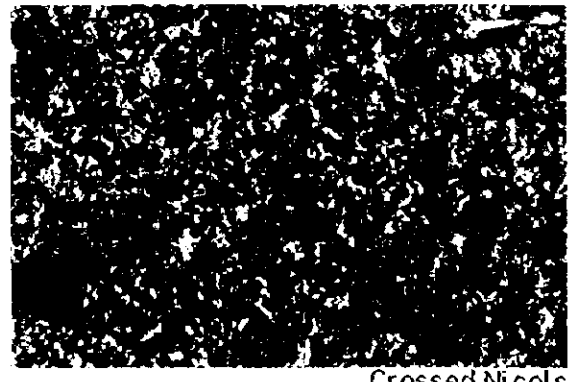


Crossed Nicol s



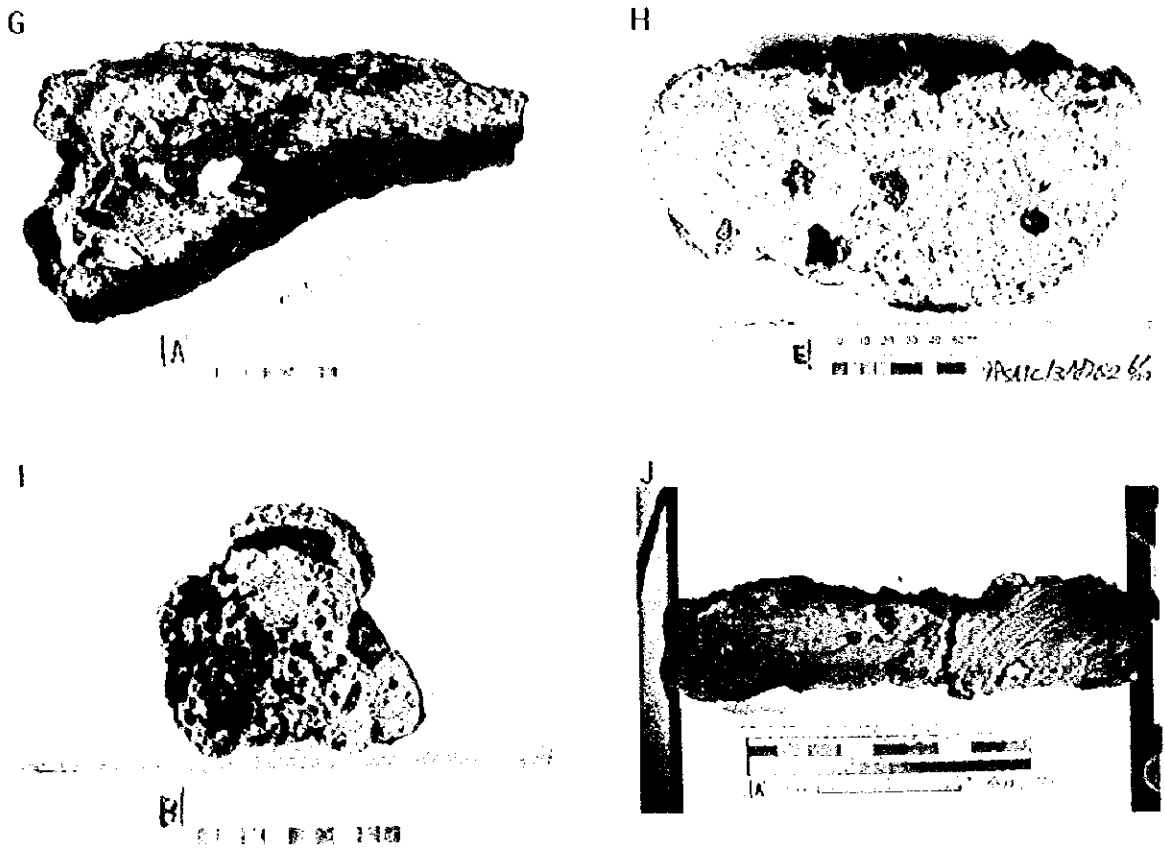
Open Nicol

F. 98SMS13AD02-C  
 ハイアロクラスタイト  
 ガラス質、網状の方解石脈が発達



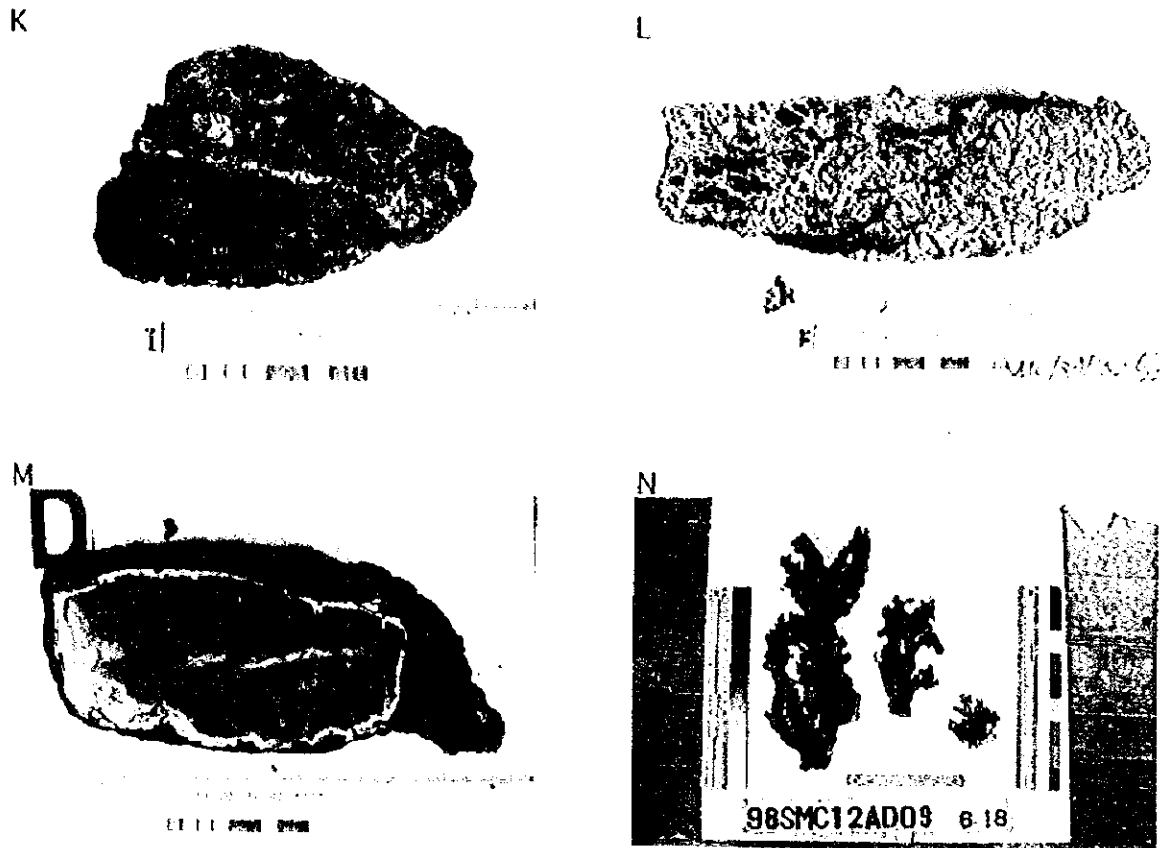
Crossed Nicol s

図4-3-1(3) 岩石及び岩石の薄片顕微鏡写真



- G. 98SMC12AD09-A  
 礫性石灰岩、多孔質、浅海性生物の化石を含む
- H. 98SMC13AD02-E  
 有孔虫石灰岩質礫岩  
 クラストでコーティングされた玄武岩を礫として含む
- I. 98SMS13AD14-B  
 有孔虫石灰岩、径数mmのパイプ状生痕を認める
- J. 98SMC12AD06-A  
 泥岩、石灰質で非常に硬質

図4-3-1(4) 岩石及び岩石の薄片顕微鏡写真



- K. 98SMC13AD06-I  
凝灰岩、全体に風化が進み脆弱
- L. 98SMC13AD04-B  
凝灰角礫岩、玄武岩角礫及びパミスを含む
- M. 98SMC13AD12-D  
チャート、全体に葉理が発達する
- N. 98SMC12AD09-C  
サンゴ、クラストにより全体にコーティングされている

図4-3-1(5) 岩石及び岩石の薄片顕微鏡写真



斜面部でのみ採取され、山頂部での分布は確認されていない。細粒緻密で無斑晶の玄武岩が大半を占め、微細な針状の斜長石を斑晶とするものが若干採取されている。また、斜面中部 2, 250m 以深では微細な空孔のあるものが卓越する。

MC13 地域の海山でも、玄武岩はほとんどがコーティング程度の礫として、山頂のピナクル周辺及び海山北側と東側の斜面上部で採取された。クラスト母岩としては、北西部及び東側の半島状地形の山頂露岩部で、礫状クラストの母岩やノジュールの核とし風化の進んだものが数個が採取されたのみである。無斑晶で細粒またはガラス質のものが全般に分布しているが、新鮮な輝石や斜長石などを斑晶とするものも採取されている。斑晶の大きさは 0.5~2mm であるが、10mm 以上の集斑状のものもある。無斑晶のものは山頂部から斜面下部にかけての各所で採取され、斑晶のあるものは海山北側の急斜面及び山頂東側縁辺部で採取された。

薄片観察では、各海山とも火山ガラス、斜長石を石基とし、微細な斜長石や輝石を斑晶とするものが主体となっている。個々の地域の特徴としてはMC11 地域では斑晶にかんらん石を持つかんらん石玄武岩が認められた。MC12 地域では採集された玄武岩のほとんどが肉眼で無斑晶であったが、鏡下でも火山ガラスと微細な斜長石の石基のみで構成される玄武岩である。

MC13 地域の玄武岩は粗粒玄武岩が確認された。北側斜面部には斑晶質及び無斑晶の、粗粒玄武岩が分布する。また、山頂東側縁辺部から採取された斑晶質の玄武岩は石基に石英や不透明鉱物を含み、粗粒玄武岩とは起源の異なる可能性がある輝石玄武岩であった。また、山頂北西部の縁辺から採取された著しく風化し泥塊状となった玄武岩は薄片観察の結果、晶子が顕著で急冷された玄武岩溶岩と考えられ、鉱物構成は粗粒玄武岩に近いことがわかった。

## 2) 石灰岩類 (図 4-3-1(4)写真 G~J)

石灰岩類は玄武岩礫を含む有孔虫石灰岩質礫岩と礁性石灰岩が分布し、クラスト及び礫状クラストの母岩及び礫として採取されている。

有孔虫石灰岩質礫岩はMC11~MC13 地域及びMS13 地域の全海山で採取された。東海域では海山と山頂部から斜面部の各所で採取されたのに対し、西海域ではMC12 が海山斜面中部に、MC13 地域が海山山頂部にと分布が限られている。また、MC12 地域を除き各地域でクラスト、礫状クラストの母岩となっており、礫として採取されたものは少ない。MC12 地域では 1 個が厚いクラストの母岩として採取されたのを除き、コーティング程度の礫として採取されている。岩質はいずれも白色の泥質であるが、東海域MC11 及びMS13 地域の海山の石灰質礫岩の基質は比較的良好な固結を示したのに対し、西海域のMC12, MC13 地域の海山で採取された石灰質礫岩は磷酸塩化が進んだものを除き、

基質は礫をセメンティングする程度の軟質なものが主体となっている。

礁性石灰岩はMC12 地域の海山山頂部で採取された。クラストや礫状クラストの母岩として採取されている。貝殻片を含み、珊瑚構造が明瞭に残り貨幣石を伴っている。全般に粗粒多孔質で磷酸塩化はほとんど認められない。また、クラストでコーティングされた枝状サンゴも採取されている。

石灰岩類は他にMC13 地域の海山山頂部においてクラスト母岩として白色の極細粒硬質、層理様構造のあるミクライト様の石灰岩が採取されている。

### 3) 凝灰岩類 (図4-3-1(5)写真K,L)

凝灰岩類は過年度も含め、西海域の各調査地域及びMS13 海山で採取されている。

MC11 及びMC13 の海山では山頂部から斜面部に広く分布しているのに対し、MC12 地域の海山では山頂部からは採取されなかった。希にノジュールの核として採取されるものを除き、ほとんどが礫として採取され、クラストと礫状クラストの母岩として採取されたものはなかった。今年度のMC12、MC13 地域の海山及びMS13 地域で採取されたものは粗粒多孔質の軽石凝灰岩及び玄武岩角礫を含む凝灰角礫岩で、すべてに風化が認められた。

MC12 地域で採取した凝灰角礫岩の薄片観察では、有孔虫や放散虫の微化石が含まれ、かつ、風化した火山ガラスが炭酸塩鉱物をコーティングされた魚卵状組織となっていることから、CCD 水深付近で堆積した火山灰堆積物が固結したものと考えられる。厳密にはこの凝灰岩は凝灰質の泥岩～砂岩に区分されるものである。

### 4) ハイアロクラスタイト (図4-3-1(3)写真F)

MS13 地域の海山山頂部のピナクル間に点在する礫状クラストの母岩として採取された。また、MC12 地域の斜面部でもノジュールの核として数個が採取されている。

褐色を呈しガラス質で、部分的に微少な空孔が分布する。

### 5) 泥岩

褐色の泥岩が西海域でクラストの母岩及び礫として採取されている。MC12 では斜面中部でクラストの母岩として採取され、MC13 地域では山頂部でクラストの母岩及び礫として採取された。底質物である軟泥が固結したもので軟質だが固結は良好である。多くは板状で層理を有するものもある。

### 6) チャート (図4-3-1(5)写真M)

MC13 海山の斜面上部で、コーティングされた礫として採取された。新鮮なものは褐

色半透明のガラス状で内部の劈開面により表面に縞状の文様が見られる。過年度調査では採取されていない。

#### 7) 軽石

発泡度が良く淡灰色を呈する。

過年度及び今年度の調査地域のほとんどの海山で礫として採取されている。

#### (2) 未固結堆積物

MC11~MC13及びMC02, MS13の5地域で合計12点の大口径コア（LC）によるサンプリングを実施した。熱水調査を目的としたMC02海山でのLCサンプリング4点を除く4海山の8点のLCサンプリング結果を以下にまとめる。

LCサンプリングはマンガンクラストのサンプリングと海底写真による海底面の状況観察を目的として、露岩していると考えられる箇所でも実施することもあるため、底質物が採取されない場合もあるが、今年度の調査では8地点のうち5地点で底質物を採取している。LCサンプリングによる採取物と海底写真の内容を表4-3-2と図4-3-2(1), (2)に示す。また、採取したLCコアの柱状図を付帯第4図に示す。

試料の採取された4地点の内訳は海山斜面裾部から基底部3地点（MC12LC01, MC13LC01, MS13LC01）、山頂縁辺部2地点（MC11LC01, MC13LC10）である。

斜面下部で行ったサンプリングでは褐色の粘土が採取された。部分的に微量の有孔虫砂の混入や灰白色～淡灰褐色の粘土を斑状または薄層状に挟む箇所もみられるが、全般に均質で淡褐色～褐色の粘土である。また、表層部を除き含水率がやや低くなり、半固結した箇所も認められる。表層から1m付近までパイプ状の生痕が認められる。

山頂縁辺部で実施したサンプリングのうちMC11LC01（水深2,422m）で灰白色の有孔虫砂を主体とする未固結堆積物が採取された。有孔虫砂の粒子は粒径0.5~1.0mmの球形である。全般に含水率は高く締まりは緩い。

MC13LC10（水深2,141m）では有孔虫砂と石灰質粘土が採取された。表層部は0.5~1mmの白色～褐色の有孔虫砂であるが、下位になるに従い灰白色の石灰質粘土が混入し、表層90cm以深ではほとんど均質な石灰質粘土となる。全般に含水率は高く軟弱である。

### 4-4 岩石の化学組成

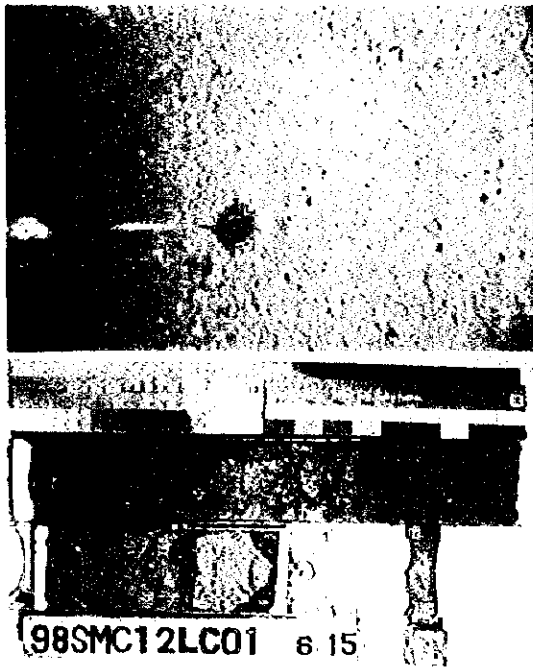
#### (1) 分析方法

分析方法及び分析成分を表4-4-1に、分析成分及び検出限界を表4-4-2に示す。



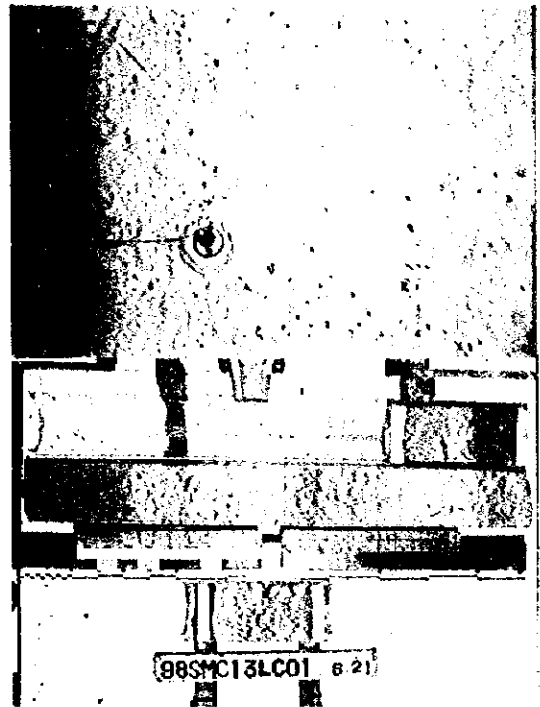
表 4-3-2 大口径コアによるサンプリング採取物と海底写真内容

地域名	探試点番号	採取点深度	採取物内容 (cm)	ビット形状	海底面のクラスト露出率	海底面のクラストタイプ	海底面状況 クラストの表面状況
MC11	LC01	2,432m	有孔虫砂(66) 強風化玄武岩(5)	有	撮影不調	-	-
	LC01	3,798m	軟泥(98)	無	1%	ゾエール	数cmのゾエールが点在する。
MC13	LC01	3,441m	軟泥(140) ゾエール	無	1%	ゾエール	数cmのゾエールが点在する。
	LC09	2,247m	ビット先端に軟泥 が付着	有	95%	クラスト	ブドリ状。窪みに軟泥が堆積。
MS13	LC10	2,149m	有孔虫砂(129)	無	0%	-	有孔虫砂が堆積。
	LC01	4,069m	軟泥(215) ゾエール	無	20%	ゾエール	5cm以下のゾエールが散在する。
LC11	LC11	2,029m	ビット先端に軟泥 が付着	有	撮影不調	-	-
	LC12	2,079m	ビット先端に有孔 虫砂が付着	有	撮影不調	-	-



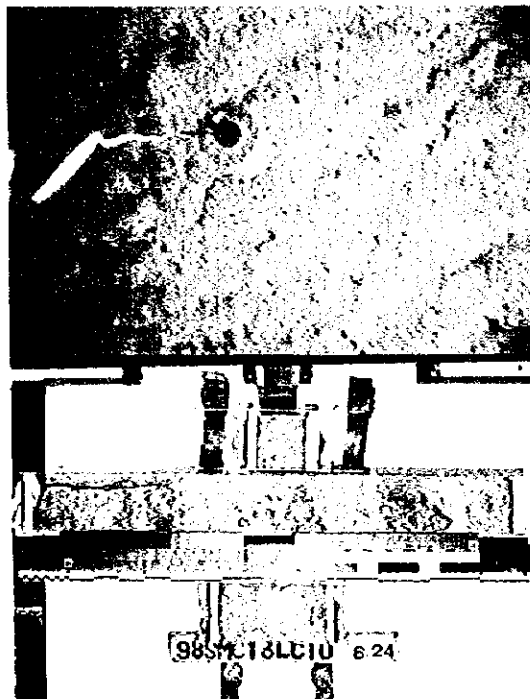
98SMC12LC01

海底写真：軟泥の海底面にノジュールが点在  
コア写真：軟泥(98cm)、部分的に固結



98SMC13LC01

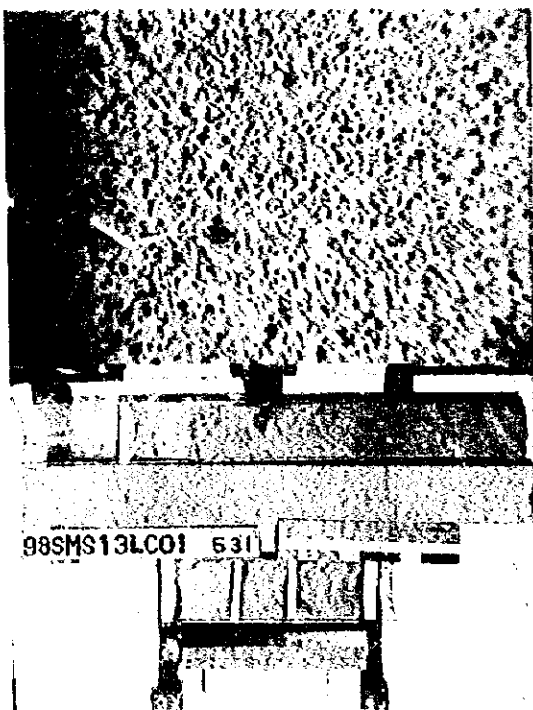
海底写真：軟泥の海底面にノジュールが点在  
コア写真：軟泥(140cm)、1-2cmのノジュールを含む



98SMC13LC10

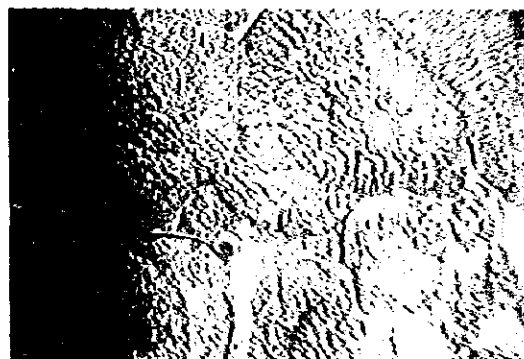
海底写真：有孔虫砂、表面にリップルマーク  
コア写真：有孔虫砂(136cm)、部分的に粘土化

図4-3-2(1) 海底と採取物の写真(LCサンプリング)



98SMS13LC01

海底写真：石灰質粘土の海底にノジュールが点在  
 コア写真：石灰質粘土(215cm),全体に  
 マイクロノジュールを含む



98SMC13LC09

海底写真：ブドウ状の表面を持つクラスト  
 コア写真：コア採取されず

図4-3-2(2) 海底と採取物の写真(LCサンプリング)

分析前処理として、洗浄を行い恒量を確認できるまで十分に乾燥させ、試料調整を行った。

表 4-4-1 分析成分及び分析方法

分析成分	分析方法
SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MnO, MgO, CaO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ICP 発光分析法
FeO	滴定法
CO <sub>2</sub>	高周波誘導加熱赤外吸光光度計 (LECO)
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> O, LOI	重量法
Rb, Sr, Ba, Zr, V, Nb, Y, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	ICP 質量分析法

表 4-4-2 分析成分及び検出限界

分析成分 (35 成分)	主要成分 (14 成分)	SiO <sub>2</sub> , TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , FeO, MnO, MgO, CaO, Na <sub>2</sub> O, K <sub>2</sub> O, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , CO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> O, LOI 検出限界は 0.01%
	微量成分 (21 成分)	Sr, Ba, Zr, V, Y Rb, Nb, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu 検出限界は 1ppm 検出限界は 0.1ppm

## (2) 解析結果

分析結果を表 4-4-3(1), (2)に示す。分析結果を基に各種解析図を作成した。以下に解析結果を述べる。

### 1) ノルム計算結果

ノルム計算の結果一覧表を表 4-4-4 に示す。また、ノルムネフェリン、ノルムかんらん石、ノルムディオプサイド、ノルムハイパーシン、ノルム石英を成分とした三角ダイアグラムを図 4-4-1 に示す。

試料は全てノルム石英とノルムハイパーシンとノルムディオプサイドが算出されるソレアイトの領域に含まれる。なお、MC12 地域で採取した玄武岩試料ではノルム方解石が高い値を示しているが、これは試料内部の亀裂や空孔に充填した石灰質の粘土等の影響と考えられる。

### 2) AFM ダイアグラム

図 4-4-2 に AFM ダイアグラムを示す。

表 4-4-3 (1) 岩石の化学分析結果 (主成分)

試料番号	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O+	H <sub>2</sub> O-	CO <sub>2</sub>	LOI	TOTAL	FeO	Mg
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	Total
98SMC02AD11CA01	48.58	1.81	14.3	7.34	4.78	0.16	7.29	11.61	2.55	0.16	0.18	2.05	0.66	0.06	1.85	100.6	11.38	0.390
98SMC11AD02CA01	38.94	2.4	17.01	8.93	1.90	0.13	1.3	8.93	3.57	1.16	3.47	6.04	2.74	0.44	9.94	97.65	9.94	0.116
98SMC12AD13CA01	30.93	2.75	11.29	6.94	0.90	0.09	1.56	21.04	2.16	1.75	3.21	3.96	1.56	10.7	16.52	99.14	7.14	0.179
98SMC13AD04CA01	48.97	1.72	15.56	4.56	4.10	0.14	5.95	12.23	3.03	0.4	0.18	1.76	0.79	0.34	2.84	99.7	8.20	0.420
98SMS13AD03CA01	47.11	2.56	15.69	7.91	0.70	0.05	2.73	5.25	3.57	1.77	1.12	6.87	2.51	0.13	10.43	98.92	7.82	0.259

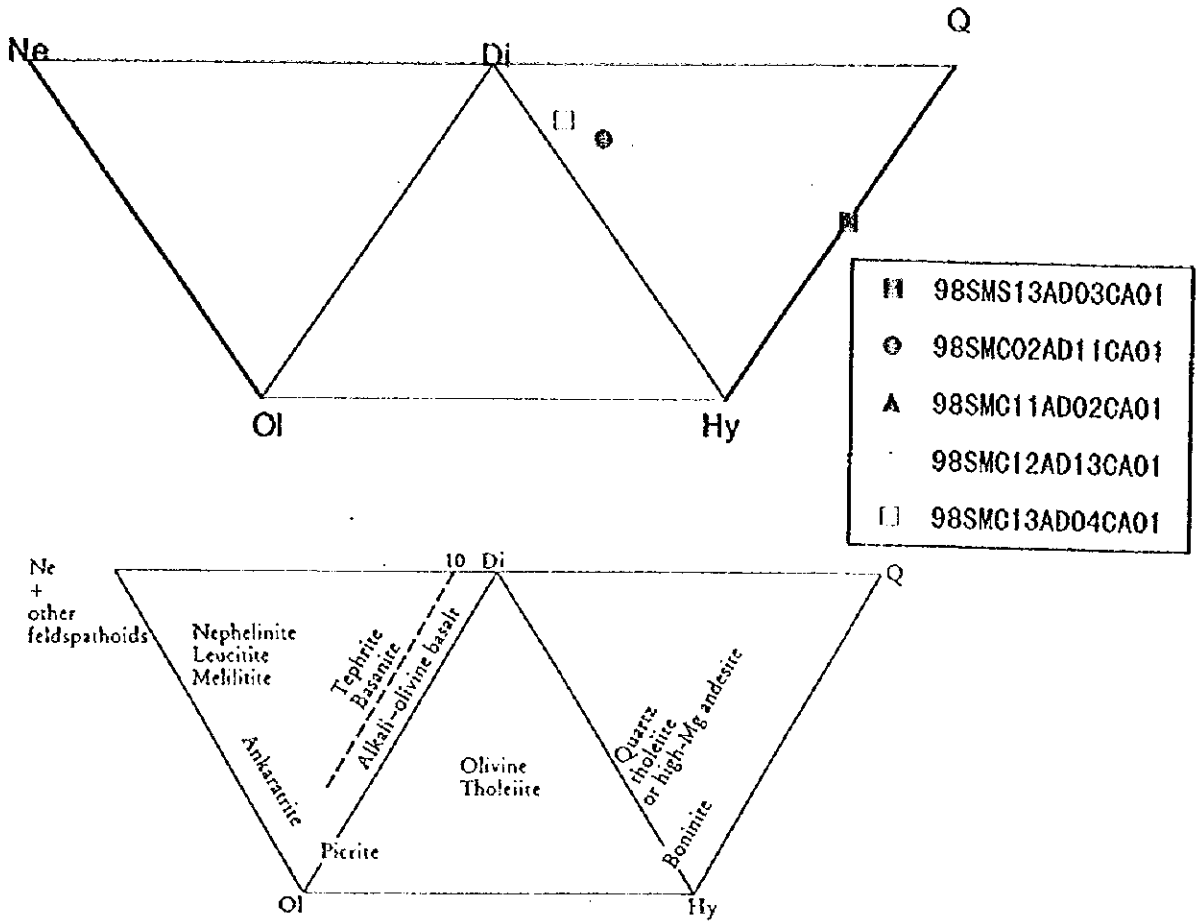
表 4-4-3 (2) 岩石の化学分析結果 (微量)

試料番号	V	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
98SMC02AD11CA01	335	3	150	34	108	5	24	6.1	16	2.67	14.0	4.3	1.48	5.1	1.0	5.7	1.2	3.6	0.51	3.1
98SMC11AD02CA01	182	11	1070	84	244	121	652	126	218	25.70	99.0	17.0	4.91	13.0	2.2	12.0	2.3	6.7	0.89	5.4
98SMC12AD13CA01	133	34	437	38	69	43	154	40	97	10.80	47.0	9.8	2.93	8.4	1.3	6.7	1.2	3.2	0.42	2.5
98SMC13AD04CA01	266	7.8	208	30	112	6	46	6.9	17	2.59	13.0	3.9	1.36	4.3	0.8	5.1	1.0	3.0	0.45	2.7
98SMS13AD03CA01	80	24	530	26	381	25	342	27	72	8.06	38.0	9.2	3.09	7.9	1.1	5.4	0.9	2.1	0.22	1.2

表 4-4-4 ノルム計算結果

試料番号	Q	C	or	ab	an	wo-di	en-di	fs-di	en-hy	fs-hy	fo-ol	cs	mt	hm	il	tn	pf	ru	ap	cc
	98SMC02AD11CA01	4.30		0.95	21.58	27.10	12.08	10.43	0.01	7.72	0.01			10.64		3.44				0.42
98SMC11AD02CA01	3.65	2.97	6.86	30.21	18.85				3.24					8.93	4.29			0.14	8.04	1.00
98SMC12AD13CA01	2.50	0.03	10.34	18.28	15.85	4.50	3.89		3.89			0.76		6.94	2.09		2.81	1.65	7.44	24.32
98SMC13AD04CA01	2.04		2.36	25.64	27.67	12.39	10.10	0.80	4.72	0.38			6.61		3.27				0.42	0.77
98SMS13AD03CA01	7.77	1.34	10.46	30.21	17.91				6.80					7.91	1.58			1.73	2.59	0.30

Q: 石英  
 C: コランダム  
 or: 正長石  
 ab: アルバイト  
 an: アンサイト  
 wo-di: ウラストナイト-デイクソブサイト  
 en-di: エンスタタイト-デイクソブサイト  
 fs-di: フェロシライト-デイクソブサイト  
 en-hy: エンスタタイト-ハイバースン  
 fs-hy: フェロシライト-ハイバースン  
 fo-ol: ファイヤライト  
 cs: 正ケイ酸カルシウム  
 mt: 磁鉄鉱  
 hm: 赤鉄鉱  
 il: イルメナイト  
 tn: チタナイト  
 pf: ペロフスキースト  
 ru: ルチル  
 ap: 磷灰石  
 cc: 方解石



The classification of basalts and related basic and ultrabasic magmatic rocks according to their CIPW normative composition expressed as Ne-Ol-Di, Ol-Di-Hy or Di-Hy-Q (after Thompson, 1984).

図 4-4-1 ノルム計算結果三角ダイアグラム

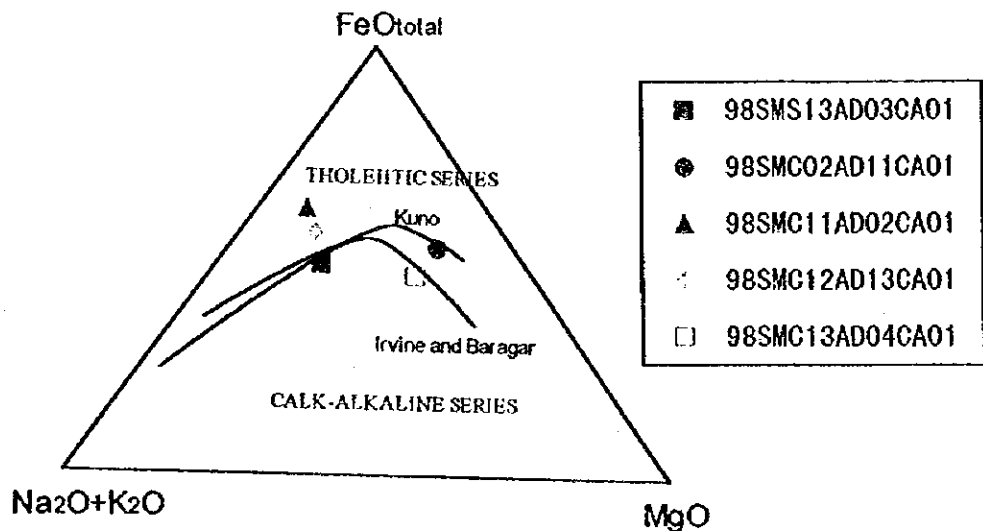


図 4-4-2 AFM ダイアグラム



AFM ダイアグラムでMC11 地域及びMC12 地域で採取された玄武岩は FeO(Total)に富み, MgO に乏しくソレアイトの領域にプロットされる。MC13 地域で採取された試料は Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O に乏しいが MgO に富みカルクアルカリ玄武岩の領域にプロットされる。MS13 地域で採取した玄武岩は MgO, Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O とも 2 グループの中間的な値を取り, FeO(Total)がやや少なくカルクアルカリ玄武岩の領域にプロットされる。

### 3) MORBで規格化した不適合元素のスパイダーグラム

各試料をで規格化した HFS 元素と LIL 元素のスパイダーグラムを図 4-4-3 に示す。規格化には, Benvins *et al.* (1984)のマイルORB 値を用いた。

MS13 地域及びMC11 地域で採取した玄武岩は LIL 元素の Sr から Ba まで上昇し, HFS 元素の Nb から Y まで下降するパターンを示す。

MC12 地域で採取した玄武岩は Rb に LIL 元素のピークがあり, HFS 元素の P, Y で高い値を, Zr で低い値を取るパターンを示す。

MC13 地域で採取された玄武岩は Sr から P までの 6 元素値が低く, Rb にピークが見られるが, 全般に緩やかなパターンを示す。

各テクトニクス場における玄武岩の HFS 元素と LIL 元素の典型的なスパイダーグラムと比較すると, MS13 及びMC11 は海洋島アルカリ玄武岩のパターンに, MC12 地域の玄武岩は島弧ソレアイトに類似する。MC13 地域の玄武岩は, ピークに外れはあるが, P-Type MORB に近いパターンを示している。

### 4) コンドライトで規格化した希土類元素のスパイダーグラム

各試料をコンドライトで規格化した希土類元素のスパイダーグラムを図 4-4-4 に示す。規格化には, Wakita *et al.* (1971)のコンドライト値を用いた。

MS13, MC11 及びMC12 地域で採取した玄武岩のスパイダーグラムは直線的で急な傾きのパターンを示し, MC13 地域の玄武岩のスパイダーグラムはほぼ横ばいのパターンを示す。

各テクトニクスにおける玄武岩の希土類元素のスパイダーグラムとの比較では, MS13, MC11 及びMC12 地域の 3 試料は海洋島アルカリ玄武岩 (OIA) に近い値とパターンを示し, MC13 地域の玄武岩の値とスパイダーグラムの横ばいのパターンは, P-type MORB に近い。

### 5) 特性及び区分の検討

その他各種判別図による玄武岩の区分は以下のとおり。



①  $TiO_2$ - $MnO$ - $P_2O_5$  図 (図 4-4-5)

MC13 地域の玄武岩は MORB の領域にプロットされる。他の 3 試料は海洋島アルカリ玄武岩の領域にプロットされる。

② Ti-V 図 (図 4-4-6)

MC13 地域の玄武岩は Ti/V 比は 48 であり、MORB の領域に区分される。他の 3 試料は海洋島とアルカリ玄武岩の領域よりやや V 値が低い位置にプロットされる。

③ Zn-Nb-Y 図 (図 4-4-7)

MC13 地域の玄武岩は MORB の領域にプロットされる。他の 3 試料は、玄武岩のプレート内から外れるが、アルカリ玄武岩の領域の近傍にプロットされる。

ノルム計算、AFM ダイアグラム、HFS 元素と LIL 元素のスパイダーグラム、希土類元素のスパイダーグラム及び各種判別図による区分を表 4-4-5 に取りまとめる。以上の結果から各地域で採取された玄武岩の区分を検討する。

MS13 地域 (98SMS13AD03CA01)

MS13 地域で採取した玄武岩は HFS 元素と LIL 元素のスパイダーグラムと希土類元素のスパイダーグラム、各判別図から海洋島アルカリ玄武岩と推定される。また、化学分析での  $NaO+K_2O$  が高い値を示していることもこれを裏付けている。本試料の  $H_2O^+$  が高い値を示しているが、これは薄片観察で認められた粘土化変質によるものである。また、化学分析では変質によって生じたと考えられる 3 価の鉄や空孔を重点する粘土や燐灰石によってノルム計算でハイパーシン及びディオプサイトが算定されたため、ノルム計算や AMF ダイアグラムによる区分ではソレアイトに区分されたものと考えられる。

MC11 地域 (98SMC11AD02CA01)

本試料は HFS 元素と LIL 元素のスパイダーグラム、希土類元素のスパイダーグラム、及び各判別図から海洋島アルカリ玄武岩であると推定される。本試料は粘土化変質を受けており、 $H_2O^+$  も高い値を示す。本試料は粘土化変質を受けており、 $H_2O^+$  も高い値を示す。また、MS13 地域の試料と同様の変質や空孔等の重点があるものと考えられ、ノルム計算や AMF ダイアグラムによる区分ではソレアイトに区分されるものと考えられる。

MC12 地域 (98SMC12AD13CA01)

本試料も HFS 元素と LIL 元素のスパイダーグラム、希土類元素のスパイダーグラム、及び各判別図から海洋島アルカリ玄武岩であると推定される。本試料はノルム計算で方解石が 24% 算出されたため、ノルム計算ではソレアイトに区分されたが、この方解石は玄武岩の気泡を充填したものである。

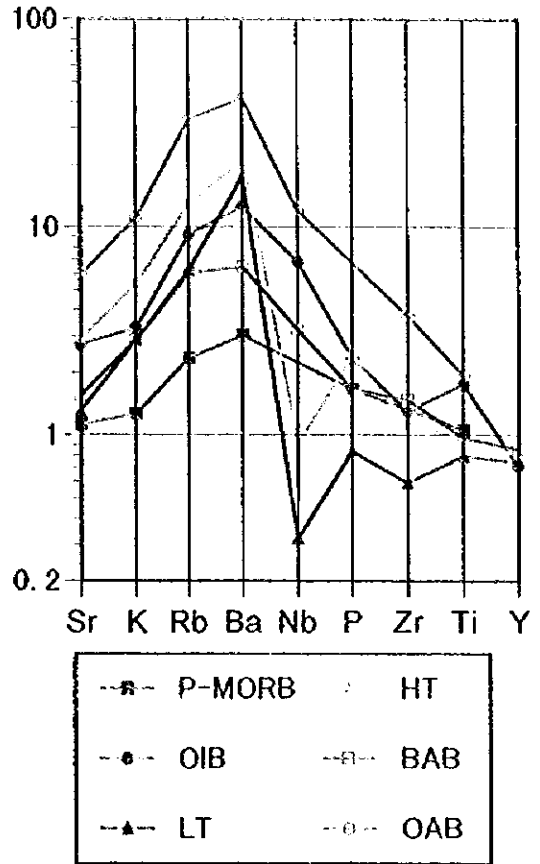
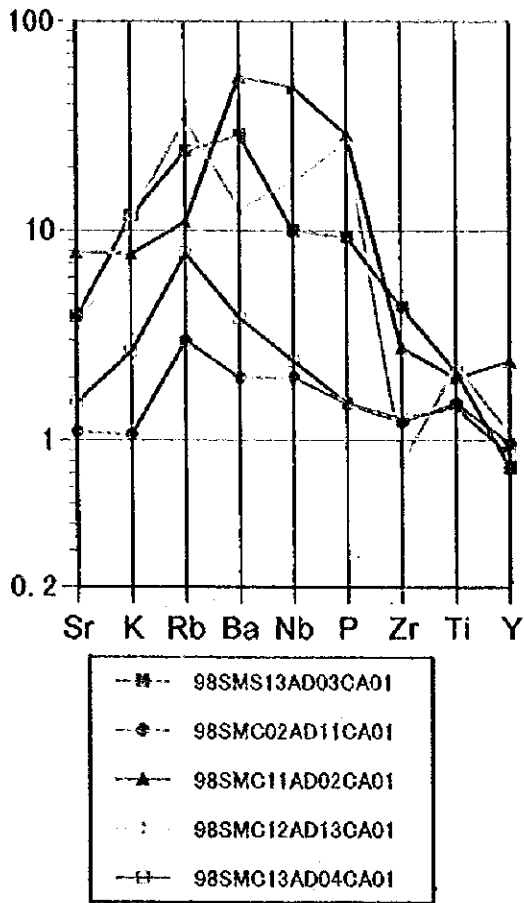


図 4 - 4 - 3 HFS 元素と LIL 元素のスパイダーグラム

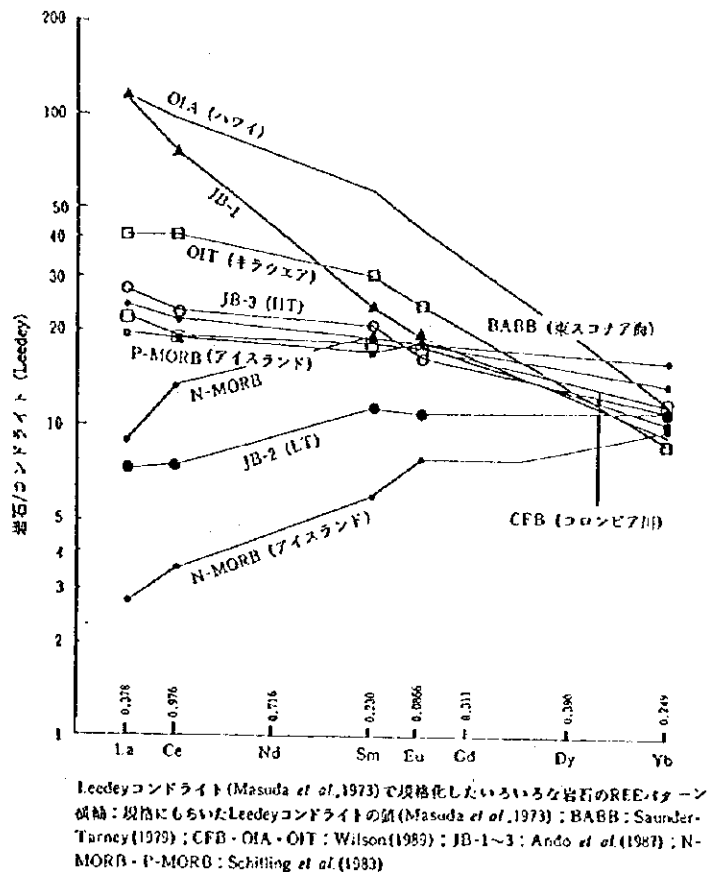
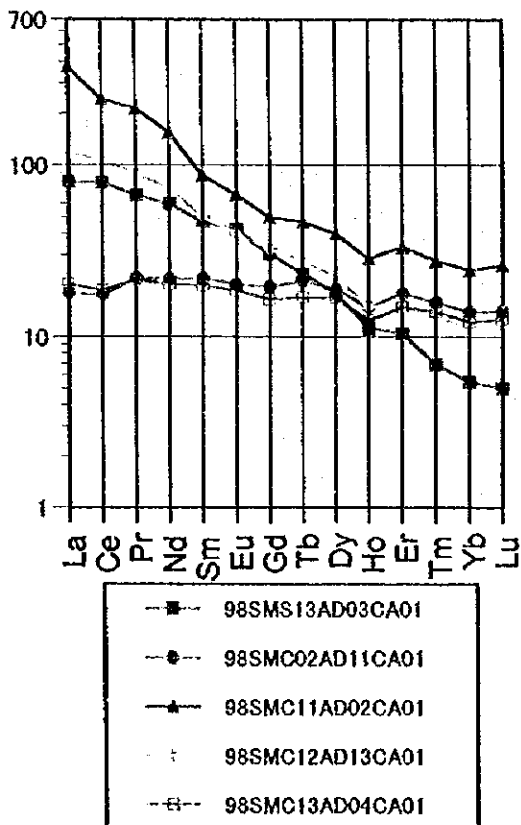


図 4 - 4 - 4 希土類元素のスパイダーグラム

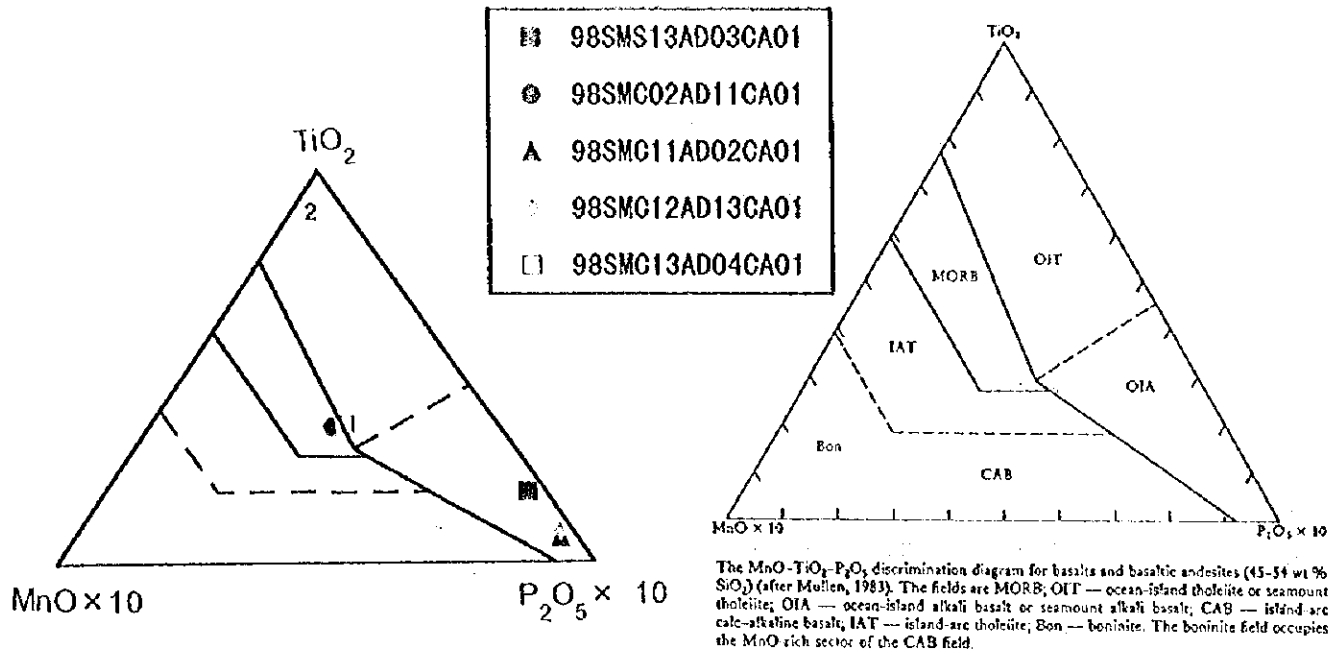


图 4-4-5 TiO<sub>2</sub>-MnO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

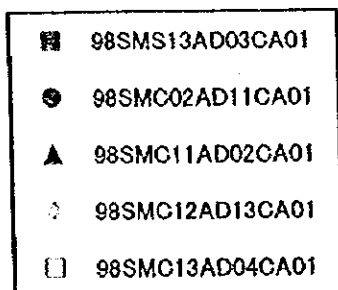
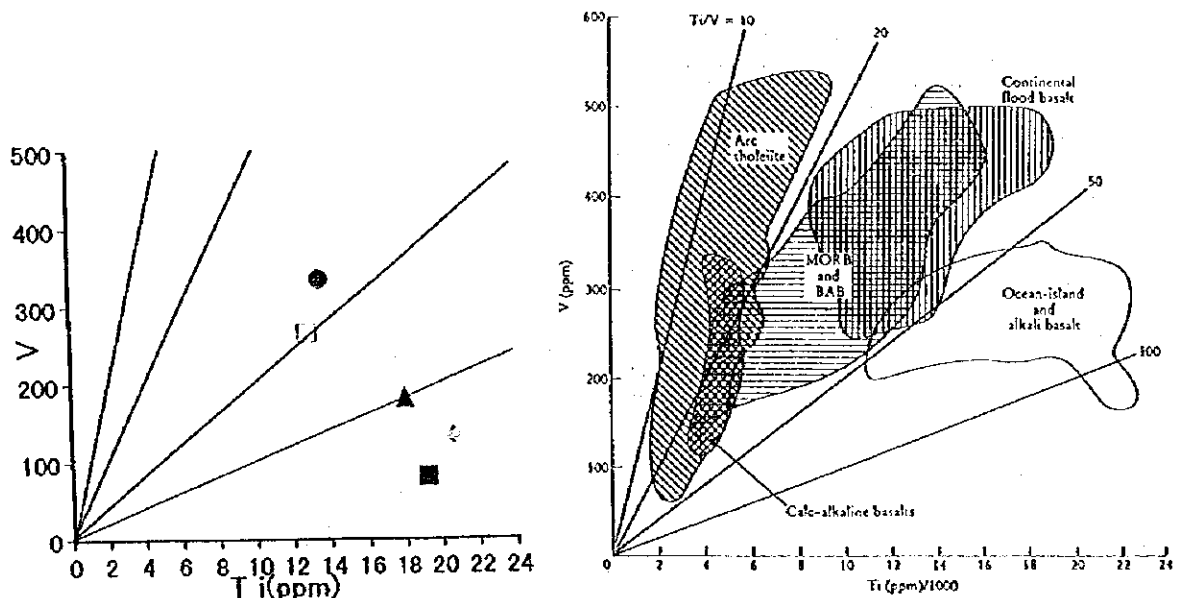
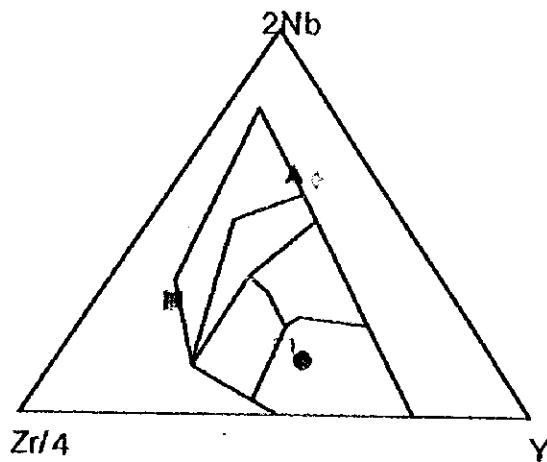
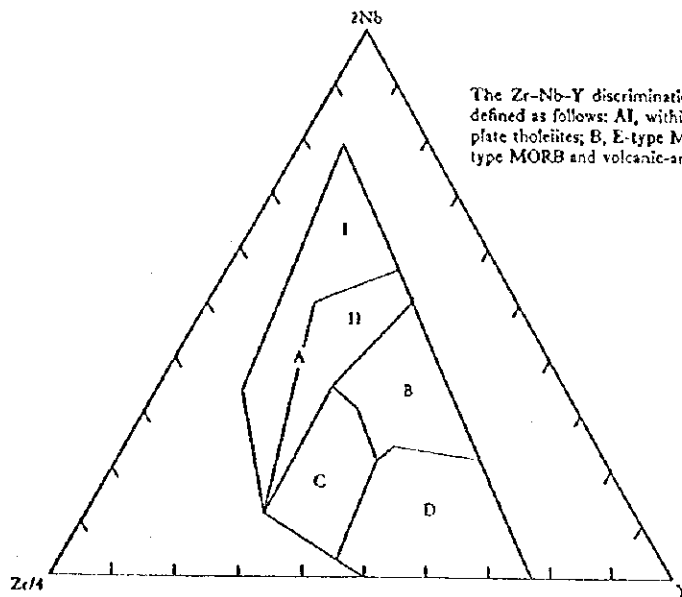


图 4-4-6 Ti-V



- 98SMS13AD03CA01
- 98SMC02AD11CA01
- ▲ 98SMC11AD02CA01
- 98SMC12AD13CA01
- 98SMC13AD04CA01



The Zr-Nb-Y discrimination diagram for basalts (after Meschede, 1986). The fields are defined as follows: AI, within-plate alkali basalts; AII, within-plate alkali basalts and within-plate tholeiites; B, E-type MORB; C, within-plate tholeiites and volcanic-arc basalts; D, N-type MORB and volcanic-arc basalts.

図 4 - 4 - 7 Zr-Nb-Y 図

表 4 - 4 - 5 各種分類表による玄武岩区分結果

地域	薄片観察結果	ノルム計算による区分	AMFダイアグラムによる区分	HFS, LIL スパイダーグラムによる区分	REEスパイダーグラムによる区分	TiO <sub>2</sub> -Mn-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 図による区分	Ti-V 図による区分	Zr-Nb-Y 図による区分
MS13 地域	無斑晶多孔質玄武岩	ソレアイト	ソレアイト	海洋島アルカリ玄武岩	海洋島アルカリ玄武岩	領域外	領域外	領域外
MC11 地域	変質輝石かんらん質玄武岩	ソレアイト	ソレアイト	海洋島アルカリ玄武岩	海洋島アルカリ玄武岩	領域外	領域外	領域外
MC12 地域	多孔質無斑晶質玄武岩	ソレアイト	カルクアルカリ玄武岩	島弧ソレアイト	海洋島アルカリ玄武岩	領域外	領域外	領域外
MC13 地域	ドレライト	ソレアイト	カルクアルカリ玄武岩	P-MORB	P-MORB	MORB	MORB	MORB



MC13 地域 (98SMC13A D04CA01)

本試料は HFS 元素と LIL 元素のスパイダーグラム、希土類元素のスパイダーグラム、及び各判別図から P-type MORB であると推定される。

過年度及び今年度調査で採取した玄武岩の分類について以下に取りまとめた。

海洋島アルカリ玄武岩 : MC05, MC07, MC09, MC10, MC11, MC12, MS13 の各地域,

海洋島アルカリ玄武岩～ソレアイト : MC08 地域,

海洋島アルカリ玄武岩～海洋島ソレアイト : MC03 地域,

島弧ソレアイト～N-type MORB : MC04 地域,

P-type MORB : MC02, MC13 の各地域.

ミクロネシア連邦海域は、海洋島アルカリ玄武岩によって構成される海山が広く分布している。これらの海山はホットスポットを起源とし、プレートの移動によって西から東に配列したことを示唆するものである。しかし、今年度調査したMC13 地域の海山をはじめ、他の4海山は島弧ソレアイトやMORBによって構成されていることが確認されている。これらの海山の地質は、この海域の複雑な地形構造を反映したものである。また、これらの海山は一般的な平頂海山とは異なり、明瞭なリニアメントを示す海嶺状あるいは海台状海山である。

4-5 岩石の年代

今回の調査ではMC12及びMC13地域で採取された新鮮な玄武岩試料を用いてK-Ar法年代測定を行った。測定値の信頼性は、岩石の変質程度によって左右されるため、測定に当たっては化学分析及び薄片観察により試料の変質程度を確認している。試料とした玄武岩は薄片観察で新鮮又は変質が微弱と判定されたもので、得られた年代値の信頼性は高く、誤差は小さいものと考えられる。カリウムの定量には蛍光光度計、アルゴンの同位体比測定には希ガス質量分析装置を用いた。壊変定数はSteiger and Jager(1977)に従った。

岩石の年代測定結果を表4-5-1に示す。

表 4-5-1 岩石の年代測定結果

地域名	採取地点	試料番号	試験	採取深度(m)	カリウム (wt%)	Rad.40Ar (nL/g)	K-Ar年代値 (Ma)	地質時代	変質程度 薄片観察結果
MC12	AD14	A	K02	2,326	1.83	0.411	71.1±3.6	白亜紀後期 ～古第三紀 前期	多孔質無斑晶玄武岩鏡下で 変質鉱物は確認されず新 鮮。
MC13	AD04	A	K01	2,069	0.64	0.181	56.8±2.8	古第三紀前 期	粗粒玄武岩石基の火山ガラ スの一部にスメクタイト化が 認められる程度で、ほとんど 変質していないといえる。

測定結果はMC12地域の玄武岩で71.1±3.6Ma, MC13地域の玄武岩で56.8±2.8Maの値を得た。地質時代は, MC12地域の玄武岩が白亜紀後期から古第三紀始新世に, また, MC13地域の玄武岩が古第三紀始新世に相当する。新鮮な岩石であっても時間経過に伴うカリウムの溶脱は避けられず, 一般に測定年代は過小となる傾向がある。したがって, 試料として用いた玄武岩が形成されたのは, 測定で得られた地質年代より以前と考えられる。

1997年度の調査では, MC12及びMC13地域の海山を含む東海域の海山は, 海域北側に東西に配列する古第三紀以前の火山活動で形成された海山列, カロリン海嶺西側に分布する新第三紀中新世に形成された海山群及び古第三紀以前の海山群と平行し海域中央から南側に東西に配列する古第三紀漸新世後期以降に形成された海山列の3海山群に区分できる可能性を示している。

今回, 東海域北側に位置するMC12及びMC13地域で採取された玄武岩の年代が71.1Ma及び56.8Maであったことは, この海山群の区分に整合する。昨年調査を実施した西海域北部のMC10地域及びMC08地域で採取した玄武岩は年代が69Maと46.5Maであり, この4地域の海山は古第三紀以前に形成された一連の海山群と位置づけられる。一般に海山を覆うクラストの厚さは, 海山が形成された地質年代が古いほど厚いとされるが, 過年度の東海域での調査結果と比較した場合, これら古第三紀以前に海山が形成された4地域で採取されたクラストと新第三紀以降に海山が形成された地域で採取したクラストの最高層厚を比較した場合, 前者の層厚は, 90~190mmの値を取り後者の層厚の2~3倍となっている。

表4-5-2に4地域の海山の位置と玄武岩の年代値を示す。この表より次のことが考察される。

表4-5-2 4地域の玄武岩年代測定結果

地域名	海山形状	K-Ar年代値 (Ma)	地質時代	岩種	変質程度	緯度	経度
MC08	平頂海山	46.5±1.5	古第三紀中期	普通輝石かんらん石玄武岩	弱	10° 20' N	156° 41' E
MC10	平頂海山	69±2	白亜紀後期~古第三紀前期	無斑晶玄武岩	微弱	9° 45' N	148° 16' E
MC12	海嶺型海山	71.1±3.6	白亜紀後期	多孔質無斑晶玄武岩	新鮮	9° 20' N	146° 05' E
MC13	海台状海山	56.8±2.8	古第三紀前期	粗粒玄武岩	微弱	10° 20' N	145° 00' E

- ・隣接したMC10地域とMC12地域の海山は, 平頂海山と地塁状の海嶺型海山で形状は異なるが, ほぼ同時期の火山活動によって形成された玄武岩によって構成されている。
- ・MC13地域の玄武岩は, MC10, MC12地域と比較して新しい年代値を示している。

MC08, MC10地域で採取された試料は, MC08で $25 \pm 2\text{Ma}$ , MC10で $24 \pm 1\text{Ma}$ の年代値を示す。両試料とも風化の進んだ岩石であり信頼性は低い, 古第三紀後期から新第三紀前期に火山活動のあったことを示唆する数値となっている。

以上の考察から, 東海域の北側の東西に配列した海山群は, 白亜紀後期以前あるいは古第三紀以前の火山活動によって形成された後, 古第三紀後期に地殻の東から西への移動に合せ, 再度, 火山活動があったことが推定される。試料数が少ないため推定の枠に止まるが, 今回MC13地域で得られた玄武岩は, この再活動期に形成されたものと考えれば海山の形成は $56.8\text{Ma}$ よりも古いという可能性が考えられる。

#### 4-6 岩石及び底質物の化石鑑定

MC12及びMC13ドレッジによって採取された石灰岩類7試料, チャート1試料及びMCH及びMC12地域でのLCサンプリングで採取された有孔虫砂1試料及び粘土1試料に対して, 有孔虫, 放散虫, サンゴ及びその他の生物片の化石鑑定を行った。鑑定結果を表4-6-1及び表4-6-2(1), (2)に, 底質物の代表的な有孔虫及び放散虫化石の顕微鏡写真を図4-6-1, 図4-6-2に, また, 石灰岩及びチャートの代表的な化石を図4-6-3に示す。なお, MCH及びMC13地域では, 礫岩の基質として有孔虫石灰岩が採取されているが, 採取量が少ないため, 化石の鑑定に供する試料は作成できなかった。

MC11地域の海山山頂部北側縁辺部で採取された底質物に後期鮮新世 ( $2.0 \sim 3.12\text{Ma}$ ) の浮遊性有孔虫の化石群が認められた。

MC12地域の海山の山頂部及び斜面上部で採取された礁性石灰岩は塊状の造礁サンゴを含む。化石鑑定を行なった試料のうち, 水深1,173m以浅で採取した3試料から白亜紀の造礁サンゴが確認され, 水深1,424mで採取した1試料からは更に地質年代の古いジュラ紀中期から白亜紀中期にかけて堆積した造礁サンゴが確認された。また, これら礁性石灰岩の空孔の充填物からは浮遊性有孔虫化石が確認されている。水深1,173mで採取した礁性石灰岩には古第三紀漸新世前期 ( $33.8 \sim 28.5\text{Ma}$ ) の浮遊性有孔虫化石が認められ, 水深1,424mで採取した礁性石灰岩からは古第三紀始新世後期～前期漸新世 ( $35.3 \sim 28.5\text{Ma}$ ) の浮遊性有孔虫化石が確認されている。また, 海山基底で採取されたマンガン酸化物に富んだ固結粘土からは新第三紀中新世前期 ( $23.8 \sim 16.4\text{Ma}$ ) の有孔虫化石が確認された。

MC13地域の海山山頂部で採取されたチャートからは放散虫群集と若干の有孔虫化石が確認された。放散虫群の共生時期が白亜紀バランギニアン期に限定されることから,  $135 \sim 141\text{Ma}$ に堆積したものと考えられる。また, 山頂で採取した有孔虫石灰岩からは後期白



表 4-6-1 底質物及び岩石に含まれる化石鑑定結果

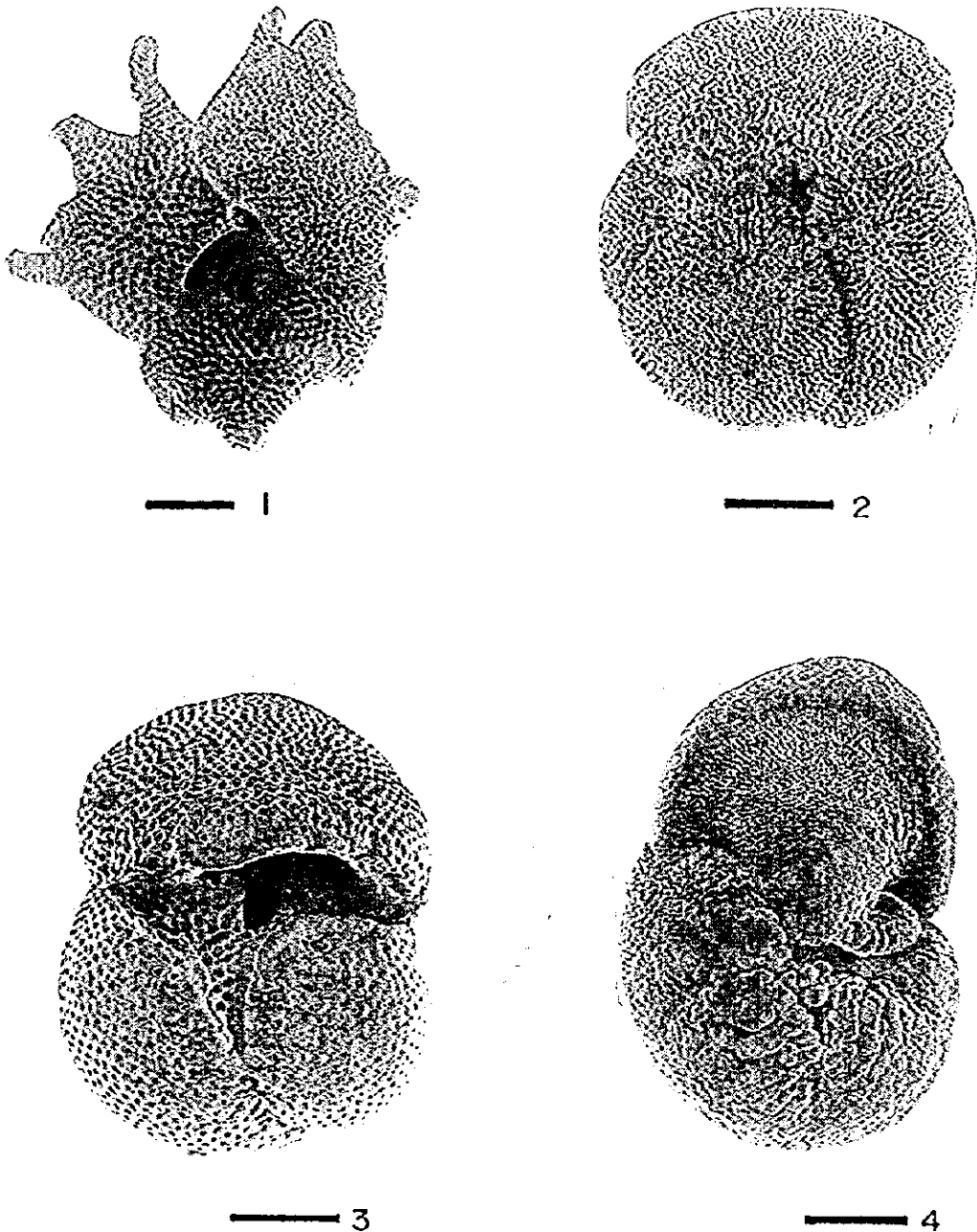
地域	探試点 番号	試料 番号	付番	採取深度 (m)	試料内容	有孔虫		地質年代	放散虫	地質年代	サンゴ	地質年代	その他	地質年代
						浮遊性	底生							
MC11	LC01		Fm02	2,432	有孔虫砂	多	希	後期漸新世	少					
MC12	LC01		T01	3,798	固結泥岩	少		前期中新世						
	AD04	A	Fr01	1,424	礫性石灰岩	多		後期始新世 ~前期漸新世			造礁	シユロ紀中期~ 白亜紀中期		
	AD05	B	Fr01	1,260	礫性石灰岩	極希					造礁	白亜紀		
		A	Fr02	1,260	礫性石灰岩	極希					不明			
	AD09	A	Fr01	1,150	礫性石灰岩	やや多	少	前期漸新世			造礁	白亜紀		
		B	Fr02	1,150	有孔虫石灰岩	多		前期漸新世			造礁			
	AD13	D	Fr01	2,308	礫性石灰岩	やや多	少	前期漸新世						
MC13	AD02	A	Fr01	2,319	有孔虫石灰岩	多	少	後期アルビアン ~セノマニアン						
	AD12	D	Fr01	2,007	チャート	中		後期始新世	多	ハラキニアン後期				

表4-6-2(1) 岩石及び底質物の化石鑑定結果

No.	地域名	採掘番号	試料番号	水深 (m)	肉眼観察	化石鑑定結果	所感・考察
1	MC11	L001	Fr02	2,422	火山ガラス様の無色透明、多角不定形鉱物、および黒っぽい塊状の無色透明不透明鉱物が含まれる。	この塊状物に産出する浮遊性有孔虫の化石群は <i>Globigerinoides conglobatus</i> , <i>G. ruber</i> , <i>G. sacculifer</i> , <i>Globigerinita glutinata</i> , <i>Globorotalia menardii</i> , <i>Neoglobobulimina duterrei</i> , <i>Pulleniatina obliquilucata</i> などである。この試料でも <i>Globigerinoides obliquilucata</i> の産出すること、 <i>Globorotalia truncatulinoides</i> , <i>Sphaerulidinellopsis seminulina</i> など太平洋の赤道地域更新世の塊状物中に認められる種群が産出したこと、この試料の地質時代はおそらく後期中新世 (2.0~3.12Ma) であると考えられる。	
2	MC12	L001	T01	3,798	有孔虫殻の破片と思われる物が少量認められた。無色透明の石英粒子が少量含まれる。	この塊状物から産出する浮遊性有孔虫は <i>Globigerinoides sitlapertura</i> , <i>G. sacculifer</i> , <i>Globaquerina venezuelana</i> , <i>G. sitlapertura</i> , <i>Sphaerulidinellopsis seminulina</i> などである。この試料には <i>G. sitlapertura</i> が産出することから、前期中新世 (23.8~16.4Ma) であると考えられる。その他の種の生存期間も前期中新世~鮮新世にわたるもので矛盾はない。	この湖山のドレナージュされた礫石のうち、A004 (1,424m)、A005 (1,128m)、A009 (1,173m) の3地点は湖山の頂部付近に位置するもので、湖山の頂部を形成しているサンゴ礁の石灰岩であると考えられる。これらの石灰岩は、サンゴ化石や浅海性の化石の空隙を埋める形で埋積され、湖山の頂部が堆積している。サンゴの形成時代はいずれも白亜紀である。湖山の形成もおそらく白亜紀頃であると推定される。したがって、白亜紀に形成された湖山は石灰岩のサンゴや浅海性堆積物の形成が行われなくなった。また、有孔虫殻泥の形成が行われなくなった。さらに、急速に沈降したため、徐々に沈降した湖山の頂部は後期中新世から前期中新世頃であると推定される。
3		A004	Fr01	1,424	coral rudstoneサンゴ化石の空隙は浅海性の石灰質堆積物(多量の有孔虫を含む)で充填される。	サンゴ化石は塊状の塊状サンゴ ( <i>Amphistrea</i> sp.) を含む。そのため、石灰岩の堆積環境はサンゴ礁浅海部の塊状サンゴ礁面と推定される。堆積年代はジュラ紀中期から白亜紀中期にかけて堆積したものと推定される。サンゴ化石の空隙を埋めている部分には浮遊性有孔虫化石が散在的に含まれ、希に浅海性の底生有孔虫もみられる。また、サンゴの空隙の一部には <i>blocky calcite cements</i> が認められる。これは、陸上に露出したことを示す。浮遊性有孔虫の群集には、①小型でトロコイド状殻の殻のやや厚い個体 ( <i>Globigerina</i> 属)、② <i>biseriata</i> 形状をもつ個体 ( <i>Chilogaebelina</i> 属)、③殻がやや厚く大型の個体 ( <i>Subbotina</i> もしくは <i>Globigerina</i> 属)、④ <i>biseriata</i> 形状の3つのグループが認められる。ただし、いずれのグループも形態が単純なため種のレベルでの同定はできない。集片中には中期始新世を示す種群はみつからないので、これらの群集は後期始新世~前期中新世の地質時代 (35.3~28.5Ma) を示すと考えられる。したがって、本試料はジュラ紀中期から白亜紀中期に浅海でサンゴ礁が形成された後、陸上に露出し、後期始新世~前期中新世には600よりも浅い浅海性の堆積物が堆積する深海底になったと推定される。	
4		A005	Fr01	1128	coral rudstoneサンゴ化石の空隙はblocky calcite cementsで充填される。	塊状の塊状サンゴ ( <i>Placocoenia</i> sp.) を含むことから、本試料の石灰岩の堆積環境はサンゴ礁浅海部の塊状サンゴ礁面と推定される。 <i>Placocoenia</i> 属の化石が正しく同定され、白亜紀に堆積したものと推定される。サンゴ化石の空隙を埋めている部分には浮遊性有孔虫化石が散在的に含まれ、希に浅海性の底生有孔虫もみられる。浮遊性有孔虫の群集には、①小型でトロコイド状殻の殻のやや厚い個体 ( <i>Globigerina</i> 属)、② <i>biseriata</i> 形状をもつ個体 ( <i>Chilogaebelina</i> 属)、③殻がやや厚く大型の個体 ( <i>Subbotina</i> もしくは <i>Globigerina</i> 属) の3つのグループが認められる。ただし、いずれのグループも形態が単純なため種のレベルでの同定はできない。集片中には中期始新世を示す種群はみつからないので、これらの群集は後期始新世~前期中新世の地質時代 (35.3~28.5Ma) を示すと考えられる。したがって、本試料は白亜紀に浅海でサンゴ礁が形成された後、陸上に露出したことと推定される。また、有孔虫の結集から、その後、後期始新世~前期中新世には600よりも浅い浅海性にもたらされたものと推定される。	
5			Fr02	1,128	塊状の石灰岩からなる。空隙はほとんど埋められていないが、空隙の周囲にマンガンクラストが形成されている。	この岩石も塊状の石灰岩からなる。空隙はほとんど埋められていないが、空隙の周囲にマンガンクラストが形成されている。石灰岩の空隙にマンガンクラストがあるのかもしれない。サンゴは白亜紀であるが化石の年代は不明である。	
6		A009	Fr01	1,173	coral rudstoneサンゴ化石の空隙はblocky calcite cementsおよび石灰質堆積物(多量の有孔虫を含む)で充填される。	塊状の塊状サンゴ ( <i>Multicolimnastrea</i> sp.) を含む。本試料も塊状サンゴであることから石灰岩の堆積環境はサンゴ礁浅海部の塊状サンゴ礁面と推定される。また、 <i>Multicolimnastrea</i> 属は白亜紀に堆積したことを示唆する。サンゴ化石の空隙には浅海性の石灰質堆積物が埋められている。この部分には浮遊性有孔虫化石が散在的に含まれ、希に浅海性の底生有孔虫もみられる。浮遊性有孔虫の群集には <i>SMC12AD04F01</i> と同じように、①小型でトロコイド状殻の殻のやや厚い個体 ( <i>Globigerina</i> 属)、② <i>biseriata</i> 形状をもつ個体 ( <i>Chilogaebelina</i> 属)、③殻が厚く大型の個体 ( <i>Subbotina</i> 属) の3グループが認められる。ここでは、種のレベルでの同定はできない。この試料にも中期始新世を示す種群はみつからないので、これらの群集は後期始新世の地質時代 (35.3~28.5Ma) を示すと考えられる。本試料もサンゴの空隙に <i>blocky calcite cements</i> が認められる。そのため、本試料も白亜紀に浅海でサンゴ礁が形成され、陸上に露出した後、前期中新世には深海底にもたらされたものと推定される。	

表4-6-2 (2) 岩石及び底質物の化石鑑定結果

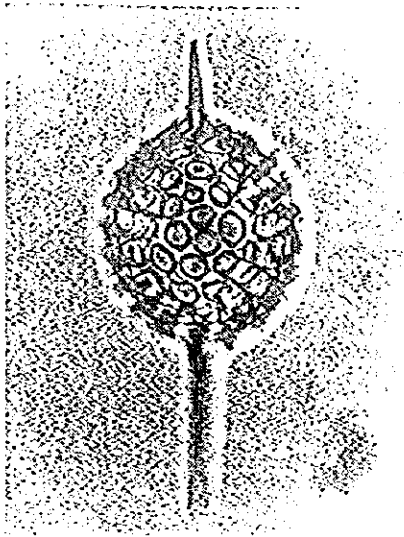
No.	地層名	採取番号	試料番号	水深 (m)	肉眼観察	化石鑑定結果	所感・考察
7	MC12	A009	Fr02	1,173	サンゴと貝の破片を含む wackestone 礫性の石灰岩が傾斜化しその基質を薄層性の石灰岩が埋めている。	<p>形状の連続サンゴの破片を含むが、小さいもの同定できない。礫性の石灰岩は角礫化しその基質を薄層性の石灰岩が埋めており、薄片の中にも薄層の多い部分と塊が密集している部分が見られる。薄層性有孔虫化石は基質部分に多く含まれ、特に薄層性の底生有孔虫もみられる。薄層性有孔虫の群集に関しては、基質の多い部分に小型でトロコイド状の破片をもつ種のやや薄層性 <i>Volosinella</i> 属が多く、<i>Oligasterina</i> 属が多く、<i>Oligasterina praebullosa</i>, <i>G. ouechitensis</i> であると思われる。これに対して、塊が密集する部分には、殻がやや厚く大型の個体が多く <i>Subbotina</i> 属と考えられるが、形態が単純なものはレヘルまで同定することは難しい。この薄片にも中期始新世を示す種はみつかっていない。これらの群集は前期始新世の地質時代 (33.8~28.5Ma) を示すと考えられる。石灰岩の埋層はサンゴ類の CCD よりも深い浸海帯と推定される。連続サンゴを含む薄層性の石灰岩が何らかの過程によって塊状となり、その表面をマンガンが覆った後、前期始新世に薄層性有孔虫を含む薄層性の石灰質堆積物が堆積したと推定される。</p>	
8		AD13	Fr01	2,308	wackestone 薄層性の化石を含む石灰岩塊からなるが、基質の部分と塊の部分の境界はあまりはっきりしない。	<p>この試料は薄層性の化石を含む石灰岩塊からなるが、基質の部分と塊の部分の境界はあまりはっきりしない。薄層性有孔虫化石は、<i>Biserella</i> の形態をもつ個体 (<i>Chilogomastix</i> 属) と殻がやや厚く大型の個体 (<i>Subbotina</i> 属) が多く、まれに平滑帯の個体 (<i>Pseudohastigerina</i> 属) もみられる。底生有孔虫では <i>Numulites</i> spp. が確認された。この薄片にも中期始新世以前を示す種はみつかっていない。この群集も前期始新世の地質時代 (33.8~28.5Ma) を示すと考えられる。</p>	
9	MC13	A002	Fr01	1,795	biogenic limestone まれに 1cm 程度の火山岩の塊が含まれる。	<p>本試料は薄層性石灰岩からなるが、まれに 1cm 程度の火山岩の塊が含まれる。浮遊性有孔虫化石は本層に含まれるが、底生有孔虫はみつかっていない。薄層性有孔虫には、<i>Koo</i> のある個体が多く <i>Rosellipora</i> 属と想われるが、種のレベルまでは同定できない。<i>Hedbergella</i>, <i>Globigerina</i>, <i>Globigerinella</i> 属もみられるが、その量は多くない。<i>Rosellipora</i> 属は <i>Alben</i> から <i>Conomanian</i> (102~91Ma) の生存期間をもつもの (Garon, 1985; Grandstein et al., 1995; Bralower, 1995)。この試料の地質時代は後期白亜紀である。</p>	<p>この火山付近でドリッジされた岩石のうち、薄層性石灰岩 (A002, 1,795m) の地質年代は後期白亜紀の前期 (アルゴアーン) セノマニアン (前期白亜紀、後期バラギニア) (A012, 2,007m) は、前者の基質をなす火山体の形成年代が異なる可能性がある。一方、マンガンクラストや石灰岩に含まれる有孔虫の示す時代 (後期始新世) は、角礫化を起こした時期か、石灰質堆積物が基質を覆うようになった時代のどちらかを示している。したがって、ほぼ同じ時期 (後期始新世) に本格的な沈降が始まったと考えられる。</p>
10		AD12	Fr01	2,007	石灰質分を含むサンゴ塊全体に強く浸透する。	<p>薄片では、ほとんどが放射状となり、まれに有孔虫と判断される殻が含まれる。放射状の塊と判断できる有孔虫は稀に存在するにすぎない。これらのことは、この岩石が埋層した場所が薄層性であったことを示す。また、有孔虫などの石灰質が保存されていることは、600 とほぼ同一の深さからそれより深い層で埋層した年代と判断される。放射状の塊が共通する期間から、年代は白亜紀後期から Valanginian 後期に改定された年代と判断される。これは含まれる 16 タクサのうち、6 種の <i>range</i> が比較的信頼性の高い精度をもつ。これら 6 種が共通する時期は、Berriasian 中期 - Valanginian 後期であるが、<i>Pentamerella berriasiana</i> <i>Baumgartneri</i> が産出しないことから、Berriasian 後期 - Valanginian 中期末に限定できる。さらに、<i>Pentamerella corrigensis</i> <i>Pessagno</i> は Valanginian 後期に限定された <i>range</i> を持つとされる (Pessagno, 1977)。この種の <i>range</i> は、その後の研究で狭くされていくため、信頼性は不明であるが、この種の <i>range</i> が正しければ、後期始新世に含まれる放射状の塊が示す年代は、Valanginian 後期以前に限定できる。この年代は、年代決定と関係のない種が産出する時代と矛盾しない。また、埋層帯は薄層性で、600 とほぼ同一の深さからそれより深い層で埋層したと考えられる。その場合は低緯度に位置していた可能性が高い。また、ジュラ紀後期 - 白亜紀初期には低緯度海域には生息していない <i>Eucyrtidialium</i> と <i>Solenotrypa</i> の 2 属 (<i>Matsuoka, 1998</i>) が産出しないことも低緯度に埋層したことを強く示唆する。</p> <p>この岩石はサンゴからなるが、岩塊の周囲に 2~3 cm の厚さでマンガンクラストや石灰岩が付着している。サンゴ自体は前述のように前期白亜紀 (後期バラギニア) の放射状からなるが、基質処理によって得られた塊状には、薄層性有孔虫化石・底生有孔虫化石がみられる。薄層性有孔虫化石に関しては、<i>Cetapsydrax unicavatus</i>, "<i>Oligasterina</i>" <i>asplapertura</i>, <i>Subbotina carpulenta</i>, <i>Globoquadrina venezuelana</i>, <i>Turbotalia corozulensis</i> がみられる。</p> <p>このうち、<i>T. corozulensis</i> は約新世 - 新新世境界付近 (33.8Ma) で絶滅するグループである。この種が産出することと中期始新世を示す種は全く一致しないこと、この群集の示す地質時代は後期始新世であると推定される。したがって、薄層性有孔虫化石の年代はサンゴ自体のものではなく、サンゴが角礫化した後に付着した周囲の石灰岩の年代と考えることができる。一方、底生有孔虫化石に関しては、サンゴ塊の形態をもつ <i>Bathysiphon</i> spp. が埋いたされる。これは、600 を超えるような埋層であったことを示唆するので、クラストと石灰岩の部分には 600 より深いものと深いもの両者が混在していることを示している。</p>	



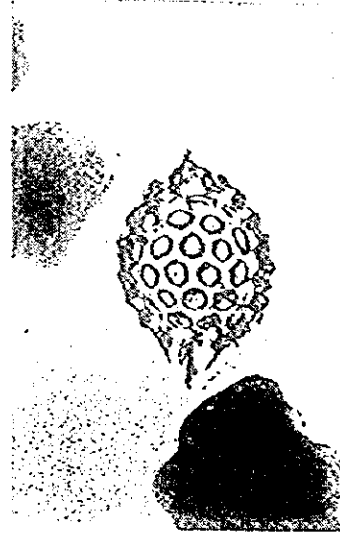
Scale bars: 100  $\mu$  m

1. *Globigerinoides fistulosus* (Schubert). Umbilical view, Sample from 98SMC11LC01Fm02.
2. *Globigerinoides conglobatus* (Brady). Umbilical view, Sample from 98SMC11LC01Fm02.
3. *Sphaeroidinella dehiscens* (Parker and Jones). Umbilical view, Sample from 98SMC11LC01Fm02.
4. *Globorotalia tumida* (Brady). Umbilical view, Sample from 98SMC11LC01Fm02.

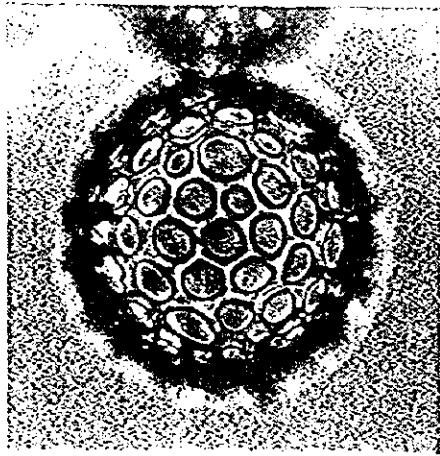
図4-6-1 底質物の代表的な有孔虫化石種



1



2



3

0.1 mm

Scale bars: 100  $\mu$  m

1 *Axoprunum stauraxonium* Haeckel

98SMC11 LC01 Fm02

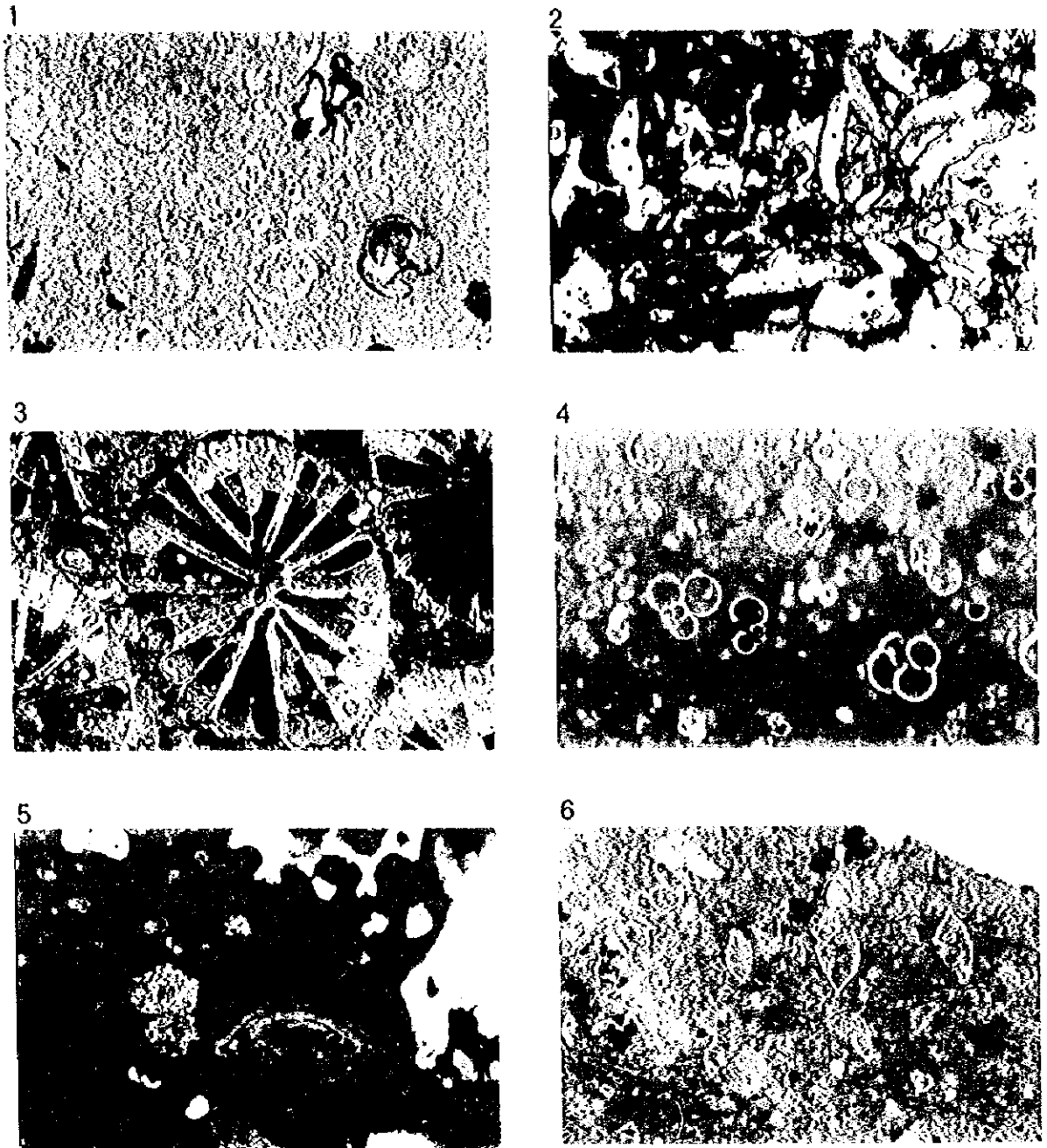
2 *Ellipsoxiphus atractus* Haeckel

98SMC11 LC01 Fm02

3 *Actinommidae* sp.

98SMC11 LC01 Fm02

図 4 - 6 - 2 底質物の代表的な放散虫化石種



1. 浮遊性有孔虫(属不明)(98SMC12AD04)
2. サンゴ化石(属不明)(98SMC12AD05)
3. サンゴ化石(Multicolumnastrea sp.)白亜紀(98SMC12AD09)
4. 浮遊性有孔虫(Globigerina属)前期更新世(98SMC12AD09)
5. 底生有孔虫(Nummulites spp)前期鮮新世(98SMC12AD13)
6. 放散虫(Rotalipora属)後期白亜紀(98SMC12AD02)

図4-6-3 石灰岩及びチャートの代表的な化石種



亜紀 (102~91Ma) の有孔虫が確認された。

以上の結果から次のことが考察される。

MC13地域の海山山頂部ではチャートから白亜紀前期バランギニアン期 (135~141Ma) に浅海で堆積したと考えられる放散虫化石群が確認されており、白亜紀前期以前に海山が形成されていたものと考えられる。また、有孔虫石灰岩質礫岩から白亜紀後期の浮遊性有孔虫化石が確認されていることから、白亜紀後期には沈降の結果、山頂部は深海底にあったものと考えられる。K-Arによる年代測定では岩石の地質年代は古第三紀前期であるという結果が得られているが、同時に海山の形成は古第三紀以前に溯れるという考えも示唆されており、K-Ar法による岩石の年代の測定値が化石鑑定による地質年代より新しいとしても、特に矛盾はないものと考えられる。

MC12地域ではジュラ紀から白亜紀中期の造礁サンゴの化石が得られており、これらの地域の海山が白亜紀中期以前に形成されていたことを示唆している。これはK-Ar法で測定された岩石の地質年代が白亜紀後期以前であることと整合する。MC12で得られた他の造礁サンゴ化石は白亜紀に限られること及び有孔虫化石が古第三紀始新世後期~前期漸新世 (35.3~28.5Ma) であることから、第三紀始新世後期にはMC12地域の海山は沈降によって山頂部は深海底にあったものと考察される。

以上の考察から次のことが考えられる。

MC12地域の海山とMC13地域の海山は共に白亜紀後期以前に形成された海山と考えられるが、形成時期はMC13地域の海山の方が早かったものと推測できる。また、沈降時期もMC13地域の海山がMC12地域の海山に先行していたと考えられる。

MC11海山の山頂縁辺部の堆積面から65cm下方の岩盤の直上から採取された底質物の有孔虫化石が新第三紀鮮新世後期 (2.0~3.12Ma) のものであったことは、鮮新世以前は露岩部があったことを示唆している。これは沈降完了時から鮮新世まで露岩であったことを意味するものではないが、鮮新世以前のある期間露岩であったことを示し、堆積物の下にクラストが存在する可能性を示唆している。また、有孔虫砂等の未固結物の堆積速度は1,000年で0.3mmと緩慢であり、クラストの成長に有利な環境であったことを示している。

MC12地域の海山基底部分で採取されたマンガン酸化物に富んだ固結粘土から、古第三紀中新世前期 (23.8~16.4Ma) の有孔虫化石が確認された。コバルトリッチクラストが海水からの沈殿物によって生成したものと考えられるならば、この期間、沈殿物の生成が通常よりも増加していたものと考えられる。