

4-7 地域別のまとめ

MCH 地域

海山の地質は、全般に玄武岩及び有孔虫石灰岩質礫岩が分布する。

玄武岩は、かんらん石玄武岩で海洋島アルカリ玄武岩に区分できるものである。細粒緻密で斜長石、かんらん石、単斜輝石の斑晶が認められる。全般に風化が著しく、斑晶、石基とも粘土化が見られる。また、空孔や亀裂には粘土等の充填が認められた。

有孔虫石灰岩質礫岩は、山頂部で採取したものと斜面部で採取したものとは岩相が異なる。山頂部で採取したものは礫をほとんど含まず緻密硬質であるのに対し、斜面部で採取したものは玄武岩強角礫を多量に含み、基質は、礫をセメンティングする程度で脆弱である。

本地域の海山は、ホットスポットによる火山活動によって形成され、その後、沈降し現在の水深となったものと考えられる。本地域では年代測定が可能な新鮮な玄武岩及び化石鑑定が可能な石灰岩類が採取されなかったため玄武岩、石灰岩類の地質年代測定は出来なかった。しかし、周辺地域で採取された玄武岩の地質年代及び化学組成の比較から、海山の形成は古第三紀前期以前と推定される。

未固結堆積物は、海山全体に有孔虫砂が分布する。山頂中央部の堆積相は、特に厚く 60 m に達している。しかし、山頂部のピナクル周辺や山頂縁辺部の一部に露岩が見られる。また、山頂縁辺部の未固結堆積物は比較的薄いものと推定される。

MS13 地域

海山の地質は、全般に玄武岩及び有孔虫石灰岩質礫岩が分布する。また、西側斜面上部には凝灰角礫岩も認められる。

玄武岩は無斑晶玄武岩を主体とし、海洋島アルカリ玄武岩に区分される。鏡下では微細な斜長石、かんらん石、普通輝石の斑晶が若干認められる。全般に風化が著しく、石基、斑晶とも粘土化している。また、ピナクル間の凹地では玄武岩質のハイアロクラスタイトの分布も認められる。

有孔虫石灰岩質礫岩は玄武岩角礫を多量に含み、基質は礫をセメンティングする程度で脆弱である。

本地域の海山では、ホットスポットによる火山活動によって形成され、その後、沈降し現在の水深となったものと考えられる。本地域ではMCH 地域と同様、年代測定が可能な岩石が採取されなかったため、これら岩石の地質年代は不明である。しかし、玄武岩の化学分析結果で得られた希土類元素のパターンは周辺の海山と類似しており、玄武岩の起源がこれらの海山と同じものと考えた場合、海山の形成はMCH 地域の海山と同じく古第三紀前期以前と推定される。

未固結堆積物は、海山全体に有孔虫砂を含む石灰質の粘土が分布するが、山頂部に点在するピナクル周辺に露岩が認められる。また、ピナクル間の凹地の堆積物も比較的薄い。

MC12 地域

海山の地質は、水深 1,900m 以浅には礁性石灰岩が分布し、水深 1,900m 以深には玄武岩が分布する。全般に玄武岩が分布する。また、山頂部及び斜面中部で有孔虫石灰岩質礫岩を、斜面部各所で凝灰角礫岩の分布を確認しているが共に分布は限られているものと考えられる。

玄武岩は無斑晶玄武岩を主体とし、まれに斜長石の微細な斑晶を持つものが認められる。化学分析結果では海洋島アルカリ玄武岩に区分されるものである。鏡下では大部分が火山ガラスである。斜面各所で灰黒色を呈する新鮮なものを採取した。K-Ar 法による地質年代は $71.1 \pm 3.6\text{Ma}$ であった。

礁性石灰岩は粗粒多孔質で、貝殻片等の生物片に富んでいる。造礁サンゴの化石はジュラ紀中期～白亜紀の化石年代のものが確認されている。また、空孔の充填物に始新世後期～漸新世前期の浮遊性有孔虫の化石が認められる。

本調査地域の海山はホットスポットによる火山活動によって形成され、形成時期は岩石の年代及び化石の鑑定結果から白亜紀中期以前と推定される。形成時、山頂部はサンゴ礁が形成される水深にあり、白亜紀を通じ徐々に沈降しサンゴ礁を発達させたものと考えられる。その後、急速な沈降が起き、後期始新世 ($38.6 \sim 35.4\text{Ma}$) には現在的水深付近まで達していたものと考えられる。

海嶺状海山である地形を反映し、未固結堆積物は有孔虫砂や石灰質の粘土が局所的に分布する程度である。

MC13 地域

海山全般に玄武岩が分布し、山頂部には有孔虫石灰岩質礫岩が広く分布する。また、泥岩、チャート、凝灰岩も採取されているが、分布は局所的なものと考えられる。

玄武岩は大きく粗粒玄武岩と輝石玄武岩の2種類に分けられる。粗粒玄武岩は、海山北側斜面から山頂部に分布する。これに対し輝石玄武岩は海山東側斜面に分布する。粗粒玄武岩については化学分析及び K-Ar 法による年代測定を実施し、P type-MORB に区分される玄武岩であり、年代測定値は $56.8 \pm 2.8\text{Ma}$ を得た。

有孔虫石灰岩質礫岩は、基質が緻密硬質なものと同様にセメンティングする程度の軟質なもの2種類がある。礫種は、玄武岩で山頂部で採取したものは亜円礫を主体とするのに対し、斜面部で採取したものは角礫を主体とする。緻密硬質ものからは白亜紀後期の有孔虫化石が得られている。また、山頂部で採取したチャートからは白亜紀前期の放射虫化石

が認められている。このチャートを礫とする有孔虫石灰岩質礫岩基質からは後期始新世の浮遊性有孔虫の化石が確認されている。

微化石の鑑定結果は、基盤となる火山体に白亜紀前期以前に形成されたものと白亜紀後期に形成されたものの異なる形成年代のものが存在する可能性を示唆している。粗粒玄武岩が岩石の年代からみて後者にあたるものと考えられる。ただし、前者に相当すると考えられる玄武岩は採取されていない。

本調査地域は、白亜紀前期以前にホットスポットによる火山活動によって形成された海山が、太平洋プレートの移動にともない現在の位置に移動したものと考えられる。その過程において、白亜紀後期に新たな火山活動があり、それに伴い形成された粗粒玄武岩が海山の各所に分布するものと考えられる。白亜紀後期の火山活動はP type-MORB が採取されていることから、ホットスポットを起源とするものではない。北側の急斜面にあたる断層を形成する活動に伴う火山活動である可能性も考えられる。有孔虫石灰岩質礫岩の基質の化石年代と礫となるチャートの化石年代に隔たりが見られることから、白亜紀前期以前に形成された海山は、徐々に沈降した後、始新世後期頃から急速な沈降を開始したものと考えられる。

未固結堆積物は海山山頂部に厚く分布するが、山頂北側の尾根状地形とこれに続く北側斜面の急傾斜に連続した露岩が認められる。

5章 コバルトリッチクラスト

5-1 コバルトリッチクラストの分類及び層区分

(1) コバルトリッチクラストの分類

コバルトリッチクラストを伴う採取物をクラスト (Crust)、礫状クラスト (Coobble Crust)、ノジュール (Nodule) の3種類に分類した。更に、コバルトリッチクラストの平均層厚が1mmに満たない場合には岩石試料に区分し、表面全体を覆う場合をコーティング状、岩石に付着する程度のは、すす状 (Stain) とした。また、母岩が確認されていない試料はクラスト片 (Fragment) と表記する。

コバルトリッチクラストの代表的写真を図5-1-1(1), (2)に示す。

1) クラスト (図5-1-1参照)

上側表面がコバルトリッチクラストで覆われ、下側底面に新鮮な岩石が露出しているものを指す。母岩は岩石がほとんどであるが、まれに固結した粘土を母岩とするものも採取された。

クラストは母岩から剥れて採取され易く、サンプリング時に母岩のないクラストとして採取される場合が多い。こうした母岩のないクラストは、採取量等の集計ではクラストに区分したが、分析結果等の個々の試料について記載する場合には、クラスト片と表記し、母岩付きのクラストと区別している。

2) 礫状クラスト (図5-1-1参照)

全面がコバルトリッチクラストで覆われ、内部に核となる岩石やクラスト片が存在するもので、長径が8cm以上のものを指す。底面や側面がコーティング状あるいはすす状のものについても礫状クラストに分類している。

核は溶岩片、礫化した岩石、崖錘や転石等の基盤から分離した岩石が多いが、母岩から剥れたクラスト片を核とするものも少なくない。一般的に下面より上面でクラストが発達しており、本調査ではクラストの厚い面を原則上面としている。

3) ノジュール

全面がコバルトリッチクラストで覆われ、長径が8cm以下のものを指す。礫状クラストと同様、岩盤から遊離した岩片やクラスト片を核とするが、核となる岩片等が存在しない場合もある。形状により、球状、扁平状、板状、不定形に区分している。

(2) コバルトリッチクラストの層厚

クラスト及び礫状クラストの層厚は成長方向に沿った母岩表面からクラスト表面までの厚みとしている。母岩のないクラスト片では同じく成長方向での厚みをとっている。礫状クラストでクラスト片を母岩とするものについては、核となるクラスト片の厚みも含めた厚さを層厚とした。ただし、裏側部分の厚みは含めないこととした。

ノジュールの層厚は核のあるものは核からクラスト表面までの厚みとしたが、単層で核の無いものについては、短径をクラスト厚としている。

種別毎の平均厚は代表的な層厚と考えられる試料の層厚をもって平均層厚とした。また、全サンプリング試料の平均層厚は種別ごとの平均値を採取物の表面積を掛けた加重平均によって求めた。

(3) コバルトリッチクラストの表面区分

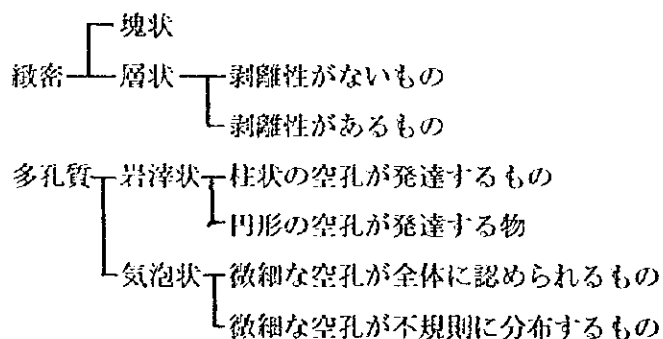
コバルトリッチクラストの表面は、直径数 mm～10mm 程度の球形～楕円形の粒子が集合したブドウ状 (botryoidal)、不定形の微細な粒子が集合した顆粒状 (granular)、滑らかな平滑状 (smooth) に区分される。顆粒状とブドウ状の中間的なものや、ブドウ状の表面を平滑なクラストがコーティングし粒子の形状が不明瞭となったもの等があり、明瞭な区分が難しい場合もあるが、本調査では球形の粒子が確認できるものはブドウ状に分類している。

一般的にブドウ状の表面のものは、コバルトリッチクラストが厚い場合が多い。

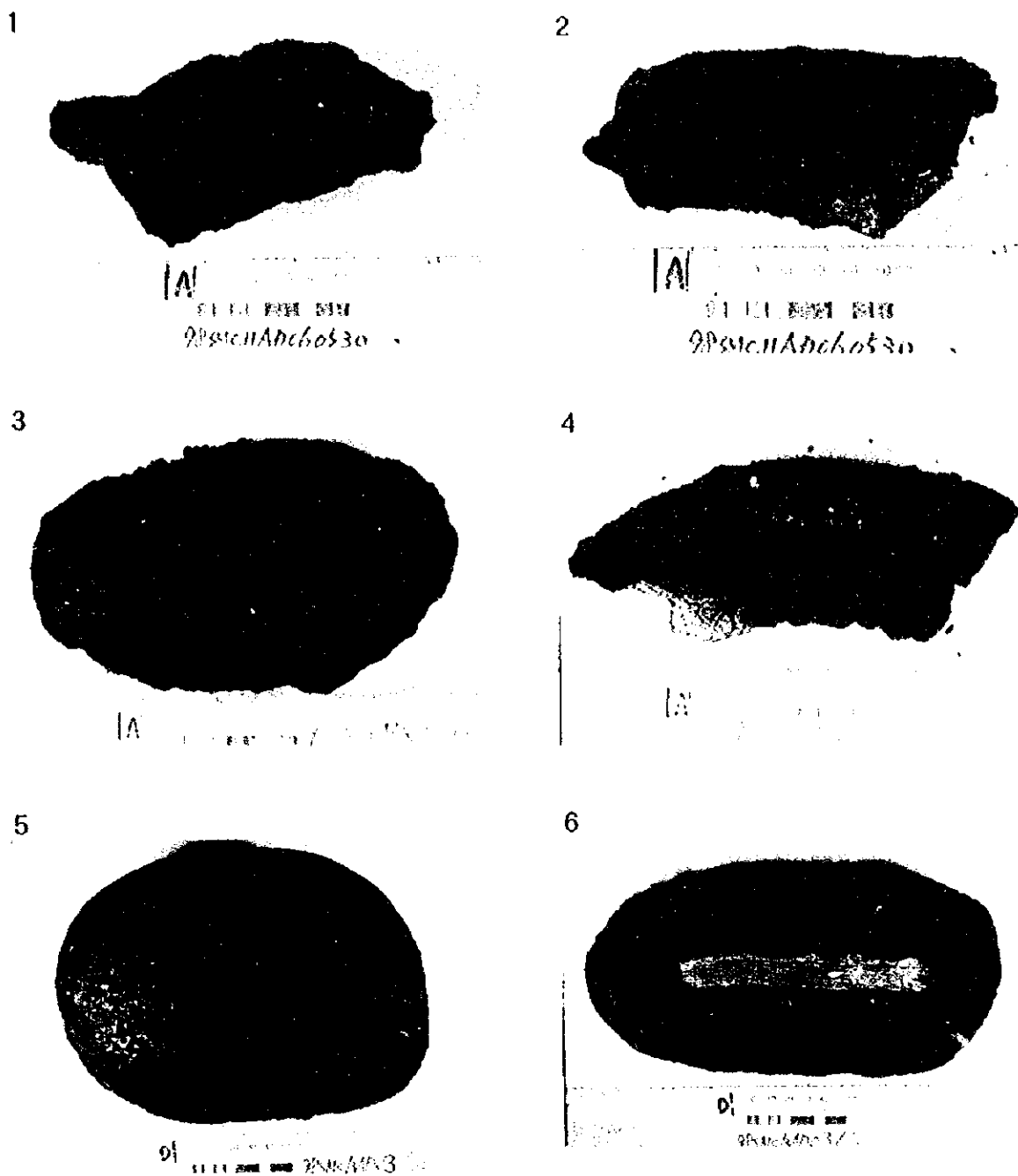
(4) コバルトリッチクラストの層区分

クラストの断面は2～3層の層構造を成すものが多く、厚みが 50mm 以上に発達したものの場合には4層以上の構造を持つものもあり、不規則に挟まれる薄層を含めると7～9層に細分されるものもある。

構造的には以下のように区分される

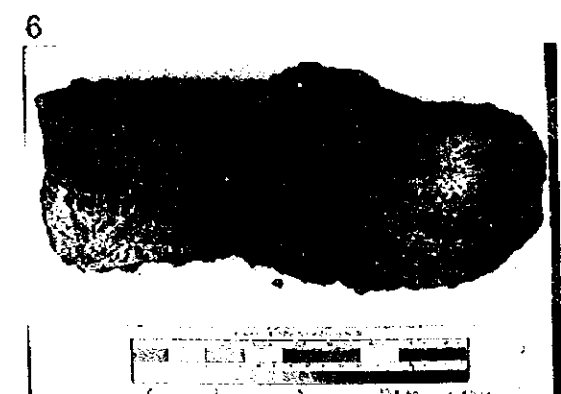
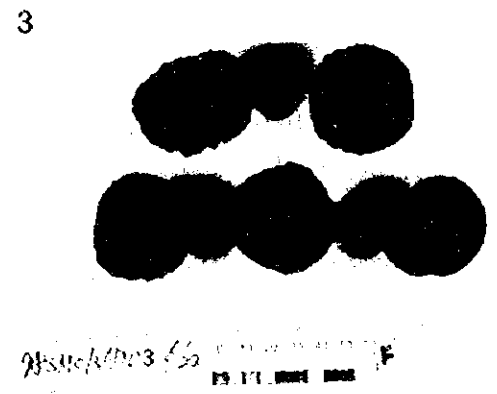
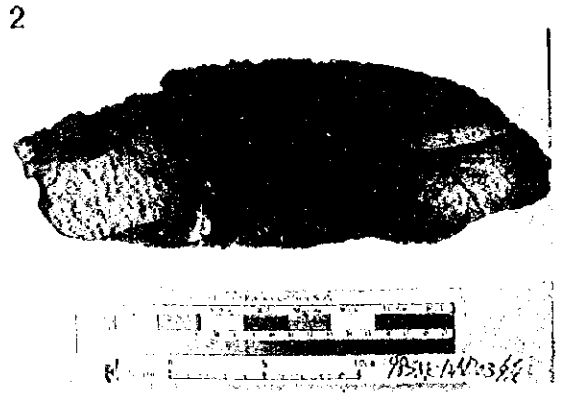
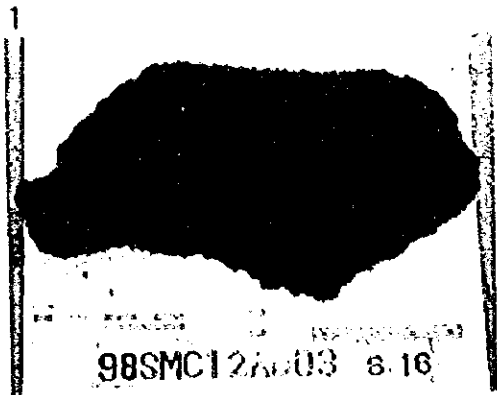


全般に比較的硬質であるが、岩滓状のものには指圧で粉砕される程度に軟質なものもみられる。さらに薄層状や網目状にカルサイトを挟むもの、酸化鉄の混入するもの、空孔に



- | | |
|------------------|--------------------|
| 1. 98SMC11AD06-A | クラスト表面、顆粒状 |
| 2. " | クラスト断面、母岩は玄武岩 |
| 3. 98SMC12AD08-A | クラスト表面、ブドウ状 |
| 4. " | クラスト断面、母岩は玄武岩 |
| 5. 98SMC13AD03-D | 稜状クラスト表面、ブドウ状 |
| 6. " | 稜状クラスト断面、母岩は有孔虫石灰岩 |

図5-1-1 (I) コバルトリッチクラストの写真



- 1. 98SMC12AD03-B 礫状クラスト表面、ブドウ状
- 2. " 礫状クラスト断面、母岩はクラスト片
- 3. 98SMC13AD03-F ノジュール表面、ブドウ状
- 4. " ノジュール断面、母岩は石灰岩等
- 5. 98SMC12AD14-C クラスト片表面、ブドウ状
- 6. " クラスト片断面

図5-1-1(2) コバルトリッチクラストの写真

軟泥や石灰質粘土を充填するもの、酸化鉄を含むもの等がみられる。各層はマンガンリッチクラストの生成年代、生成環境、成長速度の違いなどを反映しているものと考えられる。

一般にはクラストや礫状クラストではクラストの厚い物ほど多くの層構造を持ち、ノジュールでは単層構造のものが多くといった傾向がみられるが、単層で数十 mm の厚みのものや、数層の構造がみられる薄いクラストやノジュールも認められる。

本調査では試料の品位はバルク分析のほか、一部の試料で層別の分析も実施した。また、層名は最外殻を第1層として付番している。

5-2 FDCによる海底観察結果

調査海域の各地域の海山におけるコバルトリッチクラストの賦存状況を把握するため、TVカメラ搭載の深海曳航式カメラシステム（FDC）による海底観察を実施した。FDC測線は、MBES音圧イメージ図及びドレッジによるサンプリング結果等を考慮して設定し、各海山のクラストの賦存状況、露岩や底質物の堆積状況、微地形等の把握に努めた。

測線数はMC11～MC13及びMS13の4地域で各1～2測線の計5測線である。

深海カメラで撮影された代表的な海底写真を図5-2-1(1)、(2)に、FDC調査結果を付帯第4表に、FDC観察結果のルートマップ（平、断面図）及びクラスト露出率図を付帯第5図(1)～(8)に示す。

クラスト露出率とはコバルトリッチクラスト及び礫状クラスト、ノジュールが未固結堆積物に覆われず海底に露出している面積の百分率で、30秒間の観察の平均値を表す。なお、TVカメラにより観察される海底面の範囲は約2×3mである。

各測線の観察結果を以下に記す。

〈東海域〉

1) MC11地域

FDC01の1測線を実施。測線は海山東部のピナクルの頂上付近（水深約1,750m）から海山斜面上部（水深約2,820m）に至る。測線距離は2.1マイルである。

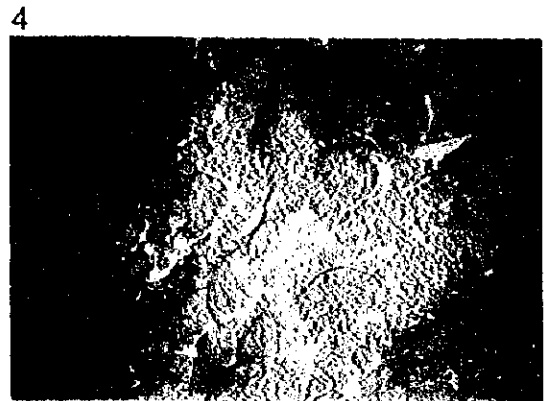
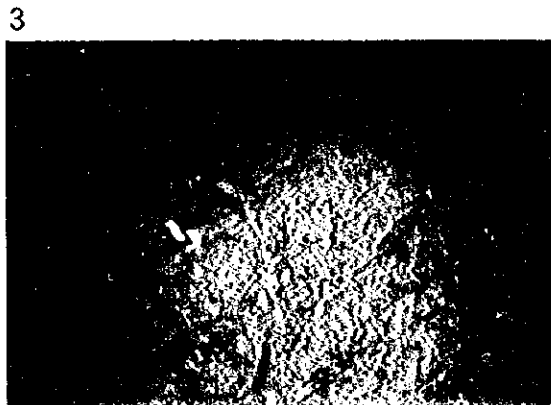
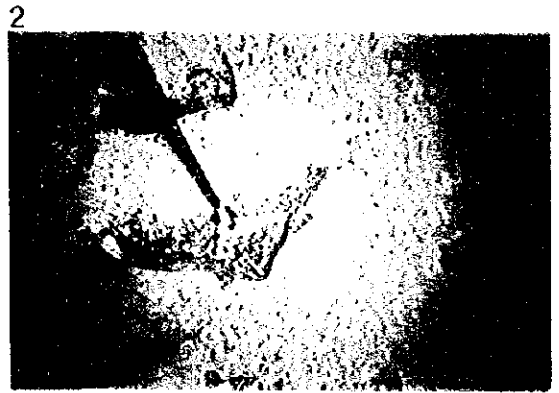
観測結果を表5-2-1(1)に示す。

ピナクル頂上から海山斜面上部にかけてブドウ状の表面を持つクラストが覆っている。斜面中部～下部では有孔虫砂が卓越し、クラストの観察は困難であるが、礫状クラストの分布が確認される。

ピナクル裾部から山頂縁辺部にかけては比高数mの小崖が連続し、崖面に表面がブドウ状のクラストが発達しているのが見られる。しかし、肩部から斜面上部では一部でブドウ状のクラストが見とめられるが、多くは平滑な表面のクラストが分布する。

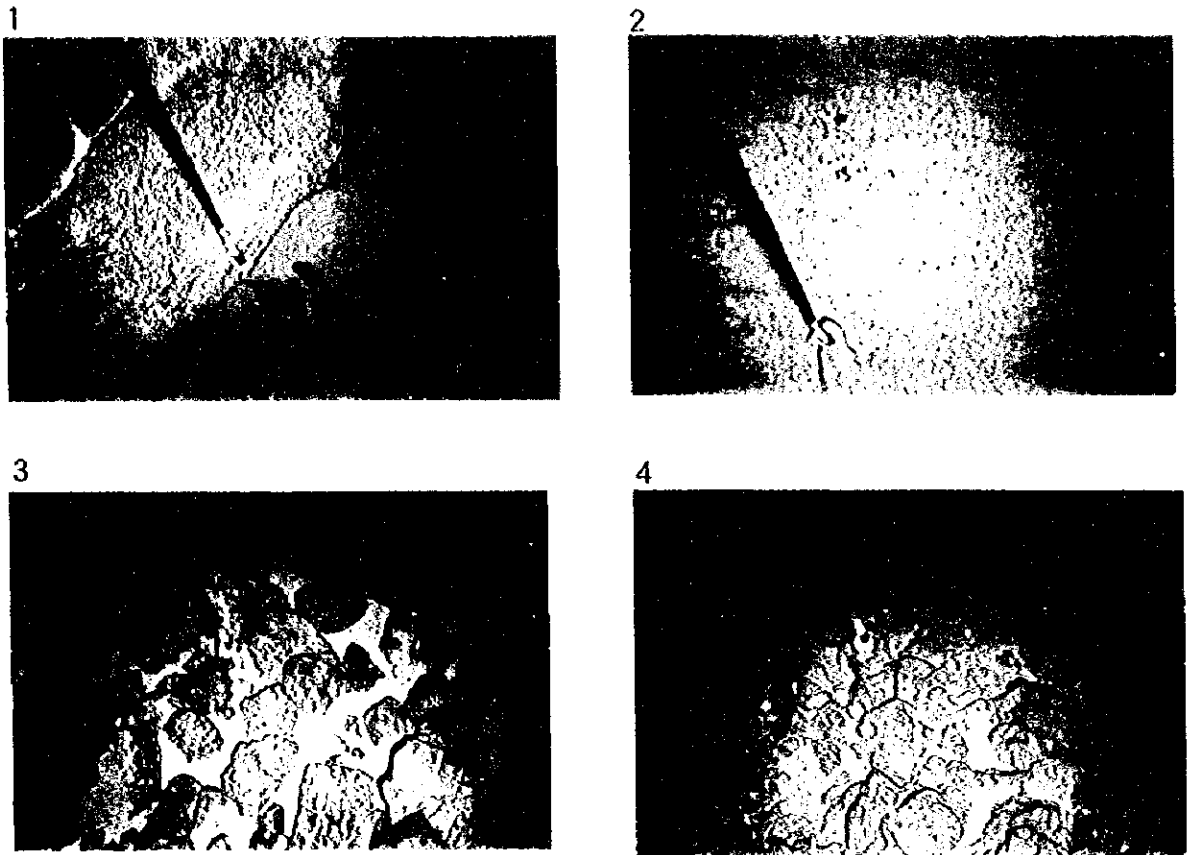
表 5-2-1 (1) MC11FDC01 海底観察結果

水深 (m)	地形区分	MBS 前主露出率(%)	地質状況	クラスタ状況	地形特徴
1,750~1,800	山頂部	濃	クラスタに有孔虫砂が覆う。	クラスタの表面はブドウ状。起伏はあるが比較的平坦な地形で、窪みに有孔虫砂が堆積する。	ピナクル斜面で、湖縁は等高線にほぼ沿っている。 1,800m付近に落差の数mの小さな窪みがある。
1,800~1,930	山頂部	濃	クラスタの露頭。一部、クラスタ上に塊状クラスタが存在。	クラスタ表面はブドウ状。	ピナクル斜面。
1,930~2,050	山頂部	濃	有孔虫砂の堆積し、有孔虫砂に埋もれた塊状クラスタが認められる。	塊状クラスタの表面は顆粒状。	ピナクル斜面下部。
2,050~2,200	山頂部	薄	有孔虫砂が堆積。	顆粒状の表面の塊状クラスタが若干散在する。	ピナクル斜面下部。
2,200~2,300	山頂部	濃	クラスタを有孔虫砂が覆う。	クラスタと表面はブドウ状。比較的平坦だが起伏があり、凹部に有孔虫砂が堆積。	ピナクル斜面。
2,300~2,400	山頂部	濃	小窪が連続し窪面をクラスタが覆う。	クラスタ表面はブドウ状。	十数箇所の小窪があり、小窪の落差は10m以下。
2,400~2,700	山頂縁上部 ~斜面上部	濃	岩盤を有孔虫砂が覆う。 2,500m付近および2,700m付近に崖縁とみられる角礫の堆積がある。	岩盤の表面の一部ブドウ状の箇所もみられるが、全般的に表面は平滑。	崩落崖と思われる比較的小窪。
2,700~2,750	斜面上部	薄	有孔虫砂の堆積。		リップルマークがみられる。
2,750~2,800	斜面上部	薄	岩盤の上にご有孔虫砂が堆積。	岩盤の表面は平滑で、クラスタが付着していても薄いものと思われ	
2,800~2,850	斜面上部	薄	有孔虫砂の堆積。		
2,850~2,855	斜面上部	薄	岩盤上に有孔虫砂が堆積。	岩盤の表面は平滑で、クラスタが付着していても薄いものと思われ	
2,855~2,820	斜面上部		岩盤露頭。	岩盤の表面は平滑で、クラスタが付着していても薄いものと思われ	より勾配の急な。
2,820~3,020	斜面上部	薄	一部に局所的な露出部があるが、全般的に有孔虫砂が堆積。	露出部の表面は平滑。	



1. 98SMC11FDC01 礫状クラスト
山頂部 水深2,001m 07° 30.532'N 161° 21.069'E
2. 98SMC11FDC01 有孔虫砂に埋もれたクラスト
斜面上部 水深2,865m 07° 31.061'N 161° 22.309'E
3. 98SMC12FDC01 斜面のクラスト
山頂部 水深1,255m 09° 20.074'N 146° 05.493'E
4. 98SMC12FDC01 表面ブドウ状のクラスト
斜面上部 水深1,511m 09° 20.341'N 146° 05.798'E

図5-2-1 (i) 海底観察による海底写真



1. 98SMC12FDC01 オーバーハングした崖のクラストと崖下の礫状クラスト
斜面上部 水深1,889m 09' 20.713'N 146' 06.127'E
2. 98SMC12FDC01 リップルマークのある有孔虫砂、ノジュール、礫状クラストが点在
斜面上部 水深2,214m 09' 21.042'N 146' 06.488'E
3. 98SMC13FDC01 崖錐角礫状
山頂部 水深2,006m 10' 26.527'N 145' 00.808'E
4. 98SMC13FDC01 クラストコブ状
山頂部 水深2,436m 10' 26.836'N 145' 01.303'E

図5-2-1(2) 海底観察による海底写真

2) MS13 地域

2 測線を実施。FDC01 は山頂部ピナクルの南側斜面（水深 1,355～1,970m）の測線距離は 2.2 マイル、FDC02 は海山北側斜面の測線距離は 1.7 マイルである。

観測結果を表 5-2-1(2), (3)に示す。

FDC01 測線に見られるピナクルの斜面は顆粒状～ブドウ状の表面のクラストで覆われていて、ピナクル北側の斜面で実施したドレッジによるサンプリングでも最大 60mm、平均 30mm 以上の表面がブドウ状のクラストや礫状クラストが採取されている。

北側斜面部の FDC02 では、山頂縁辺部でクラスト及び礫状クラストが確認されている。縁辺部は小規模なテラスが階段状に連続する地形で、斜面にはブドウ状のクラストが分布し、テラス面では堆積した有孔虫砂の上に礫状クラストが散在している。

〈西海域〉

1) MC12 地域

FDC01 の 1 測線を実施。海嶺型海山の尾根部（水深 1,150m）から北側斜面中部（水深 2,500m）で測線距離は 2.1 マイルである。観測結果を表 5-2-1(4)に示す。

クラストは山頂部の尾根地形で最も発達する。水深 1,500m 以深の斜面上部から水深 2,300m 以浅の斜面中部は表面がブドウ状のクラストが分布する。緩傾斜面には有孔虫砂が卓越するが、この上に礫状クラスト、ノジュールが分布する。水深 2,300m 以深は、谷地形部を観察したため、クラストの露出は部分的となり、表面は平滑状となる。

2) MC13 地域

FDC01 の 1 測線を実施した。測線は山頂縁辺部（水深 1,660m）から斜面向下部（水深 3,200m）で測線距離は 2.2 マイルである。観測結果を表 5-2-1(5)に示す。

山頂中央部の尾根状地には表面がブドウ状のクラストが、山頂縁辺部では礫状クラストが卓越する。斜面上部から中部にかけては礫状クラストノジュールが分布するが、全体的に有孔虫砂の被りがあり、局所的に表面がブドウ状のクラストが認められる。

MC13 地域の海山でのドレッジによるサンプリングではおもに縁辺部でクラスト及び礫状クラスト、ノジュールが採取されている。

5-3 サンプリング結果

MC11～MC13 地域及びMS13 地域において、アームドレッジ(AID)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を採取した。サンプリング地点はMBIS 音圧イメージにおいて音圧の強い部分（堆積層が薄く、露岩である可能性が高い部分）を目標に設定し、FDCの観察結果やSBP及びSSS結果、サンプリング状況を考慮し

表5-2-1 (2) MS13FDC01海底観察結果

水深 (m)	地形区分	MBES音圧	露出率 (%)	地質状況	クラスト状況	地形その他
1, 430~1, 355 ~1, 520	山頂部	濃	20~100	クラストが露頭し、これを有孔虫砂が覆う。 有孔虫砂の堆積は局所的である。	クラスト表面は一部にブドウ状の箇 所もみられるが、全般には顆粒状。 基岩の層理構造がみられるため、ク ラストは比較的薄いと思われる。	ピナクル頂部。
1, 520~1, 610	山頂部	濃	60~90	クラストが露頭し、これを角礫および有孔虫 砂が覆う。	クラストの表面は顆粒状。角礫は稜 が明瞭でクラストが付着しているも コーナーディング程度と考えられる。	ピナクル斜面。
1, 610~1, 670	山頂部	濃	30~100	クラスト上に有孔虫砂が堆積する。	クラストの表面は顆粒状~ブドウ 状。基岩の層理や亀裂が観察される ため、クラストは比較的薄いものと 考えられる。	ピナクル斜面。
1, 670~1, 970	山頂部	中	0~60	一部クラストがみられるが、全般に有孔虫砂 が堆積し、その上に角礫やノジュールが点在 する。	クラスト表面は顆粒状。	落差50m以上の急崖。

表5-2-1 (3) MS13FDC02海底観察結果

水深 (m)	地形区分	MBES音圧	露出率 (%)	地質状況	クラスト状況	地形その他
2, 620~2, 670	山頂部	薄	0	軟泥の堆積。		
2, 670~2, 740	山頂縁辺 部	中	0~90	クラスト上に軟泥が堆積する。有孔虫砂は厚 い箇所もみられるが、全般に薄い。	クラストの表面はブドウ状で一部に 顆粒状表面のものが認められる。	落差10m程度の急崖が数段あり、 急崖面にブドウ状表面のクラスト が発達する。
2, 740~3, 120	斜面上部	濃	40~90	全般にクラストが露出する。表面に砂が堆積 するが局所的である。一部に崩壊の跡とみら れる急崖があり、裾部には巨礫が点在する。	全般にクラストの表面はブドウ状 で、小崖の崖面は顆粒状または平滑 である。巨礫は稜が明瞭でクラスト が付着しているもコーナーディング程 度と考えられる。	全体にやや急斜面である。急崖の 落差は50m程度。
3, 120~3, 200	斜面上部	濃	0~40	クラストを軟泥が覆う。	クラストの表面はブドウ状。	一部に小崩壊地が認められる。
3, 200~3, 290	斜面上部	中	0~5	海底面を堆泥が覆う。	一部に表面がブドウ状のクラストが 認められる。	

表 5-2-1 (4) MC12FDC01 海底観察結果

水深 (m)	地形区分	MBES音圧露出率 (%)	地質状況	クラスト状況	地形その他
1,160~1,150 ~1,325	山頂部	濃	概ね80%以上の露岩。礫、ノジュールも多数分布。	岩盤や礫の表面は平滑。	比較的起伏に富んだ斜面。
1,325~1,450	山頂部	濃	岩盤および礫の堆積を有孔虫砂が覆う。	岩盤や礫の表面は平滑。	比較的平坦な斜面。
1,450~1,490	山頂部	濃	岩盤を有孔虫砂が覆う。	岩盤の表面は平滑。	
1,490~1,580	山頂部	薄	有孔虫砂の上に礫状クラスト、ノジュールが分布。	礫は比較的丸く、表面は平滑だが、クラストは比較的厚いと思われる。	
1,580~2,100	斜面上部	濃	クラスト表面を有孔虫砂が覆いその上に礫状クラスト、ノジュールが点在する。	クラスト、礫状クラストの表面はブドウ状。比較的平坦だが起伏があり、凹部に有孔虫砂が堆積。	
2,100~2,200	斜面中部	薄	有孔虫砂の堆積。		リップルマーク、生痕あり。
2,200~2,300	斜面中部	薄	クラスト表面を有孔虫砂が覆いその上に礫状クラストが点在する。	クラストの表面はブドウ状。礫状クラストの表面は平滑。	
2,300~2,500	斜面中部	薄	有孔虫砂の堆積。局部的に岩盤の露頭があり、全般に巨礫が散在する。	全般に巨礫の表面は平滑だが、顆粒状、やや葡萄状となったものも認められる。	リップルマーク、生痕はみられない。

表 5-2-1 (5) MC13FD C01 海底観察結果

水深 (m)	地形区分	MBES音圧	露出率 (%)	地質状況	クラスト状況	地形その他
1,660~1,700	山頂部縁辺部	濃	10~80	概ね80%以上の露岩。やや平坦な地形で凹地に有孔虫砂が堆積。礫クラスト、ノジュールも多数分布。	クラストの表面は筒筒状。	
1,700~2,070	斜面上部	濃	40~100	崖壁と思われる角礫が分布。	角礫の稜が明瞭で、クラストが付着している。薄いと考えられる。	崩壊地形が連続する。
2,070~2,300	斜面上部	濃	25~100	斜面を角礫が覆い、更に有孔虫砂が堆積する。深くなるほど、有孔虫砂は多くなる。	角礫の稜が明瞭で、クラストが付着している。薄いと考えられる。	
2,300~2,700	斜面上部	薄	10~35	有孔虫砂上に礫状クラストが点在する。一部有孔虫砂の下のクラストが露出。	有孔虫砂下位のクラストの表面はブドゥウ状。礫状クラストの表面は平滑。	
2,700~3,200	斜面中部~下部	薄	0~10	有孔虫砂が堆積し、若干のノジュールや礫状クラストが散在する。	クラスト、礫状クラストの表面は平滑。	

ながら、海山全体のコバルトリッチクラストの賦存状況を把握できるよう配置した。また、サンプリング方法はドレッジ、コアラそれぞれの特徴を考慮し、各採取地点でもっとも効果的と考えられる方法を選択した。

サンプリング地点数は4地域で計49点、ドレッジ41点、大口径コアラ8点である。

調査地域の各海山は、MC11はドーム状の山頂を持つ平頂海山、MS13が凸凹状海山に分類される平頂海山、MC12が海嶺型海山、MC13海台状海山と異なる形状である。

各海山とも厚いクラストが採取されたが、賦存状況は地形的制約によって海山毎に異なっている。

20mm以上の厚いクラストが採取されたのは、MS11地域の海山では山頂縁辺部～斜面上部、MC12地域の海山では斜面中部から斜面上部、MS13地域及びMC13地域の海山では山頂部のピナクル周辺からである。

ドレッジ及びコアラによって採取されたコバルトリッチクラストの概要を地域別に以下に記す(図4-2-1(1)～(4)サンプリング位置図、付帯第1表(1)～(4)サンプリング結果概要表参照)。

<東海域>

1) MC11地域

採取されたクラスト、礫状クラストの平均層厚は36.1mm(ノジュールを除く)で、最大層厚は55mmとなっている。20mmを超えるクラストは山頂東側の尾根状のピナクル周縁及び東側斜面の山頂縁辺部から斜面上部で採取された。東斜面で実施したFDCからも、ピナクル斜面及び山頂縁辺部に表面がブドウ状のクラストの分布が確認されている。また、水深2,700m付近の斜面上部においても、露出した箇所には表面がブドウ状のクラストが分布しているのが確認されている。

しかし、北及び南側斜面で採取された試料はコーティングであり、また、東側山頂縁辺部で実施した大口径コアラからは、有孔虫砂の下に直接玄武岩が露出していて、クラストは確認されていない。従って当地域ではコバルトの分布に地域性がある可能性がある。

クラストの層構造は全般に2～3層で、第1層硬質緻密。第2層多孔質でやや軟質。第3層は多孔質で硬質なものとは緻密硬質なものがある。また、数は少ないが第1層が多孔質で硬質なものも採取された。

2) MS13地域

採取されたクラスト、礫状クラストの平均層厚は46.4mm(ノジュールを除く)で、最大層厚はクラストで140mm、礫状クラストで160mmであった。

MS13地域の海山は複数のピナクルを頂点とする凸凹状海山で、MBES音圧イメージ

ではピナクル周縁を除く山頂部及び東側と南側の斜面は厚い堆積物に覆われている。サンプリングは山頂ピナクル周縁と西側及び北側斜面で実施した。クラストの厚いものは山頂部のピナクル周辺に集中している。

斜面部で4点のドレッジを実施し、3点ではコーティング程度のものでしか採取されていないが、FDCによる海底観察では、山頂縁辺部から斜面部上部に表面がブドウ状のクラストが分布しているのが確認されている。また、北西側で実施したAD03ではクラスト厚35mmのクラスト及び40mmの礫状クラストが採取されている。

山頂ピナクル周辺では各サンプリング地点で20mm以上のクラストや礫状クラストが採取されている。サンプリングは山頂南西に分布するピナクル周縁では100mmを超える試料が多数採取され、採取試料の平均層厚は60mm以上である。ドレッジによるサンプリングを実施できなかったピナクルの周縁でも、FDCによる海底観察によってクラストの分布が確認されている。また、山頂部のピナクル間にみられる堆積物はSBPやSSSによる調査で薄いことが推測され、大口径コアによるサンプリングでも薄い石灰質粘土の下に固結層が存在することが確認されており、クラストが存在する可能性が高い。

クラスト及び礫状クラストの層構造は概ね4層で第1層緻密、第2層多孔質、第3層緻密で、第4層は非常に緻密でガラス光沢がある。

<西海域>

1) MC12 地域

採取されたクラスト、礫状クラストの平均層厚は40.0mm（ノジュールを除く）で、最大層厚はクラストで190mm、礫状クラストで150mmであった。

MC12地域の海山は海嶺形海山で、山頂部の水深1,430m以浅では礁成石灰岩が分布する。ここでは礁性石灰岩や泥岩を母岩とするクラストや礫状クラストが多数採取された。礁性石灰岩を母岩とするものではAD09で採取された礫状クラストが最も厚く最層厚は40mmである。しかし、礁性石灰及び泥岩を母岩とするもののクラスト厚は全般に薄く20mmを超えるものは希であり、大部分はコーティング程度である。

斜面部では主に海嶺型海山の東西に延びる稜線に沿った部分でのサンプリングで厚いクラスト及び礫状クラストが採取されている。東側尾根斜面では玄武岩を母岩とする20～30mmのクラストが採取された。西側尾根斜面では100mm以上のクラスト、礫状クラストが山頂部から斜面中部の各所で採取された。最大のものでAD09（水深2,474m）で採取された強風化玄武岩を母岩とするクラストで層厚は190mmである。

南北の斜面でもクラスト及び礫状クラストが採取されているが、採取物は全体にコーティング程度の礫を主体としている。FDCによる海底観察では水深1,500m以浅は比較的広い露岩が認められるが表面は平滑でクラストは付着していても薄いものと推定される。

水深 1,500m以深ではブドウ状の表面を持つクラストが散見しているが、全般に有孔虫砂に覆われており分布の連続性は不明である。

クラスト及び礫状クラストの層構造は、山頂部で採取されたものは1～3層で、第1層緻密硬質、第2層硬質だが微細な空孔があり、第3層は緻密硬質である。西側斜面で採取された層厚が100mmを越えるものは4～5層で、第1層、第2層は山頂部と同じである。第3～5層は多孔質で粗軟な層であり特に第4層は粘土を多量に混入した脆弱な層であり、数10mmの厚さを有している。

2) MC13 地域

採取されたクラスト、礫状クラストの平均層厚は45.2mm（ノジュールを除く）で、最大層厚はクラストで80mm、礫状クラストで140mmであった。

MC13 地域の海山は北側から北東側に延びる急崖と西側から南側に広がる緩斜面によって構成された海台状の海山であり、MBS音圧分布図等の音響調査から、急斜面及び山頂部北側と東側に点在するピナクルを除き、全体に未固結堆積物に覆われている。

クラスト層の厚いクラスト及び礫状クラストは山頂北側及び東側のピナクル周辺に分布する。北側から北東側の急斜面部ではクラストは発達しておらず、採取物はクラスト、礫状クラストとも、クラスト厚がコーティングから数mmのものが主体で、10mm以上のものは希である。FDCによる海底観察でもピナクル斜面から急斜面肩部までの山頂縁辺部でブドウ状の表面のクラスト、礫状クラスト、ノジュールの分布が認められているが、急斜面部では、斜面部は角礫及び有孔虫砂によって覆われ、クラスト、礫状クラストの分布も認められるが連続性に乏しい。

クラストの最も厚い試料は北側のピナクル斜面で実施したAD12で採取されたクラスト片を母岩とする礫状クラストの140mmである。このピナクル周辺でAD03、AD12のドレッジを実施したが、いずれもクラストは採取されず厚い礫状クラストやノジュールが多数採取された。母岩はクラスト片の他、石灰岩、泥岩が多く、ノジュールの核は玄武岩及びハイアロクラスタイト様の火砕岩も認められる。

東側のピナクル周辺では厚いクラスト及び礫状クラストが共に採取され、クラストで最大80mm、礫状クラストで105mmであった。クラストの母岩は有孔虫石灰岩質礫岩であり、礫状クラストの母岩は有孔虫石灰岩質礫岩、泥岩、玄武岩、クラスト片である。厚いクラスト及び礫状クラストの層構造は大部分が3層で、第1層緻密硬質、第2層多孔質硬質、第3層緻密硬質となっている。希に粘土やカルサイトを含む硬質な第4層を持つものも認められる。

5-4 鉱物の化学組成

MC11~13 及びMS13 の4地域の30地点で採取されたコバルトリッチクラストから37試料を選び、化学分析を実施した。このうち8試料については、コバルトリッチクラストを層区分し、層毎に化学分析を実施し、クラスト層の組織と品位の関連を調べた。分析総数は69試料である。

バルク試料は、各サンプリングで採取されたクラスト及び礫状クラストの代表的な層構成のものから、クラストリッチクラストの厚いものを選択した。また、原則、母岩付きの試料を用いたが、クラスト及び礫状クラストが採取できなかった場合にのみ、クラスト片、ノジュールを分析試料とした。

化学分析結果を付帯第4表(1), (2)に示す。

(1) 分析成分及び分析方法

分析成分及び分析方法を表5-4-1に、分析成分及び検出限界を表5-4-2に示す。分析にあたっては前処理として恒量を確認するまで乾燥し、試料調整を行った。

表5-4-1 分析成分及び分析方法

分析成分	分析方法
Mn, Fe, Ti, Si, Al, Ca, P, Co, Ni, Cu, Pt	ICP発光分析法
Pb, Zn, V, La, Ce, Pr, Nb, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	ICP質量分析法

表5-4-2 分析成分及び検出限界

分析成分	検出限界
Co, Ni, Cu, Mn, Fe, Pb, Zn, Ti, Mo, V, Si, Al, Ca, P	0.0196
Pt, Pd, La, Ce, Pr, Nb, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	0.1ppm

(2) 化学組成

各地域で採取されたコバルトリッチクラストの主要5成分及びプラチナ、希土類元素の品位分析結果を表5-4-3に、コバルトリッチクラストの主要5成分のレーダーチャートを図5-4-1に示す。

表5-4-3 コバルトリッチクラストの分析品位結果

地域名	Co %	Ni %	Cu %	Mn %	Fe %	Pt ppm	total REE ppm	Mn/Fe
MC11地域平均	0.612	0.430	0.039	23.506	17.156	0.263	1628	1.372
MC12地域平均	0.376	0.268	0.051	17.650	19.653	0.268	1331	0.918
MC13地域平均	0.366	0.291	0.044	17.708	19.725	0.219	1428	0.907
MS13地域平均	0.502	0.387	0.039	20.751	16.872	0.365	1650	1.242
MC海域平均	0.426	0.332	0.041	19.084	18.670	0.265	1419	1.044

東海域のMC11及びMS13地域と西海域のMC12及びMC13地域で異なる傾向が認められる。即ち、Co、Ni及びMnの平均品位は東海域のMC11及びMS13地域で高く、西海域のMC12及びMC13地域で低い結果となった。特にMC13地域ではCo品位が低く、MC12地域ではNi品位が低い。また、Mn品位は両地域とも東海域に比べ2.5~4.5%小さい値をとっている。しかし、Cu及びFe品位は西海域で高く、Fe品位は4~5.5%高い値を取っている。また、MC12地域では高い銅品位の試料が採取されている。

以下に今回調査した4地域のコバルトリッチクラストの化学組成の特徴を以下に取りまとめる。試料採取水深と品位の関係を図5-4-2に示す。

- Co品位は各海山とも採取地点によってバラツキが大きい。また、一般にコバルトリッチクラストのCo品位は水深が浅いほど高くなる傾向があるが、今回調査した地域ではMC12地域にのみこの傾向が認められる。
- Niの品位はMC11地域を除いて各地域ともバラツキが大きい。全般に水深が深くなるほど品位が低下する傾向が見とめられる。
- Cuの品位は各地域とも採取地点毎のバラツキは大きく、検出限界以下となった試料も見られる。水深と品位の相関性は特に見られない。なお、MC12地域でCu品位が平均値の3倍となる試料が得られているが、分析試料はともに斜面下部で採取したノジュールである。
- Mnの品位は東西の海域間で大きな差が認められる。各地域とも採取地点毎の品位のバラツキは大きい。全般に水深が深くなるほど品位が低くなる傾向がやや認められる。

- ・ Fe 品位の平均品位，全般に水深が深くなるほど品位が高くなる傾向が見られるが，相関性は弱い。
- ・ Pb, Zn, Ti, Mo, V の品位は採取地点毎のバラツキは比較的小さい。海山斜面下部及び裾部で採取した試料の Pb, Zn, Mo の品位は低く，また，Pb, Zn の品位は水深が深くなるほど低下する傾向が認められる。
- ・ Pt の品位は採取地点毎のバラツキが大きい。また，水深が深くなるほど品位が低下する傾向が若干認めらる。
- ・ レアメタルの品位は Ce 品を除き，4 地域で各品位に大きな差は見られず，Ce の品位の差が total REE の差となっている。水深と品位には特に相関性は認められない。

3) 地域別の特徴

地域別の品位の特徴を以下に取りまとめる。

- ・ MC11 地域は 4 地域中，Co, Ni, Mn の品位が最も高い。
- ・ MC12 地域は 4 地域中，Cu の品位が最も高い。また，Pb, Zn, Ti, Mo, V 品位についても 4 地域の海山中，最も高い値を示す。また，Co, Ni, Fe の品位も高く，分析試料には Pt の品位が高いものも認められる。
- ・ MC13 地域は 4 地域中，Co の品位が最も低く，Mn, Total REE も低い値となっている。ただし，Pb, Zn, Ti, Mo, V 品位については他の地域と差はなく，また，Ni 品位の高い試料も認められる。
- ・ MS13 地域は 4 地域中，Pt, total REE の品位が最も高い。Co, Ni, Mn の品位も高い。

4) レイヤー分析結果

化学分析を実施した試料のうち，8 試料についてレイヤー毎に化学分析を実施した。分析試料は 3～6 層のレイヤーを持つものを用いた。レイヤーの平均品位を表 5-4-4 に示す。

一般にコバルトリッチクラストは内殻から外殻に向かって，Co, Ni, Mn の品位が増加し，Cu 及び total REE の品位が低下する傾向にあるが，今回分析を行った試料ではこの傾向が認められない。しかし，各レイヤーを緻密なものと多孔質のものに分けてると，外殻ほど Co, Ni, Mn の品位が高く，Cu の品位が低下する傾向が認められた。また，緻密なレイヤーと多孔質のものを比較した場合にも同じ傾向が見られ，加えて多孔質なレイヤーの Pt 品位が高い傾向が見られる。

表5-4-4 レイヤー分析結果

レイヤー	Co %	Ni %	Cu %	Mn %	Fe %	Pb %	Zn %	Ti %	Mo %	V %	Si %	Al %	Ca %	P %	Pt ppm	total REE
第1層 (緻密)	0.793	0.427	0.017	24.57	17.31	0.14	0.07	1.10	0.047	0.061	3.75	0.86	2.41	0.34	0.211	1544
第2層 (多孔質)	0.487	0.329	0.035	19.61	19.51	0.12	0.09	1.75	0.036	0.060	5.03	1.35	2.21	0.29	0.248	1534
第3層 (緻密)	0.518	0.343	0.034	19.51	20.00	0.09	0.09	1.50	0.045	0.068	4.29	1.25	2.33	0.28	0.389	1523
	0.444	0.383	0.040	19.21	19.01	0.08	0.10	1.20	0.049	0.068	4.67	1.40	3.06	0.32	0.228	1430
第3層 (多孔質)	0.560	0.371	0.032	20.72	18.96	0.11	0.09	1.39	0.044	0.064	4.44	1.21	2.50	0.31	0.269	1508
	0.599	0.367	0.029	21.23	18.94	0.12	0.09	1.45	0.042	0.063	4.36	1.15	2.32	0.30	0.283	1634
第4層 (緻密)	0.488	0.758	0.096	30.54	13.64	0.12	0.09	0.76	0.085	0.070	1.40	0.31	2.71	0.22	0.327	2394
	0.257	0.296	0.109	16.58	22.31	0.05	0.09	1.02	0.041	0.068	5.92	1.97	1.89	0.34	0.452	1285
第5層 (緻密)	0.271	0.307	0.063	18.74	13.97	0.13	0.07	0.97	0.046	0.062	2.55	0.73	10.22	2.99	0.378	2388
第6層 (緻密)	0.299	0.256	0.059	18.72	15.53	0.21	0.08	1.15	0.057	0.073	2.01	0.47	9.01	2.71	0.246	3018

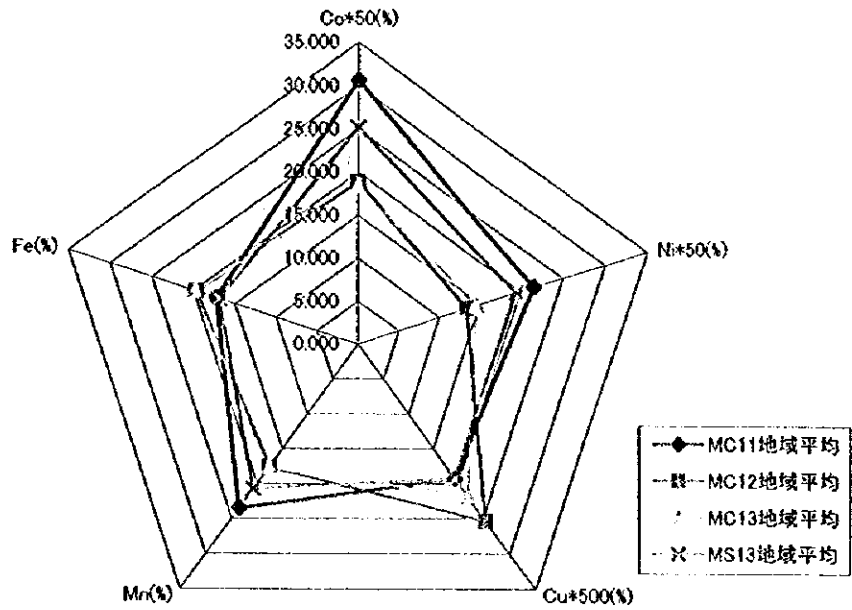


図5-4-1 主要5成分の比較

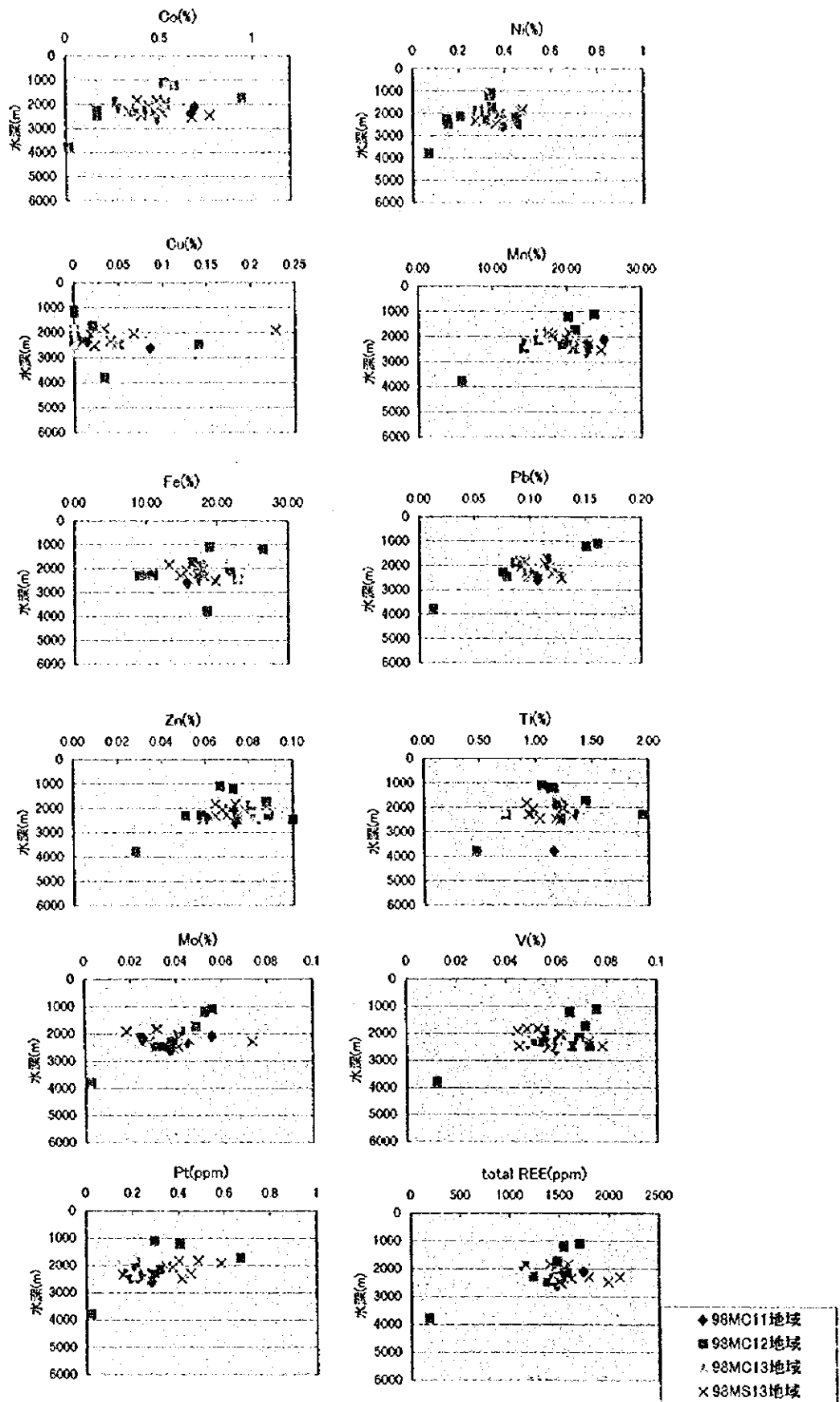


図5-4-2 試料採取水深と各成分品位の関係

5-5 枝状サンゴの鑑定と¹⁴C法年代測定

MC12 地域において水深 1,200m 前後の海山斜面部で実施したサンプリングで、コバルトリッチクラストでコーティングされた群生サンゴが採取された (図 4-3-1(5)参照)。この群生サンゴの種の同定あるいは¹⁴C法による年代測定から、サンゴの成長した時代及び環境を推定し、コバルトリッチクラストの成長環境や成長速度の推定を試みた。

試料は水深 1,068~1,091m 間で実施したサンプリング AD09 (図 4-3-1(5)参照) で採取された 3 試料及び水深 1,203~1,254m 間でのサンプリング AD05 で採取された 1 試料である。

<サンゴの鑑定結果>

AD05 で採取された枝状サンゴは種を決定できる特徴が認められなかったが、AD09 で採取された群生サンゴは軸の構造や形態の特徴等から、花虫綱 (*Anthozoa*) 六方サンゴ亜綱 (*Hexacorallia*) イシサンゴ目 (*Scleractinia*) に属するものと判断される。また、採取試料はマンガン酸化物による表面のコーティングや脱灰により、属・種の特定に至らないが、骨格構造等からイシサンゴ目のピワガライシ科 (*Oculinae*) *Archohelia* 属に近い種と推定される。ただし、*Archohelia* 属は大西洋の深海に住む非造礁サンゴで鮮新世に絶滅した属である。

採取試料の断面には成長線に沿ったコバルトリッチクラストのコーティング層が認められる。これは、成長を一時中断して表面をマンガン酸化物でコーティングされた後、再び成長したためと考えられる。また、枝の破損や表面の摩耗が認められず、この群生サンゴが採取地点から離れた位置で成長して運ばれてきた可能性は小さい。以上のことから、この群生サンゴの成長環境はコバルトリッチクラストが生成される程度の深海であったものと考えられ、MC12 地域の海山の山頂付近はこの群生サンゴの成長時期にその深度にあったものと推定される。

<¹⁴C法による年代測定>

¹⁴C法年代測定の試料は、コバルトリッチクラストのコーティングや炭酸塩鉱物の変質した部分を全て取り除くように処理した後、測定に供した。

測定は加速質量分析法 (AMS) によって行い、更に PDB-標準体 (ベレムナイト化石) を使って、大気と海水の CO₂ 交換や生物の同位体弁別効果による影響の補正を行なった。

なお、試料が¹⁴Cの供給が少ない深海で採取された試料であることを考慮した場合、測定値がやや大きく記録されていることも考えられるが、その誤差は数 100 年程度と思われる。測定結果を表 5-5-1 に示す。

表5-5-1 ¹⁴C法年代測定の結果

	δ 14C(‰)	δ 13C(‰)	Δ14C(‰)	RA Diocarbon Age (BP)
SMC12AD05	-916 ± 1.3	-8.1	-918.9 ± 1.3	20130 ± 130
SMC12AD09	-846.3 ± 1.5	-0.4	-853.8 ± 1.5	15398 ± 80

<コバルトリッチクラストの成長速度>

採取された群生サンゴは20,000年もしくは15,000年前に生じた水深の変化等によって成長を止め、その直後から表面をコバルトリッチクラストが覆い始めたものと考えられる。採取試料のコーティング層厚はAD05の試料で0.1mm、AD09の試料で0.1~0.2mmである。この厚みは最近の15,000~20,000年間に成長したコバルトリッチクラストの厚みと考えられ、その成長速度は5~10mm/Maである。過年度同海域で採取された試料の¹⁰Beを用いて求めた外殻30~40mmのコバルトリッチクラストの成長速度は1.4~7.1mm/Maであり、Sharma and Somauajulu (1982)は太平洋地域のコバルトリッチクラストの成長速度を1~8mmとしている。今回得られたコバルトリッチクラストの成長速度は比較的大きな値といえる。

5-6 コバルトリッチクラストの賦存状況

1997年度の調査結果及び今年度の調査結果から、本海域におけるコバルトリッチクラストの賦存状況は次ぎの特徴が認められる。

本地域ではコバルトリッチクラストの賦存状況が海域によって大きく異なっている。北部にあるMC02, MC08, MC10, MC11, MC12, MC13及びMS13地域の海山ではクラスト層厚は平均で20mmを超え、4地域の海山では100mmを越える厚さのクラストが採取されている。これに対し、MC05, MC06, MC07, MC09地域等の南部地域の海山ではクラストの露出率は良好であるが、クラストの平均層厚は1~数mmと薄い。

これらのコバルトリッチクラストの賦存状況と地形・地質の関係は次のようにまとめられる。

- ・生成年代が古第三紀より古い海山 (MC08, MC10, MC11, MC12, MC13, MS13 地域) ではクラストが厚く発達し、これより新しい海山 (MC04, MC05, MC06, MC07, MC09 地域) ではクラスト厚が薄い。
- ・古第三紀より新しい年代の海山のクラスト層厚は、生成年代よりも地形、地質に左右される。
- ・山頂水深が非常に浅い尖頂海山 (MC04, MC05 地域) ではクラストが非常に薄い。

- ・主要成分の平均品位にも地域差が認められる。MC02, MC08, MC10 の各地域では他の地域に比べて Cu 品位が高く, Co と Mn 品位が低い。また, コバルトの平均品位は北東部のマーシャル共和国のEEZに接する部分では 0.51~0.61%と高いが, それより西側水域の北部では 0.35~0.41%と低く, 南部でも 0.38~0.48%の値を示す。

賦存状況を基に各海山を評価すると, Co, Ni, Mn の品位が高く, 厚いクラスト及び礫状クラストが分布するマーシャル諸島共和国のEEZに隣接するMC11, MS13 地域が最も優れ, MC12, MC13 地域がこれに次ぐ。全体に北側の古い海山が有望である。

今年度調査を実施した4地域のコバルトリッチクラストの賦存状況を表5-6-1及び以下に取りまとめる。

表5-6-1 コバルトリッチクラストの賦存状況

地域	海山規模	海山地形			クラスト露出		クラスト層厚(mm)		クラスト品位			鉱量
		凹凸地形	斜面斜度	山頂水深	山頂部	斜面部	最大	平均	Co(%)	Ni(%)	Pt(ppm)	
MC11	小	少	11°	1,777m	低	低	55	36.1	0.61	0.43	0.26	少
MC12	大	少	15°	1,114m	多	多	190	40.0	0.38	0.27	0.27	中
MC13	大	少	8°	1,656m	低	低	140	45.2	0.37	0.29	0.22	多
MS13	大	多	7°	1,387m	低	低	160	46.4	0.50	0.39	0.37	中

- ・MC11 地域では, Cu, Ni, Mn の品位が本海域の他の地域に比べて高い。しかし, クラストの露出率は低く, また, 今年度の調査では, 厚いクラストが採取されたサンプリング地点に偏りがみられた。
- ・MC12 地域の海山では, Cu の品位がやや高いことを除き, 主要成分の品位は本海域の中でもやや低い値を示している。しかし, クラスト厚の厚いクラストや礫状クラストの賦存が確認され, 本海域で最も厚い 190mm の試料を採取している。また, クラストの露出率も高い。ただし, 海山全体でクラストの層厚に大きなバラツキが認められた。
- ・MC13 地域の海山の鉱石品位は今年度調査をした4地域中最も低く, 海域全体と比較してもやや低い値を取っているが, クラスト厚のクラストや礫状クラストが分布し, クラストの平均層厚は 45.2mm と本海域で最も厚い。ただし, MC12 地域の海山と同様, 海山全体でクラスト厚に大きなバラツキが認められる。
- ・MS13 地域の海山では, MC11 地域の海山に比べやや品位は劣るものの, 本海域の他の地域と比べ Cu, Ni, Mn の品位は高い。全体に厚いクラストが分布している可能性は高いが, 全般に堆積物に覆われ, 今年度の調査で厚いクラストの分布が確認された範囲は限られている。

6章 熱水活動調査

MC02 地域は、カロラインリッジの中央部に位置し、台地状の高まりの山頂部南東部に最浅水深 1,080mのピナクル群をもつ海台状の海山である。海山の北側には、カロラインリッジおよびソロール舟状海盆の延長方向に斜交し、エオリピク舟状海盆の延長方向と同じ東西方向に軸をもつ延長 60 マイル、水深 3,000mを超える溝状地形が見られる。1997年度の調査において、この溝状地形の中にソロール舟状海盆と同様の西北西-東南東の延長方向を持つ凹地が発見された。またこの2方向の割れ目の交点に近い海山北側斜面下部の水深 3,335mで実施したAD03で採取された玄武岩及び火砕岩類の一部に黄鉄鉱・黄銅鉱の黄染が認められた。ここでは、1992年のUSGS-KORDIの調査においてもほぼ同じ場所で黄鉄鉱-黄銅鉱の黄染を受けた玄武岩が採取されている。これはこの地域で熱水活動が存在する、あるいは存在したことを示唆している。これを受け、今年度はMC02 地域での熱水活動の状況を把握すること目的とした調査を実施した。

6-1 地形調査

(1) 地形概要

MC02 地域はカロライン諸島西部に位置し、東西に延びるカロライン諸島と南北に伸びるヤップ諸島が交差する部分のやや東側の、カロライン海嶺中央に位置している。北側はマリアナ海盆の西端部に接し、更にマリアナ海溝に至る。南側はソロール舟状海盆に接し、更に南方はエオリピク舟状海盆、カロライン海盆を経てソロモン諸島（ニューヘブリデス島弧）に至る。カロライン海嶺周辺のこれらの海嶺、島弧及び海溝、海盆は、カロライン海嶺・ソロール舟状海盆・その南側に平行する海嶺地形が西北西-東南東方向の、マリアナ海盆チャレンジャー海淵・MC02 区域凹地・エオリピク舟状海盆およびカロライン諸島中央部がほぼ東西方向の軸を持つ配列を示す。

MC02 地域の海山はカロライン海嶺が造る東西に延びた海台中央部の高まりの一部をなし、北側の東西方向の直線的な急崖と南側の緩斜面とによって構成されている。MC02 地域の海底地形3次元表現図を図6-1-1に、海底地形図を付帯第2図(5)に示す。

北側の急斜面は最大 59°、平均 35°以上の傾斜があり、基底部から斜面肩部の落差は1,900mに達する。山頂部は平均2°の傾斜で南に落ちる広大な緩斜面で、地形傾斜から明瞭に山頂部と斜面部を区分することはできない。ここでは北側急斜面の肩にあたる水深1,400mをもって、山頂部と斜面部の境界としている。山頂南東部には比高 500m程度のピナクル群が緩い弧を描いて東西に分布する。海山最浅部はこのピナクル群にあたり、水深1,080mである。

海山北側斜面はカロラインリッジの中央部付近に出来た溝状地形に続く。この溝地形は

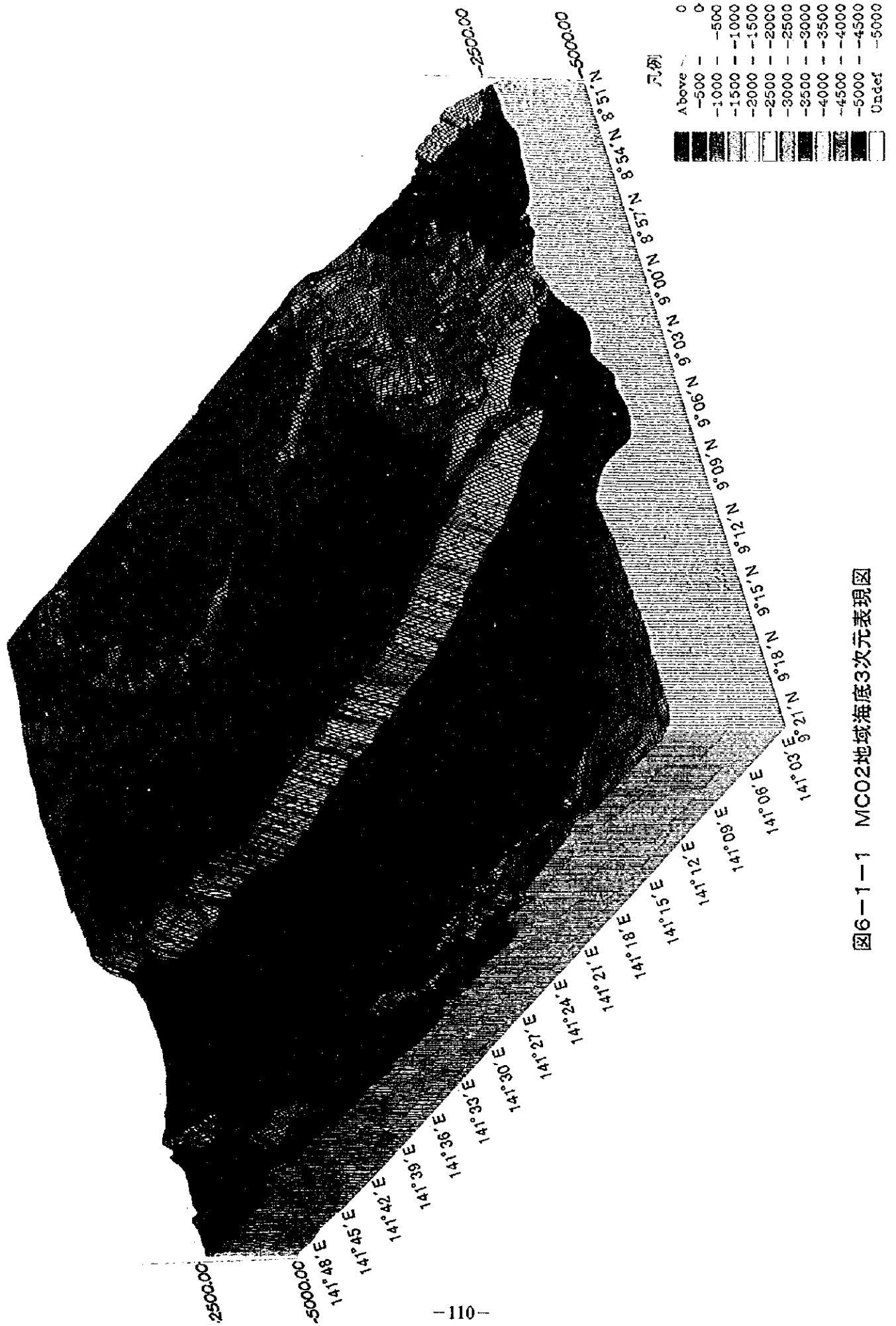


图6-1-1 MC02地域海底3次元表现图

幅 10~15 マイル、延長 80 マイルに及ぶ大きなもので、MC02 地区で図化した範囲はその中央部 40 マイル程度である。溝地形は斜面基底部にそれに沿った東西方向の軸を持つ緩やかな最深部凹地を形成する。その北側の溝地形中央部には $9^{\circ} 13.5' N$, $141^{\circ} 34.5' E$ を中心した深さ 350m の地溝状の凹地が見られ、これから直線状の谷地形が西北西-東南東に距離 40 マイルを超えて連続する。さらにその北側には中央の谷地形とほぼ同方向の軸を持つ小規模な尾根状地-谷状地の配列が見られ、全体として溝地形底部は緩やかに浅くなる傾向を示す。

(2) MBE S 音響反射強度分布図

北部の急斜面に対応して画像濃色部が分布し、急斜面部全体が露岩していることを示唆している。山頂部はピナクル周辺を除き、中央部から北側の斜面に沿った縁辺に至る全般に画像淡色部が分布し、未固結堆積物に覆われていることを示している。南東部のピナクル群はピナクルの配列に対応して帯状の画像濃色部が弧状に分布し、露岩を示している。また、山頂南西部の隆起部も画像濃色部となっており、未固結堆積物は薄く一部は露岩しているものと推察される (図 6-1-2 参照)。

また、溝状地は全体に画像淡色部が広がり未固結堆積物が覆っていることを示しているが、 $9^{\circ} 15' N$ 付近を境に南側の斜面基底部に近づくほど濃くなっていて、より粗粒なものが分布する可能性を示唆する。溝状地中には、東西方向・北西-南東方向に点線状に配列して延びる濃色部・無反射部が認められ、谷状の構造を反映するものと考えられる。

(3) SBP 調査

山頂部はピナクルを除き 10m 前後の層厚で透明層が認められ、この透明層は未固結堆積物の分布に対応するものと考えられる。水深が浅くなる中央部では局所的に堆積物が 20 m 以上となる箇所も見られる。ピナクル部では不透明層となっており、露岩しているものと考えられる。

北側の溝地形部では全般に透明層が音響基盤面を覆う。斜面基底部から北側 $9^{\circ} 15' N$ 付近まで、透明層は比較的薄く 10~20m 程度であるが、 $9^{\circ} 15' N$ 以北は 20~50m と厚みを増す傾向が認められる。測線 $9^{\circ} 13' N$ 線上の SBP 断面を一例として図 6-1-3 に示す。

(4) SSS 調査

SSS 調査では、溝状地に見られる E-W 方向の線状構造と ESE-WNW 方向の線状構造構造が交差する付近に出来た菱形の平面形状を見せる小凹地を中心に露岩分布、特にマウンド状の地形の生成を確認すべく 2 測線を配置した。小凹地では、凹地北西端から凹地中央部の約 5.2 マイルに測線を配置し観察した。SSS イメージ図を図 6-1-4 に示す。



图6-1-2 MC02地域MBES音響反射強度分布図

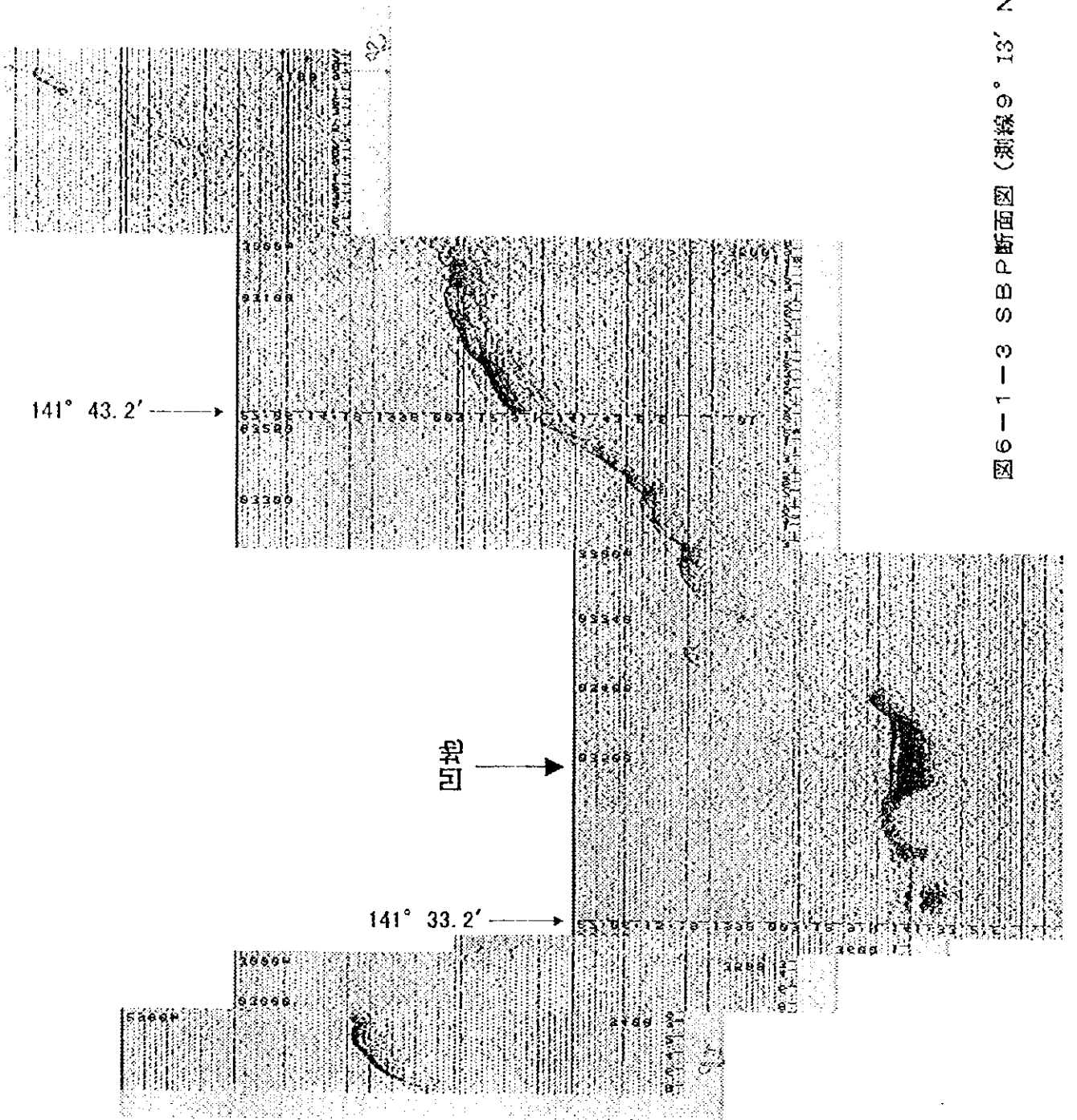


图6-1-3 SBP断面图(测线9° 13' N)

SSSイメージは北西端の斜面-中段のテラス-凹地底に向かう斜面ともに広く未固結堆積物が分布すると推定される低反射率を示し、全体に画像淡色となっている。この中で、小凹地底部にわずかに濃色となった部分があり、薄く未固結堆積物を被った岩盤が分布することを示す。

小凹地から海山斜面基底部との間には緩やかな高まりが分布する。この部分の斜面基底部はこの高まりにより東西方向の緩やかな凹地となっていて、更にこの部分の海山斜面下部で過年度に熱水活動の存在を示唆するサンプルが得られたことから、この斜面基底部に東西方向約6マイルの測線を配置した。SSSイメージは全体的に淡色を示し、未固結堆積物が多く分布することを示す。この中で、 $141^{\circ} 33' \sim 34'$ Eに礫状の反射を示す画像濃色部が得られ、その間に直径10m、高さ10m程度のマウンド状のものが10数個分布している記録がえられた。この測線からは $141^{\circ} 31'$ E付近でも崖錐が分布すると推定される濃淡のある記録が得られている。

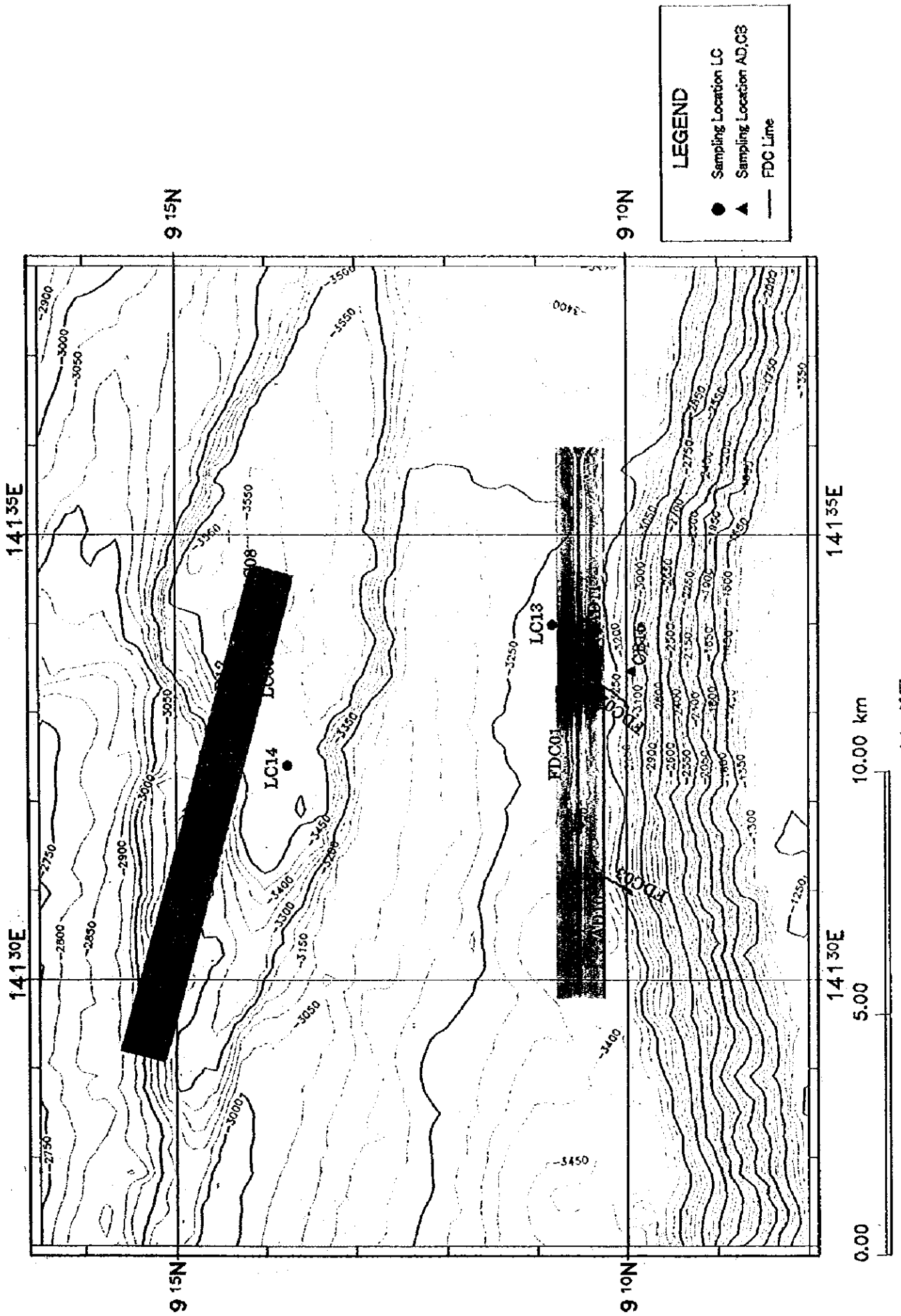
6-2 地質

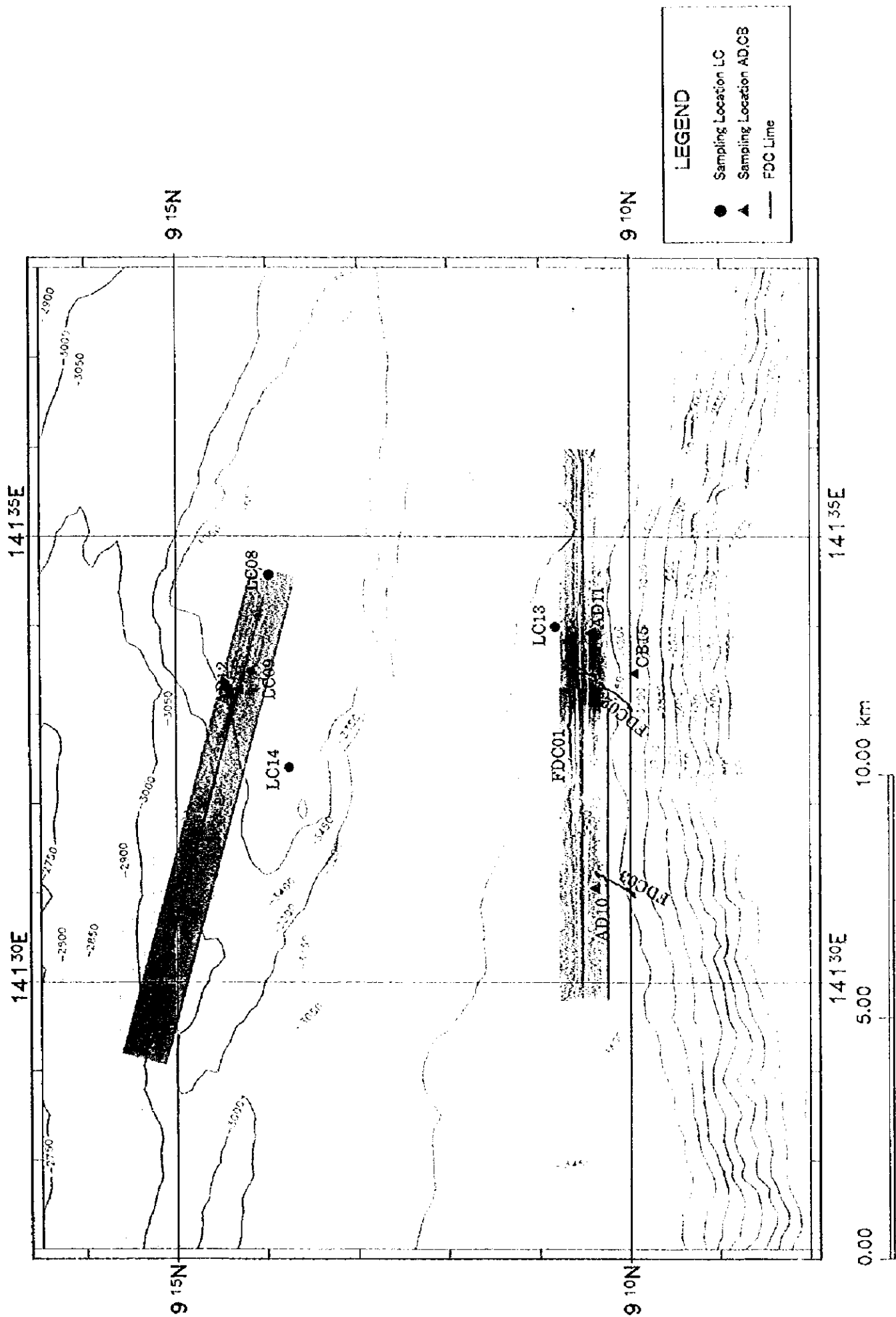
(1) 地質概要

磁気縞模様によるカロライン海盆の拡大は、およそ33~20Maの間とされている。この拡大の軸がW-E方向となっていることから、カロライン海嶺周辺にあるW-E方向の線状構造の多くはこの時期に生成したものと考えられる。1997年度に行った調査では調査海域の南側、すなわちカロライン海盆の北縁部の海山から10~13Maという比較的新しい玄武岩の生成年代を得ている。このことからカロライン海嶺付近の線状構造としてW-E方向の古い構造に対して、WNW-ESEまたはNW-SEが新しい構造方向である可能性が示唆された。MC02地区にあるE-W方向の溝状地内に、ESE-WNW方向の新しい谷地形が分布することもそれを裏付ける。

前年度の調査において、MC02地域でのサンプリングからは玄武岩、礁性石灰岩、玄武岩質火砕岩類及び玄武岩溶岩が採取されている。山頂部では礁性石灰岩が卓越して採取されたのに対し、斜面部では玄武岩、玄武岩質火砕岩類が主に採取されている。化学分析の結果、斜面部にある玄武岩はブリューム型中央海嶺玄武岩(PMORB)に分類された。また、K-Ar法により、岩石の生成年代は22Maという数値が参考値ではあるが得られている。周辺の海山で採取された玄武岩は海洋島アルカリ玄武岩(OIA)・海洋島ソレアイト玄武岩(OIT)・島弧ソレアイト玄武岩(IAT)などで、PMORBの採取はMC02地域と今年度調査を実施しMC13地域のみであり、これらの地域に中央海嶺型の熱水活動が存在した可能性を示す。

カロライン海嶺を形成する活動はこのPMORBを生成する活動の以前と考えられるが、他の玄武岩および礁性石灰岩からは年代決定にたる試料は得られていない。底質物に含まれ





る有孔虫砂の鑑定では、第三紀中新世後期のものが得られている。この事から中新世以前に海山が形成され、山頂部にサンゴ礁が生成されたこと、その後中新世後期には山頂部は海中にあったことが推定できる。

(2) FDC観測結果

FDC観察は、斜面基底部のSSS調査でマウンド状の突起が観察された個所に対して1測線(FDC01)と、崖錐の分布が観察された $141^{\circ} 31' E$ 付近および $141^{\circ} 33' E$ 付近を斜面下部から基底部に至る2測線(FDC03, FDC02)の計3測線を実施した。

深海カメラで撮影された海底写真位置図を図 6-2-1(1), (2)に、代表的な海底写真を図 6-2-2 に、FDC調査実績を付帯第4表に、FDC観察結果のルートマップ(平, 断面図)を付帯第5図(6)~(8)に示す。

FDC01 測線では、SSS調査で確認されたマウンド状の突起をその配列に沿って4箇所で観察した。ここでは有孔虫砂が堆積する中に枕状溶岩で構成される数mを超える突起が独立して分布するのが観察された。この斜面基底部の他の個所でも、NBS記録紙上に10数mの比高を持つより規模の大きな突起状のものが記録されており、同様のものと推定される。

FDC02, 03 測線は、黄鉄鉱汚染が認められる玄武岩を採取したドレッジの下側にある崖錐に対して観察を行った。ここでは有孔虫砂に被覆された角礫が多数分布しているのが確認された。

(3) サンプリング結果

今年度は溝状地においてアームドレッジによるサンプリング、チェーンバッグドレッジ及び大口径コアによる岩石及び未固結堆積物のサンプリングを実施した。サンプリング点数はドレッジ4点、大口径コア4点の計8点である。サンプリング位置図を図 6-2-3 に、サンプリング結果概要を付帯第1表(2)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 6-2-4(1), (2)に示す。

採取物の概要を以下に記載する。

1) 岩石

a. 玄武岩

4点の全てのドレッジで角礫として採取された。全般に緑泥石化が認められる。新鮮なものは黒色~黒灰色を呈している(AD10, AD11)。小凹地内で採取されたものは無斑晶多孔質であるのに対し、斜面基底部では無斑晶または斜長石の微細な斑晶を持つ細粒緻密なものが採取されている。

斜面基底部西側のAD10を除き、溝状地内で採取されたものには石英細脈が認められる。AD11では10mm程度の石英片を採取している。また、小凹地内のAD12及び斜面下部のCB15では緑泥石化が進んでいる。

b. 石灰岩

全ての点で有孔虫石灰岩と礫性石灰岩の2種が採取されている。

有孔虫石灰岩は白色を呈し、泥質・軟質である。玄武岩や凝灰岩類を礫として含むものもみられる。

礫性石灰岩は乳灰色を呈し、硬質でサンゴ片を含むものもある。小凹地のAD12及び斜面下部のCB15で採取されたものにはやや緑色を帯びた変質が認められる。

c. 凝灰岩類

斜面下部のCB15以外の3個所で採取された。いずれも研磨された円礫であり、風化により基質の粘土化が進んでいる。全般的に変質により、淡緑色～黄緑色を呈する。特に斜面基底部東側のAD11で採取されたものは著しい変質が認められ緑色を呈している。

d. その他

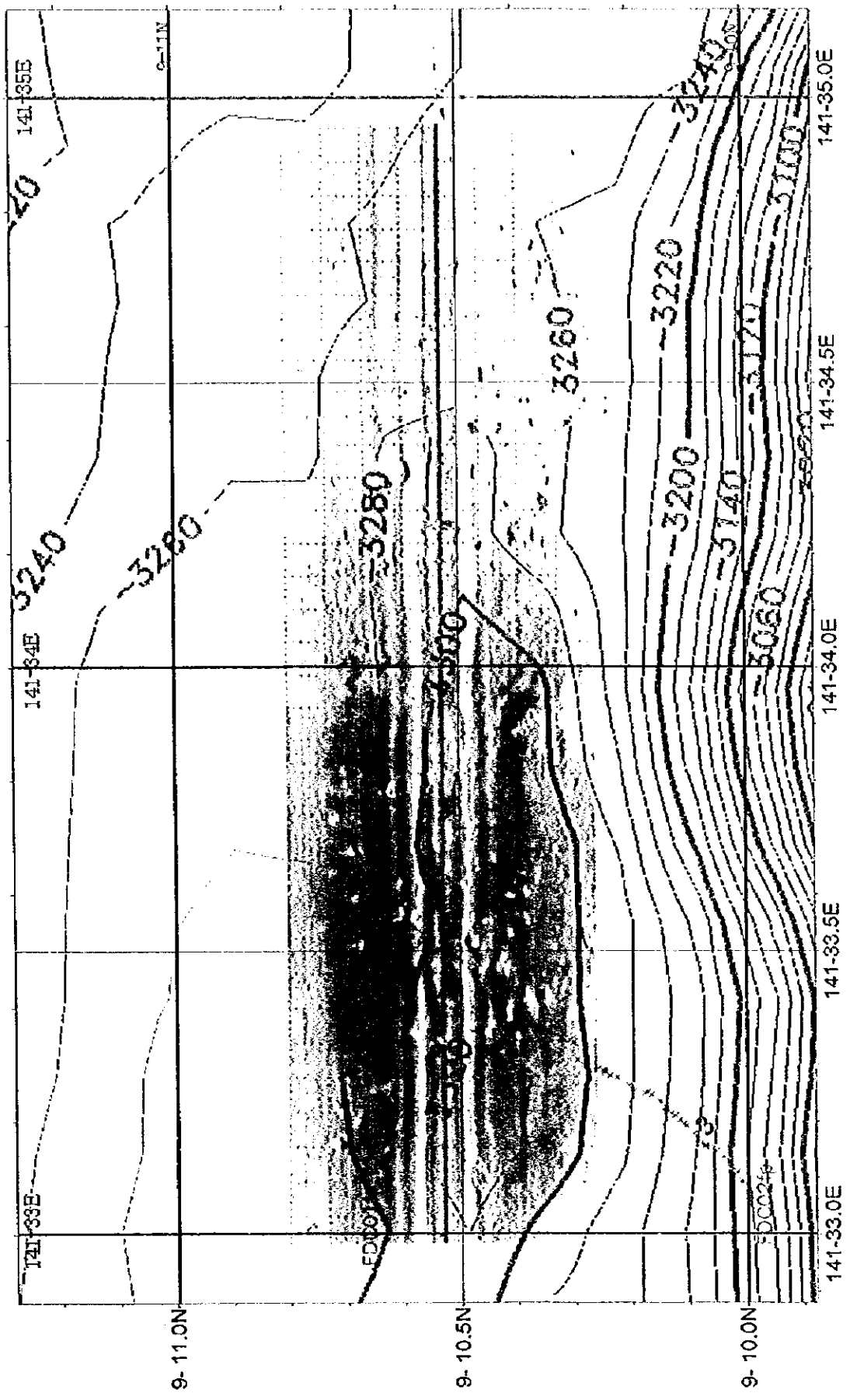
上記の岩石以外にCB11において、20mmのゼオライト及び30mmの火山ガラスが礫として各1個採取されている。

2) 未固結堆積物

4点の大口径コアによるサンプリングのうち、1点は斜面基底部から小凹地に向かう高まりの麓近辺で、他の3点は溝状地底の小凹地内で実施した。大口径コアによって採取したLCコア柱状図を図6-2-5に示す。

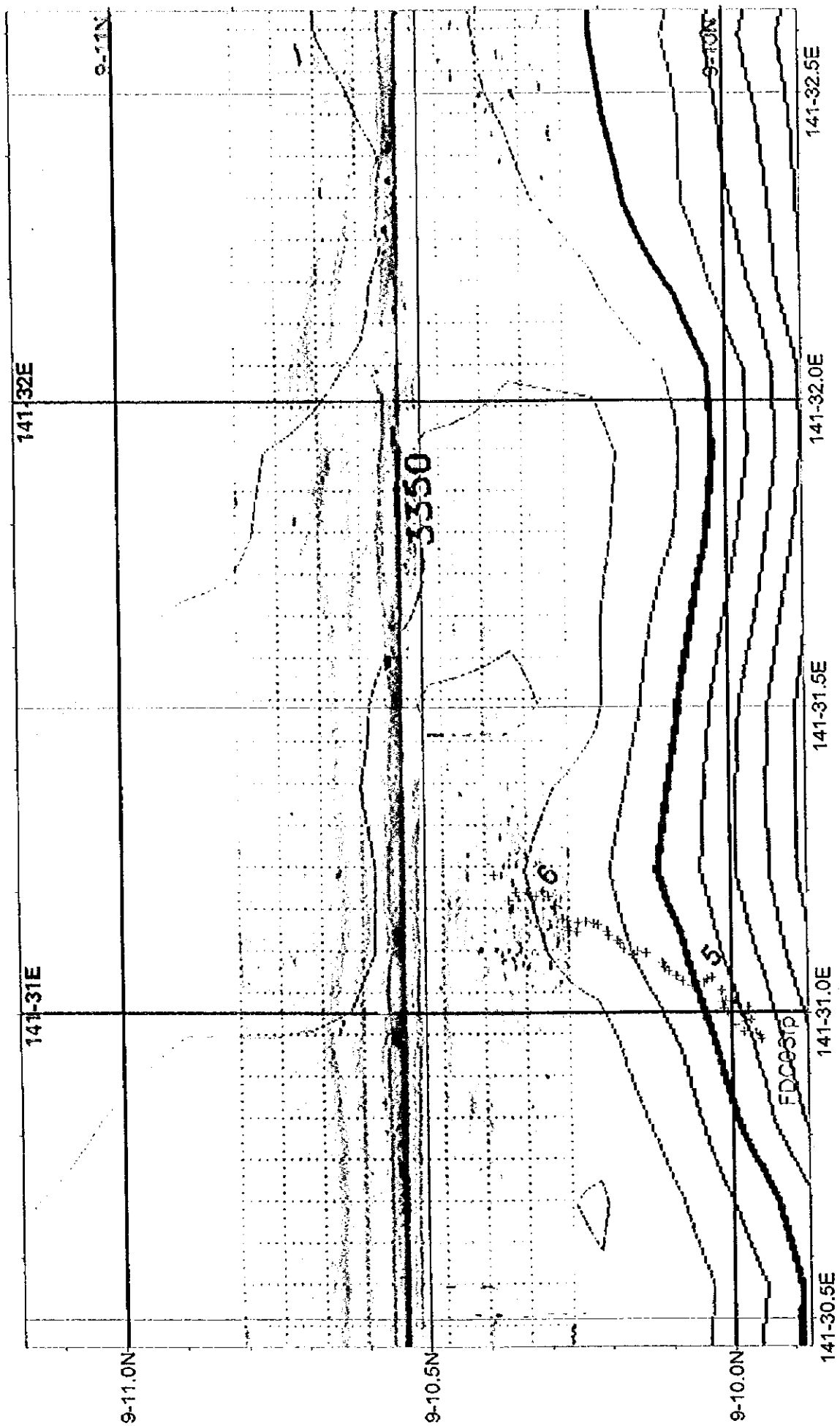
得られた層序は小凹地内のLC08、LC14に見られるものを標準とする。LC08(採取長328cm)、LC14(採取長262cm)とも、淡灰紅色～淡灰褐色の石灰質粘土を境に、上半分は褐灰色の石灰質粘土を主体とし、間に1～数mm厚の磁鉄鉱層を含む。下部では黒褐色の珪藻土を挟む石灰質粘土の互層となる。珪藻土はLC08上部の120cm、180cm付近またはLC14の85cm、110cm付近にも含まれる。また、これらのコアの孔底付近では硫黄臭が認められた小凹地内にある岩盤に着底したLC09および小凹地から斜面基底部に至る緩やかな高まり部分に着底したLC13は上部の石灰質粘土を主体とする部分のサンプルを得ている。

磁鉄鉱の薄層はすべてのコアに認められる。これは長さ1mm以下の針状を示し、新鮮な有孔虫核、チャート片・泥岩(珪礫)等を含むことが多い。



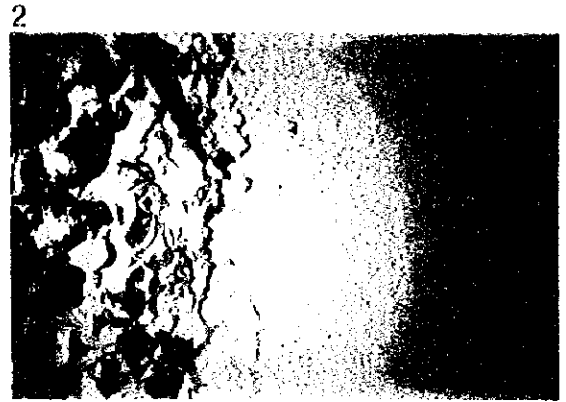
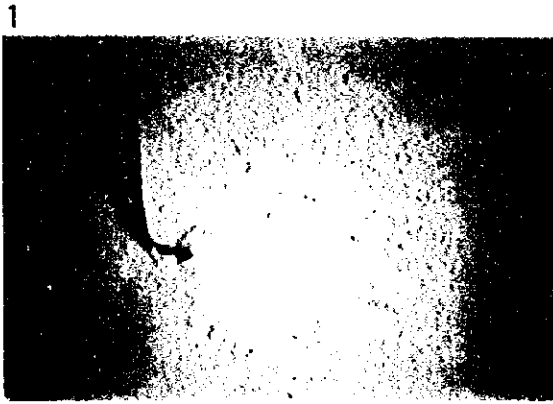
1,2,3,4 are Number of Photographs in FIG.6-2-1.

图6-2-1(1) FDC海底写真位置图



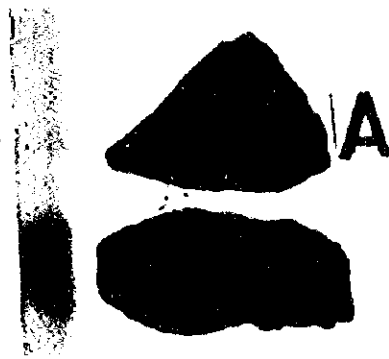
5, 6 are Number of Photographs in FIG. 6-2-1

图6-2-1(2) FDC海底写真位置图



1. 98SMC02FDC01 有孔虫砂
斜面下部 水深3,294m 09' 10.676°N 141' 33.419°E
2. 98SMC02FDC01 クラストと有孔虫砂の境界
斜面下部 水深3,279m 09' 10.680°N 141' 33.560°E
3. 98SMC02FDC02 クラスト
斜面下部 水深3,204m 09' 10.073°N 141' 33.156°E
4. 98SMC02FDC02 崖とクラスト
斜面下部 水深3,273m 09' 10.517°N 141' 33.500°E
5. 98SMC02FDC03 崖錐角礫
斜面下部 水深3,184m 09' 10.049°N 141' 31.068°E
6. 98SMC02FDC03 石灰岩
斜面下部 水深3,313m 09' 10.309°N 141' 31.198°E

図6-2-2 海底観察による海底写真



A. 98SMC02AD11-A

微斑晶質玄武岩
黄緑褐色を呈する、変質はほとんど認められない



Open Nicol

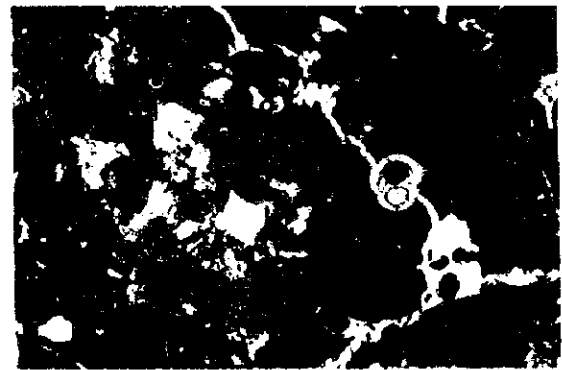


Crossed Nicols

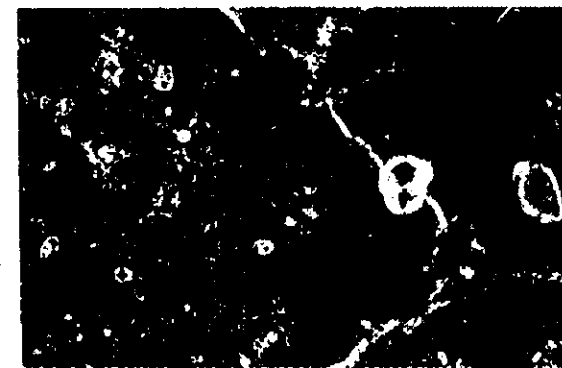


B. 98SMC02AD11-C

泥岩
凝灰質、黄緑色を呈する、有孔虫化石を含む

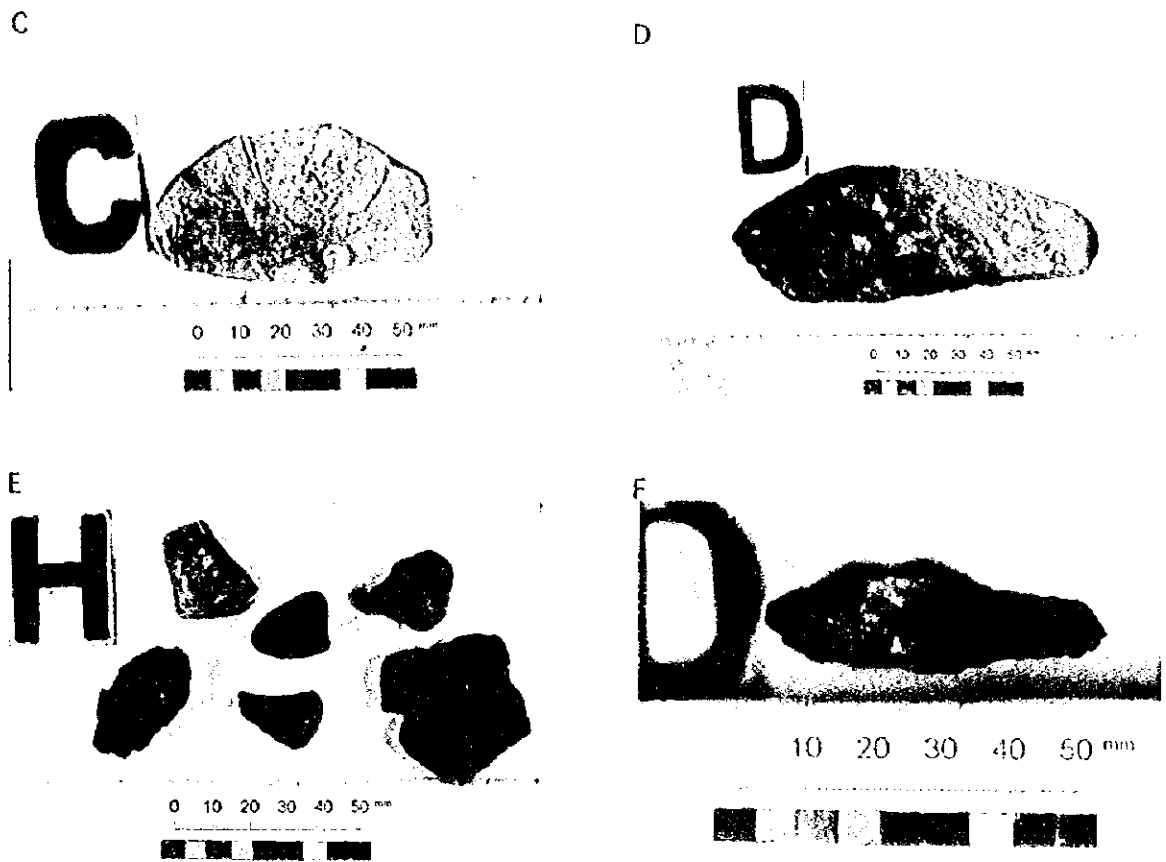


Open Nicol



Crossed Nicols

図6-2-4 (I) 岩石及び岩石の薄片顕微鏡写真



- C. 98SMC02AD10-C
有孔虫石灰岩、玄武岩の細礫を若干含む
- D. 98SMC02AD12-D
有孔虫石灰岩、マンガン酸化物の染み込みにより着色
- E. 98SMC02AD11-H
凝灰岩、プロピライト変質が認められる
- F. 98SMC02AD11-D
玄武岩、石英脈を伴う

図6-2-4(2) 岩石及び岩石の薄片顕微鏡写真

(1/100000 AT 9°00' N)

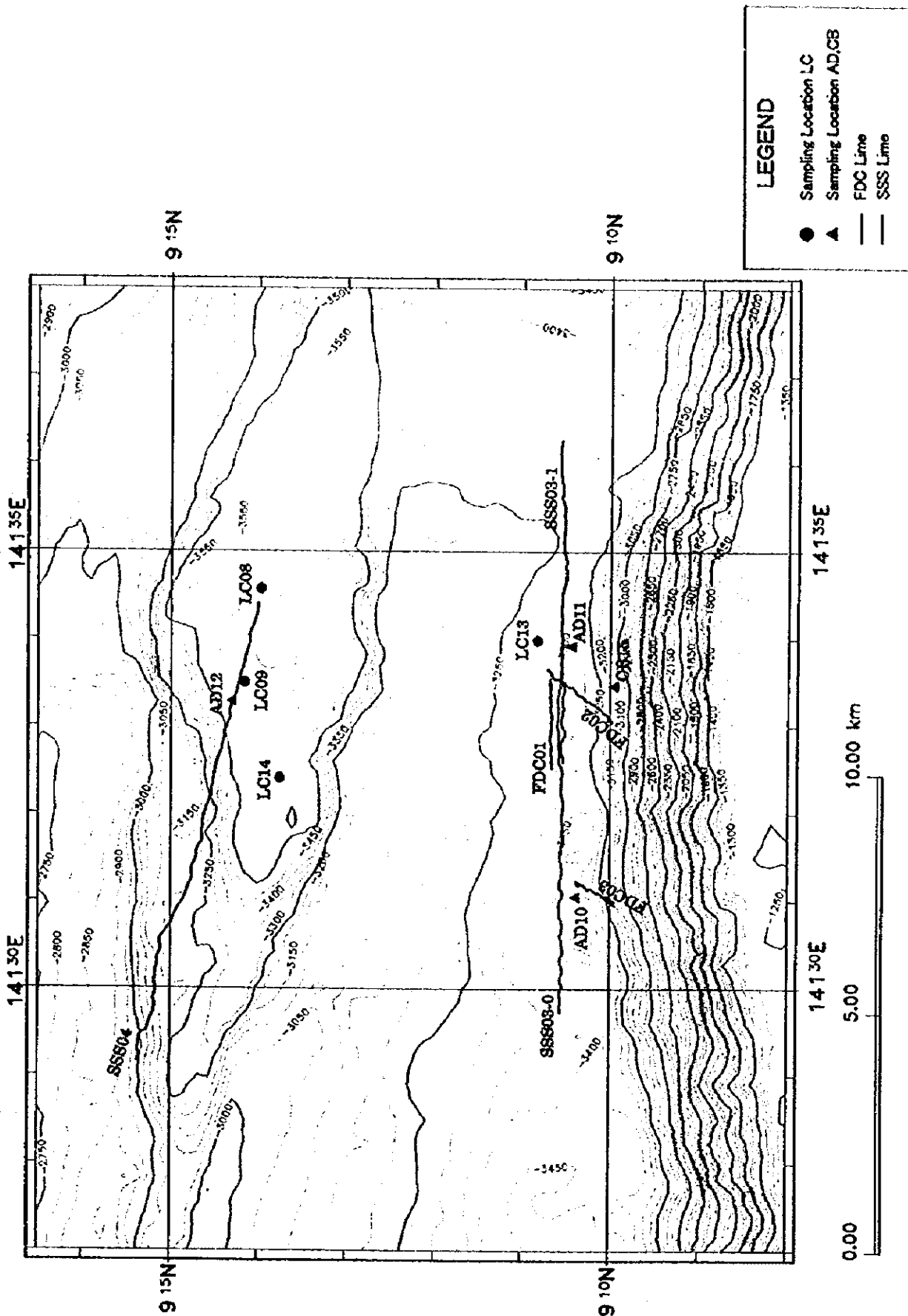
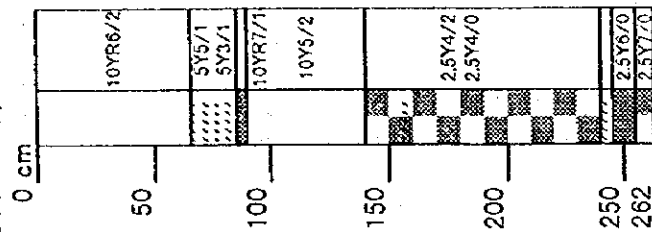


図6-2-3 MCO2地域サンプリング位置図

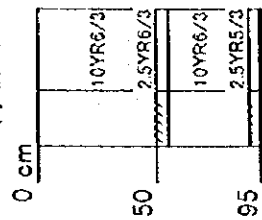
水深(m)
3.250
3.300
3.350
3.400
3.450
3.500
3.550
3.600

北側小凹地

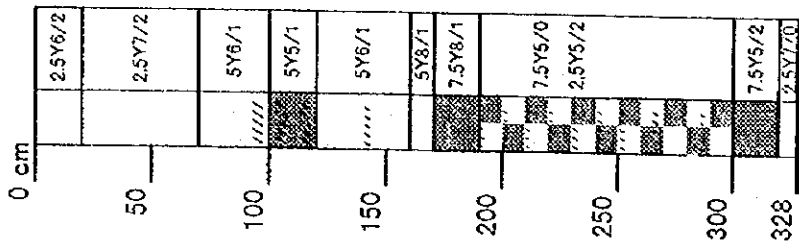
98SMC02LC14(水深3.513m)



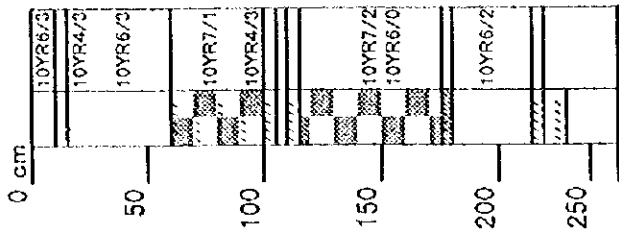
98SMC02LC09(水深3.505m)



98SMC02LC08(水深3.540m)



98SMC02LC13(水深3.266m)



海山北側斜面裾部

凡例

- 石灰質の粘土
- 有孔虫砂
- ▨ 珪藻土
- ▨ 粘土・珪藻土互層
- 砂・粘土互層
- //// 磁鉄鉱

図6-2-5 LCOア(底質物)柱状図

(4) 試験結果

<岩石の試験結果>

・玄武岩の薄片観察及び化学分析結果

北側斜面下部で採取した比較的新鮮な玄武岩の薄片観察及び化学分析を実施した。薄片観察では斜長石の微斑晶を持つ玄武岩で、石基は火山ガラスを主体とし、斜長石、単斜輝石等も認められる。鏡下では火山ガラスの一部にスメクタイト化がみられるものの変質は弱い。

化学分析結果(表 4-4-3(1)~(3)参照)をもとに行ったノルム計算ではノルム石英が算出されソレアイトに分類される(図 4-4-1 参照)。また、AFM ダイアグラム(図 4-4-2 参照)では MgO に乏しくソレアイトとカルアルクアルカリ玄武岩の中間的な位置にプロットされる。HFS 元素と LIL 元素のスパイダーグラム(図 4-4-3 参照)及び希土類元素のスパイダーグラム(図 4-4-4 参照)では P-MORB に区分される。その他 TiO₂-MnO-P₂O₅ 図(図 4-4-5 参照), Ti-V 図(図 4-4-6 参照), Zn-Nb-Y 図(図 4-4-7 参照)においても MORB 領域にプロットされた。以上の結果からこの玄武岩は P-MORB に分類されるものと判断される。過年度調査と併せ、MC02 地域の海山斜面部には P type-MORB が分布することが裏付けられ、この地域に P-MORB を生成した火山活動または熱水活動のあったことが示される。

・有孔虫石灰岩の化石鑑定結果

海山北側急斜面裾部で採取した有孔虫石灰岩の微化石鑑定を実施した。浮遊性有孔虫漸新世のものと考えられるが、生息時期が明瞭な化石は得られなかった。底生有孔虫についても確認された試料は始新世~漸新世のレンジを持つもので、化石年代の特定はできなかった。底生有孔虫については浅海性のもの深海性のものが混在しており、この有孔虫石灰岩がタービタイトとして二次堆積したものである可能性が高い。

・変質岩石の X 線回折試験及び薄片観察結果

斜面部のドレッジでは、変質が顕著な玄武岩、凝灰岩及び細粒の鉱物を含む泥岩が採取された。玄武岩、凝灰岩試料については X 線回折試験を実施した。試験の結果、両試料とも黄鉄鉱等の硫化物は認められなかったが、熱水変質作用の一つであるプロピライト変質が確認された。また、泥岩試料については薄片鑑定を行った。観察の結果細粒分は火山ガラス、石英及び玄武岩片であり、硫化鉱物は認められなかった。

<底質物の試験結果>

北側小凹地で実施した LC サンプリングのコアを用いて、X 線回折試験及び微化石鑑定を実施した。分析試料は LC14 サンプリングのコアを用いた。試料採取深度及び肉眼観

測結果を表6-2-1に示す

Fm04, Fm07, X03の各試料に含まれる褐色～黒色の砂分は肉眼観察では、磁鉄鉱であり、比較的稜の明瞭な針状である。

表6-2-1 分析試料

試料名	採取深度	記 載
Fm04	76-81cm	均質な乳白色の細粒砂。黒色から茶色の砂を多く含む。
Fm07	107-108cm	黄褐色の極細粒砂。黒色から茶色の砂を含む。
X03	121cm	均質な乳白色のシルト。少量の有色鉱物を含む。
Fm14	251-252cm	明灰色の細粒砂。

・ X線回折試験結果

X線回折試験では各試料とも多量の方解石のピークが検出されるが、これは有孔虫砂がカルサイトとして検出されるためである。各試料に共通して緑泥石/モンモリロナイト混合層鉱物及びセリサイト/モンモリロナイト混合層鉱物が認められる。これらは熱水編成鉱物であるが、微量であること及び他に變成鉱物が認められないことから、風などに運ばれた粘土鉱物と考えることが妥当と思われる。尚、硫化鉱物のピークは認められなかった。

・ 微化石鑑定結果

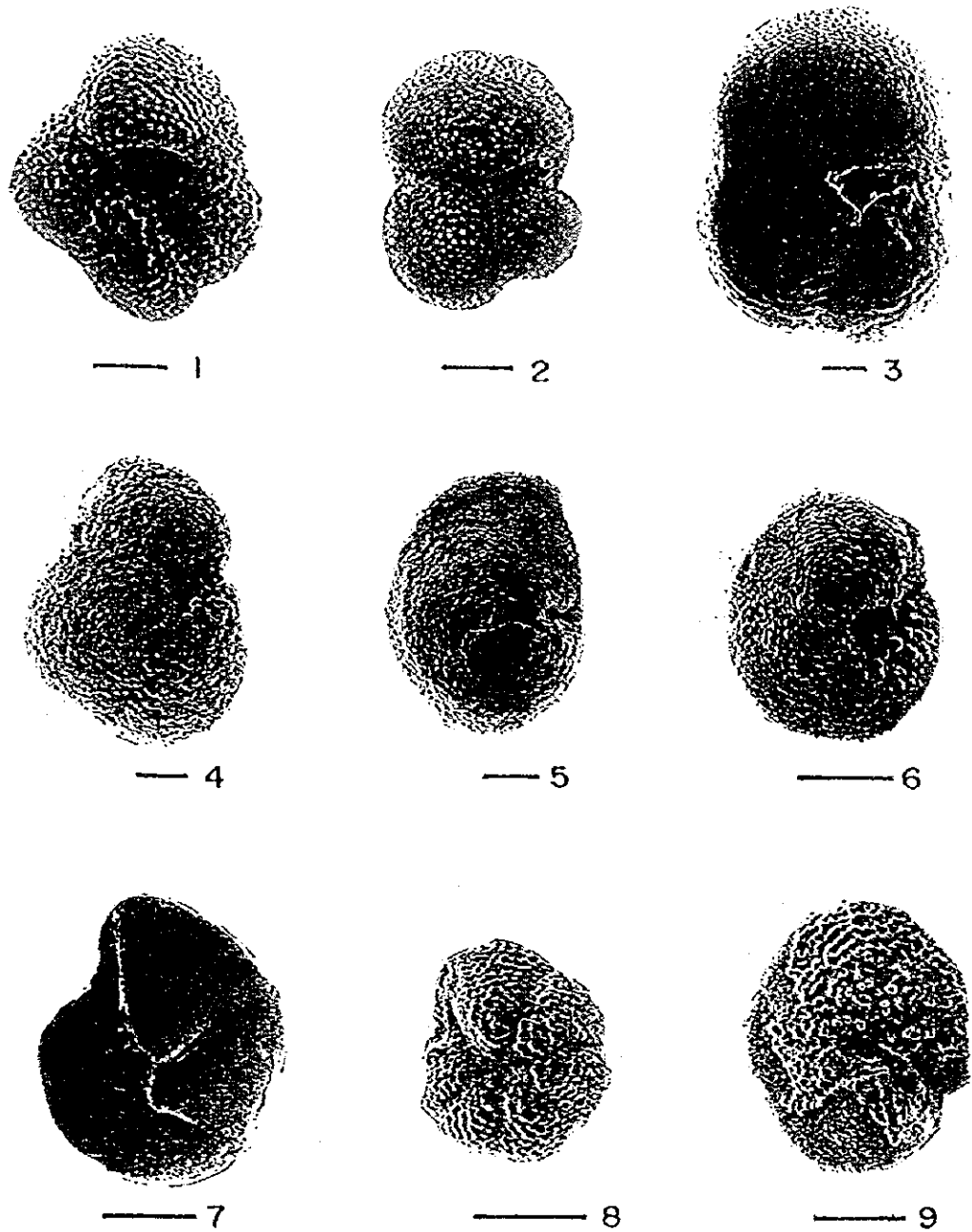
微化石鑑定結果は表6-2-2に、代表的な有孔虫及び放散虫の微化石写真を図6-2-6, 図6-2-7(1), (2)に示す。

表6-2-2 底質物に含まれる化石鑑定結果

地域	採試点番号	試料番号	採取深度(m)	試料内容	有孔虫		地質年代	絶対年代(Ma)	放散虫	地質年代	絶対年代(Ma)
					浮遊性	底生					
MC02	LC14	Fm04	1,506	細粒砂	多	希	鮮新世	5.6-3.12	少	後期鮮新世以降	2.78-
		Fm07	1,325	極細粒砂	多	希	更新世	2.0-	やや多	中期鮮新世以降	3.5-
		X03	1,468	シルト	多	希	鮮新世	5.6-3.12	やや多	後期更新世以降	0.18-
		Fm14	2,284	細粒砂	多	少	鮮新世	5.6-3.12	やや少	中期鮮新世以降	3.5-

有孔虫・放散虫の鑑定結果から今回検討した4試料は全て再堆積層と考えられる。有孔虫は全ての試料で前期鮮新世～後期更新世前期及び中新世の種群が産出し、放散虫は全ての試料で後期暁新世～前期中新世及び中期中新世後期の種群を確認した。

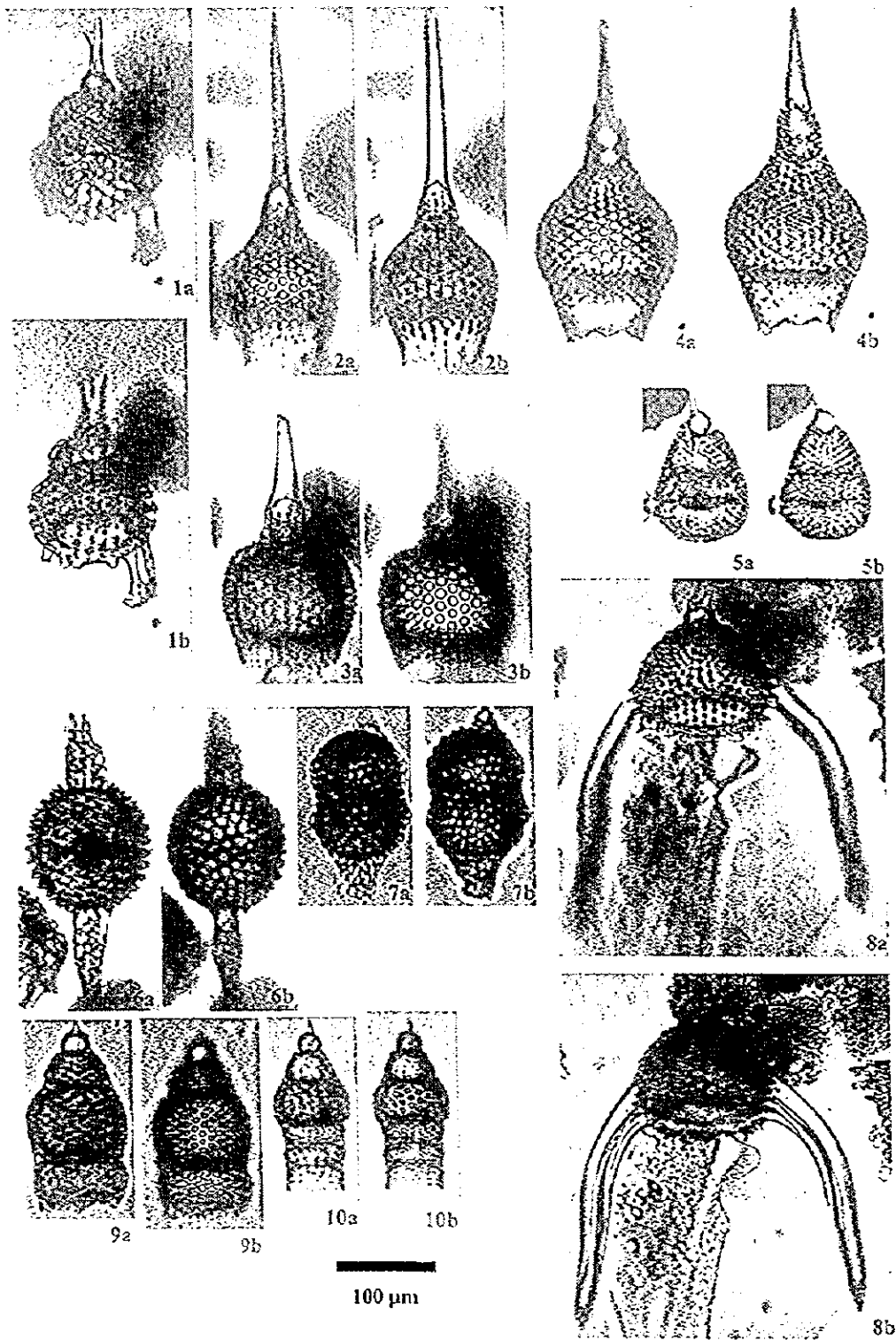
Fm07 から更新世の有孔虫群を、X03 から後期更新世～完新生の放散虫群が産出すること



Scale bars: 100 μ m

1. *Globigerinoides obliquus extremus* (Bolli). Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm07.
2. *Globigerinita glutinata* (Egger). Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm07.
3. *Sphaeroidinella dehiscens* (Parker and Jones). Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm14.
4. *Sphaeroidinellopsis seminulina* (Schwager). Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm04.
5. *Globorotalia tumida* (Brady). Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm14.
6. *Globorotalia tosaensis* Takayanagi and Saito. Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm07.
7. *Globorotalia truncatulinoides* (d'Orbigny). Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm07.
8. *Globorotalia kugleri* Bolli. Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm04.
9. *Globorotalia peripheroronda* Blow and Banner. Umbilical view, Sample from 98SMC02LC14Fm04.

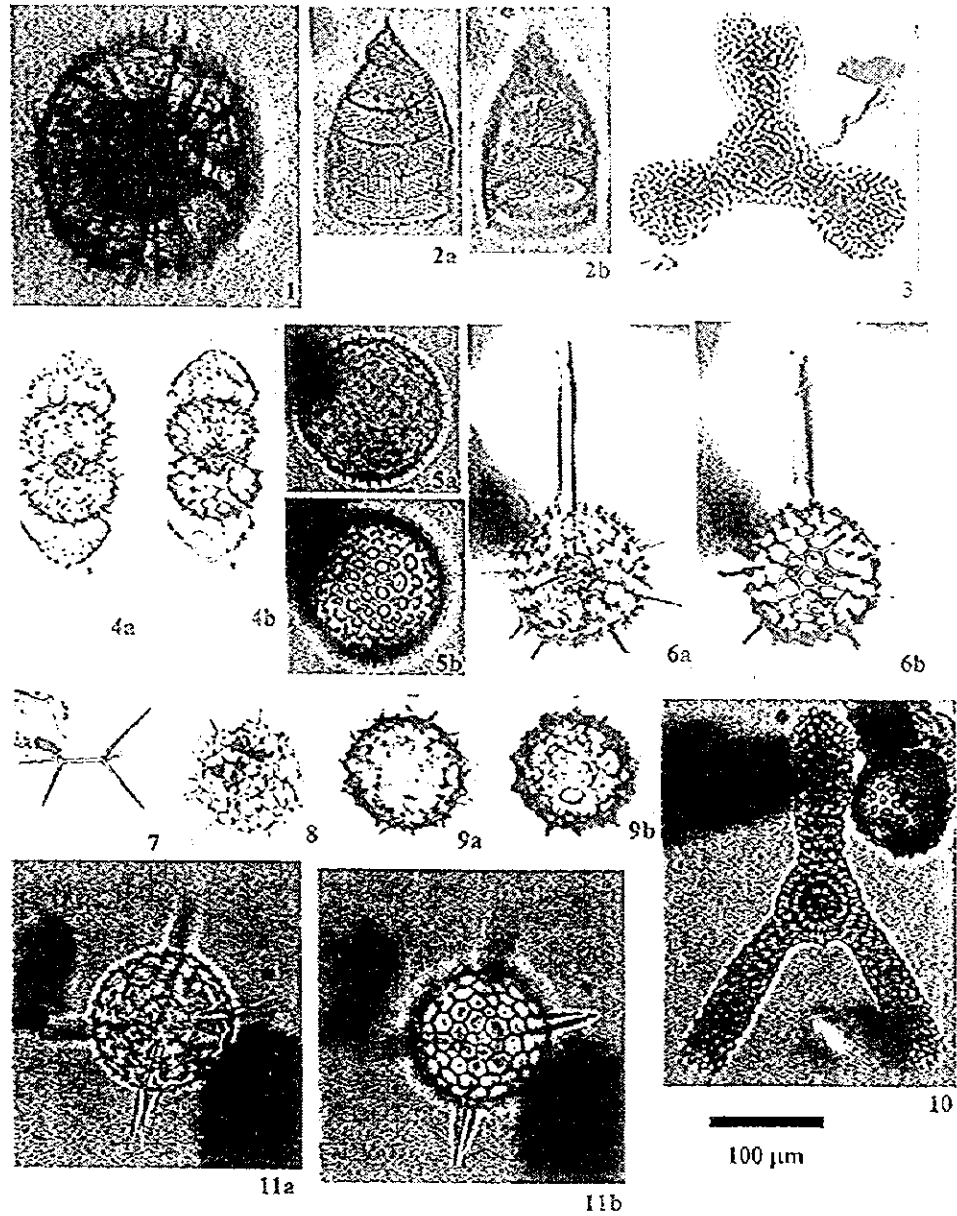
图 6-2-6 代表的な有孔虫化石種



- 1a-b. *Artiphormis gracilis* Riedel
 Photo ID: 03033, 03034 (LC14X03)
- 2a-b. *Calocyclella costata* (Riedel)
 Photo ID: 03078, 03079 (LC14X03)
- 3a-b. *Calocyclella robusta* Moore
 Photo ID: 03091, 03092 (LC14X03)
- 4a-b. *Calocyclella serrata* Moore
 Photo ID: fm04-011, fm04-012 (LC14fm04)
- 5a-b. *Cyrtocapsella tetrapera* Haeckel
 Photo ID: 03095, 03096 (LC14X03)

- 6a-b. *Didymocytis prismatica* (Haeckel)
 Photo ID: 03130, 03131 (LC14X03)
- 7a-b. *Didymocytis mammifera* (Haeckel)
 Photo ID: fm07-023, fm04-024 (LC14fm04)
- 8a-b. *Lychnocanoma elongata* (Vinasca)
 Photo ID: fm04-009, fm04-010 (LC14fm04)
- 9a-b. *Stichocorys delmontensis* (Campbell and Clark)
 Photo ID: 03116, 03117 (LC14X03)
- 10a-b. *Stichocorys wolffii* Haeckel
 Photo ID: 03121, 03122 (LC14X03)

図6-2-7(1) 代表的な放散虫化石種



1. *Spongoplegma medianum* (Nigrini)

Photo ID: fm07-030 (LC14fm07-030)

2a-b. *Eucyrtidium hexagonatum* Haeckel

Photo ID: 03089, 03090 (LC14X03)

3 *Euchitonia zitteli* (Stohr)

Photo ID: 03030 (LC14X03)

4a-b. *Didymocyrtis tetraholamus tetraholamus* (Haeckel)

Photo ID: 03035, 03036 (LC14X03)

5a-b. *Siphonosphaera cyathina* Haeckel

Photo ID: 03109, 03110 (LC14X03)

6a-b. *Corpocanthum monostylus* (Cautlet)

Photo ID: 03005, 03006 (LC14X03)

7. *Sphaerozoum* sp.

Photo ID: 03025 (LC14X03)

8. *Spongoplegma* sp.

Photo ID: 03026 (LC14X03)

9a-b. *Acrosphaera spinosa* (Haeckel)

Photo ID: 03007, 03008 (LC14X03)

10. *Euchitonia mulleri* Haeckel

Photo ID: 03038 (LC14X03)

11a-b. *Hexacantium* spp.

Photo ID: 03073, 03074 (LC14X03)

图 6-2-7 (2) 代表的な放散虫化石種

から、X03 より上位の堆積物は後期更新世以降に堆積したと考えられる。これに対し Fm14 は放散虫の化石年代より中期中新世以降に堆積したと考えられる。また、Fm14 は大型の有孔虫を含むこと、有孔虫の破片が少ないこと、更新世を示す個体が産出しないことなどから、X03 より上位が堆積した環境とは異なる堆積環境であったことが示唆される。

X03 より上位の堆積物は放散虫化石の分布状況より、放散虫化石は毎秒数 cm 程度の間欠的な底層流によって攪拌・移動し、再堆積したものであると推定できる。

以上のことから、後期更新世—完新世の時期にこの堆積場では、上部暁新統—下部中新統からもたらされた 200 μ m 程度放散虫化石を攪拌・移動させる程度の弱い間欠的な底層流が存在したものと考えられる。

尚、上部暁新統—下部中新統からもたらされた再堆積放散虫が大量に含まれる表層堆積物は、赤道太平洋の中央から西にかけての海域に広く分布する (Dinkelmann, 1973; Johnson and Parker, 1972; Moore, 1995; Riedel, 1954, 1957; Riedel and Funnell, 1964)。検討したコアの採集地点はその海域に含まれる。この再堆積放散虫の供給過程を、Johnson and Parker (1972) は、更新世の氷期に、表層・深層水循環が強化されて削剥・再堆積したものであるとしているが、今回検討した試料では、再堆積放散虫の出現層準は氷期・間氷期の入れ替わりと無関係に均一に産出することから、この解釈に適合しない。

6-3 温度勾配の計測

大口径コアラにサーミスタ温度計を取り付け、サンプリングと同時に堆積物中の温度勾配を測定した結果を図 6-3-1 に示す。

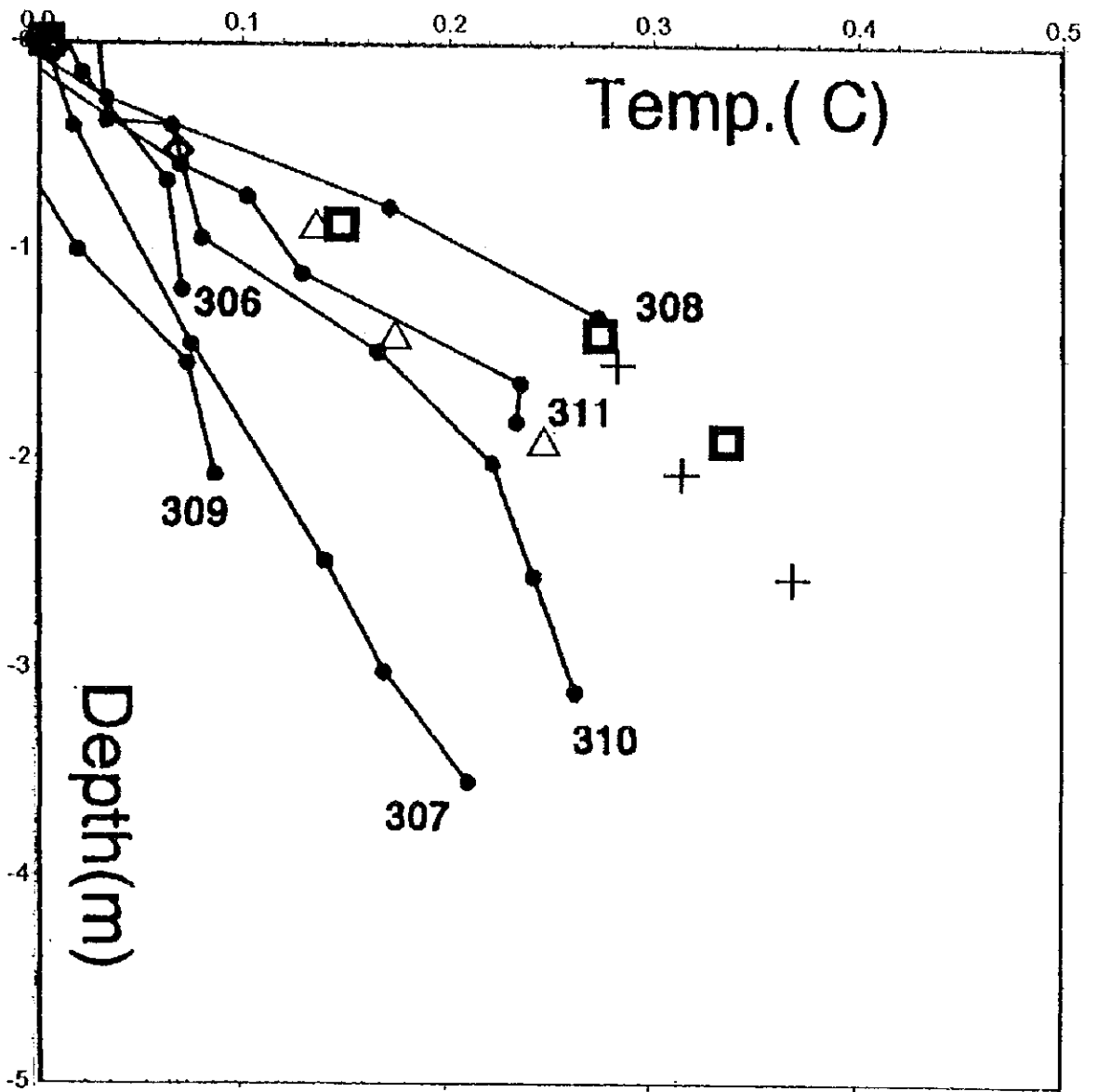
いずれの点でも同様の温度勾配が得られている。強いて分けると斜面基底部に近い LC13 で小さく、小凹地内の LC08, LC14 で大きい。

図中には同様にして得られた南海トラフにいたる付加帯部で地質調査所が測定した結果を示す。これにより、MC02 海域溝状地の熱流量は付加帯にある低温水流出域と同程度のものと推定される。

6-4 考察 (熱水活動について)

1997 年の調査で黄鉄鉱鉄染を受けた玄武岩等が採取され熱水活動が存在する可能性が示唆された MC02 地域における今年度の調査結果を以下に概略する。

1. 北側の溝状地は全般に未固結堆積物に覆われている。堆積物の厚みは海山斜面基底部から 9° 15' N 付近までは 10~20m 程度であるが、以北は谷状の基盤構造を反映し堆積層は厚みを増す傾向が見られる。
2. 9° 15' N 以南では、海底面を覆う未固結堆積物として一部に粗粒砂や礫が分布する可能性がある。



Black dots conected by lines show the data taken in Enshuu-nada Accretionary Prism zone by GSJ (1997).

- + LC08
- ◇ LC09
- △ LC13
- LC14

図6-3-1 堆積物温度勾配図

3. 北側小凹地内は全般に堆積物によって覆われているが、底部には基盤の隆起を示唆する堆積層の薄い個所も見とめられる。また、小凹地から急斜面基底部分間の海底面でもマウンド状の隆起が分布するのが確認された。このマウンド状の隆起は有孔虫砂で覆われた枕状溶岩と考えられる。
4. 海山北側の急斜面を構成する玄武岩は化学分析の結果 P-MORB に区分されるものである。過年度の調査結果と併せれば、中新世前期に、この地域で P-MORB を生成した火山活動または熱水活動のあったことが推定される。
5. 1997 年度に鉍染を受けた玄武岩等が採取された急斜面基底部分は、FDC で角礫が堆積する状態であることが観察された。基底部分でのドレッジで本年は鉍染を受けた岩石は採取されなかったが、熱水変質の一つであるプロピライト化作用を受けた玄武岩及び凝灰岩を採取した。
6. 凹地内の未固結堆積物からイオウ臭が確認されたが、硫化物及び変質物は見とめられなかったが、磁鉄鉍を含む砂層が数層確認された。この磁鉄鉍は明瞭な稜を持つ自形結晶であり、運搬されたものではなく、小凹地内で形成された可能性が高い。
7. 未固結堆積物中の放散虫の鑑定結果から、小凹地内は更新世以降、断続的な海水の流動がある環境であったものと考えられる。この流動によって堆積層は攪拌されており、小凹地低からの湧水の可能性も考えられる。
8. 堆積物の温度勾配測定結果から、MC02 地域の熱流量は付加帯の底温水流出域と同程度と推定される。

以上の調査結果から MC02 地域の地史は次のように推定される。

中新世前期の火山活動によって北側急斜面周辺に粗粒玄武岩の分布が生成された。火山活動はその後も継続し、溝状地形地内の小凹地に見られる基盤の隆起は、凹地の拡大に伴う玄武岩の貫入と考えられる。また、斜面基底部分から小凹地間に見られる枕状溶岩のマウンドも小凹地への貫入に伴うものと考えられる。一連の火山活動に伴ない北側急斜面に相当すると考えられる断層面を上昇した熱水により、斜面部の玄武岩類は鉍染を受けたものと考えられる。熱水活動は中新世以降も継続し、更新世には小凹地内でも熱水の上昇がみられるようになったものと考えられる。

以上の考察から、熱水性鉍床が鉍染の確認された急斜面基底部分及び熱水活動の見とめられた小凹地内に存在する可能性がある。ただし、急斜面基底部分は角礫が堆積しており、鉍石は角礫の下や礫に混在して存在するものと考えられる。

今回の調査で小凹地では硫化物や変質物は採取できなかった。しかし、堆積物中に小凹地内で形成されたと考えられる磁鉄鉍が確認されており、堆積物の下に熱水性鉍床が形成されている可能性が考えられる。