

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 (Cobble 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として区分し、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) と表記した。

図5-1-1(1), (2)に代表的なコバルトリッチクラストの写真を示す。

①クラスト

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。母岩は岩石がほとんどであるが、希に固結した底質物 (粘土) を母岩とするものも採取されている。

クラストはサンプリング時に岩から剥されて採取され、母岩のないクラスト片として採取される場合が多い。こうしたクラスト片は、採取量等の集計上はクラストに区分したが、分析結果等で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て母岩付きのクラストと区別している。

②礫状クラスト

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長径が8cm以上のものを礫状クラストとした。クラストと同様に底面や側面に岩石が露出しているも、風化やコバルトリッチクラストの付着状況から、海底面に礫として存在していたことが明らかなものは礫状クラストに分類した。

核は岩石が多いが、地山から剥れたクラスト片やノジュール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的に上面としている。

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。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こともある。形状により、球状、偏平状、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をとり母岩表面からクラスト表面までの厚さとしている。クラスト片でも同様に、成長方向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加えた厚みを層厚とした。ただし、裏面の厚みは層厚に含めていない。測定方向は、外側のコバルトリッチクラストまたは核となるクラスト片の厚い方の成長方向とした。

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た。

平均層厚は、サンプリング毎に採取物をクラスト、礫状クラスト、ノジュールに分類し、それぞれの平均的な層厚のものと考えられる試料を選び、その試料の層厚をもって分類毎の平均層厚とした。また、地域全体及びサンプリング毎の平均層厚は、各サンプリングの分類別の平均値にその表面積を掛けた加重平均によって求めた。本報告書ではクラスト及び礫状クラストを合わせた平均層厚をもって、クラストの平均層厚としている。

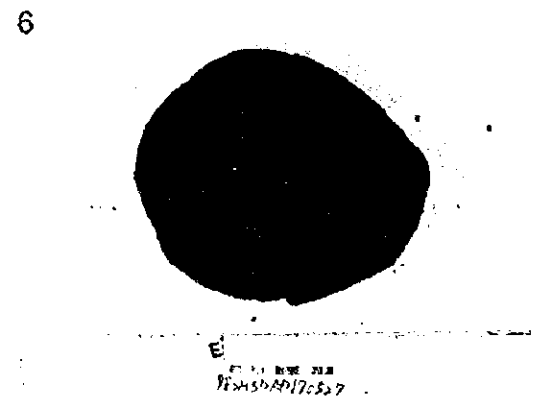
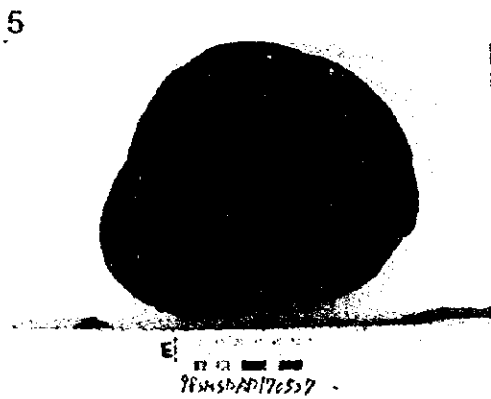
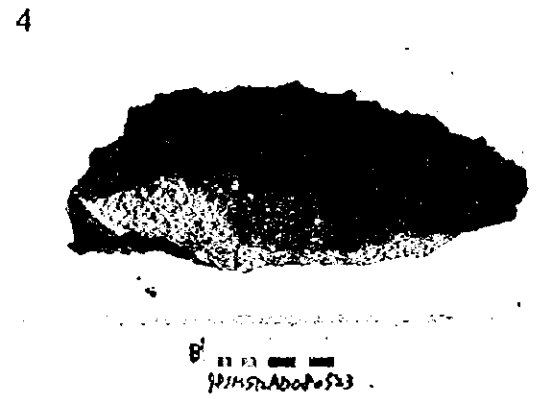
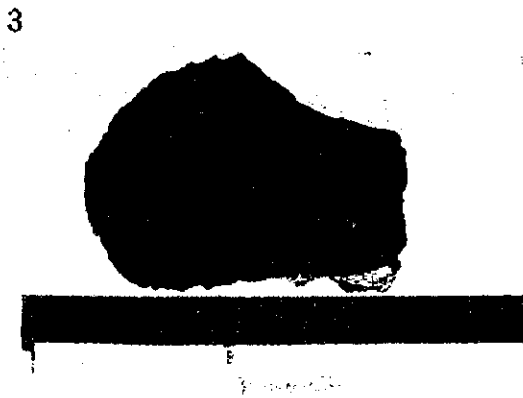
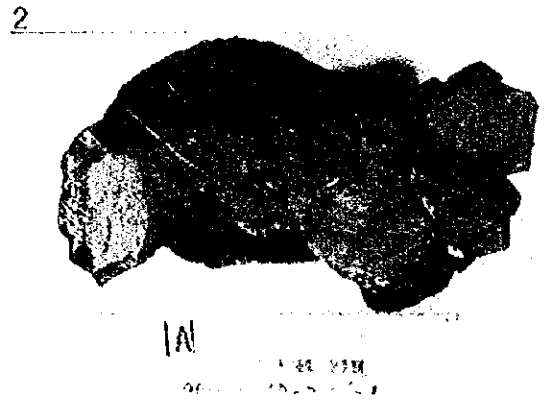
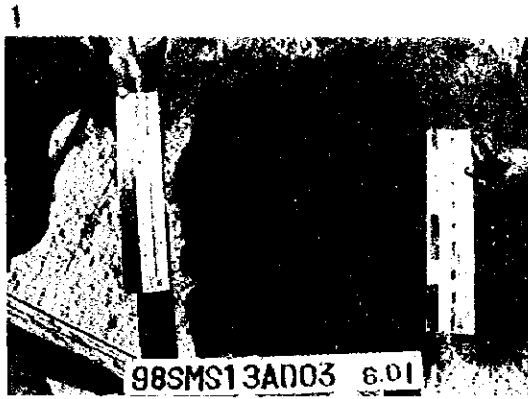
(3) コバルトリッチクラストの表面区分

コバルトリッチクラストの表面の構造は、直径数mm～10mm程度の球～楕円体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) に大きく3区分した。採取試料の中には、表面が顆粒状かあるいはブドウ状かに明瞭に区分し難いものもあるが、本調査では粒形の明瞭な粒子が表面の半分以上を占めるものはブドウ状に分類した。

一般にコバルトリッチクラストが厚く発達した場合には、表面はブドウ状を呈する場合が多いが、顆粒状、平滑のものでも厚く発達したのも認められる。

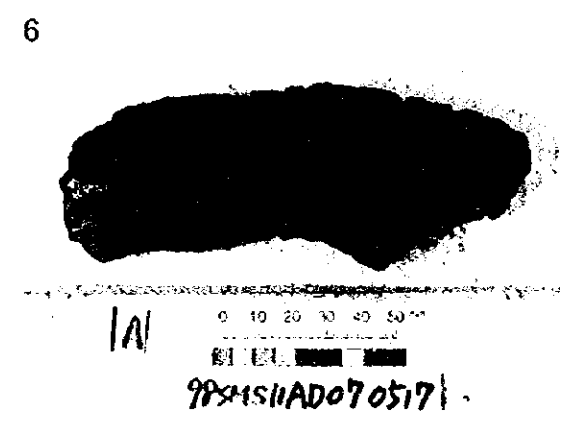
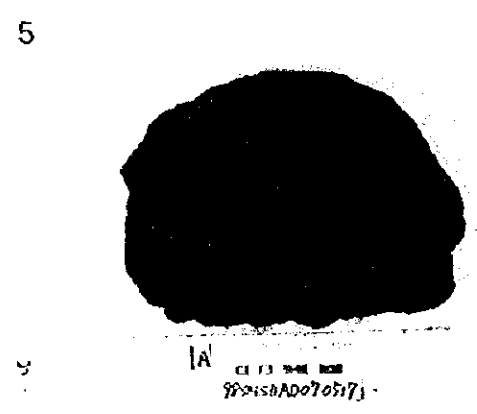
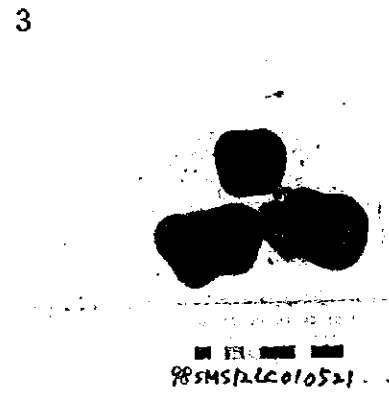
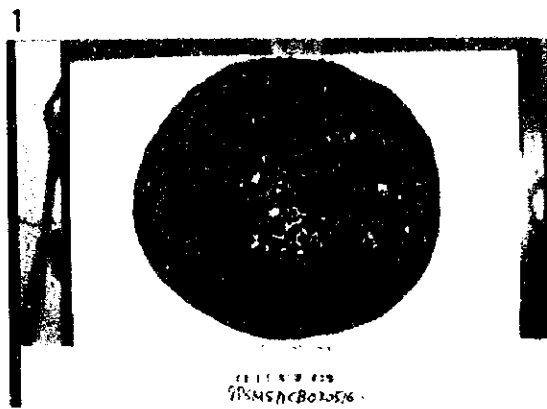
(4) コバルトリッチクラストの層区分

クラストの断面は2～3層の層構造をなすものが多く、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。



- | | |
|------------------|------------------------|
| 1. 98SMS13AD03-A | クラスト表面、ブドウ状 |
| 2. " | クラスト切断面、母岩は玄武岩 |
| 3. 98SMS12AD08-8 | クラスト表面、顆粒状 |
| 4. " | クラスト切断面、母岩は有孔虫石灰岩質礫岩 |
| 5. 98SMS12AD17-F | 礫状クラスト表面、ブドウ状 |
| 6. " | 礫状クラスト切断面、母岩は有孔虫石灰岩質礫岩 |

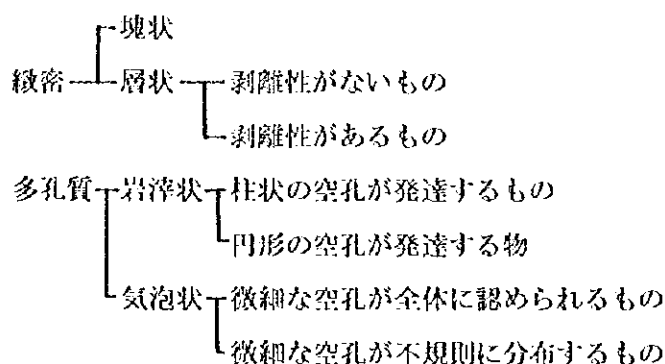
図5-1-1 (1) コバルトリッチクラストの写真



- | | |
|------------------|-------------------|
| 1. 98SMS11CB02-A | 碟状クラスト表面、ブドウ状 |
| 2. " | 碟状クラスト切断面、母岩クラスト片 |
| 3. 98SMS12LC01-F | ノジュール表面、平滑 |
| 4. " | ノジュール断面、母岩は石灰岩 |
| 5. 98SMS11AD07-A | 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

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。更に薄層状や網目状に方解石を扶むもの、酸化鉄の混入するもの、空孔に軟泥や石灰質粘土を充填するもの、酸化鉄を含むもの等もみられる。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いといった傾向がみられるが、単層で数10mmの厚みのあるものや、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。

本調査で採取した試料の品位は、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

各地域の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音圧分布図やSSS結果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。サンプリング結果等から海底観察が必要と考えられる箇所での測線の設定を原則とし、更に、山頂または平頂縁辺部から海山斜面を最大斜度方向に下るような測線を設定することにより、水深による海底面の変化を把握することとした。

FDCの曳航方向は海流や風向きにより制約を受けるが、ドレッジによるサンプリングが制約される斜面でも実施が可能な場合もあり、サンプリング結果と合わせて海山全体の地形地質状況を把握することを目的とした測線の設定を行うこともある。今回の調査では、FDC測線の設定は北東～東～南東方向に限定されたため、測線の多くは海山の東側斜面に設定されている。

測線数は、MS10～MS13の4地域で各1～2測線で計6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調査実績を付帯第3表に、FDC視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)～(6)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秒間の視察の平均値を表す。なお、TV映像により視察される海底面の範囲は約2×3mである。

各測線の視察結果を以下に記す。

(1) MS10地域

FDC01の1測線を実施した。測線は海山北部の北東斜面に位置し、山頂縁辺部（水深約1,400m）から斜面中部（水深約2,800m）に至る。測線方向は北東向きで、測線距離は2.5マイルである。観測結果を表5-2-1(1)に示す。

コバルトリッチクラストは山頂縁辺部から海山斜面上部（水深1,400～1,670m）に卓越して露出する。露出率は80～90%で、ブドウ状のクラスト表面が観察される。縁辺部においてFDC測線と交差するように実施したAD05サンプリング（水深1,445m）では、玄武岩を母岩とする最大厚24mm、平均厚18mmのクラストが採取されている。

斜面上部の水深1,670～2,000mでもコバルトリッチクラストの露出率は80～90%と高い。クラストの表面は平滑もしくは顆粒状である。母岩の亀裂等の表面状況が観察される箇所があり、クラストは縁辺部に比べると薄い可能性もある。

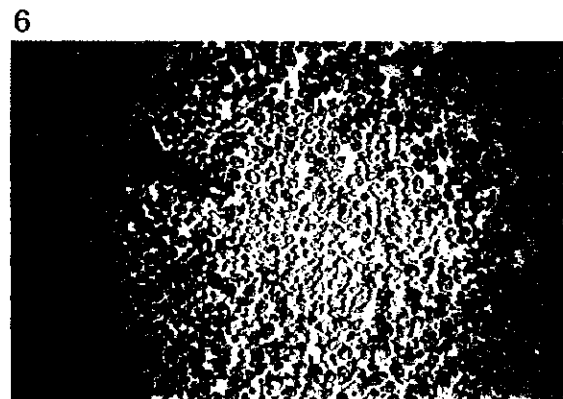
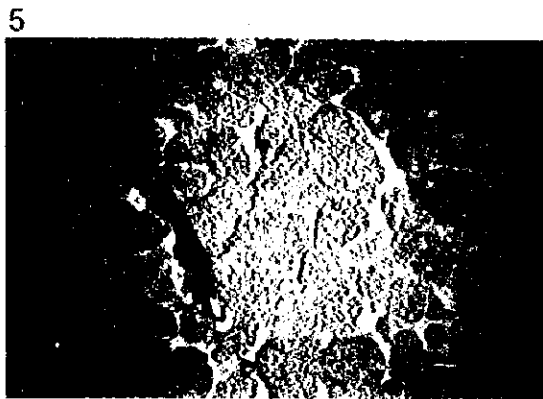
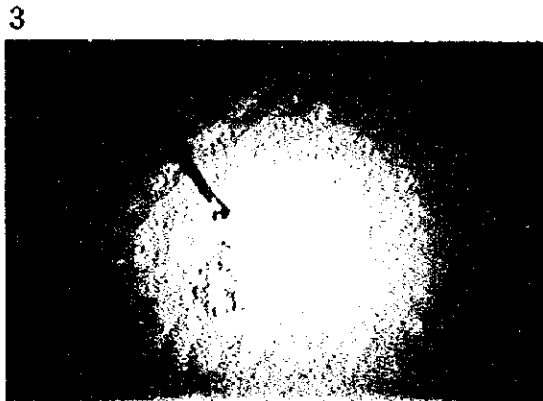
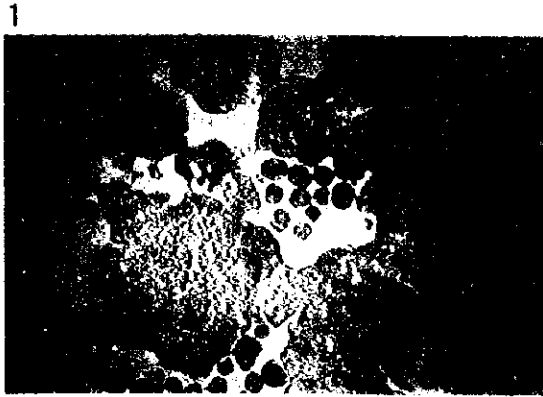
水深2,600m以深では谷地形部に崖錘が堆積している。水深2,600～2,800m間ではこれらの角礫に混じってブドウ状の表面を持つ礫状クラストが分布している。

(2) MS11地域

FDC01の1測線を実施した。測線は海山東斜面の山頂縁辺部（水深約1,600m）から斜面中部（水深約2,900m）に至る。測線方向は北東向きで、測線距離は3.2マイルである。観測結果を表5-2-1(2)に示す。

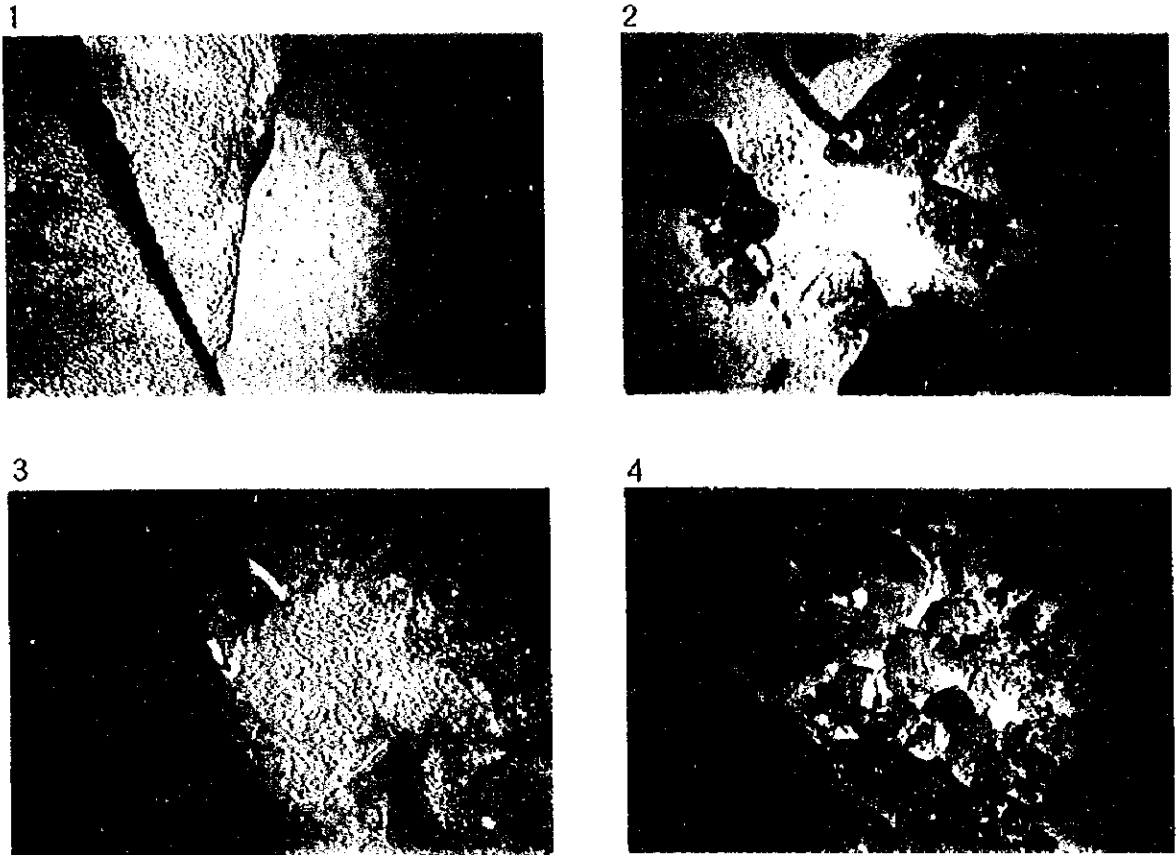
コバルトリッチクラストは山頂縁辺部の水深1,700～2,050mに、表面がブドウ状のクラストが露出する。露出率は30～90%で、堆積物が卓越している部分も認められるが、このようなところでは、表面がブドウ状の礫状クラストが散在している。

FDC測線上の斜面は緩傾斜であり、有孔虫砂の分布が卓越する。しかし、斜面上部



1. 98SMS10FDC01 クラスト及び礫状クラスト
山頂部 水深1,406m 12° 23.256'N 158° 39.626'E
2. 98SMS10FDC01 階段状のクラスト
斜面上部 水深1,992m 12° 23.855'N 158° 40.516'E
3. 98SMS11FDC01 リップルマークのある有孔虫砂
山頂部 水深1,633m 10° 57.318'N 161° 31.437'E
4. 98SMS11FDC01 有孔虫砂に覆われたクラスト
斜面中部 水深2,797m 10° 57.333'N 161° 33.792'E
5. 98SMS12FDC01 敷石状のクラスト
山頂部 水深1,306m 08° 42.991'N 163° 10.364'E
6. 98SMS12FDC01 ノジュール 面積率90%
山頂部 水深1,328m 08° 42.962'N 163° 10.475'E

図5-2-1 (1) 海底観察による海底写真



1. 98SMS12FDC02 クラストと有孔虫砂の境界
山頂部 水深1,977m 08° 43.593'N 163° 16.941'E
2. 98SMS12FDC02 半ば砂に埋ったクラスト
斜面中部 水深2,436m 08° 43.547'N 163° 17.538'E
3. 98SMS13FDC01 崖をなすクラスト
山頂部 水深1,554m 08° 10.186'N 160° 35.166'E
4. 98SMS13FDC01 碟状クラストとノジュール
斜面上部 水深2,962m 08° 28.150'N 160° 38.509'E

図5-2-1(2) 海底観察による海底写真

表5-2-1(1) MS10FDC01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
1,350~1,400	山頂部	薄	0~30	有孔虫砂の堆積。	礫状フラスト、ゾエラが一部に点在。	
1,400~1,670	山頂縁辺部	濃	70~90	クラストの露出。	表面ブドウ状、サンプルリング結果はmax24mm、ave18mm。	
1,670~2,000	斜面上部	濃	80~100	クラストの露出、一部は基岩と考えられる。	表面は平滑~顆粒状。一部母岩の亀裂が観察される。	
2,000~2,200	斜面上部~中部	濃	60~90	角礫、礫状クラストの堆積。	礫表面に顆粒状のクラストが認められる。	落差数mの小崖が連続する。
2,200~2,500	斜面中部	薄	0~20	有孔虫砂の堆積。	2,400~2,500m間で、一部、表面がブドウ状のクラストが露出する。	リップルマークや生痕が観察される。
2,500~2,600	斜面中部	薄	40~70	崖錐と考えられる角礫の堆積。	礫の稜が明瞭でクラストはあってもコーティング程度と思われる。	2,500m付近に数十mの急崖。
2,600~2,800	斜面中部	薄	10~40	角礫と礫状クラストが混在し、これを有孔虫砂が覆う。	礫状フラストの表面はブドウ状。	
2,800~2,900	斜面中部	薄	0~20	有孔虫砂の堆積。	角礫が点在する。クラストが付着していてもコーティング程度と考えられる。	

表5-2-1(2) MS11FDC01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
1,600~1,700	山頂部	薄	0	有孔虫砂の堆積。		カインが点在する。
1700~2,050	山頂縁辺部	濃	30~90	クラストを有孔虫砂が覆う。	クラスト表面はブドウ状、また、有孔虫砂上に礫状クラストも散在する。	2,000m付近で小崖が連続する。
2,050~2,440	斜面上部	薄	0~30	有孔虫砂の堆積。	表面ブドウ状の礫状クラストが一部に散在する程度。	
2,440~2,700	斜面上部~中部	中	20~90	クラストおよび基岩上に有孔虫砂が薄く堆積。	一部にブドウ状のクラストがみられるもの、露出部の表面は平滑で、クラストが付着していてもコーティング程度と思われる。	斜面は比較的起伏に富む。
2,700~2,900	斜面中部	中	0~40	有孔虫砂の堆積。	一部に礫岩や角礫がみられるが、表面は平滑で、岩や礫の稜が明瞭で、クラストが付着していてもコーティング程度と考えられる。	

から中部にあたる水深2,440~2,700mでは、斜面上の凸部に表面がブドウ状~平滑を呈するクラストが認められ、有孔虫砂の堆積下にはクラストの分布することが示唆される。

(3) MS12地域

FDC01, 02の2測線を実施した。FDC01は山頂南端のピナクル斜面(水深1,120m)から海山斜面上部(水深1,420m)に至る。測線距離は2.2マイルである。FDC02は海山東斜面の山頂部(水深1,320m)から斜面中部(水深2,560m)に至る。測線距離は2.4マイルである。観察結果を表5-2-1(3), (4)に示す。

コバルトリッチクラストはピナクル斜面及び山頂縁辺部にかけて観察された。

FDC01測線では、ピナクル斜面に連続的に表面がブドウ状のクラストが60~95%の露出率で分布する。水深1,300~1,330mの平坦で広い縁辺部と斜面上部の水深1,370m以浅にかけて、表面がブドウ状のクラストが分布するが、一部では有孔虫砂が卓越する。縁辺部では、有孔虫砂上に表面が顆粒状~ブドウ状の礫状クラストやノジュールが散在するのが認められた。水深1,370m以深は急崖となり、崖面は平滑なクラストで覆われている。

FDC01と交差するように実施したドレッジによるサンプリングAD17(水深1,273m)では礫状クラストが多数採取され、クラストの厚みは最大95mm平均32mmを得た。

FDC02では、ブドウ状のクラストが水深1,350~1,550mの山頂縁辺部で確認された。FDC01と同様、クラストは一部有孔虫砂によって覆われているが、有孔虫砂の上に顆粒状~ブドウ状の礫状クラストやノジュールが散在する。

斜面部は緩斜面と急崖を繰り返す地形で、緩斜面には有孔虫砂に混じって角礫が分布し、クラストの分布は確認できない。急崖部も角礫に覆われている場合が多いが、露岩している部分では、平滑状のクラストで覆われている。また、急崖の角等では表面がブドウ状のクラストが認められる場合もある。

(4) MS13地域

FDC01, 02の2測線を実施した。FDC01は山頂部のピナクルの南側斜面(水深1,355~1,970m)の2.2マイル、FDC02は海山北側斜面の1.7マイルである。観察結果を表5-2-1(5), (6)に示す。

FDC01測線に見られるピナクル斜面は表面が顆粒状~ブドウ状のクラストで覆われていて、ピナクル北側斜面で実施したドレッジによるサンプリングAD09(水深1,837m)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。

表5-2-1(3) MS12FDC01海底観測結果

水深(m)	地形区分	MBES音圧	露出率(%)	地質状況	クラスタ状況	地形その他
1, 120~1, 300	山頂部	濃	60~95	クラスタが露頭し、部分的に薄い有孔虫砂の堆積がみられる。	クラスタ表面はブドウ状。	ピナクル斜面。
1, 300~1, 330	山頂縁辺部	中	35~90	クラスタを有孔虫砂が覆い、その上に礫状クラスタ、ノジュールが分布する。	クラスタおよび礫状クラスタの表面はブドウ状。全般にクラスタより礫状クラスタの露出が卓越する。サンプリングでは礫状クラスタを多数採取。Max95mm、ave35mm。	平坦だが、全体としてはやや凹地状の地形である。
1, 330~1, 370	山頂縁辺部 ~斜面上部	中	0~50	クラスタ上に有孔虫砂が堆積する。有孔虫砂は厚い箇所もみられるが、全般に薄い。	クラスタの表面はブドウ状。	
1, 370~1, 420	斜面上部	濃	60~80	露岩。	露出面は平滑でクラスタが付着しているもコーナーテイング程度と考えられる。	落差50m以上の急崖。

表5-2-1(4) MS12FDC02海底観測結果

水深(m)	地形区分	MBES音圧	露出率(%)	地質状況	クラスタ状況	地形その他
1, 320~1350	山頂部	薄	0~5	有孔虫砂の堆積		
1, 350~1, 550	山頂縁辺部	濃	40~80	クラスタ上に有孔虫砂が堆積する。有孔虫砂は厚い箇所もみられるが、全般に薄い。	クラスタの表面はブドウ状。堆積した有孔虫砂の上に表面がブドウ状または礫状クラスタが散在する。	小規模なテラス状地形が連続する斜面。テラス上に孔虫砂の堆積がみられるが、被覆率は40~50%程度である。
1, 550~2, 450	斜面上部~ 中部	薄	0~80	全般に崖錘と思われる角礫が堆積し、更にこれを有孔虫砂が覆っている。	礫の稜が明瞭でクラスタが付着しているもコーナーテイング程度と考えられる。また、急崖部の一部でブドウ状のクラスタが認められるが、崖面の表面は全般に平滑でクラスタはコーナーテイング程度と考えられる。	テラス地形で、急崖と比較的平坦な地形が繰り返される。急崖は落差数十~100m。
2, 450~2, 560	斜面中部	薄	0~10	有孔虫砂の堆積。	落差数mの崖があり露岩しているが表面は平滑でクラスタはコーナーテイング程度と思われる。	落差の小さいテラス地形で全般に有孔虫砂に覆われる。

表5-2-1 (5) 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、クラストには比較的小さいと思われ。	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 (6) 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のみみられるが、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	海底面を難泥が覆う。	一部に表面がブドウ状のクラストが認められる。	

る。

北側斜面の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、斜面には表面が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。

斜面上部～中部は急傾斜面にクラストが80%を超えて露出する。FDC02と同様の水深帯で行った西側斜面のサンプリングからは平均10mmのクラストが得られている。

5-3 サンプリング結果

MS10～MS13地域において、アームドレッジ(AD)、チェーンバッグドレッジ(CB)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MBES音圧分布図において音圧の強い部分(堆積層が薄く、コバルトリッチクラストが海底に露出してい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の結果、並びにサンプリングの状況を考慮しながら、サンプリング地点は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、コアラの特質を考慮し、各採取地点で最も効果的と考えられる方法を選択した。

サンプリング測点数は4地域で計61点、ドレッジ49点、コアラ12点となった。

各地域とも厚いクラストを採取できた。特に、MS10～12の3地域では、山頂縁辺部～斜面上部の各所で平均20mmを超える厚いクラストを採取できた。海域南部に位置するMS13海山では、厚いクラストが採取できたサンプリング地点に偏りがみられるものの、数10～100mmを超えるクラストが多数採取できた。

ドレッジ及びコアラによって採取し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)。

(1) MS10地域

採取したクラスト及び礫状クラストの平均層厚は44.0mm(ノジュールを除く)で、最大層厚はクラストで60mm、礫状クラストで115mmとなっている。

クラスト及び礫状クラストは、海山の山頂縁辺部から斜面部にかけて広く分布する。山頂縁辺部から水深2,100m以浅の斜面上部にかけて厚く、平均層厚は縁辺部では60mm以上、斜面上部でも24mm以上となっている。20mmを超えるクラストは各方位の斜面の縁辺部から

上部に連続した分布が見られ、特に、西側斜面縁辺部では50mm以上のものが採取できた。また、ドレッジによるサンプリングを実施していない山頂東側縁辺部でも、大口径コアラによって有孔虫砂の堆積の下にクラストの存在が確認された。

クラストの厚い礫状クラストは、主に南東端の尾根部に分布し、層厚50mm以上の礫状クラストが多数採取できた。

20mmを超えるクラストの大部分の表面は、ブドウ状であるが、表面が顆粒状でも20mm以上の層厚のものが斜面上部から採取されている。北側斜面でのサンプリング数は少ないが、FDCの観察結果から、表面が顆粒状のクラストが分布する北側斜面上部でも、20mm以上のクラストが分布している。

クラストの層構造は3～4層のものが多く、海山全体では第1層緻密、第2層多孔質、第3層緻密なものが一般的である。第4層には緻密なものと同層のものがある。礫状クラストの層構造は、概ねクラストと同じであるが第2層が緻密なものもある。また、第1層については全般に塊状であるが、南東斜面上部で採取した礫状クラストの中には、剥離性がある層理構造のあるものがあつた。

(2) MS11地域

採取したクラスト及び礫状クラストの平均層厚は、38.6mm（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110mmであつた。

20mmを超えるクラストは、東西の斜面の山頂縁辺部から斜面中部にかけて連続的に分布し、特に、東側斜面では斜面上部2,500～2,470mの水深帯で140mm、山頂縁辺部1,950～1,760mの水深帯で90mmのものが採取されている。FDCによる海底観察でも山頂縁辺部から斜面上部にかけて表面がブドウ状のクラストが連続して分布しているのが確認出来た。また、ドレッジによるサンプリングを実施していない山頂北東縁辺部でも大口径コアラによるサンプリングでクラストの存在を確認している。

西側斜面のクラストは、20～35mmのものが主に採取され、最大は50mmであるが、縁辺部では110mmの礫状クラストも採取している。

クラスト及び礫状クラストの層構造は4～7層で、第1層緻密硬質、第2層が多孔質脆弱であることが共通している。第3層からは全て緻密硬質で磷酸塩を含むものや酸化鉄が濃集するもの等がある。層厚20mm以下のクラスト片の多くは、第1層に相当する緻密硬質なものが多し。南北の斜面で採取した試料のほとんどが、これと類似した緻密硬質なクラスト片であり、実際には厚いクラストが賦存している可能性も少なくない。

(3) MS12地域

採取したクラスト及び礫状クラストの平均層厚は33.1mm（ノジュールを除く）で、最大層厚はクラストで96mm、礫状クラストは140mmとなっている。MS12海山ではクラスト厚が100mmを超える試料は少なかったが、サンプリングを行わなかった東側斜面を除き海山全域の山頂縁辺部から斜面中部でむらなく50mm以上の試料が採取できた。他の海山では斜面部に比べ山頂縁辺部でクラストが厚い傾向が見られたが、MS12海山では山頂縁辺部と斜面部でクラスト厚に差は認められなかった。ドレッジによるサンプリングを行わなかった東側斜面ではFDCによる海底観察を実施し、山頂縁辺部から斜面上部の水深1,550m以浅でブドウ状の表面を持つクラストが連続して分布しているのを確認出来た。水深1,550m以深は全般に堆積物で覆われているが、露岩した箇所では表面がブドウ状のクラストを確認している。縁辺部では大口径コアラによってクラストの存在を確認している。

MS12海山では、山頂部のピナクルの斜面でも20mmを超えるクラストを採取している。山頂部の他のピナクルについてもFDCによる海底観察で、斜面部でも表面がブドウ状のクラストで覆われているのを確認している。

クラスト及び礫状クラストの層構造は3から4層で、南側斜面と西側斜面の南側部分で採取したものは各層とも緻密であるのに対し、西側斜面の北部から北側斜面で採取したものは多孔質であった。

(4) MS13地域

採取したクラスト及び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、礫状クラストは160mmとなっている。

MS13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で覆われている。サンプリングは、山頂ピナクル周縁並びに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た。

斜面部で4点のドレッジを実施し、3点においてコーティング程度のものしか採取していないが、FDCによる海底観察では、山頂縁辺部から斜面部上部にかけて表面がブドウ状のクラストの分布しているのを確認している。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の礫状クラストを採取している。

山頂ピナクル周辺では、各サンプリング地点で20mm以上のクラスト及び礫状クラストを採取した。サンプリングは山頂部の南西に分布するピナクル周縁で100mmを超える試料を

多数採取し、採取試料の平均層厚は60mm以上であった。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を確認している。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を確認しており、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。

5-4 鉱物の化学組成

MS10~13の4地域の43地点で採取したコバルトリッチクラストから48試料を選び、化学分析を実施した。このうち14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106試料である。

バルク試料は、各サンプリングで採取し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、コバルトリッチクラストの厚いものを選択した。また、原則として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、クラスト片及び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)~(3)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	0.01%
Pt, Pd, La, Ce, Pr, Nb, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	0.1ppm

(2) 鉱物の化学組成

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。また、試料採取水深と品位の関係を図5-4-2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
MS10地域平均	0.686	0.474	0.048	21.080	14.419	0.667	1453	1.48
MS11地域平均	0.693	0.480	0.051	21.725	14.905	0.610	1700	1.47
MS12地域平均	0.674	0.556	0.045	23.879	14.396	0.466	1762	1.70
MS13地域平均	0.502	0.387	0.039	20.751	16.872	0.365	1650	1.24
MS海域平均	0.642	0.481	0.046	21.987	15.055	0.525	1636	1.49

MS10~MS11地域で採取されたコバルトリッチクラストの主要5成分の平均品位はほぼ等しい値を示す。MS12地域で採取された試料の品位も、この2地域の分析結果に近い値となっているが、Ni, Mnがやや大きな値を取っている。MS13地域の試料の品位はCo, Ni, Cuの値が小さく、Feが大きな値を取っている。今回の調査地域で採取された試料の化学組成の特徴を以下にまとめる。

- ・Coの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、水深と品位に特に相関性は認められなかったが、斜面下部から裾部で品位の著しく低い試料を採取し。
- ・Niの品位はMS12地域を除き、採取地点によるバラツキは小さい。MS12地域では海山の北側縁辺部や山頂南側のピナクル周辺で品位が平均品位の1.5~2倍のものが採取さ

れている。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ある。水深と品位の相関性は特に見られない。MS10地域とMS12地域でCu品位が平均値の3～4倍の試料が得られているが、分析試料はともに水深4,500m以深の斜面下部あるいは斜面裾部で採取されたノジュールである。
- ・Mnの品位は、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認められる。
- ・Feの採取地点による品位のバラツキはMS11とMS13地域でやや小さく、MS10とMS12地域で大きい傾向がみられる。全般に水深が深くなるほど品位が高くなる傾向が認められる。
- ・Znは水深が深くなるほど品位が低下する傾向が認められ、逆にTiに水深が深くなるほど品位が高くなる傾向が認められる。また、海山斜面下部及び裾部で採取した試料のPb, Zn, Moの品位は著しく低い。
- ・Pt品位は採取地点によるバラツキが大きい。水深と品位には特に相関性は認められない。
- ・Total REEの品位は採取地点によるバラツキは比較的大きい。水深4,500m以深で採取された2試料を除き、全体に水深が深くなるほど品位が高くなる傾向が認められる。

(3) 地域別の特徴

各地域で採取された試料の分析結果の特徴を以下にまとめる。

- ・MS10地域はPtの品位が4海山中最も高く、Co, Cuの品位も高い。また、Niの品位の高い試料も採取されている。逆にFe及びtotal REEの品位は4海山中、最も少なかった。
- ・MS11地域はCo, Cuの品位が4海山中、最も高い。また、Ni, Mn, Pt, total REEの品位も高い。
- ・MS12地域は、Ni, Mn, Pb, Zn, Ti, Mo, V及びtotal REEの品位が4海山中、最も高い。
- ・MS13地域はFeの品位が4海山中、最も高く、Co, Ni, Cu, Mn及びPtの品位が最も低かった。

(4) レイヤー分析結果

化学分析を行った試料のうち、14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3～7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。

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 ppm
第1層	0.986	0.516	0.019	26.06	14.08	0.15	0.07	0.86	0.064	0.058	2.44	0.52	3.06	0.55	0.26	400
緻密	1.002	0.554	0.012	26.60	14.13	0.16	0.07	0.84	0.066	0.060	2.26	0.46	3.23	0.61	0.25	406
多孔質	0.918	0.512	0.069	23.71	13.85	0.13	0.06	0.94	0.052	0.050	3.25	0.76	2.34	0.29	0.29	372
第2層	0.623	0.500	0.030	23.80	16.04	0.14	0.08	1.09	0.049	0.058	2.68	0.70	4.37	1.06	0.49	403
緻密	0.700	0.555	0.038	25.44	15.33	0.15	0.08	1.03	0.061	0.061	2.15	0.50	4.07	0.91	0.44	424
多孔質	0.564	0.458	0.024	22.56	16.57	0.14	0.07	1.13	0.041	0.056	3.08	0.85	4.58	1.18	0.52	387
第3層	0.599	0.580	0.051	24.54	13.65	0.12	0.08	0.91	0.061	0.058	1.90	0.53	4.89	1.12	0.42	432
緻密	0.599	0.600	0.047	25.23	13.45	0.12	0.08	0.85	0.066	0.060	1.42	0.36	5.27	1.26	0.37	448
多孔質	0.600	0.518	0.062	22.47	14.25	0.10	0.08	1.11	0.045	0.052	3.32	1.04	3.76	0.70	0.58	386
第4層	0.352	0.454	0.069	19.94	12.45	0.10	0.07	0.63	0.056	0.056	1.47	0.43	10.24	2.82	0.52	423
緻密	0.359	0.489	0.063	20.57	11.94	0.10	0.07	0.61	0.059	0.056	1.30	0.38	10.40	2.78	0.46	416
多孔質	0.332	0.348	0.086	18.03	13.96	0.09	0.07	0.70	0.046	0.055	2.00	0.59	9.74	2.96	0.69	443
第5層	0.329	0.427	0.060	21.08	12.28	0.12	0.07	0.77	0.051	0.057	1.78	0.49	10.22	2.98	0.39	413
第6層	0.212	0.259	0.050	15.35	12.72	0.13	0.06	0.67	0.040	0.056	1.58	0.41	13.70	4.42	0.35	428
第7層	0.370	0.437	0.062	20.86	10.29	0.12	0.08	0.66	0.048	0.053	1.32	0.41	12.99	3.20	0.51	487

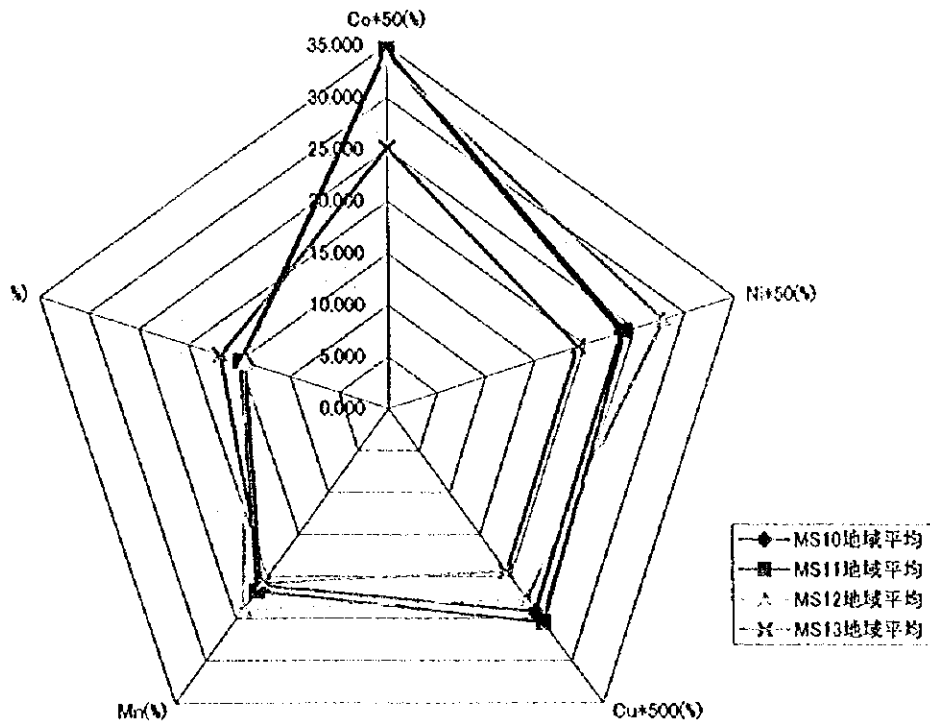


図5-4-1 主要5成分の比較

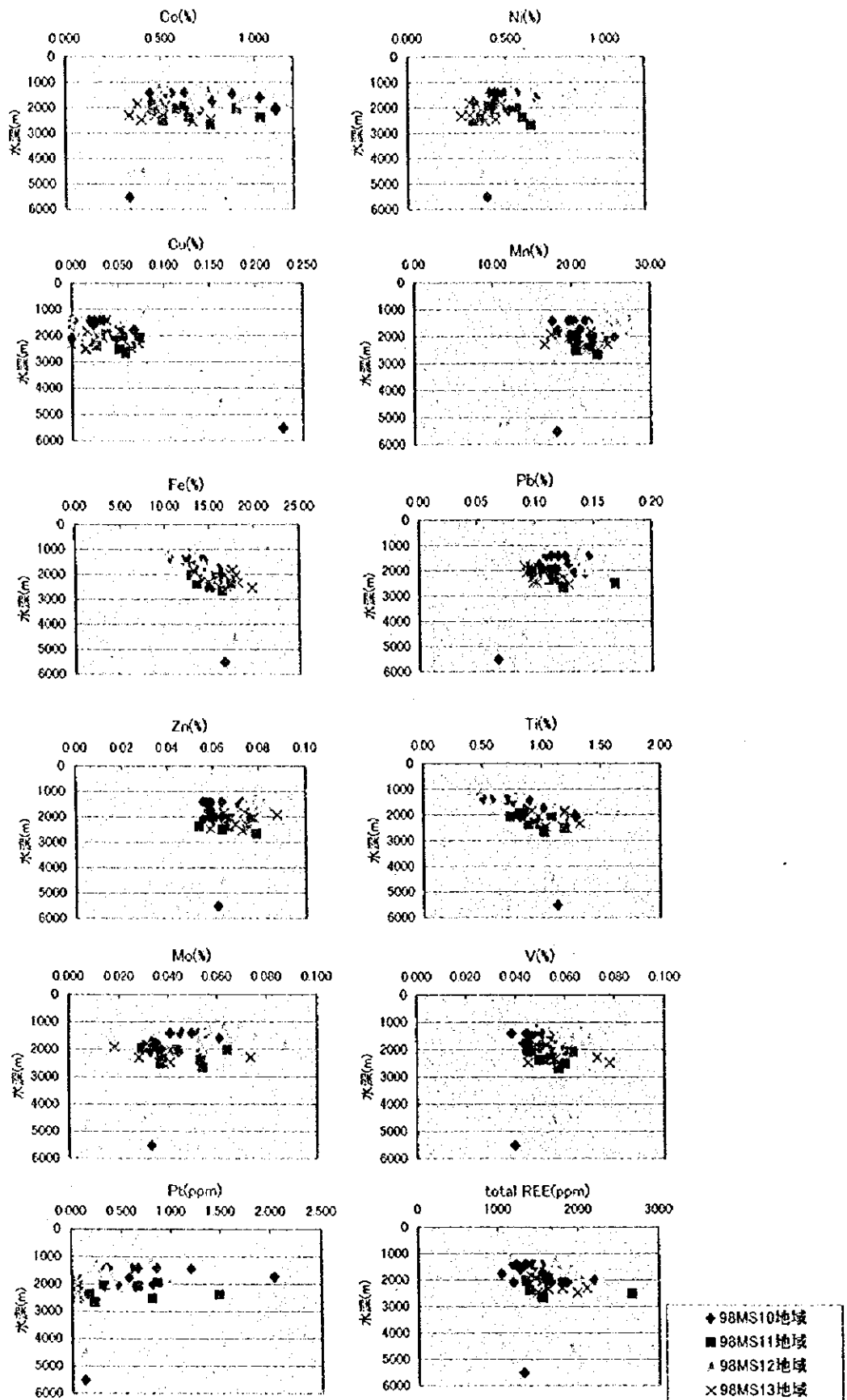


図5-4-2 試料採取水深と各成分品位の関係

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が認められる。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。

5-5 鉱物組成

MS11地域のCB02（山頂南西縁辺部、水深2,019~1,902m）で採取した礫状クラストの一つの断面に、厚さ1~2mmの黒灰色で金属光沢のある層が認められた。このような金属光沢のある層は一般的なコバルトリッチクラストに見られないものであり、本調査でもこの1試料だけである。この試料から研磨片を作成し、顕微鏡による表面観察及びEPMAによる点分析でこの層の鉱物組成の解析を試みた。同時に線分析を実施し、各レイヤーの品位の成分変動を調べた。

(1) 分析試料

試料は玄武岩の核を持ち、その周りを黒色マンガン鉱物が覆っている。コバルトリッチクラストは層状構造をとり、緻密硬質な内殻、緻密硬質であったが酸化鉄等を含む中殻、硬質で不純物を含まない外殻の3層に大きく区別できる。更に中殻は4層に、外殻は2層に区別できる。それぞれの層の層厚及び記載を表5-5-1に示す。

試料における分析は、①点分析による定量分析が5点、②線分析による定性分析は40mmである。試料における分析点を図5-5-1に示す。

鉱石をダイヤモンドカッターを用いて切断し、切断された岩片を岩石薄片に加工し、表面に炭素蒸着を行なった。各薄片の記載を表5-5-2に示す。

(2) 分析結果

点分析による定量分析は、薄片1で3点、薄片2及び薄片3で1点ずつ、合計5点行った。分析結果を表5-5-3に示す。また、各分析点におけるMn, Fe, (Cu+Ni+Co) *10の比率を成分とした、三角ダイアグラムを図5-5-2に示す。

線分析による定性分析は薄片1において、ビーム径8000MSで、100.15 μ mおきに396point測定を行った。分析結果を表5-5-4に、線上における分析成分の変化を図5-5-3に示す。なお、図中の品位変化は、点分析における定量分析から推量したものであり、実際に定量分析を行なった場合と誤差が生じる可能性が高いことを留意する必要がある。

表5-5-1 分析試料

No.	部 位		層 厚 (mm)			記 載
			最大	最少	平均	
1	核		80	30	50	褐色の玄武岩からなる。細粒(1mm前後)の輝石(?)が少量認められるが、褐色の粘土鉱物に変質している。
2	内殻		27	10	18	黒色緻密で硬質なマンガン鉱物からなる。核より0~18mmの位置に黒灰色の層(厚さ1~2mm)が認められる。
3	中殻	中4	5	3	4	黒色緻密で硬質なマンガン鉱物からなり、やや粗粒でパッチ状のリン酸塩鉱物を含む。
4		中3	11	5	7	黒色緻密で硬質なマンガン鉱物からなり、褐色細粒の酸化物を含む。
5		中2	8	0	4	黒色緻密で硬質なマンガン鉱物からなる。クラストの一部に挟み程度に認められる部位である。
6		中1	9	3	5	黒色緻密で硬質なマンガン鉱物からなり、白色細粒のリン酸塩鉱物を含む。
7	外殻	外2	13	0	3	黒~褐色で多孔質・石灰質なマンガン鉱物からなり、空隙を酸化物が充填している。
8		外1	15	3	10	黒色緻密で硬質なマンガン鉱物からなる。劈開が認められる。

表5-5-2 薄片記載

薄 片	記 載
1	コロフォーム状組織を示すマンガン鉱物が、幾層にも重なる。一部、粗粒な結晶が認められる箇所がある。
2	コロフォーム状組織を示すマンガン鉱物が、幾層にも重なる。成長縞が認められるものもある。
3	コロフォーム状組織を示すマンガン鉱物が、幾層にも重なる。層状構造は他の薄片に比べ、不明瞭である。

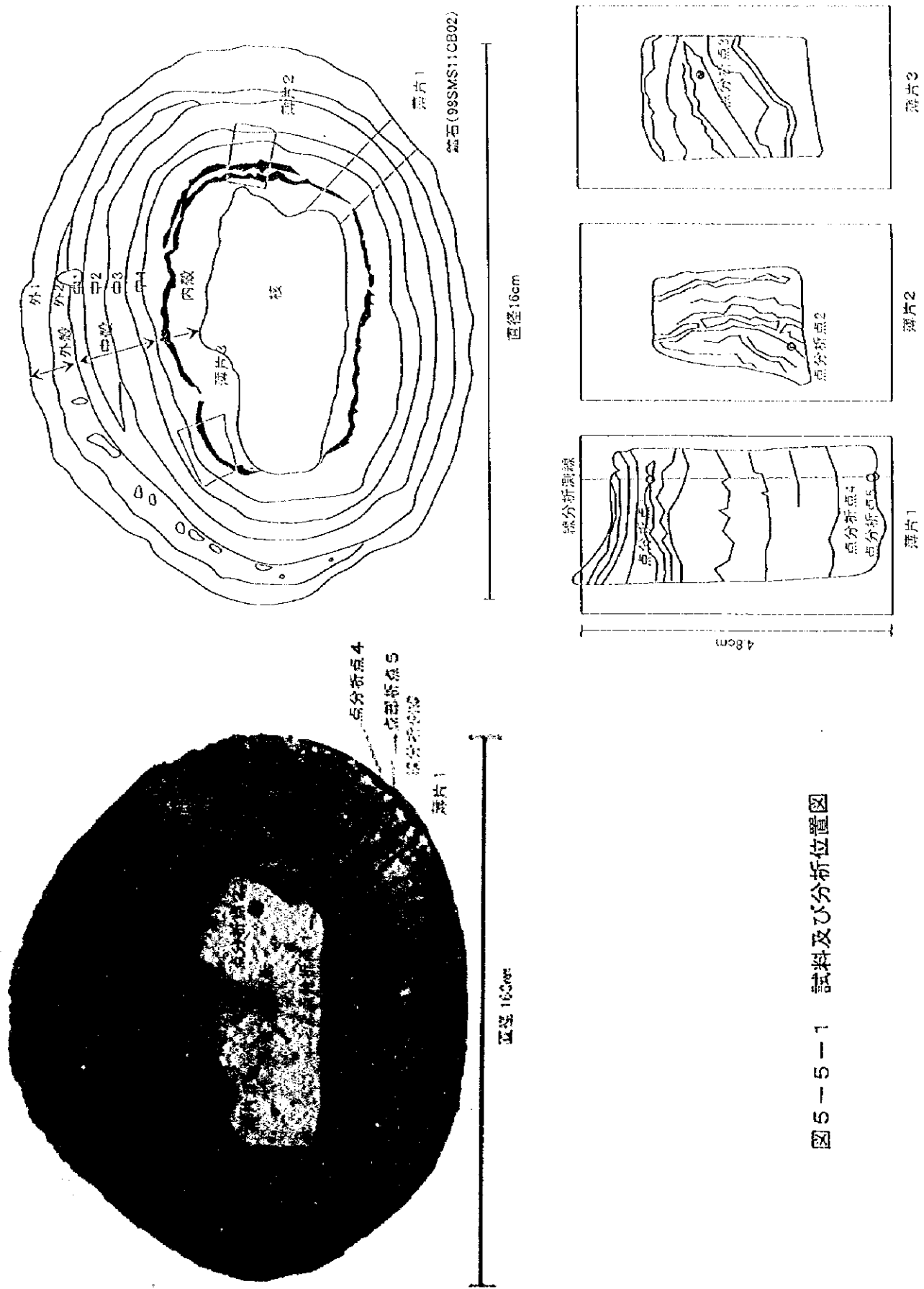


图 5-5-1-1 試料及び分析位置图

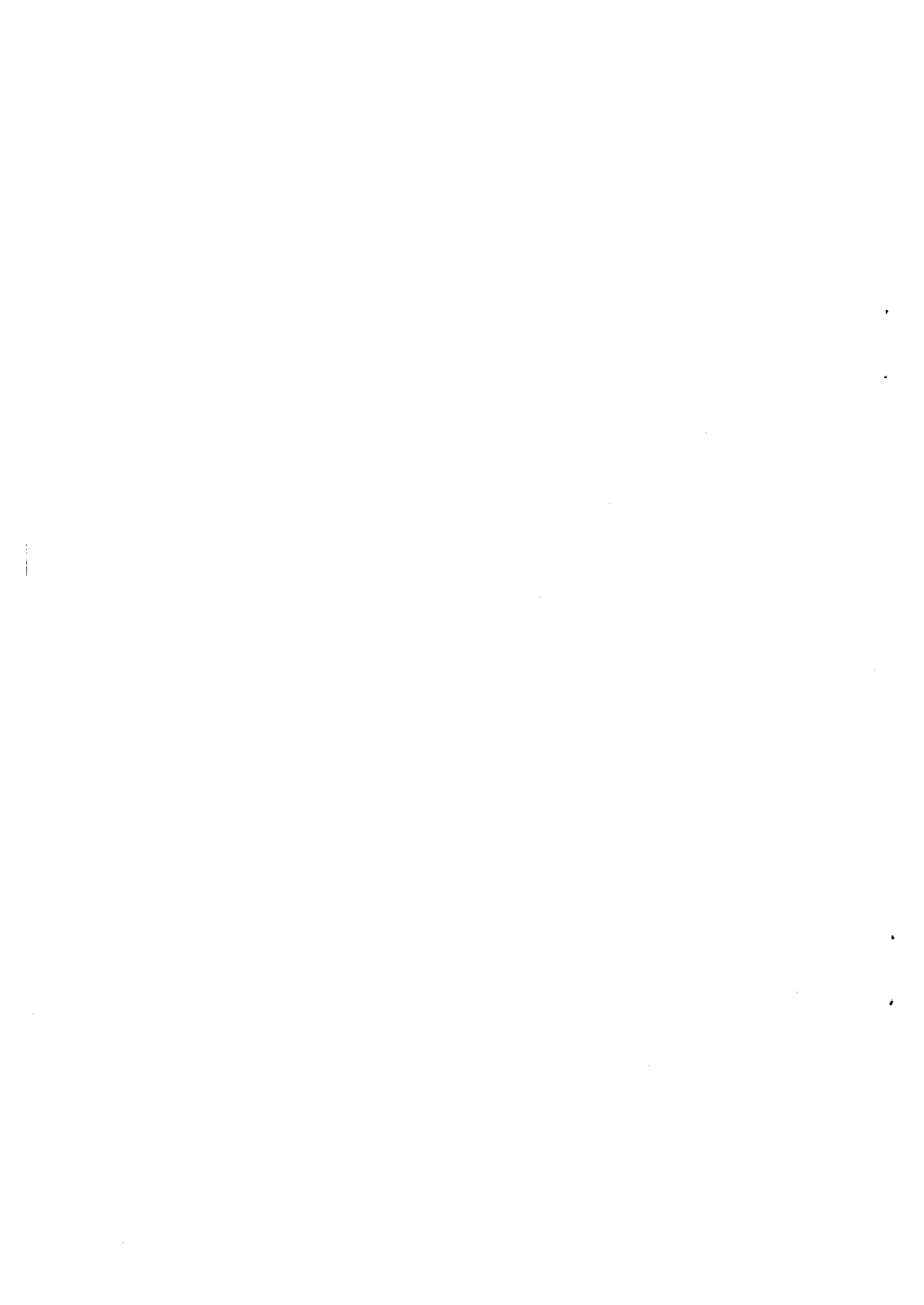


表 5-5-3 EPMA点分析結果

No.	薄片部位	Mn (%)	Co (%)	Fe (%)	Cu (%)	Ni (%)	Pt (%)	P (%)	Si (%)	Na (%)	Mg (%)	Al (%)	S (%)	Cl (%)	Ca (%)	K (%)	Ba (%)	Sr (%)	Mn/Fe	Total (%)
1	1 内殻	59.50	0.10	0.90	0.51	1.32	<0.10	0.83	<0.10	1.09	2.91	0.88	0.14	0.07	2.16	0.99	7.08	0.31	66.11	78.85
2	2 内殻	57.93	0.60	2.42	0.40	0.60	<0.10	0.22	<0.10	1.09	2.28	0.59	<0.10	0.05	1.47	1.03	7.21	0.32	23.94	76.29
3	3 内殻	60.33	0.10	0.48	0.38	2.07	<0.10	<0.10	<0.10	1.23	4.93	0.69	<0.10	0.03	0.58	1.95	3.75	0.14	125.69	76.73
4	4 1 外殻	43.48	1.73	14.04	0.13	1.12	<0.10	0.60	0.51	3.42	2.71	0.52	0.71	1.21	3.86	0.69	0.21	0.10	3.10	75.08
5	5 1 外殻	43.30	1.78	14.08	0.07	1.19	<0.10	0.52	0.44	3.41	2.93	0.47	0.64	1.19	3.71	0.61	0.16	<0.10	3.08	74.60

表 5-5-4 EPMA分析線分析結果

部位	point数	カウント数													品位(%)						
		Mn	Co	Fe	Cu	Ni	Pt	P	Si	Mg	Al	S	Cl	Ca	K	Ba	Sr	NI	P	Si	
第1層(外殻1)平均	54	32002	1372	10758	441	566	196	1644	4774	3942	3942	0.30	2.99	0.28	1.05	1.75	0.41				
第3層(中殻1)平均	40	23602	595	12928	453	412	200	8215	7738	2894	2894	0.12	3.63	0.29	0.75	10.59	0.68				
第5層(中殻3)平均	57	18293	506	12730	426	268	187	12680	6762	2232	2232	0.10	3.57	0.27	0.47	16.60	0.59				
第6層(中殻4)平均	85	22402	640	11978	471	361	195	11746	7450	2745	2745	0.13	3.35	0.30	0.65	15.34	0.65				
第7層(内殻)平均	160	24990	738	10558	445	378	190	10514	5769	3067	3067	0.15	2.93	0.28	0.68	12.68	0.50				
全体	396	24287	755	11442	448	398	192	9649	6336	2980	2980	0.15	3.19	0.29	0.70	12.52	0.55				

(3) 解析結果

1) 点分析結果

コバルトリッチクラスト中に産出する二酸化マンガン系鉱物は、todorokite, birnessite, buserite, vernaditeの4種から構成されると考えられている。しかし、海産のマンガン鉱物はbuserite以外、特定の化学式を持たず、また、一般に結晶度の低い微細集合体であるため、鉱物学的詳細な検討は困難である場合が多い。Mn, Fe, (Cu+Ni+Co)*10を3成分とする三角ダイアグラムの領域を用いて議論するのが一般的である。したがって、今回の分析結果についても、図5-5-2の三角ダイアグラム上で議論する。

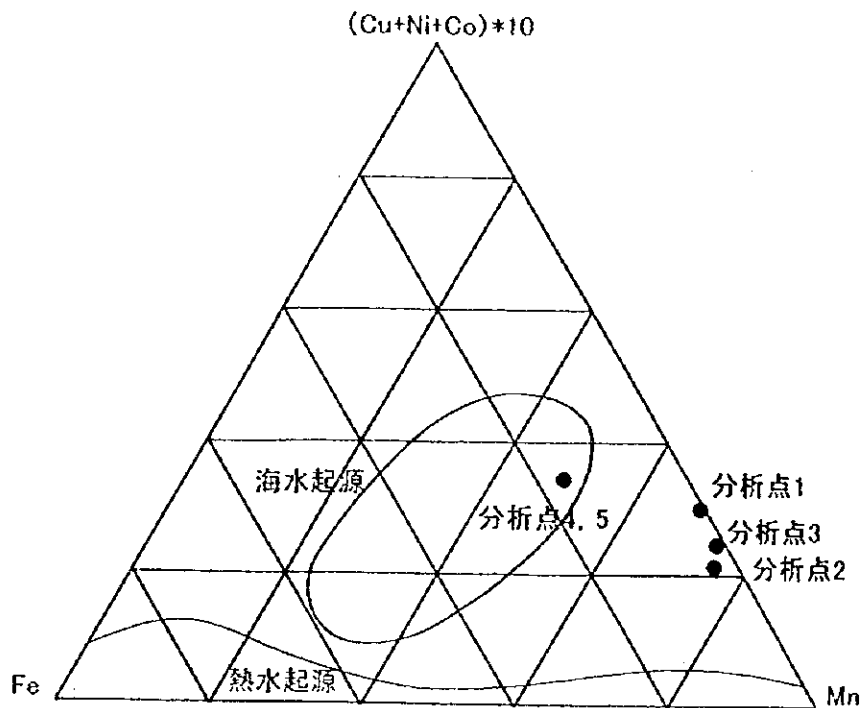


図5-5-2 鉱石における Mn, Fe, (Cu+Ni+Co)*10 比率
(Usui et al. 1986)

分析点1, 2, 3はいずれも内殻の金属光沢のある黒灰色の層を分析したものである。分析を行なった内殻の部位の主要構成鉱物はその成分からtodorokiteと考えられる。しかし、3点共に海水起源のマンガン団塊及びコバルトリッチクラストと比べ、よりMnに近い領域にプロットされる。

分析点4, 5は外殻1の黒色緻密の部位を分析したものである。分析値に大差がなく三角ダイアグラム上では同一の点としてプロットされる。臼井(1996)による海水起源のマンガン団塊及びクラスト領域内に含まれる。Mn品位は、どちらの分析値でも約43%であり、

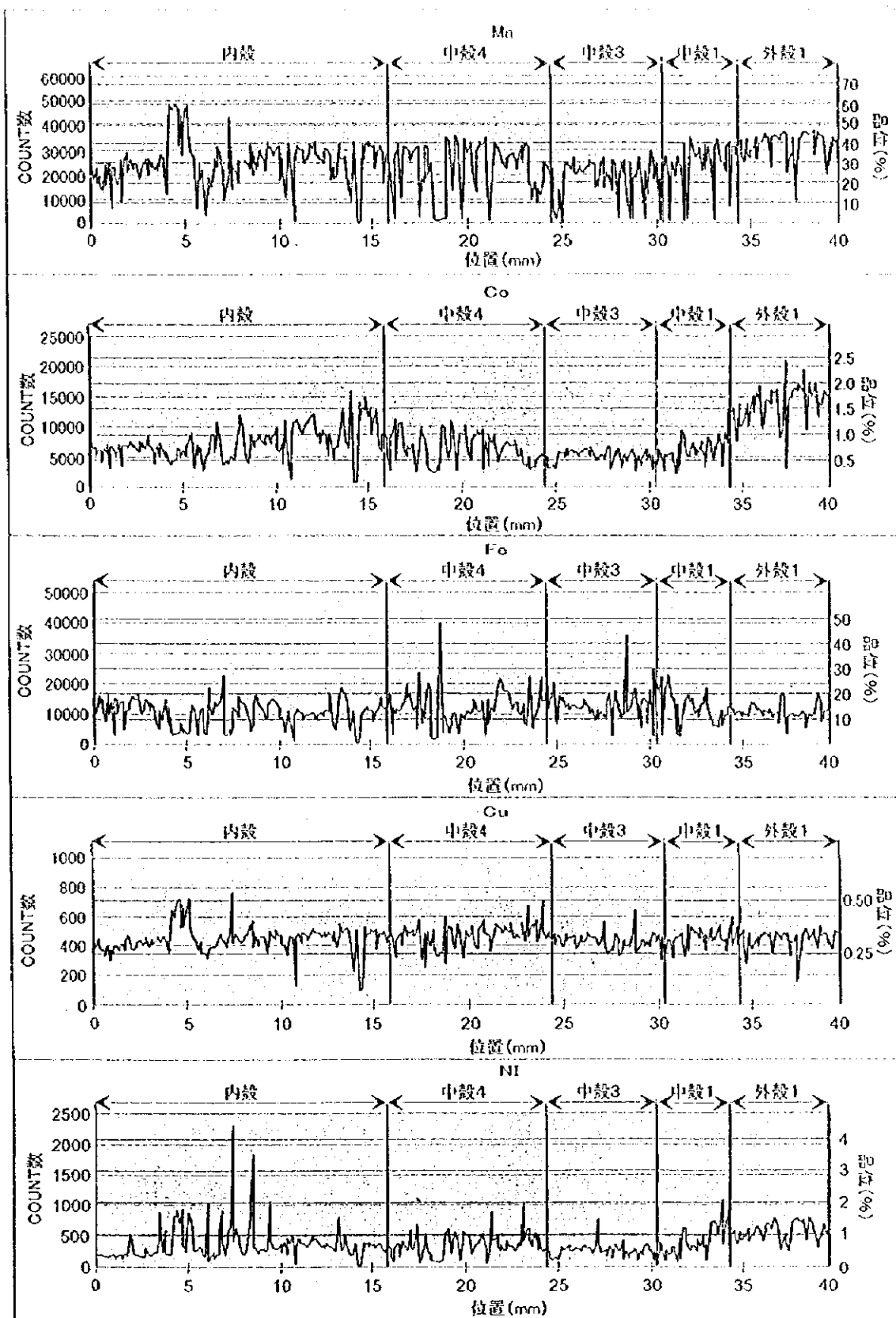


图5-5-3 分析成分变化图

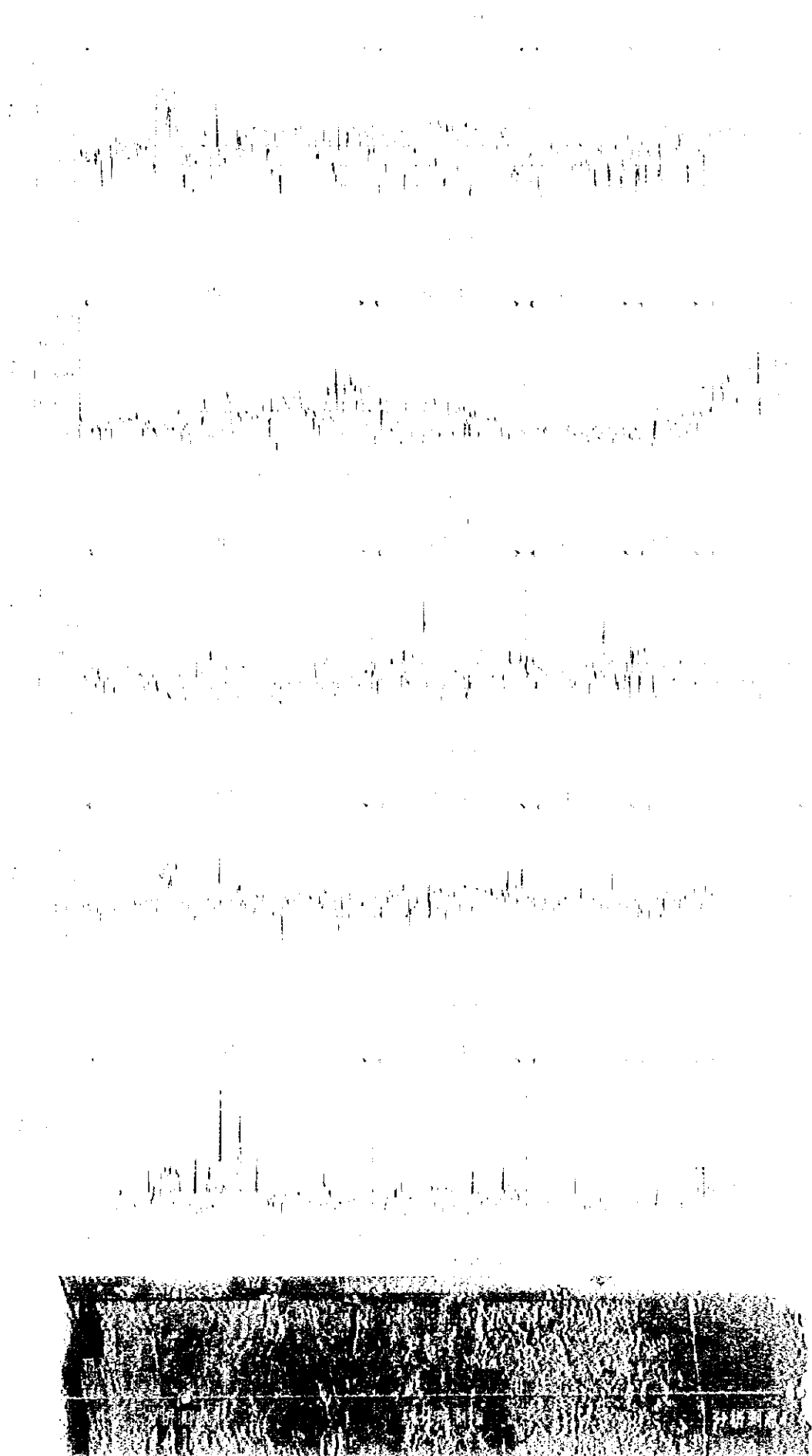


图5-5-3 分析成分变化图

他のマンガン団塊、クラストと比べ若干高い値を示し、副成分のNa, Caは高い品位を示さないことから、主要構成鉱物はvernaditeと推定される。

内殻における線分析の結果からは次のことが示される。

黒灰色の層を除く内殻各部のMn/Fe比である一部のピークを除いて2程度で安定している。これに対し黒灰色の層でMn/Feは急激に上昇し、最高で14にまでおよぶ。また、この層ではCu, Ni品位は他の部分と明らかに異なる高い値を示す。これは構成鉱物の変化によるものと考えられ、この部位が形成された時期に鉱石を取り巻く環境が変化した可能性を示唆している。

2) 線分析結果

線分析による中殻、外殻における成分変動について以下に述べる。

硬質緻密で燐灰石を含む中殻4では、Co, Mn, Niの品位が全般にやや低く、Fe, Pの品位が高くなっている。これは混入する燐灰石の影響と考えられる。Co品位は外側に向かうにつれ、徐々に低くなる傾向がみられる。また、測点によってFe品位の高低の変化が著しい。

緻密硬質で酸化鉄を含む中殻3は、全体的にMn, Ni, Co, Cu品位が低く、Fe, P, Si品位が高い。全般にMn, Fe, Cu品位は、外側に向かうにつれ徐々に低くなる傾向がみられる。

中核4と同じく燐灰石を含む中殻1では、Ni品位を除く6元素の品位は中核4とほぼ同じ傾向を示す。Mn, Co, Ni品位は外側に向かうにつれ、徐々に高くなる傾向がみられ、Mn, Co品位では、この増加傾向が外殻1に連続する。Ni品位は外殻1との境界付近でやや減少する傾向が認められる。

緻密硬質で外殻1では、全体的にMn, Co, Ni品位が高い。また、P品位が低く、Fe品位もやや低くなっている。特にCo品位は外側に向かうにつれ、徐々に高くなる傾向がみられ、外周部で、この鉱石中における最高品位に達する。

鉱石全体については、燐灰石、石英などの影響を除けばCo, Ni品位は外側に向かうにつれ高くなる傾向がみとめられる。Mn品位についても増加傾向は認められるもの、中核3のように減少傾向を示す場合もある。Feの増減は燐灰石等の挟雑物による影響が強く認められる。Cuについてはほとんど増減の傾向は認められない。

5-6 コバルトリッチクラストの賦存状況

過年度海域も併せた調査範囲は、マーシャル諸島共和国EEZ内の北西側半分程度にあたり、ここでの海山およびそのコバルトリッチクラスト分布状況は、以下のとおりである。

尖頂海山は、過年度調査範囲内の最東端において1地域のみ調査され、比較的コバルト品位が高いが、生成年代が若い(35Ma)という特徴をもつ。

調査した13地域の大部分は平頂海山で構成されるが、ドーム状6、フラット状4、凹凸状2の山頂形状に細分される。地域的にはフラット状・凹凸状が東西両端部に、ドーム状が中心部に分布する、山頂部の未固結堆積物分布を示すSBP透明層層厚はフラット状で薄く、ドーム状で厚いといった傾向を見せる。

サンプリング及び海底観察の結果、厚さ10cm以上のクラストは水深1,000~3,500mに賦存する。コバルトクラストはクラスト状、礫状、ノジュールなどの形状で分布し、その厚さは地域、地形、母岩などにより変化する。海山ごとのコバルトリッチクラストの平均厚さは西側で厚く、コバルトの品位は東側で高い傾向が明瞭では無いが認められる。

賦存状況を基に各地域を評価すると、今年度調査範囲のマーシャル諸島共和国EEZ内西部の海山が最も優れていて、EEZ内東部のラリック列北部に繋がる海山がこれに次ぐ。これは西側ではクラストが厚く、東側ではコバルトの品位が高いことによる。

今年度調査を実施した。各地域におけるコバルトリッチクラストの賦存状況を表5-6-1にとりまとめた。

表5-6-1 コバルトリッチクラストの賦存状態

地域	海山規模	海山地形			クラスト露出		クラスト層厚		クラスト品位		
		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)
MS10	小	少	17°	1,292m	低	高	115	44.0	0.69	0.47	0.67
MS11	中	中	11°	1,495m	低	中	140	38.6	0.69	0.48	0.61
MS12	小	少	17°	1,037m	中	高	140	33.1	0.67	0.56	0.47
MS13	大	多	7°	1,387m	低	低	160	46.4	0.50	0.39	0.37

海山の凹凸地形は海底地形図に、コバルトリッチクラストの露出程度は、MBES音圧強度分布図を基にした。層厚及び平均品位については実際の測定値を用いた。

コバルトリッチクラストの品位は、MS11地域でCo, Cuの品位が高く、MS12地域でNi, Mnの品位が高い。しかし、MS10~MS12の3地域間で品位に関しての優劣はほとんど認められない。MS13地域は他の3地域に比べ、Co, Ni, Cuの品位が低い。

クラスト層厚はMS12地域が最も薄い、MS12地域の海山では山頂縁辺部から斜面中

部にいたる広い範囲でクラストの露出がみられ、かつ、海山全般に厚いクラストが分布する。

MS10地域の海山ではクラストは斜面上部の広い範囲で露出する。しかし、厚いクラストの分布は比較的縁辺に近い部分に集中していることや海山の規模が小さいこと等のマイナス面も認められる。

MS11地域では、平均層厚38mmのクラストが採取されたが、クラストの露出は山頂縁辺部や斜面の一部及び山頂ピナクル部に限られる。しかし、海山の規模が比較的大きく、総体的に厚いクラストの分布面積は大きくなっている。

MS13地域は、この海域で最もクラスト厚の厚い試料が採取され、平均層厚も厚い。海山全体に厚いクラストが分布する可能性は高いが、今回の調査では、厚いクラストの分布は山頂部のピナクル周辺等の限られた範囲でしか確認できなかった。

今回調査した4海山は、何れも厚いクラストが分布する優れた地域であるが、更に、賦存状態を基に各地域を総合的に判断すると、MS11とMS12地域が優れMS10地域がこれに次ぐが、3地域の優劣の差は小さい。MS13地域は現況の調査結果では品位面で、MS10～12の3地域に比べ低い評価となる。

6章 考察と提言

6-1 海山の形成発達とコバルトリッチクラストの賦存状況

(1) 海山の形成発達

調査の結果、MS10～MS13の全ての地域でコバルトリッチクラストの分布が確認された。採取されたクラストの平均層厚は33.1～46.4mmと厚く、最大層厚も各地域とも100mmを越えるものがあった。

調査地域に厚いクラストが分布する理由は、この地域の海山の形成過程と密接に関連している。

今回調査地域で採取した玄武岩は、化学分析の結果、4地域の海山の玄武岩とも海洋島玄武岩に分類されるものであることが判明した。採取した玄武岩は変質が著しく、K-Ar法による岩石の年代測定はできなかったが、MS10～MS12地域は化石分析の結果から、調査地域の海山は、古第三紀以前に形成され、古第三紀始新世(38.5～45.5Ma)には既に沈降し、海山山頂部が深海底にあったことが判明した。この結果は1997年度に調査したMS01～MS09地域の海山で実施した岩石の年代測定結果及び化石の鑑定結果と調和的であり、今年度調査したエニエトック環礁周辺の海山群もラタック列及びラリック列と同時期に形成された海山であることが示された。こうした古い時代に沈降した海山であったことが、賦存するクラストが厚く成長した第一の要因と思われる。

MS13地域の海山については、今回の採取試料では岩石の年代測定や化石の鑑定を行うことができず、海山の形成過程を裏付ける情報は得られなかった。しかし、山頂中央部で100mmを超えるクラスト、クラスト片を多数採取しており、MS10～MS12地域と同等に古第三紀以前に沈降した海山の可能性が大きい。

一般に古第三紀以前に形成された海山では厚いクラストが発達しているとされているが、1997年に調査を実施したMS01～MS13各地域の海山でも50mmを越えるクラスト及び礫状クラストを採取した。

(2) コバルトリッチクラストの賦存状況

今年度調査を実施したMS10～MS12海山では各地域の海山とも山頂縁辺部から斜面上部に至る各所でクラスト厚が100mmを超えるクラスト及び礫状クラストが採取できた。特にMS12地域の海山では、斜面中部でも100mm以上のクラストが分布していることが確認された。

マーシャル海域では、過年度調査において、他の平頂海山でも同様に主に山頂縁辺部から厚いクラストを採取しているが、本年調査を実施した海域西側のエニエトック環礁周辺の海山は、ラタック、ラリック海山列に属する海山に比べ、クラスト厚が厚い傾向がみられた。

今年度調査した4地域では、MS13地域の海山を除き山頂縁辺部から斜面上部にかけて広く露岩部が分布しており、クラストの成長しやすい環境である。また、現在、山頂縁辺部や斜面上部で未固結堆積物に覆われている個所でも、堆積層の薄い個所も多く、海山縁辺部が長期に亘って露岩部であった可能性も考えられる。

各地域の海山において採取したクラストの母岩は、玄武岩には著しい変質が認められ、石灰岩では磷酸塩化が認められた。MS13地域の海山を除く3地域の海山は等深線に多少の凹凸はみられるもの、全体的には起伏の少ない地形となっており、大規模な地盤の崩落などがない安定した地盤であったことが、クラストの安定した成長の要素であったと考えられる。また、これら3海山では古第三紀中期以降に火山活動の影響を受けた形跡は見つかっていない。MS13地域の海山についても、山頂部は薄く未固結堆積物に覆われているが、古第三紀以前に沈降した海山と考えられ、未固結堆積物の下に厚いクラストが分布する可能性は高い。

6-2 今後の課題

今年度調査を実施した地域の内、MS10～MS12の3海山は、古第三紀に形成されたドーム状の平頂海山であり、既存調査のMS01～MS09のうちの同条件の海山と、コバルトリッチクラストの賦存状況及びその品位に同じ傾向が認められる。反面、層厚は最高層厚、平均層厚とも今年度調査の各調査地域が上回り、逆に主要5成分等の品位は過年度調査地域が高い傾向を示している。これは表層部程Co等の品位が高いコバルトリッチクラストの一般的な傾向を反映しているものと考えられる。クラスト厚と品位が密接に関連し、クラスト厚は海山の生成年代を反映するものである。確実なデータは少ないが、マーシャル諸島共和国のラタック、ラリック及びエニエトック-マジェランの海山列は北側または西側に向かう程、海山の生成年代が古くなるものと推定されており、この推定と各地域毎のクラスト厚及び品位の傾向は調和的といえる。現況では、全般にサンプル数が不足しているが、本海域で更にデータを収集することにより、マーシャル諸島全体のコバルトリッチクラストの賦存状況を把握することも可能と考えられる。

また、マーシャル諸島共和国海域には古第三紀以前に形成された考えられる未調査の海

山が多数分布しており、海域全体の評価及び詳細調査の優先順位の決定にこれら未調査地域のコバルトリッチクラスターの賦存状況の調査が必要である。

7章 まとめ

今年度はSOPAC第3期5か年計画の4年次目に当たり、1996年度のマーシャル諸島共和国及び1997年度のミクロネシア連邦の各EEZ内での調査結果を受けて、今年度は両国の未調査海域において、コバルトリッチクラスト鉱床を対象として地形調査及びサンプリング調査を実施した。

実施調査日数は49日間で、うち本報告書の調査対象となるマーシャル諸島共和国海域での調査は27日間である。

調査対象海域には多くの海洋島、環礁及び海山が分布するが、今年度は、エニエトック環礁を中心とするマーシャル諸島共和国西部海域で、1996年度調査海域の西側に当たる。

調査は主として、各海山毎の詳細な地形図を作成するためのMBESによる地形調査、チェーンバグドレッジ、アームドレッジ及び大口径コアラーを用いたサンプリング、FDCによる海底観察、SBPによる未固結物の堆積状況調査、SSSによる微地形調査からなっている。採取試料の一部は、陸上で鉱石の品位分析、岩石の薄片鑑定等を実施し、船上調査結果と併せて総合的な解析に供した。

1996年度及び今年度調査結果の総括表を表7-1(1)、(2)に示す。

(地形調査)

調査海域はマーシャル諸島共和国とミクロネシア連邦両国のEEZ内を合わせた海域内で、調査対象はエニエトック環礁の載る海台を中心とした東海域とミクロネシア連邦ヤップ州周縁の西海域である。東海域5海山、西海域の2海山をコバルトリッチクラスト鉱床調査の対象に選んだ。このうち東海域の4海山がマーシャル共和国のEEZに位置している。海山は水深、規模及び調査日程を勘案して選定した。

各地域の地形調査範囲は地域の海山の規模によって異なるが、概ね25×30マイルで、海山全体の形状、地形の特徴が把握できる範囲としている。いずれの地域においても詳細な地形形状が把握され、サンプリング等の各種調査の基礎資料となった。

4海山の形状は全て平頂海山で、うち3海山がドーム頂山頂を有する海山、1海山が凸凹状山頂の海山である。

海山山頂最浅部は1,037~1,495m、基底からの比高は2,700~4,300m。海山の規模はMS10地域の海山が最も小さく、山体規模は22×20km、山頂部面積は134km²、最も規模の大きい海山はMS11地域の海山で、その山体規模は28×45kmである。また、山頂部の面

表7-1(2) コバルト・リッチ・クラスタの調査結果総括表

地名	MS01	MS02	MS03	MS04	MS05	MS06	MS07	MS08	MS09	MS10	MS11	MS12	MS13	
海山タイプ	平頂海山 (トーム状山頂)	平頂海山 (トーム状山頂)	平頂海山 (トーム状山頂)	平頂海山 (クラフトラム山頂)	尖頂海山	平頂海山 (クラフトラム山頂)	尖頂海山	平頂海山 (トーム状山頂)	平頂海山 (トーム状山頂)	平頂海山 (トーム状山頂)	平頂海山 (トーム状山頂)	平頂海山 (トーム状山頂)	平頂海山 (トーム状山頂)	
規模(km)	70 x 60	280 x 270	280 x 270	80 x 60	30 x 50	40 x 50	30 x 50	100 x 2100	70 x 70	72 x 70	78 x 45	40 x 30	75 x 50	
水深(m)	1,640~5,000m	1,740m	1,740m	980~4,300m	930~4,900m	1,150~4,900m	1,150~4,900m	1,350~5,000m	1,140~5,000m	1,390~5,000m	1,495~4,100m	1,072~4,900m	1,207~5,000m	
水深の広がり	37 x 24km	280 x 270	280 x 270	20 x 10km	24 x 17km	20 x 19km	20 x 19km	20 x 19km	20 x 19km	19 x 19km	37 x 29km	30 x 21km	50 x 25km	
傾斜(傾斜上/中/下)	20°/22°/10°	10°/9°	10°/9°	17°/14°/9°	21°/21°/10°	25°/18°/11°	10°/16°/9°	7°/8°	21°/17°/7°	21°/18°/9°	14°/18°/11°	21°/18°/11°	14°/17°/9°	
山頂部-傾斜上の距離(km)	538	580	3,024	403	33	234	333	2,321	212	209	876	462	1,218	
山頂部の面積(km ²)	443	358	2,247	252	33	149	332	1,074	145	134	979	235	1,122	
傾斜の面積(km ²)	2,723	2,373	1,957	2,984	1,921	1,850	2,368	4,692	4,035	455	1,232	979	1,417	
地質	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩	玄武岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩 玄武岩質火砕岩 玄武岩質角礫岩
産状	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	
産地	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	傾斜部等	
水産物の産地	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	山頂部 傾斜上部 傾斜中部 傾斜下部 平均傾斜(%) ⁴⁾ 最大傾斜(%) ⁵⁾ 傾斜地産率 ⁶⁾	
量	24 40 25 28 33 90 11地点	23 27 17	38 17	8 12 22 29	23 15 10 17	30 13 4 2	17 13 4 2	30 13 4 2	27 22 18 1	50 28 40 10	50 15 52	25 75 45	52 2	
Co (%)	0.66	0.74	0.87	0.84	0.70	0.74	0.74	0.70	0.70	0.69	0.69	0.67	0.50	
Ni (%)	0.64	0.58	0.56	0.52	0.70	0.83	0.83	0.68	0.68	0.47	0.48	0.57	0.39	
Cu (%)	0.13	0.10	0.15	0.08	0.11	0.09	0.12	0.14	0.14	0.05	0.05	0.05	0.04	
Zn (%)	22.70	23.08	22.22	23.45	26.29	24.16	24.96	23.28	23.28	21.08	21.73	23.88	20.75	
Fe (%)	14.35	14.71	14.00	14.84	13.21	14.70	14.35	13.40	13.40	14.91	14.91	14.42	16.87	
備考	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。	山頂部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。傾斜部は傾斜部やクラスタ、パジュールにクラスタが分布する。

* 4: 1989年国産資源地帯(MS01~09)では、基準水深の水深×距離を、1988年産地帯(MS10~13)では水深2,000mの基準水深の水深×距離を示す。
 * 5: 1988年国産資源地帯(MS01~09)では、品位分析に用いた試料の傾斜の平均値、1988年産地帯(MS10~13)では傾斜の平均値より求めた平均値。
 * 6: 全試料試料による最大値。
 * 7: 全試料試料による最大値。ただしMS10~13はパジュールを除く。
 * 8: クラスタ、傾斜部にはパジュールが傾斜されたラングランド地点。
 * 9: 品位分析値。

積はMS13地域の海山が最も広く1,122km²である。

(MBES音響反射強度)

MS10～MS12の3地域の海山は、ドーム状の山頂を持つ平頂海山である。これら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全域に広がる。しかし、山頂部ではピナクル等が、また縁辺部では画像濃色部が認められる。また、これら3地域の海山では、縁辺肩部から斜面上部にかけては画像濃色部の分布が認められ、特にMS12地域の海山では斜面中部でも、比較的広い露岩の分布が認められる。

平頂海山ではあるが凸凹状の山頂を持つMS13地域の海山では、全体に画像淡色部が分布するが、山頂中央部に分布する多数のピナクル等に対応した画像濃色部が顕著である。

海山の露岩部はコバルトリッチクラストに覆われていることが多く、露岩部に対応する画像濃色部はコバルトリッチクラストの分布の可能性を示すものである。本調査海域においても、各地域の画像濃色部から、コバルトリッチクラスト試料が採取された。

(SBP調査)

MS10, MS11, MS12地域の3海山では、海山山頂部の中央部ほど堆積物は厚くなる傾向を示し、特にMS12地域の海山では、山頂中央部での未固結堆積物の層厚は120m以上に達している。また、これらの海山では、MBES音響反射強度が示すとおりSBPでも山頂縁辺部から斜面上部にかけて露岩が確認されている。MS12地域の海山はMBES音響反射強度により斜面中部まで露岩部分が確認されているが、露岩していない箇所でも未固結堆積物は全般に薄いことをSBP調査結果は示している。

MS13地域の海山は、山頂部及び斜面部ともに厚い未固結堆積物に覆われるが、山頂中央部では、ピナクル等の多数の隆起に対応する音響基盤の露出が認められた。

(SSS調査)

ドーム状山頂を持つMS10～MS13地域の海山では、山頂縁辺部にみられるテラス部でSSS調査を実施した。調査の結果、テラス部には未固結堆積物の有無に関わらず、礫状物質の分布が認められた。MS10地域の海山ではテラス部から多数の礫状クラストを採取し、他の海山でも縁辺部から礫状クラストを採取できたことから、SSS調査で確認された礫状物質が礫状クラストである可能性は大きい。

MS13地域の海山では山頂中央部に分布するピナクル間の凹地でSSS調査を実施し、隆起部だけでなくピナクル間の凹地でも未固結堆積物の分布は局所的で、露岩箇所が広く分布していることが確認された。

(サンプリング)

ドレッジ及び大口径コアによるサンプリングを、MS10～MS13地域の4地域で61点実施した。51点でコバルトリッチクラストを採取した。うち48点でクラストもしくは礫状クラストを採取し、大口径コアによるサンプリングのうち3点でノジュールを採取した。43地点の採取試料から48試料を鉄の品位分析試料とした。また、1試料についてはEPMA分析を実施した。また、採取した岩石及び底質物のうち、代表的なもの及びコバルトリッチクラストの賦存状況を考察するために必要と考えられるものを薄片顕微鏡観察、化学分析及び化石鑑定を試料とした。

(地質)

MS10～MS13の4地域で採取した岩石は、玄武岩、石灰岩類、凝灰岩類、ハイアロクラスタイト及び軽石である。

各地域の海山には、いずれも山頂部から斜面部にかけて玄武岩及び石灰岩類が分布する。

玄武岩の岩相は地域毎に若干の差違が認められるが、概ね無斑晶または微細な斑晶を持つものを主体とする。各海山は、玄武岩の風化が進み、新鮮なものは採取できなかった。

各地域の海山の山頂部から斜面部において、有孔虫石灰岩及び玄武岩等の礫を含む有孔虫石灰岩を基質とする礫岩を採取している。ただし、MS11地域の海山では、山頂部での石灰岩類の分布は確認されていない。MS12地域の海山では、山頂部に珊瑚礁が形成されていたことを示す礫性石灰岩を採取している。また、MS11地域では、礫性石灰岩は採取していないが、斜面上部で採取した凝灰岩中に造礁サンゴの破片を確認している。

凝灰岩及び凝灰角礫岩が各地域の海山で分布が確認されているが、各地域ともにその分布に偏りが見られ、玄武岩や石灰岩類のような広い分布は認められない。ハイアロクラスタイトは、MS13地域の海山山頂中央部のピナクル周辺にまとまった分布が見られるほか、MS12地域の海山斜面上部でも若干の試料を採取している。

軽石は、調査地域の各所で礫として採取されている。

(海底観察)

FDCによる海底観察は、4地域で6測線を実施した。各地域の海山とも山頂縁辺部から斜面上部の広い範囲で露岩部にクラストの分布が確認された。また、MS11地域の山頂縁辺部やMS13地域の斜面上部のテラス面では海底面を堆積物が覆う箇所も多数認められたが、堆積物上には礫状クラスト及びノジュールの分布が見られた。

MS10地域の海山では、斜面上の急傾斜部に崖錘と思われる角礫が観察された。しかし、MS10地域の海山では、角礫中に礫状クラストの混在するのが確認された。また、MS12地域の海山においても斜面部が角礫に覆われた箇所がみられたが、露岩部分はクラストに覆われていることが確認された。

(コバルトリッチクラストの層厚)

各地域のいずれの海山にも厚いクラストが分布する。各海山で採取した試料の平均層厚は33.1~46.4mmで、各地域のいずれの海山においても最高層厚は100mmを超えている。特に、MS10~12地域では、山頂縁辺部から斜面上部にかけては平均的に20mmを超えるクラストが分布している。また、MS10及びMS11地域の海山では山頂縁辺部に比べ、斜面のクラストはやや薄い傾向が認められるが、MS12海山では山頂縁辺部と斜面部のクラストの厚さに差がなく、いずれも厚いクラストが採取されている。

MS13地域の海山では、山頂縁辺部及び斜面部における厚いクラストの分布は、北西側山頂縁辺部の一部に限られているが、山頂中央部のピナクル周辺では100mmを超える厚いクラスト及び礫状クラストが分布している。

(コバルトリッチクラストの化学分析)

MS10~MS13の4地域43点で採取したコバルトリッチクラストから48試料を選び、29成分の化学分析を実施した。分析個数はレイヤー分析を含めると106試料である。4地域の主要成分の平均品位はCo0.64%, Ni0.48%, Cu0.05%, Mn22.85%, Fe13.4%である。MS10~MS13の地域ではCo, Ni, Cuの品位の格差は小さかったが、MS13地域での3成分の品位は低く格差がみられた。また、1996年度に調査を実施したMS01~MS09の地域と比較した場合、MS10~MS13地域のFeを除く主要4成分及びPt等の品位はやや低く、地域格差が認められる。

MS10地域で採取された1試料についてEPMA分析を実施した。その結果、Co, Niは外殻に向かう程高くなる傾向が認められた。この傾向はMS01~MS09の地域のコバルトリッ

チクラストにも認められたものである。また、分析を実施した試料の一部に、一般的な海水起源のマンガン団塊及びコバルトリッチクラストは異なる組成の金属光沢を持つ組織が認められる。

(コバルトリッチクラストの賦存状況)

サンプリングの結果、4地域とも平均層厚30mm以上、最大100mm以上の厚いクラスト及び礫状クラストの分布が確認されている。

MS10地域の海山でクラストは斜面上部に広く露出するが、厚いクラストの分布は山頂縁辺に近い部分に集中する。MS11地域はクラストの露出は山頂円縁辺部や斜面の一部等に限られ露出率は低い、海山の規模が大きく露出面積は大きい。MS12地域の海山では山頂縁辺部から斜面中部にかけての広い範囲に20mm以上のクラストが分布する。MS13地域では全体にクラストの露出率は低く、厚いクラストの分布は山頂部に点在するピナクル周辺に限られる。

賦存状況を基に各地域を評価すると、MS11とMS12地域が優れMS10地域がこれに次ぐが、3地域の格差は小さい、MS13地域は現況の調査結果では、MS10～MS12に比べ、鉱量、品位とも低い評価となる。

(考察)

今年度調査を実施したMS10～MS13地域の海山は古第三紀以前形成された海山であり、4地域の全てで厚いクラストが確認された。特にMS10～MS12地域の3海山はともにドーム状山頂を持つ平頂海山で地質や品位も含めたコバルトリッチクラストの賦存状況等に多くの共通点が認められる。また、1996年度に調査したMS01～09地域でも、古第三紀以前に形成された平頂海山でも厚いコバルトリッチクラストを採取している。マーシャル諸島海域には古第三紀以前に形成された未調査の海山が多数分布しており、これらの海山でも厚いコバルトリッチクラストが分布する可能性が高く、今後の調査が望まれる。

過年度の調査海域を含めたマーシャル諸島海域のコバルトリッチクラストの賦存状況は以下に取りまとめられる。

サンプリング及び海底観察の結果、厚さ10cm以上のクラストは水深1,000～3,500mに賦存する。コバルトクラストはクラスト状、礫状、ノジュールなどの形状で分布し、その厚さは地域、地形、母岩などにより変化する。海山ごとのコバルトリッチクラストの平均厚さは西側で厚く、コバルトの品位は東側で高い傾向が明瞭では無いが認められる。

賦存状況を基に各地域を評価すると、今年度調査範囲のマーシャル諸島共和国EEZ内西部の海山が最も優れていて、EEZ内東部のラタック列北部に繋がる海山がこれに次ぐ。これは両側ではクラストが厚く、東側ではコバルトの品位が高いことによる。

コバルトリッチクラストの層厚、品位及び海山の生成年代には関連が認められ、更にデータを収集することにより、マーシャル諸島共和国海域全体のコバルトリッチクラストの賦存状況を把握することも可能と考える。

[参考文献]

- Bonani G., Hofmann H.J., Morenzoni E., Nessi M., Suter M., and Wolli W, 1984, ^{10}Be dating of the inner structure of Mn-encrustations applying the Zurich Tandem Accelerator, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B5, 359-364
- Brevart O., B. Dupre and C.J. Allegre, 1981, Metallogenesis at spreading centers; lead isotope systematics for sulfides, manganese-rich crusts, basalts and sediments from Cyamax and Alvin areas (East Pacific Rise). Econ. Geol. Bull. Soc. Econ. Geologists., 76, 5, p. 1205-1210.
- De Carlo E.R. and C.M. Fraley, 1992, Chemistry and mineralogy of ferromanganese deposits from the equatorial Pacific Ocean., Geology and offshore mineral resources of the central Pacific basin, p. 225-245.
- Hart S., 1984, A large scale anomaly in the Southern Hemisphere mantle. Nature 309, 753-757.
- Haynes B.W. and M.J. Magyar, 1987, Analysis and metallurgy of manganese nodules and crusts., Marine Minerals, p. 235-246.
- Hein J.R., M.S. Schulz, and L.M. Gein, 1992, Central Pacific cobalt-rich ferromanganese crusts: Historical perspective and regional variability., Geology and offshore mineral resources of the central Pacific basin, p. 261-283.
- Hein J.R., W.C. Schwab and A.S. Davis, 1988, Cobalt-and Platinum-rich ferromanganese crusts and associated substrate rocks from the Marshall islands., Marine Geology, v.78, p. 255-283.
- Hein J.R. et al., 1990, Geological, Geochemical, Geophysical, and Oceanographic Data and Interpretations of Seamounts and Co-rich Ferromanganese Crusts from the Marshall Islands, KORDIUSGS R.V. Farnella Cruise F10-89-CP.
- Janney P.E. and P.R. Castillo, 1996, Basalts from the central Pacific basin: Evidence for the origin of Cretaceous igneous complexes in the Jurassic western Pacific., vol.101, no. B2, p. 2875-2893.
- JICA-MMAJ, 1997, Report on the cooperative study project on the deepsea mineral resources in selected offshore areas of the SOPAC region sea area of the Republic of the Marshall Islands, P.180

Lincoln J., M.S. Prigle and I.P. Silva, 1993, Early and late Cretaceous volcanism and reef-building in the Marshall Island, in *The Mesozoic Pacific; Geology, Tectonics, and Volcanism.*, Geophysical Monograph 77.

Mangini A., P. Halbach, D. Puteanus, and M. Segl, 1987, Chemistry and growth history of central Pacific Mn-crusts and their economic importance., *Marine Minerals*, p. 205-220.

Mullen E.D., 1983, MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basalt rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 62, 53-62.

Sharma P. and B.L.K. Somauajulu, 1982, ¹⁰Be dating of large manganese nodules from world oceans., *Earth chronology, Earth Planet. sci. Let.*, v.36, p. 359-362.

KORDI-USGS (Hein J.R. et al.), 1992, *Geology, Geophysics, Geochemistry, and Deep-Sea Mineral Deposits, Federated States of Micronesia: R.V.Farnella Cruise F11-90-CP, USGS Open File Report 92-218.*

Usui A., 1995, *Studies of marine manganese deposits: Review and perspectives.*, *Chishitsu News*, no. 493, p. 30-41. (Japanese)

Verma S.P., 1992, Seawater alteration effects on REE, K, Rb, Cs, Sr, U, Th, Pb and Sr-Nd-Pb isotope systematics of Mid-ocean ridge basalt. *Geochem. Jour.*, 36, 159-178.

Woodhead J.O. and C.W. Devey, 1993, *Geochemistry of the Pitcairn seamounts, I: source character and temporal trends.* *Earth Planet. Sci. Lett.*, 116, 81-99.

Zindler A. and S. Hart, 1986, Chemical geodynamics. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, 14, 493-571.

[付帯資料]

第1表(1), (2) サンプルング結果概要

第2表(1)～(4) 採取された岩石一覧表 (MS10～13 地域)

第3表(1)～(5) 岩石の薄片観察記載

第4表 FDC調査実績

第5表(1)～(3) コバルトリッチクラストの化学分析結果

第6表 MBESに使用した水深対音速表

第7表 気象・海象データ

付帯 第1表(1) サンプルリング結果概要

番号	採掘点番号	採掘点位置		MSES 水深(m)	CTD-BT 水深(m)	CTD-BR 水深(m)	地形区分	クラストタイプ	採取量 (kg)	LCコア長 (cm)	コアの長さ(m)		母岩・核の岩石種類	母岩・核の岩石種類(LC)
		緯度	経度								最大	平均		
1	98SMS10A001	12° 26.012' N	158° 22.036' E	5.494	5516	5509	西斜面下部	砂岩	0.13	352	17	7	10	褐色の粘土(写真は砂岩)
2	98SMS10A002	12° 19.908' N	158° 34.551' E	1.577	1.699	1.428	西斜面上部	砂岩	0.03	-	28	18	22	玄武岩、凝灰岩
3	98SMS10A003	12° 23.811' N	158° 34.393' E	1.765	1.770	1.690	西斜面上部	砂岩	1.53	-	60	10	15	凝灰岩、玄武岩、玄武岩、凝灰岩
4	98SMS10A004	12° 23.965' N	158° 39.901' E	2.062	2.073	1.812	北斜面上部	砂岩	7.28	-	18	-	10	凝灰岩、玄武岩、玄武岩、玄武岩
5	98SMS10A005	12° 23.535' N	158° 39.957' E	1.506	1.445	1.403	北斜面下部	砂岩	0.29	-	24	2	18	玄武岩、玄武岩、玄武岩
6	98SMS10A006	12° 16.920' N	158° 36.949' E	2.092	2.094	1.847	南斜面上部	砂岩、砂岩	0.37	-	23	9	15	砂岩
7	98SMS10A007	12° 17.008' N	158° 37.101' E	1.701	1.728	1.626	南斜面上部	砂岩	1.22	-	32	5	21	玄武岩、玄武岩、玄武岩
8	98SMS10A008	12° 17.999' N	158° 40.212' E	1.457	1.415	1.391	南斜面下部	砂岩、砂岩	95.99	-	100	3	51	玄武岩、玄武岩、玄武岩
9	98SMS10A009	12° 17.006' N	158° 40.380' E	2.122	2.081	1.855	南斜面上部	砂岩	19.67	-	115	42	60	玄武岩、砂岩
10	98SMS10A010	12° 19.694' N	158° 33.673' E	2.070	2.005	1.872	西斜面上部	砂岩	0.65	-	22	8	12	砂岩
11	98SMS10A011	12° 16.310' N	158° 40.558' E	2.436	2.435	2.250	南斜面中部	砂岩	0.04	-	16	5	10	砂岩
12	98SMS10A012	12° 18.793' N	158° 42.207' E	2.103	2.097	1.846	南斜面下部	砂岩	1.37	-	46	7	25	採取できず(写真は玄武岩)
13	98SMS10A013	12° 19.800' N	158° 41.046' E	1.433	1.412	1.401	南斜面下部	砂岩	0.03	0	-	-	-	採取できず(写真は玄武岩)
14	98SMS10A014	12° 20.295' N	158° 34.772' E	1.468	1.468	1.458	南斜面下部	砂岩	0.00	78	-	-	-	採取できず(写真は玄武岩)
15	98SMS10A015	12° 21.240' N	158° 34.334' E	1.426	1.409	1.394	南斜面下部	砂岩	4.59	-	50	10	25	砂岩
1	98SMS11C01	10° 53.968' N	161° 04.991' E	4.363	-	-	西斜面下部	玄武岩	226	-	-	-	-	玄武岩の粘土(一部は玄武岩) (写真は砂岩)
2	98SMS11C02	10° 47.969' N	161° 22.620' E	2.057	2.034	1.928	南斜面下部	砂岩	17.88	-	110	7	48	玄武岩
3	98SMS11C03	10° 47.581' N	161° 22.248' E	2.387	2.381	2.039	西斜面下部	砂岩	0.25	-	20	2	5	玄武岩
4	98SMS11C04	10° 47.567' N	161° 29.945' E	1.899	1.841	1.664	南斜面下部	採取できず	-	-	-	-	-	砂岩
5	98SMS11C05	10° 56.285' N	161° 22.076' E	1.844	1.818	1.698	南斜面下部	砂岩	0.00	-	-	-	-	玄武岩、玄武岩、玄武岩
6	98SMS11A006	10° 54.178' N	161° 20.373' E	2.373	2.374	2.109	西斜面下部	砂岩	2.48	-	35	5	10	玄武岩、玄武岩、玄武岩
7	98SMS11A007	10° 59.763' N	161° 21.744' E	2.089	2.077	1.956	南斜面下部	砂岩	2.21	-	50	20	50	玄武岩
8	98SMS11A008	10° 48.399' N	161° 31.955' E	1.991	1.952	1.762	南斜面下部	砂岩	2.64	-	50	5	20	玄武岩
9	98SMS11A009	10° 53.415' N	161° 36.170' E	2.614	2.515	2.447	南斜面下部	砂岩	10.33	-	140	20	100	玄武岩
10	98SMS11A010	11° 05.200' N	161° 26.400' E	2.073	2.667	2.468	北斜面中部	砂岩	0.26	-	20	2	5	採取できず(写真は砂岩)
11	98SMS11C011	10° 57.253' N	161° 31.963' E	1.690	1.670	1.665	南斜面下部	砂岩	0.00	0	-	-	-	採取できず(写真は砂岩)
12	98SMS11C012	10° 54.480' N	161° 32.865' E	1.867	1.848	1.831	南斜面下部	砂岩	0.00	0	-	-	-	採取できず(写真は砂岩)
13	98SMS11A013	10° 44.755' N	161° 25.156' E	2.042	1.921	1.928	南斜面下部	砂岩	0.01	-	-	-	-	採取できず(写真は砂岩)

付帯 第1表(2) サンプルリング結果概要

番号	採試点番号	採試点位置		経度	緯度	MBS水深(m)	C/D-BT水深(m)	C/D-BR水深(m)	地形区分	クラスタタイプ	採取量(kg)	LCコア長		コア長さ(mm)		母岩・核の岩石種類	岩石・岩石片及び底質物の種類(LC)
		緯度	経度									最大	最小	最大	最小		
1	98SMS12L001	8° 48.006' N	163° 30.030' E	4.545	4.528	4.521	真砂面中部	砂	砂	0.57	395	22	7	10	2722粒付、玄武岩	玄武岩の粘土	
2	98SMS12AD02	8° 44.310' N	163° 08.542' E	1.547	1.554	1.396	西砂面上部	砂	砂	41.52		40	0	23	砂	砂	
3	98SMS12AD03	8° 42.977' N	163° 12.584' E	1.573	1.655	1.373	西砂面上部	砂	砂	4.37		55	5	28	玄武岩	玄武岩、玄武岩、砂	
4	98SMS12AD04	8° 42.210' N	163° 14.860' E	1.990	1.974	1.667	西砂面上部	砂	砂	3.42		47	3	10	玄武岩、凝灰岩、砂	玄武岩、凝灰岩、砂	
5	98SMS12AD05	8° 42.310' N	163° 14.844' E	1.739	1.719	1.639	西砂面上部	砂	砂	5.64		85	1	9	玄武岩	砂、玄武岩	
6	98SMS12AD06	8° 47.695' N	163° 06.547' E	1.719	1.689	1.497	西砂面上部	砂	砂	0.09		10	1	6	凝灰岩、砂	砂、玄武岩、凝灰岩、砂	
7	98SMS12AD07	8° 47.495' N	163° 07.244' E	1.444	1.448	1.250	西砂面上部	砂	砂	194.80		140	1	44	凝灰岩、砂	砂	
8	98SMS12AD08	8° 49.465' N	163° 04.980' E	2.054	2.060	1.892	西砂面上部	砂	砂	17.88		96	5	34	玄武岩	砂	
9	98SMS12AD09	8° 48.701' N	163° 05.804' E	1.775	1.796	1.424	西砂面上部	砂	砂	0.85		22	1	11	玄武岩、凝灰岩、砂	砂	
10	98SMS12AD10	8° 49.602' N	163° 05.828' E	1.583	1.499	1.438	西砂面上部	砂	砂	1.02		92	1	19	玄武岩	砂	
11	98SMS12AD11	8° 51.455' N	163° 08.759' E	1.495	1.342	1.260	北山頂縁上部	砂	砂	6.64		60	7	39	M7027粒付	砂	
12	98SMS12AD12	8° 52.036' N	163° 11.679' E	2.114	1.983	2.039	北砂面上部	砂	砂	1.20		21	0	10	玄武岩	玄武岩、砂	
13	98SMS12AD13	8° 52.049' N	163° 11.715' E	1.707	1.716	1.497	北砂面上部	砂	砂	26.95		53	1	20	砂、玄武岩	玄武岩、砂	
14	98SMS12AD14	8° 45.035' N	163° 12.464' E	1.177	1.130	1.121	山頂部									有孔虫砂	
15	98SMS12AD15	8° 43.618' N	163° 16.045' E	1.393	1.372	1.300	真山頂縁上部					0				材料採取されず	
16	98SMS12AD16	8° 39.587' N	163° 07.930' E	2.319	2.268	2.054	西砂面中部	砂	砂	87.70		90	18	31	玄武岩、凝灰岩、砂	玄武岩、凝灰岩	
17	98SMS12AD17	8° 42.911' N	163° 10.270' E	1.325	1.273	1.279	南山頂縁上部	砂	砂	118.16		96	0	32	玄武岩、凝灰岩	玄武岩、凝灰岩	
18	98SMS12AD18	8° 44.322' N	163° 11.676' E	1.189	1.157	1.097	山頂部					27	1	14	凝灰岩、砂	凝灰岩	
1	98SMS13L001	8° 18.070' N	160° 25.125' E	4.089	4.029	4.021	西砂面下部	砂	砂	0.24		215	15	6	10	玄武岩、凝灰岩	玄武岩、凝灰岩、砂
2	98SMS13AD02	8° 19.567' N	160° 35.808' E	1.927	1.912	1.799	西砂面中部	砂	砂	0.26		22	1	6	玄武岩	玄武岩、凝灰岩、砂	
3	98SMS13AD03	8° 18.503' N	160° 31.694' E	2.524	2.527	2.200	西山頂縁上部	砂	砂	220.99		40	1	10	玄武岩、凝灰岩	玄武岩、凝灰岩	
4	98SMS13AD04	8° 15.237' N	160° 30.240' E	2.859	2.901	2.933	西砂面上部	砂	砂							玄武岩、凝灰岩	
5	98SMS13AD05	8° 11.657' N	160° 33.630' E	2.023	-	-	西山頂部					100	1	28	玄武岩、砂	玄武岩、凝灰岩、砂	
6	98SMS13AD06	8° 09.599' N	160° 31.878' E	2.394	2.289	2.082	西山頂縁上部	砂	砂	46.96		180	1	100	玄武岩	玄武岩、凝灰岩、砂	
7	98SMS13AD07	8° 05.486' N	160° 29.286' E	2.513	2.469	2.120	南西山頂縁上部	砂	砂	161.92		100	5	68	玄武岩、凝灰岩	玄武岩、凝灰岩	
8	98SMS13AD08	8° 03.627' N	160° 31.617' E	2.077	2.054	1.927	南西山頂縁上部	砂	砂	11.20		90	10	30	玄武岩	砂	
9	98SMS13AD09	8° 11.470' N	160° 34.599' E	1.861	1.897	1.816	中央山頂部	砂	砂	37.85		60	5	20	玄武岩、凝灰岩、砂	有孔虫砂	
10	98SMS13AD10	8° 10.239' N	160° 30.783' E	2.359	2.393	2.211	東山頂縁上部	砂	砂	1.73		30	1	14	玄武岩、凝灰岩	玄武岩、凝灰岩	
11	98SMS13L011	8° 12.621' N	160° 36.989' E	2.029	2.005	2.002	東山頂部					0					
12	98SMS13L012	8° 11.959' N	160° 33.343' E	2.079	2.082	2.077	西山頂部					0					
13	98SMS13AD13	8° 24.140' N	160° 35.906' E	2.509	2.464	2.459	北西山頂縁上部	砂	砂	5.29		26	2	8	玄武岩、凝灰岩	玄武岩、凝灰岩	
14	98SMS13AD14	8° 27.022' N	160° 39.972' E	2.813	2.746	2.785	北砂面上部	砂	砂	0.70		5	1	2	玄武岩	砂	
15	98SMS13AD15	8° 28.293' N	160° 40.138' E	3.120	-	-	北砂面上部	砂	砂	0.07		3	1	1	玄武岩	砂	

付帯 第2表(1) MS10地域で採取された岩石一覧表

サンプリング 番号	種別	深 度(m)		岩 種 名	記 記	事
		着底	離底			
98 AD 08	礫状クワスト母岩	1.415	1.391	玄武岩	無斑晶玄武岩亜角礫。	
AD 08	礫状クワスト母岩	1.415	1.391	玄武岩	無斑晶多孔質玄武岩角礫。	
AD 08	礫状クワスト母岩	1.415	1.391	玄武岩	斑晶質多孔質玄武岩角礫。	
AD 08	礫状クワスト母岩	1.415	1.391	有孔虫石灰質礫岩	礫は無斑晶玄武岩亜角～亜円礫。基質は燐酸化。	
AD 08	礫状クワスト母岩	1.415	1.391	有孔虫石灰質礫岩	礫は無斑晶玄武岩の亜円礫。	
AD 08	礫状クワスト母岩	1.415	1.391	有孔虫石灰質礫岩	礫は斑晶質と無斑晶質の玄武岩亜円礫。	
AD 08	礫状クワスト母岩	1.415	1.391	玄武岩	斑晶質が玄武岩玄武岩亜円礫。	
AD 08	礫状クワスト母岩	1.415	1.391	有孔虫石灰質礫岩	礫は斑晶が玄武岩玄武岩亜角礫。基質は燐酸化。	
AD 05	クワスト母岩	1.445	1.403	玄武岩	斑晶質(針状斜長石)が玄武質。	
AD 05	岩石	1.445	1.403	玄武岩	無斑晶・多孔質。	
AD 05	岩石	1.445	1.403	有孔虫石灰質礫岩	斑晶質が玄武岩玄武岩偏平礫を含む。	
AD 03	クワスト母岩	1.770	1.660	玄武岩	斑晶質・多孔質。	
AD 03	クワスト母岩	1.770	1.660	玄武岩	斑晶質・が玄武質。	
AD 03	岩石	1.770	1.660	玄武岩	斑晶質・多孔質。	
AD 03	岩石	1.770	1.660	玄武岩	斑晶質・が玄武質。	
AD 03	岩石(片)	1.770	1.660	凝灰岩	軽石質。	
AD 04	クワスト母岩	2.023	1.812	凝灰角礫岩	基質は玄武岩質凝灰岩、非斑晶・斑晶玄武岩角～亜角礫を取り込む。	
AD 04	クワスト母岩	2.023	1.812	凝灰角礫岩	基質は玄武岩質凝灰岩、非斑晶・斑晶質玄武岩角～亜角礫を取り込む。	
AD 04	クワスト母岩	2.023	1.812	玄武岩	無斑晶・が玄武質。	
AD 04	クワスト母岩	2.023	1.812	玄武岩	無斑晶・が玄武質。	
AD 04	クワスト母岩	2.023	1.812	凝灰角礫岩	玄武岩質。	
AD 04	クワスト母岩	2.023	1.812	有孔虫石灰岩	白色と褐色の2種あり。	
AD 04	岩石	2.023	1.812	玄武岩	微細な斜長石の針状結晶が分布。	
AD 04	岩石	2.023	1.812	凝灰角礫岩	基質は玄武岩質凝灰岩、非斑晶が玄武岩玄武岩角礫を取り込む。	
AD 04	岩石	2.023	1.812	有孔虫石灰岩	風化が進み、脆い。	
LC 01	ジュエルの核	5.516		凝灰岩	淡桃色を呈し、緻密で硬質。	

付帯第2表(2) MS11地域で採取された岩石一覧表

サンプリング 番号	種別	深度(m)		岩種名	記	事
		着床	離床			
98 AD 08	クラスト母岩	1,937	1,747	玄武岩	細粒。無斑晶。	
AD 08	岩石	1,937	1,747	玄武岩	ガラス質。無斑晶。	
CB 02	礫状クラスト母岩	2,019	1,912	玄武岩	細粒斑晶質。	
CB 02	礫状クラスト母岩	2,019	1,912	有孔虫石灰岩	燐酸塩化により硬質。	
CB 02	礫状クラスト母岩	2,019	1,912	玄武岩	細粒斑晶質。斜長石の針状結晶が顕著。	
AD 07	岩石	2,062	1,941	玄武岩	多孔質。無斑晶。	
CB 06	クラスト母岩	2,359	2,094	有孔虫石灰岩	泥質。軟質。マイクロノジュールを含む。	
CB 06	クラスト母岩	2,359	2,094	玄武岩	細粒緻密。まれに斜長石の針状結晶。	
CB 06	クラスト母岩	2,359	2,094	玄武岩	細粒緻密。まれに斜長石の針状結晶。	
CB 06	クラスト母岩	2,359	2,094	玄武岩	細粒緻密。斑晶質。	
CB 06	岩石	2,359	2,094	玄武岩	細粒。無斑晶。	
CB 06	岩石	2,359	2,094	有孔虫石灰岩	泥質。軟質。マイクロノジュールを含む。	
AD 09	クラスト母岩	2,500	2,462	玄武岩	細粒緻密。まれに斜長石の針状結晶。	
AD 09	クラスト母岩	2,500	2,462	有孔虫石灰岩	泥質。軟質。玄武岩片を含む。	
AD 09	岩石	2,500	2,462	玄武岩	細粒緻密。斑晶質。	
AD 10	ジュモの核	2,652	2,453	フォスフライト	硬質。マイクロノジュールを含む。	

付帯 第2表 (3) MS12地域で採取された石一覽表

サンプリング 番号	種別	深層(m)		岩種名	記	事
		層底	層頂			
98 AD 18	クラスト母岩	1,142	1,082	凝灰岩	軟質。Mnの染み込みあり。	
AD 18	ノースの核	1,142	1,082	有孔虫石灰岩	凝灰岩により変質。	
AD 17	標状クラスト母岩	1,258	1,264	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩母岩を含む。生物片あり。	
AD 17	標状クラスト母岩	1,258	1,264	玄武岩	多孔隙。要田礫。下記之岩と核を形成。	
AD 17	標状クラスト母岩	1,258	1,264	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩田礫を含む。凝灰質化し硬質。	
AD 17	標状クラスト母岩	1,258	1,264	凝灰岩	緑灰色。変質著しい。	
AD 17	標状クラスト母岩	1,258	1,264	凝灰岩	細粒均質。	
AD 17	ノースの核	1,258	1,264	玄武岩	斑晶多孔隙。	
AD 11	クラスト母岩	1,327	1,245	ハイアロクラスタイト	基質はガラス質。凝は玄武岩。全体に変質し褐色。	
AD 11	標状クラスト母岩	1,327	1,245	玄武岩	無斑晶多孔隙。	
AD 07	標状クラスト母岩	1,433	1,235	有孔虫石灰岩	細粒で凝灰硬質。均質で凝灰質化はみられない。	
AD 07	標状クラスト母岩	1,433	1,235	玄武岩	細粒無斑晶。下記岩石と要田礫層となる。	
AD 07	標状クラスト母岩	1,433	1,235	ハイアロクラスタイト	基質はガラス質玄武岩。凝は玄武岩岩花よびバミス。	
AD 07	岩石	1,433	1,235	玄武岩	無斑晶多孔隙。	
AD 10	クラスト母岩	1,484	1,423	玄武岩	斑晶多孔隙。透明凝灰物を含む。	
AD 02	クラスト母岩	1,539	1,371	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩要角一帯田礫を多量に含む。	
AD 02	クラスト母岩	1,539	1,371	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩要角一帯田礫を含む。白色凝灰物のがまを伴ふ。	
AD 02	クラスト母岩	1,539	1,371	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩要田礫を含む。凝灰質化により硬質。	
AD 02	岩石	1,539	1,371	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩要角凝灰物を含む。	
AD 03	クラスト母岩	1,540	1,358	玄武岩	斑晶ガラス質。風化が著しく、一部粘土化。	
AD 03	岩石	1,540	1,358	玄武岩	斑晶ガラス質。風化が著しく、一部粘土化。	
AD 03	岩石	1,540	1,358	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩凝灰物を含む。	
AD 06	岩石	1,674	1,472	有孔虫石灰岩	凝灰質化により硬質。	
AD 06	岩石	1,674	1,472	玄武岩	細粒凝灰。部分的に空孔あり。玄武岩要角一帯田礫を含む。	
AD 13	クラスト母岩	1,701	1,476	有孔虫石灰質凝灰岩	無斑晶多孔隙。	
AD 13	クラスト母岩	1,701	1,476	玄武岩	細粒凝灰。無斑晶。	
AD 05	クラスト母岩	1,704	1,624	凝灰石灰岩	粗粒で空孔が多くボツボツ状。凝灰質化により硬質。	
AD 05	岩石	1,704	1,624	玄武岩	無斑晶多孔隙。	
AD 09	ノースの核	1,781	1,409	玄武岩	無斑晶多孔隙。	
AD 09	ノースの核	1,781	1,409	玄武岩	細粒凝灰無斑晶。	
AD 09	ノースの核	1,781	1,409	ハイアロクラスタイト	生物片に富む。	
AD 09	ノースの核	1,781	1,409	石灰岩	玄武岩は硬質。玄武岩要角一帯田礫を含む。玄武岩要角一帯田礫が凝灰。	
AD 04	クラスト母岩	1,959	1,842	凝灰質凝灰岩	無斑晶多孔隙。空孔をカルサイトが充填。	
AD 04	クラスト母岩	1,959	1,842	玄武岩	無斑晶多孔隙。風化により脆弱化。	
AD 04	岩石	1,959	1,842	玄武岩	多孔隙。若干の斑晶を認める。風化により灰色。	
AD 04	岩石	1,959	1,842	玄武岩	玄武岩凝灰物を含む。	
AD 04	岩石	1,959	1,842	有孔虫石灰質凝灰岩	無斑晶多孔隙。	
AD 12	クラスト母岩	1,968	2,024	玄武岩	生物片に富む。玄武岩細片を混入する。	
AD 08	クラスト母岩	2,045	1,877	石灰岩	斑晶ガラス質。亀裂多く、加付石が充填。	
AD 16	クラスト母岩	2,253	2,039	玄武岩	斑晶多孔隙。リビンを認める。	
AD 16	標状クラスト母岩	2,253	2,039	玄武岩	玄武岩要角。岩片、クラスト片を含む。基質は凝灰質化。	
AD 16	標状クラスト母岩	2,253	2,039	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩要角。岩片、クラスト片を含む。基質は凝灰質化。	
AD 16	岩石	2,253	2,039	有孔虫石灰質凝灰岩	玄武岩要角。岩片、クラスト片を含む。基質は凝灰質化。	
LC 01	ノースの核	4,528		フオスフオライト	硬質。	
LC 01	ノースの核	4,528		玄武岩	細片。	

付帯 第2表(4) MS13地域で採取された岩石一覽表

サンプリング番号	種別	深さ(m)		岩種名	記事
		層深	底深		
98 AD 09	クラスト母岩	1,822	1,801	青孔虫石灰岩	泥質で脆弱。マイクロジュニールを含む。やや溶融硬化。
AD 09	礫状カスト母岩	1,822	1,801	玄武岩	細粒多孔質で、斜長石の針状結晶。空孔にハート状塊。
AD 09	パースの核	1,822	1,801	玄武岩	細粒多孔質。斜長石の針状結晶。
AD 09	パースの核	1,822	1,801	フォスフォライト	白色。硬質。
AD 09	岩石	1,822	1,801	青孔虫石灰岩	泥質で脆弱。マイクロジュニールを含む。やや溶融硬化。
AD 02	クラスト母岩	1,897	1,784	玄武岩	細粒緻密。斜長石の針状結晶が顕著。
AD 02	パースの核	1,897	1,784	玄武岩	無鉄晶細粒緻密。
AD 02	岩石	1,897	1,784	凝灰岩	細粒。
AD 02	岩石	1,897	1,784	青孔虫石灰岩	泥質で脆弱。
AD 05	クラスト母岩	2,033	1,885	青孔虫石灰岩	基質は泥質で軟質。塊は玄武岩。783747101, ジュニール。
AD 05	クラスト母岩	2,033	1,885	青孔虫石灰岩	基質は泥質で軟質。塊は玄武岩。石灰岩重角塊。
AD 05	クラスト母岩	2,033	1,885	青孔虫石灰岩	玄武岩色塊を含む。基質は細粒硬化して硬質。
AD 05	クラスト母岩	2,033	1,885	玄武岩	細粒緻密。鉄晶質だが、鉄晶は不明。
AD 05	パースの核	2,033	1,885	玄武岩	細粒緻密。鉄晶質だが、鉄晶は不明。
AD 05	パースの核	2,033	1,885	フォスフォライト	基質は泥質で軟質。塊は玄武岩細粒。
AD 05	岩石	2,033	1,885	青孔虫石灰岩	細粒緻密。鉄晶質だが、鉄晶は不明。
AD 05	岩石	2,033	1,885	玄武岩	細粒緻密で無鉄晶。
AD 06	礫状カスト母岩	2,039	1,912	玄武岩	細粒緻密で無鉄晶。
AD 06	クラスト母岩	2,274	2,067	玄武岩	鉄晶多孔質。鉄晶は不明。
AD 06	クラスト母岩	2,274	2,067	玄武岩	鉄晶多孔質。鉄晶は不明。
AD 06	パースの核	2,274	2,067	玄武岩	鉄晶多孔質。鉄晶は不明。
AD 06	岩石	2,274	2,067	玄武岩	鉄晶多孔質。鉄晶は不明。
AD 10	ジュニールの核	2,318	2,196	玄武岩	細粒緻密で無鉄晶。
AD 10	ジュニールの核	2,318	2,196	フォスフォライト	白色。硬質。マイクロジュニールを含む。
AD 13	クラスト母岩	2,449	2,424	玄武岩	細粒多孔質で無鉄晶。空孔の一部を方解石が充填。
AD 13	クラスト母岩	2,449	2,424	青孔虫石灰岩	白色。泥質で軟質。
AD 13	岩石	2,449	2,424	玄武岩	細粒多孔質で、無鉄晶。
AD 07	礫状カスト母岩	2,454	2,105	青孔虫石灰岩	風化した玄武岩細粒を含む。基質は細粒硬化。
AD 07	礫状カスト母岩	2,454	2,105	玄武岩	亀裂が発達し、亀裂を細粒硬物が充填。
AD 07	礫状カスト母岩	2,454	2,105	フォスフォライト	白色。硬質。
AD 07	パースの核	2,454	2,105	玄武岩	
AD 07	パースの核	2,454	2,105	フォスフォライト	
AD 03	クラスト母岩	2,512	2,185	玄武岩	細粒無鉄晶多孔質。
AD 03	クラスト母岩	2,512	2,185	玄武岩	細粒多孔質で、まれに斜長石の針状結晶。
AD 03	礫状カスト母岩	2,512	2,185	玄武岩	細粒多孔質で、まれに斜長石の針状結晶。
AD 03	パースの核	2,512	2,185	玄武岩	細粒無鉄晶多孔質。
AD 14	クラスト母岩	2,731	2,770	玄武岩	細粒緻密で無鉄晶。
AD 14	岩石	2,731	2,770	玄武岩	細粒緻密で無鉄晶。
AD 14	岩石	2,731	2,770	青孔虫石灰岩	定質で脆弱。断面にパイプ状の空隙あり。
AD 04	岩石	2,886	2,318	玄武岩	細粒緻密。斜長石の針状結晶が顕著。
AD 04	岩石	2,886	2,318	凝灰岩	細粒緻密。風化により粘土化。
AD 04	岩石	2,886	2,318	青孔虫石灰岩	泥質で脆弱。マイクロジュニールを含む。
AD 15	クラスト母岩	3,120	2,910	青孔虫石灰岩	泥質だが塊状分を混入する。風化により褐色を呈す。
LC 01	パースの核	4,017		玄武岩	無鉄晶多孔質。
LC 01	パースの核	4,017		凝灰岩	細粒緻密。

付帯 第3表(1) 岩石の薄片観察記載

サンプル名：SMS10AD03T01				
岩石名：ガラス質玄武岩				
肉眼記載：茶褐色，破砕状で脆弱である。針状の斜長石が認められる。白色の微細脈が全体に発達している。碎屑物状の乳白色粘土鉱物がみられる。				
顕微鏡記載				
岩石組織：斑晶状，多孔質。斑晶・石基の斜長石が弱い流理構造を示す。スメクタイトが岩石中の空隙を充填し，球果状～杏仁状組織を示す。				
斑晶鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	長柱状	2.4×0.4mm	10～20%	弱変質，長柱状で双晶がみられる。
石基記載：隠微晶質～ガラス質				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
火山ガラス	不定形		50～60%	弱い脱ハリ化，全体ガラス質
変質状況：変質の程度は中位である。火山ガラスが，一部スメクタイトなどの粘土鉱物に変質（弱変質）する。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	不定形	0.01mm	微量	火山ガラス部にわずかに生成，一部脈状。
シリカ鉱物	片状～束状	～0.1mm	10～20%	片状～束状集合体，空隙を充填。
	不定形，粒状，脈状	～0.03mm	微量	火山ガラス部にわずかに生成，一部脈状。

サンプル名：SMS10AD05T01				
岩石名：変質玄武岩				
肉眼記載：赤褐色，自破砕状を呈する。白色粘土質（又は石英？）細脈が網状に発達する。また，微化石を含む灰紫色粘土質細脈も発達する。				
顕微鏡記載				
岩石組織：斑晶状組織。斑晶の斜長石が流理構造を示す。				
斑晶鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	長柱状，半自形	0.3×1.8mm	20～25%	比較的新鮮
かんらん石	短柱状，半自形	0.3×0.7mm	10%	仮像
単斜輝石		0.3×0.6mm	10%	仮像
石基記載：火山ガラスは完全～脱ハリ化で，スメクタイトに変質している。一部シリカ鉱物がマトリックス中にみられる。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	片状，羽毛状	～0.1mm	60～70%	基質部に生成
シリカ鉱物	球果～脈状	～0.02mm	～5%	
変質状況：変質の程度は強い。火山ガラス質基質が，一部脱ハリ，スメクタイト化，弱珪化。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	片状	～0.1mm	60～70%	石基部と同一
シリカ鉱物	羽毛状，球果～脈状	～0.02mm	5%	石基部と同一

付帯 第3表(2) 岩石の薄片観察記載

サンプル名：SMS10AD08T03				
岩石名：かんらん石玄武岩				
肉眼記載：茶褐色を呈し、白色細脈が発達する。サンプル表面に、長柱状自形結晶片がみられる。黒色、白色球果状組織発達する。				
顕微鏡記載				
岩石組織：球果状組織、微斑晶状組織を示す。				
斑晶鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	長柱状、半自形	0.3×0.4mm	～5%	変質を受け石英、スメクタイト化
石基記載：単斜輝石、不透明鉱物、ガラス基質が認められる。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
単斜輝石	不定形、長柱状	0.08×0.02mm	～60%	未変質
不透明鉱物	他形、粒状	～0.05mm	～10%	基質部に散在
火山ガラス	不定形	～0.03mm	微量	弱い脱ハリ化・スメクタイト形成
変質状況：変質の程度は中位である。スメクタイト化（ガラス質基質）、イデイングサイト化（かんらん石を交代）が認められる。スメクタイトなどの脈が発達。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	仮像交代羽毛状	～0.02mm	～5%	火山ガラス、斜長石斑晶交代
イデイングサイト	仮像交代脈状	～0.02mm	～5%	かんらん石交代

サンプル名：SMS11AD06T01				
岩石名：斑晶質球果状かんらん石玄武岩				
肉眼記載：茶褐色で緻密な粘土質である。白色長柱状斜長石斑晶からなる。表面部に黒色網状脈発達。				
顕微鏡記載				
岩石組織：斑晶状、ガラス質基質。斑晶・石基の斜長石が、弱い流理構造を示す。岩石中の孔隙をスメクタイト・方解石が充填し、球果状～杏仁状組織を示す。				
斑晶鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	自形～半自形	0.9×1.3mm	～10%	変質して仮像化（スメクタイト化）
かんらん石	自形～半自形	0.9×1.3mm	～10%	新鮮なものが残存するが、多くは仮像化（スメクタイト、イデイングサイト）
石基記載：ガラス質基質で、斜長石、不透明鉱物より構成される。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
火山ガラス	不定形		20～30%	脱ハリ化が一部認められる。
斜長石	自形～半自形	0.05×0.2mm	～30%	片状～束状集合体、充填状
不透明鉱物	繊維状	0.05×0.1mm	5～10%	マトリックス部に散在
変質状況：変質の程度は中位である。斑晶鉱物は、ほとんどスメクタイトなどの粘土鉱物に変質する。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	仮像、片状、球果状	～1mm	～10%	斜長石、かんらん石と仮像交代孔隙を充填
方解石	球果状	～1mm	～1%	孔隙を充填
イデイングサイト	仮像、片状	～0.02mm	微量	かんらん石と仮像交代

付帯 第3表(3) 岩石の薄片観察記載

サンプル名：SMS11AD03T01				
岩石名：微斑晶球果状かんらん石玄武岩				
肉眼記載：茶緑褐色を呈し、緻密である。帯黒褐色球果状組織が認められる。表面に白色皮殻状物質がみられる。				
顕微鏡記載				
岩石組織：ガラス質、微斑晶状。岩石中の孔隙をスメクタイトが充填し、球果状～杏仁状組織を示す。				
斑晶鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	長柱状、半自形	0.4×2.0mm	10～15%	新鮮。
かんらん石	短柱状、半自形	0.6×1.0mm	～5%	変質、仮像（イディングサイト化）
石基記載：ガラス質で、斜長石、不透明鉱物からなる。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	針状、半自形	0.01×0.2mm	15～20%	比較的新鮮
不透明鉱物 火山ガラス	微粒状 不定形	～0.03mm	～10% ～40%	マトリックス部に散在
変質状況：変質の程度は弱い。かんらん石斑晶が仮像変質、基質部の脱ハリ化作用は弱い。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	放射状～球果状	～0.5mm	5～10%	空隙を充填、中心は容洞状
イディングサイト シリカ鉱物	細片状 微粒状	～0.02mm ～0.01mm	少量 少量	かんらん石の仮像を示し、変質鉱物として生成 一部脈状

サンプル名：SMS12AD01T03				
岩石名：斑晶質球果状かんらん石玄武岩				
肉眼記載：赤褐色を呈する。多孔質（発泡？）で、表面には赤黄褐色皮殻あり。粗粒（最大7mm）斑晶（斜長石）がみられる。				
顕微鏡記載				
岩石組織：斑晶状、ガラス質基質、多孔質。岩石中の空隙をスメクタイトが充填し、球果状～杏仁状組織を示す。斑晶・石基の斜長石が、明瞭な流理構造を示す。				
斑晶鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	半自形、柱状	最大 2.4 × 0.4mm	～20%	巨斑晶、双晶、累帯構造は弱い
かんらん石	半自形、短柱状	最大 1.0 × 0.6mm	～10%	仮像を呈し、スメクタイト生成
単斜輝石	半自形、短柱状	最大 0.8 × 0.6mm	～10%	仮像を呈し、スメクタイト生成
石基記載：ガラス質基質、虫食い状斜長石が発達。基質部には球果状～多孔質構造発達。不透明鉱物がみられる。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
火山ガラス 斜長石	充填状 長柱状～針状	0.1×0.02mm	～10% ～40%	弱い脱ハリ化作用。 明瞭な流理構造がみられる。
不透明鉱物	他形 微粒状	0.05～0.1mm	～10%	基質部に散在
変質状況：全体としては、斑晶有色鉱物を除けば、弱変質。脱ハリ化作用も弱い。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	片状、束状	0.01～0.05mm		有色鉱物（かんらん石、単斜輝石）の仮像部に交代変質鉱物として生成。また孔隙の充填鉱物として発達。

付帯 第3表(4) 岩石の薄片観察記載

サンプル名：SMS12AD07T01				
岩石名：玄武岩質火砕岩				
肉眼記載：粗粒角礫～亜角礫状。礫径は最大約8cm。礫種は玄武岩質で変質程度が異なるものが二種類ある。礫の一部は(周囲が)脱色化変質。石英脈・燐灰石脈発達する。基質部はガラス質～砂質と多様である。				
顕微鏡記載				
岩石組織：破砕礫状。				
礫記載：斑晶は全て変質し、スメクタイト化(豆石状・魚卵状・球果状)。強変質の礫では、石基もスメクタイト化。弱変質の礫では、一部火山ガラスが残存する。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
火山ガラス	不定形		～5%	弱変質の礫のみ残存
基質記載：ガラス質～砂質の基質、無斑晶。スメクタイト、シリカ鉱物、緑泥石変質。石英脈、燐灰石脈発達(下記の量比は基質中におけるもの)。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	半自形柱状	0.01～0.05mm	～5%	一部変質
火山ガラス	不定形		～25%	
変質状況：礫においては、著しい脱ハリ化を伴う変質をうけており、斑晶と呼べるものは存在しない。豆石状、魚卵状～球果状組織のスメクタイトが生成する。礫には変質の程度の差が認められる。基質ではスメクタイト、シリカ鉱物、緑泥石化変質が認められる。全体的に変質は強い。				
変質鉱物記載：記載は基質中におけるものとする				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	(礫中)豆石状、球果状他(基質中)コロフォーム状	0.2～0.5mm ～0.1mm	～20% ～45%	豆石状、球果状スメクタイトをコロフォーム状に被覆し、同質のスメクタイトが発達。火山ガラスの変質鉱物
シリカ鉱物 緑泥石	微粒状脈状	～0.05mm ～0.1mm	微量 微量	基質に生成、一部非晶質、球果状～杏仁状。基質中に脈状に発達

サンプル名：SMS12AD16T01				
岩石名：玄武岩質火砕岩・含グロビグリナ炭酸塩質砂質泥岩				
肉眼記載： 亜角礫状の玄武岩質火砕岩からなる。玄武岩質火砕岩の礫種は多様(玄武岩質礫・含グロビグリナ炭酸塩質砂質泥岩礫)。玄武岩質礫は変質程度が異なる。基質部はガラス～砂質。				
顕微鏡記載				
岩石組織：破砕礫状。				
礫記載：玄武岩礫は強変質を受け、無斑晶。石基も大部分がスメクタイト化変質。変質が弱い礫では、斜長石が残存。含グロビグリナ炭酸塩質砂質泥岩礫は、放散虫などの微化石も含む。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	半自形柱状	～0.05mm	～5%	弱変質の礫の石基のみ残存。
方解石	微化石		～30%	砂質泥岩礫中に含まれる。
基質記載：ガラス～砂質。玄武岩質礫と比べ、変質は弱い。火山ガラスが一部、スメクタイト、シリカ鉱物に変質。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
火山ガラス	不定形		～30%	一部がスメクタイト、シリカ鉱物に変質。
変質状況：礫においては、変質程度は強く、スメクタイトが発達。基質においては、変質程度は弱く、火山ガラスが残存。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	隠微晶質	～0.01mm	～30%	礫中・基質中に認められる。
シリカ鉱物	他形		～5%	基質中に認められる。

付帯 第3表(5) 岩石の薄片観察記載

サンプル名：SMS13AD02T02				
岩石名：ハイアロクラスタイト				
肉眼記載： 褐色を呈するハイアロクラスタイト。礫は含まれない。粗粒状～豆石状で、部分的に孔隙（内側乳白色皮殻）が認められる。				
顕微鏡記載				
岩石組織：破砕状，網状脈発達。ポケット状方解石				
砕屑物記載：粘土鉱物，不透明鉱物から構成される。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
粘土鉱物	コロフォー ム状	～0.05mm	20～ 30%	破砕粒子として，またセメント物質として生成。 破砕粒状に発達。
不透明鉱物	微粒状	～0.02mm	～20%	
基質記載：極微量に微化石の破片状のもの（種不明）が認められる。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
方解石	球状	～0.1mm	微量	ポケット状集合体，派生細脈として発達。
火山ガラス	不定形		～20%	
変質状況：変質程度は中位である。基質部にスメクタイト鉱物や，シリカ鉱物がセメント物質として生成（コロフォーム状，充填状）。続成作用の産物と考えられる。また，これらの鉱物は細脈としても発達する。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	コロフォー ム状	0.01～0.05mm	～20%	砕屑粒子の変質物あるいはセメント物質。細脈も発達。 スメクタイトと共に生成。細脈も発達。 破砕粒子間に充填状に発達。
シリカ鉱物	他形微粒状 集合体	～0.01mm	～5%	
	微粒状 他形	～0.01mm	5～10%	

サンプル名：SMS13AD03T01				
岩石名：無斑晶多孔質玄武岩				
肉眼記載：茶褐色を呈し，緻密，多孔質，（レンガ状岩相）である。部分的に灰白色充填物がみられる。				
顕微鏡記載				
岩石組織：無斑晶質で多孔質。石基の斜長石は弱い流理構造を示す。ガラス質～隠微晶質基質からなる。岩石中の孔隙をスメクタイトが充填し，球果状～杏仁状構造を示す。				
斑晶鉱物記載：基本的には無斑晶である。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	半自形 粒状	0.1×0.2mm	～2%	極少量（脱落？）。 仮像状で粘土鉱物生成。
単斜輝石	半自形 粒状	0.8×0.2mm	～2%	
石基記載：全体としてガラス質～隠微晶質である。				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
斜長石	針状～長柱 状	0.02×0.4mm	～40%	急速成長（急冷却物？）。 基質部に少量みられる。
シリカ鉱物	隠微晶質	～0.01mm	～10%	
不透明鉱物 火山ガラス	不定形		～10% ～30%	
変質状況：斑晶では単斜輝石が粘土化（スメクタイト）し，変質は顕著である。部分的に基質部も粘土化（スメクタイト）。しかし，変質は全体的に弱い。				
変質鉱物記載：				
鉱物名	形態	粒径	量比	記載
スメクタイト	片状～板状	0.01～0.05mm	～5%	斑晶の単斜輝石を仮像交代。また，基質部で プール状～パッチ状に生成。 孔隙を充填
	球果状	0.4～0.6mm	～5%	

付帯 第4表 FDC調査実績

地域名	測線名	項目	実施月日・時間 (UTC)	或航体位置		水深 (m)	概略位置	観測時間 (h:m)	観測距離 (m)	撮影写真 有効枚数	8mmVTR (巻)
				緯度(N)	経度(E)						
MS10	98SMS10FDC01	投入	5月12日 20:56	12° 23.160' N 12° 24.553' N	158° 39.471' E 158° 41.529' E	1,396 2,816	海山北側縁辺部 北東斜面中部	2:50	2.5	150	2
		捕底	5月12日 21:32								
		離底	5月13日 00:22								
		揚収	6月18日 01:27								
MS11	98SMS11FDC01	投入	5月18日 20:55	10° 57.339' N 10° 57.276' N	161° 30.822' E 161° 34.053' E	1,611 2,919	海山東側縁辺部 東斜面下部	2:56	3.2	142	2
		捕底	5月18日 21:34								
		離底	5月19日 00:30								
		揚収	5月19日 01:29								
MS12	98SMS12FDC01	投入	5月25日 20:58	8° 43.282' N 8° 42.719' N	163° 09.470' E 163° 11.598' E	1,066 1,385	海山南側山頂 南東斜面上部	1:40	2.2	82	1
		捕底	5月25日 21:28								
		離底	5月25日 23:08								
		揚収	5月25日 23:43								
	98SMS12FDC02	投入	5月26日 00:12	8° 43.583' N 8° 43.620' N	163° 15.502' E 163° 17.944' E	1,300 2,564	海山東側縁辺部 東側斜面中部	2:18	2.4	90	2
		捕底	5月26日 00:45								
		離底	5月26日 03:03								
		揚収	5月26日 03:54								
MS13	98SMS13FDC01	投入	6月4日 20:56	8° 10.447' N 8° 09.310' N	160° 34.849' E 160° 36.782' E	1,458 2,707	海山北側縁辺部 北東斜面下部	2:20	2.2	102	2
		捕底	6月4日 21:38								
		離底	6月4日 23:58								
		揚収	6月5日 00:52								
	98SMS13FDC02	投入	6月5日 02:47	8° 27.502' N 8° 28.423' N	160° 37.472' E 160° 38.932' E	2,633 3,287	海山南側山頂 南東斜面中部	2:01	1.7	90	2
		捕底	6月5日 03:39								
		離底	6月5日 05:40								
		揚収	6月5日 06:45								