

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

本報告書では、コバルトリッチクラストを伴う採取物の形態によりコバルトリッチクラストをクラスト、碟状クラスト、ノジュールの3種類に分類し、コバルトリッチクラストの断面組織により外殻、内殻、最内殻の3層に区分する。図5-1-1にコバルトリッチクラストの代表的な写真を示す。

(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及び母岩岩石の形態に従い、下記の3種類に分類する。さらに、コバルトリッチクラストが非常に薄い場合、コーティング状またはくすみ状を分類名の頭に付ける。コーティング状とは、厚さ1mm以下のマンガン酸化物が全体的に岩石を覆い、黒色を呈するものである。くすみ状とは、マンガン酸化物が岩石にわずかに付着する程度で、暗褐色～褐色を帯びるものである。

① クラスト (図5-1-1, 写真A, B)

クラストは、母岩岩石の上側表面～側面がマンガン酸化物で覆われており、下側底面はマンガン酸化物で覆われず、岩石が露出しているものである。コバルトリッチクラストは1～3層に区分され、厚いものほど多層に区分される傾向がある。

コバルトリッチクラストは岩盤表面に直接生成する場合と二次的堆積物の表面に生成する場合がある。コバルトリッチクラストが厚く発達する場合、表面はブドウ状 (botryoidal) 構造 (同写真) を呈することが多い。母岩岩石は、玄武岩、玄武岩質火砕岩、石灰岩などが多い。同図写真Bでは岩石は採取されていない。

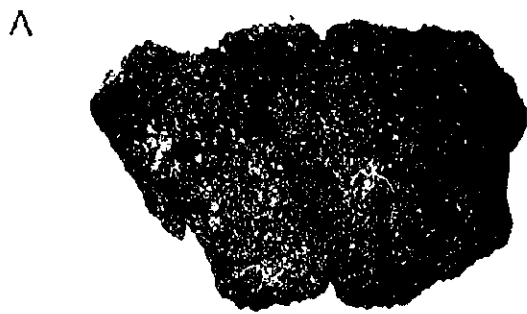
② 碟状クラスト (図5-1-1, 写真C～F)

碟状クラストは碟形を呈し、全表面がマンガン酸化物で覆われており、内部に核となる岩石等が存在するもので、長径が8cm以上のものである。コバルトリッチクラストは1～3層に区分され、厚いものほど多層に区分される傾向がある。

コバルトリッチクラストは溶岩片、礫化した岩石、崖錐性堆積物、転石など岩盤から分離した岩石の全体を覆い生成する。一般的に、上側表面の方が下側裏面よりもコバルトリッチクラストは厚く、上側はブドウ状構造、下側は顆粒状 (granule) 構造を呈する。コバルトリッチクラストが厚く発達したものは、しばしば楕円体を呈する。母岩岩石は、玄武岩質火砕岩、礫岩、石灰岩などが多い。

③ ノジュール (図5-1-1, 写真G, H)

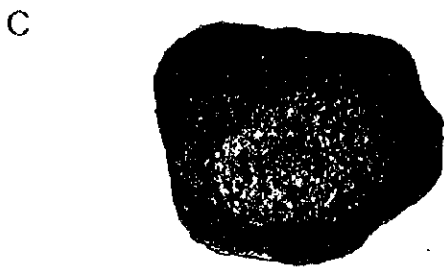
ノジュールは全表面がマンガン酸化物で覆われており、長径が8cm未満のものである。径が小さいため、一般にコバルトリッチクラストは薄く単層であるが、まれに碟状クラスト



クラスト 表面：ブドウ状 (MC10CB06)



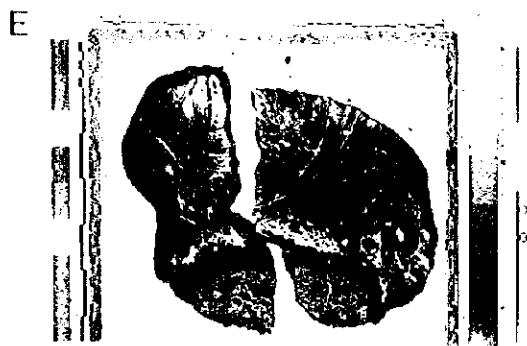
クラスト 切断面：下側空隙に軟泥充填 (同左)



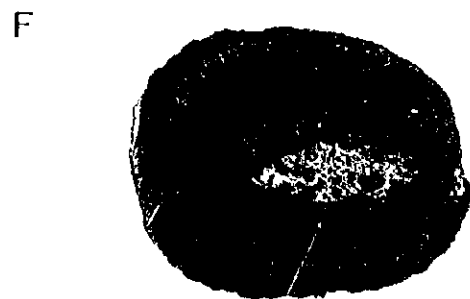
礫状クラスト 表面：顆粒状 (MC10CB07)



礫状クラスト 裏面：顆粒状 (同左)



礫状クラスト 切断面：3層 (同上)
母岩はハイアロクラスタイト



礫状クラスト 切断面：3層 (MC08CB05)
母岩はハイアロクラスタイト



ノジュール 表面：ブドウ状 (MC10CB19)



ノジュール 切断面：1層 (同左)

図5-1-1 コバルトリッチクラストの写真

トと同様に多層からなることがある。

礫状クラストと同様に、コバルトリッチクラストは岩盤から遊離した小岩片の全体を覆い生成する。しばしば、核となる岩片等が存在しないことがある（同図写真Hの上列中央）。形状は、球状、扁平状、板状、不定形状などを呈する。表面形態はブドウ状を呈することが多いが、コバルトリッチクラストの厚さ及びノジュールの形状により様々に変化する。核となる岩石は多様で、玄武岩、玄武岩質火砕岩、砂岩、泥岩、石灰岩、燐灰岩、コバルトリッチクラスト片、有孔虫砂などである。

(2) コバルトリッチクラストの層区分

コバルトリッチクラストがある程度の厚さをもつ場合、断面組織及び性状によりコバルトリッチクラストは多層に区分される。通常は外殻と内殻の2層に区分される（図5-1-1、写真B）が、しばしばこれらの内側にもう1層が存在し、3層に区分される（図5-1-1、写真F）ことがある。各層はコバルトリッチクラストの生成年代、生成の場、成長速度などの違いを反映する。本報告書では、コバルトリッチクラストを下記の3層準（外殻、内殻、最内殻）に区分し、層別の化学分析、各種試験及び統計処理を行っている。各層の内眼的な一般的特徴は以下のとおりである。

① 外 殻

外殻はコバルトリッチクラストの表層部に相当し、表面形態はブドウ状～顆粒状を呈する。断面組織はやや緻密で破断面が光沢をもつ場合と、空隙に富み褐色酸化鉄の汚染を伴う場合がある。コバルトリッチクラスト層厚が薄い場合、内殻及び最内殻が欠如して岩石を直接覆う。

図5-1-1の写真Bでは、淡褐色の充填物を伴わない上層部分、写真Hでは岩石核を覆う全体に相当する。

② 内 殻

内殻は外殻の内側の層準で、最内殻が欠如する場合、岩石を直接覆う。破断面がやや粗く、コバルトリッチクラストの成長方向に平行な空隙に富み、未固結の軟泥が取り込まれていることが多い。外殻との境界部は褐色酸化鉄の汚染を伴い、内殻の外側輪郭が外殻表層と同じようなブドウ状の断面構造を呈することがある。最内殻との境界部には空隙が多く、軟泥が取り込まれ褐色酸化鉄汚染を伴うことが多い。

図5-1-1の写真Bでは、淡褐色の軟泥で充填される下層部分、写真Fでは楕円状に淡褐色を呈する外よりの2層間に相当する。

③ 最内殻

最内殻は内殻の内側の層準で、岩石を直接覆う。最内殻は欠如することが多い。断面組織は非常に緻密質かつ硬質で、破断面は光沢を有する。岩石に近い部分は網状の淡褐色～

白色燐灰岩を伴うことがあり、これは空隙を充填した軟泥が燐酸塩化したものである。一方、不純物を含まない部分は極薄層の縞状構造を呈することがある。外側の内殻との境界は不規則な断面形態を示すことが多く、不整合の場合もある。

図5-1-1の写真Eでは、下端の灰褐色を呈する岩石上側のやや褐色を帯びる層準及びこの上側に白色燐灰岩を挟んで山形を呈する黒色の層準に相当する。

5-2 海底観察結果 (FDC)

各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目的で、TVカメラ搭載の深海曳航式カメラシステム (FDC) の調査を実施した。FDC測線は、MBS音圧イメージ図において音圧の高い (コバルトリッチクラストが分布する) 部分を縦断するように設定した。具体的には、海山の山頂部または平頂縁辺部から海山斜面部を最大斜度方向に下るような測線とした。曳航方向は海流や風向きにより北西～西～南西方向に限定されたため、測線の多くは海山の北西～南西側斜面に設定されている。測線数は、MC03, MC04, MC07～MC10の6地域で各1～2測線、合計9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、調査結果を付帯第1表に、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4図(1)～(9)に示す。

各地域毎に各測線のTVカメラによる観察結果を以下に記す。コバルトリッチクラストの記載は、前項の分類に従う。クラスト露出率とは、コバルトリッチクラスト (クラスト、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、1分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幅は約3mである。

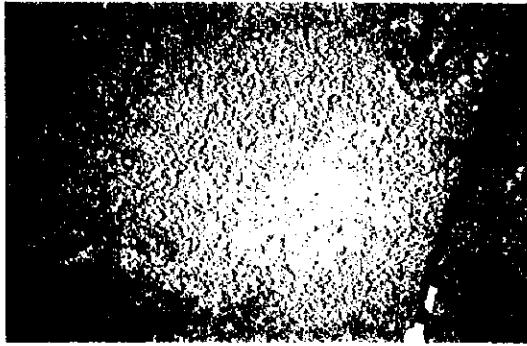
(1) MC03地域

1) 97SNC03FDC010

測線は海山西部の北西斜面に位置し、海山山頂部 (水深980m) から斜面中部 (水深2,751m) に至る。測線 (曳航観察) 方向は水深約2,300mまでは北西方向、これより以深では曳航方向が変わったため北東方向となり、逆L字型を呈する。観測距離は3.8マイルである。

地形的には、山頂部で急崖が多く、斜面上部や中部でも落差5m程度の崖や階段状の小さな段差が形成されている。水深1,500m以浅の山頂部と2,500m前後の斜面中部で傾斜が急で、この間の斜面上部では緩い。

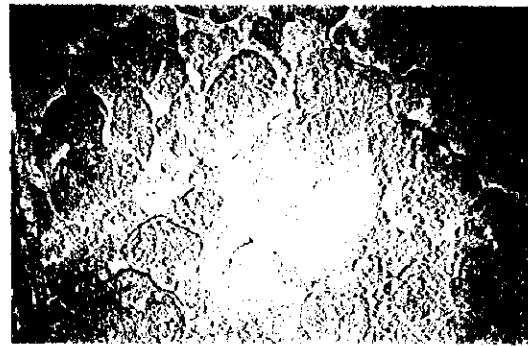
クラストは山頂部、山頂下部の水深1,500m前後、斜面上部の水深2,100m前後及び斜面中部の水深2,350～2,750mで卓越して露出する。露出率は、それぞれ約90%, 50%, 70%, 40%である。礫状クラストは、山頂直下の水深1,100m前後及び斜面上部の水深1,950m前



97SMC07FDC01

クラスト

平頂部小丘部 水深1,569m
6° 01.590' N 157° 25.459' E



97SMC10FDC01

クラスト・コブ状

斜面上部 水深2,110m
9° 55.558' N 148° 12.971' E



97SMC08FDC01

クラスト

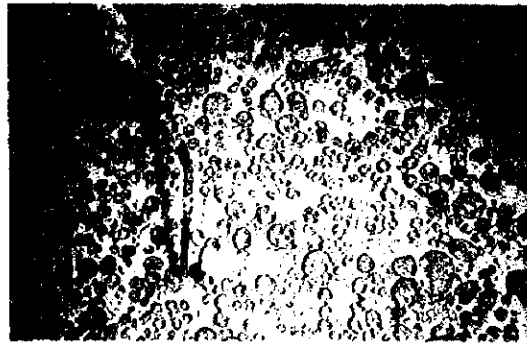
平頂縁辺部 水深2,084m
10° 21.929' N 156° 44.861' E



97SMC10FDC01

礫状クラスト・崖錐角礫状

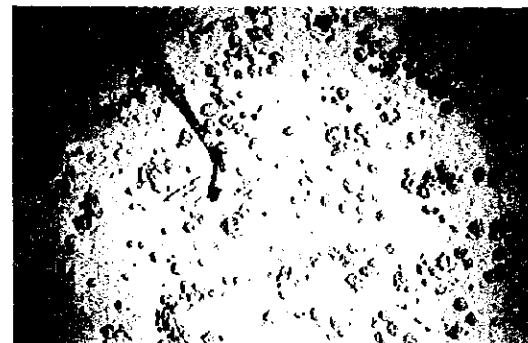
斜面中部 水深2,319m
9° 56.106' N 148° 11.275' E



97SMC08FDC02

礫状クラストとノジュール

平頂部小丘部 水深2,111m
10° 26.129' N 156° 40.416' E



97SMC08FDC01

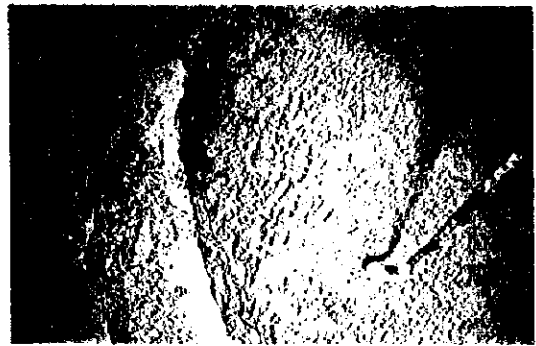
ノジュール

平頂縁辺部 水深2,143m
10° 22.174' N 156° 45.058' E

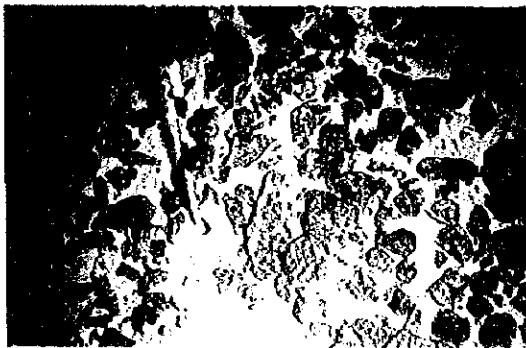
図5-2-1 (1) 海底観察による海底写真



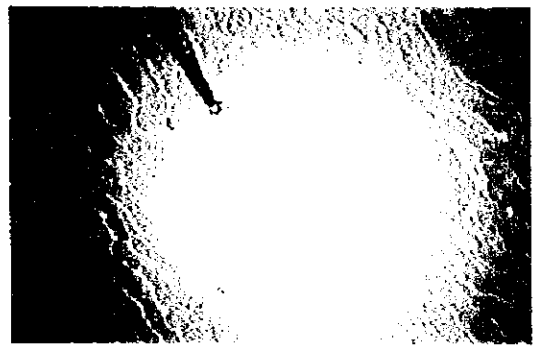
97SMC03FDC011
 崖とクラスト
 斜面下部 水深2,801m
 6° 19.537' N 141° 29.252' E



97SMC07FDC01
 階段状のクラスト
 斜面上部 水深2,028m
 6° 02.385' N 157° 22.880' E



97SMC03FDC010
 石灰岩のコーティング状様
 山頂部 水深1,084m
 6° 17.872' N 141° 32.187' E



97SMC10FDC01
 有孔虫砂とリップルマーク
 平頂縁辺部 水深2,205m
 9° 55.610' N 148° 12.608' E



97SMC04FDC02
 石灰岩
 山頂部 水深220m
 6° 15.345' N 114° 20.909' E



97SMC08FDC01
 ハイアロクラスタイト
 斜面中部 水深2,634m
 10° 22.719' N 156° 45.469' E

図5-2-1(2) 海底観察による海底写真

後で卓越する。露出率は、それぞれ約70%、60%である。水深が増すに従い、有孔虫砂の被覆が多くなり、クラスト露出率は低下する傾向がある。上記以外の地域では、有孔虫砂が全面に分布したり、有孔虫砂の被りが厚くなりクラストの一部が露出し礫状クラストが散在する程度で、クラスト露出率は0~10%と低い。コバルトリッチクラストの表面状態は、顆粒状~平滑を呈する。

ノジュールは、山頂部の局所的な窪地に分布するだけで、これ以外では認められない。同部では、ノジュール及び礫状クラストは、クラストを薄く覆う有孔虫砂の上に存在する。

有孔虫砂は、水深1,550~2,050mと水深2,250~2,350mの緩傾斜部で卓越し、同部でのクラスト露出率は0%が主体で、局所的に10%前後である。有孔虫砂表面には、普遍的にリップルマークが存在する。

山頂直下の水深1,100m前後で多く観察された礫状クラストは、同部南方の山頂部に位置するMC03CB06で採取された礫状クラストに良く似ている。この礫状クラストは層厚1mm前後のコーティング状であることから、水深1,500m以浅で観察されるコバルトリッチクラストの層厚も同様に薄いと推定される。

2) 97SMC03FDC011

測線は海山西部の北西斜面に位置し、斜面中部（水深2,640m）から斜面下部（水深3,870m）に至る。測線方向は北西で、観測距離は1.9マイルである。

水深2,750~3,100m及び水深3,350~3,500mでは傾斜が急であり、これ以外では傾斜はやや緩いが、所々に急崖や階段状の崖が形成されている。

クラストは上記2箇所の急傾斜部に卓越して露出し、露出率は30~80%である。これ以外では、クラスト及び礫状クラストが部分的に断続的に露出するだけであり、露出率は10%前後または0%である。水深3,250~3,350m間は測線の中で最も緩傾斜であり（傾斜角約10度）、ここでは有孔虫砂が卓越しクラストはほとんど露出せず、露出率は0%である。

全般的に有孔虫砂が厚く堆積し、コバルトリッチクラストは断続的に露出し、クラストの縁辺部などが部分的に露出することが多い。コバルトリッチクラストの表面状態は顆粒状または平滑を呈する。ノジュールはほとんど観察されなかった。有孔虫砂の表面には、普遍的にリップルマークが存在する。

(2) MC04地域

1) 97SMC04FDC01

測線は西側海山の南西斜面に位置し、斜面上部（水深1,860m）から斜面下部（水深3,636m）に至る。測線方向は南西で、観測距離は3.8マイルである。

水深2,200~2,650m及び水深3,100~3,400mは急傾斜であり、これ以外は緩傾斜である。急傾斜部及び測線北東端の尾根部では、落差5~10m程の急崖が形成されている。

クラストは、斜面中部で緩傾斜の水深2,050~2,200m及び急斜面下部の水深2,400~2,650mで卓越し、露出率はそれぞれ40~100%、10~40%である。両部間の水深2,200~2,400mは急斜面であるが、有孔虫砂が卓越し、クラスト露出率は0~10%である。また、斜面下部で急斜面の水深3,100~3,350mでは、クラスト露出率は10~20%と低い。これ以外の地域では、有孔虫砂の上に礫状クラスト（径10~20cm）が散在するか、厚く堆積した有孔虫砂の中にクラストの縁が所々で露出する程度で、クラストの連続性は悪く露出率も5~10%と低い。

ノジュールはほとんど観察されていない。有孔虫砂の表面には、普遍的にリップルマークや生痕が存在する。

測線北東端の斜面上部で実施した97SMC04CB05では、層厚1mm以下のコーティング状のコバルトリッチクラスト（母岩は礫性石灰岩）しか採取されなかった。測線全般に観察されるコバルトリッチクラストの表面状態は顆粒状または平滑であり、ブドウ状組織は認められない。したがって、コバルトリッチクラストの層厚は薄いと推定される。

2) 97SMC04FDC02

測線は西側海山の南西斜面に位置し、山頂部（水深220m）から斜面中部（水深2,600m）に至る。測線方向は南西で、観測距離は5.0マイルである。

地形断面的には、4箇所の急斜面部、1箇所の平坦なテラス部、1箇所の凹地、これ以外の緩傾斜部からなる。テラス部は水深800~900mに、凹地は測線が谷地を横断した部分（水深1,300m前後）にあたる。

山頂部から斜面上部（水深800m）までは、コバルトリッチクラストに被覆されていない白色の石灰岩（浸食穴が認められる）が露出する。山頂部では有孔虫砂はほとんど堆積しておらず、斜面の基部（水深700m~850m）では石灰岩の崖錐礫が散在し、有孔虫砂が礫間に堆積する。

コバルトリッチクラストは、テラス部中央の水深850m以深で観察された。クラストは急斜面部で卓越するが露出はやや断続的で、露出率は10~90%の間で変化が大きく、平均は30~40%である。礫状クラストは有孔虫砂上に存在し、テラス部と谷部で断続的に露出し、露出率はそれぞれ50~100%、10%前後である。

クラストの表面状態は平滑で、ブドウ状表面は認められない。ノジュールは観察されていない。有孔虫砂表面にリップルマークは存在しないことが多い。

(3) MC07地域

1) 97SMC07FDC01

測線は海山の西斜面に位置し、中央山頂部（水深1,550m）から平頂部を経て斜面中部（水深2,940m）に至る。測線方向は西北西で、観測距離は6.3マイルである。

本海山には、平頂部から斜面上部にかけて比高数100mの小丘が多く存在する。測線東端は小丘頂部に位置し、測線中央部は2箇所の小丘裾部を横切っている。これらの部分を除く水深2,250m以浅では、斜面傾斜は非常に緩く、水深2,450~2,800mでやや急である。

クラストは、山頂小丘部の水深1,550~1,870m、平頂縁辺部の水深1,980~2,050m、斜面上部の水深2,100~2,300mで卓越する。クラスト露出率は、それぞれ50~100%、40~100%、20~90%で、水深が増すに従い露出率は低下し、同時に連続性が悪くなる。小丘裾部では、クラストの直上に礫状クラストやノジュールが賦存する。礫状クラストは長径が20~50cm程度の角~亜円礫状、ノジュールは直径が5~10cm程度の球状を呈する。斜面中部の水深2,400~2,800mでは、クラストは局部的かつ断続的に露出し、露出率は0~80%である。

クラストの表面状態は、山頂部と斜面上部ではブドウ状を呈し、斜面中部では平滑である。測線西部付近の斜面中部で実施した97SMC07AD07では、コバルトリッチクラストは層厚1mm以下のコーティング状で、玄武岩岩片の一部を覆うだけである。

水深2,100m以浅の小丘部周辺以外では、有孔虫砂が卓越しコバルトリッチクラストはほとんど露出しない。有孔虫砂の表面には普遍的にリップルマークが存在し、その模様は一般的な平行波形のほかに、部分的に直交したり、放射状を呈することがある。

(4) MC08地域

1) 97SMC08FDC01

測線は海山の東斜面に位置し、平頂縁辺部（水深2,040m）から斜面中部（水深3,250m）に至る。測線方向は北東で、観測距離は2.4マイルである。

地形的には、平頂縁辺部は非常に緩傾斜で、斜面上部から斜面中部は起伏の少ない単調な斜面である。斜面上部は実際には急傾斜であるが、測線が斜面の最大傾斜方向に対して斜行しているため、地形断面では見かけ上緩傾斜になっている。

クラストは、水深2,060m付近の平頂縁辺部より水深3,150mの斜面中部まで、ほぼ連続的に露出する。露出率が40%を超えるのは、平頂縁辺部の一部、斜面最上部、水深2,450~2,650mの斜面上部の尾根部、水深3,150m前後の斜面中部である。後の3箇所は、斜面部においてより傾斜が急な場所である。礫状クラストは全般に散在するが、斜面の緩傾斜地で卓越する傾向がある。ノジュールは平頂縁辺部と水深3,000m以深の斜面中部に分布する。

クラストの表面状態は、平頂縁辺部と斜面上部でブドウ状、斜面中部で平滑または顆粒状を呈する。水深2,420m及び2,640mでは、コバルトリッチクラストで覆われていない基盤岩石（ハイアロクラスタイトと推定される）が観察された。

平頂縁辺部の大部分、水深2,750~2,950m間、水深3,150m以深では有孔虫砂が卓越し、

クラスト露出率は0～10%である。有孔虫砂の表面には普遍的にリップマークが存在する。

2) 97SMC08FDC02

測線は海山の平頂縁辺部北西部に位置し、小丘頂部（水深1,850m）からこの北側斜面を下り、平頂部端部（水深2,300m）に至る。測線方向は北北東で、観察距離は2.1マイルである。

小丘は地形図からは円錐形を呈し、比高は約250mである。小丘部以外の平頂縁辺部は起伏もなく、ほとんど平坦である。

小丘部とその裾部（水深2,140m付近）にかけて、クラストが連続的に露出し、一部で礫状クラストとノジュールが分布し、露出率は50～90%で平均70%と非常に高い。一方、平頂縁辺部では、有孔虫砂が卓越しクラストを被覆するが、クラストは断続的に露出し、露出率は10～70%で平均15%である。同部でまとまってクラスト露出率が40%を越える場所が3箇所あり、これらは平頂部においてより傾斜角度が大きい場所と推定される。

クラストの表面状態は、ブドウ状及び平滑を呈する。礫状クラストは小丘斜面、ノジュールは小丘裾野に分布している。有孔虫砂の表面には普遍的にリップマークが存在する。

小丘の南斜面で実施した97SMC08CB14では、顆粒状表面をもつクラスト（最大厚70mm、平均厚30mm）が採取された。また、水深2,150m付近の平頂縁辺部で実施した97SMC08CB04では、ブドウ状～顆粒状表面をもつクラスト及びノジュール（最大厚25mm、平均厚10mm）とコーティング状礫（平均厚1mm以下）が採取された。これらのサンプリング結果は観察結果と調和的である。

(5) MC09地域

1) 97SMC09FDC01

測線は南側海山の南斜面に位置し、山頂部（水深1,100m）から斜面中部（水深2,850m）に至る。測線方向は南西で、観測距離は2.3マイルである。

斜面は全般に急傾斜であるが、測線中央は谷部を横断しているため地形断面では凹地を呈する。斜面全体に小さな起伏に富み、急崖や直線的な崖が発達する。

山頂部から斜面中部の谷部にかけて（水深1,100～2,150m）、クラスト及び礫状クラストが連続的に露出し、露出率は20～100%で平均60%と高い。谷部以西の斜面（水深2,150m以深）では、有孔虫砂が卓越し、クラストは断続的に露出し、露出率は5～40%に低下する。谷部（水深2,150～2,200m）では、有孔虫砂が厚く堆積し、クラストは局所的に露出するだけである。

クラストの表面状態は全般的に顆粒状または平滑を呈し、ブドウ状を呈するものは少ない。礫状クラストは崖下や窪地に分布し、長径が20～40cm程度の角礫状を呈する。ノジュール

ールは、谷部や斜面中部の緩傾斜地の有孔虫砂上にまれに分布する。有孔虫砂の表層には普遍的にリップルマークが存在する。

(6) MC10地域

1) 97SHC10FDC01

測線は海山の北西斜面に位置し、平頂縁辺部（水深1,950m）から斜面下部（水深3,550m）に至る。測線方向は西北西で、観測距離は4.8マイルである。

平頂縁辺部及び水深2,400mまでの斜面上部では、地形は平坦ないし非常に緩傾斜である。斜面上部の水深2,300～2,400m間はテラスを形成する。水深2,400m以深の斜面中～下部は急傾斜であり、水深2,800m以深で傾斜はやや緩くなる。

斜面上部のテラス状地の上側斜面（水深2,100～2,200m）及びテラス肩部から斜面中部（水深2,350～2,800m）では、クラスト及び礫状クラストが連続的に露出する。露出率はそれぞれ40～90%（平均65%）、40～100%（平均80%）である。測線東端の平頂縁辺部及び水深2,900m以深の斜面下部では、クラスト及び礫状クラストが断続的に露出し、露出率はそれぞれ20～100%、10～40%である。水深2,400m以浅の緩傾斜部ではクラストが、同深度以深の急傾斜部では礫状クラストが卓越する。クラストの形状はコブ状、礫結合状、ベイブメント状などを呈し、表面状態はブドウ状または平滑を呈する。礫状クラストは直径30～60cm程の亜円礫状を呈し、しばしば1mを越える巨礫も存在する。水深2,750m付近の急斜面基部では、崖錐礫状の角礫が分布する。

ノジュールは平頂縁辺部とテラスの肩部に局所的に分布するほか、斜面中～下部の緩傾斜地でも礫状クラストと混在して分布する。

水深2,200～2,350m間のテラス部では、有孔虫が厚く堆積し、コバルトリッチクラストは露出しない。水深2,800m以深の斜面下部でも有孔虫砂が卓越し、コバルトリッチクラストを覆う。有孔虫砂の表層には普遍的にリップルマークが存在する。

テラス状地のの上側斜面に相当する測線東端の北方で実施した97SHC10CB06では、ブドウ状表面をもつクラスト（最大厚107mm、平均厚90mm）が採取された。

5-3 サンプルング結果

MC02～MC10地域において、ドレッジ（CB、AD）またはコアラ（LC）を使用して、コバルトリッチクラストを採取した。サンプルング地点は、MBES音圧イメージ図において音圧の高い（コバルトリッチクラストが海底に露出している）部分を目標として設定された。各地点は、海山平頂部及び斜面上下部を全体的に網羅し、平均的な密度となるように配置された。一部の地点は、FDCによる海底観察結果に基づいて決められた。サンプルング地点数は、9地域で計128点で、ドレッジは104点、コアラは24点である。このうち、ドレッジの39点、コ

アラの20点, 計59点では, 化学分析に供するのに十分な量のコバルトリッチクラストが採取されなかった。

ドレッジ及びコアラにより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。サンプリング位置図を図4-2-1(1)~(9)に, サンプリング結果概要を付帯第2表(1)~(7)に, サンプリング結果総括を表5-3-1に示す。ドレッジで採取されたコバルトリッチクラストの代表的写真を図5-1-1に示す。

1) MC02地域

コバルトリッチクラストの平均厚は21mm, 最大厚は50mmである。この平均厚は全9地域中で最も大きな値であるが, 採取地点数が4点と少ないことに注意する必要がある。4地点のうち平頂部に位置する3地点で厚さ2~5cmのクラストが採取された。残りの1地点は斜面最下部に位置し, 変質玄武岩の一部にくすみ状のマンガン酸化物が付着する。斜面中部~上部のデータはないが, 他地域の結果からみても, 数cm程度の厚さのコバルトリッチクラストは賦存すると推定される。

平頂部南東部の小丘部に位置するMC02CB04で最大厚のクラストが採取された。このクラストは2層に区分され, 内殻は20~35mmの厚さをもつ。内殻の切断面において平行な直線状の空隙が顕著で, 空隙は軟泥で充填されている(図5-1-1の写真Bに似る)。直線的な空隙はコバルトリッチクラストの成長方向を示し, その方向は母岩岩石表面に垂直ではなく, 60~80度の角度をもつ。

2) MC03地域

コバルトリッチクラストの平均厚は8mm, 最大厚は47mmである。コバルトリッチクラストが採取された12地点のうち, 地点平均厚が10mmを超えるのは5地点である。平坦部をもつ海山東部でコバルトリッチクラスト層厚が厚い傾向がある。水深が浅い山頂部や小丘部では礫状クラストやコーティング状礫が採取され層厚は薄く, これ以外の地点で10~20mm厚のクラストが採取された。浅部に分布する礁性石灰岩を母岩とするコバルトリッチクラストは, 層厚が薄い傾向がある。

海山東部の南東平坦部に位置するMC03CB11で, 最大厚のクラストが採取された。このクラストは2層に区分され, 内殻は20~35mmの厚さをもち, 非常に多孔質で褐色酸化鉄の汚染を伴う。海山西部の南斜面上部のMC03LC16では採取物はなかったが, 海底写真で礫状クラストが確認された。

3) MC04地域

本地域には2つの海山が含まれるため, 東西に分けて述べる。地域全体では, コバルトリッチクラストの平均厚は1mm, 最大厚は20mmである。コバルトリッチクラストが採取された17地点のうち, 地点平均厚が10mmを超えるのは2地点だけである。

表5-3-1 サンプルリング結果総括

地域	サンプルリング		クラスト採取地点水深		クラスト厚さ (mm)		クラスト平均品位 (%)							地質 (K-Ar年代)			
	地点総数	地点数	最大 (m)	最小 (m)	最大	平均	Co	Ni	Cu	Fe	Mn	個数	山頂部	斜面上部	斜面下部		
MC02	7	4	3,335	1,482	50	21	0.35	0.33	0.08	17.44	19.67	4	石灰岩	玄武岩	玄武岩 (22Ma)		
MC03	16	12	2,907	1,177	47	8	0.48	0.36	0.05	15.95	24.21	16	石灰岩	石灰岩 (12.5Ma)	玄武岩		
MC04	21	17	2,651	485	20	1	0.47	0.32	0.03	14.46	27.13	7	石灰岩	石灰岩	玄武岩 (11.4Ma, 14Ma)		
MC05	9	7	3,048	1,417	<1	<1	-	-	-	-	-	0	石灰岩	石灰岩	玄武岩 (10.8Ma)		
MC06	8	8	2,636	1,625	20	3	0.47	0.36	0.04	16.25	24.88	8	石灰岩	石灰岩	玄武岩		
MC07	15	10	2,941	1,671	14	5	0.48	0.31	0.04	15.16	26.15	7	石灰岩	玄武岩 (0.92Ma)	玄武岩		
MC08	19	18	5,208	1,836	90	20	0.36	0.32	0.09	15.96	23.67	32	玄武岩 (46.5Ma)	玄武岩 (25.0Ma)	玄武岩		
MC09	13	13	4,758	1,370	23	7	0.49	0.30	0.05	15.62	25.57	16	玄武岩 (11.0Ma)	玄武岩 (5.2Ma)	玄武岩		
MC10	20	16	2,810	1,741	155	20	0.33	0.30	0.07	22.67	15.92	23	玄武岩, 泥岩 (69.0, 24.0Ma)	玄武岩	玄武岩		

西側海山では、平均厚は1mm、最大厚は15mmである。コバルトリッチクラストが採取された11地点のうち10地点では、コーティング状ないしくすみ状のコバルトリッチクラストしか採取されず、地点平均厚はすべて1mm未満である。採取された岩石の主体は礫性石灰岩で、礫性石灰岩が母岩となっている場合、コバルトリッチクラストの層厚は1mm未満である。母岩が玄武岩の場合は層厚は石灰岩よりも厚いが、1mm前後である。ただし、海山西方に伸びる尾根の南斜面上部に位置するMC04CB17の1地点でのみ、5～15mm厚のクラストが採取された。

東側海山では、平均厚は2mm、最大厚は20mmである。コバルトリッチクラストが採取された6地点のうち2地点で、地点平均厚は1mm未満である。採取されたコバルトリッチクラストのほとんどが層厚5mm以下で、1mm以下のコーティング状礫も多い。クラスト、礫状クラスト、コーティング状～くすみ状礫が混在する。母岩が石灰岩でも層厚が1mmを越す点が西側海山と異なる。北西斜面中部に位置するMC04CB13で最大厚のクラストが採取された。このクラストはブドウ状表面をもち、母岩を伴わない。山頂平坦部のMC04CB10では、ブドウ状～平滑な表面をもつ角礫～円礫状のノジュールが採取された。ノジュールの核は石灰岩で、平均厚は2mmである。

4) MC05地域

コバルトリッチクラストの平均厚は1mm未満、最大厚も1mm未満である。コバルトリッチクラストは7地点で採取されたが、すべてくすみ状ないしコーティング状のコバルトリッチクラストである。このため、本地域の採取物では化学分析は行われていない。

本地域の海山の山頂水深はわずか20mと9地域の中で最も浅い。採取地点は水深約3,000mの斜面下部から水深約1,400mの斜面上部までと幅広く、採取された母岩は玄武岩、玄武岩質火砕岩、礫岩、砂岩、石灰岩と多様であるが、コバルトリッチクラストはわずかに付着するだけである。コバルトリッチクラストが非常に薄い、すなわち成長していない原因として次の2点が考えられる。海山の生成年代がかなり新しく、コバルトリッチクラストがまだ成長していない。最近まで山頂が海面上にあり、斜面上に砕屑物が供給されやすくクラストが成長できない。

5) MC06地域

コバルトリッチクラストの平均厚は3mm、最大厚は20mmである。コバルトリッチクラストが採取された8地点のうち、3地点で地点平均厚は1mm未満で、地点平均厚が10mmを越える地点はない。母岩がハイアロクラストと石灰岩の場合、コバルトリッチクラストの層厚は3～5mm程度である。一方、層厚が10mm前後のものは母岩を伴わない破片として採取された。

西側山体の北西斜面中部に位置するMC06CB04で、最大厚のクラストが採取された。このクラストは顆粒状表面をもち、母岩を伴わない。中央山体のテラス状平坦部のMC06CB06では、

ブドウ状～顆粒状表面をもつノジュールが採取された。ノジュールの母岩はハイアロクラスタイトと石灰岩で、層厚は1～10mm、平均4mmである。

6) MC07地域

コバルトリッチクラストの平均厚は5mm、最大厚は14mmである。コバルトリッチクラストが採取された10地点のうち、1地点で地点平均厚は1mm未満で、地点平均厚が10mmを超える地点はない。一般的に各地点の採取物量が少なく、コバルトリッチクラストとしてはブドウ状～顆粒状表面をもつクラストが主体である。全般にコバルトリッチクラストの層厚は薄く、2層に区分されるものは採取されなかった。

東斜面中部に位置するMC07CB02で、最大厚のクラストが採取された。平頂部の南東縁辺部のMC07CB15では、ブドウ状～顆粒状表面をもつノジュールが多く採取された。ノジュールの母岩は垂円～垂角礫のハイアロクラスタイトと玄武岩で、平均厚は2mmである。平頂部南部の尾根状平坦部のMC07LC13では、採取物はなかったが、海底写真で全面に露出するクラストが確認された。

7) MC08地域

コバルトリッチクラストの平均厚は20mm、最大厚は90mmである。コバルトリッチクラストが採取された18地点のうち、11地点で地点平均厚は10mm以上、1地点で地点平均厚は1mm未満である。ブドウ状～顆粒状表面をもつ礫状クラスト及びびクラストが卓越し、平頂部ではノジュールも多い。コバルトリッチクラストの層厚は、斜面中部～下部よりも平頂部と斜面上部の方が厚い傾向がある。一般に、コバルトリッチクラストの層厚が3cm以上になると2層以上に区分され、6cm以上では3層に区分される。

平頂部北西部の小丘部に位置するMC08CB05で、最大厚の礫状クラストが採取された。ここでは、長径20cm以上の楕円体を呈する礫状クラストが7個採取され、これより小さい礫状クラスト及びノジュールも多量に採取された。これらの礫状クラストはブドウ状表面をもち、3層に区分される(図5-1-1の写真F参照)。外殻と内殻の境界部には空隙が多く、軟泥で充填されており、内殻と最内殻の境界部には網状に燐灰岩が充填している。

平頂部に位置するドレッジの全5地点と斜面部のMC08CB08とMC08CB19では、球状～扁平楕円状を呈するノジュールが採取された。平頂部北西縁辺部のMC08LC17では、採取物はなかったが、海底写真でノジュールが確認された。

海山の西裾部、水深5,200mに位置するMC08LC01では、未固結堆積物の上に直接賦存し、海底面に露出するクラストが採取された。クラストの表面状態は平滑で小さく緩やかな凹凸に窩み、層厚は6～15mmである。クラスト直下の堆積物(細粒砂～泥)は燐酸塩化を受け固結している。このように深い場所で、このような賦存状態のクラストは、他地域では確認されていない。海底写真でクラストは未固結堆積物に薄く覆われているだけであることから、本地点は堆積物の供給が少ない場所であり、このクラストは局所的に分布するものと考えら

れる。

層厚 6 cm 以上のコバルトリッチクラストは、平頂部及び斜面上部の 4 地点で採取された。このうち 3 地点では、石灰岩、ハイアロクラスト、泥岩とそれぞれ異なる母岩をもつ礫状クラストで、1 地点では玄武岩を母岩とするクラストである。このように、多様な岩石が厚く多層のコバルトリッチクラストで覆われることから、海山の生成年代は古いと推定される。コバルトリッチクラストの賦存状況からは、9 地域の中で MC08 地域の海山が最も古く、MC05 地域の海山が最も新しいと考えられる。

8) MC09 地域

コバルトリッチクラストの平均厚は 7 mm、最大厚は 23 mm である。コバルトリッチクラストが採取された 13 地点のうち、2 地点で地点平均厚は 1 mm 未満で、地点平均厚が 10 mm を越えるのは 1 地点のみである。顆粒状表面をもつ礫状クラスト及びクラストが卓越し、ほとんどは外殻のみの 1 層からなり、2 層に区分されるものはまれである。ほとんどの地点において、コバルトリッチクラストの層厚は、最大が 10~15 mm、最小が 1 mm、平均が 7~9 mm の範囲内に入り、地点間の差が少ないのが特徴となっている。

南側海山の北斜面中部に位置する MC09CB06 で、最大厚のクラストが採取された。このクラストは顆粒状表面をもち、外殻の 1 層からなる。

9) MC10 地域

コバルトリッチクラストの平均厚は 20 mm、最大厚は 155 mm である。この最大厚は全 9 地域中で最も大きな値であり、地点最大厚が 100 mm を越える地点が 3 点もある。コバルトリッチクラストが採取された 16 地点のうち、7 地点で地点平均厚は 10 mm 以上、3 地点で地点平均厚は 1 mm 未満である。ブドウ状~顆粒状表面をもつクラスト及び礫状クラストが卓越し、平頂部ではノジュールも多い。コバルトリッチクラストの層厚が 4 cm 以上になると 2~3 層に区分される。また、ノジュールでは、核があるものは 1 層、核がないものは 2 層に区分される。

北斜面上~中部にテラス状の平坦地があり、ここの小丘部に位置する MC10CB07 で、最大厚の礫状クラストが採取された (図 5-1-1 の写真 C~E)。この礫状クラストは、径 30~40 cm で顆粒状表面をもち、3 層に区分される。母岩上位側のコバルトリッチクラスト平均層厚は 140 mm、下位側の層厚は 5~10 mm で、コバルトリッチクラストは上方にのみ著しく成長している (同図写真 E)。上位側層では、外殻の平均厚は 15 mm、内殻は 70 mm、最内殻は 55 mm である。3 層は同心円状 (同図写真 F) に成長せず、礫状クラストの側面下側では内殻は消滅し外殻が最内殻を覆っている。最内殻には石灰質軟泥を起源とする燐灰岩層が挟在し、側面下側の内殻には石灰質礫岩が含まれている。以上の状況から、最内殻と内殻が成長した時期には、この礫状クラストの下側は底質堆積物に埋まっていたと考えられる。同地点では径 10 cm の礫状クラストも採取されており、このコバルトリッチクラストは 1 層からなり、平均層厚は 8 mm である。

海山北部の平頂部及び斜面上部では、球状～扁平楕円状～板状を呈するノジュールが採取された（図5-1-1の写真G, H）。ノジュールの平均径は4cmで、表面はブドウ状～顆粒状、平均厚は10mm程度である。

最大層厚が100mmを越えるコバルトリッチクラストは、海山北～北西側の斜面上～中部の3地点で採取された。この3地点を除くと地点最大厚は35mmと非常に小さくなることから、この周辺ではコバルトリッチクラストが成長しやすい物理化学的環境にあったと考えられる。実際に、MC10CB06の内殻（図5-1-1の写真B）及びMC10CB07の内殻（図5-1-1の写真E）は成長方向の空隙に富み、成長速度が速かったような断面形態を示す。また、これらの厚いコバルトリッチクラストはかなり古い時代から成長し始めたもので、MC10地域の海山の生成年代はMC08地域同様に古いと推定される。

5-4 化学組成と統計解析

MC02～MC04地域及びMC06～MC10地域の69地点で採取されたコバルトリッチクラストに対して、下記29成分の化学分析を実施した。採取されたコバルトリッチクラストがある程度厚くて層区分される場合、また1採取地点で異なる種類のコバルトリッチクラストが採取された場合、各層（部位）や各種類毎に分析用試料を採取した。したがって、採取地点数69に対して分析試料総数は163個である。化学分析結果を付帯第3表(1)～(4)に示す。

1) 分析方法

分析方法と分析成分は以下のとおりである。分析前に恒量を確認するまで乾燥し、試料調整を行った。

- ・ ICP発光分析法：Mn, Fe, Si, Al, Ti, Ca, P, Pt
- ・ ICP質量分析法：Co, Ni, Cu, Pb, Zn, Mo, V, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu,
Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu

2) 化学組成

コバルトリッチクラストは、マンガンや鉄を主体とする多金属元素が海水から直接沈積して生成されたと考えられており、マンガンや鉄の水酸化物及び酸化物を主成分としている。化学組成は、海山の位置（地域性、緯度経度）、賦存する水深、コバルトリッチクラストの層準（生成時代や成長速度に関連）、構成するマンガン酸化物の種類などにより異なる。

調査海域でも、海山あるいは各採取地点により各成分の分析値にバラツキがある。各成分において、最大値/最小値の比は、MnとFeで2～3、Co, Ni, Cuで5～10である。このようなバラツキは、主にコバルトリッチクラストの層区分に基づく採取部位が異なることに起因する。

化学分析の結果、主要5成分のCo, Ni, Cu, Mn, Feの平均値 (wt%) はそれぞれ、0.41, 0.32, 0.06, 24.08, 15.86である。これらの値は、USGS-KORDIの調査結果 (1992) と比較して、大きな違いはない。コバルトが0.5wt%を超えるものは、コバルトリッチクラストと呼ばれることがあるが、調査海域のコバルトリッチクラストは平均値からはこの範疇に入らない。

図5-4-1の (Co+Ni) × 10 - Fe - Mn三角ダイヤグラムにおいて、中央太平洋の海水起源のコバルトリッチクラストは中央部でMnよりの領域にプロットされる (J.R. Hein, et al. 1992)。調査海域のコバルトリッチクラストは中央下部のMnよりの領域にプロットされ、プロット位置は集中しておりバラツキは比較的少ない。ちなみに同三角ダイヤグラムでは、深海底に分布するマンガンノジュールはコバルトリッチクラストとほぼ同じ領域にプロットされ、海底熱水性のマンガン鉱石はFeとMnを結ぶ底辺付近にプロットされる。図5-4-1では、左側図は全分析試料をプロットしたものの、右側図はコバルトリッチクラスト部位別試料のみをプロットした (ハツ印は外殻、黒丸は内殻、白抜き丸は最内殻) ものである。

3) 基本統計量

地域別、コバルトリッチクラストタイプ別及び部位別、採取地点水深区分別に基本統計量を算出した結果を付帯第4表(1)~(5)に、このうちバルク分析値のまとめを表5-4-1に示す。

主要な成分において、地域別の平均値には以下の特徴が認められる。

- ・MC02地域では、全8地域のうちで、Fe, Ti, Si, Al, Ptの平均値が最も高く、Mnの平均値が最も低い。同時に、他地域との差が大きい。
- ・MC04地域はMC02地域と逆の傾向をもつ。すなわち、Fe, Ti, Si, Al, Ptの平均値は最も低く、Mnの平均値は最も高い。
- ・MC08地域では、Cu, Ca, Pの平均値が最も高い。
- ・MC09地域では、Coの平均値が最も高く、Ptの平均値が最も低い。
- ・MC10地域では、Coの平均値が最も低い。

主要5成分において、コバルトリッチクラストの種類別の平均値には次の傾向が認められる。

- ・クラストでは、Coが高い。
- ・礁状クラストでは、Mn/Feが低い。
- ・ノジュールでは、Ni, Cuが高い。

主要5成分において、部位別の平均値には次の傾向が認められる。

- ・Co, Ni, Mnでは、外殻、内殻、最内殻の順に、すなわち表層から深部 (基盤岩) に向けて平均値が低くなる。

表 5-4-1 基本統計量

地域	Co (%)		Ni (%)		Cu (%)		Mn (%)		Fe (%)		Pb (%)		Zn (%)		Ti (%)					
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小				
MC02	0.66	0.20	0.40	0.26	0.13	0.03	0.06	16.35	20.76	19.68	13.91	17.50	0.07	0.01	0.08	0.05	0.06	1.48	0.71	1.20
MC03	0.85	0.24	0.48	0.21	0.14	0.02	0.05	28.60	23.96	17.87	12.57	16.10	0.08	0.01	0.12	0.04	0.07	1.38	0.59	0.88
MC04	0.64	0.31	0.47	0.22	0.05	0.02	0.03	30.48	27.13	16.54	12.18	14.46	0.12	0.05	0.06	0.04	0.05	0.91	0.68	0.76
MC06	0.61	0.35	0.46	0.21	0.07	0.03	0.04	29.07	25.55	20.96	14.34	15.98	0.12	0.01	0.06	0.05	0.06	1.47	0.69	0.81
MC07	0.74	0.25	0.48	0.23	0.05	0.03	0.04	32.99	26.15	17.20	11.07	15.16	0.12	0.04	0.07	0.05	0.06	1.22	0.85	0.97
MC08	0.80	0.09	0.34	0.13	0.18	0.03	0.09	30.26	23.23	20.88	10.47	16.09	0.15	0.01	0.09	0.05	0.06	1.32	0.58	1.01
MC09	0.93	0.25	0.48	0.13	0.06	0.02	0.05	32.27	25.38	17.14	12.47	15.52	0.12	0.03	0.06	0.03	0.05	1.06	0.68	0.90
MC10	0.57	0.09	0.31	0.13	0.16	0.03	0.07	26.58	20.99	21.53	9.90	16.07	0.15	0.03	0.10	0.04	0.06	2.48	0.49	0.99
全地域	0.93	0.09	0.39	0.13	0.18	0.02	0.07	32.99	23.43	21.53	9.90	15.95	0.15	0.01	0.12	0.03	0.06	2.48	0.49	0.96
地域	Mo (%)		V (%)		Si (%)		Al (%)		Ca (%)		P (%)		Pr (ppm)		Tb (ppm)					
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小				
MC02	0.05	0.01	0.03	0.07	8.18	1.72	5.01	2.75	2.37	1.82	2.08	0.48	0.24	0.90	0.20	0.54				
MC03	0.05	0.02	0.03	0.07	6.87	1.57	3.24	2.19	6.39	2.13	2.69	0.56	0.35	0.80	0.10	0.33				
MC04	0.06	0.02	0.04	0.07	4.06	1.80	2.56	0.90	2.71	2.16	2.40	0.47	0.30	0.30	0.10	0.23				
MC06	0.05	0.01	0.04	0.07	5.11	2.68	3.19	1.41	2.56	1.55	2.27	0.50	0.39	0.60	0.20	0.26				
MC07	0.05	0.02	0.03	0.06	5.75	1.46	3.19	1.30	2.38	2.25	2.30	0.42	0.32	0.30	0.10	0.19				
MC08	0.07	0.02	0.04	0.08	7.81	0.96	3.24	2.78	13.65	1.68	3.51	4.89	0.23	0.70	0.10	0.38				
MC09	0.06	0.02	0.04	0.06	4.39	1.05	3.04	1.00	2.71	2.00	2.18	0.43	0.24	0.30	0.10	0.15				
MC10	0.05	0.02	0.03	0.06	7.06	1.84	3.93	2.11	18.75	1.94	3.99	6.63	0.28	0.70	0.10	0.28				
全地域	0.07	0.01	0.04	0.08	8.18	0.96	3.41	2.78	18.75	1.55	3.10	6.63	0.23	0.90	0.10	0.30				
地域	La (ppm)		Ce (ppm)		Pr (ppm)		Nd (ppm)		Sm (ppm)		Eu (ppm)		Gd (ppm)		Tb (ppm)					
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小				
MC02	234	127	199	616	47.50	25.01	38.08	179	92	141	9.29	4.90	7.47	41.80	23.40	33.81				
MC03	254	170	218	902	65.49	30.03	45.12	237	115	169	12.90	6.02	9.06	54.60	29.50	40.76				
MC04	231	145	190	584	52.15	37.35	42.00	201	142	165	10.31	7.57	8.57	45.20	33.10	38.26				
MC06	257	139	197	804	49.54	35.98	41.80	194	142	163	10.16	7.50	8.52	47.10	35.20	39.25				
MC07	246	163	197	628	60.96	32.09	47.07	227	127	181	11.68	6.62	9.40	48.90	31.70	41.75				
MC08	356	122	230	1260	79.22	21.28	48.70	293	73	185	13.24	3.10	8.96	64.70	18.40	39.93				
MC09	312	178	246	690	68.22	32.26	51.33	266	126	209	13.24	6.54	10.01	54.70	29.90	43.58				
MC10	311	174	229	1150	61.42	29.49	45.27	236	125	179	11.42	5.60	8.59	49.00	26.40	37.72				
全地域	356	122	224	1260	79.22	21.28	46.62	293	73	180	13.24	3.10	8.94	64.70	18.40	39.70				
地域	Dy (ppm)		Ho (ppm)		Er (ppm)		Tm (ppm)		Yb (ppm)		Lu (ppm)									
	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小								
MC02	39.80	21.80	33.19	8.48	26.20	13.30	21.46	3.87	2.06	3.15	25.20	13.90	20.79	4.01	2.19	3.37				
MC03	51.50	29.80	40.26	10.30	29.80	20.60	25.76	4.33	3.05	3.79	28.70	20.00	24.99	4.45	3.27	3.93				
MC04	46.10	35.80	39.16	9.27	27.50	22.90	25.06	4.11	3.46	3.77	26.00	22.10	24.00	4.11	3.64	3.87				
MC06	46.40	31.90	38.96	9.96	30.10	19.40	24.80	4.55	2.84	3.72	29.50	18.40	24.10	4.73	2.99	3.86				
MC07	48.80	32.10	42.87	9.62	29.20	21.10	26.84	4.31	3.33	3.96	28.40	21.20	25.60	4.40	3.29	4.02				
MC08	63.30	14.10	39.19	14.40	39.60	9.57	23.42	6.32	1.46	3.54	35.00	9.77	21.53	5.93	1.67	3.50				
MC09	55.30	32.30	45.12	10.50	33.10	19.40	27.29	4.71	3.35	4.14	28.50	18.40	24.63	4.65	3.13	4.03				
MC10	49.40	28.50	38.33	9.95	32.40	17.10	24.41	4.43	2.57	3.53	28.30	16.60	22.36	4.47	2.56	3.64				
全地域	63.30	14.10	39.77	14.40	39.60	9.57	24.62	6.32	1.46	3.67	35.00	9.77	22.91	5.93	1.67	3.70				

- ・ Cuでは逆に、外殻，内殻，最内殻の順に平均値が高くなる。
- ・ Feでは上記のような規則性はなく，平均値は内殻で最も高い。また，Mn/Feの平均値は逆に内殻で最も低い。

主要5成分において，水深区分別の平均値には次の傾向が認められる。

- ・ Co, Mnでは，水深2,000~3,000mで平均値が最も低く，これより水深が増減するに従い平均値は高くなる。
- ・ Cuでは，水深が増すに従い平均値が高くなる。
- ・ Feでは，水深1,500m以浅と水深3,500m以深で平均値が低い。

以上の種類別，部位別，水深区分別の傾向は，あくまでも全データの解析結果によるものであり，個々の地域別にみると異なる傾向が認められることがある。

4) 相関係数

29成分の分析値，Mn/Fe比值，採取地点水深値の31成分について，相関係数を算出した。相関係数表を表5-4-2に示す。5%有意水準値は0.153である。

相関係数の特徴は次のとおりである。

- ・ Co, Ni, Mn, Mo, Mn/Feは相互に高い正の相関を示す。
- ・ SiとAlは非常に高い正の相関を示す。両者は，Ti, Feと正の相関を，Co, Mn, Pb, Mo, Mn/Feと負の相関を示す。
- ・ CaとPは非常に高い正の相関を示す。両者は，Co, Ni, Mn, Feと負の相関を示す。
- ・ MoとPbは高い正の相関を示す。
- ・ FeとTiは高い正の相関を示す。
- ・ Ptは，Cu, Ca, Pと正の相関を，Mnと負の相関を示す。
- ・ REEはCeを除き相互に高い正の相関を示す。REEは，Zn, Si, Al, Ptと負の相関を示す。また，重REEはCuと負の相関を示す。
- ・ 水深は，Cu, REEと正の相関を，Co, Ni, V, Ptと負の相関を示す。

5) 相関図

主要な成分のうちで高い相関係数を持ち代表的な相関図を図5-4-2(1), (2)に示す。同図では図5-4-1と同様に，左側図は全試料，右側図はコバルトリッチクラスト部位別試料をプロットしたものである。

Co-Mnは，全データの相関図でも明らかなように，0.73と高い正の相関係数をもつ。部位別にみた場合，各部位でも相関が高いが，各部位で回帰係数（回帰直線の傾き）は異なり，最内殻，内殻，外殻の順に回帰係数が大きくなる。

Cu-Mnは-0.42と負の相関係数を持ち，ややばらついた散布を示す。部位別にみると，外

表5-4-2 相關係數

Co	Ni	Cu	Mn	Fe	Pb	Zn	Ti	Mo	V	Si	Al	Ca	P	Pr	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	WD	M/F	
1																															
.63	1																														
-.42	.05	1																													
.73	.50	.42	1																												
-.12	-.07	.24	-.34	1																											
.28	.05	-.17	.38	-.27	1																										
-.04	.27	.48	-.17	.37	-.17	1																									
-.04	-.12	.29	-.30	.55	-.28	.32	1																								
.45	.51	-.10	.58	-.27	.56	.07	-.41	1																							
.10	.27	-.08	.35	.04	-.06	.26	-.19	.37	1																						
-.35	-.20	.30	-.59	.56	-.44	.12	.50	-.60	-.28	1																					
-.37	-.09	.39	-.61	.44	-.55	.27	.48	-.59	-.20	.92	1																				
-.52	-.31	.19	-.52	-.45	.01	-.04	-.29	-.07	-.17	-.27	-.13	1																			
-.54	-.32	.21	-.54	-.41	.01	-.02	-.26	-.07	-.16	-.23	-.11	.99	1																		
-.14	.13	.39	-.26	-.06	-.31	.29	.21	-.20	.03	.01	.26	.33	.33	1																	
-.07	-.13	.00	-.05	.02	.25	-.13	-.07	.11	-.03	-.24	-.34	.20	.22	-.19	1																
.08	-.07	.22	.04	-.17	.13	-.01	.18	.10	-.02	-.23	-.23	.18	.21	.28	.26	1															
-.02	-.21	-.04	.09	.07	.15	-.19	.03	.06	.12	-.24	-.42	.01	.01	-.31	.61	.25	1														
.00	-.24	-.10	.09	.04	.26	-.27	-.04	.09	-.18	-.25	-.45	.02	.02	-.40	.67	.21	.97	1													
.07	-.19	-.13	.14	.08	.23	-.26	-.01	.08	-.17	-.20	-.42	-.10	-.10	-.44	.62	.17	.97	.98	1												
.09	-.14	-.20	.18	.07	.13	-.24	-.02	.06	-.11	-.22	-.42	-.11	-.11	-.43	.56	.08	.96	.95	.97	1											
.07	-.13	-.21	.17	.03	.12	-.25	-.07	.06	-.09	-.26	-.45	-.05	-.05	-.40	.56	.12	.95	.93	.93	.98	1										
.10	-.12	-.24	.18	.07	.19	-.26	-.06	.04	-.14	-.19	-.39	.13	-.13	-.44	.49	.01	.90	.90	.92	.95	.95	1									
.12	-.14	-.30	.20	.05	.18	-.26	-.07	.08	-.11	-.26	-.45	-.10	-.10	-.48	.58	-.01	.91	.92	.93	.97	.96	.94	1								
.15	-.09	-.36	.21	.02	.17	-.27	-.12	.09	-.09	-.29	-.47	-.06	-.06	-.46	.59	-.04	.84	.87	.87	.92	.93	.91	.98	1							
.14	-.11	-.39	.17	-.02	.27	-.30	-.19	.11	-.11	-.29	-.47	.00	.00	-.43	.64	-.01	.78	.84	.84	.85	.87	.90	.93	.96	1						
.18	-.09	-.41	.23	-.04	.24	-.30	-.17	.14	-.09	-.34	-.51	-.02	-.02	-.45	.61	-.04	.77	.82	.81	.85	.87	.84	.94	.98	.97	1					
.20	-.02	-.43	.23	-.02	.19	-.27	-.17	.08	-.06	-.27	-.43	-.07	-.07	-.41	.52	-.09	.70	.74	.75	.80	.83	.88	.89	.95	.97	.95	1				
.18	-.05	-.43	.18	-.04	.24	-.29	-.21	.12	-.08	-.31	-.46	.02	.02	-.38	.60	-.04	.67	.74	.73	.76	.79	.81	.87	.93	.97	.97	.97	1			
-.29	-.27	.36	-.13	.06	.07	-.17	.08	-.16	-.32	.18	.02	.00	.01	-.36	.23	.22	.49	.48	.48	.42	.41	.38	.35	.24	.20	.18	.12	.09	1		
.59	.38	-.45	.88	-.72	.36	-.28	-.42	.51	.22	-.68	-.62	-.17	-.21	-.13	-.07	.09	-.02	-.01	.02	.04	.05	.05	.07	.09	.09	.14	.13	.11	-.15	1	

注) WD : 水深, M/F : Mn/Fe

全データ (n=163)

部位別 ×: 外殻(n=14), ・: 内殻(n=16), ○: 最内殻(n=8)

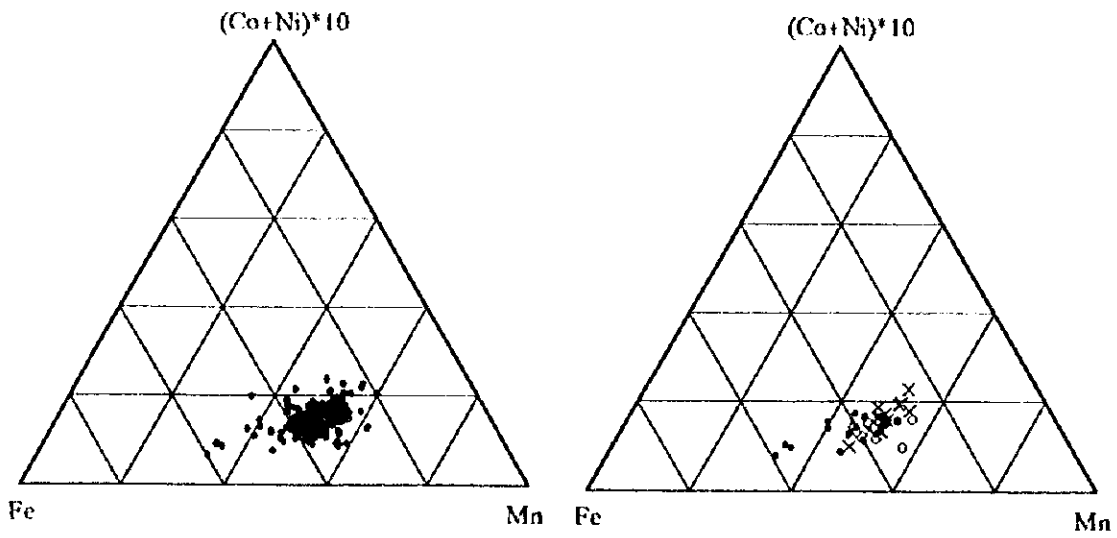


図5-4-1 (Co+Ni)*10-Mn-Fe 三角ダイアグラム

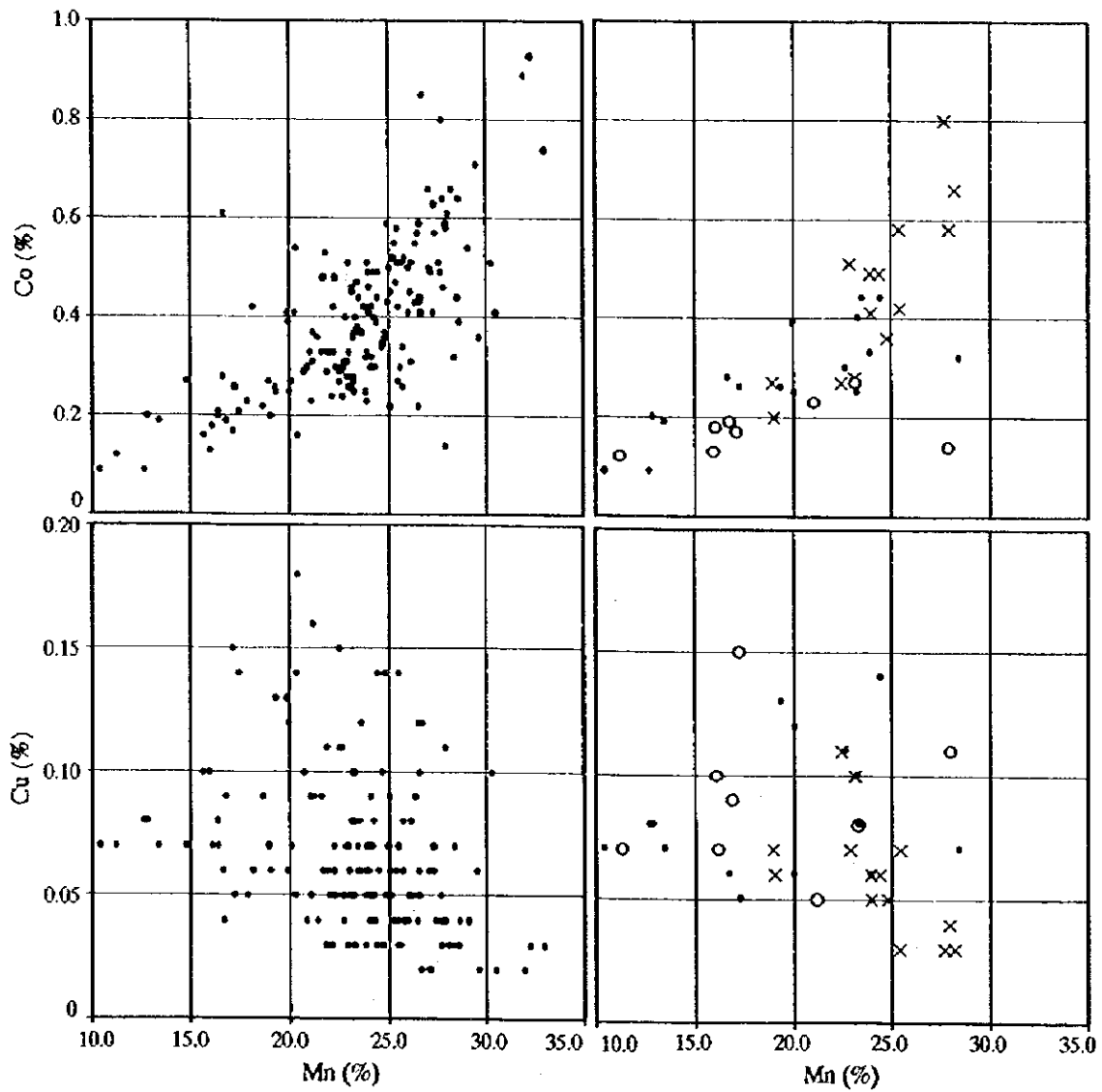


図5-4-2 (1) 主要成分の相関図

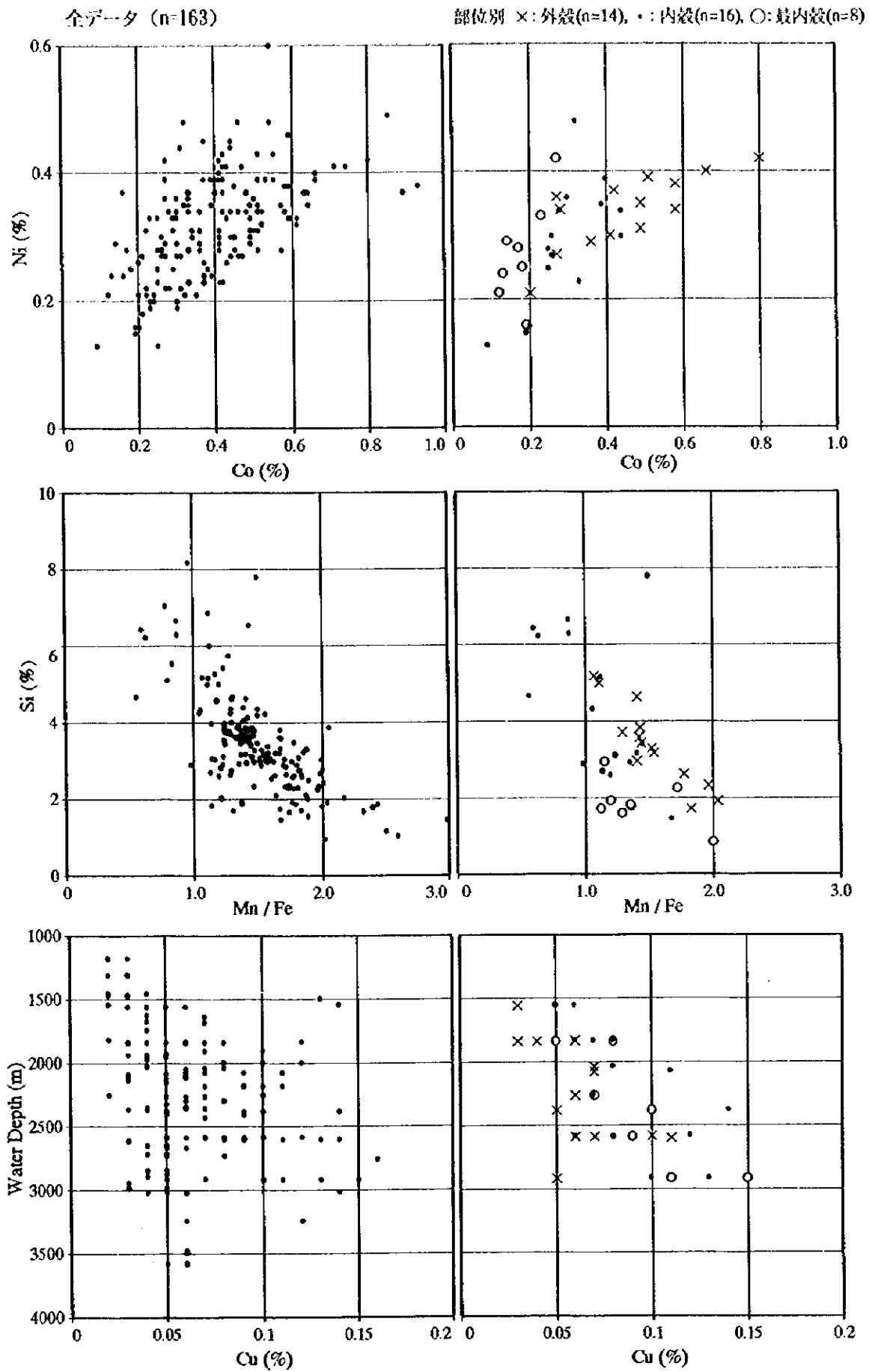


図5-4-2(2) 主要成分の相関図

殻では同様の負の相関関係が認められる、内殻と最内殻では散布のばらつきが大きく相関関係は認められない。ただし、全データ及び部位別データともに、回帰係数の異なる2種類の母集団が存在するように見える。

Si-Mn/Feは-0.68と高い負の相関係数をもつ。部位別にみると、各部位で回帰係数はほとんど同じであり、最内殻、内殻、外殻の順に回帰直線が右上にシフトする。

水深-Cuは0.36と正の相関係数をもち、ややばらついた散布を示す。部位別にみると、各部位で回帰係数はほとんど同じであり、各部位データでは全データに比べてばらつきが小さく相関関係は強くなる。

6) 因子分析

相関係数を算出した31成分、163試料に対して、多変量統計解析の中の因子分析を行った。共通性の推定には重相関係数法を用い、規準バリマックス回転を行った後、因子負荷量と因子得点の計算を行った。固有値と累積寄与率から因子数は6とした。因子負荷量を表5-4-3に示す。

各因子の特徴は以下のとおりである。

① 第1因子

Ceを除くREEの13成分が0.62以上の高い正の因子負荷量を有し、これらは第1因子に最も強く寄与する。Ptは-0.49、Alは-0.58と高い負の因子負荷量を有し、Ptは第1因子に最も強く寄与する。したがって、第1因子はREEの富化を表し、REEの挙動はPt、Alと負の相関関係を有するが、コバルトリッチクラストを構成する主要成分と無関係である。第1因子にREEが単独的に高く寄与する原因は、REEは全31成分中14成分を占め、相互に非常に高い正の相関係数をもつことである。

因子得点が平均値(M)+標準偏差(σ)以上の試料は、REEに富みPtに乏しく、MC09地域で卓越する傾向がある。一方、因子得点がM- σ 以下の試料は、REEに乏しく、MC02、MC03、MC08、MC10地域で卓越する傾向がある。

② 第2因子

Co, Ni, Mn, Pb, Mo, Vが0.37以上、Si, Al, Tiが-0.47以下の因子負荷量を有し、これらは第2因子に最も強く寄与する。Cu, Fe, 水深は-0.54~-0.41の高い因子負荷量を有するが、他の因子での寄与の方が強い。第2因子の正の負荷は重金属の富化、負の負荷はアルミノ珪酸塩鉱物の富化を表す。また、第2因子はコバルトリッチクラストの主要成分であるCo, Ni, Mn, Cu, Feの挙動を表すともいえる。ただし、前3成分と後2成分は負の相関関係にあることから、Co, Ni, Mnの濃集とCu, Feの濃集は異なる要因をもつと考えられる。

因子得点がM+ σ 以上の試料は、MC03, MC04, MC06, MC07地域で卓越し、因子得点がM- σ 以下の試料は、MC02, MC10地域で卓越する傾向がある。

表5-4-3 因子負荷量

第1因子	Dy	Ho	Er	Tm	Gd	Eu	Tb	Sm	Nd	Yb	Lu	Pr	La	水深	Pb	Mn	Mn/Fe	Mo	Co	Ce			
	0.97	0.97	0.95	0.95	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.91	0.89	0.89	0.62	0.32	0.31	0.30	0.20	0.19	0.08			
第2因子	Mn/Fe	Mn	Mo	Co	Ni	Pb	V	Ce															
	0.88	0.85	0.68	0.68	0.55	0.42	0.38	0.00															
第3因子	Lu	Yb	Tm	Er	Pt	Ho	Zn	Dy	Tb	La	Gd	Eu	Ca	Sm	P	Nd	Pr	水深	Cu	Ti	Fe	Al	Si
	-0.01	-0.01	-0.02	-0.07	-0.08	-0.09	-0.11	-0.14	-0.17	-0.17	-0.18	-0.19	-0.20	-0.22	-0.23	-0.24	-0.27	-0.41	-0.44	-0.48	-0.54	-0.51	-0.61
第4因子	Fe	Si	Co	Ti	Al	Ni	Mn	Zn	Tb	V	Eu	Dy	Yb	Ho	Sm	Gd	Tm						
	0.62	0.45	0.43	0.41	0.33	0.31	0.30	0.16	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.06	0.06	0.04	0.00						
第5因子	Ce	Cu	Zn	Mo	Ti	Pt	Ni	水深	Pt	Nd	La	Sm	Fe	V	Pb	Mn	Co	Eu	Gd	Tb			
	0.62	0.62	0.43	0.32	0.29	0.29	0.28	0.28	0.26	0.21	0.20	0.19	0.16	0.15	0.14	0.12	0.12	0.12	0.10	0.01			
第6因子	Zn	V	Pt	Ni	Fe	Lu	Yb	P	Tm	Ca	Er	La	Ho	Mo	Co	Dy	Al	Cu	Ti	Gd			
	0.47	0.35	0.34	0.34	0.27	0.27	0.24	0.18	0.18	0.17	0.17	0.15	0.15	0.12	0.05	0.04	0.02	0.02	0.02	0.00			
第1因子	Co	Ni	Cu	Mn	Fe																		
	0.19	-0.10	-0.35	0.30	-0.07	0.31	-0.33	-0.19	0.19	-0.08	-0.39	-0.59	-0.06	-0.06	-0.49								
第2因子	Lu	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mn/Fe	水深							
	0.62	0.08	0.89	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.93	0.97	0.97	0.95	0.95	0.91	0.89	0.20	0.32						
第3因子	Mo	Pb	Fe	V	水深	Cu	Zn	La	Nd	Si	P	Sm	Ca										
	0.37	0.32	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.07	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00										
第4因子	Dy	Er	Ni	Tb	Tm	Ho	Eu	Pr	La	Gd	Mn	Al	Yb	Mn/Fe	Co	Ti	Ce	Pt					
	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.07	-0.08	-0.21	-0.26	-0.33	-0.40	-0.46	
第5因子	Co	Ni	Cu	Mn	Fe																		
	0.19	-0.10	-0.35	0.30	-0.07	0.31	-0.33	-0.19	0.19	-0.08	-0.39	-0.59	-0.06	-0.06	-0.49								
第6因子	Lu	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mn/Fe	水深							
	0.62	0.08	0.89	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.93	0.97	0.97	0.95	0.95	0.91	0.89	0.20	0.32						
第1因子	Mo	Pb	Fe	V	水深	Cu	Zn	La	Nd	Si	P	Sm	Ca										
	0.37	0.32	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.07	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00										
第2因子	Dy	Er	Ni	Tb	Tm	Ho	Eu	Pr	La	Gd	Mn	Al	Yb	Mn/Fe	Co	Ti	Ce	Pt					
	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.07	-0.08	-0.21	-0.26	-0.33	-0.40	-0.46	
第3因子	Co	Ni	Cu	Mn	Fe																		
	0.19	-0.10	-0.35	0.30	-0.07	0.31	-0.33	-0.19	0.19	-0.08	-0.39	-0.59	-0.06	-0.06	-0.49								
第4因子	Lu	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Mn/Fe	水深							
	0.62	0.08	0.89	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.93	0.97	0.97	0.95	0.95	0.91	0.89	0.20	0.32						
第5因子	Mo	Pb	Fe	V	水深	Cu	Zn	La	Nd	Si	P	Sm	Ca										
	0.37	0.32	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.07	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00										
第6因子	Dy	Er	Ni	Tb	Tm	Ho	Eu	Pr	La	Gd	Mn	Al	Yb	Mn/Fe	Co	Ti	Ce	Pt					
	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.05	-0.05	-0.05	-0.05	-0.06	-0.07	-0.08	-0.21	-0.26	-0.33	-0.40	-0.46	

③ 第3因子

Ca, Pが -0.93 以下, Feが 0.61 と高い因子負荷量を有し, これらは第3因子に最も強く寄与する。Co, Si, Tiは $0.40\sim 0.45$ の因子負荷量を有するが, 他の因子での寄与の方が強い。第3因子はコバルトリッチクラストに含まれる炭酸塩鉱物及び磷酸塩鉱物の量を表す因子である。コバルトリッチクラストの空隙には石灰質微化石からなる軟泥や燐灰岩が充填しており, 内殻ではこのような空隙に富み, 最内殻ではしばしば細脈として産する。

因子得点が $M-\sigma$ 以下の試料は, MC08とMC10地域に限定され, そのほとんどは最内殻の試料である。因子得点が $M+\sigma$ 以上の試料は, MC02地域で卓越し, Si, Ti, Feに富む。

④ 第4因子

CuとCeが 0.61 と高い因子負荷量を有し, これらは第4因子に最も強く寄与する。Znは 0.42 の因子負荷量を有するが, 他の因子での寄与の方が強い。第4因子では, 負の高い因子負荷量を有する成分はない。第4因子はCuとCeの富化を表すが, 両成分の相関係数は 0.22 と高くない。

因子得点が $M+\sigma$ 以上の試料はCuまたはCeに富み, ほとんどの試料はMC08地域に集中する。MC08地域でCuが高い原因は不明であるが, MC08地域の海山は他の地域と異なる地質構造の場に位置すること, 海山の生成年代が古いことが少なからず起因すると考えられる。

⑤ 第5因子

Znが 0.47 , 水深が -0.56 の因子負荷量を有し, これらは第5因子に最も強く寄与する。Ni, Pt, Vは $0.33\sim 0.35$ の因子負荷量を有するが, 他の因子での寄与の方が強い。第5因子の正の負荷はZnの富化, 負の負荷は採取地点水深の増加を表す。

因子得点が $M+\sigma$ 以上の試料は, ZnとPtに富み, MC02, MC03, MC08地域で卓越する。一方, 因子得点が $M-\sigma$ 以下の試料は, MC08, MC09, MC10地域で卓越する。MC08 \sim MC10地域の採取地点水深は, MC02 \sim MC04地域に比べて深い。

⑥ 第6因子

第6因子に最も強く寄与する成分はない。2番目に強く寄与する成分と因子負荷量は, Ptが -0.45 , Ceが -0.40 , Moが 0.37 , Pbが 0.32 である。第6因子の負の負荷はPtの富化を表すが, 他の要因も関与すると考えられる。

因子得点が $M-\sigma$ 以下の試料は, MC02, MC03, MC04, MC07地域で卓越し, Ptに富む傾向がある。

5-5 鉱物組成

ドレッジで採取されたコバルトリッチクラストのうち、適度な厚さをもち、層構造が顕著なものについて、研磨片を作成し反射顕微鏡による観察を行った。試料数は、ノジュール2個、礫状クラスト1個、計3個である。観察結果を表5-5-1に、代表的な顕微鏡写真を図5-5-1(1), (2)に示す。

コバルトリッチクラストの主成分はマンガン及び鉄の酸化物である。海洋に産するマンガン酸化物の種類は、形態(クラスト、団塊、チムニーなど)や生成環境(海山、深海底、火山など)などにより異なる。コバルトリッチクラストを構成するマンガン鉱物はTodorokite, Buserite (10Å manganite), Birnessite (7Å manganite), Vernadite (δ -MnO₂)とされる。

鑑定されたマンガン鉱物は、VernaditeとTodorokiteである。産状は試料や部位により異なり、黒色で緻密な部分では縞状や腎臓状組織が発達し、褐色酸化物を多く伴う部分では柱状、粒状、コロフォーム状組織が発達する傾向がある。以下に各試料の観察結果を記す。図5-5-2~5-5-4は各試料の観察面の概略スケッチで、左側図は細かい層区分(I~X帯)、右側図は顕微鏡写真撮影位置と番号(1~25)を示す。

1) 97SMC08CB04-P1 (図5-5-1(1), 写真A~D)

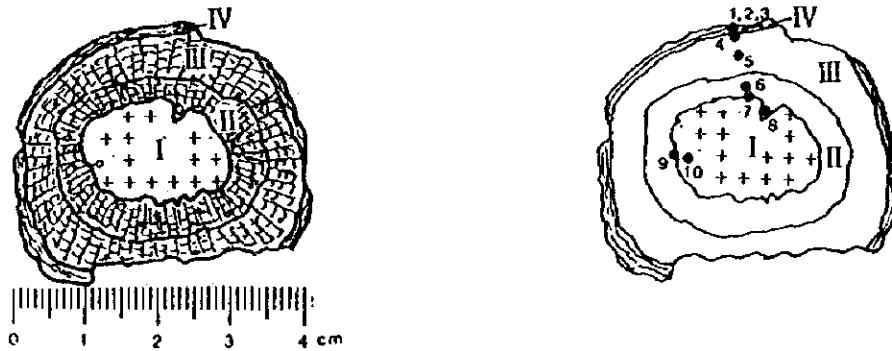


図5-5-2 研磨片試料の断面図

試料は直径4 cmのノジュールで、中心に直径2 cmのハイアロクラスタイトの核をもつ。観察面は長軸を垂直方向に切断した面で、コバルトリッチクラストの層厚は核全周に1 cm前後である。

全体は中心から外周にかけてI~IV帯に区分される。I帯はハイアロクラスタイトの核であり、岩石内の空隙をコロフォーム状Todorokiteが充填する(写真D)。II帯では、縞状でコロフォーム状のTodorokiteが柱状を呈する(写真C)。III帯はII帯と同じであるが、柱の幅はII帯よりも広い(写真B)。IV帯では、コロフォーム状Todorokiteが緻密な縞状を呈する(写真A)。

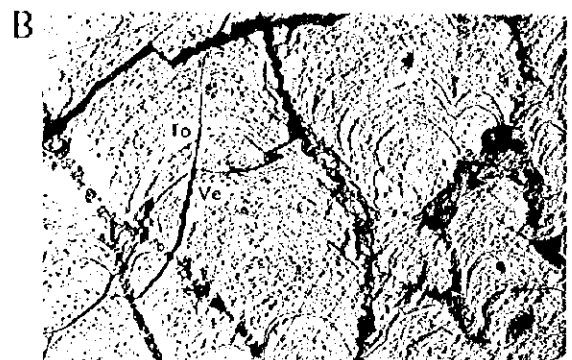
II~IV帯の全体がTodorokiteからなり、Vernaditeはほとんど存在しない。Todorokiteは、

表5-5-1 コバルトリッチクラストの研磨片顕微鏡観察結果

採取地点番号	97SMC08CB04	97SMC08CB04	97SMC08CB08	
試料付番	P1	P2	P1	
クラストタイプ	ノジュール	ノジュール	礫状クラスト (観察は最大厚部のみ)	
層厚 (mm)	9~11	14~22	65	
核	ハイロクラスタイト (円礫状)	なし 中心部は2箇所ある	なし 中心部に磷酸塩鉱物の 細粒塊を含む	
帯区分	4帯 (I~IV帯) I帯は岩石核部	5帯 (I~V帯)	10帯 (I~X帯)	
構造・時間的不連続面	各帯の境界に存在	各帯の境界に存在	各帯の境界に存在	
産出鉱物	Todorokite >> Vernadite 水酸化物, コロフェン	Vernadite > Todorokite 水酸化物, コロフェン	Vernadite >> Todorokite 水酸化物, コロフェン	
Todorokite	産出状況	全体に普遍的に存在	最外殻 (V帯) のみに存在	ほとんど存在しない
	産出量	多量	少量	微量
	結晶粒度	微細粒	微細粒	微細粒
	結晶度	微晶質~隠微晶質	微晶質~隠微晶質	微晶質~隠微晶質
	産状・組織	コロフォーム状, 縞状, 腎臓状, 柱状	コロフォーム状, 縞状	コロフォーム状
Vernadite	産出状況	ほとんど存在しない	全体に普遍的に存在	全体に普遍的に存在
	産出量	微量	多量	多量
	結晶粒度	微細粒	微細粒	微細粒
	産状・組織	コロフォーム状, 縞状, 樹枝状, 粒状, 割れ目充填	コロフォーム状, 縞状, 粒状, 樹枝状, 腎臓状, 柱状, 不規則塊状, 不規則網状	コロフォーム状, 縞状, 粒状, 樹枝状, 腎臓状, 柱状, 不規則塊状, 不規則網状
備 考			IIとIII帯は非晶質?	



IV帯 (写真1)



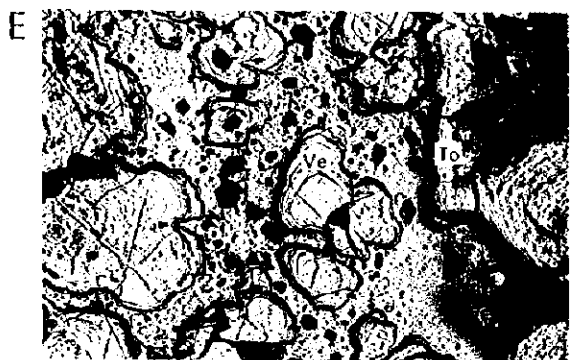
III帯 (写真5)



II帯 (写真9)



I帯 (写真10)



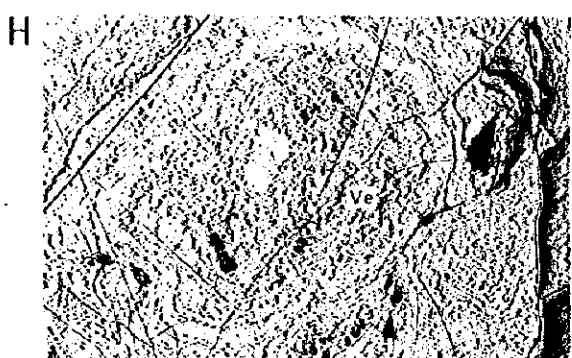
III帯 (写真13)



II帯 (写真14)



Ia帯 (写真18)



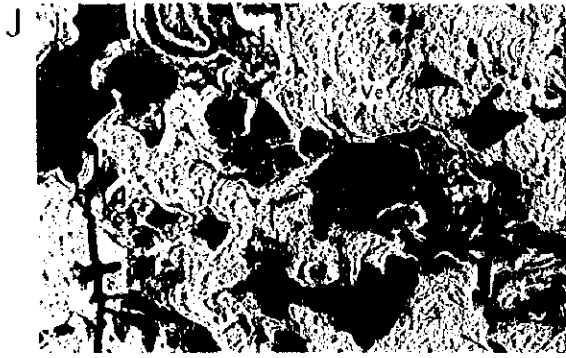
Ia帯 (写真20)

0.1mm
共通スケール

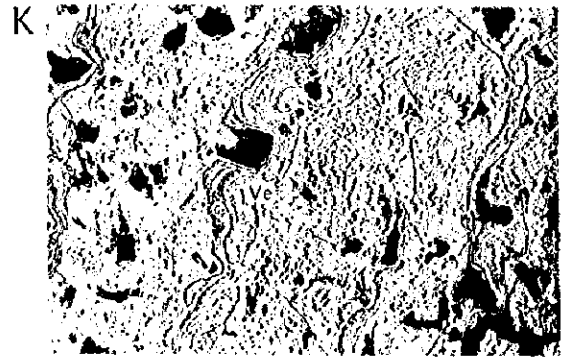
注) A~Dは97SMC08CB04-P1, E~Hは97SMC08CB04-P2.

凡例 To:Todorokite, Ve:Vernadite

図5-5-1 (1) コバルトリッチクラスト研磨片の顕微鏡写真



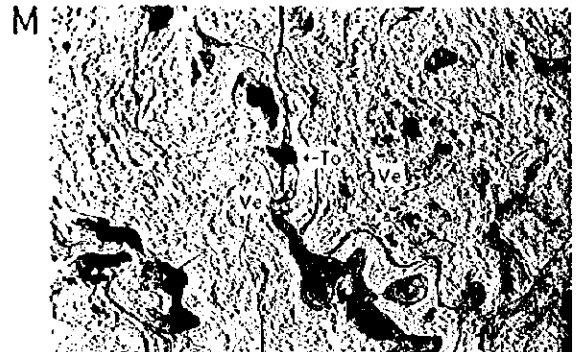
J Ⅸ帯 (写真4)



K Ⅷ帯 (写真7)



L Ⅵ帯 (写真10)



M Ⅳ帯 (写真14)



N Ⅱ帯 (写真17)



P Ⅱ帯 (写真18)



Q Ⅱ帯 (写真20)



R Ⅰ帯 (写真22)

0.1mm
共通スケール

注) J~Rのすべては97SMC08CB08-P1

凡例 To:Todorokite, Ve:Vernadite

図5-5-1(2) コバルトリッチクラスト研磨片の顕微鏡写真

反射率及び色調の異なる2種類からなる。いずれも反射率が高く異方性が認められないことから、微晶質～隠微晶質なTodorokiteと考えられる。II帯及びIII帯では砕屑物及び自生鉱物が含まれ、II帯でその量が多い。

2) 97SMC08CB04-P2 (図5-5-1(1), 写真E~H)

試料は直径4.5cmのノジュールで、岩石の核は存在しない。観察面は長軸を垂直方向に切断した面で、コバルトリッチクラストの層厚は1.4~2.2cmである。

全体は中心から外周にかけてI~IV帯に区分され、I帯はIaとIbに細分される。肉眼的に、I帯は緻密質で層状組織を呈し、II帯及びIII帯は放射状に褐色酸化物を伴い、IV帯は緻密質層状である。この3区分はそれぞれ、最内殻、内殻、外殻に相当する。

I帯では、縮状、球状、樹枝状、腎臓状などを呈するVernaditeが主体となり、微量のコロフォーム状Todorokiteが薄層状に挟在する(写真G)。I帯には中心核部(写真H)が2箇所存在する。Ia帯とIb帯では鉱物組成及び組織は同じであるが、両帯の境界には磷酸塩鉱物と推定される薄層(厚さ0.1mm程度)が挟在する。II帯では、柱状と球状のVernaditeが主体で、コロフォーム状TodorokiteがVernaditeの柱間を充填する(写真F)。III帯では、微量のコロフォーム状Todorokiteを伴い、縮状で球状を呈するVernaditeが散在する(写真E)。IV帯では、微細粒のコロフォーム状Todorokiteが緻密な縮状を呈する。

I帯~III帯はVernadite、IV帯はTodorokiteを主体とする。I帯及びIV帯では層状組織、II帯及びIII帯では柱状組織が顕著である。III帯は多孔質で、II帯及びIII帯では砕屑物及び自生鉱物が多く存在する。成長縞の幅は5~50 μ mである。

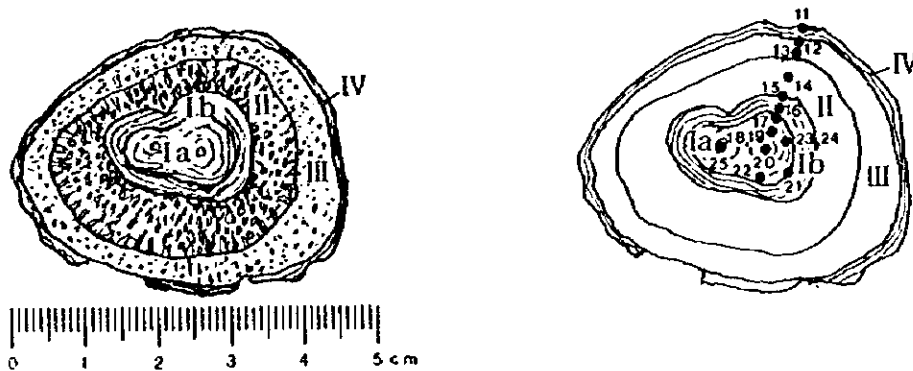


図5-5-3 研磨片試料の断面図

3) 97SMC08CB08-P1 (図5-5-1(2), 写真J~R)

試料は長径13cmの碟状クラストで、岩石核は存在しない。観察面は長軸方向の切断面のうち、上側部分で最大厚さをもつ部分で、コバルトリッチクラストの層厚は6.5cmである。

全体は中心部から外周にかけてI~X帯に区分される。肉眼的に、I~IV帯は緻密質で層

状組織を呈し、V～VII帯及びIX帯は網状に褐色酸化物を伴い、VIII帯及びX帯は緻密質層状である。I～IV帯は最内殻、V～VIII帯は内殻、IX～X帯は外殻に相当する。

I帯は直径約1cmの球状を呈し、縞状でコロフォーム状のVernaditeが主体となり、微量のコロフォーム状Todorokiteが薄層状に挟在する（写真R）。I帯の中心部周辺には磷酸塩鉱物と推定される不定形状の微小塊が2箇所が存在する。II帯では、コロフォーム状Vernaditeが球状や縞状を呈し、水酸化物または磷酸塩鉱物と推定される網状細脈が発達する（写真N～Q）。III帯では、縞状や球状を呈するVernaditeが主体である。

IV～X帯は、緻密で薄層状組織の層（IV、VI、VIII、X帯）と褐色網状脈に富む層（V、VII、IX帯）の互層である。後者の層では、砕屑物及び自生鉱物が多く存在し、VIII帯とIX帯は多孔質である。

IV帯では、コロフォーム状Vernaditeが不規則塊状を呈し、少量のコロフォーム状Todorokiteが挟在する。VI帯では、コロフォーム状Vernaditeが縞状で腎臓状を呈し、微量のTodorokiteが伴われる。VIII帯及びX帯はコロフォーム状Vernaditeからなる。

V帯は不規則網状や不規則塊状のコロフォーム状Vernaditeからなる。VII帯及びIX帯では、縞状で球状を呈するVernaditeが散在し、部分的に不規則網状や不規則塊状のコロフォーム状Vernaditeが存在する。

I～X帯の全体がVernaditeからなり、Todorokiteは非常にわずかである。II帯及びIII帯でVernaditeとしたものは反射率が低く、非晶質で不純なマンガン鉄水酸化物である可能性がある。

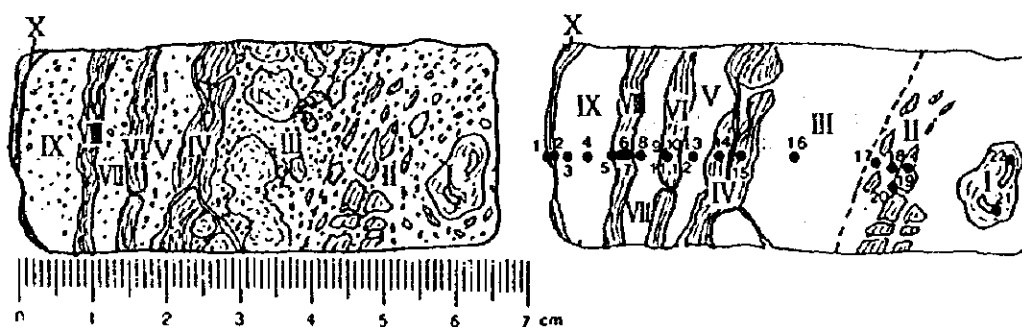


図5-5-4 研磨片試料の断面図

5-6 成長速度

コバルトリッチクラストの成長速度を求める目的で、厚いコバルトリッチクラストの深度別に¹⁰Be濃度を測定した。試料数は3個で、各試料で深度別に9点を測定し、総測定点数は27点である。測定結果を表5-6-1に示す。

試料処理として、深度別に試料を細分し微粉碎した後、120℃で12時間以上加熱し恒量を確

表5-6-1 コバルトリッチクラストの¹⁰Be分析結果

採取地点番号	付番	クラスト タイプ	クラスト 部位	深度 (mm)	¹⁰ Be 濃度 (10 ⁻⁸ at/g)	成長速度 (nm/Ma)	形成年代 (Ma)	残留物質 (%)
97SMC08CB02	B1	碟状クラスト	外殻	0 ~ 7	288.2	2.2	(0)	2.9
			外殻	7 ~ 12	100.2			1.1
			外殻	12 ~ 17	30.98			1.2
			外殻	17 ~ 22	10.85			4.2
			内殻	22 ~ 28	4.298			3.3
			内殻	28 ~ 36	0.709			12
			内殻	36 ~ 45	1.396	不明瞭	1.4	
			最内殻	45 ~ 52	0.1634	1.4		
			最内殻	52 ~ 62	0.1442	3.0		
97SMC10CB06	B1	クラスト	外殻	0 ~ 17	85.0	7.1	(0)	13.7
			外殻	17 ~ 30	31.27			19.9
			外殻	30 ~ 42	13.99			7.5
			内殻	42 ~ 55	9.828	不明瞭 (逆転)	20.1	
			内殻	55 ~ 68	9.995		19.1	
			内殻	68 ~ 79	16.04		9.8	
			内殻	79 ~ 89	48.93		11.5	
			内殻	89 ~ 100	193.6		12.4	
			内殻	100 ~ 110	257.2		7.7	
97SMC10CB07	B1	碟状クラスト	外殻	0 ~ 10	101.0	1.4	(0)	3.6
			外殻	10 ~ 30	5.452			9
			内殻	30 ~ 50	0.6538	不明瞭	12.2	
			内殻	50 ~ 75	0.9438		16.0	
			内殻	75 ~ 95	0.02112		10.6	
			内殻	95 ~ 115	0.2423		5.4	
			内殻	115 ~ 135	0.3599		5.5	
			最内殻	135 ~ 145	1.022		2.7	
			最内殻	145 ~ 150	0.8331		3.9	

認した。1.0gの測定試料に対して、 ^9Be キャリアーを1.0mg添加し、所定の化学処理を行った。 ^{10}Be の測定には、タンデム加速器装置と加速器質量分析を用いた。

コバルトリッチクラストの成長速度を求める際に、海水中の ^{10}Be 濃度が一定で、生成時の ^{10}Be 挙動が変化しないことを前提条件とする。 ^{10}Be 濃度はコバルトリッチクラストの深部から表面に向かい高くなることから、成長速度は測定点の深度と ^{10}Be 濃度とのグラフから算出される。

3試料ともに、外殻では ^{10}Be 濃度は十分に高いが、内殻及び最内殻では非常に低いため、全層に対する成長速度は求められなかった。97SMC08CB02では、外側6点のデータから、成長速度は2.2mm/Ma、6点目の生成年代は1,200万年前となる。97SMC10CB06では、外側3点から、成長速度は7.1mm/Ma、3点目の生成年代は750万年前となる。97SMC10CB07では、外側2点から、成長速度は1.4mm/Ma、2点目の生成年代は900万年前となる。この結果、厚さ22~40mmの外殻部分は約700~900万年前から形成されてきたといえる。

内殻及び最内殻の成長速度はほとんど求められなかったが、97SMC08CB02の外側6点のうち内側2点は内殻に位置することから、内殻の成長速度は外殻とそれほど変わらないと推定される。コバルトリッチクラスト全体の成長速度を2.2mm/Maと仮定すると、10cmのクラストが生成するのに4,500万年かかることになる。

薄くて外殻だけからなるコバルトリッチクラストが賦存するMC03, MC04, MC06, MC07, MC09地域では、クラストの最大層厚は14~47mm、玄武岩の年代は5~14Maである。一方、厚くて多層のコバルトリッチクラストが賦存するMC08とMC10地域では、クラストの最大層厚は90~155mm、玄武岩の年代は24~70Maである。したがって、成長速度から算出されるコバルトリッチクラストの年代と基盤の玄武岩年代は調和的である。

なお、Sharma and Somauajulu (1982)は太平洋地域において1~8mm/Ma、JICA-MMAJ (1997)はマーシャル諸島共和国において2.6~5.2mm/Maの成長速度を報告している。

5-7 賦存状態

各地域におけるコバルトリッチクラストの賦存状態を表5-7-1にまとめた。鉱床賦存の要素は、海山の規模、海山の凹凸地形、海山斜面上~中部の平均傾斜角、海山頂部の水深、コバルトリッチクラストの露出程度、コバルトリッチクラストの層厚及び主要成分の平均品位、コバルトリッチクラストの鉱量である。海山の凹凸地形は海底地形図、コバルトリッチクラストの露出程度はMBES音圧イメージ図から、コバルトリッチクラストの鉱量は海山規模、露出程度及び厚さを基にして相対関係を判定した。これ以外の項目では、実際に測定された値を表示した。

海山斜面でコバルトリッチクラストの露出が良好なのは、MC04, MC05, MC10地域である。しかし、MC04とMC05地域ではコバルトリッチクラストの層厚は非常に薄い。コバルト

リッチクラスト平均層厚が厚いのは、MC02、MC08、MC10地域である。しかし、これらの地域ではコバルトの平均品位が低い。またMC02地域では、コバルトリッチクラストが露出する地区は限定され狭い。コバルトの平均品位が高いMC09地域では、山頂水深が深く、地形的起伏が多い。ニッケルの平均品位が高いMC06地域では、海山規模が小さく、平均層厚が薄い。このように、各地域は相対的な有利点と不利点を合わせ持つ。

以上のような賦存状態を基に各地域を総合的に評価すると、9地域のうちMC08地域とMC10地域が最も優れており、これ以外の地域との格差は大きい。

表5-7-1 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		採取地点数	クラスト層厚(mm)		クラスト平均品位			鉱量	備考
		凹凸地形	斜面斜度	山頂水深	平頂部	斜面部		最大	平均	Co (%)	Ni (%)	Pt (ppm)		
MC02	中	少	7°	1,080 m	低	中	4	50	21	0.35	0.33	0.50	少	
MC03	中	少	15°	510 m	-	中	12	47	8	0.48	0.36	0.33	少	
MC04	中	中	10°	100 m	-	高	17	20	1	0.47	0.32	0.23	微	2海山
MC05	中	中	16°	190 m	-	高	7	<1	<1	-	-	-	無	
MC06	小	中	17°	740 m	-	中	8	20	3	0.47	0.36	0.28	少	
MC07	中	中	12°	1,420 m	低	中	10	14	5	0.48	0.31	0.19	少	
MC08	大	中	18°	1,580 m	低	中	18	90	20	0.36	0.32	0.37	多	北側海山
MC09	中	多	17°	2,030 m	-	中	13	23	7	0.49	0.30	0.14	少	北側海山
MC10	大	中	12°	1,560 m	低	高	16	155	20	0.33	0.30	0.27	多	南側海山

6章 考察と提言

6-1 海山の形成発達とクラストの賦存状況

MC02~MC10の9地域におけるサンプリングの結果、コバルトリッチクラストの賦存状況が地域により大きく異なることが判明した。これは主に、各地域の海山が多様な形態をもつことに起因する。各海山は異なる地質構造上で形成され、下記の形成発達史をもつ。

MC08とMC10地域の海山は、中生代から古第三紀にかけてアルカリ玄武岩の火山活動により海洋島として生成し、火山活動の停止と浸食さらに海洋底の沈降により環礁となり、引き続き沈降により新第三紀には海面下に没し、現在は平頂海山として存在する。MC07地域の海山は第三紀に生成した環状を呈する海山で、環状山体の東西及び北側山頂はMC08地域同様に平頂である。MC09地域の北側海山は第三紀に生成したが、山頂は海面上にほとんど出ることがなく、現在は山頂部が多くは峰からなる。以上4地域の海山の山頂水深は1,400mより深く、礫性石灰岩は採取されなかった。

MC05とMC06地域の海山は、第三紀にアルカリ玄武岩の火山活動により海洋島として生成し、現在は山頂水深が浅い尖頂海山である。MC03地域の海山はソレライト~アルカリ玄武岩、MC04地域の海山はソレライト~中央海嶺玄武岩の火山活動により第三紀に生成し、現在は海嶺状の尖頂海山である。MC02地域の海山は、中央海嶺玄武岩の火山活動により生成し、現在は海台状の平頂海山となっている。以上5地域の海山の山頂水深は1,100mより浅く、山頂部から斜面上部にかけて礫性石灰岩が広く分布する。

海山や地形の特性とコバルトリッチクラスト層厚と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も古い平頂海山（MC08, MC10地域）ではクラストは厚く発達し、これより新しい海山（MC05, MC07地域など）ではクラストは薄い。
- ・古第三紀よりも新しい年代の海山では、クラスト層厚は年代よりも地形、地質に左右される。
- ・水深が1,800m前後より浅部の海山斜面では、礫性石灰岩が卓越して分布しており、このような斜面をもつ海山（MC03~MC06地域）ではクラストは薄い。
- ・山頂水深が非常に浅い尖頂海山（MC04, MC05地域）ではクラストは非常に薄い。

海山形状、海山生成年代、コバルトリッチクラスト層厚、採取水深などの多様性は、コバルトリッチクラストの化学組成にも現れている。化学組成の統計解析では全データを一括して処理しているため、これらの多様性が解析結果に大きく影響していると考えられる。実際に、一部の主要成分の相関関係では、マーシャル諸島共和国EEZでの解析結果（JICA-MMAJ, 1996）と異なる傾向が認められる。本調査では基本統計量は各種区分別に算出されているが、今後の調査でデータ数が十分に増えた場合、地域別の多変量解析を行い、比較検討することが課題となる。

本調査により、FSM海域におけるコバルトリッチクラストの賦存と海山の形成発達状況について、極めて概略ではあるが知見を得ることが出来た。このことから、コバルトリッチクラストが発達する古い平頂海山が分布すると考えられる北部-北西部海域を中心に今後の探査を行うことが望まれる。また、コバルトリッチクラスト生成の検討のために、本海域でさらにたくさんのデータを集積する必要がある。

6-2 熱水性硫化物鉱床生成の可能性について

MC02地域の海山北側斜面下部で、熱水変質を受けた玄武岩が採取された。帯緑暗灰色を呈する変質玄武岩は全体に緑泥石化や炭酸塩鉱物化を受けており、一部で方解石細脈に沿い微弱的な黄鉄鉱鉱染が認められる。USGS-KORDI (1992) は、ほぼ同じ場所で同様の変質及び鉱染を報告している。本海山の北斜面は東西方向に直線的で急傾斜であり、この北側には同方向の地溝が存在する。この斜面と地溝は海洋底の構造運動に関連して形成され、同時に熱水変質が生じたと考えられる。同地点の玄武岩はMORB組成であることから、海山北斜面と北側の地溝に至る地区には中央海嶺にみられるような熱水性硫化物が存在する可能性が考えられる。

MC03地域の海山北側でも同様の地質構造が認められ、山体を横断する横ずれ断層も幾つか存在する。また、この断層上に位置する海山中央の鞍部では、海底写真で熱水性生物のコシオリエビが捕捉された。

以上のように、MC02地域とMC03地域には大きな地質構造が存在し、熱水変質も確認されていることから、熱水性硫化物鉱床の存在が期待される。

6-3 Satellite Altimetryによる海底地形図の有効性と精度について

本調査の計画にあたっては、既存データとしてNOAAによるETOPO5またはTerrain Base海底地形ファイルの5'×5'グリッドのデータを使用し、調査対象海山の選定を行った。本データはこれまでの海底地形調査データを集大成して公表されていることから、調査位置決定にNNSSを用いた時代のデータも含まれていて、これまでの調査においても一部海域ではデータに見られる海山が見つからない等の事態が発生している。特にこれまでの調査量が少ないFSM海域では、他海域と比べて確度が落ちるものと考えられた。

今年度調査においては、SOPAC事務局より事前に“French Government, Ministry of Foreign Affairs, Satellite Bathymetric Survey of the Maritime Zone of the State of Yap FSM, June 1996の提供を受けることが出来、またSmith, W.H.F. and D.T. Sandwell, Global Seafloor Topography from Satellite Altimetry and Ship Depth Soundings, submitted to Science, April 7, 1997を参照することにより、「Satellite Altimetry Data 利用による推定海底地形図」の利用が、海山位置の推定にあたって有効な手段であることが確認できた。

本調査で得られた海底地形図との対比から、Satellite Topographyによる等深線図に見られる海山の概略形状、位置は確かなものであり、計画時の資料として有効である。しかし、その表示水深については使用にあたって注意を要するということが判明した。

今後、Satellite Topography Dataは、調査計画のみならず多方面での利用が考えられることから、その精度の確認をするとともに、地域特性の把握による精度向上を図ることが要望される。

7章 ま と め

今年度はSOPAC第3期5ケ年計画の3年目に当たり、ミクロネシア連邦国経済水域内において、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行った。

実調査日数は74日間である。

対象海域には、いくつかの海洋島、環礁およびShoalと多くの海山が分布する。これらは、対象海域の西側のヤップゾーンでは2つの大きな海嶺に沿って、東側のチューク～ボンベイゾーンでは東西に点在する海洋島を中心として存在する。

調査は各地域ごとに、主として、MBESによる詳細な地形図作成のための地形調査と、FDCによる海底観察、および鉱床賦存状況確認のためのチェーンバックドレッジ(CB)、アーム型ドレッジ(AD)または大口径コアラー(LC)をもちいたサンプリングを実施した。海底観察・サンプリングからは、鉱床の連続性、コバルトリッチクラストのタイプ、厚さ、品位、被覆率等の性状を把握した。採取試料の一部については、陸上にて各種分析、X線回折試験、顕微鏡観察等を行い、船上調査結果と併せて総合的な解析に供した。また、MBESによる地形調査と並行して、堆積物状況把握のためのSBP調査を、さらに一部の海山では、海底の微地形把握を目的としてSSS調査を実施した。

(地形調査)

海山選定にあたっては水深、規模、位置等を勘案し、なるべく変化に富む海山を調査対象とするよう考慮した。レグ1では調査海域の西側から南側の海山を6地域、また、レグ2では海域の東側から北側の中心に4地域の、計10地域の13海山を調査した。海底地形が複雑な海域にある海山であるため、山頂形状による海山タイプは、平頂海山5、尖頂海山1、海嶺状3、海台状1、凸凹型2、浅瀬1と分類される。

各地域の調査範囲はその規模及び調査結果によって異なるが概ね20×30マイルである。いずれの地域においても、海山全体の地形形状が把握され、サンプリング等各種調査の基礎データとなった。

海山山頂最浅部の水深は(10^{*1})~2,032mと幅広く、比高は2,400m~4,000mである。

また、山体規模の最大のは、MC10南海山で東西43km、南北43kmである。

*1 海図に示された最浅部水深であるため参考値とした。

(M B E S 音響イメージ)

全ての海山において山頂部また斜面部の尾根あるいは谷地形等の斜面勾配が大きい部分に露岩分布に対応した画像濃色部が認められる。その斜面では上部から下部に向けて画像が淡くなっており、徐々に未固結堆積物の層厚が増す傾向を示している。一方、平頂部のように起伏の少ない個所では一般に未固結堆積物の分布に対応した画像淡色部が認められる。

海山の露岩部は、その表面をクラストで覆われていることが多い。したがって、M B E S 音響イメージによって推定される露岩分布はクラスト分布の可能性を示すものである。太平洋中央部によく見られる未固結堆積物を載せた平頂部を持つ海山は、当海域ではM C 02, M C 07, M C 08, M C 10の4地域の海山に見られ、他は山頂部から斜面部の大部分に露岩もしくは礫が分布すると推定された。

(S B P 調査)

S B P 調査により、明瞭に未固結堆積物の分布が認められる海山はM C 02, M C 07, M C 08, M C 10の4地域の海山であり、M B E S 音響イメージの未固結堆積物分布と調和的である。これらのうち後者の3海山が平頂海山であり、S B P 記録では明瞭なT-typeが発達する。T-typeが、最も発達しているのはM C 10地域の北側海山で、縁辺部にまでわたって広く分布している。F D Cによる海底観察結果との対比等から、透明層の分布域は、未固結堆積物の分布域と推定され、当海域では層厚20~40mを示す。

(S S S 調査)

S S S イメージは、M B E S 音圧分布に比べて、微地形・底質の変化をより細かく把握することが可能である。M C 10地域では、ピナクル斜面の露岩状況、ピナクル麓の緩傾斜部でのノジュールの分布、肩のやや傾斜が増加した部分での露岩の状況、斜面上部の露岩状況が面的に得られた。

S S S イメージは、F D C 観察結果との対比により、高音圧部が露岩部に対比されることが明らかにされているが、今回の調査からも同様の結果が得られた。さらにM B E S からでは判断が難しい、高い反射音圧内にある局所的な低い反射音圧部や、斜面にある堆積物を薄く被る露岩の判定等、より詳細な露岩分布・礫分布の推定が可能であった。またM B E S 音響イメージでは判断できない微細な地形を確認できた。

(サンプルング)

ドレッジ及びコアラによるサンプルングを、M C 02~M C 10地域の9地域、128地点で実施した。105地点でコバルトリッチクラストが採取されたが、化学分析に供するに十分な量が得られたのはこのうち69地点である。

採取されたコバルトリッチクラストに対して、化学分析、研磨片顕微鏡観察、 ^{10}Be 同位体分析を行った。また、岩石に対しては、化学分析、薄片顕微鏡観察、X線回折試験、K-Ar法年代測定、化石鑑定を行った。

(地質)

MC02~MC06地域では、山頂部から水深1,600~2,000mの斜面上部まで礫性石灰岩が分布し、斜面下部に玄武岩及びハイアロクラスタイトが分布する。MC07地域では、平頂部の一部に礫性石灰岩が分布するが、山頂部から斜面下部まで玄武岩及びハイアロクラスタイトが卓越して分布する。MC08~MC10地域では、山頂部から斜面下部まで玄武岩及びハイアロクラスタイトが分布し、礫性石灰岩は分布しない。また、MC08及びMC10地域の典型的な平頂海山では、平頂部から斜面上部に泥岩が多く分布する。

玄武岩の化学分析の結果、MC02地域の玄武岩はPlume型中央海嶺玄武岩、MC04地域は島弧ソレライト~Normal型中央海嶺玄武岩、MC03地域は海洋島ソレライト~海洋島アルカリ玄武岩、MC05地域及びMC07~MC10地域は海洋島アルカリ玄武岩に分類される。

(海底観察)

6地域の9測線で曳航式カメラによる海底観察を実施した。

一般に、海山斜面部において、急傾斜部でクラストや礫状クラストが断続的に露出するが、緩傾斜部では有孔虫砂がクラストを覆いクラストは散点的に露出する。有孔虫砂の表面にはリップルマークが存在する。

MC07, MC08, MC10地域の海山平頂部の縁辺部または小丘部では、クラスト及び礫状クラストが連続的に露出し、局所的にノジュールが分布する。MC04地域では、山頂部から水深800m程度までは、マンガン酸化物に覆われない石灰岩が分布する。

(コバルトリッチクラストの層厚)

各採取地点でコバルトリッチクラストの最大、最小、平均の層厚を計測し、各地域の平均層厚を算出した。MC02, MC08, MC10地域の平均層厚は20~21mmと比較的厚い。MC03, MC04, MC06, MC07, MC09地域の平均層厚は1~8mmと薄く、MC05地域の平均層厚は1mm以下ときわめて薄い。

最大層厚が50mmを超えるコバルトリッチクラストは、MC02地域の1地点、MC08地域の5地点、MC10地域の3地点で採取された。このうち、MC10地域の3地点では最大層厚は100mm以上である。

(コバルトリッチクラストの化学分析)

69地点で採取された113個のコバルトリッチクラストに対して、29成分、163試料の化学分析を行った。Co, Ni, Cu, Mn, Feの平均品位は順に、0.41, 0.32, 0.06, 24.12, 15.83wt%である。Coの平均品位は、MC02, MC08, MC10地域では0.33~0.36%, これ以外の地域では0.47~0.49%であり、地域格差が大きく明瞭である。

因子分析の結果、コバルトリッチクラストの主要成分は1つの因子で表され、因子負荷量から2つのグループに区分される。すなわち、Co, Ni, Mn, Pb, Mo, Vの濃集とCu, Fe, Si, Al, Tiの濃集が区分され、両者は負の相関関係にある。

(コバルトリッチクラストの鉱物組成)

コバルトリッチクラストを構成するマンガン鉱物として、VernaditeとTodorokiteが鑑定された。これらの鉱物は微細粒、微晶質であり、どちらか一方が卓越して産出することが多い。産状は試料や部位により異なり、黒色で緻密質な部分では縞状や腎臓状組織、褐色酸化物を多く伴い多孔質な部分では柱状、粒状、コロフォーム状組織が発達する。成長縞の幅は、5~50 μ mである。

(コバルトリッチクラストの賦存状況)

サンプリング及び海底観察の結果、厚さ10mm以上のコバルトリッチクラストは、水深1,000~3,500mに賦存する。コバルトリッチクラストは、クラスト状、碟状、ノジュール状などの形状で分布し、その厚さは地域、地形、母岩などにより大きく変化する。

MC02, MC08, MC10地域では、50mmを越える厚さのコバルトリッチクラストが採取され、平均層厚が20mm程度と厚い。しかし、MC02地域では、コバルトリッチクラストが露出する地区は狭い。MC04, MC05地域では、コバルトリッチクラストの露出は良好であるが、平均層厚は1mm程度と非常に薄い。

主要成分の平均品位も地域による格差がある。MC02, MC08, MC10地域では他地域に比べて、Cuが高く、CoとMnは低い。MC04地域では、Mnが最も高く、Feが最も低い。

賦存状況を基に各地域を評価すると、MC08地域とMC10地域が最も優れており、他地域との格差は大きい。

(考 察)

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も古い平頂海山(MC08, MC10地域)ではクラストが厚く発達し、これより新しい海山(MC05, MC07地域など)ではクラストが薄い。
- ・古第三紀よりも新しい年代の海山では、クラスト層厚は年代よりも地形、地質に左右され

る。

- ・水深が1,800m前後より浅部の海山斜面では、礫性石灰岩が卓越して分布しており、このような斜面をもつ海山（MC03～MC06地域）ではクラストが薄い。
- ・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も地域により格差がある。MC02, MC08, MC10地域では他地域に比べて、Cuが高く、CoとMnは低くなっていて、コバルトの平均品位は北部地域で0.33～0.36%、南部地域で0.38～0.48%を示す。

賦存状況を基に各地域を評価すると、北部のMC08, MC10地域が優れている。このことから、今後、古い平頂海山が分布すると考えられる北部～北西部海域を中心に、さらに探査を行うことが望ましい。

また、MC02地域とMC03地域にはプレート運動の結果生じたと考えられる大きな地質構造が見られる。両地域とも北側にそれに伴う水深3,000mを超える溝状地を持ち、さらにその中に海底の拡大を推定させる小凹地が存在し、一部、熱水変質も確認されていることから、熱水性硫化物鉱床の存在が期待される。活動が現在まで継続しているかどうか不明のため埋没している可能性もあるが、新たな調査対象として期待される。

[参 考 文 献]

Bonani G., Hofmann H.J., Morenzoni E., Nnessi M., Suter M., and Wolfler 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, $\text{MnO}/\text{TiO}_2/\text{P}_2\text{O}_5$: 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, ^{10}Be 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 FDC調査結果

第2表(1)～(7) サンプルング結果概要

第3表(1)～(4) コバルトリッチクラストの化学分析結果

第4表(1)～(5) コバルトリッチクラストの化学分析結果総括

第5表(1)～(4) 分析及び試験試料一覧表

第6表(1)～(3) MBESに使用した水深対音速値表

第7表 気象・海象データ

第1図(1)～(10) 航跡図 (MC01～MC10地域)

第2図(1)～(10) 海底地形段彩図 (MC01～MC10地域)

第3図(2)～(10) 地形勾配図 (MC02～MC10地域)

第4図(1)～(9) FDCルートマップ及びコバルトリッチクラスト露出率図
(MC03, MC04, MC07～MC10地域)

付帯 第1表 FDC 調査結果

地域名	御線名	項目	実施月日・時間 (UTC)	曳航体位置		水深 (m)	概略位置	観測時間 (h:m)	観測距離 (mm)	撮影写真 有効枚数	8mmVTR (巻)
				緯度 (N)	経度 (E)						
MC03	97SMC03FDC010	投入	7月28日 21:59	6° 17.693'	141° 32.693'	980 2,751	海山西部の山頂部 北西側斜面中部	3:46	3.8	135	2
		捕底	7月29日 22:29		141° 30.475'						
		離底	7月29日 2:15								
		揚収	7月29日 3:10								
MC04	97SMC03FDC011	投入	7月29日 3:56	6° 19.390'	141° 29.407'	2,640 3,870	北西側斜面中部 北西側斜面下部	2:11	1.9	116	2
		捕底	7月29日 4:47		141° 28.420'						
		離底	7月29日 6:58								
		揚収	8月4日 8:12								
MC04	97SMC04FDC01	投入	8月4日 23:17	6° 11.849'	144° 19.780'	1,860 3,636	南西側斜面上部 南西側斜面下部	3:45	3.8	152	2
		捕底	8月5日 23:54		144° 17.058'						
		離底	8月5日 3:39								
		揚収	8月5日 4:50								
MC07	97SMC04FDC02	投入	8月5日 22:41	6° 15.435'	144° 21.154'	178 2,669	山頂部 南西側斜面中部	4:32	5.0	255	3
		捕底	8月6日 22:48		144° 17.054'						
		離底	8月6日 3:20								
		揚収	8月6日 4:12								
MC07	97SMC07FDC01	投入	8月27日 21:02	6° 01.590'	157° 25.459'	1,569 2,940	山頂部 北西側斜面中部	6:03	6.3	265	4
		捕底	8月28日 21:39		157° 19.537'						
		離底	8月28日 3:42								
		揚収	8月28日 4:41								
MC08	97SMC08FDC01	投入	9月2日 21:15	10° 21.597'	156° 44.650'	2,012 3,165	東側平頂縁辺部 北側斜面中部	2:43	2.4	105	2
		捕底	9月3日 21:57		156° 46.074'						
		離底	9月3日 0:40								
		揚収	9月3日 1:40								
MC08	97SMC08FDC02	投入	9月3日 2:28	10° 25.612'	156° 40.269'	1,969 2,284	北側平頂縁辺部 北側平頂縁辺部	2:02	2.1	117	2
		捕底	9月3日 3:09		156° 40.826'						
		離底	9月3日 5:11								
		揚収	9月3日 5:59								
MC09	97SMC09FDC01	投入	9月12日 21:50	8° 05.198'	154° 58.894'	1,202 2,734	南側海山の山頂部 南側斜面中部	2:28	2.3	125	2
		捕底	9月13日 22:19		154° 57.059'						
		離底	9月13日 0:47								
		揚収	9月13日 5:59								
MC10	97SMC10FDC01	投入	9月20日 21:40	9° 55.075'	148° 14.138'	1,948 3,525	北西側平頂縁辺部 北西側斜面下部	4:58	4.8	176	3
		捕底	9月21日 22:18		148° 09.587'						
		離底	9月21日 3:16								
		揚収	9月21日 4:22								

注：曳航体位置は船のGPS位置、曳航体のCTD水深及びワイヤ長から算出した。

付帯 第2表 (1) サンプルング結果概要

採試点番号	緯度 (N)	経度 (E)	水深 (m)	地形的位置	クラストタイプ (LC写真内容)	クラスト表面状態	クラスト最大 最小 平均 (mm)	採取物重量 (kg)	母岩, 岩石種類 / 未固結堆積物種類 [寸長/径, 形状有無]
M02 地域									
97SMC02LC01	9° 14.967'	141° 35.009'	3.256	海山南東裾部	なし	-	(21)	35.6	有孔虫軟泥 [215cm/無]
97SMC02AD02	9° 08.457'	141° 37.456'	1.933	北斜面上部 から	採取なし	-	-	0	採取物なし
97SMC02CB03	9° 08.255'	141° 36.557'	1.370	北平頂部縁辺部	くすみ状	-	<1	81.2	玄武岩 (斑状流岩), 火砕岩 袋質玄武岩 (黄鉄鉱鉍鉄輝石)
97SMC02CB04	9° 10.162'	141° 32.235'	3.335	北斜面下部	クラスト	ブドウ状	<1	58.7	礫性石灰岩, 有孔虫砂塊
97SMC02CB05	9° 09.930'	141° 32.120'	3.320	南東平頂部小丘部	クラスト	平滑	30	0.19	斑状玄武岩中礫
97SMC02LC05	8° 58.049'	141° 38.744'	1.558	南東平頂部小丘部	コーティング	平滑	30	1.08	母岩採取なし
97SMC02LC06	8° 58.602'	141° 38.423'	1.636	南東平頂部小丘部	クラスト	顆粒状	22	1.08	礫性石灰岩
97SMC02LC07	8° 58.516'	141° 33.921'	1.432	南東平頂部小丘部	クラスト	ブドウ状	-	1.9	礫性石灰岩
97SMC02LC07	9° 07.601'	141° 41.942'	1.412	北平頂部縁辺部	なし	-	(9)	44.6	有孔虫砂, 火山灰 [260cm/無]
M03 地域									
97SMC03LC01	6° 13.953'	141° 51.982'	3.508	海山南東裾部	なし	-	-	1.7	多孔質無晶状玄武岩
97SMC03AD02	6° 21.627'	141° 53.496'	2.105	南東斜面上部	クラスト	ブドウ状	10	0.13	軽石
97SMC03AD03	6° 21.628'	141° 53.527'	2.028	南東平頂部縁辺部	採取なし	-	-	1.78	多孔質無晶状玄武岩
97SMC03AD04	6° 20.593'	141° 51.293'	1.794	東平頂部中央部	クラスト	ブドウ状~	10	45.61	礫性石灰岩, 有孔虫砂塊
97SMC03AD05	6° 20.736'	141° 51.085'	1.756	東平頂部中央部	クラスト	顆粒状	1	221.2	軽石
97SMC03AD06	6° 21.775'	141° 47.687'	1.826	中央平頂部小丘部	礫状	ブドウ状~	<1	1.34	多孔質無晶状玄武岩, 含礫有孔虫砂岩
97SMC03AD07	6° 21.866'	141° 47.651'	1.777	中央平頂部小丘部	コーティング	平滑	5	1.57	母岩なし
97SMC03CB06	6° 20.033'	141° 41.889'	1.542	西山頂部	礫状 / ジュール	ブドウ状~	<1	47.62	多孔質無晶状玄武岩中礫, 軽石
97SMC03CB07	6° 20.198'	141° 41.415'	1.466	西山頂部	コーティング	平滑	12	26.5	礫性石灰岩
97SMC03CB08	6° 16.237'	141° 32.174'	1.177	北西斜面中部	クラスト	ブドウ状~	1	9.29	多孔質玄武岩
97SMC03CB09	6° 16.327'	141° 31.577'	1.109	北西斜面中部	クラスト	平滑	<1	1.74	有孔虫砂岩, 軽石
97SMC03CB10	6° 21.791'	141° 34.019'	2.429	北東斜面中部	クラスト	ブドウ状~	27	3.12	多孔質無晶状玄武岩, 斑状玄武岩
97SMC03CB11	6° 21.481'	141° 33.621'	2.247	北東斜面中部	クラスト	顆粒状	4	0.13	軽石
97SMC03CB12	6° 23.723'	141° 36.971'	2.907	北東斜面中部	クラスト	ブドウ状~	20	1.74	有孔虫砂岩, 軽石
97SMC03CB13	6° 23.530'	141° 36.644'	2.645	北東斜面中部	クラスト	平滑	4	3.12	多孔質無晶状玄武岩, 斑状玄武岩
97SMC03CB14	6° 25.080'	141° 54.190'	1.179	北東斜面中部 (小丘部)	クラスト, 礫状	ブドウ状~	1	47.62	多孔質無晶状玄武岩中礫, 軽石
97SMC03CB15	6° 25.044'	141° 53.929'	1.079	北東斜面中部	コーティング	平滑	<1	26.5	礫性石灰岩
97SMC03CB16	6° 25.778'	141° 52.221'	2.137	北東斜面中部	クラスト	ブドウ状~	<1	9.29	多孔質玄武岩
97SMC03CB17	6° 25.699'	141° 52.053'	1.996	南東平頂部縁辺部	クラスト	平滑	<1	1.74	有孔虫砂岩, 軽石
97SMC03CB18	6° 20.229'	141° 49.128'	1.832	南東平頂部縁辺部	クラスト	ブドウ状~	27	3.12	多孔質無晶状玄武岩, 斑状玄武岩
97SMC03CB19	6° 20.261'	141° 49.126'	1.783	南東平頂部縁辺部	クラスト	顆粒状	20	1.74	有孔虫砂岩, 軽石
97SMC03CB20	6° 18.087'	141° 46.812'	2.046	南東平頂部縁辺部	クラスト	顆粒状	20	1.74	有孔虫砂岩, 軽石
97SMC03CB21	6° 18.234'	141° 46.368'	2.093	南東平頂部縁辺部	クラスト	顆粒状	20	1.74	有孔虫砂岩, 軽石
97SMC03CB22	6° 26.160'	141° 45.814'	2.873	北斜面下部	クラスト	顆粒状	4	0.13	軽石
97SMC03CB23	6° 26.962'	141° 45.514'	2.671	北斜面下部	クラスト	顆粒状	4	3.12	多孔質無晶状玄武岩, 斑状玄武岩

付帯 第2表 (2) サンプルリング結果概要

採試点番号	採試点位置		水深 (m)	地形的位置	クラストタイプ (LC写真内容)	クラスト表面状態	クラスト最大厚さ (mm)	採取物重量 (kg)	母岩, 岩石種類 / 未固結堆積物種類 [寸長/ピット変形有無]
	緯度 (N)	経度 (E)					最大 最小 平均		
97SMC03LC14	6° 29.220'	141° 42.800'	2.904	海山北方尾根部	なし	-	-	0.07	母岩, 岩石種類 / 未固結堆積物種類 [寸長/ピット変形有無]
97SMC03LC15	6° 22.406'	141° 37.725'	• 2.096	北平頂部縁上部	(クラスト)	(顆粒状)	5	0.024	弱固結有孔虫砂塊 [7cm/無]
97SMC03LC16	6° 15.017'	141° 34.128'	1.979	南斜面中部	(塊状)	(顆粒状)	-	0	玄武岩採取物なし
M004 地域							(20)		
97SMC04LC01	6° 01.531'	144° 29.024'	3.876	西側海山南東裾部	なし	-	-	24.8	有孔虫軟泥, 石灰岩中礫 [160cm/無]
97SMC04CB02	6° 19.762'	144° 19.428'	2.193	西側海山	採取なし	-	-	0.571	母岩採取なし
97SMC04CB03	6° 19.388'	144° 19.805'	1.959	北斜面中部	コーティング	平滑	<1	6.13	有孔虫砂塊, 軽石
97SMC04CB04	6° 17.454'	144° 18.313'	1.887	西側海山	くすみ状	平滑	<1	4.833	礫性石灰岩, 軽石
97SMC04CB05	6° 13.558'	144° 18.419'	• 1.305	北斜面中部	コーティング	平滑	<1	10.1	礫性石灰岩, 有孔虫石灰岩
97SMC04CB06	6° 13.697'	144° 19.118'	• 1.303	西側海山	くすみ状	平滑	<1	49.752	軽石
97SMC04CB07	6° 11.660'	144° 19.711'	• 1.944	南西斜面中部	コーティング	平滑	<1	9.131	多孔質ガラス質玄武岩中礫
97SMC04CB08	6° 11.992'	144° 19.352'	• 1.972	西側海山	くすみ状	平滑	<1	29.086	多孔質塊状玄武岩 (枕状角礫岩)
97SMC04CB09	6° 17.733'	144° 25.641'	1.303	東山頂尾根部	コーティング	平滑	2	0.582	礫性石灰岩, 軽石
97SMC04CB10	6° 17.952'	144° 25.335'	1.153	西側海山	コーティング	平滑	<1	116.207	多孔質塊状玄武岩 (枕状角礫岩)
97SMC04CB11	6° 15.497'	144° 28.302'	2.461	東斜面下部	コーティング	平滑	1	10.04	礫性石灰岩, 軽石
97SMC04CB12	6° 15.134'	144° 27.884'	2.258	西側海山	コーティング	平滑	<1	1.366	多孔質塊状玄武岩 (枕状角礫岩)
97SMC04CB13	6° 12.671'	144° 25.429'	2.532	南東斜面下部	コーティング	平滑	<1	2.75	礫性石灰岩, 軽石
97SMC04CB14	6° 12.618'	144° 25.368'	2.245	西側海山	コーティング	平滑	<1	2.16	有孔虫石灰岩, 軽石
97SMC04CB15	6° 10.992'	144° 24.160'	2.434	南東斜面下部	コーティング	平滑	<1	7.71	有孔虫石灰岩
97SMC04CB16	6° 10.774'	144° 23.802'	2.246	南東斜面下部	塊状, ノジュール	ブドウ状	6	3.06	礫性石灰岩
97SMC04CB17	6° 07.792'	144° 45.736'	1.454	東側海山	コーティング	顆粒状~平滑	<1	1.73	軽石
97SMC04CB18	6° 08.210'	144° 45.355'	1.452	平頂部中央部	コーティング	ブドウ状	5	0.582	多孔質塊状玄武岩 (枕状角礫岩)
97SMC04CB19	6° 09.569'	144° 45.549'	1.928	東側海山	クラスト, 塊状	ブドウ状	3	10.04	礫性石灰岩, 多孔質石灰岩
97SMC04CB20	6° 10.045'	144° 45.143'	1.680	北東斜面中部	ブドウ状, コーティング	ブドウ状	3	1.366	泥岩 (藍田中礫)
97SMC04CB21	6° 10.021'	144° 39.789'	2.008	東側海山	コーティング	ブドウ状	1	2.75	多孔質塊状玄武岩, 火砕岩
97SMC04CB22	6° 10.461'	144° 39.354'	1.746	西斜面中部	コーティング	顆粒状	20	2.16	有孔虫石灰岩, 軽石
97SMC04CB23	6° 12.456'	144° 39.461'	2.365	東側海山	コーティング	ブドウ状	8	7.71	有孔虫石灰岩, 軽石
97SMC04CB24	6° 12.368'	144° 39.312'	2.194	北西斜面中部	コーティング	ブドウ状	2	3.06	有孔虫石灰岩
97SMC04CB25	6° 21.305'	144° 30.250'	836	西側海山東方	コーティング	顆粒状	<1	1.73	有孔虫石灰岩
97SMC04CB26	6° 21.251'	144° 30.130'	687	山頂尾根部	くすみ状	顆粒状~平滑	<1	1.73	多孔質玄武岩
97SMC04CB27	6° 15.183'	144° 21.411'	485	西側海山	コーティング	-	<1	0	軽石
97SMC04CB28	6° 15.078'	144° 21.134'	301	南斜面中部	コーティング	平滑	1	3.06	有孔虫石灰岩
97SMC04CB29	6° 16.136'	144° 18.059'	1.173	西側海山	コーティング	平滑	<1	1.73	多孔質玄武岩
97SMC04CB30	6° 16.025'	144° 17.937'	832	北斜面中部	コーティング	ブドウ状	15	1.73	軽石
97SMC04CB31	6° 14.897'	144° 14.252'	1.817	西側海山	コーティング	ブドウ状	5	1.73	多孔質玄武岩
97SMC04CB32	6° 15.034'	144° 13.853'	1.463	南西斜面中部	コーティング	顆粒状	10	1.73	軽石

付帯 第2表 (3) サンプリング結果概要

採試点番号	緯度 (N)	経度 (E)	水深 (m)	地形的位置	クラストタイプ (LC等項内容)	クラスト表面状態	クラスト厚さ (mm) 最大 最小 平均	採取物重量 (kg)	母岩、岩石種類 / 未固結堆積物種類 [コトビシが変形有無]
97SMC04CB18	6° 06.451'	144° 48.852'	2,651	東側海山	クラスト	顆粒状	11 <1 <1	17.773	多孔隙玄武岩、凝灰岩、M70ガラス質
97SMC04CB19	6° 06.727'	144° 48.585'	2,432	東側海山下部	クラスト	平滑	3 <1 <1	2.93	多孔隙玄武岩、凝灰岩、M70ガラス質
97SMC04CB20	6° 13.298'	144° 46.009'	1,699	東側海山上部	クラスト	顆粒状	-	22.4	多孔隙玄武岩、凝灰岩、M70ガラス質
97SMC04LC20	6° 13.298'	144° 45.809'	1,513	北東側海山上部	クラスト	平滑	-	0	有孔虫砂 [150cm/無]
97SMC04LC21	6° 15.375'	144° 50.613'	2,408	東側海山北東裾部	なし	(平滑)	-	0	採取物なし
97SMC04LC21	6° 14.398'	144° 53.187'	2,198	東側海山北東裾部	(クラスト?)	(平滑)	<1	<1	採取物なし
MC05 地域									
97SMC05LC01	5° 25.939'	149° 32.029'	4,060	海山南東裾部	なし	-	-	49.7	有孔虫軟泥 [280cm/無]
97SMC05CB02	5° 38.198'	149° 15.837'	3,048	北東側海山下部	くすみ状	-	<1 <1 <1	13.654	多孔隙玄武岩 (枕状角礫岩)
97SMC05CB03	5° 38.086'	149° 15.783'	2,823	北東側海山中部	くすみ状	-	<1 <1 <1	5.14	石灰岩、軽石中礫
97SMC05CB04	5° 36.754'	149° 13.815'	2,388	北東側海山中部	くすみ状	-	<1 <1 <1	8.335	多孔隙玄武岩、無斑晶状玄武岩、M70ガラス質、凝灰岩、砂岩、石灰岩
97SMC05CB05	5° 36.533'	149° 13.655'	2,197	北東側海山中部	くすみ状	-	<1 <1 <1	8.335	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB06	5° 34.129'	149° 13.201'	1,417	北東側海山上部	くすみ状	-	<1 <1 <1	2.58	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB07	5° 33.824'	149° 13.041'	1,082	北東側海山中部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	2.58	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB08	5° 32.636'	149° 16.788'	2,017	北東側海山中部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	1.906	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB09	5° 32.330'	149° 16.550'	1,784	北東側海山中部	くすみ状	平滑	<1 <1 <1	28.48	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB10	5° 25.014'	149° 15.008'	2,157	南東側海山中部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	2.96	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB11	5° 25.014'	149° 15.008'	2,157	南東側海山中部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	0.299	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB12	5° 24.777'	149° 14.827'	1,829	南東側海山上部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	2.96	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB13	5° 26.094'	149° 14.096'	1,500	南東側海山上部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	0.299	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB14	5° 25.865'	149° 13.545'	1,204	南東側海山中部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	0.299	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB15	5° 27.621'	149° 09.405'	2,008	南東側海山中部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	0.299	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB16	5° 27.466'	149° 09.268'	1,714	南東側海山中部	くすみ状	平滑	<1 <1 <1	0.299	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB17	5° 26.697'	149° 03.110'	2,644	南東側海山中部	採取なし	平滑	-	0.299	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC05CB18	5° 26.390'	149° 02.814'	2,363	南東側海山中部	採取なし	平滑	-	0.299	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
MC06 地域									
97SMC06CB01	4° 24.409'	147° 51.021'	2,605	北側海山下部	くすみ状	-	(20) <1 <1 <1	0.402	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC06CB02	4° 24.249'	147° 50.853'	2,190	北側海山下部	くすみ状	-	<1 <1 <1	0.402	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC06CB03	4° 22.223'	147° 54.129'	2,054	北東側海山中部	クラスト	ブドウ状~顆粒状	10 3 4	33.643	多孔隙玄武岩~無斑晶状玄武岩、ハイアロクラスト、凝灰岩、軽石
97SMC06CB04	4° 21.956'	147° 53.873'	1,751	南側海山中部	くすみ状	-	<1 <1 <1	1.06	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC06CB05	4° 19.342'	147° 52.712'	1,932	南側海山中部	くすみ状	-	<1 <1 <1	1.06	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC06CB06	4° 19.403'	147° 52.155'	1,828	南側海山中部	くすみ状	-	<1 <1 <1	1.06	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC06CB07	4° 22.299'	147° 48.250'	1,969	北西側海山中部	クラスト	顆粒状	20 <1 5	2.05	有孔虫石灰岩
97SMC06CB08	4° 21.976'	147° 47.991'	1,795	北西側海山中部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	2.05	有孔虫石灰岩
97SMC06CB09	4° 26.426'	147° 59.263'	2,636	北側海山下部	クラスト	顆粒状	3 1 2	1.788	多孔隙玄武岩、ハイアロクラスト、凝灰岩、軽石
97SMC06CB10	4° 26.224'	147° 58.998'	2,358	北側海山下部	くすみ状	平滑	<1 <1 <1	1.788	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC06CB11	4° 26.224'	147° 58.998'	2,358	北側海山下部	くすみ状	平滑	<1 <1 <1	1.788	凝灰岩、無斑晶状玄武岩、石灰岩
97SMC06CB12	4° 22.256'	147° 57.529'	1,937	山頂中央尾裾部	クラスト、礫状	ブドウ状~顆粒状	13 1 4	114.7	有孔虫石灰岩、ハイアロクラスト、凝灰岩、軽石
97SMC06CB13	4° 22.147'	147° 57.176'	1,840	山頂中央尾裾部	クラスト、礫状	ブドウ状~顆粒状	13 1 4	114.7	有孔虫石灰岩、ハイアロクラスト、凝灰岩、軽石

付帯 第2表(4) サンプルリング結果概要

採試点番号	緯度(N)	経度(E)	水深 (m)	地形的位置	クラストタイプ (LC写真内容)	クラスト 表面状態	クラスト 厚さ(mm) 最大 平均 最小	採取物 重量(kg)	母岩、岩石種類 /未固結堆積物種類 [コ長/ビツト形有無]
97SMC06CB07	4° 23.681'	148° 01.722'	1.681	山頂中央尾根部	クラスト コアリング~くすみ状 クラスト、礫状 コアリング	ブドウ状~ 顆粒状 ブドウ状 顆粒状~平滑	7 <1 <1 12 <1 4	64.7 64.41	礫性石灰岩 礫性石灰岩
97SMC06CB08	4° 26.097'	148° 05.810'	1.625	北斜面上部			(14) - 7 14 2 7 11 7 9 6 3 5	0.38 1.24	有孔虫砂 [145cm/無] 多孔質斑状玄武岩 (枕状溶岩) 軽石 母岩採取なし 軽石 多孔質斑状玄武岩
M07 地域									
97SMC07LC01	6° 07.862'	157° 17.968'	3.079	海山西麓部	なし	ブドウ状~ 顆粒状	-	6.019	有孔虫砂 [145cm/無] 多孔質斑状玄武岩 (枕状溶岩) 軽石
97SMC07CB02	6° 03.074'	157° 30.993'	2.609	東斜面中部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	14 2 7	0.38	母岩採取なし 軽石
97SMC07CB03	6° 03.021'	157° 30.560'	2.129	東斜面中部	クラスト	顆粒状~ 平滑	11 7 9	0.38	母岩採取なし 軽石
97SMC07CB04	6° 04.587'	157° 31.092'	2.941	東斜面中部	クラスト	平滑	6 3 5	1.24	多孔質斑状玄武岩
97SMC07CB05	6° 04.560'	157° 30.693'	2.716	東斜面中部	クラスト	顆粒状	8 <1 3	6.929	ハイアロクラスタイト, 多孔質玄武岩
97SMC07CB06	6° 06.125'	157° 30.118'	2.610	東斜面中部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	10 1 4	3.417	砂岩, 泥岩, 弱固結有孔虫砂塊 多孔質斑状~無斑状玄武岩 石灰岩
97SMC07AD06	6° 06.120'	157° 29.884'	2.379	東斜面上部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	<1 <1 <1	0.98	斑状玄武岩 (枕状溶岩)
97SMC07AD07	6° 08.278'	157° 29.474'	2.256	平頂中央部小丘部	コアリング クラスト、礫状	顆粒状 平滑	7 1 5	1.74	多孔質無斑状玄武岩 中粒石灰質砂岩, 軽石
97SMC07AD08	6° 08.200'	157° 29.008'	2.203	平頂中央部小丘部	クラスト	平滑	12 4 8	3.46	ハイアロクラスタイト 軽石
97SMC07AD09	5° 59.594'	157° 24.209'	1.671	平頂中央部小丘部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	-	0	採取物なし
97SMC07AD07	5° 59.550'	157° 24.091'	1.446	西斜面中部	コアリング	顆粒状	-	29.1	有孔虫砂 [200cm/無]
97SMC07AD08	6° 02.836'	157° 20.436'	2.637	西斜面中部	クラスト	平滑	-	0.009	玄武岩破片 [有]
97SMC07AD08	6° 02.460'	157° 20.166'	2.640	西斜面中部	クラスト	顆粒状	-	0	採取物なし
97SMC07AD08	6° 05.606'	157° 20.650'	2.614	西斜面中部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	-	1.424	玄武岩凝灰角礫岩 軽石
97SMC07AD08	6° 05.833'	157° 20.548'	2.480	西斜面上部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	8 <1 1	16.148	ハイアロクラスタイト, 多孔質斑状玄武岩 軽石
97SMC07AD09	6° 05.987'	157° 22.413'	2.027	西斜面上部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	7 <1 2	16.148	ハイアロクラスタイト, 多孔質斑状玄武岩 軽石
97SMC07LC10	6° 05.747'	157° 22.151'	2.039	西斜面中部	(クラスト?)	ブドウ状~ 顆粒状	-	0	採取物なし
97SMC07LC11	6° 03.490'	157° 19.587'	2.928	西斜面上部 (行入)	なし	平滑	(90) 15 6 10	24.95	石灰質砂~泥, 軟泥 [20cm/無]
97SMC07LC12	6° 02.008'	157° 20.729'	2.372	西斜面上部 (行入)	なし	平滑	70 <1 50	24.95	多孔質無斑状玄武岩, 斑状玄武岩 礫岩, 石灰岩
97SMC07LC12	6° 02.651'	157° 23.085'	2.041	西平頂部縁部	(なし)	ブドウ状~ 顆粒状	10 <1 2	4.311	緻密質斑状玄武岩, 礫岩 軽石
97SMC07LC13	5° 57.527'	157° 23.714'	1.472	山頂中央小丘部	(クラスト)	ブドウ状~ 顆粒状	-	0	採取物なし
97SMC07CB14	6° 12.432'	157° 29.106'	2.889	北東斜面中部	クラスト	顆粒状	-	0	採取物なし
97SMC07CB14	6° 12.432'	157° 29.106'	2.889	北東斜面中部	クラスト	顆粒状	-	0	採取物なし
97SMC07CB15	6° 12.351'	157° 29.062'	2.689	南東平頂部縁部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	7 <1 2	16.148	ハイアロクラスタイト, 多孔質斑状玄武岩 軽石
97SMC07CB15	5° 59.206'	157° 28.024'	1.952	南東平頂部縁部	礫状 / ジュール	ブドウ状~ 顆粒状	7 <1 2	16.148	ハイアロクラスタイト, 多孔質斑状玄武岩 軽石
97SMC07CB15	5° 58.978'	157° 27.787'	1.657	南東平頂部縁部 (小丘部)	礫状 / ジュール	ブドウ状~ 顆粒状	7 <1 2	16.148	ハイアロクラスタイト, 多孔質斑状玄武岩 軽石
M08 地域									
97SMC08LC01	10° 19.986'	156° 26.940'	5.208	海山西麓部	クラスト	平滑	15 6 10	24.95	石灰質砂~泥, 軟泥 [20cm/無]
97SMC08CB02	10° 28.429'	156° 40.858'	2.916	北斜面上部	クラスト、礫状	ブドウ状~ 顆粒状	70 <1 50	24.95	多孔質無斑状玄武岩, 斑状玄武岩 礫岩, 石灰岩
97SMC08CB03	10° 28.631'	156° 41.132'	2.697	北斜面上部	クラスト、礫状	ブドウ状~ 顆粒状	10 <1 2	4.311	緻密質斑状玄武岩, 礫岩 軽石
97SMC08CB03	10° 26.491'	156° 38.678'	3.010	北西斜面上部	クラスト、礫状	ブドウ状~ 顆粒状	10 <1 2	4.311	緻密質斑状玄武岩, 礫岩 軽石
97SMC08CB03	10° 26.561'	156° 39.236'	2.832	北西斜面上部	クラスト、礫状	ブドウ状~ 顆粒状	10 <1 2	4.311	緻密質斑状玄武岩, 礫岩 軽石

付帯 第2表(5) サンプリング結果概要

採試点番号	緯度(N)	経度(E)	水深(m)	地形的位置	クラストタイプ (LC写真内容)	クラスト 表面状態	クラスト厚さ(mm) 最大 最小 平均	採取物 重量(kg)	母岩、岩石種類 /未固結堆積物種類 [寸長/径/変形有無]
97SMC08CB04	10° 26.425'	156° 40.487'	2,177	北平頂部縁辺部	クラスト、礫状 ノジュール	ブドウ状 顆粒状~平滑	25 <1 6	35.082	母岩、岩石種類 /未固結堆積物種類 [寸長/径/変形有無] 泥岩、ハイアロクラスタイト、石灰岩
97SMC08CB05	10° 26.538'	156° 40.839'	2,157	北西平頂部縁辺部 (小丘部)	礫状、ノジュール	ブドウ状 顆粒状	90 10 45	201.8	母岩核なし、軽石 ハイアロクラスタイト
97SMC08CB06	10° 24.475'	156° 40.378'	1,682	西平頂部縁辺部	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	26 <1 5	4.03	母岩核なし 泥岩、ハイアロクラスタイト
97SMC08CB07	10° 21.893'	156° 36.782'	2,251	西斜面中部	ノジュール	顆粒状~平滑	11 <1 1	169.3	球顆状無斑晶状玄武岩、 ハイアロクラスタイト、石灰岩
97SMC08CB08	10° 21.703'	156° 35.398'	2,846	西斜面上部	クラスト、礫状 ノジュール	ブドウ状 顆粒状	83 8 43	21.53	泥岩、母岩核なし
97SMC08CB09	10° 19.902'	156° 37.283'	2,380	南西斜面上部	ノジュール	ブドウ状~ 顆粒状	40 10 27	3.48	多孔質ガラス質玄武岩 ハイアロクラスタイト、軽石
97SMC08CB10	10° 17.572'	156° 39.319'	2,583	南平頂部縁辺部 (小丘部)	クラスト	顆粒状	30 1 15	1.688	多孔質無斑晶状玄武岩、MTofasait
97SMC08CB11	10° 17.740'	156° 40.184'	1,994	南斜面中部	ノジュール	ブドウ状 顆粒状	15 <1 7	1.667	塊状玄武岩、多孔質斑状玄武岩、 MTofasait、礫岩、燐灰岩、泥岩、軽石
97SMC08CB12	10° 16.576'	156° 42.332'	2,342	南東斜面上部	クラスト	ブドウ状 顆粒状	45 <1 12	10.169	球状玄武岩、多孔質斑状玄武岩、 MTofasait、礫岩、燐灰岩、泥岩、軽石
97SMC08CB13	10° 16.964'	156° 42.638'	2,115	北西斜面下部	クラスト、礫状 ノジュール	ブドウ状 顆粒状	24 <1 13	8.095	ハイアロクラスタイト、斑状玄武岩 泥岩、軽石
97SMC08CB14	10° 17.705'	156° 45.208'	2,598	北西平頂部縁辺部 (小丘部)	クラスト	ブドウ状 顆粒状	70 <1 28	10.28	多孔質無斑晶状玄武岩 ハイアロクラスタイト
97SMC08CB15	10° 25.575'	156° 40.226'	2,075	東斜面上部	クラスト	平滑 顆粒状	36 14 30	0.594	斑状玄武岩、礫岩
97SMC08CB16	10° 25.581'	156° 40.410'	1,851	北西平頂部縁辺部 (小丘部)	クラスト	ブドウ状	70 60 65	0.96	多孔質斑状玄武岩
97SMC08CB17	10° 22.065'	156° 45.341'	2,362	北西斜面下部	クラスト (ノジュール、砂)	平滑	<1 <1 <1	42.31	採取物なし [有] 球顆状無斑晶状玄武岩、多孔質斑状玄武岩 燐灰岩、軽石
97SMC08CB18	10° 23.984'	156° 38.650'	2,129	北西平頂部縁辺部	クラスト	ブドウ状	27 1 5	54.23	無斑晶状玄武岩、多孔質斑状玄武岩 ハイアロクラスタイト、石灰岩
97SMC08CB19	10° 26.431'	156° 40.458'	2,156	北西斜面下部	クラスト、礫状 ノジュール	ブドウ状 顆粒状	(25) <1 <1 <1	2.7	鉄泥、燐酸塩化砂 [40cm/無]
MC09 地域	8° 13.786'	154° 57.379'	4,758	南側海山北端部	コーティング	平滑	<1 <1 <1	3.692	多孔質斑状玄武岩、多孔質無斑晶状玄武岩 礫岩
97SMC09LC01	8° 06.521'	154° 57.849'	2,253	南側海山	クラスト	顆粒状	12 6 8	80.65	多孔質無斑晶状玄武岩、玄武岩火山角礫岩
97SMC09CB02	8° 06.485'	154° 57.560'	1,975	北斜面中部	コーティング	ブドウ状	12 1 8		
97SMC09CB03	8° 05.771'	154° 58.790'	1,370	南側海山	クラスト				
	8° 05.660'	154° 58.665'	1,122	東斜面上部	コーティング				

付帯 第2表 (6) サンプルング結果概要

採試点番号	緯度 (N)	経度 (E)	水深 (m)	地形的位置	クラストタイプ (1C写真内容)	クラスト 表面状態	クラスト 最大 最小 平均 厚さ (mm)	採取物 重量 (kg)	母岩、岩石種類 / 未固結堆積物種類 [J長/Eト/変形有無]
97SMC09CB04	8° 04.010'	154° 59.026'	2,401	南側海山	クラスト	顆粒状	10 5 8	1.593	多孔隙玄武岩
97SMC09CB05	8° 04.125'	154° 58.952'	2,240	南斜面中部	クラスト	顆粒状	2 <1 <1	1.521	軽石 ハイアロクラスタイト
97SMC09CB06	8° 04.985'	155° 00.633'	2,647	南側海山	コアディング	顆粒状	23 1 13	19.37	多孔隙斑状玄武岩, 多孔隙無斑晶状玄武岩
97SMC09CB07	8° 04.931'	155° 00.385'	2,395	東斜面中部	クラスト	平滑	14 1 9	23.005	ハイアロクラスタイト, 礫岩
97SMC09CB08	8° 08.760'	154° 57.703'	3,470	南側海山	コアディング	顆粒状	14 1 7	48.273	多孔隙無斑晶状玄武岩, 玄武岩凝灰角礫岩
97SMC09CB09	8° 08.785'	154° 57.369'	3,253	北斜面下部	クラスト, 礫状	ブドウ状	11 <1 5	4.6	多孔隙ガラス質無斑晶状玄武岩, 礫岩
97SMC09CB10	8° 06.395'	154° 53.760'	2,647	南側海山	ノジュール	顆粒状	11 2 7	2.6	多孔隙斑状玄武岩
97SMC09CB11	8° 06.197'	154° 53.522'	2,408	西北斜面中部	クラスト, 礫状	顆粒状	13 1 8	11.549	多孔隙斑状玄武岩
97SMC09CB12	8° 23.613'	155° 12.112'	3,016	北側海山	クラスト	ブドウ状	15 1 9	5.974	多孔隙斑状玄武岩
97SMC09CB13	8° 23.869'	155° 11.750'	2,699	北東方小丘頂部	ノジュール	顆粒状	12 1 8	23.496	多孔隙斑状玄武岩
97SMC10CB01	8° 20.917'	155° 11.075'	3,487	北側海山	クラスト	平滑	(155) (20)	12.8	砂泥じり軟泥, 礫, 軟泥 [90cm/無]
97SMC10CB02	8° 20.900'	155° 10.874'	3,231	南東斜面中部	クラスト	ブドウ状	33 <1 7	41.33	斑状玄武岩, 礫岩
97SMC10CB03	8° 21.123'	155° 07.095'	2,349	北側海山	クラスト	ブドウ状	12 8 10	0.43	母岩採取なし
97SMC10CB04	8° 21.045'	155° 07.106'	2,182	中央山頂部	クラスト	顆粒状	120 10 30	12.3	母岩採取なし
97SMC10CB05	8° 23.244'	155° 05.571'	2,666	北側海山	クラスト, 礫状	ブドウ状	24 2 10	2.63	軽石
97SMC10CB06	8° 23.244'	155° 05.470'	2,546	中央山頂北側尾根部	クラスト, 礫状	ブドウ状	107 10 90	16.9	多孔隙斑状玄武岩, ハイアロクラスタイト, 礫岩, 弱固結有孔虫砂塊
97SMC10CB07	8° 24.524'	155° 05.188'	2,716	北側海山	ノジュール	ブドウ状	155 5 109	38.54	泥岩, 母岩採取なし
97SMC10CB08	8° 24.433'	155° 05.001'	2,537	北西方小丘頂部	ノジュール	顆粒状	.	0	採取物なし
97SMC10CB09	8° 27.057'	155° 08.273'	2,979	北側海山	クラスト, 礫状	平滑	.	.	.
97SMC10CB10	8° 26.818'	155° 07.909'	2,709	北方小丘頂部	クラスト, 礫状	平滑	.	.	.
MCI0 地域									
97SMC10CB01	9° 51.343'	148° 40.666'	4,366	海山東端部	(ノジュール)	ブドウ状			
97SMC10CB02	9° 48.407'	148° 30.642'	2,096	東斜面上部	クラスト, 礫状	顆粒状			
97SMC10CB03	9° 48.269'	148° 30.326'	1,789	北東平頂部縁辺部	クラスト	ブドウ状			
97SMC10CB04	9° 49.986'	148° 27.989'	1,809	北東平頂部縁辺部	クラスト	顆粒状			
97SMC10CB05	9° 49.863'	148° 27.710'	1,775	北西斜面中部	クラスト	ブドウ状			
97SMC10CB06	9° 52.708'	148° 05.803'	2,587	北西斜面中部	クラスト	ブドウ状			
97SMC10CB07	9° 52.537'	148° 05.791'	2,527	北平頂部縁辺部	クラスト, 礫状	顆粒状			
97SMC10CB08	9° 54.441'	148° 11.247'	1,902	北平頂部縁辺部	ノジュール	ブドウ状			
97SMC10CB09	9° 54.145'	148° 10.759'	1,872	北斜面中部	ノジュール	ブドウ状			
97SMC10CB10	9° 55.938'	148° 14.067'	2,038	北斜面中部	ノジュール	顆粒状			
97SMC10CB11	9° 55.590'	148° 13.804'	1,927	北斜面中部	ノジュール	顆粒状			
97SMC10CB12	9° 57.924'	148° 16.157'	*2,262	北斜面下部	クラスト, 礫状	顆粒状			
97SMC10CB13	9° 57.535'	148° 15.885'	*2,186	北斜面下部	コアディング	顆粒状			
97SMC10CB14	9° 54.132'	148° 30.656'	*3,240	北東斜面下部	採取なし	平滑			
97SMC10CB15	9° 54.077'	148° 30.449'	*3,124	北東斜面下部	採取なし	平滑			

付帯 第2表 (7) サンプルリング結果概要

採試点番号	緯度 (N)	経度 (E)	水深 (m)	地形的位置	クラストタイプ (IC写真内容)	クラスト表面状態	クラスト厚さ (mm) 最大 最小 平均	採取物 重量 (kg)	母岩、岩石種類 / 未固結堆積物種類 [寸長/ビニル袋形有無]
97SMC10CB09	9° 52.129'	148° 28.826'	*2.756	北東斜面中部	ノジュール コーディング	平滑	9 <1 <1	15.528	母岩、岩石種類 / 未固結堆積物種類 [寸長/ビニル袋形有無] 母岩核なし、斑状玄武岩、 ハイアロクラスタイト、泥岩、燐灰岩、軽石
97SMC10CB10	9° 51.579'	148° 28.533'	*2.595	南東斜面中部	クラスト コーディング	顆粒状	10 <1 <1	3.032	斑状玄武岩、燐岩、燐灰岩 軽石
97SMC10CB11	9° 55.582'	148° 23.312'	*2.755	南東斜面上部	クラスト、礫状	顆粒状	12 <1 3	2.97	斑状玄武岩、燐岩
97SMC10CB12	9° 37.280'	148° 23.568'	*2.126	南東平頂部縁辺部	ノジュール	ブドウ状~ 顆粒状	15 1 3	9.05	泥岩、斑状玄武岩、母岩核なし 軽石
97SMC10CB13	9° 40.419'	148° 27.089'	*2.152	南東斜面中部	ノジュール コーディング	顆粒状	5 <1 <1	1.46	多孔質斑状玄武岩、燐岩、燐灰岩
97SMC10CB14	9° 35.769'	148° 15.460'	*2.414	南東斜面中部	ノジュール コーディング	ブドウ状~ 顆粒状	15 <1 5	0.516	多孔質斑状玄武岩、燐岩
97SMC10CB15	9° 35.739'	148° 15.132'	*2.325	南平頂部縁辺部 (小丘部)	クラスト	ブドウ状~ 顆粒状	35 5 22	0.975	多孔質斑状玄武岩
97SMC10CB16	9° 36.481'	148° 13.014'	*1.741	南西斜面中部	クラスト、 ノジュール	ブドウ状 顆粒状~平滑	12 <1 2	1.99	泥岩、燐酸化軟泥 軽石
97SMC10LC17	9° 35.360'	148° 10.425'	*2.727	南西平頂部縁辺部	クラスト、 クラスト、礫状	-	-	0	採取物なし [有]
97SMC10LC18	9° 37.560'	148° 11.416'	*1.931	北平頂部縁辺部	(なし)	-	-	3.2	砂 [30cm/有]
97SMC10CB19	9° 38.021'	148° 10.892'	*1.986	北平頂部縁辺部	クラスト、 ノジュール	ブドウ状~ 顆粒状	30 2 13	9.81	ハイアロクラスタイト、多孔質斑状玄武岩、 泥岩、母岩核なし、軽石
97SMC10CB20	9° 54.228'	148° 11.218'	1.952	北平頂部縁辺部	クラスト、 ノジュール	ブドウ状~ 顆粒状	21 <1 8	40.699	解砕品状~斑状玄武岩、多孔質無斑晶状 玄武岩、燐岩、泥岩、軽石

注：採試点位置は船のGPS位置である。

水深はTDまたはCTDの計測結果によるが、*付き数値は船位のMBES水深を表す。

2行のデータからなるドレッジ (番号後半にADまたはCBが使用されている) では、位置と水深において、上の行は着底時、下の行は離底時の値を示す。

クラスト厚さ欄におけるカッコ内数値 (地域名の行) は、最大が地域の最大値を、平均は各採試点の算術平均値を表す。

付帯 第4表 (1) コバルトリッチクラストの化学分析結果総括

地域	試料数	区分項目	Co (%)			Ni (%)			Cu (%)			Mn (%)			Fe (%)			Mn/Fe		厚厚 (mm)		
			最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	最大	最小	
MC02	4	バルク	0.48	0.20	0.35	0.40	0.26	0.33	0.13	0.04	0.08	21.65	16.35	19.67	18.35	16.82	17.44	1.24	0.96	1.13	50	35
		外殻	0.66	0.58	0.62	0.40	0.38	0.39	0.03	0.03	0.03	28.22	25.41	26.82	15.93	13.91	14.92	1.83	1.77	1.80	15	10
		内殻	0.28	0.26	0.27	0.34	0.30	0.32	0.06	0.05	0.06	17.18	16.59	16.89	19.68	19.12	19.40	0.87	0.87	0.87	35	29
		最内殻	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.40	0.13	0.13	0.13	19.85	19.85	19.85	17.59	17.59	17.59	1.13	1.13	1.13	25	22
MC03	7	水深	0.66	0.20	0.39	0.40	0.26	0.33	0.07	0.03	0.05	28.22	16.35	20.89	19.68	13.91	17.26	1.83	0.87	1.25	50	28
		1,000~1,500m	0.85	0.24	0.46	0.49	0.21	0.35	0.14	0.02	0.06	28.05	18.12	23.84	17.87	14.10	16.32	1.99	1.12	1.48	47	11
		1,500~2,000m	0.49	0.49	0.49	0.31	0.31	0.31	0.06	0.06	0.06	23.93	23.93	23.93	16.82	16.82	16.82	1.42	1.42	1.42	15	10
		2,000m以深	0.39	0.39	0.39	0.35	0.35	0.35	0.06	0.06	0.06	19.90	19.90	19.90	17.84	17.84	17.84	1.12	1.12	1.12	35	25
MC04	3	水深	0.64	0.50	0.56	0.39	0.35	0.37	0.03	0.02	0.03	28.60	21.80	25.82	15.23	12.57	14.33	1.88	1.73	1.80	10	2
		1,000~1,500m	0.85	0.24	0.48	0.49	0.21	0.36	0.14	0.02	0.05	28.60	18.12	24.21	17.87	12.57	15.95	1.99	1.12	1.54	47	9
		1,500~2,000m	0.49	0.49	0.49	0.31	0.31	0.31	0.06	0.06	0.06	23.93	23.93	23.93	16.82	16.82	16.82	1.42	1.42	1.42	15	10
		2,000~2,500m	0.39	0.39	0.39	0.35	0.35	0.35	0.06	0.06	0.06	19.90	19.90	19.90	17.84	17.84	17.84	1.12	1.12	1.12	35	25
MC04	7	水深	0.64	0.41	0.54	0.39	0.28	0.34	0.03	0.02	0.03	28.60	21.80	26.43	15.23	12.57	14.26	1.99	1.73	1.85	10	3
		1,000~1,500m	0.85	0.39	0.54	0.49	0.31	0.40	0.14	0.06	0.09	26.71	18.12	21.79	17.84	15.68	16.63	1.70	1.12	1.52	47	16
		1,500~2,000m	0.47	0.24	0.37	0.41	0.21	0.33	0.07	0.03	0.05	25.56	22.08	23.45	17.87	15.56	17.00	1.63	1.24	1.38	25	11
		2,000~2,500m	0.48	0.48	0.48	0.34	0.34	0.34	0.05	0.05	0.05	22.23	22.23	22.23	17.87	17.87	17.87	1.24	1.24	1.24	15	12
MC04	3	水深	0.52	0.31	0.41	0.32	0.22	0.26	0.04	0.02	0.03	30.48	22.85	26.17	16.54	12.75	15.05	2.39	1.38	1.79	20	10
		1,000~1,500m	0.64	0.36	0.51	0.46	0.28	0.37	0.05	0.02	0.04	29.62	26.11	27.85	15.22	12.18	14.02	2.43	1.80	2.01	8	3
		1,500~2,000m	0.64	0.31	0.47	0.46	0.22	0.32	0.05	0.02	0.03	30.48	22.85	27.13	16.54	12.18	14.46	2.43	1.38	1.91	20	6
		2,000m以深	0.61	0.35	0.46	0.60	0.21	0.38	0.07	0.03	0.04	29.07	16.66	25.55	20.96	14.34	15.98	2.00	0.79	1.64	20	5

付帯 第4表 (3) コバルトリッチクラスタの化学分析結果総括

地域	区分項目	試料数	Co (%)			Ni (%)			Cu (%)			Mn (%)			Fe (%)			Mn/Fe			層厚 (mm)		
			最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
MC08	クワスト部位	14	0.71	0.16	0.42	0.43	0.20	0.32	0.18	0.05	0.08	30.26	20.36	24.99	18.58	13.03	15.81	2.32	1.14	1.61	70	23	
		2	0.42	0.28	0.35	0.37	0.34	0.36	0.10	0.07	0.09	25.44	23.14	24.29	16.53	16.45	16.49	1.54	1.41	1.47	25	17	
		2	0.30	0.25	0.28	0.36	0.28	0.32	0.12	0.11	0.12	22.58	19.96	21.27	20.06	18.98	19.52	1.13	1.05	1.09	45	22	
		0																					
	標状部位	12	0.51	0.16	0.29	0.42	0.22	0.31	0.15	0.04	0.10	26.51	15.61	21.97	20.88	12.92	16.17	1.76	0.83	1.38	90	31	
		1	0.33	0.33	0.33	0.37	0.37	0.37	0.09	0.09	0.09	21.01	21.01	21.01	16.94	16.94	16.94	1.24	1.24	1.24	40	35	
		1	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.09	0.09	0.09	21.57	21.57	21.57	17.05	17.05	17.05	1.27	1.27	1.27	40	35	
		4	0.80	0.27	0.50	0.42	0.29	0.35	0.11	0.03	0.06	27.94	22.46	25.72	17.40	13.62	15.62	2.03	1.29	1.68	28	17	
		1	0.41	0.41	0.41	0.30	0.30	0.30	0.05	0.05	0.05	23.97	23.97	23.97	17.06	17.06	17.06	1.41	1.41	1.41	32	30	
		4	0.44	0.09	0.31	0.48	0.13	0.34	0.14	0.07	0.09	28.36	12.64	22.16	18.94	12.96	16.58	1.67	0.98	1.32	35	20	
		1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.10	0.10	0.10	23.17	23.17	23.17	19.45	19.45	19.45	1.19	1.19	1.19	17	15	
		1	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27	0.13	0.13	0.13	19.25	19.25	19.25	12.89	12.89	12.89	1.49	1.49	1.49	15	13	
3	0.27	0.13	0.21	0.42	0.24	0.33	0.10	0.05	0.08	23.17	15.94	20.05	17.84	10.47	13.83	2.01	1.21	1.51	45	24			
1	0.14	0.14	0.14	0.29	0.29	0.29	0.11	0.11	0.11	27.89	27.89	27.89	16.11	16.11	16.11	1.73	1.73	1.73	25	20			
1	0.17	0.17	0.17	0.28	0.28	0.28	0.15	0.15	0.15	17.10	17.10	17.10	14.70	14.70	14.70	1.16	1.16	1.16	45	40			
ゾーン部位	バルク	6	0.42	0.22	0.34	0.45	0.21	0.35	0.14	0.07	0.11	25.01	21.84	23.98	17.50	14.48	15.88	1.73	1.29	1.52	35	19	
		1	0.40	0.40	0.40	0.37	0.37	0.37	0.07	0.07	0.07	22.77	22.77	22.77	17.21	17.21	17.21	1.32	1.32	1.32	35	30	
		1	0.42	0.42	0.42	0.34	0.34	0.34	0.06	0.06	0.06	23.69	23.69	23.69	16.87	16.87	16.87	1.40	1.40	1.40	30	28	
		0																					
	全試料部位	バルク	32	0.71	0.16	0.36	0.45	0.20	0.32	0.18	0.04	0.09	30.26	15.61	23.67	20.88	12.92	15.96	2.32	0.83	1.51	90	26
			2	0.40	0.33	0.37	0.37	0.37	0.37	0.09	0.07	0.08	22.77	21.01	21.89	17.21	16.94	17.08	1.32	1.24	1.28	40	33
			2	0.42	0.33	0.38	0.34	0.34	0.34	0.09	0.06	0.08	23.69	21.57	22.63	17.05	16.87	16.96	1.40	1.27	1.33	40	32
			6	0.80	0.27	0.45	0.42	0.29	0.35	0.11	0.03	0.07	27.94	22.46	25.25	17.40	13.62	15.91	2.03	1.29	1.61	28	17
		表側-裏側	1	0.41	0.41	0.41	0.30	0.30	0.30	0.05	0.05	0.05	23.97	23.97	23.97	17.06	17.06	17.06	1.41	1.41	1.41	32	30
			6	0.44	0.09	0.30	0.48	0.13	0.33	0.14	0.07	0.10	28.36	12.64	21.86	20.06	12.96	17.56	1.67	0.98	1.24	45	21
			1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.10	0.10	0.10	23.17	23.17	23.17	19.45	19.45	19.45	1.19	1.19	1.19	17	15
			1	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27	0.13	0.13	0.13	19.25	19.25	19.25	12.89	12.89	12.89	1.49	1.49	1.49	15	13
最内殻-裏側	3	0.27	0.13	0.21	0.42	0.24	0.33	0.10	0.05	0.08	23.17	15.94	20.05	17.84	10.47	13.83	2.01	1.21	1.51	45	24		
	1	0.14	0.14	0.14	0.29	0.29	0.29	0.11	0.11	0.11	27.89	27.89	27.89	16.11	16.11	16.11	1.73	1.73	1.73	25	20		
	1	0.17	0.17	0.17	0.28	0.28	0.28	0.15	0.15	0.15	17.10	17.10	17.10	14.70	14.70	14.70	1.16	1.16	1.16	45	40		
	0																						
水深	1,000~1,500m	0																					
		14	0.80	0.23	0.42	0.48	0.31	0.38	0.12	0.03	0.07	28.36	21.05	24.46	18.94	10.47	15.92	2.03	1.23	1.57	90	26	
		19	0.59	0.13	0.35	0.43	0.20	0.32	0.14	0.05	0.09	30.26	15.61	23.02	20.06	12.92	15.89	2.32	1.13	1.47	83	30	
		17	0.51	0.09	0.27	0.39	0.13	0.29	0.15	0.04	0.10	27.89	12.64	22.21	19.45	12.89	16.37	1.76	0.98	1.36	70	22	
		3	0.37	0.21	0.27	0.27	0.22	0.24	0.14	0.06	0.11	26.51	17.40	22.47	20.88	15.59	18.03	1.70	0.83	1.29	13	5	
		3	0.71	0.16	0.46	0.41	0.31	0.36	0.18	0.05	0.10	29.51	20.36	25.29	16.31	13.61	14.72	2.17	1.43	1.73	25	13	

付帯 第4表 (5) コバルトリッチクラストの化学分析結果総括

地域	区分項目	試料数	Co (%)			Ni (%)			Cu (%)			Mn (%)			Fe (%)			Mo/Fe			粒度 (mm)		
			最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
全地域	坑内 部位	67	0.93	0.16	0.44	0.49	0.18	0.31	0.18	0.02	0.06	32.99	14.77	24.14	20.96	11.07	16.01	2.98	0.78	1.55	120	18	
		7	0.66	0.27	0.46	0.40	0.27	0.35	0.10	0.03	0.06	28.22	18.91	23.99	17.04	13.91	16.10	1.83	1.11	1.50	30	14	
		7	0.44	0.20	0.30	0.36	0.16	0.30	0.12	0.05	0.08	23.45	12.82	18.93	21.53	16.26	19.07	1.44	0.60	1.01	75	30	
	標本 部位	最内殻	1	0.19	0.19	0.19	0.16	0.16	0.16	0.09	0.09	0.09	16.73	16.73	16.73	12.22	12.22	12.22	1.37	1.37	1.37	90	70
			31	0.49	0.23	0.36	0.45	0.19	0.28	0.10	0.03	0.05	27.65	17.82	23.57	17.10	14.41	15.92	1.84	1.04	1.49	155	19
			5	0.46	0.30	0.38	0.48	0.20	0.34	0.09	0.04	0.05	27.82	21.01	24.49	17.12	15.37	16.36	1.81	1.24	1.51	40	15
			5	0.66	0.25	0.44	0.39	0.13	0.32	0.09	0.03	0.05	28.63	21.57	25.18	17.05	12.71	14.72	2.00	1.27	1.74	40	12
			5	0.80	0.23	0.44	0.45	0.19	0.32	0.11	0.03	0.06	27.94	17.82	24.10	17.40	13.62	15.93	2.03	1.04	1.54	28	17
			1	0.41	0.41	0.41	0.30	0.30	0.30	0.05	0.05	0.05	23.97	23.97	23.97	17.06	17.06	17.06	1.41	1.41	1.41	32	30
			6	0.44	0.09	0.26	0.48	0.13	0.27	0.14	0.07	0.09	28.36	10.35	18.73	21.22	12.96	17.71	1.67	0.55	1.08	50	25
			1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.10	0.10	0.10	23.17	23.17	23.17	19.45	19.45	19.45	1.19	1.19	1.19	17	15
			1	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27	0.13	0.13	0.13	19.25	19.25	19.25	12.89	12.89	12.89	1.49	1.49	1.49	15	13
			5	0.27	0.12	0.18	0.42	0.21	0.29	0.15	0.05	0.09	23.17	11.22	17.42	17.84	9.90	12.98	2.01	1.13	1.36	45	25
			1	0.14	0.14	0.14	0.29	0.29	0.29	0.11	0.11	0.11	27.89	27.89	27.89	16.11	16.11	16.11	1.73	1.73	1.73	25	20
			1	0.17	0.17	0.17	0.28	0.28	0.28	0.15	0.15	0.15	17.10	17.10	17.10	14.70	14.70	14.70	1.16	1.16	1.16	45	40
全地域	坑内 部位	17	0.54	0.22	0.35	0.60	0.21	0.36	0.16	0.03	0.08	29.07	20.07	24.25	17.69	14.34	15.67	2.00	1.17	1.56	35	12	
		1	0.40	0.40	0.40	0.37	0.37	0.37	0.07	0.07	22.77	22.77	22.77	17.21	17.21	17.21	1.32	1.32	1.32	35	30		
		1	0.42	0.42	0.42	0.34	0.34	0.34	0.06	0.06	23.69	23.69	23.69	16.87	16.87	16.87	1.40	1.40	1.40	30	28		
		0																					
		0																					
		0																					
		115	0.93	0.16	0.41	0.60	0.18	0.32	0.18	0.02	0.06	32.99	14.77	24.08	20.96	11.07	15.86	2.98	0.78	1.55	155	17	
		6	0.46	0.30	0.38	0.48	0.20	0.35	0.09	0.04	0.06	27.82	21.01	24.21	17.21	15.37	16.50	1.81	1.24	1.48	40	16	
		6	0.66	0.25	0.44	0.39	0.13	0.32	0.09	0.03	0.06	28.63	21.57	24.93	17.05	12.71	15.08	2.00	1.27	1.68	40	14	
		12	0.80	0.27	0.48	0.42	0.27	0.35	0.11	0.03	0.06	28.22	18.91	24.60	17.40	13.62	15.93	2.03	1.11	1.56	30	15	
		1	0.41	0.41	0.41	0.30	0.30	0.30	0.05	0.05	0.05	23.97	23.97	23.97	17.06	17.06	17.06	1.41	1.41	1.41	32	30	
		13	0.44	0.09	0.28	0.48	0.13	0.29	0.14	0.05	0.08	28.36	10.35	18.84	21.53	12.96	18.44	1.67	0.55	1.04	75	28	
		1	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.10	0.10	0.10	23.17	23.17	23.17	19.45	19.45	19.45	1.19	1.19	1.19	17	15	
		1	0.26	0.26	0.26	0.27	0.27	0.27	0.13	0.13	0.13	19.25	19.25	19.25	12.89	12.89	12.89	1.49	1.49	1.49	15	13	
		6	0.27	0.12	0.19	0.42	0.16	0.27	0.10	0.05	0.08	23.17	11.22	17.36	17.84	9.90	12.56	2.01	1.13	1.40	90	33	
1	0.14	0.14	0.14	0.29	0.29	0.29	0.11	0.11	0.11	27.89	27.89	27.89	16.11	16.11	16.11	1.73	1.73	1.73	25	20			
1	0.17	0.17	0.17	0.28	0.28	0.28	0.15	0.15	0.15	17.10	17.10	17.10	14.70	14.70	14.70	1.16	1.16	1.16	45	40			
水深	1,000~1,500m	11	0.93	0.36	0.59	0.46	0.28	0.36	0.13	0.02	0.04	32.27	19.85	27.41	17.59	12.18	14.16	2.59	1.13	1.97	25	6	
		45	0.85	0.20	0.44	0.60	0.21	0.37	0.14	0.02	0.06	30.48	16.35	24.15	20.96	10.47	16.11	2.39	0.79	1.53	90	17	
		50	0.59	0.09	0.34	0.44	0.13	0.30	0.14	0.02	0.07	30.26	10.35	22.20	21.53	9.90	16.06	2.32	0.55	1.41	155	25	
		45	0.74	0.09	0.34	0.41	0.13	0.28	0.16	0.03	0.07	32.99	12.64	22.86	19.45	11.07	16.02	2.98	0.98	1.45	120	18	
		9	0.63	0.21	0.39	0.37	0.20	0.27	0.14	0.04	0.07	27.31	17.40	24.01	20.88	14.65	16.87	1.86	0.83	1.45	25	8	
		3	0.71	0.16	0.46	0.41	0.31	0.36	0.18	0.05	0.10	29.51	20.36	25.29	16.31	13.61	14.72	2.17	1.43	1.73	25	13	