

海洋資源調査SOPAC海域
資源開発協力基礎調査報告書

(第2巻)

キリバス共和国海域

平成4年2月10日

国際協力事業団
金属鉱業事業団

JICA LIBRARY



1096948(3)

2366⁰

海洋資源調査SOPAC海域
資源開発協力基礎調査報告書

(第2巻)

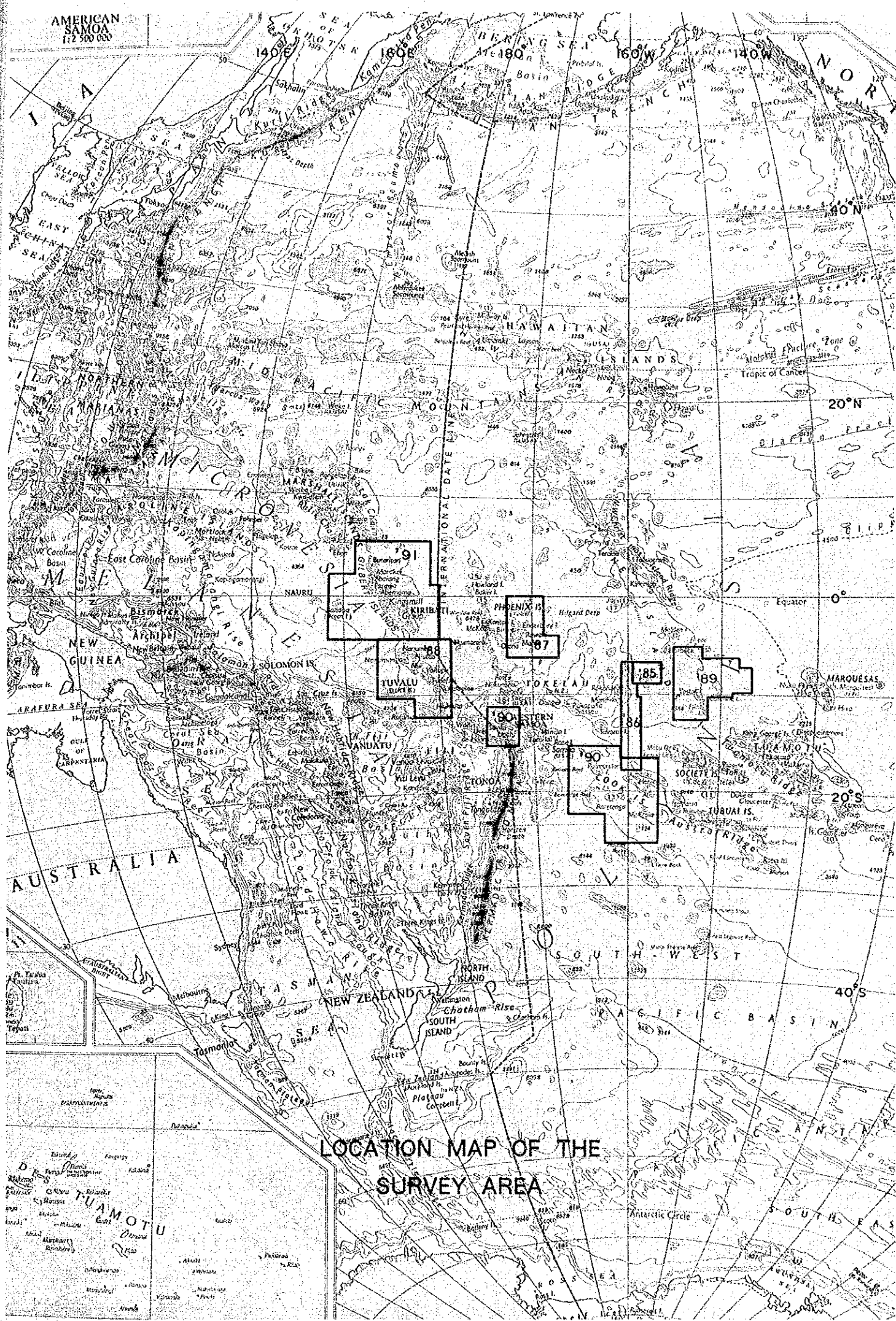
キリバス共和国海域

平成4年2月10日

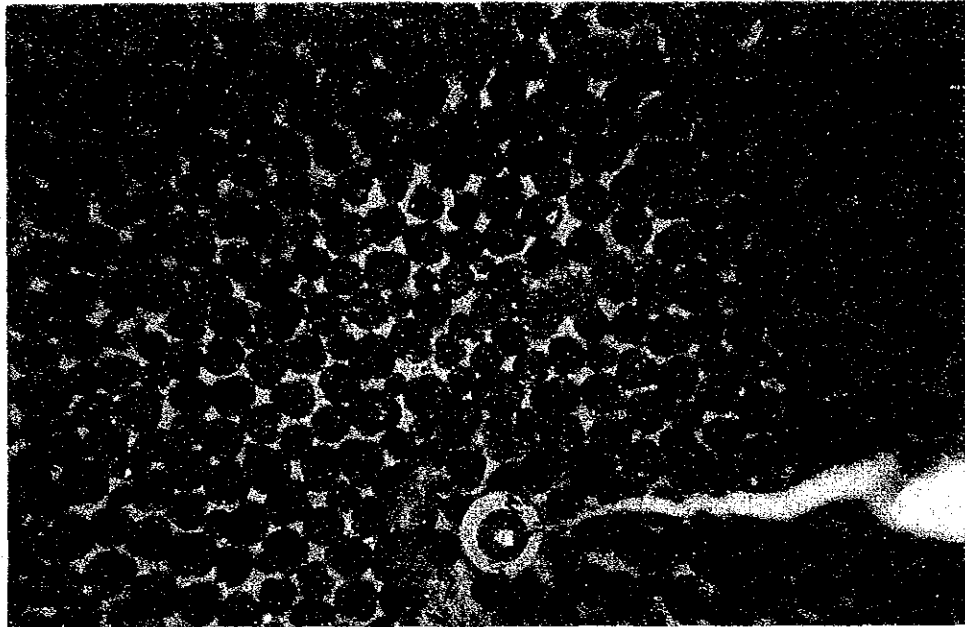
国際協力事業団
金属鉱業事業団



AMERICAN
SAMOA
112 500 030



LOCATION MAP OF THE
SURVEY AREA



91S0513FG03 分布密度 14.52kg/m², 水深 4,928m
フリーフォールグラブの深海カメラで撮影, 錘直径 8 cm



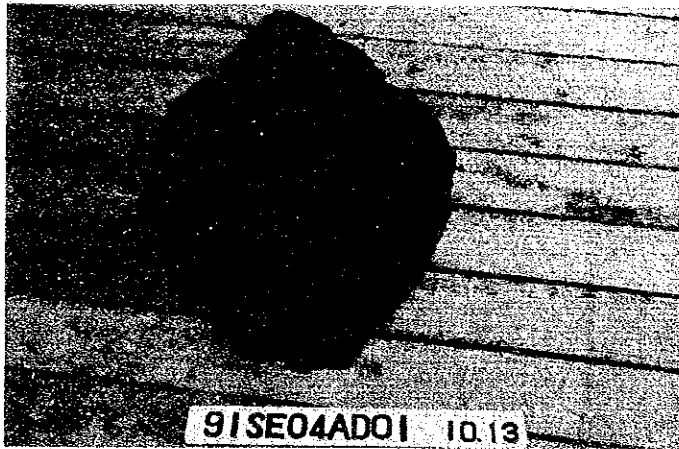
91SCDC01測線 分布密度 29.8kg/m², 水深 5,463m
連続撮影式深海カメラシステム (CDC)で撮影, 錘直径10cm

マンガン団塊の代表的産状



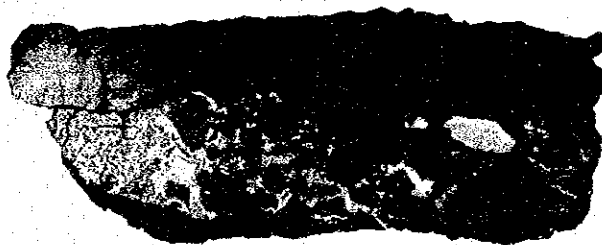
海 底 写 真

クラスト状クラスト
 クラスト被覆率 70%
 水 深 2,399m
 SE05海山, FDC05 測線



揚 収 写 真

クラスト状クラスト
 (サンプルNo.91SE04AD01(B))
 サンプル重量 16.5kg
 水 深 2,159m
 SE04海山



0 5cm

サンプルの断面写真

同 上
 (サンプルNo.91SE04AD01(B))
 厚さ: 25~40mm
 母岩: ハイアロクラスタイト
 品位: Co 0.64%
 Ni 0.67%
 Cu 0.07%
 Mn 25.70%
 Fe 17.90%

コバルトリッチクラストの代表的写真

は し が き

日本国政府は南太平洋応用地球科学委員会(South Pacific Applied Geoscience Commission)〔SOPAC〕の要請に応え、加盟諸国沿岸における深海底鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱物資源探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は平成2年度から5ヶ年にわたって行なわれるものであるが、本年はその2年次目にあたり、キリバス共和国の経済水域内を調査の対象としている。金属鉱業事業団は平成3年8月24日から10月28日までの66日間、深海底鉱物資源探査専用船第2白嶺丸を現地に派遣し、キリバス共和国の協力を得て調査を予定通り完了した。

本報告書は2年次目の調査結果を取りまとめたものである。

終わりに本調査の実施に当たって御協力いただいたSOPAC事務局、キリバス共和国政府ならびに外務省、通商産業省、在フィジー日本国大使館及び関係各位の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

平成4年2月

国際協力事業団

総 裁 柳 谷 謙 介

金属鉱業事業団

理事長 福 原 元 一

要 旨

S O P A C 諸国に対する資源開発協力基礎調査は平成2年から5年間にわたって実施されることとなり、その2年度にあたる本調査は8月24日から10月28日まで、キリバス共和国海域の約130万km²に対して行なわれた。現地実調査日数は45日間、調査対象鉱物資源はマンガン団塊（実調査日数；25日間）とコバルトリッチクラスト（実調査日数；20日間）である。

マンガン団塊調査では調査海域内において60マイルグリッド（42測点）で海底に分布するマンガン団塊を採取し同時に海底写真を撮影して賦存状況、品位、底質物等の性状を把握した。その後、鉱況良好部においてC D C（連続撮影式深海カメラ）による海底観察と30マイルグリッド（4測点）のサンプリングを実施した。サンプリング測点間の移動時には各種音響探査を行い、海底地形図の作成、表層堆積物調査及びM F E Sによるマンガン団塊の推定分布密度調査等を行った。

コバルトリッチクラスト（以下「コバルトクラスト」と称す）調査ではギルバート諸島海山列から5海山を選定し、音響機器による海山の地形調査、表層堆積物調査、F D Cによる海底観察を行なった後サンプリング点を決定し、各海山で8～12回のドレッジを実施した。サンプリング地点の選定に当たっては水深、斜面の地形、堆積物の状況、潮流、写真データ及び画像データ等を参考とした。採取試料についてはコバルトクラストのタイプ、厚さ、比重、品位等を船上にて把握するとともに、前述の写真データにより算出したコバルトクラストの被覆率を加味して各海山別のクラスト賦存状況を把握した。

当海域の海底地形はギルバート諸島を中心として南北方向に連続する山岳地とその両側に広がる平坦地（西側は水深3,000～4,500mのメラネシア海盆に、東側は水深5,000～6,000mの西中央太平洋海盆に属する）より成っており、マンガン団塊調査の大部分は東側の平坦地で行なわれた。またコバルトクラスト調査の実施された海山はS E 0 4海山を除きすべてギルバート諸島を中心とする山岳地に含まれているがS E 0 4海山のみは東側平坦地内に存する。これら調査海山の頂部水深は400～2,250mである。

マンガン団塊の賦存状況につき要約すると次のようになる。

- ① 形状は球状（41.1%）が卓越し塊状（32.1%）、小石状（18.1%）と続き、板状、扁平だ円状は稀である。分布密度は塊状が最も高く6.45kg/m²を示し、球状（3.60kg/m²）、小石状（3.00kg/m²）と続く。
- ② 粒径は2～6cmが62.1%を占め中型のマンガン団塊に富む。
- ③ 主要5成分の化学分析結果からMn・Ni・Cu間の高正相関とFe・Co間の高正相関、そしてこれら両グループ間の高負相関が他の地域と同様に認められた。従ってMn/Fe比を基に分類するとNi・Cuに富むタイプとCoに富むタイプに分かれる。両タイプを比較するとFe・Coに富むタイプの方が分布密度が高くなる傾向があるが両タイプの分布海域を地形図上で区分する事は

不可能である。なお、全サンプルの平均品位はNi 0.96%、Cu 0.96%、Co 0.23%である。

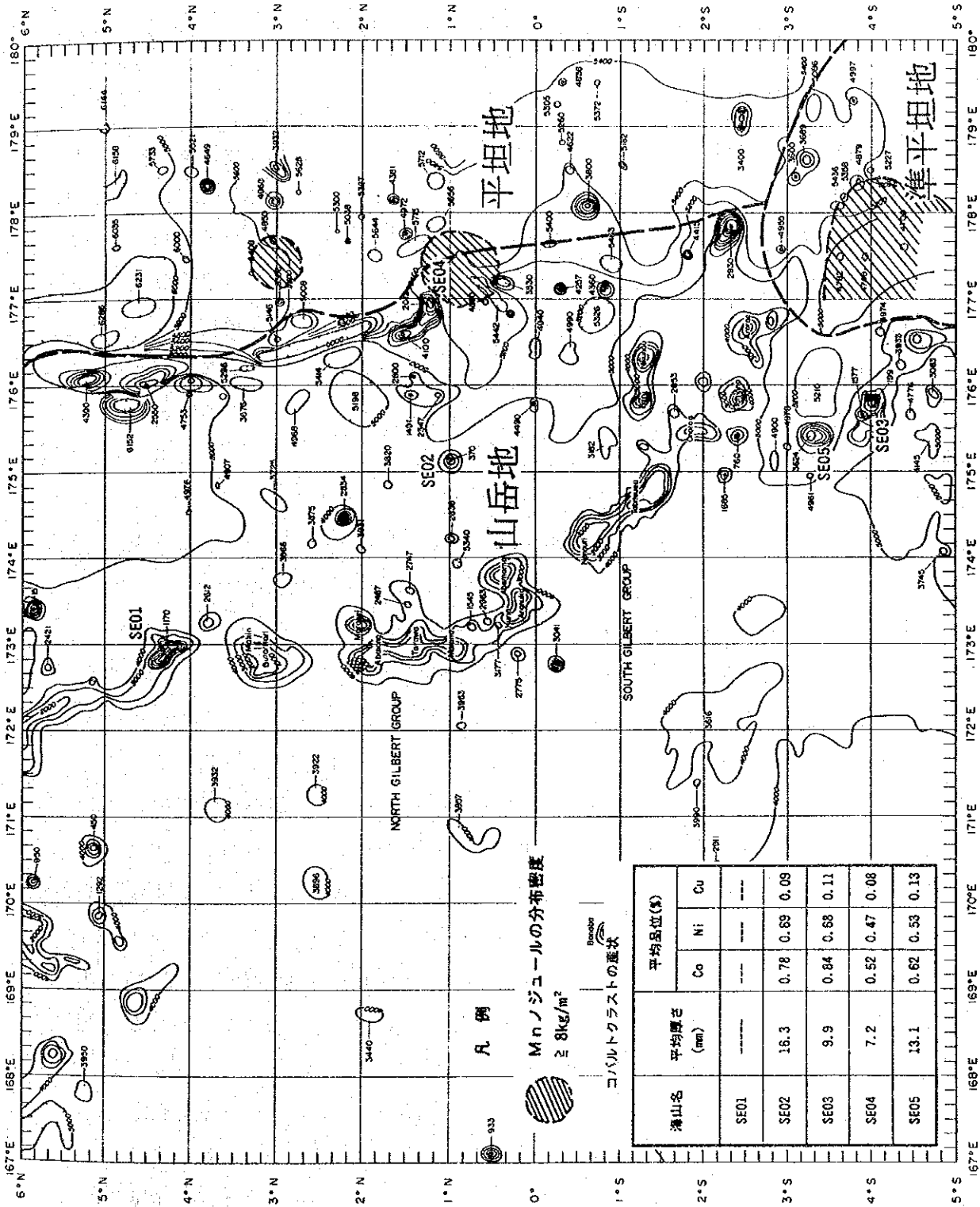
主たるマンガン鉱物は δ -MnO₂と10Å系マンガン鉱物である。

また本年はロジウムの分析を実施したがいずれも1ppm以下であった。

- ④ 平均分布密度は1.55kg/m²。2.5kg/m²以下の不毛部は全採試点(138点)中の86.2%を占め、一方10kg/m²以上の高富鉱部は7.1%のみである。
- ⑤ 8kg/m²以上を示す高分布密度域は海域内・東側中央部付近の平坦地に2ヶ所、南東部の準平坦地内に1ヶ所それぞれ島状に狭い分布を示す。高分布密度域の分布範囲が狭い事はMFE Sによる解析結果からも支持されている。また、高分布密度域とaタイプ(SBPタイプによる表層堆積物分類)は良い対応を示すが、場所によっては地形により乱されている。
- ⑥ 高分布密度域(海域内・東側中央部付近の平坦地)にて約5.1マイル間、CDC観察を実施し、得られた166枚の写真の解析結果によれば、平均分布密度は17.5kg/m²である。近傍のサンプリング結果から判断してCDC観察域にはFe・Coに富むタイプが狭い範囲で卓越しているものと思われる。
- ⑦ 高分布密度域の範囲はかなり狭いと予想されるため、さらに極め細かい調査を実施すれば小規模な富鉱部の発見の可能性があると考えられる。

5海山におけるコバルトクラストの調査結果を要約すると次のとおりである。

- ① クラスト状クラストが卓越し(出現頻度85.1%)、礫状は少ない。
 - ② 山頂縁辺部や急傾斜部のような堆積物が堆積しにくい場所ではクラスト状クラストが良好に発達するが、山頂平坦部や凹地、緩傾斜地では礫状クラストが認められる。
 - ③ 母岩は玄武岩を主とし、ハイアロクラスタイト、石灰岩、火山砕屑岩がこれに続いている。
 - ④ 主たるマンガン鉱物は δ -MnO₂であり10Å系マンガン鉱物は散見されるのみである。
 - ⑤ 主要5成分の化学分析結果からMn・Ni・Co間に高正相関を、FeとMn、FeとNi、FeとCo間に高負相関を、Cuは他の4元素とは低相関を示す事が判明した。Mn・Ni・Coは浅くなるほど高品位に、Feはその逆を示す事も判明した。また今回はロジウムの分析を実施したがいずれも1ppm以下であった。
 - ⑥ クラストの厚さは水深が増すほど厚く、また被覆率はその逆を示す事が判明した。
 - ⑦ 厚さ、Co品位、被覆率、有効ドレッジ数等から総合的に判断した結果SE02海山は東側斜面のみやや良、SE03~05海山はいずれもやや良と考えられる。
- マンガン団塊の富鉱部と調査した5海山の鉱況の概略を総合解析図上に示した。



総合解析図

目 次

グラフィック

はしがき

要 旨

| | |
|-------------------------|----|
| 1章 調査要項 | 1 |
| 1-1 調査件名 | 1 |
| 1-2 調査目的 | 1 |
| 1-3 調査海域 | 1 |
| 1-4 調査期間 | 1 |
| 1-5 調査員等 | 1 |
| 1-6 調査機器 | 3 |
| 1-7 調査作業実績 | 3 |
| 2章 調査方法 | 8 |
| 2-1 マンガン団塊 | 8 |
| 1) 調査手順 | 8 |
| 2) 付 番 | 8 |
| 3) 船位の決定 | 8 |
| 4) 海底地形調査 | 11 |
| 5) 表層堆積物調査 | 11 |
| 6) MFESによるマンガン団塊の賦存状況調査 | 11 |
| 7) サンプルング及び深海カメラによる海底観察 | 11 |
| 8) CDCによる海底観察 | 12 |
| 9) 試料の処理・分析及び保管 | 12 |
| 10) 調査データの処理及び解析 | 12 |
| 2-2 コバルトクラスト | 17 |
| 1) 調査手順 | 17 |
| 2) 付 番 | 17 |
| 3) 船位の決定 | 17 |
| 4) 海底地形調査 | 17 |
| 5) 表層堆積物調査 | 17 |
| 6) サンプルング | 18 |

| | |
|------------------------------|-----------|
| 7) 試料の処理・分析及び保管 | 18 |
| 8) FDCによる海底観察 | 18 |
| 9) 調査データの処理及び解析 | 18 |
| 3章 調査結果・I (マンガン団塊) | 20 |
| 3-1 海底地形 | 20 |
| 1) 広域地形 | 20 |
| 2) 海底地形の特徴と地形区分 | 20 |
| 3-2 表層堆積物 | 24 |
| 1) SBPのタイプ分類 | 24 |
| 2) SBPタイプの分布状況 | 30 |
| 3-3 底質物 | 32 |
| 1) 分類 | 32 |
| 2) 種類 | 32 |
| 3) 分布 | 33 |
| 4) 構成鉱物 | 33 |
| 5) 化学組成 | 35 |
| 6) 化石鑑定 | 35 |
| 7) CCD (炭酸カルシウム補償深度) | 48 |
| 3-4 MFESによるマンガン団塊の賦存状況 | 49 |
| 1) サプリング結果との対比 | 49 |
| 2) MFESによるマンガン団塊分布密度の推定 | 49 |
| 3-5 マンガン団塊の賦存状況 | 52 |
| 1) 形状, 粒径, 産状 | 52 |
| 2) 分布密度 | 59 |
| 3) 化学組成 | 63 |
| 4) 鉱物組成 | 76 |
| 5) CDC調査結果 | 78 |
| 6) 金属量分布 | 83 |
| 3-6 考察: マンガン団塊の賦存状況 | 84 |
| 4章 調査結果・II (コバルトクラスト) | 86 |
| 4-1 海山別地形とSBP | 86 |
| 1) 海山の分類及び地形区分 | 86 |

| | |
|------------------------|-----|
| 2) S B Pタイプ分類 | 89 |
| 3) 海山別の地形とS B Pの特徴 | 89 |
| 4-2 海山の地質 | 101 |
| 1) 地質概要 | 101 |
| 2) 岩石記載 | 102 |
| 3) 年代測定 | 112 |
| 4) 化石鑑定 | 112 |
| 4-3 コバルトクラストの賦存状況 | 115 |
| 1) タイプ | 115 |
| 2) 産状 | 115 |
| 3) 分布状況 | 117 |
| 4) 化学組成 | 117 |
| 5) 鉱物組成 | 134 |
| 6) F D C調査結果 | 134 |
| 4-4 考察：コバルトクラストの賦存状況 | 147 |
| 5章 まとめ | 150 |
| 5-1 調査方法 | 150 |
| 5-2 地形と地質 | 151 |
| 5-3 マンガン団塊の賦存状況 | 151 |
| 5-4 コバルトクラストの賦存状況 | 152 |
| 〔参考文献〕 | 153 |
| 〔付帯資料〕 | 巻末 |
| 1. マンガン団塊調査結果一覧表 | 巻末 |
| 2. C D C観察結果一覧表 | 巻末 |
| 3. コバルトクラストサンプリング結果一覧表 | 巻末 |
| 4. F D C観察結果一覧表 | 巻末 |
| 5. 気象・海象データ | 巻末 |

| | | |
|--------|---------------------------|----|
| 〔別添図〕 | | 巻末 |
| 別添第1図 | 航跡図 | |
| 別添第2図 | 採試点位置図 | |
| 別添第3図 | 底質物分布図 | |
| 別添第4図 | 形状分布図 | |
| 別添第5図 | 粒径分布図 | |
| 別添第6図 | マンガン団塊分布密度図 | |
| 別添第7図 | Ni等品位図 | |
| 別添第8図 | Co等品位図 | |
| 別添第9図 | Cu等品位図 | |
| 別添第10図 | Mn等品位図 | |
| 別添第11図 | Fe等品位図 | |
| 別添第12図 | Ni金属量図 | |
| 別添第13図 | Cu金属量図 | |
| 別添第14図 | Co金属量図 | |
| 別添第15図 | 海山別航跡図(1)～(5) | |
| 別添第16図 | 海山別地形平面図及び断面図(1)～(5) | |
| 別添第17図 | 海山別地質及びコバルトクラスト分布図(1)～(5) | |

【挿入図一覧】

| | | |
|--------------|------------------------------------|----|
| 図 1 - 1 | 調査海域位置図 | 2 |
| 図 2 - 1 - 1 | 調査測点及び海山位置図 | 9 |
| 図 2 - 1 - 2 | 測点番号図 | 10 |
| 図 2 - 1 - 3 | 区画番号図 | 10 |
| 図 2 - 1 - 4 | 3点サンプリングにおけるサンプラーの投入順序説明図 | 12 |
| 図 2 - 1 - 5 | サンプル処理解析系統図(1)・(2) | 13 |
| 図 2 - 1 - 6 | データ解析及び処理系統概略図 | 16 |
| 図 3 - 1 - 1 | 海底地形図 | 21 |
| 図 3 - 1 - 2 | 海底地形断面図 | 22 |
| 図 3 - 2 - 1 | S B Pタイプの分類(1), (2), (3), (4), (5) | 25 |
| 図 3 - 2 - 2 | S B Pタイプ分布状況図 | 31 |
| 図 3 - 3 - 1 | 代表的な放散虫化石種(1), (2) | 40 |
| 図 3 - 3 - 2 | 代表的な有孔虫化石種(1), (2) | 45 |
| 図 3 - 4 - 1 | M F E Sとサンプリング結果との比較 | 50 |
| 図 3 - 4 - 2 | M F E Sによるマンガン団塊分布密度解析図 | 51 |
| 図 3 - 5 - 1 | マンガン団塊の形状と採取量率 | 52 |
| 図 3 - 5 - 2 | マンガン団塊の粒径と採取量率 | 53 |
| 図 3 - 5 - 3 | マンガン団塊の形状(1), (2), (3) | 54 |
| 図 3 - 5 - 4 | 海底写真と揚収写真(1), (2) | 57 |
| 図 3 - 5 - 5 | 分布密度の頻度分布(採試点別) | 60 |
| 図 3 - 5 - 6 | 水深と分布密度の関係 | 60 |
| 図 3 - 5 - 7 | 底質物と分布密度の関係(1), (2) | 61 |
| 図 3 - 5 - 8 | 形状と平均分布密度 | 59 |
| 図 3 - 5 - 9 | 主要5成分の頻度分布図 | 64 |
| 図 3 - 5 - 10 | 各成分間の散布図 | 65 |
| 図 3 - 5 - 11 | 分布密度-Co散布図 | 66 |
| 図 3 - 5 - 12 | 分布密度-Ni散布図 | 66 |
| 図 3 - 5 - 13 | C C D区分によるNi-Cu-Co三角ダイヤグラム | 71 |
| 図 3 - 5 - 14 | 水深-(Ni+Cu+Co)品位関係図 | 71 |
| 図 3 - 5 - 15 | Mn/Fe-(Ni+Cu+Co)品位関係図 | 72 |
| 図 3 - 5 - 16 | Mn/FeによるNi-Cu-Co三角ダイヤグラム | 72 |
| 図 3 - 5 - 17 | Mn/Fe-分布密度関係図 | 73 |
| 図 3 - 5 - 18 | マンガン団塊のMn/Fe分布図 | 74 |

| | | |
|--------------|--|-----|
| 図 3 - 5 - 19 | マンガン団塊の X 線回折パターン | 77 |
| 図 3 - 5 - 20 | CDC 測線位置図 (測線 91SCDC01) | 79 |
| 図 3 - 5 - 21 | 地形, 分布密度及び面積率 (測線 91SCDC01) | 80 |
| 図 3 - 5 - 22 | CDC による連続写真 (測線 91SCDC01) | 81 |
| 図 3 - 5 - 23 | CDC 写真例 (測線 91SCDC01) | 82 |
| 図 4 - 1 - 1 | 測線沿い水深分布図 | 87 |
| 図 4 - 1 - 2 | 海山別 SBP プロファイル (1), (2), (3), (4), (5) | 90 |
| 図 4 - 1 - 3 | 海山鳥瞰図 (1), (2), (3), (4), (5) | 96 |
| 図 4 - 2 - 1 | 採取岩石 (1)・(2) | 105 |
| 図 4 - 2 - 2 | 岩石の顕微鏡写真 (1)・(2) | 107 |
| 図 4 - 2 - 3 | 石灰岩に含まれる代表的化石 | 113 |
| 図 4 - 3 - 1 | コバルトクラストの産状 (FDC 写真) | 118 |
| 図 4 - 3 - 2 | コバルトクラストのタイプ | 119 |
| 図 4 - 3 - 3 | 海山の地形と海底状況 (SE 03 海山, FDC 写真) | 120 |
| 図 4 - 3 - 4 | コバルトクラストの被覆率 (FDC 写真) | 121 |
| 図 4 - 3 - 5 | クラストの表面構造 | 122 |
| 図 4 - 3 - 6 | クラストの断面構造 | 123 |
| 図 4 - 3 - 7 | Co-Ni-Cu 三角ダイアグラム | 125 |
| 図 4 - 3 - 8 | コバルトクラストの代表的な X 線回折パターン | 136 |
| 図 4 - 3 - 9 | FDC ルートマップ (1) (測線 91SE01FDC01) | 137 |
| 図 4 - 3 - 9 | FDC ルートマップ (2) (測線 91SE02FDC02) | 138 |
| 図 4 - 3 - 9 | FDC ルートマップ (3) (測線 91SE03FDC03) | 139 |
| 図 4 - 3 - 9 | FDC ルートマップ (4) (測線 91SE04FDC04) | 140 |
| 図 4 - 3 - 9 | FDC ルートマップ (5) (測線 91SE05FDC05) | 141 |
| 図 4 - 3 - 10 | FDC による連続写真 | 142 |

【挿入表一覧】

| | | |
|--------------|---------------------|-----|
| 表 1 - 1 | 使用機器一覧表 | 4 |
| 表 1 - 2 | 調査実績一覧表(1)・(2) | 5 |
| 表 1 - 3 | 調査日程実績表 | 7 |
| 表 3 - 1 - 1 | 海底地形区分基準一覧 | 23 |
| 表 3 - 3 - 1 | 底質物の分類基準 | 32 |
| 表 3 - 3 - 2 | 底質物の採取比率 | 32 |
| 表 3 - 3 - 3 | 底質物の X 線回折結果一覧表 | 34 |
| 表 3 - 3 - 4 | 底質物の分析結果(1), (2) | 36 |
| 表 3 - 3 - 5 | 産出放散虫リスト | 39 |
| 表 3 - 3 - 6 | 産出有孔虫リスト(1), (2) | 43 |
| 表 3 - 4 - 1 | M F E S による高分布密度帯 | 50 |
| 表 3 - 5 - 1 | マンガン団塊の形状による分類 | 52 |
| 表 3 - 5 - 2 | マンガン団塊の化学特性 | 66 |
| 表 3 - 5 - 3 | マンガン団塊の形状と化学特性 | 68 |
| 表 3 - 5 - 4 | マンガン団塊の粒度と化学特性 | 68 |
| 表 3 - 5 - 5 | 海底地形とマンガン団塊の化学特性 | 69 |
| 表 3 - 5 - 6 | 底質物とマンガン団塊の化学特性 | 69 |
| 表 3 - 5 - 7 | Mn/Fe で区分した特徴 | 73 |
| 表 3 - 5 - 8 | マンガン団塊の完全分析値及び微量分析値 | 75 |
| 表 3 - 5 - 9 | マンガン団塊の X 線回折結果 | 76 |
| 表 3 - 5 - 10 | C D C 写真計測値の統計 | 79 |
| 表 4 - 1 - 1 | 海山のタイプ分類基準 | 86 |
| 表 4 - 1 - 2 | 海山の地形区分基準 | 88 |
| 表 4 - 1 - 3 | 海山別地形区分と斜面勾配 | 88 |
| 表 4 - 1 - 4 | 各海山の特徴一覧 | 95 |
| 表 4 - 2 - 1 | 海山別地質状況 | 103 |
| 表 4 - 2 - 2 | 岩石の顕微鏡鑑定結果 | 104 |
| 表 4 - 2 - 3 | 粘土及び岩石の X 線回折結果 | 110 |
| 表 4 - 2 - 4 | 岩石の化学分析結果 | 111 |
| 表 4 - 2 - 5 | 年代測定結果 | 112 |
| 表 4 - 3 - 1 | コバルトクラストのタイプ分類 | 116 |
| 表 4 - 3 - 2 | タイプ別出現率 | 116 |
| 表 4 - 3 - 3 | クラストの厚さ(タイプ別) | 124 |

| | | |
|--------------|----------------------------------|-----|
| 表 4 - 3 - 4 | クラストの厚さ (基盤別) | 124 |
| 表 4 - 3 - 5 | クラストの厚さ (地形別) | 124 |
| 表 4 - 3 - 6 | クラストの厚さ (水深別) | 124 |
| 表 4 - 3 - 7 | 海山別クラストの産状 | 126 |
| 表 4 - 3 - 8 | クラストの部位別品位比較表 | 127 |
| 表 4 - 3 - 9 | 各成分間の相関表 | 127 |
| 表 4 - 3 - 10 | クラストのタイプ別品位比較表 | 128 |
| 表 4 - 3 - 11 | クラストの母岩別品位比較表 | 128 |
| 表 4 - 3 - 12 | 海山の地形的部位別品位比較表 | 130 |
| 表 4 - 3 - 13 | 水深別品位比較表 | 130 |
| 表 4 - 3 - 14 | 海山別及び全体の平均品位 | 130 |
| 表 4 - 3 - 15 | コバルトクラストの完全分析と微量分析(1), (2) | 131 |
| 表 4 - 3 - 16 | コバルトクラスト各成分の相関係数 | 133 |
| 表 4 - 3 - 17 | コバルトクラストの X 線回折結果 | 135 |
| 表 4 - 3 - 18 | F D C 観察結果 | 143 |
| 表 4 - 3 - 19 | F D C 観察によるクラスト平均被覆率 | 145 |
| 表 4 - 4 - 1 | コバルトクラストの調査結果総括表 | 149 |

1章 調査要項

1-1 調査件名

平成3年度資源開発協力基礎調査（キリバス共和国海域）。

1-2 調査目的

SOPAC加盟国であるキリバス共和国海域における海底鉱物資源の賦存状況調査として、マンガン団塊とコバルトリッチクラストを対象とした洋上調査及びデータ解析を行なう。

1-3 調査海域

平成2年3月13日付にて日本側調査担当機関と南太平洋応用地球科学委員会との間で締結されたSOPAC加盟諸国の経済水域内における深海底鉱物資源に関する共同調査実施計画に基づき、選定した次の各点を順次結んで得られる多角形（面積約1,297,000km²、図1-1参照）を調査海域とした。

| | 緯度 | 経度 |
|---|----------|------------|
| ① | 5° 30' N | 171° 00' E |
| ② | 5° 30' N | 179° 00' E |
| ③ | 1° 00' N | 179° 00' E |
| ④ | 1° 00' N | 180° 00' |
| ⑤ | 4° 30' S | 180° 00' |
| ⑥ | 4° 30' S | 168° 00' E |
| ⑦ | 2° 00' N | 168° 30' E |
| ⑧ | 2° 00' N | 171° 00' E |
| ① | 5° 30' N | 171° 00' E |

1-4 調査期間

現地調査：平成3年8月24日より平成3年10月28日までの66日間

解析・報告書作成：平成3年4月1日より平成4年2月8日まで

1-5 調査員等

深海資源開発株式会社社員及び海洋技術開発株式会社から派遣された非常勤職員により実施した。調査員氏名は次の通り。

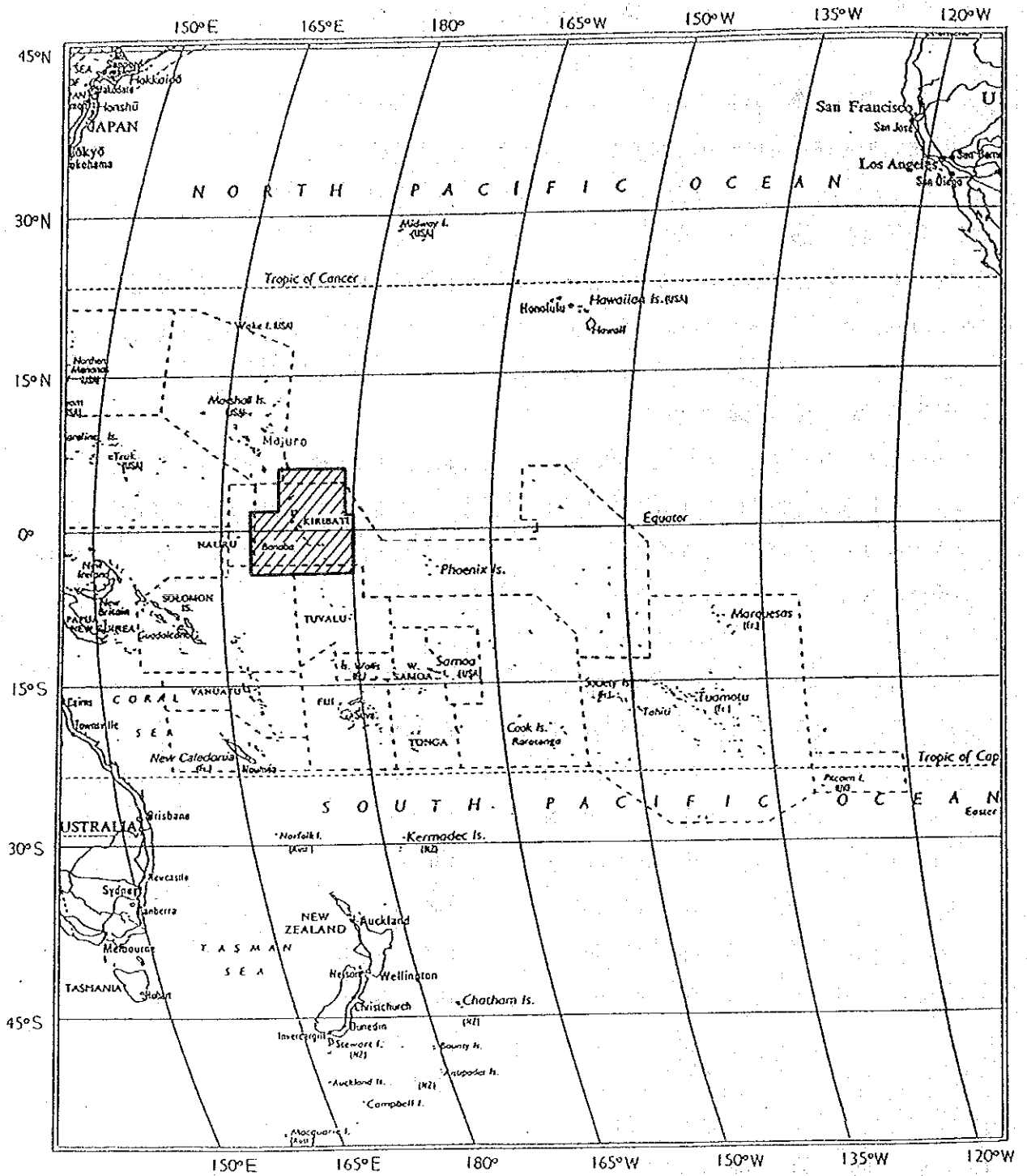


図 1 - 1 調査海域位置図

| | |
|------------|--------------------------------|
| 協定折衝（日本側）： | 升田 健蔵（金属鉱業事業団） |
| | 小岩 孝二（金属鉱業事業団） |
| （相手側）： | Jioji KOTOBALAVU（SOPAC事務局） |
| | Jim V. EADE（SOPAC事務局） |
| | D. L. TIFFIN（SOPAC事務局） |
| 監督員： | 佐藤 直樹（金属鉱業事業団）（9/13～10/3） |
| | 臼井 朗（地質調査所）（10/2～10/28） |
| 客員： | D. L. TIFFIN（SOPAC）（8/25～9/13） |
| 調査員： | 調査団長 伊達 二郎（深海資源開発株式会社） |
| | 地質班長 佐野 一夫（ " ） |
| | 地質班員 戸野 潔（ " ） |
| | " 杉山 輝芳（ " ） |
| | " 永手 末孝（ " ） |
| | " 二窓 敦（ " ） |
| | " 花岡 雄二（ " ） |
| | " 神崎 進（海洋技術開発株式会社） |
| | " 摂待 武士（ " ） |
| | 物探班長 小山 史郎（深海資源開発株式会社） |
| | 物探班員 村川 照臣（ " ） |
| | " 木村 邦雄（ " ） |
| | " 村山 信行（ " ） |
| | " 駒形慎太郎（ " ） |
| | " 上坂 清吾（ " ） |
| | " 池田 仁志（ " ） |
| | " 柏瀬 憲彦（ " ） |
| | " 菊地 政明（海洋技術開発株式会社） |

1-6 調査機器

今年度調査で使用した主要機器を表1-1に示す。

1-7 調査作業実績

調査作業の実績を表1-2に、調査日程実績を表1-3に示す。

表 1 - 1 使用機器一覧表

| 分類 | 探 査 方 法 | 探査機器・同システム | 略号 | 備 考 | |
|-----------|--|---|--|--------------------|------|
| 位置測定 | 衛星航法 | Global Positioning System | GPS | | |
| | | Navy Navigation Satellite System | NNSS | | |
| 海底地形・地質調査 | 音響探査 | 測深 および 海底地形 | Multi-narrow Beam Echo Sounder Precision Depth Recorder Narrow Beam Echo Sounder | MBES PDR NBS | 新規搭載 |
| | | 海底面音圧測定 | Multi-Frequency Exploration System | MFES | |
| | 表層堆積物調査 | Sub-Bottom Profiler | SBP | | |
| | サンプリング | フリーフォールグラブ スベードコアラ ピストンコアラ アーム型ドレッジャー | FG SC PC AD | | |
| | 分 析 | 前処理機器（乾燥機&粉碎機） 蛍光X線分析装置 | XFA | | |
| 観 察 | 写 真 | フリーフォールカメラ 連続撮影式深海カメラ ファインダ付連続撮影式深海カメラ | FC CDC FDC | 曳航式 曳航式 | |
| データ収録処理 | オンライン機能 データ蓄積機能 オフライン機能 ↓ 航跡図，海底地形図 各種平面図，断面図 | データ処理システム センサーCPU ファイルサーバCPU ホストCPU EWS CPU LAN, PC, ICM | DPS | | |

表 1 - 2 調査実績一覧表 (1)

| 項 目 | | 実 績 | | | |
|------------------------|---|---|--|--|---|
| 日 程 | マジュロ出港 | 08月26日 16:00 | 調査終了 | 09月28日 16:45 | |
| | 調査開始 | 08月27日 15:00 | マジュロ入港 | 10月01日 08:00 | |
| | 調査終了 | 09月10日 08:00 | マジュロ出港 | 10月04日 16:00 | |
| | マジュロ入港 | 09月11日 08:00 | 調査開始 | 10月05日 17:40 | |
| | マジュロ出港 | 09月14日 16:00 | 調査終了 | 10月20日 12:30 | |
| | 調査開始 | 09月15日 09:30 | ホノルル入港 | 10月27日 08:00 | |
| サン プ リ ン グ | マカ ン塊 | サンプリング間隔 採 試 測点数 測点当り採試点数 採 試 点 数 | 60マイルグリッド (部分的に30マイルグリッド) 46測点 3点 140点(46x3+2) | 使用サンブラ 不浮上事故 | 7リフォーグラブ(FG);132点 スワードコア(SC);6点 ピストンコア(PC);2点 無し |
| | コバ ト ク ラ ス ト | 調査海山数 採 試 点 数 使用サンブラ 採 取 量 | 5 海山 51点 アーム型ドレッジャー 782kg (含岩石) | | |
| 海 底 観 察 | マカ ン塊 | 深海カメラ(PC)使用回数 同上得られた写真 連続撮影深海カメラ(CDC) 同上得られた写真 | 138回 137枚 1 測線、5.1マイル 166枚 | | |
| | コバ ト ク ラ ス ト | FDCより得られた写真 同上得られたVTRテープ | 839枚 (5 海山、5 測線、19.3マイル) 11巻 | | |
| 分 析 | 処 理 件 数 分 析 成 分 延 分 析 件 数 | 231件 (内訳 マンガン団塊 89件、コバルトクラスト 142 件) 5成分 (Ni, Cu, Co, Mn, Fe) 1,155成分 (231件×5成分) | | | |
| 音 響 探 査 | マカ ン塊 | MBES (15.5kHz) NBS (30.0kHz) PDR (12.0kHz) SBP (3.5kHz) MFES | 実測長 3,411マイル " " " " " " " " " " " " | 欠測長 0マイル " " " " " " " " " " " " | |
| | コバ ト ク ラ ス ト | MBES (15.5kHz) NBS (30.0kHz) PDR (12.0kHz) SBP (3.5kHz) | 実測長 3,079マイル " " " " " " " " " | 欠測長 0マイル " " " " " " " " " | |
| デ ー タ 処 理 | 5 研CPU関係MT MBES関係MT | 1巻 (IBMフォーマット) 9巻 (オンライン)、4巻 (オフライン) | | | |

注) 時刻はすべて現地時間 (ホノルル以外はすべて東経180度の標準時間) で示す。

表 1 - 2 調査実績一覧表 (2)

| | | |
|---|--------------|---------------------|
| | 測線名 | 91SCDC01 |
| | 実施日 | 10月10日 |
| | 実施場所 | 測点No. 91406付近 (W→E) |
| C | 観察距離 (A) | 5.1マイル |
| D | 観察時間 (T) | 05時間28分 |
| C | 平均船速 (A/T) | 0.93ノット |
| 調 | 投入時刻 | 18時05分 |
| 査 | 揚収時刻 | 03時53分 |
| | 所要時間 | 09時間48分 |
| | 写真撮影枚数 (N) | 166枚 |
| | 平均撮影間隔 (T/N) | 1.98分/枚 |

| | 測線名 | 91SE01 FDC01 | 91SE02 FDC02 | 91SE03 FDC03 | 91SE04 FDC04 | 91SE05 FDC05 | 合計 (平均) |
|---|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------|
| | 実施日 | 09月17日 | 09月21日 | 09月25日 | 10月15日 | 10月17日 | |
| | 海山名 | SE01 | SE02 | SE03 | SE04 | SE05 | 5海山 |
| | 観察距離 (A) | 4.7マイル | 5.2マイル | 2.7マイル | 3.3マイル | 3.4マイル | 19.3マイル |
| F | 観察時間 (T) | 03:58 | 04:35 | 02:53 | 02:51 | 03:18 | 17時間15分 |
| D | 平均船速 (A/T) | 1.18ノット | 1.13ノット | 0.94ノット | 1.16ノット | 1.03ノット | (1.12ノット) |
| C | 投入時刻 | 18:58 | 21:07 | 18:54 | 23:31 | 00:42 | |
| 調 | 揚収時刻 | 00:17 | 02:40 | 23:40 | 03:55 | 05:35 | |
| 査 | 所要時間 | 05:19 | 05:33 | 04:46 | 04:24 | 04:53 | 24時間55分 |
| | 写真撮影枚数 (N) | 17枚 | 290枚 | 175枚 | 160枚 | 197枚 | 839枚 |
| | 平均撮影間隔 (T/N) | 14.00分/枚 | 0.94分/枚 | 0.99分/枚 | 1.07分/枚 | 1.01分/枚 | (1.23分/枚) |
| | 収録ビデオテープ数 | 2巻 | 3巻 | 2巻 | 2巻 | 2巻 | 11巻 |

注) ①日時はすべてGMTで示す。

②91SE01FDC01測線における写真撮影枚数が異常に少ないのはストロボ不調のためである。

表 1 - 3 調査日程実績表

調査期間；66日、実調査日数；45日

| 月/日 | 調査項目 | 月/日 | 調査項目 |
|-------|-------------------------|-------|-----------------------|
| 08/24 | 土 出港準備 | 09/26 | 木 コバルトクラスト調査(SE03海山)● |
| 08/25 | 日 " | 09/27 | 金 " |
| 08/26 | 月 マジユロ出港(16:00) | 09/28 | 土 " |
| 08/27 | 火 マンガン団塊調査(測点 01) ○ | 09/29 | 日 移 動 |
| 08/28 | 水 " (測点 02, 03) ○ | 09/30 | 月 移 動 |
| 08/29 | 木 " (測点 04, 05) ○ | 10/01 | 火 マジユロ入港(08:00) |
| 08/30 | 金 " (測点 06, 07) ○ | 10/02 | 水 休 日 |
| 08/31 | 土 " (測点 08, 09) ○ | 10/03 | 木 休 日 |
| 09/01 | 日 " (測点 10, 11) ○ | 10/04 | 金 マジユロ出港(16:00) |
| 09/02 | 月 " (測点 12, 13) ○ | 10/05 | 土 マンガン団塊調査(測点 33) ○ |
| 09/03 | 火 " (測点 14, 15) ○ | 10/06 | 日 " (測点 34, 35)○ |
| 09/04 | 水 " (測点 16, 17) ○ | 10/07 | 月 " (測点 36, 37)○ |
| 09/05 | 木 " (測点 18, 19) ○ | 10/08 | 火 " (測点 38, 39)○ |
| 09/06 | 金 " (測点 20, 21) ○ | 10/09 | 水 " (測点 40, 41)○ |
| 09/07 | 土 " (測点 22, 23) ○ | 10/10 | 木 " (測点 42, 43)○ |
| 09/08 | 日 " (測点 24, 25) ○ | 10/11 | 金 " (CDC、測点 44)○ |
| 09/09 | 月 " (測点 26, 27) ○ | 10/12 | 土 " (測点 45, 46)○ |
| 09/10 | 火 " (測点 28) ○ | 10/13 | 日 コバルトクラスト調査(SE04海山)● |
| 09/11 | 水 マジユロ入港(08:00) | 10/14 | 月 " |
| 09/12 | 木 休 日 | 10/15 | 火 " |
| 09/13 | 金 休 日 | 10/16 | 水 " |
| 09/14 | 土 マジユロ出港(16:00) | 10/17 | 木 " (SE05海山)● |
| 09/15 | 日 コバルトクラスト調査(SE01海山) ● | 10/18 | 金 " |
| 09/16 | 月 " ● | 10/19 | 土 " |
| 09/17 | 火 " ● | 10/20 | 日 " |
| 09/18 | 水 " ● | 10/21 | 月 移動・レポート作成 |
| 09/19 | 木 " (SE02海山) ● | 10/22 | 火 " (02:04 新機確認) |
| 09/20 | 金 " ● | 10/23 | 水 " |
| 09/21 | 土 " ● | 10/24 | 木 " |
| 09/22 | 日 " ● | 10/25 | 金 " |
| 09/23 | 月 マンガン団塊調査(測点 29, 30) ○ | 10/26 | 土 " |
| 09/24 | 火 " (測点 31, 32) ○ | 10/27 | 日 ホノルル入港(08:00) |
| 09/25 | 水 コバルトクラスト調査(SE03海山) ● | 10/28 | 月 業務引継 |

注) 時刻はすべて現地時間(ホノルル以外は東経180度の標準時間)で示す。

○印；マンガン団塊調査 25日間

●印；コバルトクラスト調査 20日間

2 章 調 査 方 法

2 - 1 マンガン団塊

1) 調査手順

調査海域全域から、マンガン団塊の賦存に適した水深帯を選び60マイルグリッドで42測点を配し、更に良好な結果の得られた測点の周辺に30マイルグリッドで4測点を配した。調査は各測点においてフリーフォールサンプリング（一部スベードコアラ、ピストンコアラを使用）と各種音響探査を実施した。また良好な結果の得られた測点を中心とした海域から1測線を選定しCDC（連続撮影式深海カメラ）調査を実施した（図2-1-1参照）。

2) 付 番

(1) 測線の付番

音響探査測線（MBES, NBS, PDR, SBP, MFES）に対する付番は、航走単位ごとにその実施日と順序がわかるように、例えば91S1007A, 91S1007Bなどとした。また、夜間航走は91S1007NのようにNを付した。ここに91は調査年度（1991年）、Sは調査機構（SOPAC）、1007は10月7日、A, Bはその日の測線順序をそれぞれ示す。

CDC調査測線に対しては、測線名を91SCDC01と付番した。

(2) 測点、採試点の付番

測点番号は、91A01からサンプリング順に通し番号とした。ここに91は1991年度を4は本年度の第4次航を、01はサンプリング実施番号を示す（図2-1-2参照）。

採試点番号には調査年度（1991）、調査機構（SOPAC）を示すために91Sを前置する。次に調査海域を経緯度線によって1°ごとの四辺形に分割し、各々に対して4桁の区画番号を付与する（図2-1-3参照）。ここで上位2桁は各区画の南辺緯度（北半球においてはアルファベットを使用）を示し、下位2桁は175°Eを基準（11）とし東進するごとに12, 13, 14, ……、西進した場合は10, 09, ……と付与される追番を示す。各区内で行われたサンプリングに対しては作業手法ごとに作業記号を付したあと01より追番にて付番する。例えば、サンプリング番号91S0314FG01は、1991年に0314区画内において実施したFG（フリーフォールグラブ）によるサンプリング順序01番目のサンプルである事を示す。

3) 船位の決定

調査における船位はすべてGPSによって決定したが、バックアップとしてNNSデータも取得した。

測線における開始点、変針点及び終了点、またサンプリングにおける投入点あるいは揚収点等を示す船位は、それぞれのイベント発生の際、DPSの取得データにイベントマークを付加し、後述するデータ処理及び解析する際に抽出した。調査に関わる全ての船位は、他の

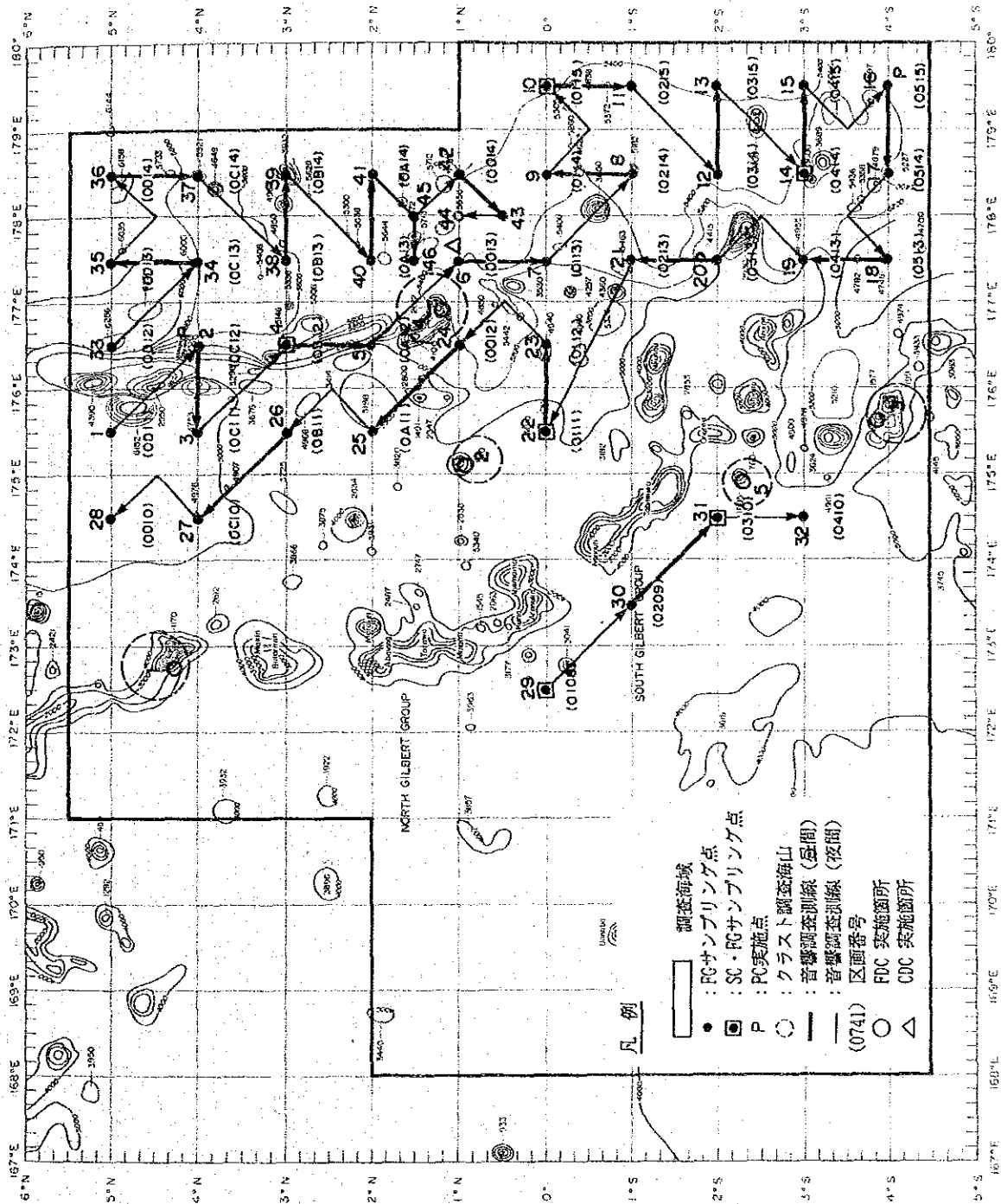


図 2-1-1 調査測点及び海山位置図

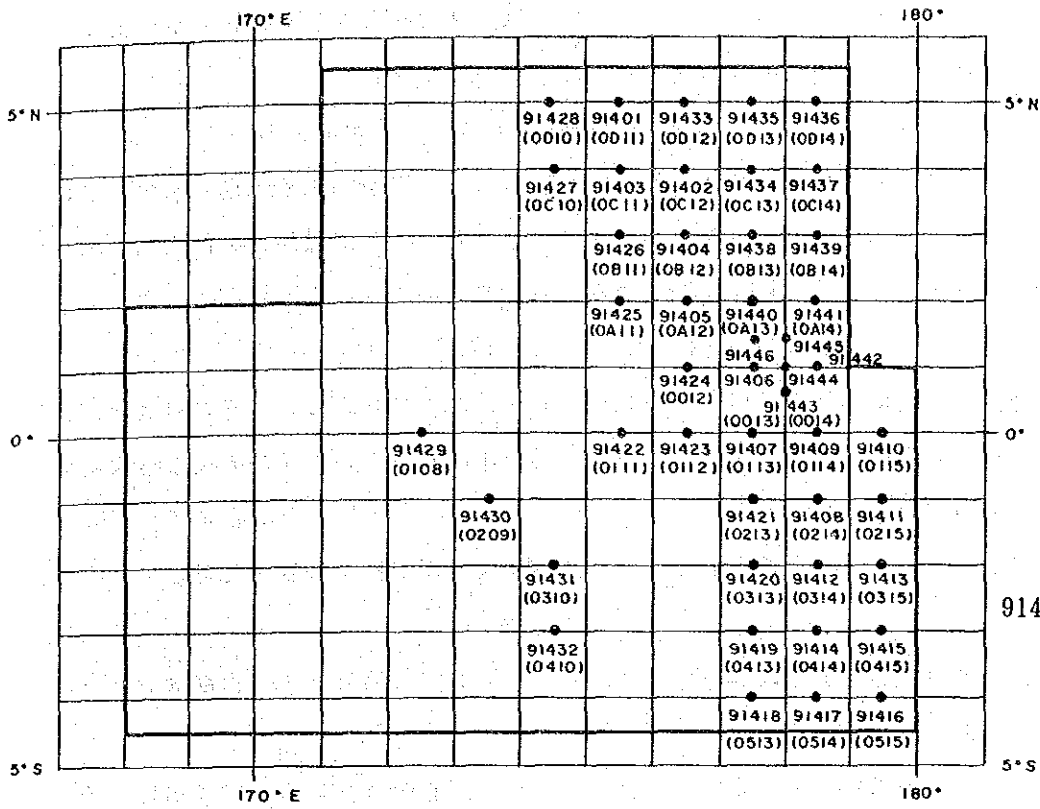


图 2-1-2 测点番号图

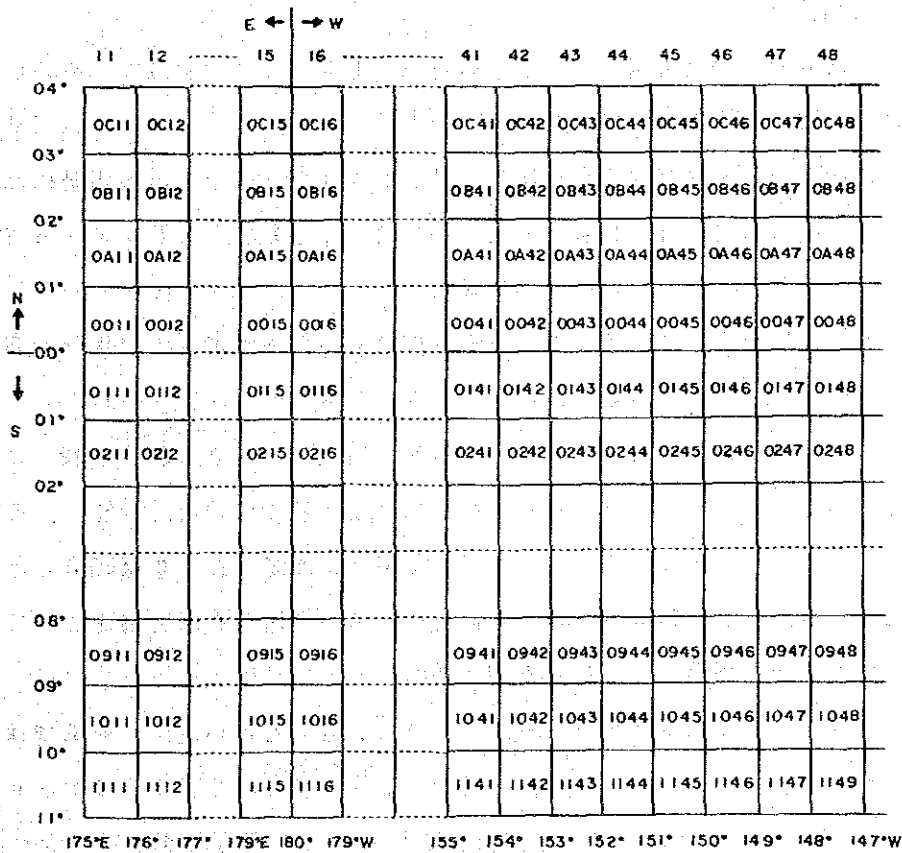


图 2-1-3 区画番号图

データと合わせファイルサーバに蓄積保存し、データベース構築に供したほか、MTに収録するとともにLANを通じ船内に一斉同報した。

4) 海底地形調査

海底地形調査は、主としてMBESにより行った。その航跡図を別添第1図に示す。MBESから送受信する59本のビームデータを基にポストCPUにより測線周辺の海底地形図を作成した。さらにMBESの中心ビームの水深を5研DPSのファイルサーバに入力しMTにも収録した。

DPSから10分ごとに中心ビームの水深を読み取り航跡図にプロットし、既存の海底地形図を参考にしてあらたに海底地形図を作成した。またこの中心ビームの水深を利用して作画機能により海底地形断面図も作成した。

MBESに対するバックアップとしてNBSによる水深を測深間隔12秒で記録紙にアナログ記録し参考とした。

海水の平均音速はCTDによる計測結果を利用し、keel音速はMBESの温度センサーからオンラインで入力した。

測点間の地形調査は通常10ノットの船速で行なったが、調査の状況によって船速12.5ノットまで増速したことがある。採試点間の測線についてはサンプリング作業のため船速は通常3～8ノットとなった。

5) 表層堆積物調査

海底面と海底面下の音響構造に対する調査はSBP（周波数3.5kHz）を用いて、海底地形調査と並行して全航走測線について行った。

SBPの記録から表層堆積物を分類したSBPタイプと最上位の透明層の厚さを10分ごとに読み取りDPSに入力保存したほか、航跡図にプロットしてSBPタイプ分布図を作成した。

6) MFESによるマンガン団塊の賦存状況調査

MFESによるマンガン団塊の推定分布密度調査は海底地形や表層堆積物調査と並行して実施した。

MFESの測定値はNBS、PDR、SBPの音圧データより計算し48秒に1回ずつ連続して得られるが、DPSによって15回の測定値による移動平均値を計算し、その結果をデータとしてファイルサーバに蓄積保存したほか、MTに収録した。また10分ごとのMFES値を航跡図にプロットしてMFESによる推定マンガン団塊分布密度図を作成した。

7) サンプリング及び深海カメラによる海底観察

サンプリングは、主にフリーフォールグラブ（FG）を用いたが、一部ではスペードコアラ（SC）、ピストンコアラ（PC）も用いた。FG及びSCによるサンプリングの際には深海カメラを取り付け海底状況の写真撮影を行った。今調査のサンプリング測点間隔は、60マイルグリッドであるが部分的に30マイルグリッドのところもある。

サンプリングは1測点あたり3回(3採試点)行い、その配置は、南側の採試点を頂点とする直角二等辺三角形の各頂点となるようにした。すなわち南側の採試点及びそれを中心として北西並びに北東各々1.4マイルの各採試点においてサンプリングを行いそれら3採試点の平均値を1測点データとして取り扱った。3採試点におけるサンプラーの投入順序を図2-1-4に示す。

FGに代えてSCを用いる時は、3採試点のうち第1投目にあたる採試点に対して行う。FGサンプリングでは、稀であるがネットの破損、作動不完全などによりサンプリングが不十分だったことが推定されることがある。このような場合には海底写真によるマンガン団塊の海底面積率と採取したマンガン団塊サンプルの揚収面積率からグラブの作動状況を求め、分布密度算出の参考としている。

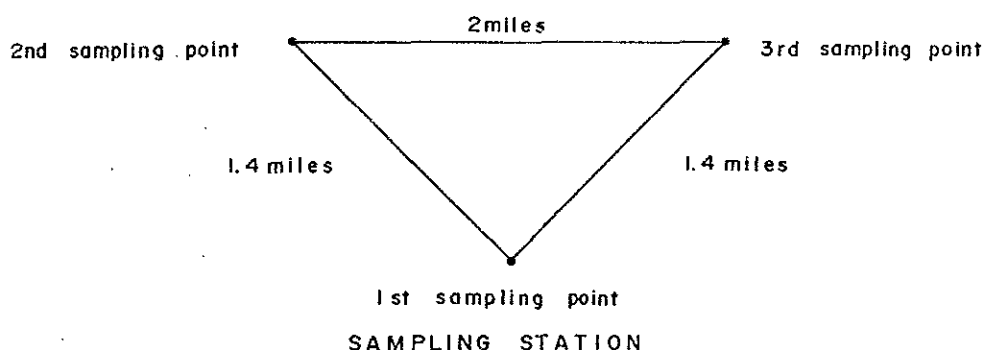


図2-1-4 3点サンプリングにおけるサンプラーの投入順序説明図

PCはFG及びSCの3採試点で構成する3角形の重心点に対し実施した。

8) CDCによる海底観察

鉱況が最も良好である事が判明した測点No.91406の海域に東西5マイルの測線を設定し、海底のマンガン団塊の分布状況を観察するためCDCの曳航を行なった。海底観察時の船速は約1ノットを保持し、約60メートル毎に1枚の写真撮影を行った。

9) 試料の処理・分析及び保管

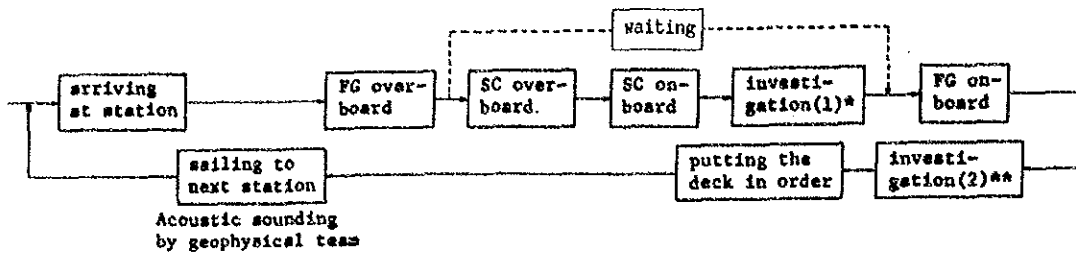
採取された試料(マンガン団塊及び底質物)は船上において図2-1-5に示したFG・SC試料処理系統図に基づいて種々の測定、蛍光X線分析等の処理を行なったのち、一部のものは持ち帰った上で顕微鏡観察・X線回折試験・完全分析・微量分析・含有化石鑑定等を実施し残余は保管した。

PCにより得られた試料についても持ち帰り各種試験に供した。

10) 調査データの処理及び解析

調査データの処理及び解析については、主としてDPSのオンライン機能及びオフライン

(A) The outline of the bottom sampling work



* Detail of investigation (1)

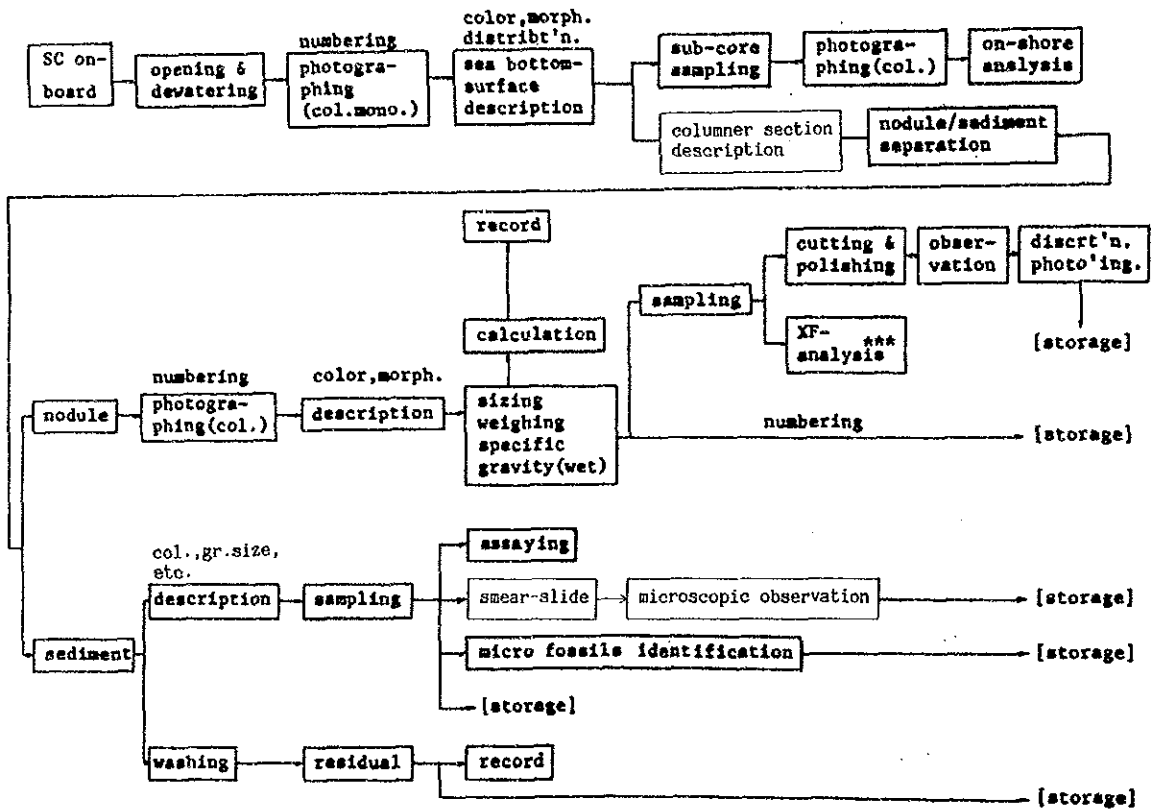
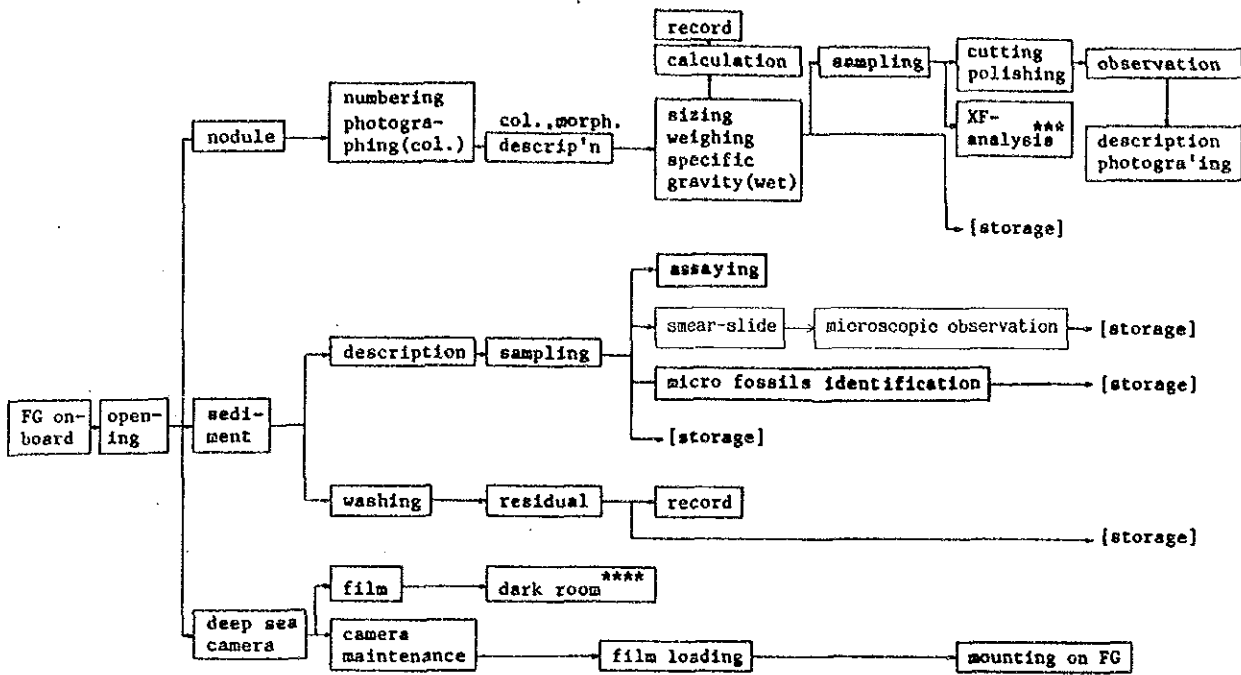
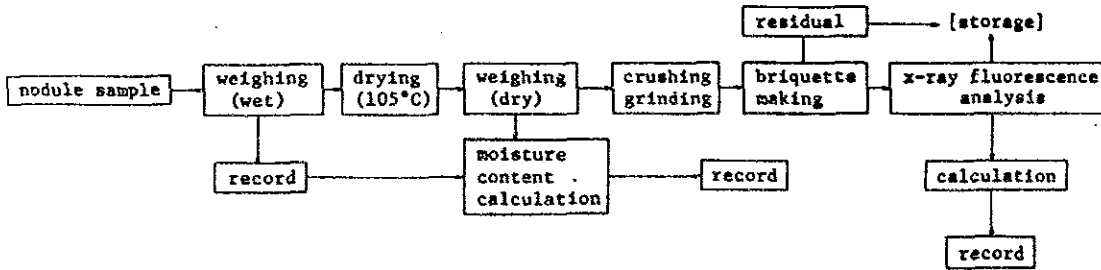


図 2 - 1 - 5 サンプル処理解析系統図(1)

** Detail of investigation (2)



*** Detail of XF-analysis



**** Detail of dark room work

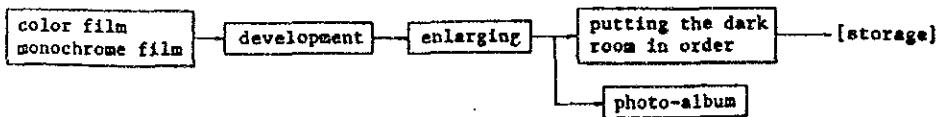


図 2 - 1 - 5 サンプル処理解析系統図(2)

機能を用いて行ったが、一部のデータ処理や総合的な解析については陸上で行った。図 2-1-6 に作業系統の概略を示す。

(1) 調査データとその処理

- ① 地形データは M B E S により取得し、さらに M T に蓄積保存した。
- ② 各種測定機器 (G P S , N N S S , N B S , P D R , M F E S , ウィンチ , モード・イベントボックス等) から出力される各オンラインデータは、センサー C P U の M T にセーブされるとともに、バッファに一時保存された後、予め定めた処理条件に基づき共通ファイルサーバに出力され蓄積保存 (データベース化) される。
- ③ S B P 記録紙より S B P タイプ、上位透明層層厚を 10 分毎に読み取ったデータを、 D P S にマニュアル入力することにより共通ファイルサーバ内に蓄積保存した。
- ④ マンガン団塊、堆積物及び分析等の調査データは次に示すようなものであり、これらは採試点ごとにとりまとめて野帳に記録したほか、一部については D P S 内にサンプルデータとして取りこんだ。

- ・ マンガン団塊データ : 採取量、粒度ごとの湿重量、見掛け比重、形状、個数、分析データ (Ni , Cu , Co , Mn , Fe の品位及び含水率)
- ・ 堆積物データ : 種類、色調、微化石など
- ・ F G , S C , P C などによる海底写真、揚収写真、作業写真など
- ・ 音響記録 (N B S 記録、 P D R 記録、 S B P 記録)

(2) 調査データの解析

M B E S , D P S 等を利用し次のような解析図表を作成した。

① 航跡図、採試点位置図

D P S のオフライン作画機能を用いて、航跡図及び採試点位置図を作成した。

② 海底地形図

M B E S のセンタービームの水深を上述の航跡図上にプロットし、 5,000m 以浅は 1,000 m ごとに 5,000m 以深は 200m ごとの等深線による海底地形図を作成した。

③ S B P タイプ分布図

S B P 記録紙から読み取った 10 分ごとの S B P タイプを航跡図上にプロットして本図を作成した。

④ M F E S による推定マンガン団塊分布密度解析図

M F E S の 10 分ごとの分布密度を上述の航跡図上に、 5.0kg / m³ 単位の等分布密度線で表示して本図を作成した。

⑤ 底質図

採試点位置図等を基にして、サンプラーから得られた底質物を種類別にプロットして本図を作成した。

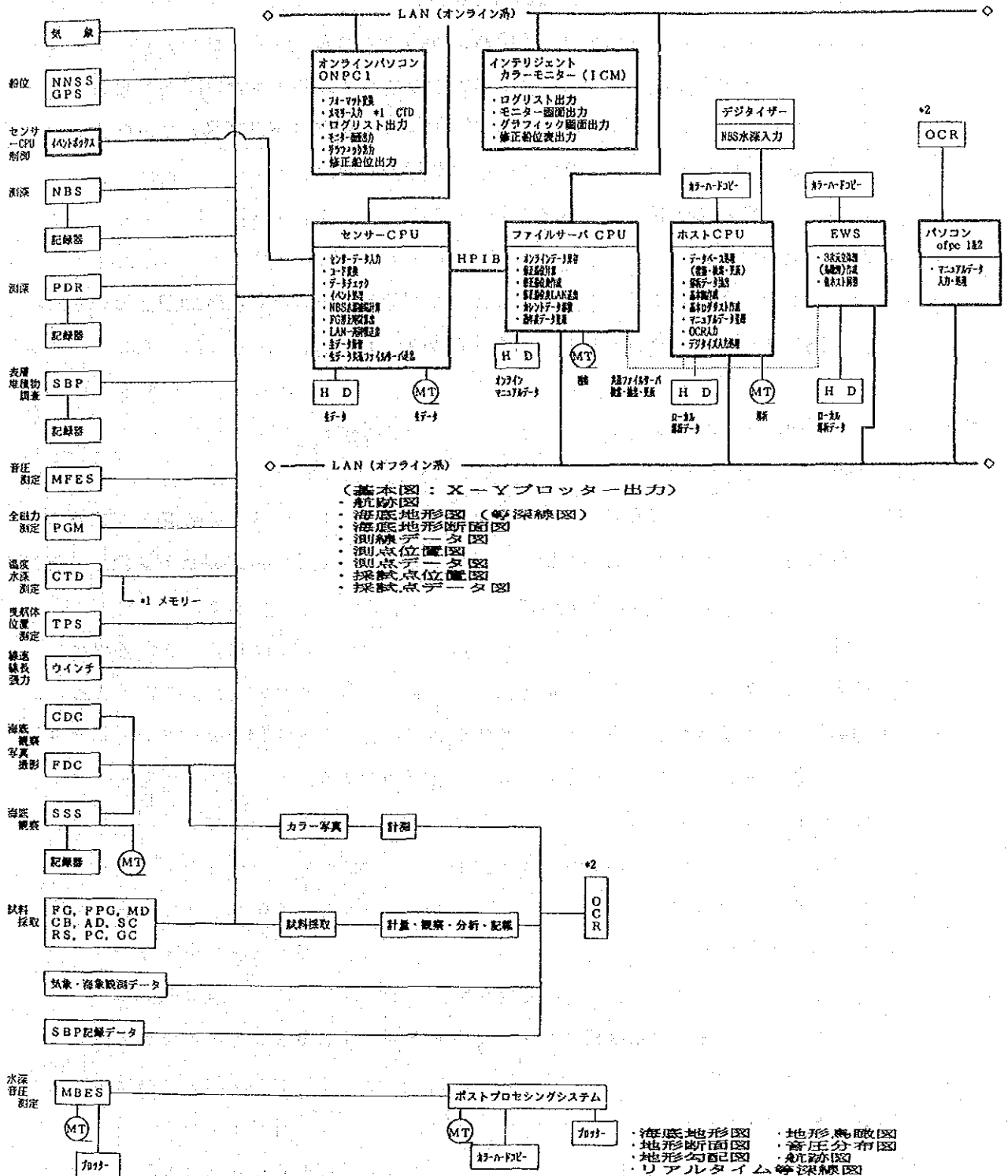


図 2 - 1 - 6 データ解析及び処理系統概略図

⑥ マンガン団塊分布密度図，等品位図，金属量図

各採試点（FG，SCなどを投入する点）から得られたマンガン団塊に関するデータを基にして各測点（1測点当たり3個のサンプル）の平均的鉱況（分布密度値，品位など）を計算し，これらを取りまとめて，マンガン団塊分布密度図，ニッケル，銅，コバルト，マンガン，鉄の等品位図，金属量図を描いた。

なお，この際には音響探査データ等も参考とした。

⑦ 調査結果一覧表

マンガン団塊に関するデータを容易に検索，閲覧出来るように必要項目を野帳から抜粋，調査結果を添付資料として一覧表にとりまとめた。

2-2 コバルトクラスト

1) 調査手順

既存の地形データより，調査対象海山を5海山選定した（図2-1-1参照）。調査方法は各種音響探査による地形及び表層堆積物の把握，FDCによる海底観察と写真撮影，及びドレッジによるサンプリングを主体とした。

2) 付番

以下の要領で付番した。

〈海山名〉調査機構（S）-海域-No.（本年度のアルファベット順はEであり，次年度以降の海域に対しては順次F，G・・・を用いる）

例：SE01

〈サンプリング点〉年号-海山名-使用機種-No.

例：91SE01AD01

〈FDC測線〉年号-海山名-FDC-No.

例：91SE01FDC01

〈音響探査測線〉年号-調査機構（S）-日付-N（Night）

例：91S0910N

〈調査機器〉表1-1参照

3) 船位の決定

マンガン団塊の場合と同じである。

4) 海底地形調査

各海山の調査の初めにMBESによる地形調査を実施して海底地形図を作成し，サンプリング点を選定した。測線間隔は3マイル，航速は10ノットを標準とした。

5) 表層堆積物調査

SBPを用いて音響反射状況を把握しサンプリング点選定の一助とした。

6) サンプルング

5 海山全てにおいてアーム型ドレッジ (AD) によるサンプルングを実施した。サンプルング対象範囲は海山頂部より斜面にかけてであり、下限水深は 3,300m 程度とした。1 海山におけるサンプルング点数は 8~12 点である。ドレッジの曳航船速は約 1 ノットとし、ドレッジ着底から離底までの標準曳航時間は 30 分程度とした。

7) 試料の処理・分析及び保管

採取されたサンプルは、船上でタイプ別に分類した後秤量し、各々の特性を記載するとともに、その適量を分取し分析に供した。分析成分は Co, Ni, Cu, Mn 及び Fe の 5 成分ならびに含水率である。分析法はマンガン団塊と同じである。ただし、分析値の偏りに関する検定 (バイアス検定) は同一サンプルを陸上に持ち帰って行った。

また、顕微鏡観察、X線回折試験、完全分析及び微量分析などを陸上で行った。

以上の分析及び各種解析に供した残りのサンプルは、代表的なものについてはプラスチック瓶に水密保管し、他は湿潤状態のまま保管した。

8) FDC による海底観察

コバルトクラストの産状を詳しく観察し、代表的産状の写真撮影を行うために FDC 調査を実施した。計画測線は 1 海山当たり約 3 マイルで、曳航船速は 1 ノットを標準とし、原則として海底面に沿って連続的に観察した。写真撮影間隔は適宜とした。本機は曳航体にテレビカメラを搭載しておりモニターテレビによるリアルタイムの海底観察とビデオ録画による詳細検討が可能である。このテレビ画像観察及び得られた海底写真解析などからコバルトクラストの賦存状況、とりわけサンプルングだけからでは得られないクラストの被覆率やクラストタイプの側方への変化傾向などを把握した。

9) 調査データの処理および解析

(1) 調査データとその処理

基本的にはマンガン団塊の場合と同じである。ただし、コバルトクラスト調査では MFS 測定は実施していないほか、FG, SC, CDC に代わり AD, FDC をもちいた。処理系統を図 2-1-6 に示した。

(2) 調査データの解析

MBS, DPS 等を利用して次のような各種図表を作成した。

- ① 航跡図：MBS より各海山ごとに縮尺 30 万分の 1 で作成した。
- ② 海底地形図：MBS により各海山ごとに縮尺 30 万分の 1 海底地形図を作成した。
- ③ 海底地形断面図：DPS により海山の断面図を作成した。
- ④ 地形及び勾配の鳥瞰図：DPS により海山ごとに地形と勾配の鳥瞰図を作成した。
- ⑤ 海底地質及びコバルトクラスト分布図：ドレッジサンプルングデータ及び FDC 調査データの要点を海山別に海底地形図上に示した。この図上にはサンプリ

ングごとの平均品位も示した。

- ⑥ F D C 調査結果図：テレビ画像観察及び写真解析から得られたコバルトクラストの産状を F D C 測線、地形断面及び推定クラスト被覆率などとともにルートマップとしてまとめた。
- ⑦ その他：各種特性要因解析図を作成し、コバルトクラスト賦存の場について検討を加えた。

3章 調査結果・I (マンガン団塊)

3-1 海底地形

マンガン団塊を調査対象とした海域はギルバート(キリバス)諸島を境にして、その西側周辺海域(メラネシア海盆)と東側の西中央太平洋海盆中央部からなる。調査の大部分は西中央太平洋海盆の中央部で実施した。前者の海域では南ギルバート諸島に沿って音響探査1測線とFG4測点を実施した。

クラスト調査対象とした海山はギルバート海嶺と西中央太平洋海盆に属す。

1) 広域地形

ギルバート諸島は $3^{\circ}\text{S}\sim 3^{\circ}\text{N}$ 、 $173^{\circ}\text{E}\sim 177^{\circ}\text{E}$ にわたって、Makinを北端とし、Aroraeを南東端とする16個の環礁からなる1条の列島(海山群)である。赤道より北部に分布する諸島(North Gilbert Group)は南北方向性である。また、南部に分布する諸島(South Gilbert Group)は北西方向性である。北端は $6^{\circ}\text{N}\sim 15^{\circ}\text{N}$ にわたる北西-南東方向のマーシャル諸島のラダック海嶺に続き、南端は $10^{\circ}30'\text{S}\sim 5^{\circ}\text{S}$ に分布するエリス(ツバル)諸島に続く。

西中央太平洋海盆は中央太平洋海盆の西側にありその位置は、西端はマーシャル海嶺・ギルバート海嶺・エリス(ツバル)諸島、北端をウエイク・ネッカー海嶺、東端をハウランド・フェニックス、南端をトケラウ諸島に囲まれる海域である。

これらの海底面は白亜紀に生成されたと推定されている。

ギルバート諸島の西側はメラネシア海盆である。この海盆内のBanaba島・その南に位置するオントンジャバ海台(水深3,000m)と南ギルバート諸島間に概ね水深4,400m~4,800mの海域が存在する(図3-1-1 海底地形図参照)。

2) 海底地形の特徴と地形区分

当調査海域の海底地形図と代表的な海底地形断面図を、それぞれ図3-1-1及び図3-1-2に示す。当海底地形図はBritish Admiralty Hydrographic Office, MS2-1183 (Taunton in England, 1988)を参考にして作成した。

海底の地形区分にあたっては、全体的な特徴を把握する目的で巨視的に見た場合の区分(巨視的区分)と微視的に見た場合の区分(微視的区分)の2通りについて行った。各地形区分の一般的な定義を表3-1-1に示す。

当調査海域の海底地形を巨視的に平坦地、山岳地、準平坦地に区分した。微視的に見た場合、平地・海山・海丘・盆状地・溝状地・台状地に区分した。

当調査海域の海底地形の特徴は次のとおりである。

- ① 調査海域の西部には前述したギルバート諸島が分布する。
- ② $1^{\circ}\text{N}\sim 5^{\circ}\text{N}$ 、 $175^{\circ}20'\text{E}$ に沿って、その両側に水深約6,000mの溝状地を伴う頂部

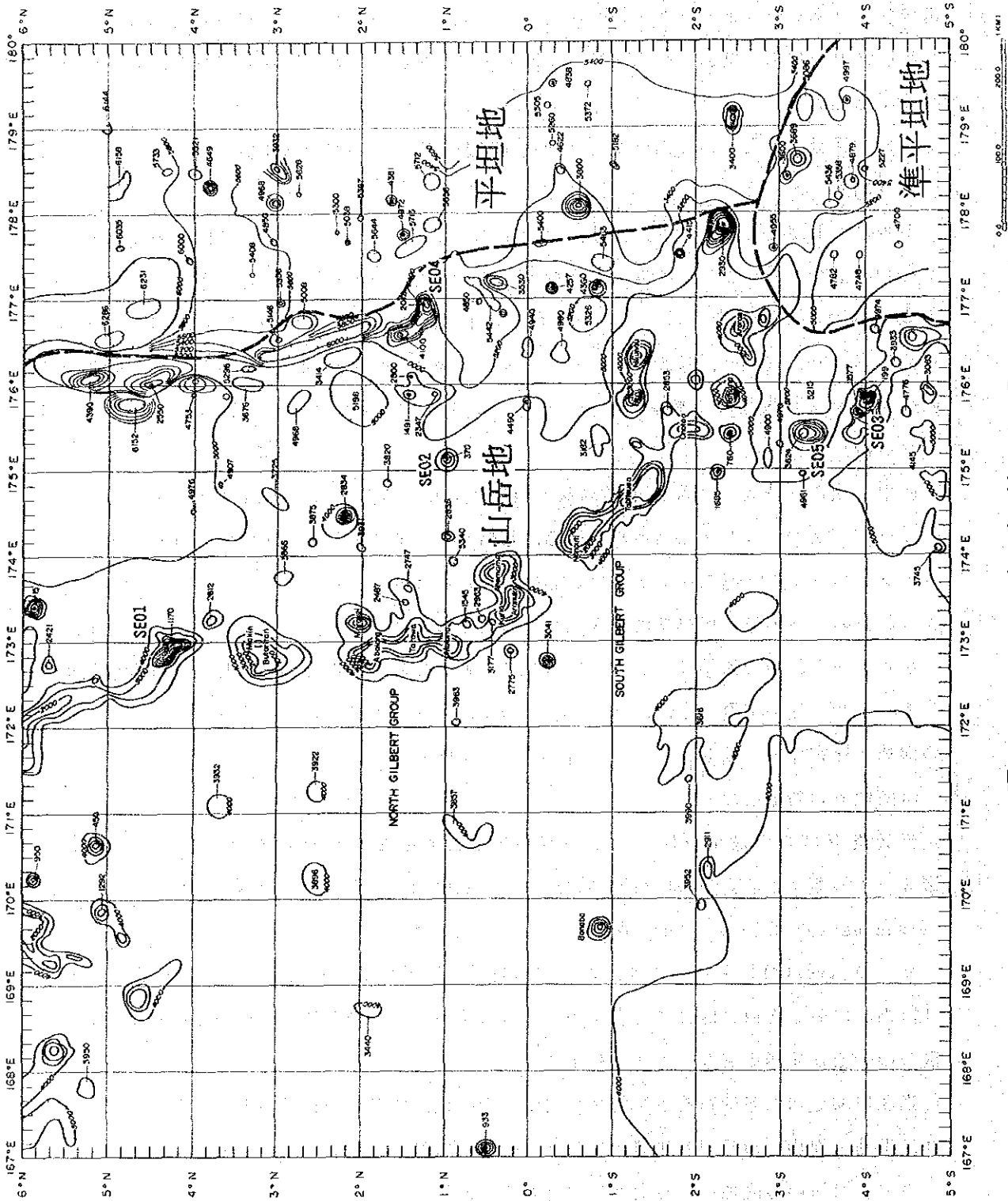


图 3-1-1 海底地形图

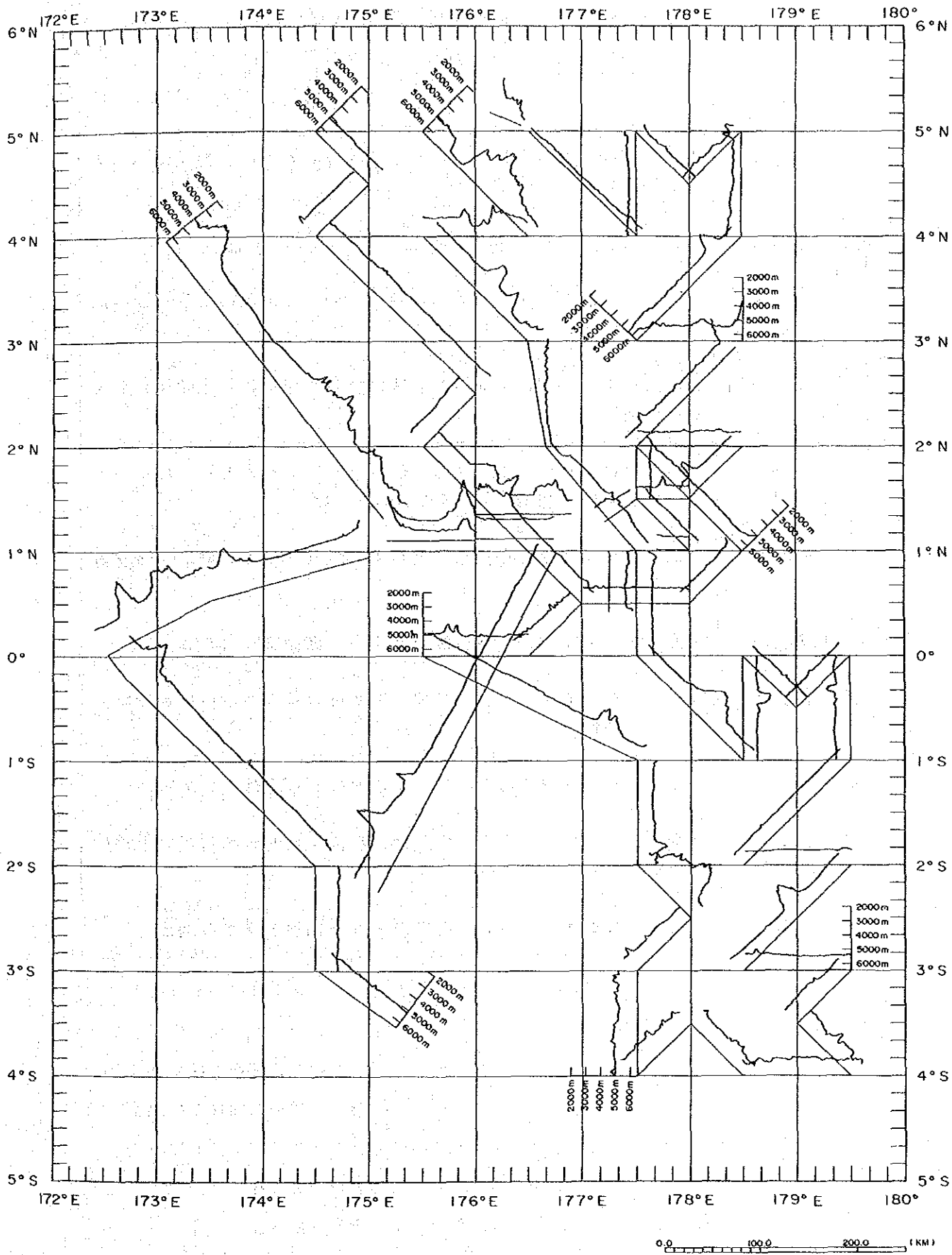


图 3 - 1 - 2 海底地形断面图

表 3 - 1 - 1 海底地形区分基準一覧

| 地形区分 | | 定 義 |
|-----------------------|------|---|
| 巨 視 的 区 分 | 平坦地 | 海底面がほぼ平らな地形。ただし、孤立した海山、海丘があっても大局的にみて平坦地とする。 |
| | 丘陵地 | 海丘、海山が多く分布する地域。 |
| | 山岳地 | 海山及び環礁が群をなしている地域。尚、海山麓のエプロン斜面も含む。 |
| | 準平坦地 | 顕著な海山、海丘は少ないが起伏に富み平坦地にも丘陵地にも入らない地域。 |
| 微 視 的 区 分 | 平地 | 起伏のないまたはスムーズな起伏（比高100m位まで）を伴ない盆状地あるいは台状地に属さない平坦な地形。 |
| | 盆状地 | スムーズな起伏を伴ない全体として凹地状を呈する地形。舟状海盆も含む。 |
| | 溝状地 | 細長い溝状をなす凹状地、裂かあるいは断裂帯を含む。 |
| | 台状地 | スムーズな起伏を伴ない、全体として凸地状（あるいは台形状）を呈する地形。 |
| | 海丘 | 比高ほぼ1,000m以下の丘状地。山頂から斜面全体を含める。 |
| | 海山 | 比高ほぼ1,000m以上の山。山頂から斜面全体を含める（平坦地に移行する部分までが斜面に属する）。 |
| | 海嶺 | 帯状に連なる海丘あるいは海山からなる山脈を呈する地形。 |

水深 1,200m～4,500mの海山・海丘が南北方向に分布し海嶺状を呈する。この海嶺は 2° S～1° Nでは東南東方向に断続的に分布する海山列になる。

- ③ ②の海嶺・海山列を境にして東側の海域は水深5,400m～6,200mである。西側の海域は水深 5,000m以浅で、ギルバート諸島から②の海嶺海山列に向かって非常に緩やかに傾斜するエプロン斜面と推定される。
- ④ ギルバート諸島から海嶺・海山列までの海域は、海山・海丘が数多く分布し、海山・海丘間の海底面は、堆積物で埋積されたかのように非常にスムーズである。この海域を山岳地と区分した。
- ⑤ 海嶺・海山列の東部海域でかつ 2° 30' S以北の海域は北部で水深 6,200m台、中央部～南部で5,400m～5,500mで、起伏の小さい深海平坦地である。また海山・海丘は数少ない。この海域を平坦地に区分した。
- ⑥ 南東部海域の 2° 30' S以南、177° E以東の海域は水深4,950m～5,400mで、起伏の変化に富む。この海域を準平坦地に分類した。
- ⑦ ギルバート諸島西側のマンガン調査海域はオントンジャバ海台と南ギルバート諸島に挟まれ水深4,400m～4,800mまで変化する海域である。

次に微視的地形について記述する。

平地、盆状地、台状地はほぼ全海域に分布する。山岳地以外の海山・海丘は散点的に認められる。頂部水深360m～4,500mの海山は山岳地で16個、平坦地で4個確認した。溝状地は北部の水深 6,000m以深の箇所認められる。

なお、参考した海底地形図(MS2-1183)に存在する 4° 30' N、173° 30' Eに位置する頂部水深 1,244mの海山、2° 30' N、176° 30' Eに位置する頂部水深 3,621mの海山及びTamanaの南 3° 07' S・175° 45' Eの水深91mの箇所はいずれも確認できなかった。

3-2 表層堆積物

1) SBPのタイプ分類

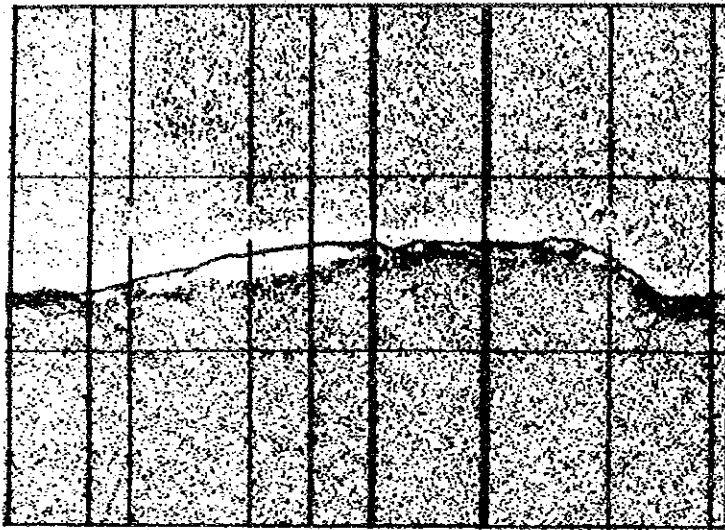
SBP記録は当調査海域の音響反射パターンをタイプ a, b, bc, c, d, ds, e, 及び ec の 8種類に分類した(図 3-2-1(1)～(5)参照)。

各タイプの定義および特徴は以下の通りである。

① 上位に音響的透明層が認められるタイプ

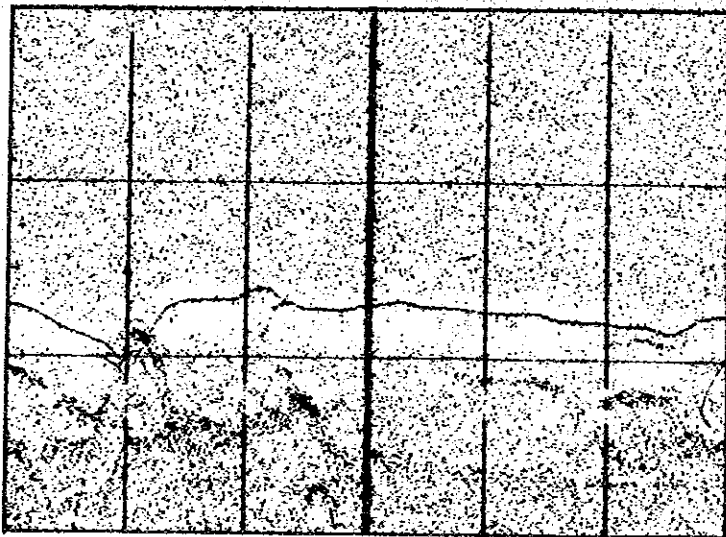
タイプ a : 透明層-不透明層の2層からなる。透明層と不透明層との境界は明瞭である。透明層層厚は10～30mである。

タイプ b : 透明層-半透明層-不透明層の3層からなる。ただし透明層と半透明層との境界は不明瞭である。透明層層厚は10～40m、半透明層の層厚は約 100mと厚い。



Type a

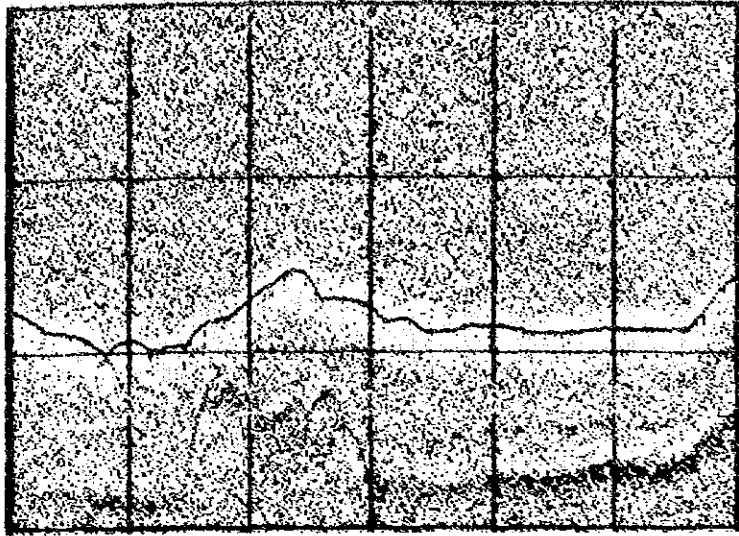
Line No. 91S0830A
 00° 59.9' N, 177° 30.0' E



Type b

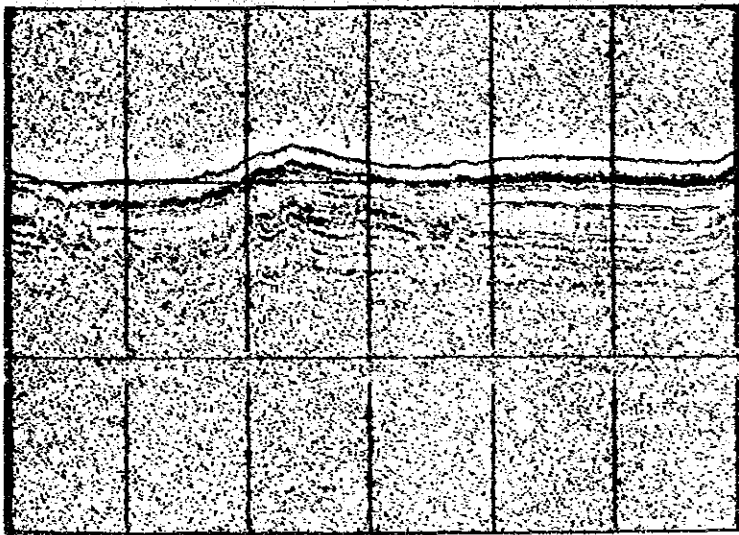
Line No. 91S0830B
 00° 40.0' N, 177° 30.0' E

図 3 - 2 - 1 SBPタイプの分類 (1)



Type b

Line No. 91S1008B
 03° 00. 0' N, 177° 46. 4' E



Type e1

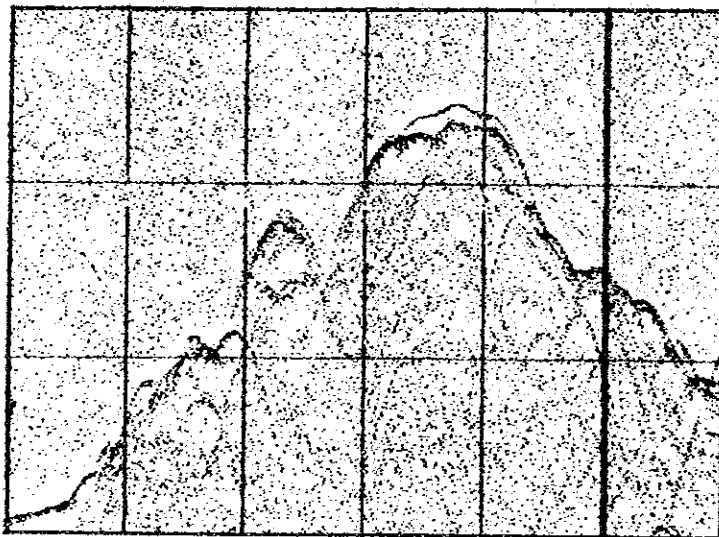
Line No. 91S0909B
 03° 20. 0' N, 175° 10. 0' E

図 3 - 2 - 1 SBPタイプの分類 (2)



Type c

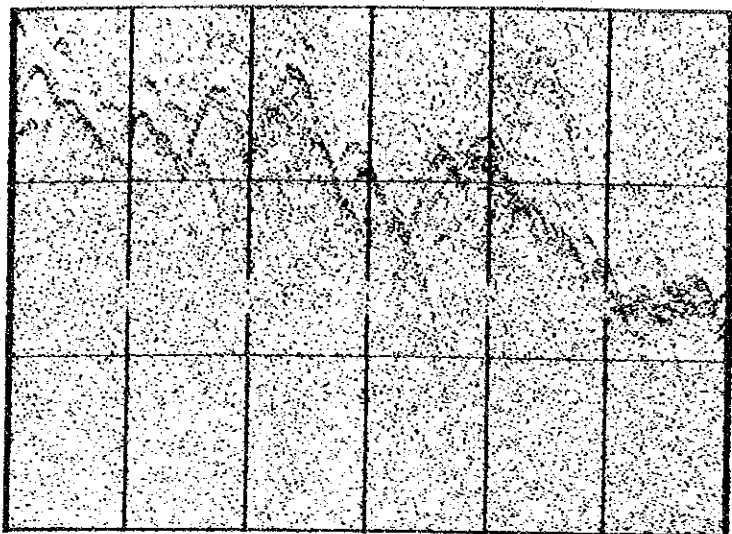
Line No. 91S0923D
 01° 00.0' S, 173° 30.0' E



Type d₁

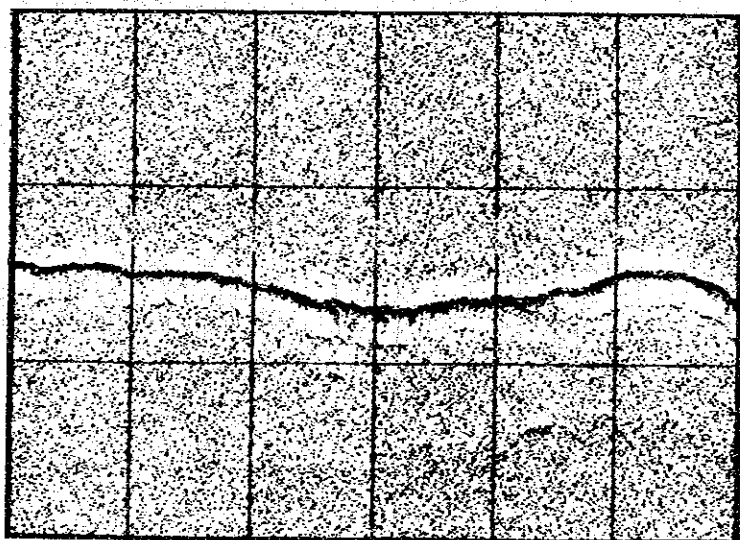
Line No. 91S0907N
 00° 36.0' N, 176° 54.0' E

図 3 - 2 - 1 SBPタイプの分類 (3)



Type ds

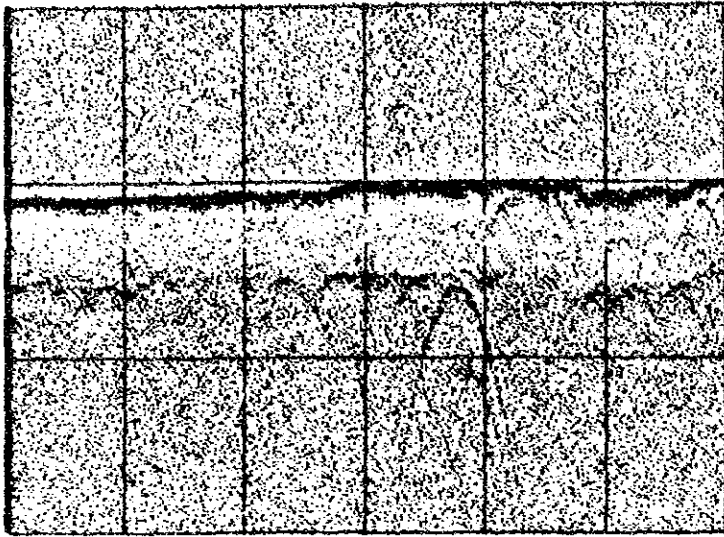
Line No. 91S0829C
 02° 30. 3' N, 176° 34. 9' E



Type bc

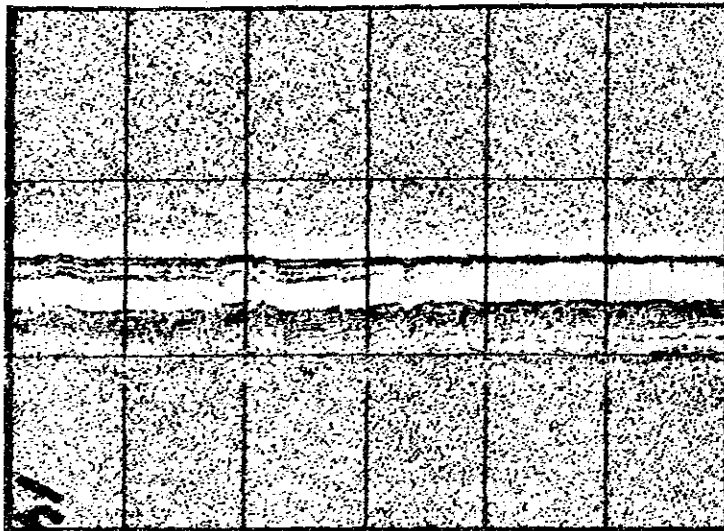
Line No. 91S1009N
 01° 28. 2' N, 178° 01. 7' E

図 3 - 2 - 1 S B P タイプの分類 (4)



Type bc

Line No. 91S0901N
 01° 22.5' S, 179° 07.5' E



Type ec

Line No. 91S0908B
 01° 46.6' N, 175° 43.7' E

図 3 - 2 - 1 SBPタイプの分類 (5)

タイプ e₁ : 透明層 - 不透明層の多層 (縞状) 構造からなる。上位透明層の厚さは10~20mである。

② 上位に音響的透明層が認められないタイプ

タイプ c : 不透明層 - 透明層 - 不透明層の3層構造を示す。

タイプ d₁ : 主に不透明層のみからなり、当海域では海丘や海山に対応する。

③ その他

タイプ d_s : 尖塔状地形や小海丘などの凸部による回折波によって、上に凸の双曲線状の記録からなる。

タイプ bc : タイプ bによく類似した3層構造を示す。しかし透明の上位 (海底との境界面) に薄い不透明層からなる。透明層層厚は10~40mである。

タイプ ec : タイプ e₁ と同様に透明層と不透明層の多層構造を示す。ただし、透明層の上位に不透明層が認められる。この不透明層を含めると透明層層厚は30~40mである。

各タイプの上位透明層は、海底面表層部の粘土などの未固結堆積物を反映する場合が多い。ただし、タイプ a の透明層はマンガン団塊を反映していると推定される。なお、サイド・エコーに起因するタイプ a も存在するが、その分布範囲が非常に狭いので、それらを分類しなかった。

不透明層 (タイプ c, ec) は石灰質堆積物、露岩部を反映することが多い。

2) SBPタイプの分布状況

SBPタイプは、概ね巨視的地形区分 (平坦地, 山岳地, 準平坦地) と調和的な分布を示す。SBPタイプの分布状況 (図3-2-2参照) を①平坦地, ②山岳地, ③準平坦地にわけて記す。

① 平坦地 (2° 30' S ~ 5° N, 175° 30' E ~ 177° E にかけての海山列の東側)

タイプ b, タイプ bc が広範囲に分布する。タイプ c は北端の水深 6,000m 以深の海域と海山列 (タイプ d₁, タイプ d_s) の周辺に分布する。

② 山岳地 (前出の海山列からギルバート諸島までの海域)

主にタイプ c, ec が分布する。タイプ e₁ は小規模である。海山, 海丘に対応してタイプ d₁ が分布する。

③ 準平坦地 (海域の南東部, 2° 30' S から南の海域)

ほぼ 178° E 以東ではタイプ b が占め、その内部に小規模なタイプ d_s, タイプ a が存在する。178° E 以西ではタイプ c が分布する。

なお、ギルバート諸島の西側の海域における測線では、主にタイプ c が分布する。

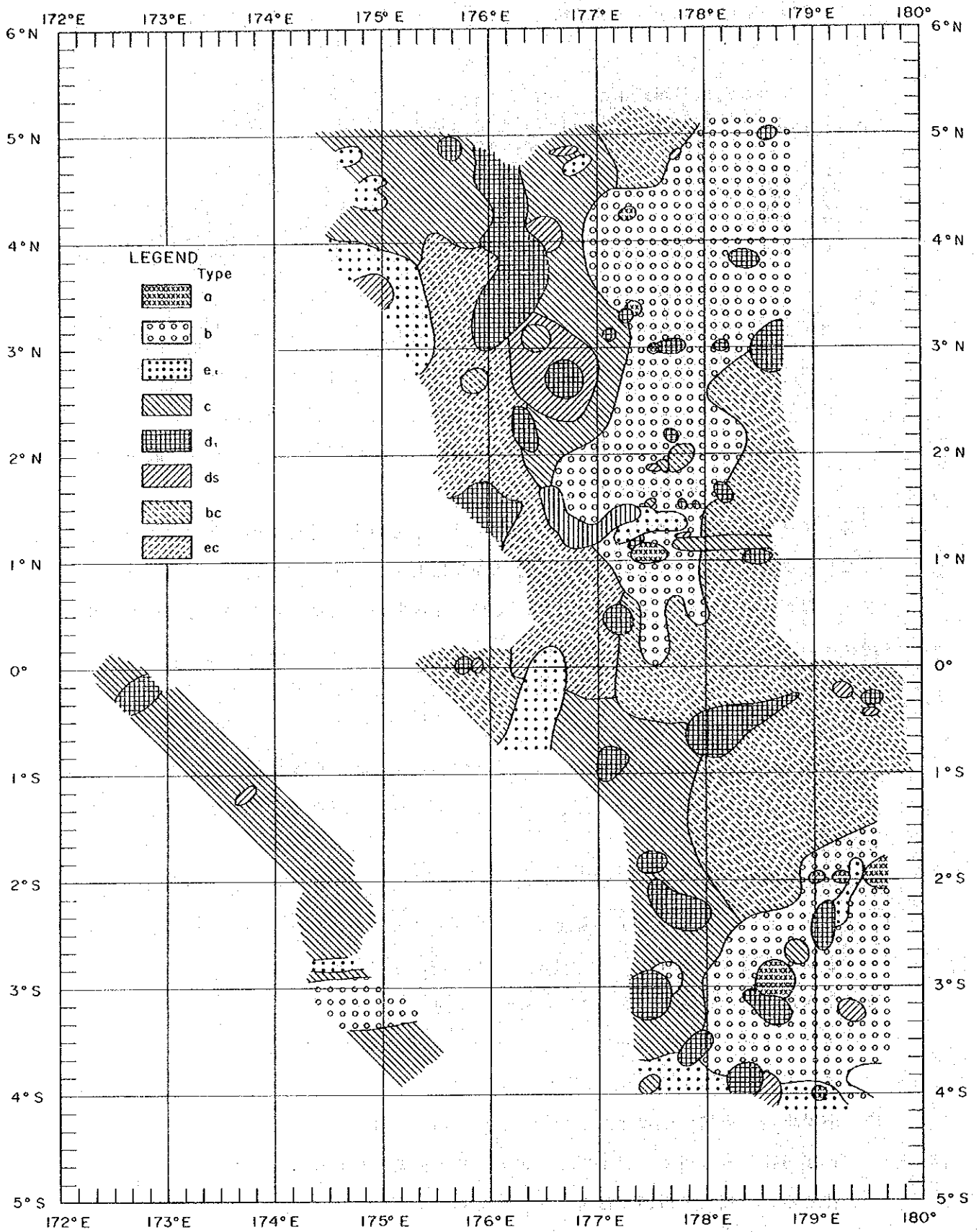


図 3 - 2 - 2 SBPタイプ分布状況図

3-3 底質物

1) 分類

底質物の分類は表3-3-1の分類基準に従って行った。また、構成鉱物についてはスマスライドを作成し顕微鏡観察（100倍）により定量的に求めた。

表3-3-1 底質物の分類基準

| | 全生物遺骸 (%) | 珪質生物遺骸 (%) *1 | 石灰質生物遺骸 (%) *2 | 備考 |
|-------|-----------|---------------|----------------|--------------|
| 褐色粘土 | < 10 | | | |
| 珪質粘土 | 10 ~ 30 | | < 5 | |
| 珪灰質粘土 | 10 ~ 30 | | > 5 | 珪質遺骸 > 石灰質遺骸 |
| 灰珪質粘土 | 10 ~ 30 | > 5 | | 石灰質遺骸 > 珪質遺骸 |
| 石灰質粘土 | 10 ~ 30 | < 5 | | |
| 有孔虫軟泥 | > 30 | | | 有孔虫を主体とするもの |
| 珪灰質軟泥 | > 30 | | > 5 | 珪質遺骸 > 石灰質遺骸 |

*1 放散虫, 珪藻, 海綿の骨針, 珪質鞭毛虫
*2 有孔虫, 石灰質ナンノプランクトン

2) 種類

FG, SC, PCの140採試点の内, 137点で採取した底質物の種類とその採取比率を表3-3-2に示す。

表3-3-2 底質物の採取比率

| 時代 | 種類 | 採試点数 | 比率 (%) |
|-----|--------|------|--------|
| 第四紀 | 褐色粘土 | 92 | 67 |
| | 珪質粘土 | 2 | 1 |
| | 石灰質堆積物 | | |
| | 灰珪質粘土 | 11 | 8 |
| | 石灰質粘土 | 5 | 4 |
| | 有孔虫軟泥 | 27 | 20 |
| | 計 | 137 | 100 |

本表及び観察結果から次の特徴が認められた。

- ① 褐色粘土の採取比率が最も高い（約67%）。褐色粘土の色は 10YR3/3~10YR4/3 (MUNSELL SOIL COLOR CHARTS) が多く暗褐色を示す。褐色粘土に含有される放散虫、珪藻は比較的保存が良い。
- ② 石灰質堆積物は調査海域中央部の C C D（約 5,150m）以浅の海底で採取された。採取比率は有孔虫軟泥が最も高い（20%）。有孔虫軟泥の色は10YR5/3~10YR6/3が多く、褐色~灰褐色を示す。有孔虫軟泥に含有される有孔虫は保存があまり良くない。
- ③ 当海域の堆積物中にゼオライトはほとんど認められない。
- ④ 難溶性粘土は採取されなかった。

3) 分 布

当海域の堆積物の分布には次のような特徴が認められる（別添第3図参照）。

- ① 褐色粘土は調査海域東部の C C D 以深の海底に分布する。
- ② 石灰質堆積物はギルバート諸島周辺の C C D 以浅の海底に分布する。
- ③ ココリス軟泥が91S0A13FG06（水深5,569m）で採取された。
- ④ S C 6点及びP C 2点で底質物の垂直的变化を観察した。P Cでは最長 370cmのコアを採取した。色、組織の異なる部分がわずかに認められたが、垂直的に顕著な変化は認められなかった。

4) 構成鉱物

顕微鏡観察では判定できない構成鉱物を同定し、併せて構成鉱物の垂直的变化をみる目的でP C及びS Cで採取した底質物（91S0C12PC04：10試料、91S0515PC04：8試料、91S0B12SC01：4試料、91S0115SC01：5試料、91S0414SC01：4試料、91S0111SC01：4試料、91S0108SC01：4試料、91S0310SC01：5試料）の計44試料を粉末X線回折試験に供した。

粉末X線回折は全試料について無定方位（バルク）、定方位で行い、必要に応じて塩酸処理、エチレングリコール処理を行った。

X線回折試験結果は表3-3-3に示した。この結果当海域の底質物の特徴として、次の点が指摘できる。

- ① スミアスライドの観察で褐色粘土と判定された91S0C12PC04, 91S0515PC04, 91S0115SC01, 及び91S0414SC01からは、石英、斜長石及び微量のモンモリロナイト、緑泥石、マイカ（セリサイト）、方解石等が検出された。
- ② スミアスライドの観察で珪質粘土と判定された91S0B12SC01からは多量の石英が検出された。その他、斜長石と微量のモンモリロナイト、緑泥石、マイカ（セリサイト）が検出され、表層には方解石が認められた。

表 3 - 3 - 3 底質物の X 線回折結果一覧表

| 番号 | 試料名 | 深度 cm | 石 英 | 斜 長 石 | モン モリ ロ ナ イ ト | 緑 泥 石 | マ イ カ | ナイト 混合層 鉱物 マイ カ・ モン モリ ロ | 方 解 石 | ド ロ マ イ ト | ヒ シ ン ゲ ラ イ ト |
|----|-------------|-------------|--------|-------------|------------------------------|-------------|-------------|---|-------------|-----------------------|---------------------------------|
| 1 | 91S0C12PC04 | 表層 | + | + | ± | | | | | | |
| 2 | | 50 | + | + | ± | | | | | | |
| 3 | | 100 | + | + | ± | | | | | | |
| 4 | | 150 | + | + | ± | | | | | | |
| 5 | | 200 | + | + | ± | | | | | | |
| 6 | | 250 | + | + | | | | | | | |
| 7 | | 300 | + | ± | | | | | | | |
| 8 | | 315 | + | ± | | | | | | | |
| 9 | | 318 | + | ± | | | | | | | |
| 10 | | 350 | + | ± | ± | | | | | | |
| 11 | 91S0B12SC01 | 表層 | + | + | ± | ± | ± | | ± | | |
| 12 | | 10 | + | + | ± | ± | ± | | ± | | |
| 13 | | 20 | ○ | + | ± | ± | ± | | | | |
| 14 | | 30 | ○ | + | ± | ± | ± | | | | |
| 15 | 91S0115SC01 | 表層 | + | + | ± | ± | ± | | | | |
| 16 | | 10 | + | ± | ± | ± | ± | | + | | |
| 17 | | 20 | + | + | ± | ± | ± | | | | |
| 18 | | 30 | + | + | ± | ± | ± | | | | |
| 19 | | 40 | + | + | ± | ± | ± | | | | |
| 20 | 91S0414SC01 | 表層 | + | + | ± | ± | ± | | | | ± |
| 21 | | 10 | + | + | ± | ± | ± | | | | |
| 22 | | 20 | + | + | ± | ± | ± | | | | |
| 23 | | 30 | + | + | ± | ± | ± | | | | |
| 24 | 91S0515PC04 | 表層 | + | + | + | ± | ± | ± | | | |
| 25 | | 50 | + | + | + | ± | ± | ± | | | |
| 26 | | 100 | + | + | + | ± | ± | ± | | | |
| 27 | | 150 | + | + | + | ± | ± | ± | ± | | |
| 28 | | 200 | + | + | + | ± | ± | ± | | | ± |
| 29 | | 250 | ± | + | + | ± | ± | ± | | | |
| 30 | | 300 | + | + | ± | ± | ± | ± | | | |
| 31 | | 350 | + | + | ± | ± | ± | ± | | | |
| 32 | | 91S0111SC01 | 表層 | + | ± | | ± | ± | | ○ | ± |
| 33 | 10 | | ± | ± | | ± | ± | | ○ | | |
| 34 | 20 | | ± | ± | | ± | ± | | ○ | | |
| 35 | 30 | | ± | ± | | ± | ± | | ○ | | |
| 36 | 91S0108SC01 | 表層 | ± | ± | ± | ± | ± | | ○ | | |
| 37 | | 10 | ± | | | | | | ○ | | |
| 38 | | 20 | ± | | ± | ± | ± | | ○ | | |
| 39 | | 30 | ± | ± | | ± | ± | | ○ | | |
| 40 | 91S0310SC01 | 表層 | + | ± | ± | ± | ± | | ○ | | |
| 41 | | 10 | ± | ± | ± | ± | ± | | ○ | | |
| 42 | | 20 | ± | ± | ± | ± | ± | | ○ | | |
| 43 | | 30 | ± | ± | ± | ± | ± | | ○ | | |
| 44 | | 40 | + | ± | ± | ± | ± | | ○ | | |

凡例 ○ 回折強度の強いもの
 + 回折強度の弱いもの
 ± 回折強度が微弱 または 存在が不確実なもの

- ③ 石灰質堆積物 (91S0111SC01, 91S0108SC01, 91S0310SC01)からは多量の方解石と微量の石英, 斜長石, モンモリロナイト, 緑泥石, マイカ (セリサイト) が検出された。
- ④ 粘土鉱物中の緑泥石については塩酸処理でピークが消滅する鉄質のものが多い。

5) 化学組成

前述の X 線回折試験に供した同一試料について主成分と微量成分を分析した。結果を表 3-3-4 (1), (2) に示す。この結果当海域の底質物の特徴として, 次の点が指摘できる。

- ① 化学分析に供した試料は褐色粘土 (91S0C12PC04, 91S0515PC04, 91S0115SC01), 珪質粘土 (91S0B12SC01), 石灰質粘土 (91S0111SC01, 91S0108SC01, 91S0310SC01) の 3 種類である。褐色粘土及び珪質粘土と比較すると石灰質粘土は大きく化学組成が異なる。石灰質堆積物は前者と比較して, CaO 値及び Sr 値が高く, 他の成分は主成分, 微量成分ともほぼ低い値を示す。
- ② DOMES Site-B における底質物の化学組成と比較すると, 当調査海域の試料の方が高い成分として MgO, Ig. loss, 低い成分として BaO, K₂O, P₂O₅ が挙げられる。
- ③ 垂直的な変化が顕著に認められるのは, 石灰質堆積物で, 表層で SiO₂ が高く, CaO が低い。
- ④ 微量成分はどの成分もあまり含有量は高くない。Sr の含有量が石灰質堆積物で 1,000ppm 以上と比較的高い値を示す。

6) 化石鑑定

SC 及び PC により採取した底質物について放散虫, 有孔虫の産出化石の同定を行い底質物の時代, 堆積環境を推定した。

供試料は, SC は表層から 10cm 間隔で, PC は表層から 50cm 間隔で採取した。

| | |
|--------------------|--|
| 91S0C12PC04 : 8 試料 | 表層, 50cm, 100cm, 150cm, 200cm, 250cm, 300cm, 350cm |
| 91S0515PC04 : 8 試料 | 表層, 50cm, 100cm, 150cm, 200cm, 250cm, 300cm, 350cm |
| 91S0B12SC01 : 4 試料 | 表層, 10cm, 20cm, 30cm |
| 91S0115SC01 : 5 試料 | 表層, 10cm, 20cm, 30cm, 40cm |
| 91S0414SC01 : 4 試料 | 表層, 10cm, 20cm, 30cm |
| 91S0111SC01 : 4 試料 | 表層, 10cm, 20cm, 30cm |
| 91S0108SC01 : 4 試料 | 表層, 10cm, 20cm, 30cm |
| 91S0310SC01 : 5 試料 | 表層, 10cm, 20cm, 30cm, 40cm |

表 3 - 3 - 4 底質物の分析結果 (1)

| 番 号 | 試料名 | 深 度 | 分 析 値 (%) | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|------|-------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|----------|-------|-------|
| | | | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MnO | MgO | CaO | BaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | Ig. loss | Total | |
| 1 | 91S0C12PC04 | 表面 | 58.67 | 0.38 | 9.11 | 3.59 | 0.18 | 0.49 | 2.97 | 1.20 | 0.25 | 6.07 | 0.91 | 0.34 | 15.12 | 99.26 | |
| 2 | | 50cm | 59.49 | 0.40 | 9.35 | 3.91 | 0.16 | 0.49 | 2.88 | 1.20 | 0.30 | 6.02 | 0.89 | 0.31 | 14.01 | 99.41 | |
| 3 | | 100cm | 59.08 | 0.37 | 8.79 | 3.05 | 0.79 | 0.50 | 2.70 | 1.20 | 0.32 | 6.33 | 1.33 | 0.35 | 14.84 | 99.65 | |
| 4 | | 150cm | 60.07 | 0.37 | 8.56 | 3.69 | 0.16 | 0.59 | 2.52 | 1.20 | 0.30 | 6.01 | 0.91 | 0.38 | 14.04 | 98.80 | |
| 5 | | 200cm | 60.26 | 0.35 | 8.20 | 3.10 | 0.66 | 0.53 | 2.30 | 1.20 | 0.26 | 5.70 | 1.06 | 0.39 | 15.34 | 99.35 | |
| 6 | | 250cm | 61.18 | 0.35 | 8.03 | 2.98 | 0.75 | 0.52 | 2.17 | 1.30 | 0.27 | 6.28 | 1.41 | 0.44 | 13.82 | 99.50 | |
| 7 | | 300cm | 63.93 | 0.28 | 6.71 | 2.90 | 0.10 | 0.45 | 2.11 | 1.16 | 0.35 | 6.40 | 1.06 | 0.35 | 13.59 | 99.43 | |
| 10 | | 350cm | 61.14 | 0.37 | 8.22 | 3.74 | 0.08 | 0.57 | 2.34 | 1.40 | 0.23 | 5.78 | 1.24 | 0.59 | 13.66 | 99.36 | |
| 11 | | 91S0B12SC01 | 表面 | 47.41 | 0.43 | 11.31 | 5.85 | 0.93 | 0.79 | 3.51 | 2.74 | 0.15 | 6.75 | 0.74 | 0.62 | 17.58 | 98.81 |
| 12 | | | 10cm | 46.99 | 0.58 | 10.97 | 5.10 | 0.67 | 0.76 | 3.10 | 5.86 | 0.16 | 5.08 | 1.54 | 0.52 | 18.59 | 99.02 |
| 13 | 20cm | | 50.93 | 0.72 | 13.03 | 6.56 | 0.49 | 0.88 | 3.60 | 2.00 | 0.18 | 5.52 | 1.66 | 0.59 | 13.40 | 99.56 | |
| 14 | 30cm | | 50.56 | 0.72 | 12.80 | 6.65 | 0.34 | 0.68 | 3.56 | 1.92 | 0.19 | 5.26 | 1.70 | 0.55 | 13.96 | 98.89 | |
| 15 | 91S0I15SC01 | 表面 | 51.96 | 0.52 | 10.24 | 4.16 | 0.92 | 0.39 | 3.42 | 1.86 | 0.17 | 7.31 | 1.12 | 0.40 | 17.78 | 99.35 | |
| 16 | | 10cm | 47.22 | 0.55 | 10.25 | 5.13 | 0.38 | 0.83 | 3.08 | 5.82 | 0.15 | 5.89 | 1.46 | 0.40 | 18.24 | 99.40 | |
| 17 | | 20cm | 50.45 | 0.65 | 12.23 | 6.49 | 0.16 | 0.99 | 3.33 | 3.18 | 0.18 | 5.79 | 1.67 | 0.41 | 14.07 | 99.60 | |
| 18 | | 30cm | 50.89 | 0.67 | 12.74 | 6.52 | 0.18 | 0.97 | 3.58 | 1.71 | 0.16 | 6.14 | 1.62 | 0.38 | 13.71 | 99.57 | |
| 19 | 91S0J14SC01 | 40cm | 49.05 | 0.70 | 13.24 | 6.58 | 0.49 | 1.02 | 3.71 | 1.77 | 0.18 | 5.84 | 1.68 | 0.37 | 14.05 | 99.68 | |
| 20 | | 表面 | 47.35 | 0.77 | 12.75 | 7.03 | 0.47 | 1.05 | 3.91 | 2.92 | 0.11 | 6.08 | 1.50 | 0.97 | 14.69 | 99.60 | |
| 21 | | 10cm | 47.49 | 0.87 | 13.82 | 7.67 | 0.67 | 1.07 | 4.14 | 2.95 | 0.12 | 5.21 | 1.71 | 0.96 | 13.07 | 99.74 | |
| 22 | | 20cm | 46.50 | 0.88 | 13.99 | 5.67 | 1.31 | 1.02 | 4.16 | 3.02 | 0.13 | 5.21 | 1.62 | 0.91 | 13.71 | 98.13 | |
| 23 | 91S0K15PC04 | 30cm | 46.26 | 0.77 | 14.86 | 8.37 | 0.45 | 1.29 | 4.53 | 2.06 | 0.11 | 5.10 | 1.66 | 0.90 | 12.17 | 99.53 | |
| 24 | | 表面 | 46.82 | 0.97 | 13.56 | 7.81 | 0.02 | 1.31 | 4.76 | 2.57 | 0.08 | 5.91 | 1.37 | 0.82 | 13.37 | 99.37 | |
| 25 | | 50cm | 47.71 | 0.97 | 13.29 | 7.93 | <0.01 | 1.21 | 4.44 | 2.39 | 0.08 | 6.45 | 1.29 | 0.93 | 12.51 | 99.21 | |
| 26 | | 100cm | 48.08 | 0.97 | 13.46 | 7.35 | <0.01 | 1.16 | 4.66 | 2.69 | 0.23 | 6.27 | 1.32 | 0.92 | 12.05 | 99.16 | |
| 27 | 91S0L11SC01 | 150cm | 49.33 | 0.98 | 13.61 | 7.36 | <0.01 | 1.21 | 4.77 | 2.69 | 0.10 | 5.85 | 1.12 | 1.07 | 11.34 | 99.43 | |
| 28 | | 200cm | 49.50 | 0.87 | 13.39 | 7.47 | <0.01 | 1.28 | 4.63 | 2.73 | 0.07 | 5.89 | 1.14 | 0.99 | 11.53 | 99.49 | |
| 29 | | 250cm | 49.87 | 0.98 | 13.27 | 6.99 | <0.01 | 1.11 | 4.68 | 2.59 | 0.06 | 6.07 | 1.05 | 0.86 | 12.07 | 99.60 | |
| 30 | | 300cm | 51.03 | 0.80 | 12.77 | 7.12 | <0.01 | 1.07 | 4.52 | 2.55 | 0.08 | 5.79 | 0.84 | 0.92 | 12.28 | 99.77 | |
| 31 | 91S0M10SC01 | 350cm | 50.81 | 0.75 | 12.81 | 6.62 | <0.01 | 1.06 | 4.56 | 2.91 | 0.04 | 6.02 | 0.90 | 1.05 | 12.05 | 99.58 | |
| 32 | | 表面 | 23.30 | 0.27 | 5.73 | 2.39 | 0.67 | 0.32 | 1.70 | 29.08 | 0.15 | 4.17 | 0.90 | 0.25 | 30.57 | 99.50 | |
| 33 | | 10cm | 12.63 | 0.18 | 3.28 | 1.46 | 0.40 | 0.19 | 0.99 | 41.43 | 0.08 | 2.25 | 0.52 | 0.13 | 36.10 | 99.64 | |
| 34 | | 20cm | 14.61 | 0.20 | 3.79 | 1.58 | 0.58 | 0.26 | 1.14 | 39.64 | 0.08 | 2.35 | 0.57 | 0.13 | 34.69 | 99.62 | |
| 35 | 91S0N10SC01 | 30cm | 15.66 | 0.20 | 3.98 | 1.93 | 0.34 | 0.26 | 1.26 | 38.48 | 0.08 | 2.45 | 0.59 | 0.20 | 34.17 | 99.60 | |
| 36 | | 表面 | 12.23 | 0.13 | 2.99 | 0.47 | 1.00 | 0.15 | 0.98 | 41.43 | 0.10 | 2.82 | 0.46 | 0.09 | 36.67 | 99.52 | |
| 37 | | 10cm | 6.64 | 0.07 | 1.68 | 0.45 | 0.39 | 0.08 | 0.63 | 47.10 | 0.07 | 1.79 | 0.25 | 0.06 | 40.41 | 99.62 | |
| 38 | | 20cm | 7.37 | 0.10 | 2.18 | 0.33 | 0.70 | 0.12 | 0.68 | 46.11 | 0.07 | 1.80 | 0.29 | 0.07 | 39.87 | 99.03 | |
| 39 | 91S0O10SC01 | 30cm | 8.21 | 0.12 | 2.36 | 0.98 | 0.30 | 0.17 | 0.76 | 45.24 | 0.07 | 1.99 | 0.37 | 0.06 | 39.04 | 99.67 | |
| 40 | | 表面 | 29.71 | 0.40 | 7.83 | 3.74 | 0.60 | 0.48 | 2.21 | 22.63 | 0.17 | 5.16 | 1.17 | 0.29 | 24.90 | 99.31 | |
| 41 | | 10cm | 16.74 | 0.24 | 4.60 | 2.36 | 0.30 | 0.31 | 1.29 | 36.95 | 0.10 | 2.74 | 0.68 | 0.12 | 32.95 | 99.38 | |
| 42 | | 20cm | 16.60 | 0.24 | 4.64 | 2.63 | 0.08 | 0.31 | 1.33 | 37.08 | 0.09 | 2.87 | 0.70 | 0.12 | 32.94 | 99.53 | |
| 43 | 91S0P10SC01 | 30cm | 16.67 | 0.24 | 4.66 | 2.02 | 0.38 | 0.25 | 1.31 | 37.40 | 0.09 | 2.74 | 0.69 | 0.13 | 32.90 | 98.49 | |
| 44 | | 40cm | 16.55 | 0.24 | 4.56 | 2.25 | 0.38 | 0.26 | 1.31 | 36.26 | 0.09 | 3.70 | 1.08 | 0.22 | 32.51 | 99.41 | |
| | | | 51.5 | 0.59 | 12.5 | 5.4 | - | 0.59 | 1.5 | 3.0 | 1.5 | 5.7 | 3.3 | 11.2 | | | |

X : DOWES Site - 8 (Bischoff J.L. et al., 1978)

表 3 - 3 - 4 底質物の分析結果 (2)

| 番号 | 試料名 | 深度 | 分析値 (ppm) | | | | | | | | | | |
|----|-------------|------|-----------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|
| | | | Pb | Zn | Sr | Ni | Cu | Co | Y | V | Mo | B | As |
| 1 | 91S0C12PC04 | 表層 | 28 | 335 | 122 | 109 | 320 | 51 | 45 | 81 | <1 | 92 | 4 |
| 11 | 91S0B12SC01 | 表層 | 43 | 114 | 207 | 140 | 339 | 71 | 86 | 132 | <1 | 108 | 7 |
| 12 | | 10cm | 29 | 928 | 319 | 148 | 313 | 70 | 94 | 132 | <1 | 99 | 7 |
| 13 | | 20cm | 30 | 242 | 189 | 167 | 338 | 80 | 81 | 149 | <1 | 104 | 8 |
| 14 | | 30cm | 32 | 750 | 194 | 118 | 290 | 89 | 80 | 150 | <1 | 109 | 8 |
| 15 | 91S0115SC01 | 表層 | 41 | 111 | 183 | 137 | 328 | 68 | 66 | 120 | <1 | 99 | 7 |
| 16 | | 10cm | 28 | 111 | 285 | 128 | 333 | 67 | 64 | 132 | <1 | 94 | 9 |
| 17 | | 20cm | 28 | 124 | 206 | 168 | 351 | 77 | 43 | 151 | <1 | 184 | 8 |
| 18 | | 30cm | 28 | 133 | 173 | 171 | 354 | 80 | 52 | 147 | <1 | 92 | 10 |
| 19 | | 40cm | 33 | 762 | 200 | 195 | 385 | 82 | 63 | 161 | <1 | 96 | 8 |
| 20 | 91S0414SC01 | 表層 | 38 | 813 | 231 | 144 | 365 | 95 | 137 | 145 | <1 | 87 | 8 |
| 21 | | 10cm | 38 | 145 | 214 | 155 | 320 | 98 | 90 | 156 | <1 | 95 | 9 |
| 22 | | 20cm | 40 | 147 | 225 | 154 | 366 | 101 | 102 | 158 | 4 | 97 | 9 |
| 23 | | 30cm | 41 | 304 | 230 | 212 | 406 | 113 | 150 | 167 | <1 | 97 | 10 |
| 24 | 91S0515PC04 | 表層 | 41 | 170 | 233 | 226 | 536 | 125 | 103 | 128 | 51 | 101 | 10 |
| 32 | 91S0111SC01 | 表層 | 11 | 56 | 748 | 57 | 170 | 27 | 41 | 64 | <1 | 54 | 4 |
| 33 | | 10cm | 5 | 36 | 1112 | 39 | 85 | 18 | 28 | 40 | <1 | 29 | 4 |
| 34 | | 20cm | 9 | 41 | 1038 | 49 | 99 | 21 | 27 | 46 | 13 | 39 | 2 |
| 35 | | 30cm | 8 | 85 | 1052 | 49 | 97 | 22 | 38 | 47 | <1 | 31 | 3 |
| 36 | 91S0108SC01 | 表層 | 4 | 31 | 1246 | 27 | 92 | 12 | 21 | 36 | <1 | 30 | 4 |
| 37 | | 10cm | 2 | 20 | 1336 | 18 | 58 | 7 | 12 | 20 | <1 | 18 | 3 |
| 38 | | 20cm | 3 | 23 | 1326 | 24 | 56 | 10 | 15 | 26 | 1 | 25 | 3 |
| 39 | | 30cm | 5 | 26 | 1255 | 30 | 59 | 13 | 18 | 31 | 2 | 20 | 2 |
| 40 | 91S0310SC01 | 表層 | 16 | 77 | 651 | 79 | 119 | 39 | 53 | 94 | <1 | 60 | 7 |
| 41 | | 10cm | 11 | 572 | 1077 | 55 | 115 | 26 | 30 | 57 | 4 | 32 | 4 |
| 42 | | 20cm | 10 | 49 | 1049 | 54 | 104 | 26 | 28 | 59 | 3 | 28 | 4 |
| 43 | | 30cm | 9 | 47 | 1051 | 44 | 99 | 24 | 30 | 59 | 2 | 32 | 5 |
| 44 | | 40cm | 6 | 75 | 784 | 86 | 174 | 40 | 48 | 96 | <1 | 51 | 7 |

(1) 分析方法

コア試料は、微化石を抽出するため、5%過酸化水素水により堆積物粒子を分離させた後、開口径63 μ m(250メッシュ)のフルイ上で水洗し、残渣を乾燥させた。さらに、有孔虫化石については、再度、残渣をフルイにかけ、径125 μ m(115メッシュ)より大きな個体について、双眼実体顕微鏡下で種構成を検討した。写真撮影には走査型電子顕微鏡を用いた。

また、放散虫化石は、径350 μ m(42メッシュ)以下の個体をEntellan newによりスライドに封入し、光学顕微鏡で観察・写真撮影を行った。

(2) 産出状況

① 放散虫

放散虫化石はいずれの試料からも豊富に産出した。保存状態は91S0C12PC04, 91S0310SC01, 91S0414SC01, 91S0515PC04のコアでは良好であるが、その他の4コアでは不良ないしは、やや不良である。

放散虫の産出リストを表3-3-5に、代表的な放散虫化石種を図3-3-1(1), (2)に示す。表の下段には、各試料に含まれる生存期間の明らかな種の組合せから判定できる化石帯区分(Sanfilippo et al., 1985)を示す。なお、化石帯とそれを特徴づける種の生存期間の年代値はJohnson et al. (1989)の資料を用いた。放散虫を検討した試料は、産出種の組合せから決定された年代により、a-fの6群にまとめられる。以下に、各群について述べる。

a) 第四紀後期

[91S0B12SC01-top, 91S0310SC01-top及び40cm, 91S0414SC01-top 及び20cm]

これらの試料は、*Collosphaera tuberosa*が産出することから、*C. tuberosa*帯～*Buccinosphaera invaginata*帯に対比され、年代は0.5Maより新しいといえる。

b) 第四紀

[91S0B12SC01-20cm, 91S0111SC01-20cm, 91S0115SC01-30cm, 91S0310SC01-20cm]

これらは*Lamprocyrtis nigrinifae*が産出することから、*Anthocyrtidium angulare*帯最上部～*B. invaginata*帯に対比され、約1.1Maより新しい。

c) 鮮新世後期～第四紀

[91S0B12SC01-30cm, 91S0108SC01-top, 20cm及び30cm, 91S0111SC01-top, 91S0115SC01-top, 10cm及び40cm]

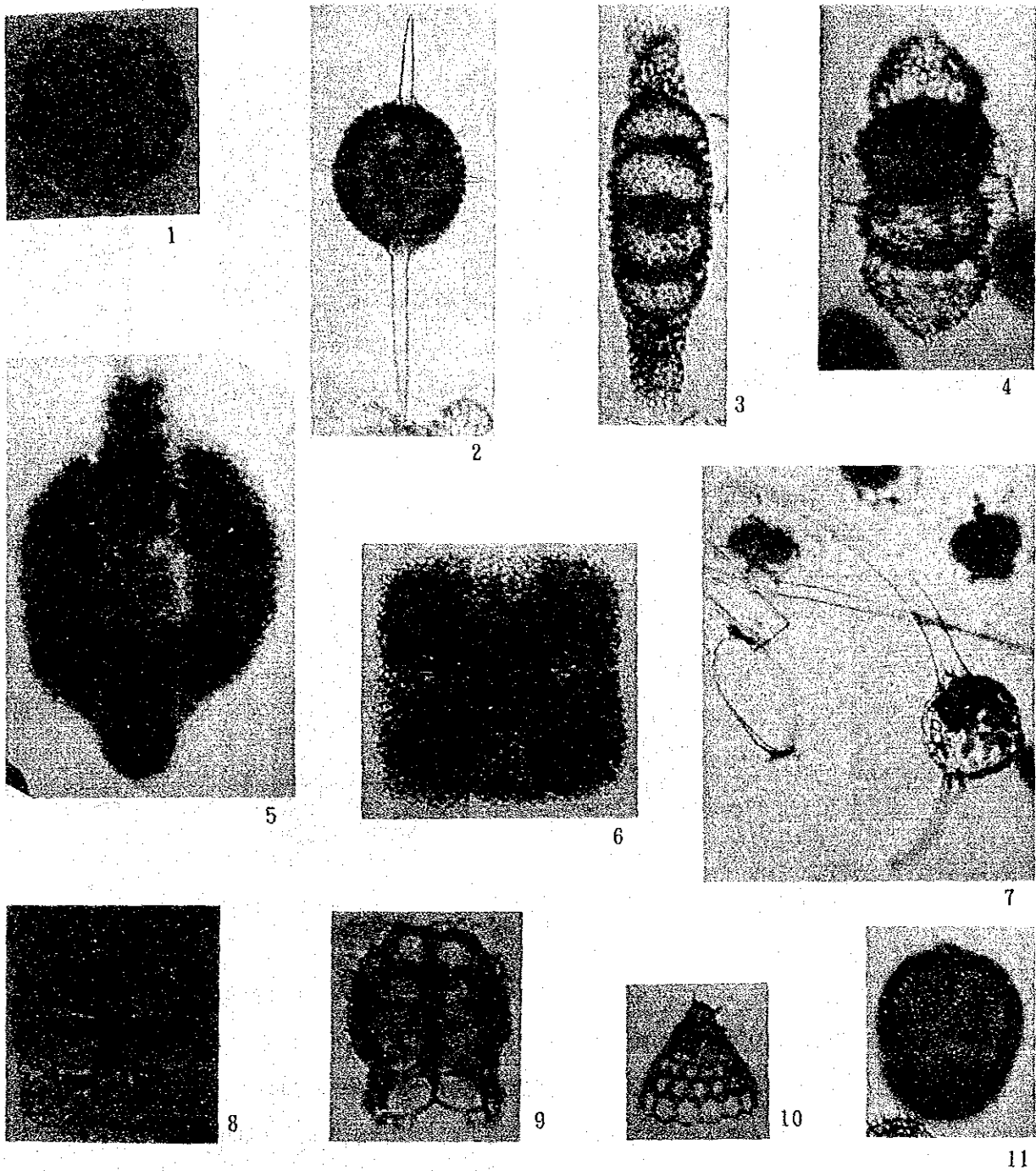
これらの試料からは、*Stichocorys peregrina*が産出せずに、*Spongaster tetras tetras*, *Cycladophora davisiana davisiana*あるいは*Theocorythium trachelium trachelium*が産出する。したがって、これらは*Pterocanium prismatium*帯～*B. invaginata*帯に対比され、約2.6Maより新しい。

表 3 - 3 - 5 産出放射虫リスト

| 種名 | 91S0B12SC01 | | 91S0C12PC04 | | 91S0108SC01 | | 91S0111SC01 | | 91S0115SC01 | | 91S0310SC01 | | 91S0414 | | 91S0515 | | | | | |
|---|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|---------|-----|---------|-----|-----|-----|-----|-------|
| | top | 20 | 30 | top | 200 | 350 | top | 20 | 30 | top | 10 | 30 | 40 | top | 20 | 40 | top | 20 | 350 | |
| <i>Collosphaera tuberosa</i> | * | | | | | | | | | | | | | * | | | * | | | |
| <i>Axoprunum angelinum</i> | | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Saturnaris circularis</i> | * | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Didymocrytis penulttima</i> | * | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Didymocrytis tetrathalamus</i> | * | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spongaster berminghamsi</i> | * | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Spongaster tetras tetras</i> | * | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Dorcadospyrus alata</i> | | | | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Tholospyris spp.</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cornutella profunda</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cycladophora davisiana davisiana</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Cyrtocapsella cornuta</i> | r | * | * | | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lithopera bacca</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pterocanium praetextum</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pterocanium charybeum</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Pterocanium charybeum</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Stichocorys delmontensis</i> | r | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Stichocorys peregrina</i> | r | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anthocrytidium ehrenbergi</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anthocrytidium ophirense</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Calocycletta spp.</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lamprocyclas maritalis</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lamprocrytis hanna</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Lamprocrytis nigrinae</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Thecorythium trachelium trachelium</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Botryostrobilus aquilonaris</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phermostichoartus fistula</i> | * | * | * | * | * | | | | | | | | | | | | | | | |
| Radiolarian zone | 1-2 | 1-4 | 1-5 | 7 | 7 | 7 | 1-5 | 1-5 | 1-5 | 1-5 | 1-4 | 1-5 | 1-4 | 1-5 | 1-2 | 1-4 | 1-2 | 1-2 | 1-2 | 11-12 |

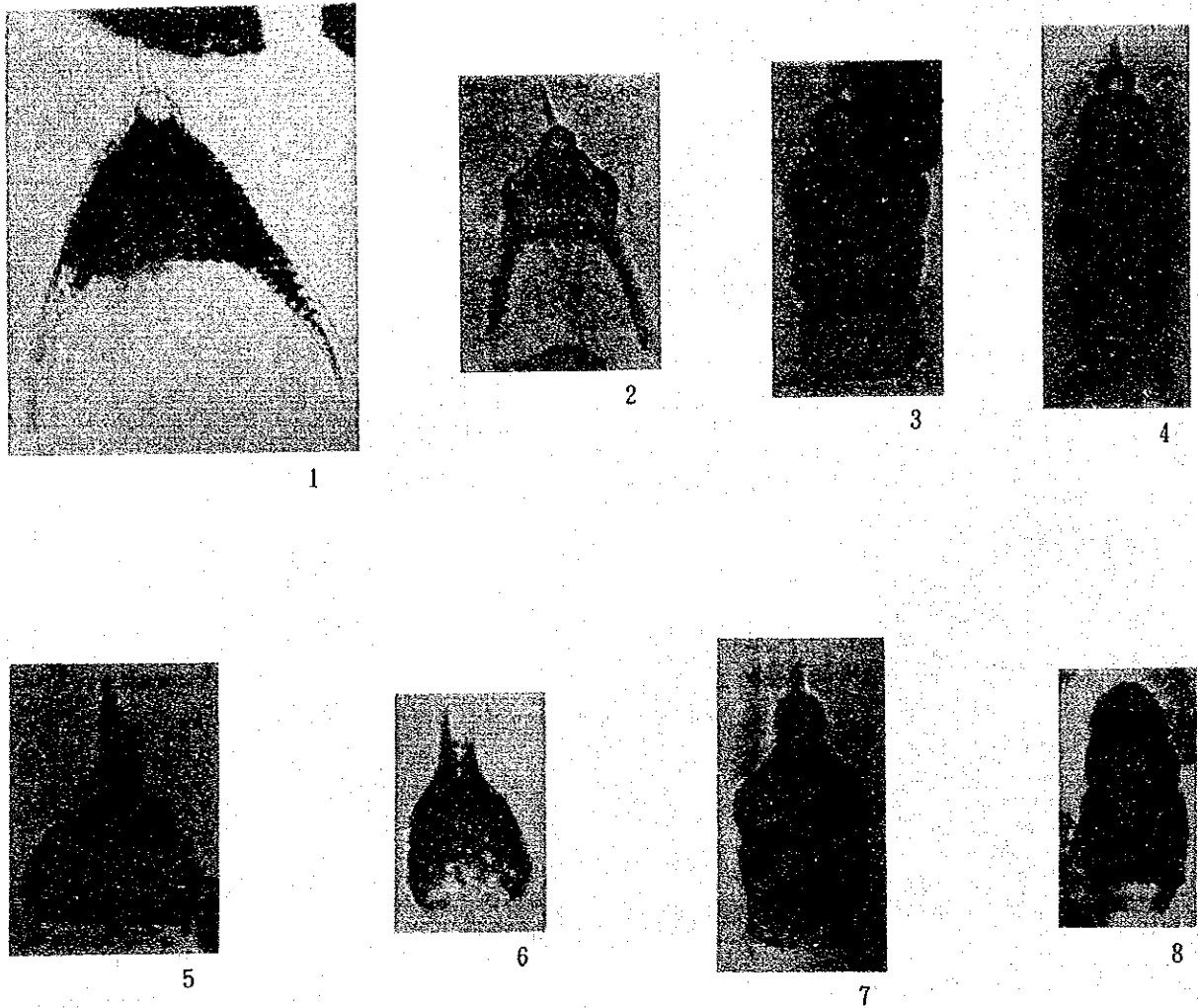
r:rework *:present **:abundant

| Radiolarian zone | Age (Ma) |
|---------------------------------------|----------------|
| 1: <i>Buccinosphaera invaginata</i> | 0.2-0 |
| 2: <i>Collosphaera tuberosa</i> | 0.5-0.2 |
| 3: <i>Amphirophalum ypsilon</i> | 1.0-0.5 |
| 4: <i>Anthocrytidium angulare</i> | 1.55-1.0 |
| 5: <i>Pterocanium prismatium</i> | 2.6-1.55 |
| 6: <i>Spongaster pentas</i> | 4.0-2.6 |
| 7: <i>Stichocorys peregrina</i> | 6.3-4.0 |
| 8: <i>Didymocrytis penulttima</i> | Late Miocene |
| 9: <i>Didymocrytis antepenulttima</i> | Late Miocene |
| 10: <i>Diartus peterssoni</i> | Middle Miocene |
| 11: <i>Dorcadospyrus alata</i> | Middle Miocene |
| 12: <i>Calocycletta costata</i> | Early Miocene |



- 1 *Collosphaera tuberosa*. (91S0310SC-40cm. ×200)
- 2 *Axoprunum angelinum*. (91S012PC01-top. ×200)
- 3 *Diymocyrtis penultima*. (91S0C12PC01-350cm. ×200)
- 4 *Diymocyrtis tetrathalamus*. (91S0108SC01-top. ×200)
- 5 *Spongaster berminghami*. (91S0C12PC01-350cm. ×200)
- 6 *Spongaster tetras tetras*. (91S0515PC01-top. ×200)
- 7 *Dorcadospyris alata?* (91S0515PC01-350cm. ×200)
- 8, 9 *Tholospyris* spp. (8. 91S0B12SC01-top ; 9. 91S0108SC01-top. ×200)
- 10 *Cycladophora davisiana davisiana*. (91S0115SC01-30cm. ×200)
- 11 *Lithopera bacca*. (91S0C12PC01-350cm. ×200)

图 3 - 3 - 1 代表的な放散虫化石種 (1)



- 1 *Pterocanium charybdeum*. (91S0108SC01 - top. ×200)
- 2 *Pterocanium praetextum*. (91S0111SC01 - top. ×200)
- 3 *Stichocorys delmontensis*. (91S0C12PC01 - 350cm. ×200)
- 4 *Stichocorys peregrina*. (91S0C12PC04 - 350cm. ×200)
- 5 *Anthocyrtydium ophirensis*. (91S0111SC01 - 30cm. ×200)
- 6 *Lamprocyrtis nigrinae*. (91S0115SC01 - 30cm. ×200)
- 7 *Theocorytium trachelium trachelium*. (91S0115SC01 - 10cm. ×200)
- 8 *Phormostichoartus fistula*. (91S0C12PC01 - 350cm. ×200)

图 3 - 3 - 1 代表的な放散虫化石種 (2)

d) 鮮新世?

[91S0111SC01-30cm]

Stichocorys peregrina と *Spongaster tetras tetras* を共産することから、*Stichocorys peregrina* 帯に対比され得るが、同時に *C. davisiana davisiana* に同定できそうな個体が産出することから、*P. prismatium* 帯より新しい可能性がある。

e) 中新世後期～鮮新世前期

[91S0C12PC04-top, 20cm 及び 350cm]

これらの試料は、*Stichocorys peregrina* を多量に産出し、*Spongaster berminghami* を産出するものの *S. pentas* を産出しないことから、*Stichocorys peregrina* 帯に対比される。約 6.3～4.0Ma。

f) 中新世前期～中新世中期

[91S0515PC01- 350cm]

この試料は、*Dorcadospyris alata*, *Cyrtocapsella cornuta* を産出することから、*Calocyclletta costata* 帯～*D. alata* 帯に対比される。

② 有孔虫

有孔虫化石は3地点の13試料より産出した。いずれの試料においても、浮遊性有孔虫が豊産し、底生有孔虫は数%未満である。保存状態は全般に中程度ないしやや不良であるが、地点により多少の相違が認められる。有孔虫化石産出リストを表3-3-6(1)、(2)に、代表的な有孔虫化石を図3-3-2(1)、(2)に示す。

91S0111SC01(水深 4,874m) : 全層準を通じてやや不良であり、溶解により破損した個体が多い。

91S0108SC01(水深 4,403m) : 下位層準(30cm, 20cm)はやや良好～中程度の保存状態で、溶解に対して比較的弱い *Gobigerina rubescens* や *Globigerinodes ruber* も含まれる。しかし、上位に向かって徐々に悪化し、最上部ではやや不良になる。

91S0310SC01(水深 4,784m) : 最下部層準(40cm)のみが中程度で、それより上位でやや不良になる。

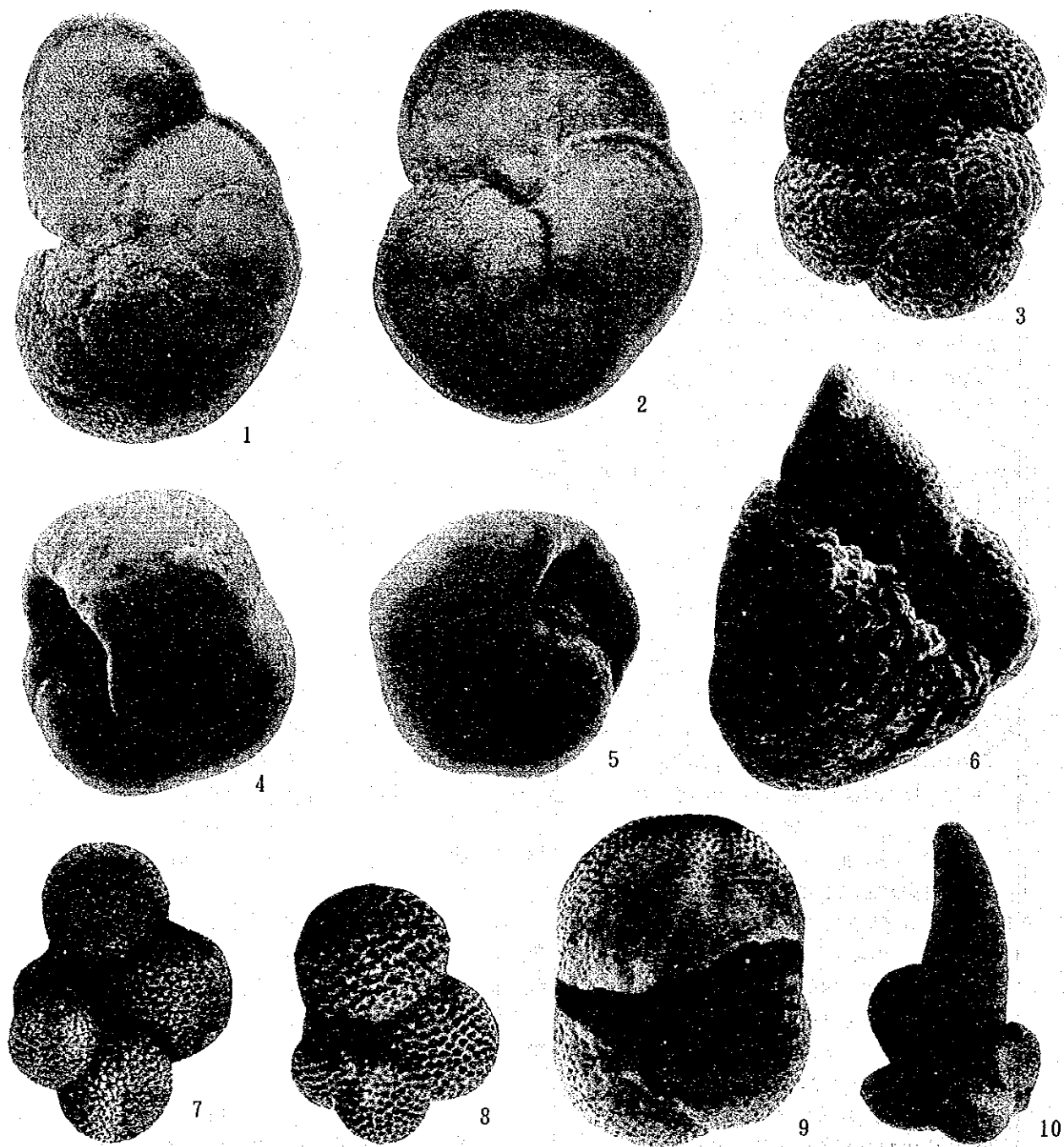
浮遊性有孔虫は、全般に *Pulleniatina* 属が卓越し、*Globorotalia tumida*, *Globoquadrina conglomerata*, *Globigerina aequilateralis* などを随伴する群集よりなり、顕著な群集の変化は認められない。コア91S0108SC01では、最下部層準(30cm)より Blow(1969)のN.23帯を示す *Globigerinella calida* が産出することから、全層準が更新世中期以降堆積物と断定できる。また、他の2コアでは、同種が下位から2番目の層準(91S0111SC01-20cm, 91S0310SC01-30cm)より産出している。これら両コアの最下位層

表 3 - 3 - 6 産出有孔虫リスト(1) (浮遊性有孔虫)

| 種名 | 試料 (表層からの深度 cm) | | | | 91S0108SC01 | | | | 91S0310SC01 | | | | |
|--------------------------------------|-----------------|----|----|----|-------------|----|----|----|-------------|----|----|----|----|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 0 | 10 | 20 | 30 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| <i>Beela digitata</i> | | | | | | | ● | ● | ● | | | ● | ● |
| <i>Globigerina rubescens</i> | | | | | | | ● | | | | | | |
| <i>Globigerinella aequilateralis</i> | ● | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>G. calida</i> | | | ● | | | ● | ● | ● | | ● | | ● | |
| <i>Globigerinita glutinata</i> | | | | | ● | ● | | | | ● | | | |
| <i>Globigerinoides conglobatus</i> | ● | | | | ● | ● | ● | ● | | | | ● | |
| <i>G. fistulosus</i> | | | | | | ● | | | | | | | |
| <i>G. ruber</i> | | | | | | ● | ● | ● | | | | | ● |
| <i>G. sacculifer</i> | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>Globoquadrina conglomeraata</i> | ● | | | ● | | ● | ● | ● | | | ● | ● | ● |
| <i>Hastigerina pelagica</i> | | | | | | | ● | | | | | | |
| <i>Globorotalia crassaformis</i> | | | | | | ● | ● | ● | | | | ● | |
| <i>G. inflata</i> | | | | | | | | | | | | | ● |
| <i>G. menardii</i> | | | | ● | | | ● | ● | | ● | ● | ● | ● |
| <i>G. scitula</i> | | | | | | ● | ● | ● | ● | | | | |
| <i>G. truncatulinoides</i> | | | | | | | ● | | | | | | |
| <i>G. tumida</i> | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>Globorotaloides hexagona</i> | | | | | | ● | ● | | | ● | | ● | |
| <i>Neogloboquadrina blowi</i> | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>Orbulina universa</i> | | | | | | ● | ● | ● | | | | | |
| <i>Pulleniatina obliquiloculata</i> | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>P. finalis</i> | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>Sphaeroidinella dehiscens</i> | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● |

表 3 - 3 - 6 産出有孔虫リスト(2) (底生有孔虫)

| 種名 | 試料 (表層からの深度 cm) | | | | 91S0108SC01 | | | | 91S0310SC01 | | | | |
|------------------------------------|-----------------|----|----|----|-------------|----|----|----|-------------|----|----|----|----|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 0 | 10 | 20 | 30 | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 |
| [agglutinated foraminifera] | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Bathysiphon filiformis</i> | | | | | ● | | | | | | | | |
| <i>Cyclammina pusilla</i> | | | | | | | ● | | ● | | | | |
| <i>Cystammina galeata</i> | ● | | | ● | ● | | | | | | ● | ● | ● |
| <i>Eggerella bradyi</i> | ● | ● | | ● | | ● | ● | ● | | | ● | | |
| <i>Glomospira gordialis</i> | | | | | ● | | ● | | ● | | | | ● |
| <i>Hyperammina cylindrica</i> | | | ● | | | | ● | | | | | | |
| <i>H. laevigata</i> | | | | | | | | | ● | | | | |
| <i>Marsipella elongata</i> | ● | | | | | ● | | | ● | | | | |
| [calcareous foraminifera] | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Chilostomella oolina</i> | | | | ● | | | | | | ● | | | |
| <i>Cibicides wuellerstorfi</i> | | ● | | | | | | ● | | | | | |
| <i>Cibicidoides kullenbergi</i> | | | | ● | ● | | | | ● | ● | | | ● |
| <i>Dentalina communis</i> | | ● | | | | | | | ● | | ● | | |
| <i>Ehrenbergina hystrix</i> | | | ● | | | | | | | | | | |
| <i>Favocassidulina favus</i> | ● | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>Fissurina spp.</i> | ● | ● | | ● | | | ● | | | ● | ● | | |
| <i>Globocassidulina subglobosa</i> | | | ● | ● | | | ● | ● | ● | | ● | | ● |
| <i>Gyroidinoides altiformis</i> | | | | | ● | | ● | | ● | | | | |
| <i>G. neosoldani</i> | | | ● | | | | | | ● | ● | | | |
| <i>Lagena spp.</i> | ● | | ● | | | | | ● | | ● | | | |
| <i>Lenticulina spp.</i> | | | | | ● | | | | | | | | |
| <i>Melonis sphaeroides</i> | | ● | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>M. sp. A</i> | ● | ● | | ● | | ● | ● | | | ● | ● | | |
| <i>Nuttalides umbonifer</i> | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| <i>Oridorsalis tener</i> | | ● | | ● | | ● | ● | | | | | | ● |
| <i>O. umbonatus</i> | ● | | | | ● | | | | | | ● | ● | |
| <i>Parrelloides bradyi</i> | | | | | ● | ● | | | | | | | |
| <i>Planulina ariminensis</i> | | | | | ● | | ● | | ● | | | | |
| <i>Pseudoparrella exigua</i> | | ● | ● | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | ● | ● |
| <i>Pullenia bulloides</i> | | | ● | | ● | | | ● | | | ● | | |
| <i>P. osloensis</i> | | | | | | | | | ● | | | | |
| <i>P. quadriloba</i> | | ● | ● | | ● | ● | | ● | | | | | |
| <i>P. quinqueloba</i> | | | | | | | | | | ● | ● | | ● |
| <i>Pyrgo murrhina</i> | | ● | ● | | | | ● | ● | | | ● | | |
| <i>Pyrulina cylindroides</i> | | | | | | | | | | ● | ● | ● | ● |
| <i>Quinqueloculina venusta</i> | | ● | ● | | ● | | | ● | | ● | ● | | |
| <i>Stainforthia complanata</i> | | | ● | | ● | | | | | | | | |
| <i>Tosaia hanzawai</i> | | ● | | | | | | | | | | | |



- 1 *Globorotalia tumida*. (91S0108SC01-30cm. ×56)
- 2 *Globorotalia menardii*. (91S0108SC01-30cm. ×56)
- 3 *Neogloboquadrina blowi*. (91S0310SC01-20cm. ×120)
- 4 *Pulleniatina finalis*. (91S0310SC01-10cm. ×80)
- 5 *Pulleniatina obliquiloculata*. (91S0310SC01-10cm. ×80)
- 6 *Globorotalia truncatulinoides*. (91S0108SC01-30cm. ×120)
- 7 *Globigerinella calida*. (91S0108SC01-10cm. ×80)
- 8 *Globorotaloides hexagona*. (91S0310SC01-10cm. ×120)
- 9 *Spaeroidinella dehiscens*. (91S0108SC01-20cm. ×56)
- 10 *Beela digitata*. (91S0108SC01-20cm. ×80)

图 3 - 3 - 2 代表的な有孔虫化石種(1) (浮遊性有孔虫)