

海洋資源調査CCOP/SOPAC海域

資源開発協力基礎調査報告書

(第3巻)

キリバス共和国海域

昭和63年2月10日

国際協力事業団

金属鉱業事業団

鉦計資
SC
88-35

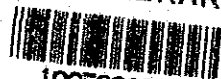
海洋資源調査CCOP/SOPAC海域

資源開発協力基礎調査報告書

(第3巻)

キリバス共和国海域

JICA LIBRARY



1066202[2]

昭和63年2月10日

国際協力事業団

金属鉱業事業団

国際協力事業団

受入 月日	'88. 5. 6	203
登録 No.	17549	66.1
		MPN

PACIFIC

OCEAN

MARUNGE
PLATEAU

TONGA

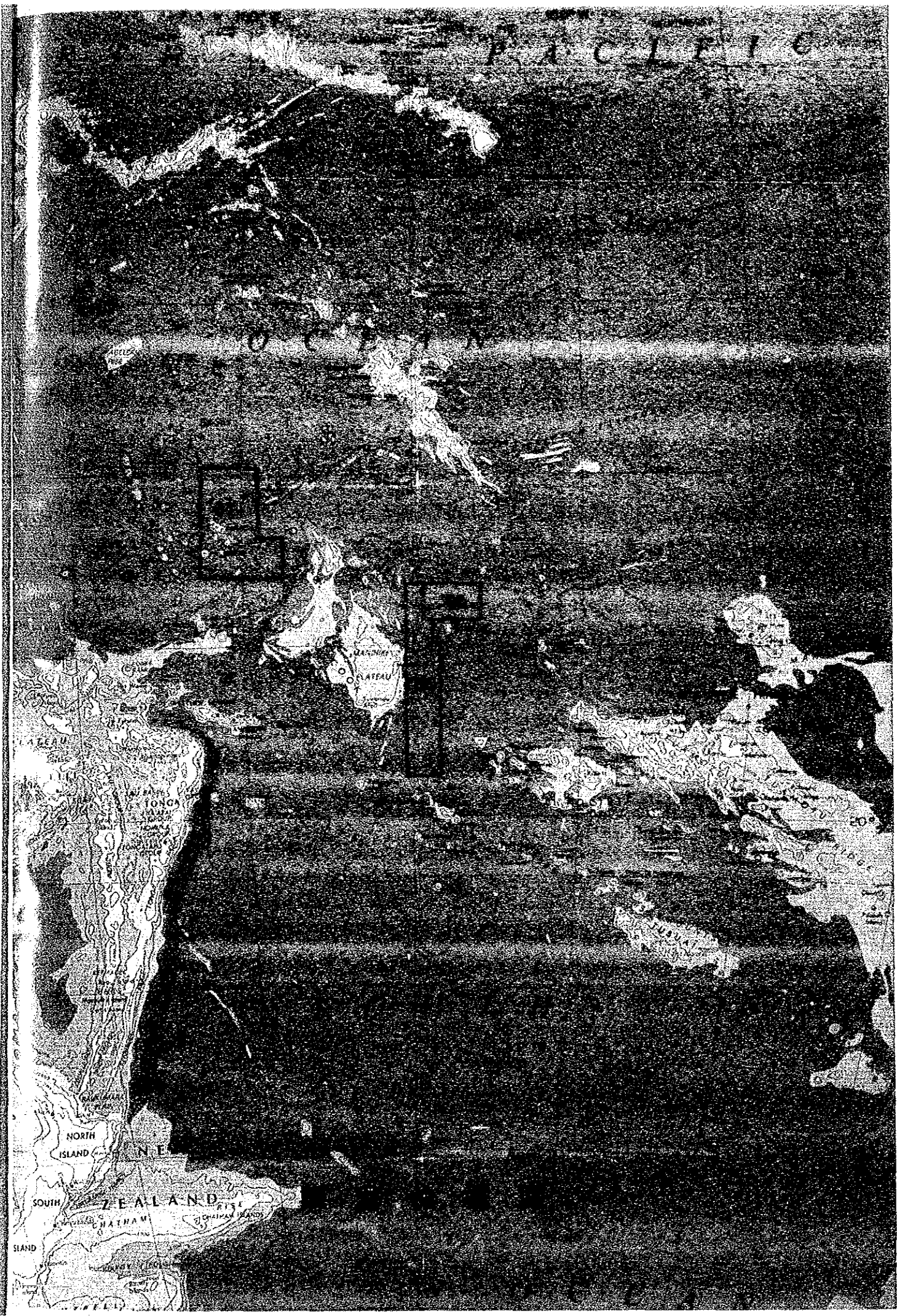
NORTH ISLAND

NEW ZEALAND

SOUTH ISLAND

CHATHAM ISLANDS

ISLAND

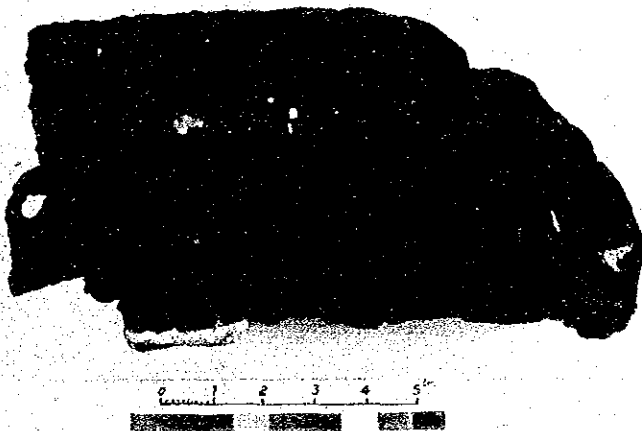




①: ファイダー付連続撮影
 深海カメラによる海底写真
 急斜面の岩盤にコバルトクラスト
 が発達。水深 1,040m。
 (No: FDC02-024)



②: 揚収写真, クラスト状採取量
 115kg。



③: 同上の切断面写真
 クラストの厚さ 5cm。
 母岩は気孔に富む玄武岩。
 白色部はリン酸塩。

コバルトリッチクラストの代表的産状写真
 (本調査海域内, SA03 西海山, 1987年10月1日)

は し が き

日本国政府は南太平洋沿岸鉱物資源共同探査調整委員会 (THE COMMITTEE FOR CO-ORDINATION OF JOINT PROSPECTING FOR MINERAL RESOURCES IN SOUTH PACIFIC OFFSHORE AREAS) [CCOP/SOPAC] の要請に応え、同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。

本調査は昭和60年度から5ケ年にわたって行われるものであるが、本年はその第3年次にあたり、キリバス共和国の経済水域内を調査の対象としている。金属鉱業事業団は昭和62年8月29日から昭和62年10月26日まで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。

本報告書は第3年次の調査結果をとりまとめたものである。

終りに本調査の実施にあたって御協力をいただいたCCOP/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るものである。

昭和63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 佐 藤 淳 一 郎

要

旨

CCOP/SOPAC諸国に対する資源開発協力基礎調査の3年次目にあたる本調査は、8月29日より10月26日までキリバス共和国海域の面積約32万 km^2 に対して行われた。現地実調査日数は40日である。主な対象鉱物資源は、マンガン団塊及びコバルトリッチクラスト(略称コバルトクラストあるいはクラスト)である。マンガン団塊に対しては、各種音響機器による地形及び地質調査とフリーフォールグラブサンプラーによるサンプリング(1次調査:35測点と2次調査:22測点、計57測点)は、さらには連続撮影深海カメラ(CDC)による海底写真撮影(測線長60マイル)などが実施された。他方、コバルトクラストに対しては、選定された5海山(2環礁を含む)について地形調査とドレッジサンプリング(48点)、さらにはファイnder付連続撮影深海カメラ(FDC)による海底観察及び海底写真撮影(2海山、計14マイル)などが行われた。調査海域のマンガン団塊の賦存状況は期待したほどのものではなかったが、コバルトクラストについては、大きな成果が得られた。

当調査海域の海底地形は、海域のほぼ中央部に発達するNova Canton Troughを境にして、その北部の平坦地と南部の準平坦地に分かれる。当海域の水深は、5,200m~5,600m程度である。両海域ともNEE-SWW方向性の地形が卓越しており、起伏が大きい。そのなかで、全部で10前後の海山が発達する。そのうちの6つは環礁である。他の4海山は潜頭海山であり、その頂部の水深は1,000m~1,600m程度である。

海底地質は、上記のごとき起伏度の高い地形を反映して概して未固結堆積層の発達はいずれも南部よりも北部の方でやゝ厚く、最大層厚は150m程度である。堆積層表層の底質は、北部における珪質粘土と南部における褐色粘土の発達といった、明瞭なコントラストで特徴づけられる。

マンガン団塊の分布は、全般に連続性が悪く、高分布密度帯($>10kg/m^2$)が南東部の丘陵性地帯で1ヶ所認められただけである。この高分布密度帯の幅は東西方向に40マイル、南北方向に60マイル程度(面積約6,600 km^2)である。全域を通じて分布密度が $1kg/m^2$ 以下の範囲は、全体の約90%に達する。全サンプリング点の単純平均分布密度は、 $4.45kg/m^2$ である。また、主要成分の全分析サンプルの単純平均値は、Ni 0.66%、Cu 0.60%、Co 0.22%、Mn 18.74%、Fe 13.13%である。これらの数値に基づき、含有密度が $20g/m^2$ 以上の範囲内における3成分各々の平均含有密度と分布面積を求めると、Ni $32.1g/m^2$ (40,500 km^2)、Cu $30.9g/m^2$ (34,500 km^2)、Co $40.8g/m^2$ (11,700 km^2)となる。

マンガン団塊の性状は、海域の北部と南部で異なる。北部では表面が粗くNiやCuに富む“R”型が多いのに対して、南部では表面が滑かでCoに富む“S”型が多い。当海域で高密度の分布を示す水深帯は、5,000m~5,200m間で、5,400mより深くなると殆んど不毛に近くなる。以上のごときマンガン団塊の分布特性は当海域におけるCCD(炭酸塩補償深度)が5,200m付近にあること、地形の起伏度が高いこと、及び南北間における生物生産性の差異(Cronan, 1984)などに関連している。

コバルトクラストについては、調査した5海山のうち1つの環礁を除く全ての海山でかなりまとまったクラストの発達が認められた。水深的には調査した570mから3,400mにかけては殆んど全てクラストが発達するが、特に1,600mから2,800mにかけての範囲内で最大の採取量が得られた。総採取量は、母岩も含めて2,770kgであった。賦存状況及びクラストの性状は、大略次のごとくである。

- a) 発達が確認された水深範囲は、約1,000mから3,200mであるが、その上、下限はさらに広がるであろう。
- b) クラストの形状は、クラスト状、スラブ状、塊状、礫状及びノジュール状などがある。
- c) クラストの内部構造は、単層、2層及び3層など種々あるが、全体的に母岩あるいは核に近い下層(内殻)で緻密質となる。
- d) 構成鉱物は、大部分が δ -MnO₂であるが、内殻には10Åマンガンサイトを伴う傾向を有する。
- e) 母岩は、玄武岩、石灰岩及びリン酸塩岩などである。
- f) クラストの厚さは、全サンプル採取点32点の平均値で1.7cm、最大は約8cmである。
- g) 被覆率は、海山の頂部と斜面で異なり、また環礁と潜頂海山で異なる。一般に潜頂海山の斜面及び尖頂性部で被覆率が高いFDC調査測線沿いの推定値を後述する。
- h) コバルトクラストの品位については、サンプルが得られた全測点33点の平均値では、Co 0.78%、Ni 0.66%、Cu 0.11%、Mn 25.38%、Fe 14.48%である。各成分間及び地質要因との相関性についての検討が行われた。
- i) ここで確認されたクラストの性状(産状、形態、化学組成など)は、中央太平洋に分布する海山のクラストのそれとほぼ同様である。

今回の調査を通じて当海域における深海底資源賦存状況の概要を把握することができたが、今後の追跡探査を実施する場合には次の様な探査指針が挙げられよう。即ち、マンガン団塊探査については、水深が、当海域におけるCCD値5,200m前後でしかも地形条件の良い場所にターゲットを定めるべきである。一方コバルトクラスト探査については、山頂部水深が約2,000mより浅い潜頭性の海山は全てクラスト賦存のポテンシャルを有しているし、環礁でも露頭部の比較的小さい場合(例えばBirnie島)には斜面の中・下部で同様の期待がもてる。

目 次

1章 調査要項	1
1-1 調査件名	1
1-2 調査海域	1
1-3 調査目的	1
1-4 調査期間	1
1-5 調査員	3
1-6 調査機器	4
1-7 調査作業実績	5
2章 調査方法	7
2-1 マンガン団塊	7
1) 調査手順	7
2) 付 番	7
3) 船位の決定	7
4) 海底地形調査	9
5) 表層堆積物調査	9
6) MFESによるマンガン団塊の賦存状況調査	9
7) サンプリング及び深海カメラによる海底観察	9
8) 試料の処理・分析及び保管	11
9) CDCによる海底観察	11
10) 調査データの処理及び解析	11
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) サンプリング	17
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)	19
3-1 海底地形	19
1) 広域地形	19
2) 海底地形区分	19
3-2 表層堆積物	24
1) S B P 記録の分類	24
2) S B P タイプの分布状況	25
3) 上位透明層層厚の分布状況	25
3-3 底質物	27
1) 分類	27
2) 分布と性状	27
3) 構成鉱物	30
4) 化学組成	31
5) 底質物中の自生鉱物	34
6) C C D (炭酸塩補償深度)	35
7) 底質物中の化石の同定	35
3-4 M F E S によるマンガン団塊の賦存状況	44
1) M F E S に影響を与える要因	44
2) 埋没型マンガン団塊	47
3) M F E S 値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	50
1) タイプ分類と性状	50
2) 分布と産状	56
3) 化学組成	62
4) 鉱物組成	76
5) 海底状況と分布密度	81
6) C D C による観察結果	88
7) 金属量分布	98
3-6 考察：マンガン団塊の賦存状況について	99
4章 調査結果・II (コバルトクラスト)	101
4-1 海山の地形	101
1) 海山の分類及び地形区分	101
2) 海山別地形特徴	102

4-2	海山の地質	107
1)	地質概要	107
2)	岩石記載	108
4-3	コバルトクラストの賦存状況	118
1)	タイプ分類と性状	118
2)	分布と産状	119
3)	FDC調査結果	131
4)	化学性	139
5)	鉱物性	149
4-4	考察：コバルトクラストの賦存状況について	154
5章	ま と め	157
1)	調査方法	157
2)	地形及び地質	157
3)	マンガン団塊の賦存状況	158
4)	コバルトクラストの賦存状況	159
	【参考文献リスト】	163
	【調査結果一覧表】	巻末
	【気象・海象データ】	〃
	【別添図】	〃

〔 挿入図一覧 〕

図 1 - 1	調査海域位置図	2
図 2 - 1	調査測点及び海山位置図	8
図 2 - 2	測点密度説明図	10
図 2 - 3	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	10
図 2 - 4	サンプル処理解析系統図 (1)・(2)	12
図 2 - 5	音響探査及びデータ処理系統図	14
図 2 - 6	CDC 調査測線及び測点位置図	15
図 3 - 1 - 1	海底地形説明図	21
図 3 - 2 - 1	SBP 記録の分類	26
図 3 - 3 - 1	底質物分布図	28
図 3 - 3 - 2	各種底質物のスミアスライド写真	29
図 3 - 3 - 3	底質物の代表的 X線回折パターン	32
図 3 - 3 - 4	自生鉱物の代表的 X線回折パターン	35
図 3 - 3 - 5	代表的な放散虫化石種 (1)・(2)	37
図 3 - 3 - 6	代表的な有孔虫化石種	42
図 3 - 4 - 1	測点における重量係数分布図	45
図 3 - 4 - 2	MFE S とマンガン団塊分布密度との関係	46
図 3 - 4 - 3	埋没型マンガン団塊の分布図	47
図 3 - 4 - 4	埋没型マンガン団塊の影響	48
図 3 - 5 - 1	マンガン団塊の形状 (1)・(2)	52
図 3 - 5 - 2	マンガン団塊の形状と採取量率	54
図 3 - 5 - 3	マンガン団塊の粒度と採取量率	55
図 3 - 5 - 4	形状分布図	57
図 3 - 5 - 5	粒度分布図	58
図 3 - 5 - 6	粒度と形状	59
図 3 - 5 - 7	微地形と形状	59
図 3 - 5 - 8	SBP タイプと形状	60
図 3 - 5 - 9	上位透明層層厚と形状	61
図 3 - 5 - 10	底質物と形状	61
図 3 - 5 - 11	主要 5 成分の頻度分布図	63
図 3 - 5 - 12	各成分間の散布図	64
図 3 - 5 - 13	主要 5 成分の水深相関図	68

図 3-5-14	断面分析に供したマンガン団塊断面写真(蛍光 X 線)	74
図 3-5-15	マンガン団塊断面各部の品位(船上分析)	75
図 3-5-16	断面分析に供したマンガン団塊(X線回折)	77
図 3-5-17	マンガン団塊の X 線回折パターン (1)・(2)	78
図 3-5-18	マンガン団塊研磨薄片マクロ写真と顕微鏡写真	80
図 3-5-19	形状とマンガン団塊分布密度との関係	82
図 3-5-20	巨視的地形とマンガン団塊分布密度	83
図 3-5-21	微視的地形とマンガン団塊分布密度	85
図 3-5-22	S B P タイプとマンガン団塊分布密度との関係	86
図 3-5-23	上位透明層層厚とマンガン団塊分布密度との関係	87
図 3-5-24	底質物とマンガン団塊との関係	88
図 3-5-25	C D C 調査結果概念図	90
図 3-5-26	C D C による連続写真の例	91
図 3-5-27	C D C 写真例	93
図 3-5-28	海底写真と揚収写真の例	97
図 4-1-1	海山鳥瞰図	106
図 4-2-1	代表的岩石写真	113
図 4-2-2	コバルトクラスト母岩の顕微鏡写真 (1)・(2)	115
図 4-3-1	代表的コバルトクラストタイプ写真(揚収)	121
図 4-3-2	代表的コバルトクラストタイプ写真(断面)	123
図 4-3-3	コバルトクラスト厚さの頻度分布	130
図 4-3-4	F D C 調査結果ルートマップ (1)・(2)	133
図 4-3-5	F D C 調査による海底写真	137
図 4-3-6	主要 5 成分ごとの品位頻度分布図	143
図 4-3-7	コバルトクラストの品位相関図 (1)・(2)	144
図 4-3-8	化学組成及び鉱物組成の解析に用いたコバルトクラスト写真	147
図 4-3-9	コバルトクラストの X 線回折パターン	151
図 4-3-10	コバルトクラストの反射顕微鏡写真	152
図 4-3-11	コバルトクラストの E P M A 解析写真	153

〔挿入表一覧〕

表 1 - 1	第 2 白嶺丸搭載機器及びその使用状況	4
表 1 - 2	調査実績一覧表	5
表 3 - 1 - 1	海底地形区分一覧	23
表 3 - 3 - 1	底質物の分類基準	27
表 3 - 3 - 2	底質物の採取比率	27
表 3 - 3 - 3	底質物の X 線回折試験結果	31
表 3 - 3 - 4	底質物の化学組成	33
表 3 - 3 - 5	底質物含有成分間の相関	34
表 3 - 3 - 6	自生鉱物の X 線回折試験結果	34
表 3 - 3 - 7	産出放散虫リスト	36
表 3 - 3 - 8	産出有孔虫化石リスト	41
表 3 - 5 - 1	マンガン団塊の形状別物性一覧表	51
表 3 - 5 - 2	マンガン団塊の化学性	65
表 3 - 5 - 3	マンガン団塊の形状と化学性	66
表 3 - 5 - 4	マンガン団塊の粒度と化学性	67
表 3 - 5 - 5	海底地形とマンガン団塊の化学性	69
表 3 - 5 - 6	底質物とマンガン団塊の化学性	70
表 3 - 5 - 7	マンガン団塊の完全分析値及び微量分析値	72
表 3 - 5 - 8	マンガン団塊断面の分析結果	73
表 3 - 5 - 9	マンガン団塊の X 線回折試験結果	77
表 3 - 5 - 10	C D C 測点ごとのマンガン団塊分布面積率及び分布密度	89
表 3 - 5 - 11	F G サンプルング及び C D C 調査による分布密度値の比較	96
表 4 - 1 - 1	海山のタイプ分類	101
表 4 - 1 - 2	海山の地形区分	101
表 4 - 1 - 3	海山別地形特徴 (1)・(2)	104
表 4 - 2 - 1	海山別の地質状況 (1)・(2)	109
表 4 - 2 - 2	コバルトクラスト母岩の性質 (1)・(2)	111
表 4 - 2 - 3	各種岩石の鉱物組成一覧表	117
表 4 - 2 - 4	各種岩石の化学分析値	118
表 4 - 3 - 1	コバルトクラストのタイプ分類	119
表 4 - 3 - 2	海山別コバルトクラストの産状 (1)・(2)	125
表 4 - 3 - 3	クラストタイプと母岩及び核を構成する岩石	128

表4-3-4	海山別コバルトクラスト平均厚さ	128
表4-3-5	コバルトクラスト厚さの計測例	129
表4-3-6	海山別コバルトクラスト平均品位	139
表4-3-7	海山の地形的部位別品位比較	140
表4-3-8	コバルトクラストの表面構造別品位比較	140
表4-3-9	コバルトクラストの母岩別品位比較	140
表4-3-10	コバルトクラストの部位別品位比較	141
表4-3-11	コバルトクラストの部位別完全分析と微量分析値	142
表4-3-12	コバルトクラストの品位相関	146
表4-3-13	調査別コバルトクラストの平均品位比較	149
表4-3-14	X線回折によるコバルトクラストの鉱物組成	150
表5-1	コバルトクラストの産状総括表	161

【 巻末別添図表一覧 】

調査結果一覧表

1. マンガン団塊
2. コバルトクラスト

気象・海象データ

- 別添第 1 図 航跡図
- 別添第 2 図 採試点位置図
- 別添第 3 図 海底地形図
- 別添第 4 図 S B P タイプ分布図
- 別添第 5 図 S B P 上位透明層等層厚線図
- 別添第 6 図 M F E S IC による推定マンガン団塊分布密度図
- 別添第 7 図 マンガン団塊分布密度図
- 別添第 8 図 Ni 等品位図
- 別添第 9 図 Cu 等品位図
- 別添第 10 図 Co 等品位図
- 別添第 11 図 Mn 等品位図
- 別添第 12 図 Fe 等品位図
- 別添第 13 図 Ni 金属量図
- 別添第 14 図 Cu 金属量図
- 別添第 15 図 Co 金属量図
- 別添第 16 図 海山別航跡図
- 別添第 17 図 海山別地形平面図及び断面図 (1 ~ 4)
- 別添第 18 図 海山別地質及びコバルトクラスト分布図 (1 ~ 5)

1章 調 査 要 項

1-1 調 査 件 名

昭和62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 海 域

昭和60年7月18日付にて日本側調査担当機関と南太平洋沿岸鉱物資源共同探査調整委員会との間で締結されたCCOP/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、金属鉱業事業団より指示された次の各点。

	緯 度	経 度
1	0° 30' N	172° 30' W
2	0° 30' N	169° 00' W
3	3° 30' S	169° 00' W
4	3° 30' S	167° 30' W
5	6° 00' S	167° 30' W
6	6° 00' S	172° 30' W
1	0° 30' N	172° 30' W

を順次結んで得られる多角形内（面積約326,500km²，図1-1参照）を調査海域とした。

1-3 調 査 目 的

CCOP/SOPAC諸国の海域内において深海底鉱物資源賦存の可能性を調査する。

1-4 調 査 期 間

調査：昭和62年8月29日～昭和62年10月26日

解析：昭和62年10月27日～昭和63年2月10日

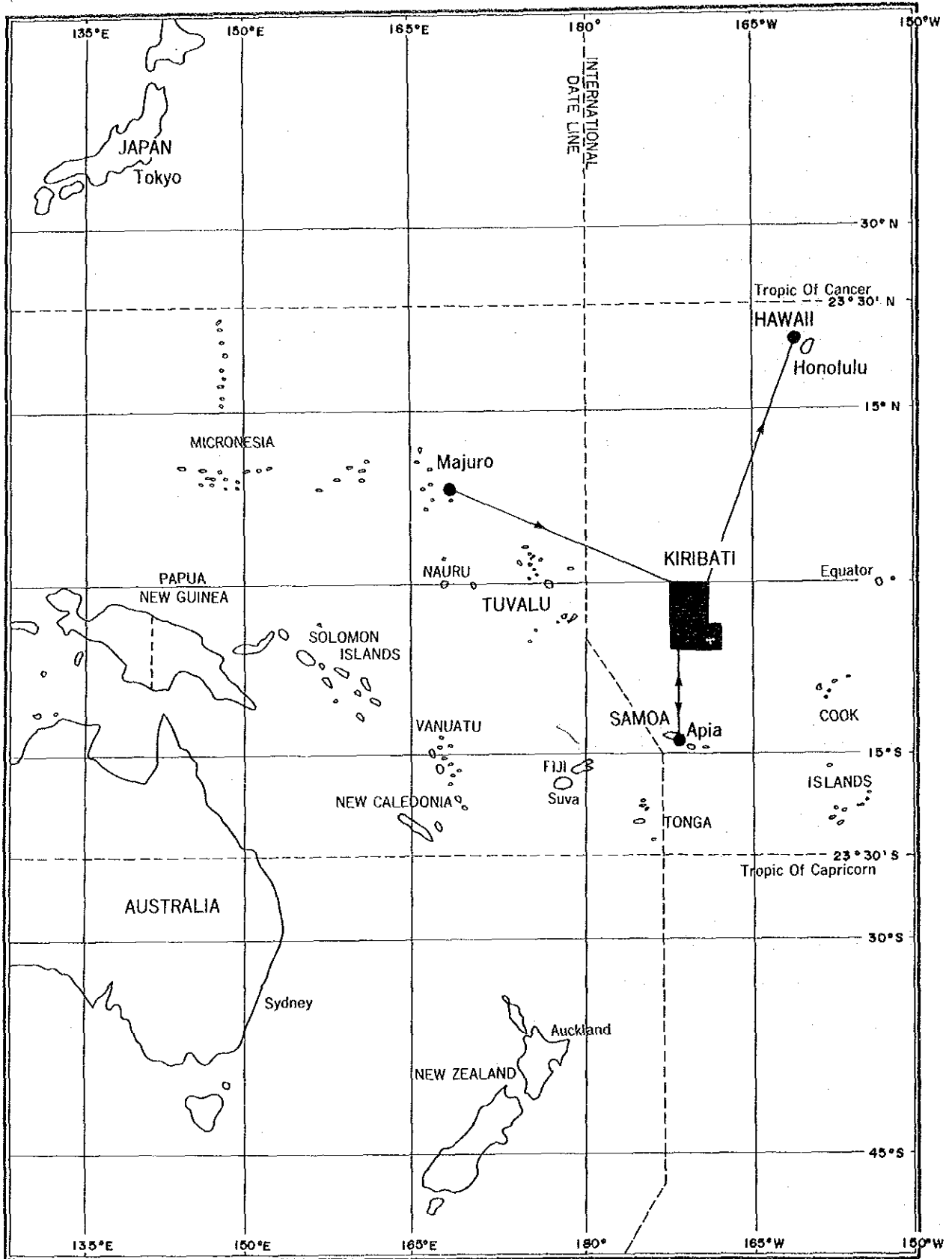


图 1-1 调查海域位置图

1-5 調 査 員

〔日本側〕

現地監督	加藤 元彦	(通商産業省)
	中尾 征三	(地質調査所)
	林 歳彦	(金属鉱業事業団)
調査員	団長 高橋 敏夫	(深海資源開発株式会社〔DORD〕)
	日下 浩	(")
	戸野 潔	(")
	吉永 豊	(")
	松井 一徳	(")
	高橋 久徳	(")
	斉藤 洋男	(")
	久谷 公一	(")
	渡辺 義治	(")
	村山 信行	(")
	横屋 善和	(")
	桑原 誠吾	(")
	戎井 克彦	(")
	川上 進	(")
	山下 一郎	(")

〔相手側〕

協定折衝	JIOJI KOTOBALAVU	(CCOP/SOPAC)
	C.A. MATOS	(")
	C.L. TIFFIN	(")
客 員	D.S. CRONAN	(")

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。

表1-1 第2白嶺丸塔載機器及びその使用状況

分類	探査方法	探査機器・同システム	略号	備考	使用の否
測位	衛星航法	NNSS *1 GPS *2	NNSS GPS		○ ○
	電波航法 ハイブリッド航法 音響航法	ロランC ロランC+NNSS トランスポンター	ANS	LBL方式	
海底地形 地質調査	音響探査	測深 海底地形	PDR *3 NBS *4 SBP *5	PDR NBS SBP	○ ○ ○
		音響映像	MFES *6 サイドスキャンソナー(狭域) エアガン	MFES SSS AGN	○ ○
	磁力探査	プロトン磁力計	PGM		
	重力探査				
	サンプリング	ドレッジ ロックサンプラー コアラー フリーフォールグラフ オケアングラブ ファインダ付グラフ	注: 1 R S 注: 2 F G O G P G		○ ○ ○
海底観察		深海カメラ 連続撮影深海カメラ ファインダ付CDC 深海テレビ	CDC FDC DTV	曳航式	○ ○ ○
海水調査	潮流測定 ウオーターコラム測定	流速計 CTD	CTD		
その他					

注: 1 一円筒型(CB), アーム型(AD), J62型(JD), カゴ型(AD)

注: 2 ースベードコアラー(SC), ピストンコアラー(PC), グラビティコアラー(GC)

*1 Navy Navigation Satellite System,
*3 Precision Depth Recorder,
*5 Sub-Bottom Profiler,

*2 Global Positioning System,
*4 Narrow Beam Sounder,
*6 Multi-Frequency Exploration System.

1-7 調査作業実績

調査作業の実績を表1-2に示す。

表1-2 調査実績一覧表

項 目		実 績		
調 査 日 程	マジュロ港出港	8月30日	13:00	*
	調査海域到着	9月2日	02:00	**
	調査海域離脱	9月18日	19:00	**
	アピア港入港	9月20日	14:00	**
	アピア港出港	9月23日	16:00	**
	調査海域到着	9月25日	04:30	**
	調査海域離脱	10月18日	12:00	**
	ホノルル港入港	10月24日	08:00	***
サ ン プ ル 採 取	〔マンガン団塊〕 精度(測点配置)	1次調査測点(42.4マイルグリッド)及び 2次調査測点(21.2マイルグリッド)		
	採試測点数 測点当り採試数 使用サンプラー 不浮上事故	1次:35測点, 2次:22測点 3点, 計57×3=171点 フリーフォールサンプラー:166点 スベードコアラー:5点 なし		
深 海 カ メ ラ	〔コバルトリッチクラスト〕 対象海山数(島も含む) ドレッジ採試験 採取量	5海山 48回 2,770kg(岩石も含む)		
	深海カメラ使用回数 写真を得たもの 写真を得ないもの	166回 162回 4回 フラッシュバルブ不良 3回 ウエイトマグネット不良 1回		
C D C 調 査	測 線 名	87SCDC01	87SCDC02	計(平均)
	測 線 延 長	334マイル	26.1マイル	59.5マイル
	実 施 測 定 数	18	14	32
	所 要 時 間	29:02	20:56	49:58
	平均撮影時間(分)	8.70/測点	9.10/測点	8.90/測点
	写 真 撮 影 枚 数	91枚	70枚	161枚

* は東経165°地方時 ** は西経165°地方時 *** は西経150°地方時

項 目		実 績		
写真解析	解 析 件 数	323件 FG, SC 写真解析 162件 CDC 写真解析 161件		
分 析	処 理 件 数	353件 通常試料 321件 [マンガン団塊 196 コバルトクラス 125 特別試料 (定性 11件含む) 32件 (Ni, Cu, Co, Mn, Fe の 5成分) 342件×5成分 = 1,710成分 11件×(約10成分) = 定性分析		
	分 析 成 分 延 分 析 成 分			
音響探査	SBP 3.5 kHz PDR 12.0 kHz NBS 30.0 kHz M F E S	実測長	4,890.5 マイル	欠測長 0 マイル
		"	4,890.5	" 0
		"	4,890.5	" 0
		"	4,890.5	" 0
データ処理	オンライン MT	11 巻		
	" MIX MT	9 "		
	サンプリング MT	1 "		
	" MIX MT	1 "		
	気象・海象 MT	1 "		
	" MIX MT	1 "		
	(計)	(24 ")		
F D C 調査	測 線 名	87SFDC01	87SFDC02	計 (平均)
	測 線 延 長 (A)	9.5マイル	3.5マイル	14.0マイル
	所 要 時 間	14:40	4:37	16:17
	投 入	02:44*1	00:40	03:24
	撮 影 (T)	07:48	02:50	10:38
	揚 収	01:08	01:07	02:15
	平均船速(A/T)	1.20ノット	1.20ノット	1.20ノット
	平均撮影時間(分)	3.20/枚	2.60/枚	3.00/枚
写真撮影枚数	147枚	65枚	212枚	

*1 投入 2 回分

2章 調 査 方 法

2-1 マンガン団塊

1) 調査手順

調査は、1次調査(概査)と2次調査(精査)に分かれる。1次調査では調査海域のできるだけ広い範囲に対して音響探査とサンプリングを実施し、マンガン団塊の賦存性に関する概略を把握するとともに、2次調査のための海域を選定した。2次調査ではサンプリングに並行してCDCによる海底観察も実施した。当初計画のサンプリング数は、1次調査が34測点(102採試点)、2次調査が20~24測点(60~72採試点)であったが実行段階では各々35測点(105採試点)及び22測点(66採試点)にあらためられた。

2) 付 番

(1) 測線の付番

音響探査測線(PDR, SBP, NBS, 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、例へば87S0925A, 87S0925Bなどとする。また、夜間航走は87S0925Nの様にNを付し、サンプリングにおける採試点間の場合には87S0925Pの様にP(測点)を付した。こゝに87は調査年度(1987年)、Sは調査機構(SOPAC)0925は9月25日、A, Bはその日の測線順序をそれぞれ示す。

CDC測線の付番は、測線名を87SCDC01, 87SCDC02……の様に追番する。

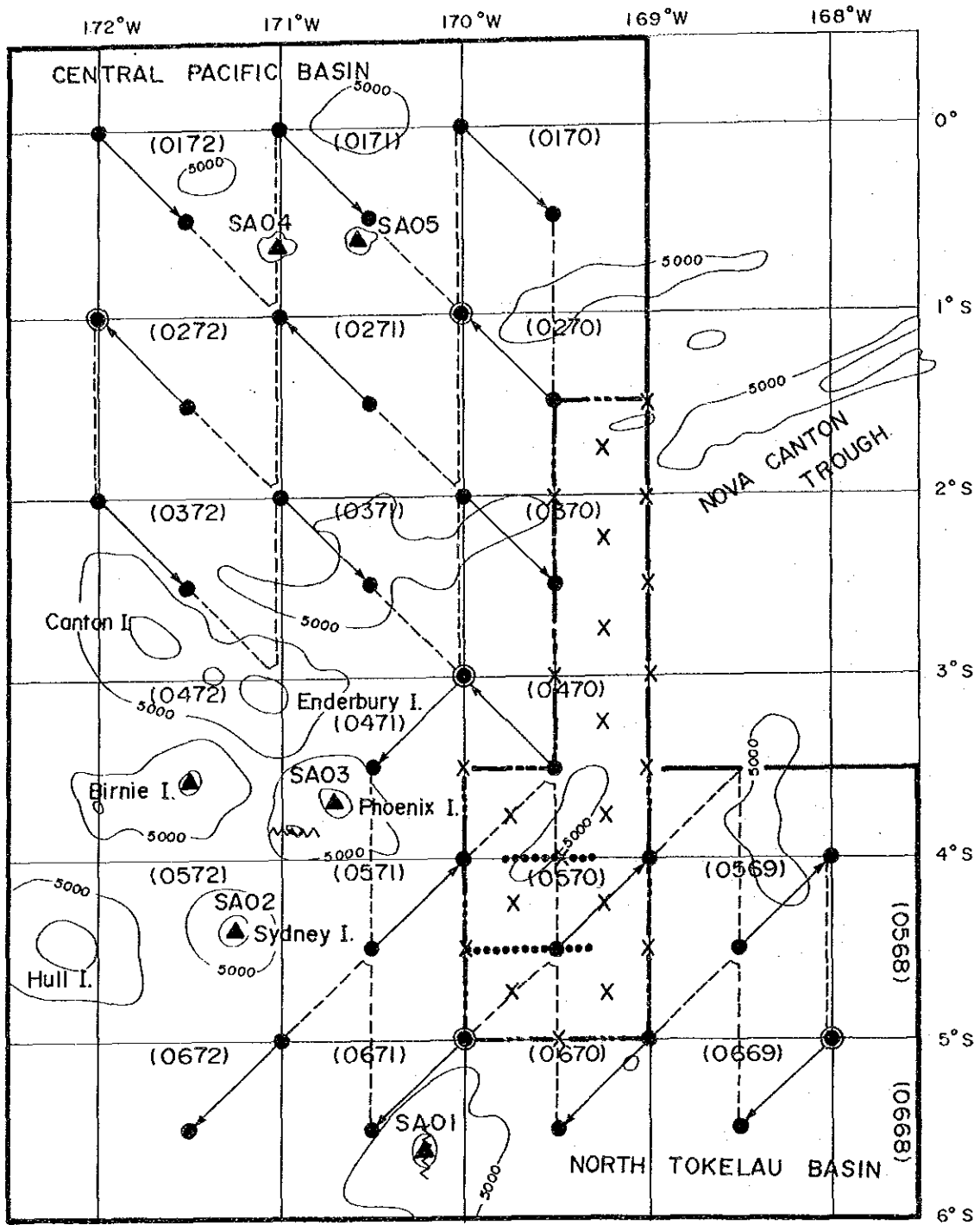
(2) 測点、採試点の付番

調査年度(1987)、調査機構(SOPAC)を示すために87S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)。こゝで上位2桁は各区画の南辺緯度を示し、下位2桁は各区画の西辺経度の下位2桁の数値を示す。但し、各区画の示す範囲は、西辺と北辺を含むこととし、その範囲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。1次調査と2次調査は付番の上では区別しない。例: サンプル番号87S0172FG01は、1987年0172区画内において実施したFG(フリーフォールグラフ)によるサンプリング01番目のサンプルであることを示す。

3) 船位の決定

調査における全ての船位はNNSSによって決定した。これらの船位は、人工衛星による^{*1}up-date間の経過時間に応じて、この間の推測航法船位を比例配分して求めたいわゆる修正船位を用いた。

*1 up-date とは人工衛星により求められたFix時の船位から約20分後の船位を決定した時をいう。



凡例

- 調査海域
 マンガン団塊2次調査海域
- マンガン団塊1次サンプリング測点
 X マンガン団塊2次サンプリング測点
- SA01~SA05 コバルトクラスト調査海山及び島
 ~ FDC及び ●●●●● CDC実施測線
- 昼間航走(1次)
 夜間航走(1次)
- (0172) 区画番号

図2-1 調査測点及び海山位置図

次のような船位は、特に後述するデータ処理及び解析に用いるため、野帳等に明示した。

- ① 測線における開始点と終了点、変針点、毎正時の地点
- ② サンプリングにおける投入点と揚収点
- ③ CDC観察における曳航体の投入点と揚収点、観察開始点と終了点

調査に係わる全ての船位は船上のデータ処理システムを用いてオンラインMTに収録した。また update ごとに同システムから1分ごとの修正船位をプリントアウトさせ、調査データの整理や解析に使用した。

4) 海底地形調査

海底地形調査は、主としてPDRを用いた各測点間及び各採試点間の測深と記録紙に基づく地形観察とを行った。このほかFDC調査に際しては、事前に観察測線周辺の海底地形調査を行った。

測深は12秒ごとに行い、PDRのデジタイザー水深値はオンラインでMTに収録した。一方PDRの記録紙から5分ごとに水深を読みとり、これらをもとに海底地形図等を作成した。測点間の調査は通常10ノットの船速で行ったが、調査の状況によって若干船速を増減した場合がある。採試点間の測線については、サンプリング作業によって船速は通常3～8ノットと変化している。

5) 表層堆積物調査

海底の表層堆積物に対する調査はSBP周波数3.5KHzを用いて、海底地形調査と併行して全航走測線について行った。表層堆積物の基礎データにはSBPの記録断面パターンに基づく最上位層をなす透明層の厚さ、音響層序タイプ等があり、これらは5分ごとに読み取り野帳に記載し、表層堆積物等層厚線図やSBPタイプ分布図の作成に供した。

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併行して行った。

MFESの測定値はNBS, PDR, SBPのデータより計算し48秒に1回ずつ連続して得られるが、表示したMFES値としては15回の測定値による移動平均値を使用した。

測定されたMFES値はデータ処理システムによってオンラインでMTに収録したほか、これらの基礎データについては約5分ごとにMFESフロッピーディスクに収録した。

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クラブ(FG)を、一部スベードコアラ(SC)を用いた。また、FG及びSCによるサンプリングと併行して、各機器に取付けた深海カメラによる海底状況の写真撮影を行った。1次調査及び2次調査のサンプリング測点密度は次のように定めてある。

1次調査：サンプリングの測点は緯度、経度各々1度(60マイル)方眼の交点と、方眼中

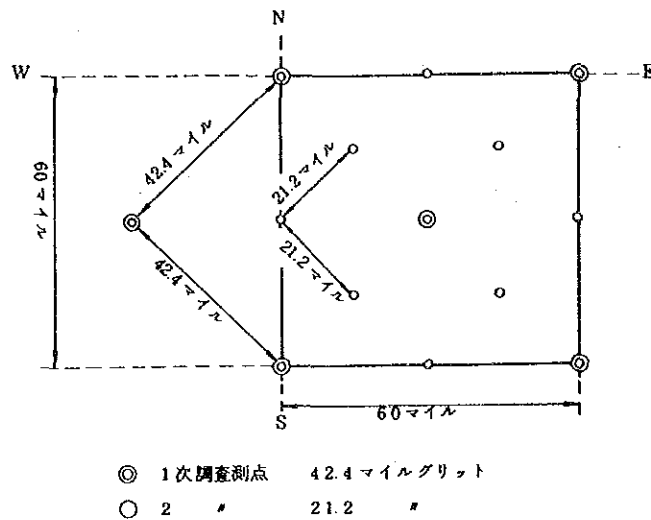
心点を結ぶ42.4マイルグリッドとする。

2次調査：1次調査点の中間を埋める測点を追加し、測点間隔を21.2マイルグリッドとする。以上の関連を図2-2に示した。

サンプリングは1測点あたり3回行い、その方法は、測点を南側の頂点とする直角二等辺三角形の各頂点においてサンプラーを投入点を探試点と見なすものである。すなわち測点及びそれを中心として北西及び北東各々1.4マイルの点においてサンプリングを行う方法である。

投入順序は、測点に対する進行方向がどの方向からであっても一旦測点を通過して測点位置を確認した後、測点に戻り第1投を投ずる。

3点サンプリングの投入順序は図2-3の通りである。



- 注 1) 60マイル方眼は経度・緯度各1度を示す。
2) 1マイルは1.852km

図2-2 測点密度説明図

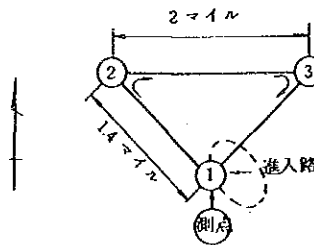


図2-3 3点サンプリングにおけるサンプラーの投入順序説明図

FGに代えてSCを用いるときは、3探試点のうち原則として第1投目にあたる測点に対して行う。FGサンプリングでは、稀ではあるがネットの破損、作動不完全などによりサンプル採取が不十分だったことが推定されることがある。この様な場合には海底写真によるマ

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フの作動状況（グラフ精度）を求め、分布密度算出の参考としている。

8) 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2-4(1)・(2)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線化学分析等の処理を行ったほか、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・微量分析等を実施し残余は保管した。

9) CDCによる海底観察

マンガン団塊及び海底の状況を詳しく観察するためにCDCによる海底観察を行った。測線は、2次調査海域内で、マンガン団塊分布密度の高い測点を中心とした連続性を観察することに重点を置いて選定された（図2-6参照）。目標測線延長は60マイル、観察測点間隔は2マイルである。各測点ではそれぞれ5回の海底写真撮影を行った。写真撮影時の船速は1.0ノットを目安としている。得られた写真よりマンガン団塊分布密度及び平均粒径の算出を行った写真枚数の単純平均によって求めた。この場合、岩盤の写真については、マンガン団塊分布密度をゼロとして各測点の平均値算出の数に加えた。

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、船上で主として行ったが、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。

(1) 調査データとその処理

- NNSSによる船位（日付，時刻，緯度，経度）を1分ごとの修正船位表にして船上データ処理システムから出力した。
- PDR(NBS)の水深（日付，時刻，デジタイザー及び記録紙からの読み取り値）を5分ごとに野帳に記録した。
- SBPの表層堆積物（上位透明層層厚，層序タイプ）を5分ごとに野帳に記録した。
- MFESの測定値を観察測点間の測線及び採試点間の測線では5分ごとにそれぞれ野帳に記録した。

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。

- マンガン団塊データ：採取量，粒度ごとの湿重量，形状，個数，表面構造など。
- 堆積物データ：種類，色調，粒径，微化石など。
- 分析データ：5主成分（Ni, Cu, Co, Mn, Fe）の品位及び含水率。
- FG, SC, CDCなどによる海底写真，揚収写真，作業写真など。
- 物理探査記録写真（PDR記録，SBP記録）。

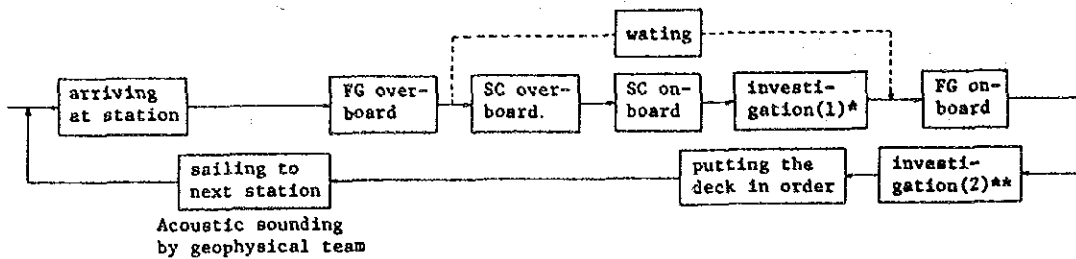
(2) 調査データの解析

調査進行上、船上の調査データによって必要な解析図表を作成し、後日陸上で更に詳しく解析し次に述べるような各種図表に総括した(図2-5)。

① 航跡図、採試点位置図

データ処理システムから出力した修正船位表の各船位を用いて、120万分の1位置記入用図に記入、これらを作成した。

[A] The outline of the bottom sampling work



* Detail of investigation (1)

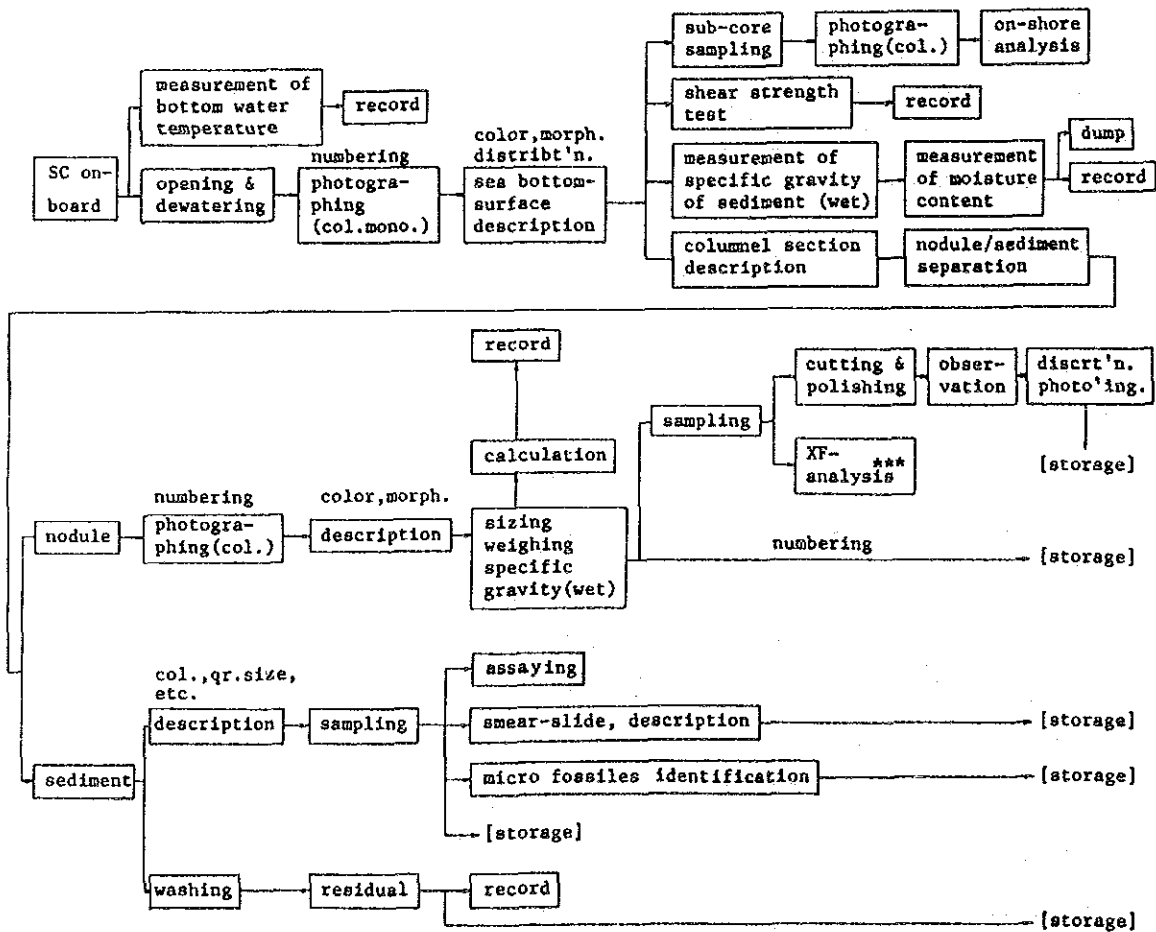
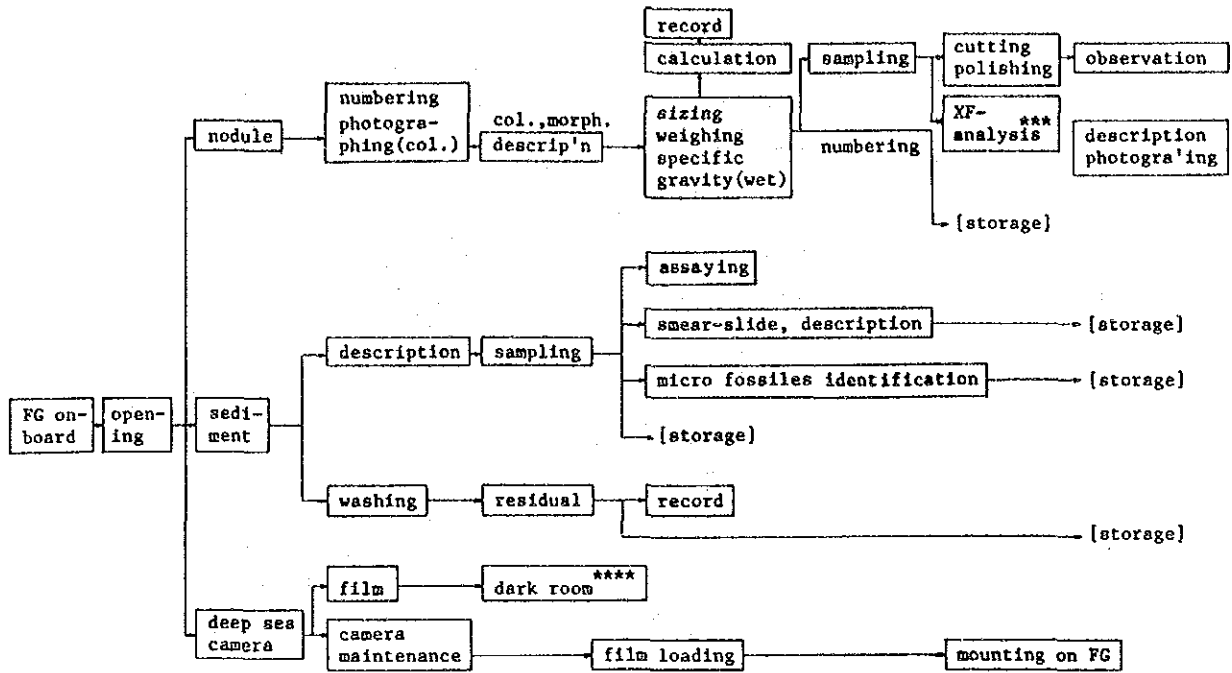
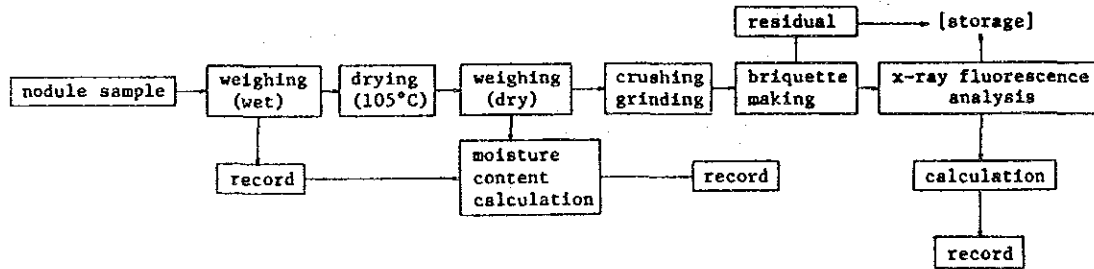


図2-4 サンプル処理解析系統図(1)

** Detail of investigation (2)



*** Detail of XF-analysis



**** Detail of dark room work

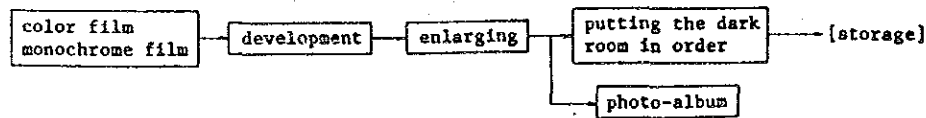
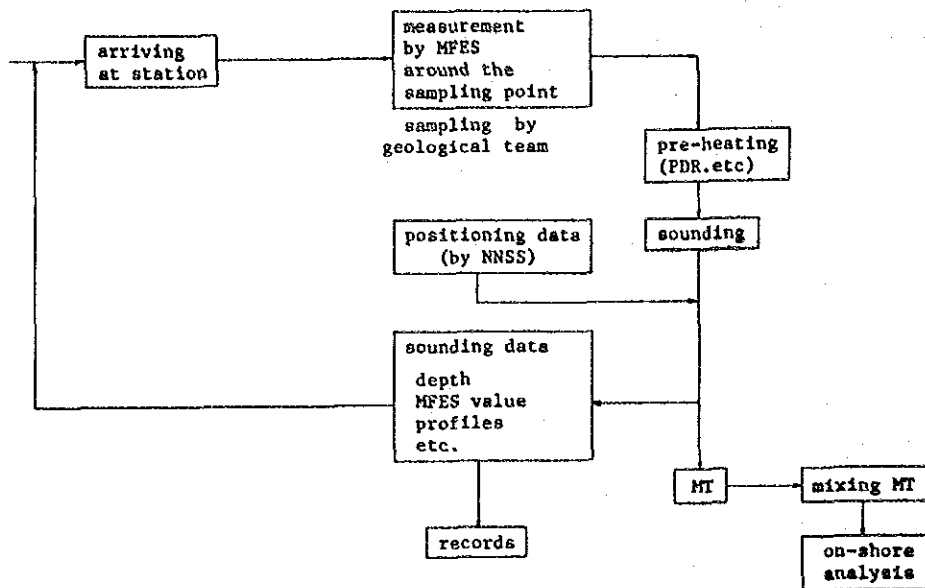


図 2 - 4 サンプル処理解析系統図(2)

[B] The outline of the acoustic sounding



After surveying, on the way to the base harbor, all data are analyzed and evaluated. The outline of them are as follows:-

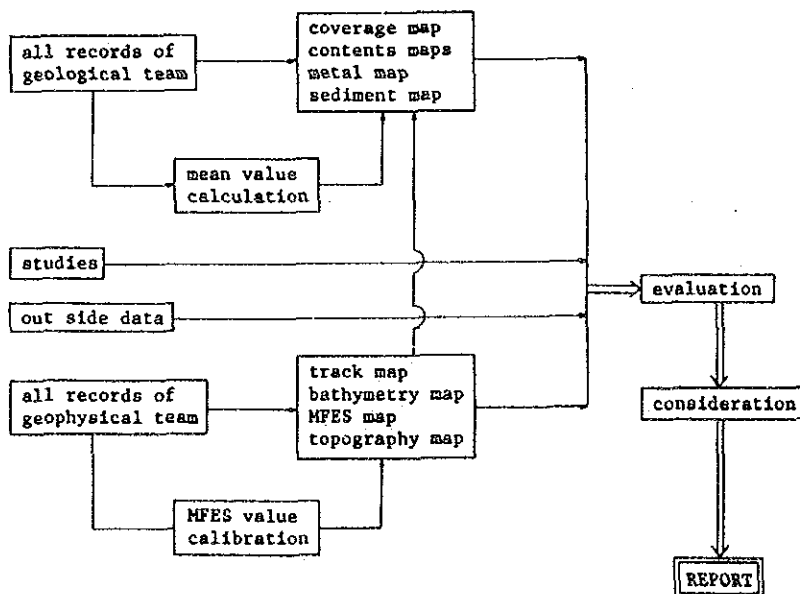


図 2-5 音響探査及びデータ処理系統図

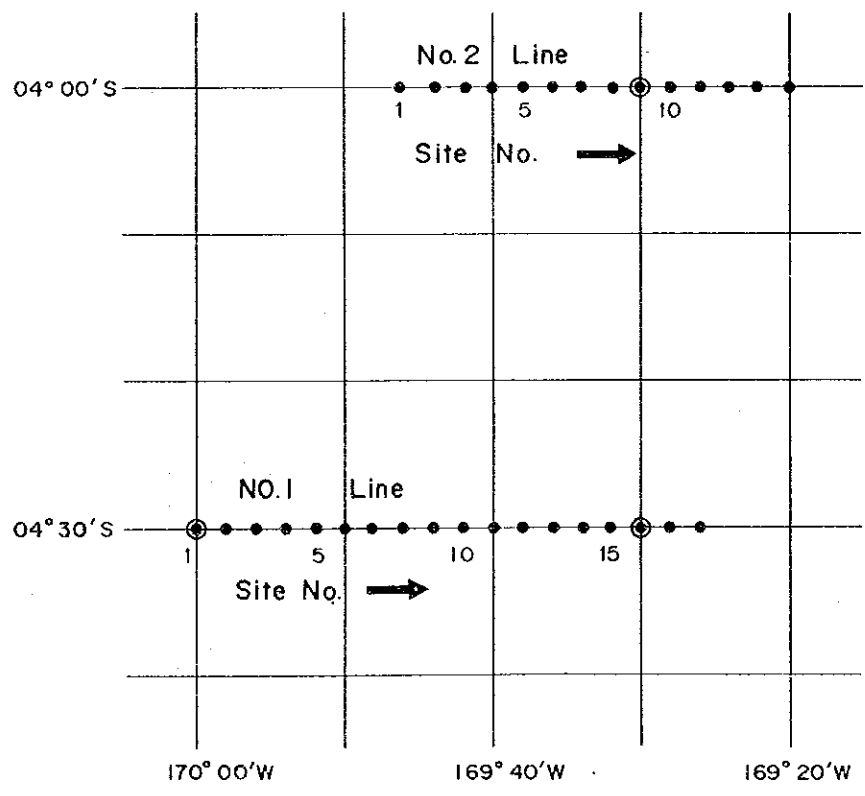
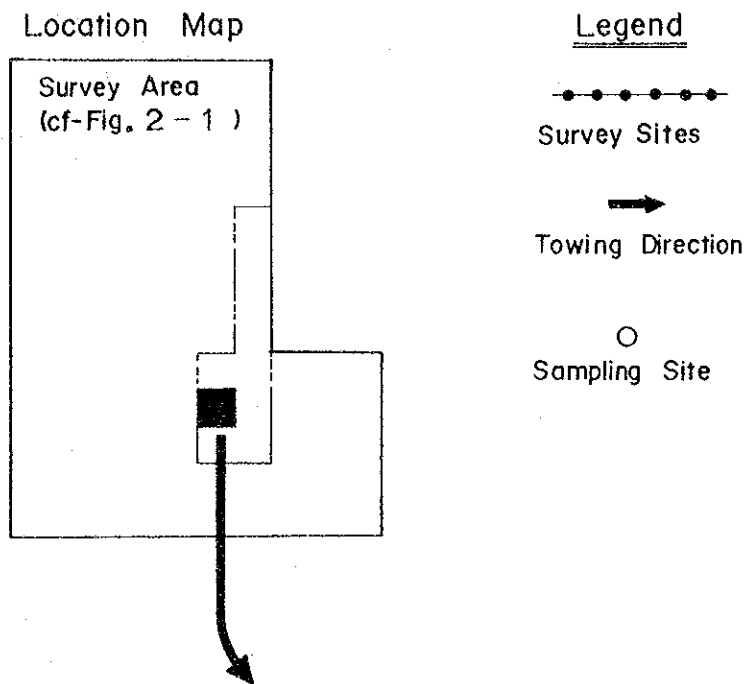


図 2-6 CDC 調査測線及び測点位置図

② 海底地形図

上述の航跡図上に5分ごとの水深値をプロットした水深図を用いて、200m等深線による海底地形図を作成した。

③ SBPの上位透明層等層厚線図

SBP記録紙から5分ごとの上位透明層層厚値を読みとって、上述の航跡図上にプロットし、10m等層厚線によって本図を作成した。

④ 底質図

採試点位置図等をもとにしてサンプラーから得られた底質物を種類別に、また自生鉱物についてはその量をプロットして本図を作成した。

⑤ MFESによる分布密度図

MFESのデータディスプレイから5分ごとに読みとった分布密度値を上述の航跡図上にプロットし、2.5kg/m²単位の等分布密度線により本図を作成した。

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もとにして各観察測点（1観察測点あたり3ケのサンプル）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

船上において毎日得られるマンガン団塊に関するデータ容易に検索，閲覧出来るようにするため，必要項目を野帳から抜粋^{*1}，調査結果を添付資料として一覧表にとりまとめた。

⑧ CDC調査図

CDCによる観察測点と測線及び近傍の海底地形図を描いた平面図に，サンプリングによって得られたマンガン団塊の分布密度（kg/m²）とFDC観察測点の写真解析による分布密度を記した。

⑨ その他

マンガン団塊の賦存量，品位形状，賦存状況，地形，SBPによる上位透明層層厚などの各要素間の関係を考察し，マンガン団塊賦存の場について検討を加えた。

*1 主なものは，緯度，経度，水深，粒度分布，分布密度値，形状，品位堆積物，結合状態などである。

2-2 コバルトクラスト

1) 調査手順

既存の地形データ、及びマンガン団塊1次調査より得られた地形データに基づき、船上にて調査対象海山を5海山選定した(図2-1参照)。この5海山のなかには2つの環礁(Sydney I.及びPhoenix I.)も含まれる。調査は、各種音響探査による地形及び表層堆積層の把握とドレッジによるサンプリングが主なものである。一部でFDCによる海底観察と写真撮影を行なった。

2) 付番

以下の要領で付番した。

<海山名> SOPAC(S)-KIRIBATI (アルファベットのAより始め、次年度以降、別の海域に対しては順次B,C,D……を用いる) -No. 例: SA01。

<サンプリング点>年号-海山名-使用機種-No.

例: 87SA01AD01

<FDC測線>年号-SOPAC(S)-FDC-No.

例: 87SFDC01

<音響探査測線>年号-SOPAC(S)-日付-N(NIGHT)

例: 87S0901N

<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全く同じ、FDCに関しても、マンガン団塊におけるCDCと同じである。

4) 海底地形調査

NBS及びPDRなどを用いて海底地形を把握しながらサンプリング点を選定するとともに、プロッターを用いて地形図を作成した。航走測線密度は、4マイル間隔を標準とし、必要に応じて2マイル間隔とした。航走速度はふつう10ノットである。

5) 表層堆積物調査

SBPを用いて海山表面における堆積層分布状況を把握しながらサンプリング点選定の一助とした。

6) サンプリング

5海山全てにおいてドレッジによるサンプリングを実施した。目的に応じて各種ドレッジ(表1-1参照)を使用した。サンプリング対象範囲は、海山頂部より斜面にかけてであり下限水深は3,500m程度までとした。1海山におけるサンプリング点数は10点前後である。ドレッジ時の曳航船速は0.5~1.5ノット程度でドレッジ着底から離底までの標準曳航時間は30分程度である。

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成分及び含水率である。分析法はマンガン団塊と同じである。但し、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から行った。又、マンガン団塊と同様に、顕微鏡観察、X線回折試験、完全分析及び微量分析なども陸上で行った。

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びんに水密保管し、他は木箱に乾燥状態のままそれぞれ保管した。

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FDC調査を2つの海山において実施した。2ヶ所とも海山の頂部である。計画測線延長は10マイル及び5マイルで、曳航船速は1.0ノットを標準とし、原則として海底面に沿った連続観察である。写真撮影間隔は適宜とした。本機は曳航体にファインダー付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、とりわけサンプリングだけから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求めた。

9) 調査データの処理及び解析

(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。但し、コバルトクラスト調査ではMFES測定は実施しておらず、FG, SC及びCDCに代るものとしてFDCが挙げられる。

(2) 調査データの解析

船上及び陸上における解析に基づき次のような各種図表を作成した。

- ① 航跡図：各海山ごとに30万分の1で作成した。
- ② 海底地形図・サンプリング位置図：X-Yプロッターにより30万分の1で作成し、サンプリング位置(概略位置)を示した。
- ③ 海底地形断面図：②のデータに基づきデジタイザーにより各海山の断面図を作成した。
- ④ 海底地質及びコバルトクラスト分布図：ドレッジサンプリングデータ及びFDC調査データの要点を海山別に海底地形図上に示した。この図には各サンプリングごとの平均分析品位も示している。
- ⑤ FDC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FDC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。
- ⑥ 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

1) 広域地形

調査海域全体の海底地形図を図3-1-1及び別添第3図に示す。

同図より明らかな様に調査海域中央部に山岳地が発達しており、調査海域北部の平坦地と南東部の準平坦地を分断している。

また、調査海域東縁部から東北東方向に向かって、“NOVA-CANTONトラフ”が発達している。

調査海域東縁部に分布する平坦地は、海山を除けば、水深約5,200~5,600m(平均5,400m)の範囲にあり、東北東方向に延びる数条の丘(水深5,000m程度)や谷(水深5,800m程度、6,000mに達するものもある)が特徴的に認められる。

比高3,500mを越える海山(SA04海山:頂部水深1,040m, SA05海山:頂部水深1,170m)の2箇所を確認された。

調査海域南東部に分布する準平坦地は、水深約5,400m~5,600m(平均5,500m)の範囲にあり、北西-南東方向に延びる起伏により特徴づけられている。また、全体的に、北部の平坦地に比し起伏が大きい。当海域内では、比高2,500mを越える海山(SA01海山:頂部水深1,900m, その他の海山:頂部水深2,960m, 3,570m)の存在が3箇所を確認された。

調査海域中央部に発達する山岳地は、北西-南東方向に配列していると考えられるフェニックス諸島(例えば、Canton-Enderbury-Phoenix及びこれに平行する海山列)と、これらに斜交して東北東方向に配列し、NOVA-CANTONトラフに沿って発達する一連の海山等との2系統の海山列により構成されている。

海山の種類としては、環礁、尖頂海山、複合海山等に分けられる。

2) 海底地形区分

マンガン団塊賦存状況などを解析するため、地形を巨視的な見方と微視的な見方とから区分した。地形区分の定義については、表3-1-1に示す。

当調査海域の海底地形は、巨視的には北部に発達する平坦地(2°00'S以北)、中央部にほぼ東西に走る山岳地、南東部に発達する準平坦地(2°30'S・170°30'Wで囲まれる東側)の3つに大別することができる。

これら巨視的地形は、それぞれ

- ① 平坦地は『中央太平洋海盆』の南縁に、
- ② 山岳地は『NOVA-CANTONトラフ』の一部に、
- ③ 準平坦地は『北トケラウ海盆』の北縁部に、

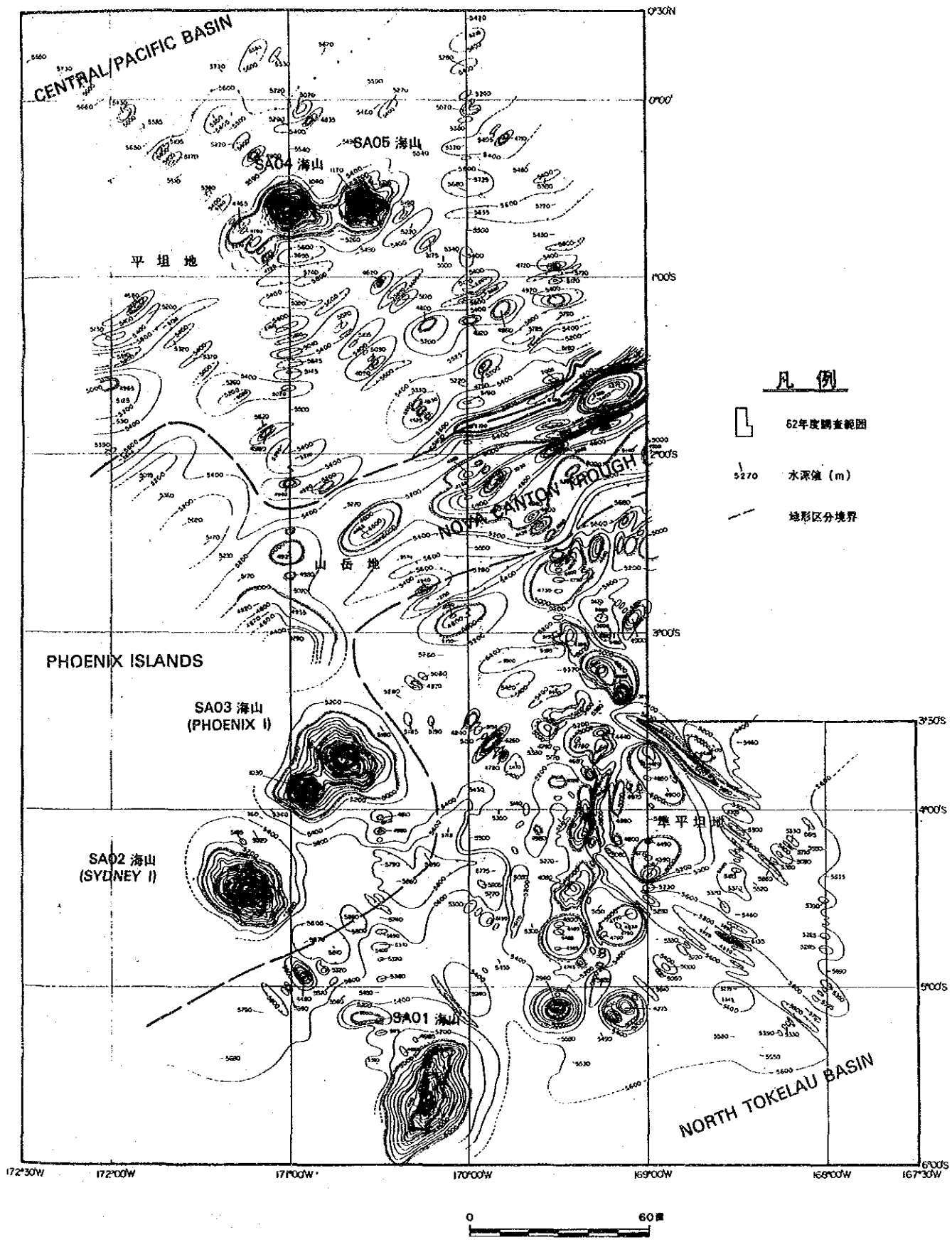


圖 3-1-1 海底地形説明図

相当する(図3-1-1参照)。

表3-1-1 海底地形区分一覧

地形区分		定義
巨視的区分	平地	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	海山が群をなしている地域。
	準平地	顕著な海山、海丘は少ないが起伏に富み平地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)をとも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	スムーズな起伏をとも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地、裂かあるいは断裂帯を含む。
	台状地	スムーズな起伏をともない、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未満の丘状地。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(平地に移行する部分までが斜面に属する)。
	海嶺	帯状に連なっている海丘あるいは海山からなる山脈を呈する地形。
その他	上記のいずれにも属さない地形。	

山岳地の周辺部には、その周辺部に沿って水深6,000mを越えるトラフが発達している。

また、当調査海域の海底地形を微視的に見た場合、平地、盆状地、溝状地、台状地、海丘、海山等に区分される。

平地は、調査海域の北部と南東部に広く分布している。

盆状地(舟状海盆を含む)は、北部の平地内に小規模なものが点在する他は、南東部の準平地と山岳地の境界付近にわずかに認められる程度である。

溝状地は、東部の山岳地周辺や南東部の海丘周辺に発達しているのが認められる。

台状地は、特に顕著なものは存在しないが北部と南東部に僅かに点在しているのが認められる。

海丘は、南東部の準平地内に分布し、その配列は、南北方向を示しNOVA-CANTONトラフと斜交するのが特徴的である。比高は920~580m程度を示す。

海山は、SA01海山、SA02海山(環礁)、SA03海山(環礁)、及び今回の調査で新し

く発見した SA04 海山, SA05 海山の 5 つが代表的であるが, その他にも比高 1,000 m を越えるものが 3 箇所確認された。

なお, 山と谷が小刻みに且つ周期的に繰り返す, いわゆる波状地は, 殆ど認められなかった。

3-2 表層堆積物

1) SBP 記録の分類 (図 3-2-1 参照)

当調査海域では, SBP 記録をその反射パターンに基づいて, タイプ a, タイプ b, タイプ bc, タイプ c, タイプ d₁, タイプ d₂, タイプ ds, タイプ e₁ の 8 つに分類した。

各分類の定義及びその特徴は下記の通りである。

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 層構造を示し, その透明層の透明度が良く (白く抜けている), 不透明層との境界も比較的明瞭である。層厚は 10~50 m 程度である。

タイプ b : タイプ a と同様に透明層-不透明層の 2 層構造から成るが, 透明層の透明度が悪く半透明 (層) を示している。層厚は 30~100 m を示し, 一般的には 50 m 以上を示すが当調査海域では 50 m 以下を示す場合が多い。又他のタイプに比し層厚の変化が著しい。

タイプ e₁ : 透明層と不透明層の多層構造を示す。明瞭な縞状を呈する薄い不透明層が上位透明層の直下に認められる。このタイプの透明層の層厚はこの縞状の不透明層までをとり, 概ね 10~40 m 程度である。

これらの透明層の分布範囲は, 褐色粘土, 珪質粘土帯にほぼ対応している。

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 層から構成されるタイプである。但し, 記録紙上では認められないが, 最上位に極薄い透明層を伴うことがあると推定されている。

タイプ d₁ : 不透明層のみで構成されるタイプである。一般に海山や海丘の分布と一致して認められ, 又岩盤の露出部にほぼ対応するものと考えられる。

タイプ d₂ : タイプ d₁ 同様, 不透明層のみより構成されているタイプを指すが, 分布は地形的には主として平坦な部分 (平地) に認められ, 岩盤又はより粗粒な堆積物に対応するものと考えられる。

③ その他

タイプ ds : 不透明層のみで構成されるタイプと推察されるが, 海底地形の凹凸などによる散乱波のために記録が不鮮明になったものと思われる。

タイプ bc : 基本的にはタイプ b 同様, 透明層-不透明層の 2 層構造で構成されるタイプと推察されるが, 透明層を示す最表層の上面 (海底との境界面) が安定した 1 本の線と

ならず常にノイズを含んでいること、更に透明度も不安定で所によっては不透明層に近くなることも稀ではない。

2) SBPタイプの分布状況(別添第4図参照)

当調査海域は地形の項で述べた様に、調査海域北部の平坦地と中央部の山岳地そして南東部の準平坦地とで構成されている。

SBP記録は、平坦地では上位に透明層が認められるタイプが主体となっている。山岳地では上位に透明層が認められないタイプが卓越し、準平坦地では上位に透明層が認められるタイプと認められないタイプが同程度存在している。

① 平坦地(調査海域北部)

当調査海域では、比較的平坦な地形が発達しており、ほぼ全域にタイプbが分布している。当海域にある2つの海山と地形的な高まりあるいは、溝状地においてはタイプd₁及びタイプd₂が認められた。又00°以北の水深5,600m以深の平坦な海底ではタイプbcが分布している。タイプbの上位透明層層厚は比較的薄く10~50m程度である。タイプbcの上位透明層層厚は厚く100~150mを示している。

② 山岳地(調査海域中央部)

調査海域中央部では、NOVA-CANTONトラフに沿ってタイプd₁がほぼそれに対応して分布している。溝状地内には、タイプd₂、タイプds、タイプbが認められた。又西部の比較的平坦な海底にはタイプd₂が認められ、これより南に位置する2海山の東側ではタイプbが認められた。タイプbの上位透明層層厚は10~50mを示している。

③ 準平坦地(調査海域南東部)

タイプd₂は、169°W~170°Wにかけて南北方向に連なる一連の海山、海丘及び溝状地を囲むように分布し、海山、海丘及び溝状地には、タイプd₁、タイプds、タイプa、タイプbが認められ、各タイプが起伏にとんだ地形に対応して入り組んで分布している。又170°W以東の平坦な海底にはタイプbが広く分布して、局部的にタイプd₁が地形の高まりに対応して分布している。

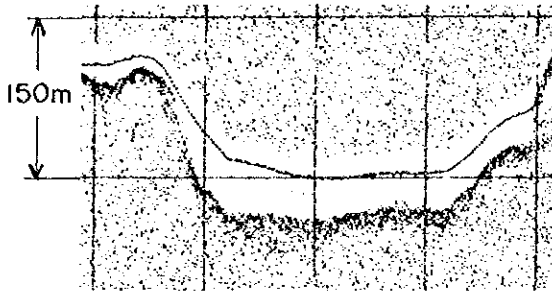
3) 上位透明層層厚の分布状況(別添第5図参照)

上位透明層層厚の分布状況は、SBP記録の各タイプの分布状況にほぼ対応している。

当調査海域における上位透明層の一般的層厚を各タイプ別に見た場合、タイプaでは10~50m、タイプbでは10~50m、タイプbcでは100~150m、タイプc₁では5~30m、タイプc、タイプd₁、タイプd₂、タイプds等では透明層は認められない。

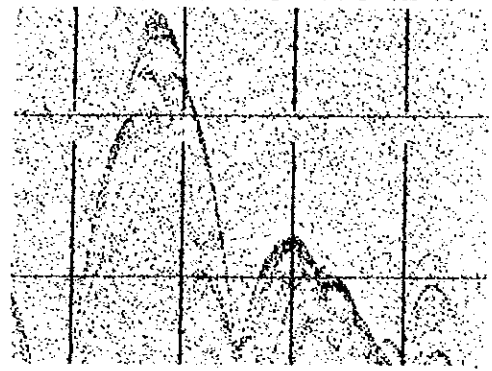
Type a

Line No. 87S0907N
1°02'S · 172°00'W



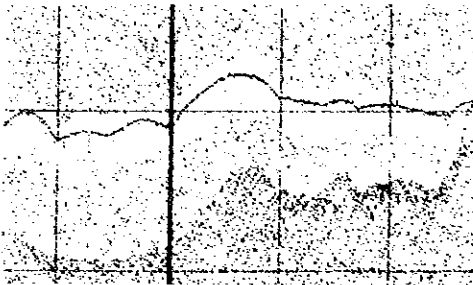
Type d₁

Line No. 87S0906A
1°18'S · 170°42'W



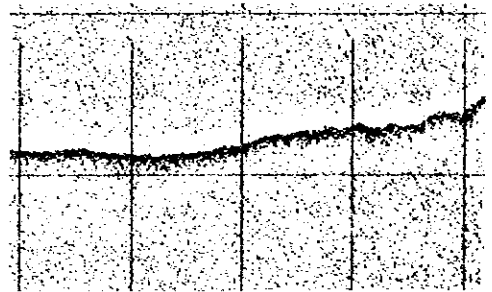
Type b

Line No. 87S0904A
0°04'S · 169°57'W



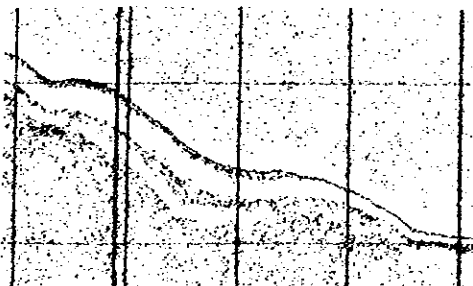
Type d₂

Line No. 87S0908N
2°32'S · 171°25'W



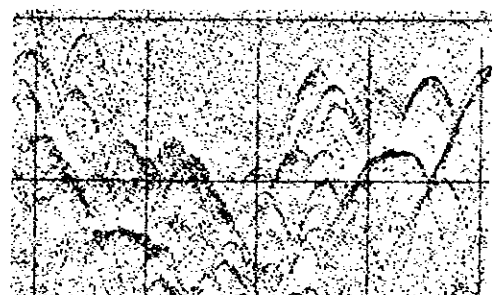
Type e₁

Line No. 87S0916N
5°30'S · 169°30'W



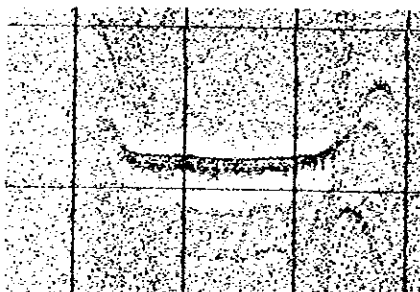
Type ds

Line No. 87S0910N
2°52'S · 169°30'W



Type c

Line No. 87S0913N
3°45'S · 168°48'W



Type bc

Line No. 87S0901N
0°23'S · 172°48'W

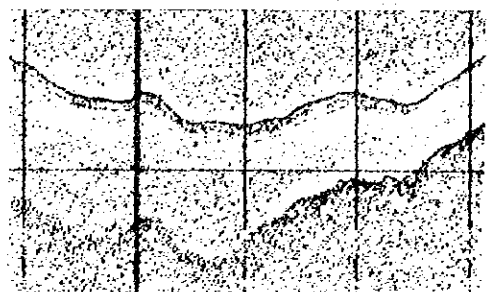


図 3 - 2 - 1 SBP 記録の分類

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、構成物の定量についてはスミアスライドを作成し鏡下観察(100倍)により行った。

表3-3-1 底質物の分類基準

	全生物遺骸 (%)	*1 珪質生物 遺骸 (%)	*2 石灰質 (%)	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			石灰質遺骸>珪質遺骸。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
珪質軟泥	>30		<5	

*1 放射虫, 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) 分布と性状

① 分布

底質物の採取比率を表3-3-2に, 底質分布図を図3-3-1に示す。

当調査海域に分布する底質物は褐色粘土, 珪質粘土及び石灰質堆積物を主体とする。褐

表3-3-2 底質物の採取比率

時代	種類	採試数	比率 (%)		
第四紀	褐色粘土	63	47.0	100	
	珪質粘土	38	28.4		
	石灰質堆積物	灰珪質粘土	13		9.7
		珪灰質粘土	11		8.2
		石灰質粘土	2		1.5
		灰珪質軟泥	2		1.5
		珪灰質軟泥	2		1.5
古期	珪質軟泥	1	0.7		

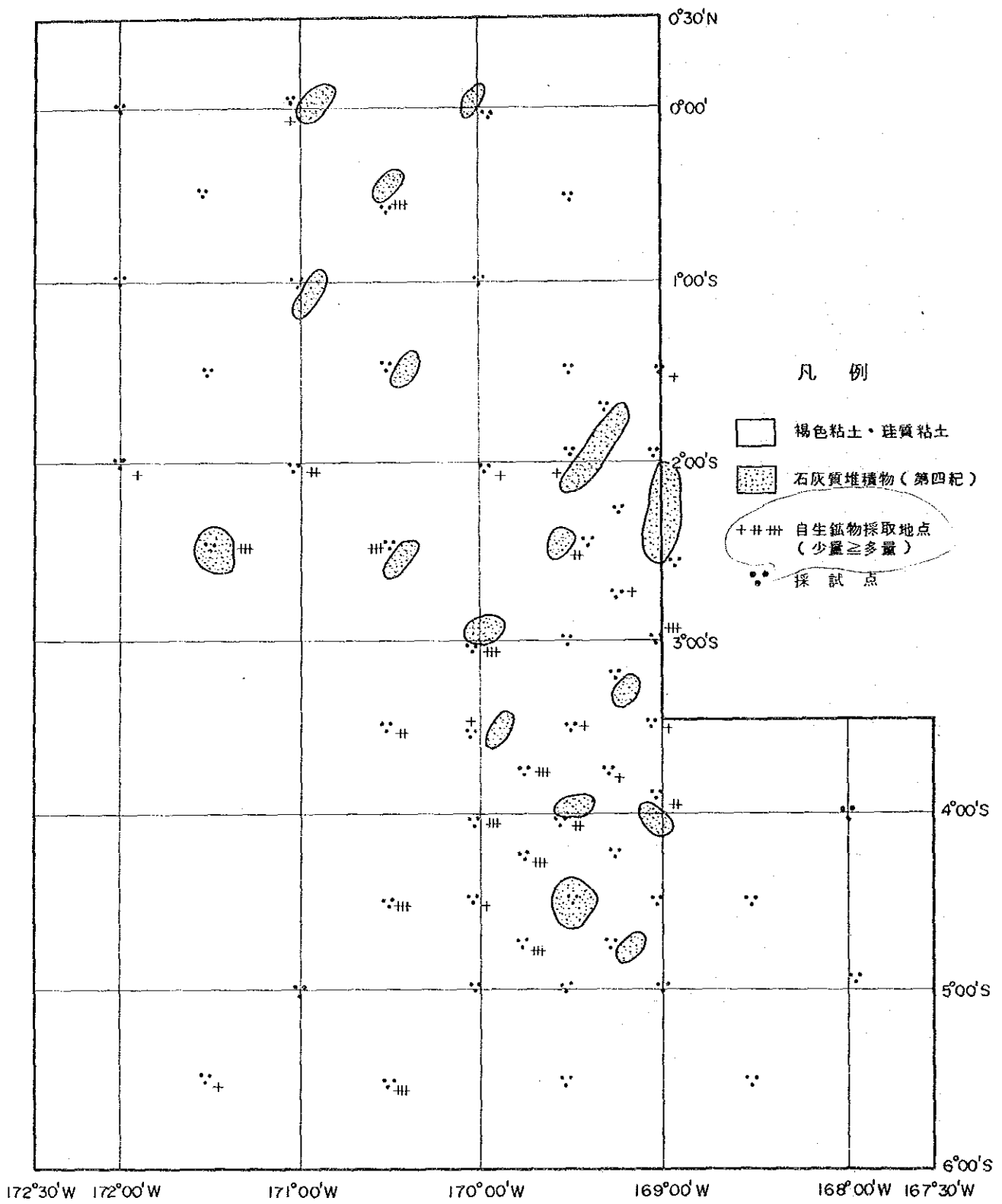
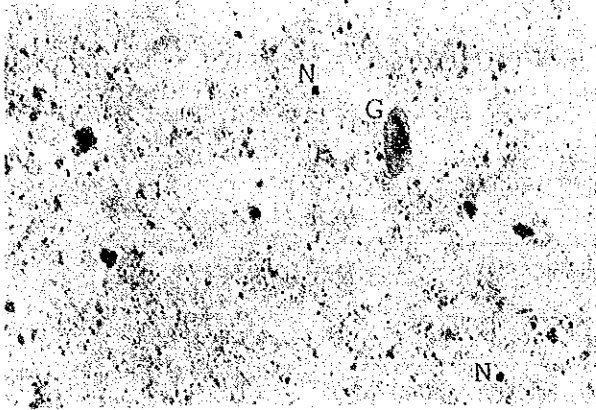
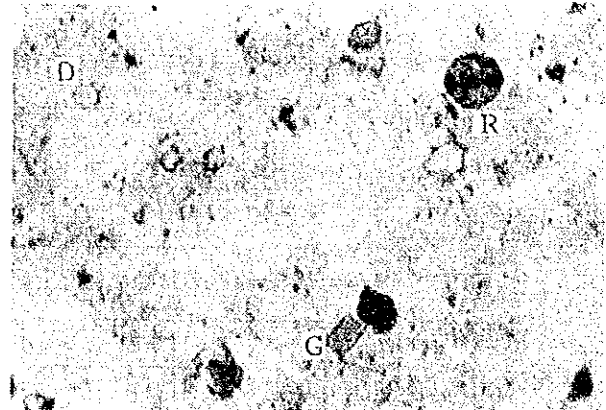


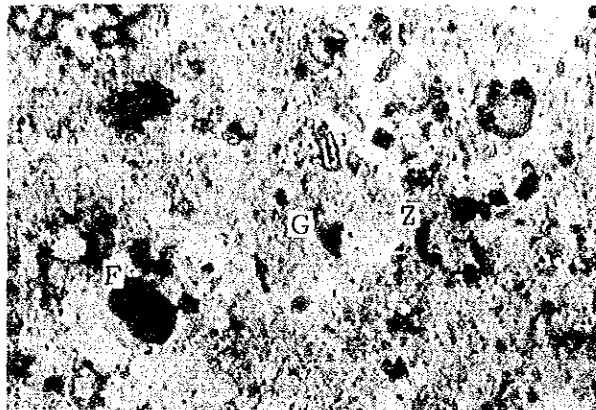
图3-3-1 底質物分布图



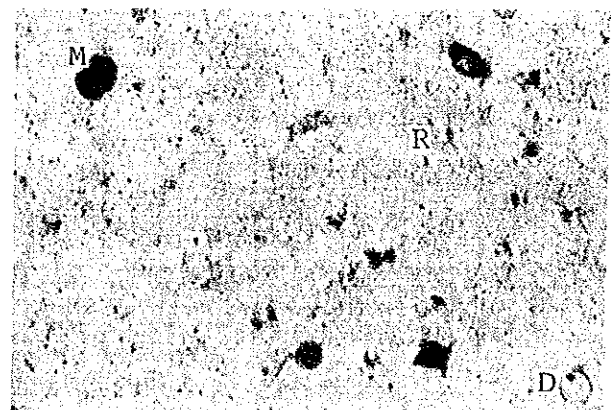
Brown clay (87S0471FG01)



Siliceous clay (87S0172FG04)



Calc Siliceous-clay (87S0569FG01)



Silic-calcareous clay (87S0271FG04)

Legend

R: Radiolaria D: Diatom F: Foraminifera fragment Z: Zeolite
 M: Mud fragment N: Micro-nodule G: Volcanic glass

図 3-3-2 各種底質物のスミアスライド写真

色粘土は、大部分が3°00' S以南に分布し、3°00' S以北では珪質粘土が大半を占めている。

石灰質堆積物は、海域内に点在し、採試点比率で23.9%と高い値を示している。分布水深は4,600～5,200 mで、海域南部にやや多く認められる。これらの場所は地形的に海山、海丘となっている。

② 性 状

各底質物の一般的性状について以下に概説する。また、各底質物の顕微鏡写真のうち、代表的なものを図3-3-2に示す。

㉑ 褐色粘土・珪質粘土

褐色粘土、珪質粘土は、粘土鉱物および珪質生物殻を主要構成鉱物とし、これにマイクロノジュール、火山砕屑物、イクチオリス及び沸石類等を伴う。珪質生物殻は、放散虫殻および珪藻殻がその主なもので、珪質生物殻含有率は5～15%のものが大部分を占める。

当調査海域の底質物は、特徴としてマイクロノジュールおよび火山砕屑物を多量に含み、マイクロノジュールの含有率が数%に達することは稀ではない。そのため、ザラツキを示す底質物が多い。

㉒ 石灰質堆積物

石灰質堆積物は、含有する石灰質生物殻、珪質生物殻の量比により区分しているが、当調査海域では、灰珪質粘土、珪灰質粘土、石灰質粘土、灰珪質軟泥、珪灰質軟泥および石灰質軟泥の6種類が認められた。何れも有孔虫の破片を主体とし、マイクロノジュール、火山砕屑物、イクチオリスおよび沸石類等を含有する。

なお、コバルトクラスト調査の際、各海山上で採取した底質物はすべて粗粒の石灰質軟泥であった。

㉓ 珪質軟泥

放散虫からなり、マイクロノジュールを多量に含む。当調査海域では1採試点だけで採取された。この採試点は水深約6,265 mで、本調査における最深の採試点となっている。

3) 構成鉱物

調査海域の北部と南部を代表するスベードコアラーサンプルを各々1ヶ所選定し、そこで採取された底質物の各深度6ヶ所からサンプルを採取し、粉末X線回折試験に供し、鉱物組成を検討した。表3-3-3及び図3-3-3にその結果を示す。ここに含まれる底質の種類は褐色粘土、珪質粘土及び珪質軟泥などであるが、その殆んど全てのサンプルに共通する構成鉱物としては石英、斜長石、石コウ及び粘土鉱物が検出された。粘土鉱物はイライト、緑泥石、モンモリロナイトが認められる。また、岩塩が普遍的に含まれている。

海底面からの深度（SCによる上層と下層）の違いによる鉱物組成の変化としては、SC06、SC02ともに上部に石コウが存在し、さらに、SC06では深度40cm以深で緑泥石が欠如することが揚げられる。

表 3 - 3 - 3 底質物 X 線回折試験結果

Sample No.	Minerals	Q	Pl	Mont	Il	Chl	Gyp	Ha
87S0270SC06	0 cm (Brown Clay)	±	±	±	±	±	±	±
"	10 cm (Siliceous Clay)	+	±	±	±	±	+	±
"	20 cm (")	+	±	±	±	±		±
"	30 cm (Siliceous ooze)	±	±	±	±	±		+
"	40 cm (")	±	±	±			±	+
"	50 cm (")	±	±	±				±
87S0668SC02	0 cm (Brown Clay)	±	±	±	±	±		±
"	10 cm (Siliceous Clay)	+	±	±	±	±	±	+
"	20 cm (")	+	±	±	±	±	±	±
"	30 cm (")	+	±	±	±	±	±	+
"	40 cm (")	±	±	±	±	±		±
"	50 cm (Brown Clay)	±	±	±	±	±		±

Legend: ++, +, ± indicate intensity of diffraction peaks, (++: moderate, +: weak, ±: very weak)

Q: Quartz, Pl: Plagioclase, Mont: Montmorillonite
Il: Illite, Chl: Chlorite, Gyp: Gypsum, Ha: Halite

なお、これら2ヶ所のスベードコアラーサンプルの比較でみる限りでは海域内における南北間の差異は認められない（SC06は海域北部において、SC02は海域南部において採取されたサンプルである。図2-1参照）。

4) 化学組成

スベードコアラー(SC)で採取した底質物について表層から10cmごとにサンプルを採取し、化学分析を行った。分析結果を表3-3-4に示す。これより、次のようなことが明らかとなった。

- ① 上、下層を比較した場合、FeO、CaO、Na₂O及びIg-lossは上層で高く、SiO₂、BaO、MnOなどは下層で高い。MgO、B、Zn、Y、Co、As及びSrは品位がほぼ一定で上、下層間における変化は認められない。

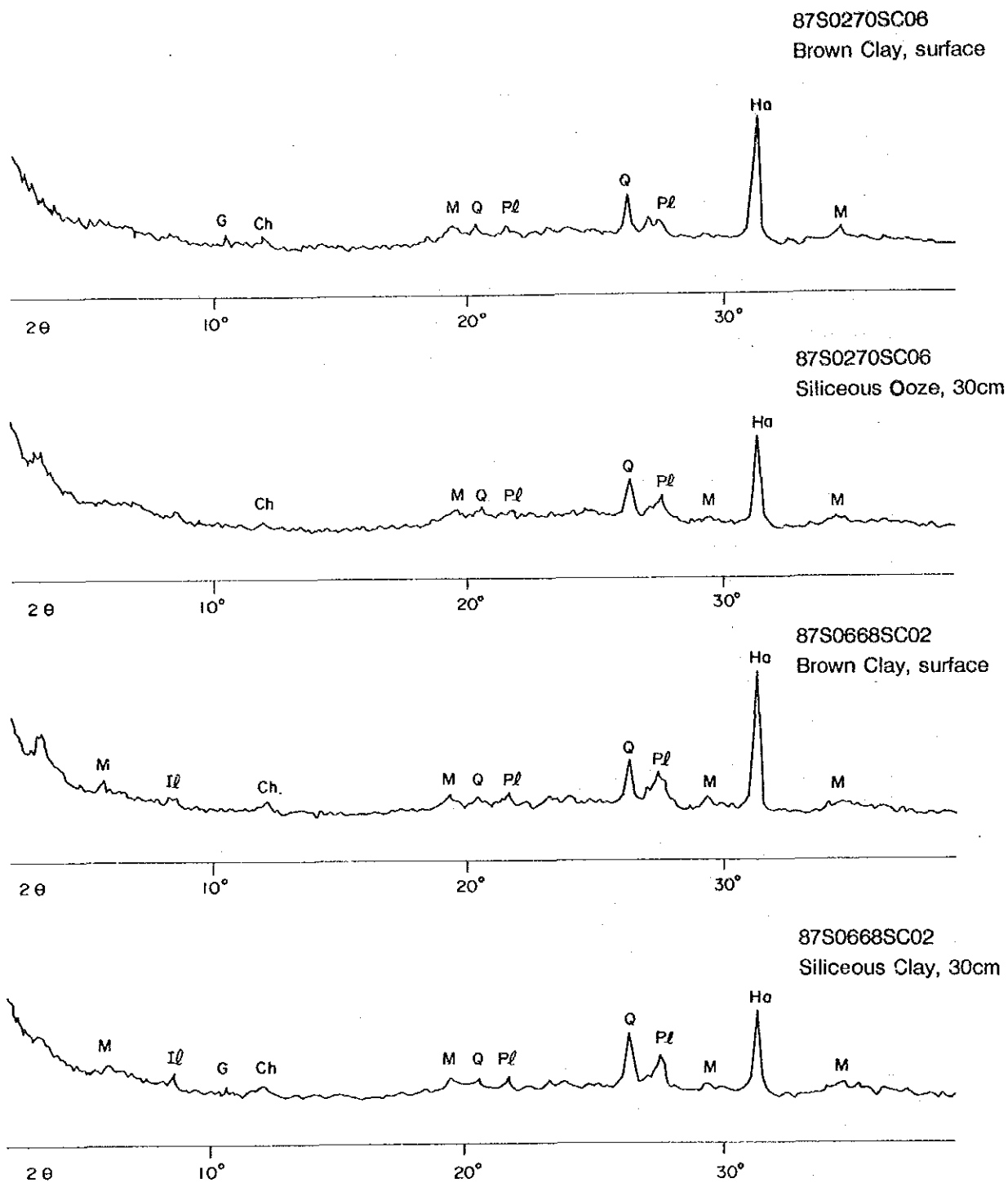


図 3-3-3 底質物の代表的 X線回折パターン

表 3-3-4 底質物の化学組成

(%)

No.	Sample No.	Components and Values													
		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	
1	8750668SC028750270SC06	Surface	50.40	0.47	10.19	3.95	1.07	0.68	2.75	1.58	0.18	7.19	1.52	0.52	18.67
2		10 cm	51.67	0.52	10.71	4.59	0.84	0.68	2.69	1.76	0.19	6.33	1.65	0.52	16.88
3		20 cm	52.95	0.56	11.12	5.42	0.39	0.86	2.71	1.59	0.20	5.81	1.71	0.48	15.47
4		30 cm	53.18	0.56	11.33	5.43	0.36	0.92	2.71	1.48	0.19	5.83	1.71	0.42	15.34
5		40 cm	57.01	0.35	7.96	3.46	0.30	0.84	2.24	1.19	0.30	6.81	1.38	0.34	15.35
6		50 cm	59.69	0.34	7.81	3.32	0.32	1.25	2.11	1.14	0.34	5.97	1.30	0.35	16.10
7		Surface	47.23	0.93	11.77	6.38	0.84	0.86	3.35	2.30	0.17	6.44	1.78	0.44	16.47
8		10 cm	47.51	0.97	12.03	6.63	0.68	0.87	3.42	2.30	0.20	6.45	1.73	0.43	15.47
9		20 cm	48.17	1.07	12.58	7.46	0.88	0.89	3.53	2.30	0.21	5.96	1.95	0.43	14.31
10		30 cm	48.31	1.05	12.62	7.43	0.49	0.92	3.46	2.15	0.22	5.70	1.93	0.42	14.42
11		40 cm	47.61	1.08	12.75	7.72	0.42	0.95	3.59	2.15	0.22	5.83	1.90	0.42	14.27
12		50 cm	47.87	1.13	13.09	8.01	0.32	0.96	3.67	2.22	0.21	5.58	1.89	0.46	14.13
X		51.5	0.59	12.5	5.4	-	0.53	1.5	3.0	1.5	-	5.7	3.3	11.2	

(%)

No.	Sample No.	Components and Values												
		Pb	V	B	Zn	Y	Ni	Cu	Co	As	Sr	Mo	Total	
1	8750668SC028750270SC06	Surface	0.006	0.003	0.006	0.015	0.008	0.012	0.024	0.010	0.001	0.021	< 0.001	99.28
2		10 cm	0.025	0.004	0.007	0.013	0.008	0.013	0.037	0.010	0.001	0.022	< 0.001	99.17
3		20 cm	0.005	0.004	0.006	0.015	0.008	0.020	0.044	0.011	0.001	0.023	< 0.001	99.41
4		30 cm	0.005	0.003	0.006	0.014	0.007	0.020	0.040	0.011	0.001	0.022	< 0.001	99.59
5		40 cm	0.013	0.003	0.006	0.012	0.006	0.025	0.046	0.008	0.001	0.022	< 0.001	97.67
6		50 cm	0.004	0.003	0.006	0.013	0.007	0.047	0.070	0.014	0.001	0.022	< 0.001	100.23
7		Surface	0.006	0.004	0.006	0.016	0.006	0.009	0.030	0.012	0.001	0.027	< 0.001	99.08
8		10 cm	0.007	0.005	0.006	0.014	0.006	0.009	0.029	0.012	0.001	0.027	< 0.001	99.81
9		20 cm	0.007	0.005	0.006	0.015	0.006	0.010	0.030	0.012	0.001	0.029	< 0.001	99.86
10		30 cm	0.007	0.005	0.006	0.016	0.006	0.010	0.030	0.013	0.001	0.027	< 0.001	99.24
11		40 cm	0.006	0.011	0.006	0.017	0.006	0.009	0.033	0.013	0.001	0.028	< 0.001	99.04
12		50 cm	0.007	0.010	0.006	0.015	0.006	0.010	0.032	0.012	0.001	0.027	< 0.001	99.67
X		-	-	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

No.1-12 : Results of this survey
 X : DOMES Site-B (Bischoff J.L. et.al., 1979)

② 上, 下層間では変化は認められるものの, 調査海域 北と南で変化傾向が一様でない成分は Total FeO, MgO, B, Zn, Y, Co, As 及び Sr などである。

③ 北部 (SC06) と南部 (SC02) を比較した場合, 北部の方が南部より高い含有を示す成分は SiO₂, Ig-loss, Ni 及び Cu など, 一方その逆を示す成分は TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, K₂O, V 及び Sr である。なお, B, Zn, As 及び Co などはほぼ同一の品位を示し, 南北間の変化は認められない。

④ DOMES Site-B^{*1}における底質物の化学組成と比較すると, 当調査海域の方が高い成分としては MnO, MgO, Ig-loss などがあり, 逆に低い成分としては CaO, BaO, K₂O, P₂O₅ 及び B などがある。

*1 SiO₂ 51.5%, TiO₂ 0.59%, Al₂O₃ 12.5%, Fe₂O₃ 5.4%, MnO 0.53%, MgO 3.0%, CaO 1.5%, Na₂O 5.7%, K₂O 3.3%, P₂O₅ 0.51%, B 0.17%, Ig-loss 11.2%, (Bischoff, J.L. et. al., 1979)

⑤ 分析成分の相関係数を表3-3-5に示す。これによるとMnOはBaO, Ni, Cu及びCoなどと正相関を示し, P₂O₅などとは負相関を示す。Fe₂O₃はMgO, CaO, K₂O, V, Zn及びSrなどと正相関し, Na₂O, LOI, Ni, Cuなどと負相関する。NiはSiO₂, MnO, BaO及びCuなどと正相関し, TiO₂, Fe₂O₃, MgO, CaO, K₂O及びZnとは負相関する。

表3-3-5 底質物含有成分間の相関

(相関係数)

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	BaO	K ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	LOI	Pb	V	B	Zn	Y	W	Cu	Co	As	Sr	Mo
SiO ₂	1.00	-0.37	-0.91	-0.84	-0.45	0.38	-0.94	-0.95	0.77	0.14	-0.87	-0.49	0.24	0.09	-0.55	0.05	-0.75	0.38	0.94	0.89	-0.24	-0.01	-0.77	-0.91	
TiO ₂	1.00	0.91	0.98	0.89	0.85	0.98	0.94	-0.43	-0.48	0.91	0.12	-0.63	-0.25	0.73	-0.24	0.73	-0.67	-0.72	-0.62	0.51	0.00	0.35	0.00	
Al ₂ O ₃	1.00	0.95	0.18	-0.18	0.94	0.90	-0.71	-0.50	0.97	0.42	-0.49	-0.17	0.65	-0.08	0.77	-0.36	-0.82	-0.73	0.38	-0.00	0.78	-0.00	
Fe ₂ O ₃	1.00	-0.01	0.06	0.96	0.93	-0.47	-0.69	0.95	0.15	-0.70	-0.26	0.75	-0.23	0.74	-0.59	-0.70	-0.59	0.49	-0.00	0.91	-0.00	
FeO	1.00	-0.64	0.21	0.36	-0.58	0.58	0.13	0.63	0.61	0.24	-0.26	0.31	0.18	0.25	-0.49	-0.59	-0.16	-0.00	0.07	-0.00	
MnO	1.00	-0.19	-0.17	0.68	-0.56	-0.15	-0.71	-0.46	-0.54	0.17	-0.45	-0.82	-0.36	0.65	0.69	0.71	0.00	0.17	0.00	
MgO	1.00	0.96	-0.57	-0.38	0.92	0.27	-0.51	-0.21	0.71	-0.19	0.77	-0.57	-0.82	-0.74	0.42	-0.00	0.99	-0.00	
CaO	1.00	-0.01	-0.28	0.87	0.31	-0.49	-0.09	0.58	-0.06	0.69	-0.53	-0.82	-0.74	0.40	0.00	0.98	0.00	
BaO	1.00	-0.65	-0.63	-0.98	-0.17	-0.07	-0.14	-0.18	-0.53	-0.17	0.83	0.83	0.12	0.00	-0.26	0.00	
Na ₂ O	1.00	-0.35	0.15	0.78	0.26	-0.50	0.11	-0.38	0.25	-0.93	-0.19	-0.53	-0.00	-0.44	-0.00	
K ₂ O	1.00	0.33	-0.59	-0.14	0.62	-0.08	0.76	-0.42	-0.79	-0.68	0.36	-0.00	0.82	-0.00	
P ₂ O ₅	1.00	0.45	0.30	0.07	0.48	-0.30	0.59	-0.57	-0.59	-0.19	0.00	-0.68	0.00	
LOI	1.00	0.22	-0.60	0.31	-0.26	0.69	0.15	-0.01	-0.38	0.00	-0.67	0.00	
Pb	1.00	-0.12	0.32	-0.47	0.28	-0.13	-0.05	-0.53	0.00	-0.27	0.00	
V	1.00	0.12	0.58	-0.46	-0.44	-0.31	0.39	0.00	0.65	0.00	
B	1.00	-0.35	0.47	-0.09	-0.00	-0.29	0.91	-0.29	0.01	
Zn	1.00	-0.26	-0.60	-0.56	0.52	-0.90	0.65	-0.00	
Y	1.00	0.26	0.29	-0.32	0.60	-0.76	0.00	
W	1.00	0.57	0.10	-0.00	-0.59	-0.00	
Cu	1.00	0.16	-0.00	-0.48	-0.00	
Co	1.00	0.00	0.54	0.00	
As	1.00	0.00	1.00	
Sr	1.00	
Mo	0.00

(サンプル数12個)

5) 底質物中の自生鉱物

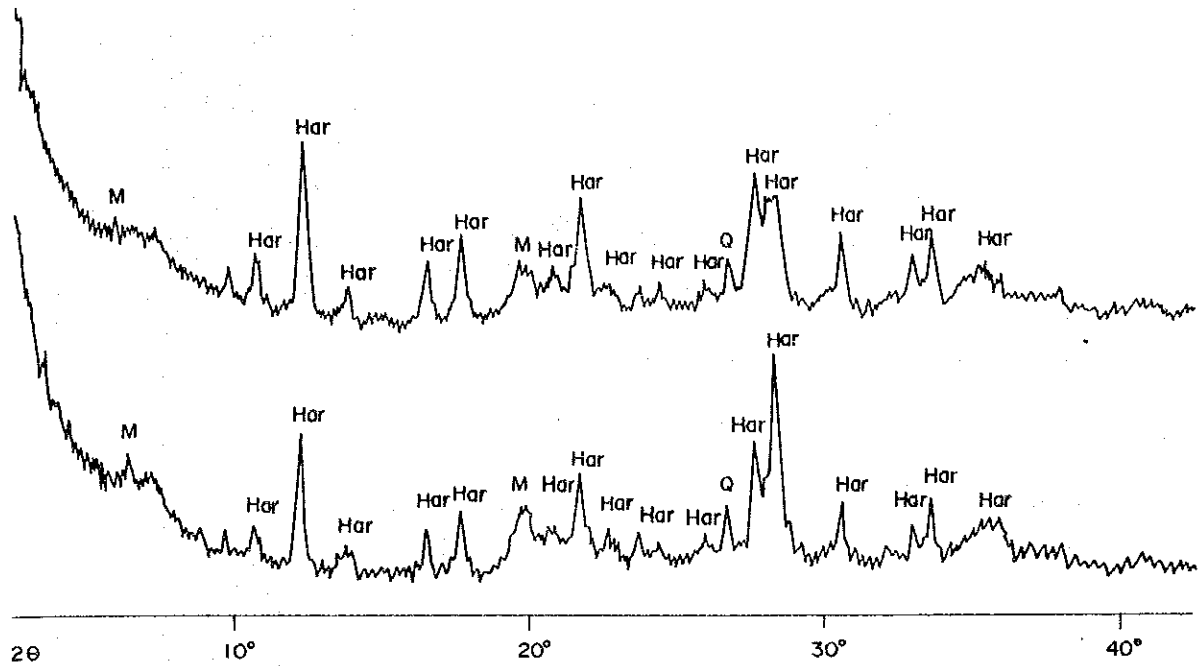
自生鉱物層の鉱物組成を調べるため、粉末X線回折を実施した。表3-3-6及び図3-3-4にその結果を示す。検出された鉱物は石英、モンモリロナイト及び重十字沸石(Harmotome, BaAl₂Si₁₆O₁₆·6H₂O)で、重十字沸石の回折ピークが高くなっている。

表3-3-6 自生鉱物のX線回折試験結果

Sample No.	Minerals		
	Qtz	Mont	Har
87S0570FG10	±	±	++
87S0570FG12	±	±	++

Legend: ++, +, ± indicate intensity of diffraction peaks, (++: moderate, +: weak, ±: very weak)

Qtz: Quartz, Mont: Montmorillonite, Har: Harmotome



Legend Q : Quartz M : Montmorillonite Har : Harmotome

図 3-3-4 自生鉱物の代表的 X 線回折パターン

6) CCD (炭酸塩補償深度)

顕微鏡により底質物中の炭酸塩鉱物が認められなくなる最大水深、いわゆる炭酸塩補償深度 (CCD) は、調査海域北部から南部に向けて漸次深くなっている。3°00'S 以北では約 5,200 m, 3°00'S 以南では約 5,300 m である。

7) 底質物中の化石の同定

スベードコアラーにより採取した底質物について産出化石 (放散虫, 有孔虫) の同定を行い、底質物の時代、堆積環境を検討した。同定の対象として調査海域の北部と南部から各 1 点、計 2 試料を選定した。底質物の試料番号、位置、水深、種類を次に示す。

試料番号	位 置	水 深	種 類
87S0270SC06	00°59.06'S · 169°59.78'W	5371 m	褐色粘土, 珪質粘土, 珪質軟泥
87S0668SC02	04°58.99'S · 168°01.08'W	5340 m	褐色粘土, 珪質粘土

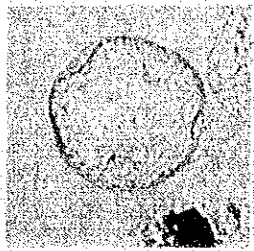
(1) 放散虫

① 分析方法

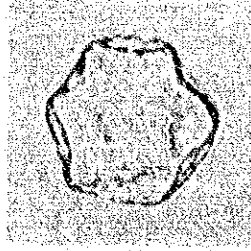
上記 2 試料のスベードコアラーについて、船上にて、表層 5 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm の各深度別に約 100 cc 採取した。更に陸上の試験室にて約 20 cc の試料をとり、開口径 62 μm のフルイを用いて放散虫を水洗濃集し、さらに塩酸、過酸化水素水、ヘキサメタリンサンナトリウムを用いて清浄したものを同口径のフルイで水洗した。これを乾燥

表 3-3-7 産出放散虫リスト

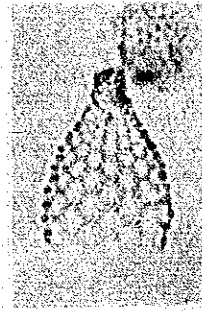
Species \ Sample	87S0270SC06					87S0668SC02						
	Surface	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm	Surface	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm
Acrosphaera flammabunda (Haeckel)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
A. lappacea (Haeckel)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A. murrayana (Haeckel)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A. spinosa Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Buccinosphaera invaginata Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Collosphaera huxleyi Muller	X	X	X				X	X	X	X	X	X
C. tuberosa Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Otosphaera polymorpha Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Siphonosphaera socialis Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Solenosphaera omitubus Riedel and Sanfilippo				X	X	X						
Acanthosphaera capillaris Haeckel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Actinomma archadophorum Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
A. spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Actinosphaera capillacea (Haeckel)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Amphisphaera cf. palliatum (Haeckel)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Axoplunum angelinum (Campbell and Clark)				X	X	X						
Druppactructus spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hexacantium spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Hexacantarium sp.	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Saturunalis circularis Haeckel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stylatractus melpomene (Haeckel)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S. cf. neptunus Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Thecosphaera radianus Holland and Enjume	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Xiphatractus sp.	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Ommatarius tetrathalamus tetrathalamus (Haeckel)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
O. penultimus				X	X	X						
Heliodiscus asteriscus Haeckel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Amphirhopalum ypsilon Haeckel	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Eucitonia elegans Ehrenberg	X	X	X				X	X	X	X	X	X
E. frucata Ehrenberg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Dictyocoryne profunda Ehrenberg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
D. truncatum (Ehrenberg)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Spongaster tetras tetras Ehrenberg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S. pentas Riedel and Sanfilippo				X	X	X						
Spongodiscus spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stylodictia spp.	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Xiphospira spp.	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Larospira quadrangura Haeckel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tetrapyle octacantha Muller	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Clathromitra pentacantha Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Clathrocanium reginae Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Pseudodictyophimus glacialipes (Bailey)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Lampromitra butschlii (Haeckel)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Botryocyrtilis scutum (Harting)	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Carpocanium spp.	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Eucecryphalus elizabethae (Haeckel)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Cyclampterium neatum Sanfilippo and Riedel					X	X						
Dictyophimus infabricatus Nigrini	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Eucyrtidium acuminatum Ehrenberg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
E. anomalum (Haeckel)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
E. dictyopodium (Haeckel)	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Lipmanella bombus (Haeckel)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
L. virchowii (Haeckel)	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Lithopera bacca Ehrenberg	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lychnodictyum audax Riedel					X							
Pterocanium charibdeum (Muller)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
P. praetextum (Ehrenberg)	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
P. prismatium Riedel				X	X	X						
P. trilobium (Haeckel)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Stichocorys peregrina (Riedel)				X	X	X						
Anthocyrtidium ophirensis (Ehrenberg)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A. zanguibaricus (Ehrenberg)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lamprocyclas maritima Haeckel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lamprocyrtilis gamphonycha (Jorgensen)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
L. haysi Kling	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
L. neoheteroporos Kling												
L. sp. cf. L. heteroporos (Hays)				X	X	X						
Pterocorys hertwigii (Haeckel)	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
P. macroceras (Popofsky)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
P. zancleus (Muller)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Theocorythium trachelium (Ehrenberg)	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X
Botryostrobos aquilonaris (Bailey)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B. auritus (Ehrenberg)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Phrmostichoartus corbula (Harting)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
P. dotioli (Riedel and Sanfilippo)				X	X	X						
Spirocyrtilis scalaris Haeckel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S. subscalaris Nigrini	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acanthodesmia vuniculata (Muller)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Liriospyris reticulata (Ehrenberg)	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Nephrosyris renilla Haeckel	X	X	X				X	X	X	X	X	X
Zigocircus capulosus Popofsky	X	X	X				X	X	X	X	X	X



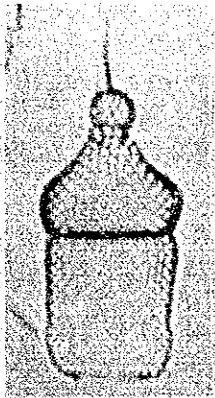
1



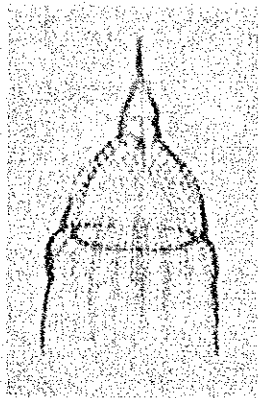
2



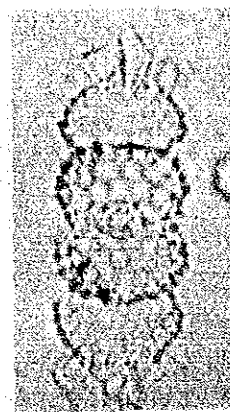
3



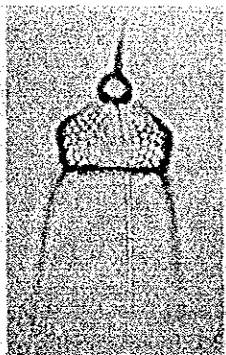
4



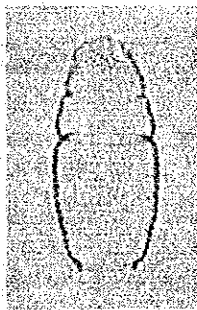
5



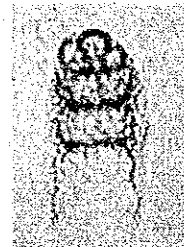
6



7



8

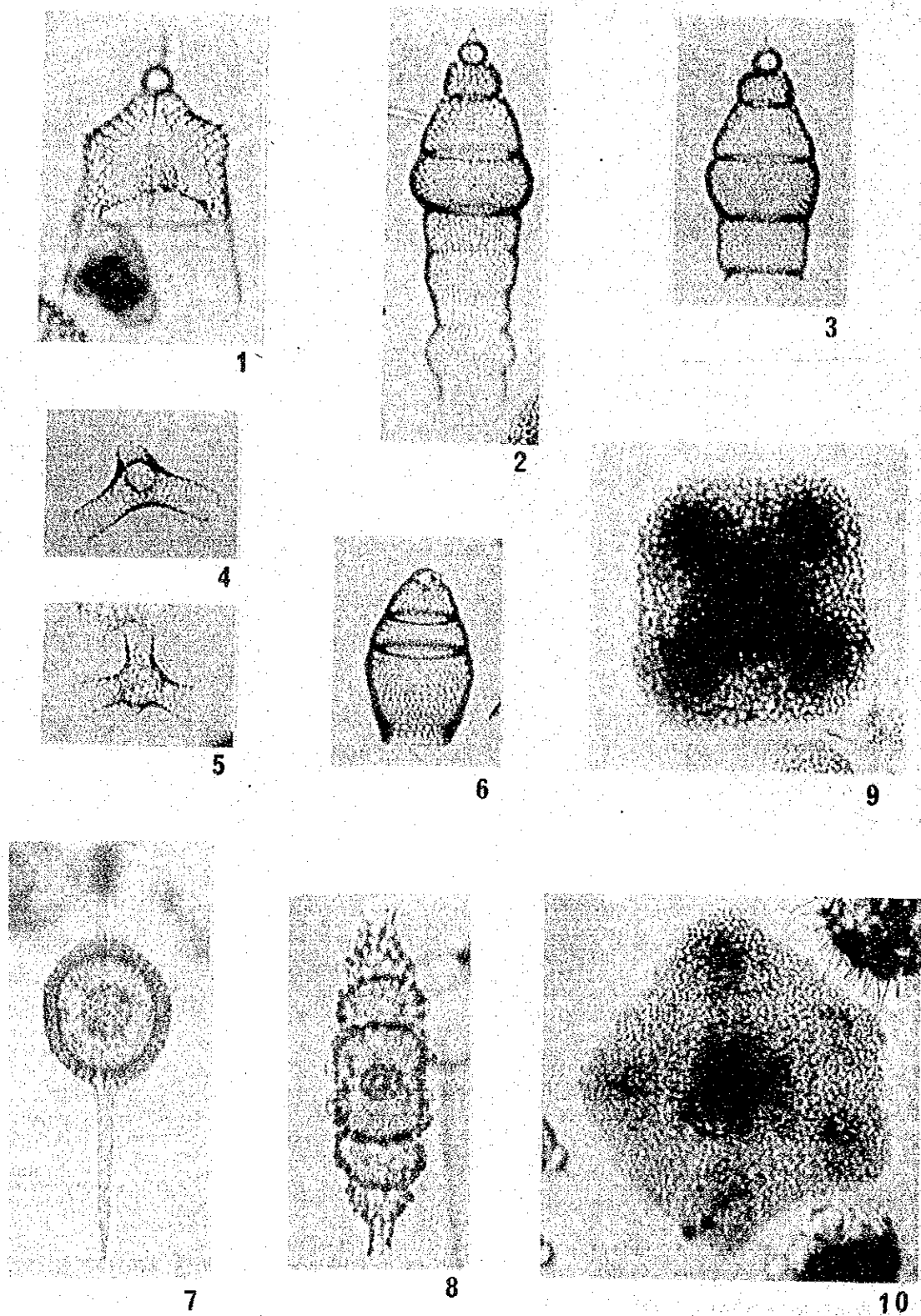


9

- 1 *Buccinosphaera invaginata* × 200
- 2 *Collosphaera tuberosa* × 200
- 3 *Lamplocyrtis haysi* × 200
- 4 *Theocorythium tracherlium* × 200

- 5 *Pterocorys hertwigii* × 200
- 6 *Ommatartus tetratalamus tetrathalamus* × 200
- 7 *Pterocanium praetextum* × 200
- 8 *Phormostichoartus corbula* × 200
- 9 *Botryocyrtis scutum* × 200

図 3 - 3 - 5 代表的な放散虫化石種(1)



- 1 *Pterocanium prismatium* × 200
 2, 3 *Stichocorys peregrina* × 200
 4, 5 *Solenosphaera omunitubus* × 200
 6 *Phormostichoartus doliola* × 200

- 7 *Axoplunum angelinum* × 200
 8 *Ommatartus penultimus* × 200
 9 *Spongaster tetras tetras* × 200
 10 *Spongaster pentas* × 200

图 3-3-5 代表的な放射虫化石種(2)

した後、スライドガラス上に封入し、光学顕微鏡を用いて観察同定し、産出する放散虫のリストを作成した。

② 産出状況 (表 3-3-7, 図 3-3-5)

㊸ 87S0270SC06

表層：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好である。1%弱の再堆積した（骨格の表面がややエッチングされた）放散虫を含んでいる。

10cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好である。約5%の再堆積した放散虫を含んでいる。

20cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好である。約10%の再堆積した放散虫を含んでいる。

30cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好である。エッチングされていないものが5%程度含まれている。

40cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好である。エッチングされたものばかりからなっている。

50cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好である。エッチングされたものばかりからなっている。

㊹ 87S0668SC02

表層：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好である。

10cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好である。

20cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好であるが、放散虫骨格の溶解がわずかながら認められる。

30cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好であるが、放散虫骨格の溶解がわずかながら認められる。

40cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好であるが、放散虫骨格の溶解がわずかながら認められる。

50cm：産出種数・個体数ともに豊富で保存状態も良好であるが、放散虫骨格の溶解がわずかながら認められる。

③ 地質時代

「87S0270SC06」の表層から30cmまでの試料に含まれるエッチングを受けていない放散虫及び「87S0668SC02」の全試料の放散虫はいずれも現棲種で、「87S0270SC06」の30cmの試料を除き、第四紀後期（約40万年前）に出現した *Collosphaera tuberosa* Haeckel と *Amphirhopalum ypsilon* Haeckel, 約20万年前に出現した *Bucinosphaera invaginata* Haeckel を含んでいる。「87S0270SC06」の30cm, 40cm, 50cm試料に含まれるエッチングを受けている放散虫群集は *Pterocanium prismatium* Riedel, *Stichocorys peregrina* (Riedel),

Phormostichoartus dliola (Riedel and Sanfilippo), *Spongaster pentas* Riedel and Sanfilippo を含み、*S. pentas* の祖先形である *S. berminghami* Campbell and Clark を欠き、子孫形である *S. tetras* Ehrenberg はごく稀に見つかるにすぎない。この群集は *Spongaster pentas* Zone の下部（鮮新世前期）にあたる。

これより、「87S0270SC06」では20cmより上は更新世末期以降（20万年前以新）、30cm以下は鮮新世前期（400万年前ごろ）の堆積物で、30cmと20cmの間に不整合の存在が推定される。20cm以上の試料に含まれるエッチングされた放散虫は30cm以下の群集を構成する種と同一のもので、この層準から移動再堆積したものと判断される。30cmの試料に含まれるエッチングを受けていない放散虫は、個体数が少ないこと、エッチングを受けているものが下位のものと同じの群集組成であることから、上位層準のものが混入したものと考えた。混入の原因として生物による擾乱等が考えられる。「87S0668SC02」を含む深度50cm以浅は更新世末期（20万年前）より新しい堆積物である。

④ 堆積速度

「87S0270SC06」：上述のように20cmの位置が20万年前以新であるから、20cmより上位の堆積速度は1mm/1000年以上となる。上限を判断することはできない。30cmより下位については時間面を決定すべきデータが得られないため堆積速度を算定できない。

「87S0668SC02」：2.5mm/1000年よりも大きい。

⑤ 古環境

産出する放散虫はいずれも赤道太平洋海域に普遍的に棲息するもので、「87S0270SC06」と「87S0668SC02」の放散虫群集の間には有意の差はみられない。

放散虫の溶解についてはそれがどのような環境下で起きたものであるか定説はないが、堆積速度が1mm/1000年程度以下のところで顕著な溶解がみられ0.1mm/1000年以下と推定されるところではほとんど溶解してしまっている。「87S0668SC02」の20cm以下の放散虫にわずかながら溶解がみられることはこの層準の堆積速度が10mm/1000年以上になるとは考えがたい。

(2) 有孔虫（表3-3-8及び図3-3-6）

① 分析方法

スベードコアラで採取した底質物に、内径6cm、長さ50cmのプラスチック管を押し込み、前述の2試料のコア状サンプルを船上にて分取した。さらに陸上の試験室にて底質試料の入ったプラスチック管の両側を電動式のこぎりで縦に切り、ナイフでコアを縦に2分割した。2本のコアの縦割2分の1の一方から、下記6個の試料を切りとった。

分析試料

87S0270SC06	0 ~ 15 cm
	15 ~ 30 cm
	30 ~ 45 cm
87S0668SC02	0 ~ 14 cm
	14 ~ 28 cm
	28 ~ 42 cm

試料に温水を加えて泥化させ、200メッシュのふるい上で水洗した。そして、残渣中に含まれる浮遊性・底棲有孔虫化石の全数調査を行った。

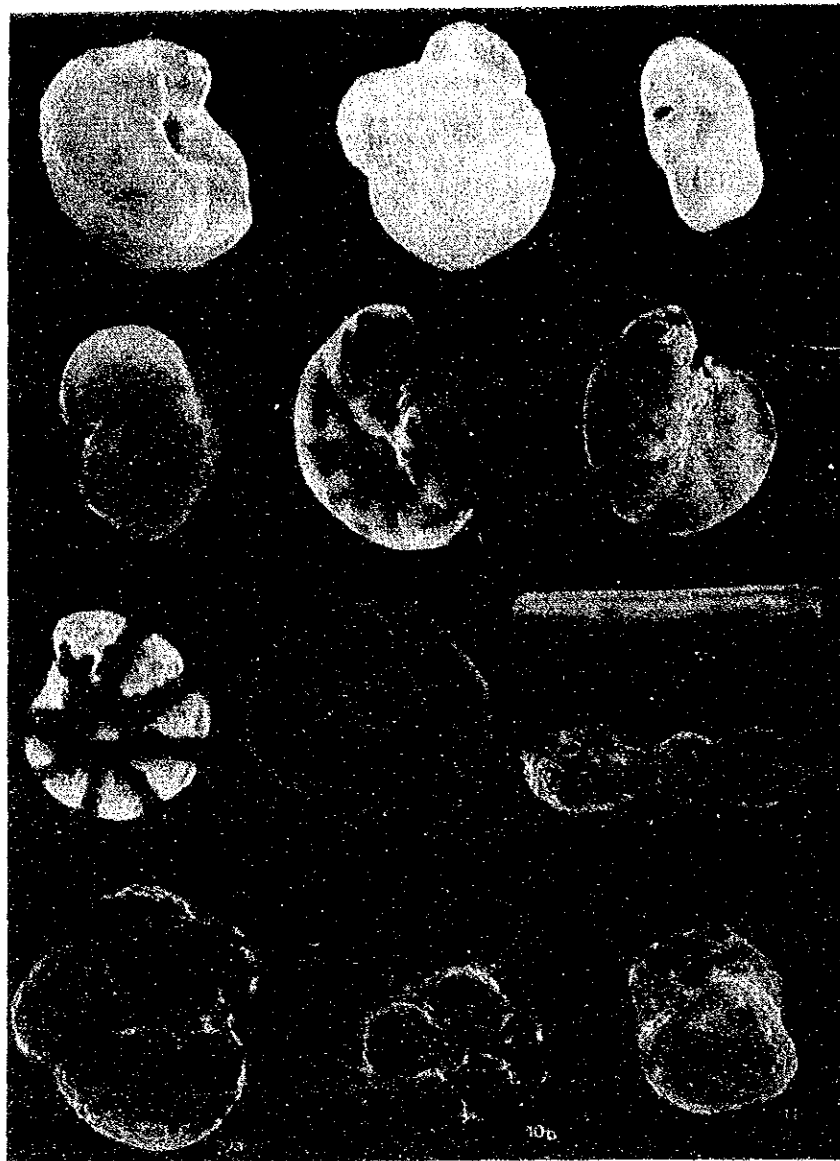
② 分析結果

① 浮遊性有孔虫群集

調査試料中に浮遊性種はほとんど認められない。

表 3-3-8 産出有孔虫化石リスト

CORE DEPTH (cm)	87S 0270 SC06			87S 0668 SC02		
	0-15	15-30	30-45	0-14	14-28	28-42
<i>Ammobaculites</i> SP.	3			2		2
<i>Alveolophragmium weisneri</i> (Parr)	6		3	7	1	1
A. SP.		3				
A. SP. indet.				1		1
<i>Bathysiphon</i> SP.	17	1	1		2	1
<i>Conostrochamina</i> SP.	2					
<i>Cribrostomoides</i> SPP.				6	1	
<i>Cystommina</i> SP.	4		1	4		
<i>Glomospira gordialis</i> (Jones & Parker)	12			7	2	8
<i>Haplophragmoides</i> SP.						2
<i>Recurvoides</i> SPP.	20		6	30	25	20
<i>Reophax nodulosus</i> Brady				1		
R. <i>pilulifer</i> Brady	2					
R. SPP.	7					11
R. SP. indet.	3			5	8	
<i>Trochammina</i> SP.	5			4	1	3



- | | | | |
|--|-------|---|-------|
| 1, <i>Conotrochamina</i> SP. ? | × 100 | 7, <i>Glomospira gordialis</i> (Jones & Parkar) | × 175 |
| side view ; 87S 0270 SC06 0-7cm | | side view ; 87S 0270 SC06 0-7cm | |
| 2, <i>Recurvoides</i> SP. | × 75 | 8, <i>Bathysiphon</i> SP. | × 50 |
| side view ; 87S 0270 SC06 0-7cm | | side view ; 87S 0270 SC06 0-7cm | |
| 3a-b, <i>Cystammina</i> SP. | × 100 | 9, <i>Reophax</i> SP. | × 75 |
| a, apertural view ; b, side view ; 87S 0270 SC06 0-7cm | × 75 | side view ; 87S 0270 SC06 7-15cm | |
| 4, <i>Alveolophragmium</i> SP. | × 100 | 10a-b, <i>Trochammina</i> SP. | × 250 |
| side view ; 87S 0270 SC06 0-7cm | | a, ventral view ; b, dorsal view ; 87S 0668 SC02 7-14cm | |
| 5, <i>Alveolophragmium</i> wiesneri (Parr) | × 75 | 11, <i>Recurvoides</i> SP. | × 100 |
| side view ; 87S 0270 SC06 0-7cm | | side view ; 87S 0668 SC02 21-28cm | |
| 6, <i>Alveolophragmium</i> SP. | × 100 | | |
| side view ; 87S 0668 SC06 0-7cm | | | |

图 3-3-6 代表性的有孔虫化石种

⑥ 底棲有孔虫群集

底生有孔虫群集は全般的に少ないが、6試料とも相対的に砂質種が多く、石灰質種の占める比率は低い。産出する主な種 *Alveolophragmium weisneri*, *Glomospira gordialis*, *Recurvoides* SPP., *Controchamina* SP., *Bathysiphon* SP., *Reophax pilulifer*, *R. nodulosus*, *Cystommina* SP., *Cribrostomoides* SPP., *Haplophragmoides* SP. 等で、産出頻度は低い。

③ 地質時代

浮遊性種が産出しないので年代は不明である。

④ 古環境

底生有孔虫は主に砂質種の *Recurvoides* SP. が全体の60%位を占め、他に同質種の *Bathysiphon* SP. と *Reophax* SP. も随伴することから堆積環境は、CCD以深であると推定される。

3-4 MFESによるマンガン団塊の賦存状況

1) MFESに影響を与える要因

(1) マンガン団塊の粒径(重量係数)

本MFESシステムではNBS(30 KHz), PDR(12 KHz), SBP(3.5 KHz)の合成音圧(R_T)を測定し, この合成音圧がマンガン団塊の分布密度 V (kg/m^2)と

$$V_1 = a \cdot R_T + b \quad \dots\dots\dots (1)$$

なる直線関係にあると仮定して式(1)の $a \cdot b$ が決定されている。しかし, MFESの原理に基づけば, 合成音圧(R_T)は, マンガン団塊の粒径とは無関係に, 海底におけるその占有面積率に比例することになる。従って, MFESでは合成音圧によりマンガン団塊の占有面積率を測定し, 別途与えられる重量係数, 粒径または形状の違いによりマンガン団塊の単位占有面積当りの重量を用いてマンガン団塊の分布密度を算出している。

本調査ではマンガン団塊の重量係数^{*1}は, 暫定値^{*2}として平均 $22 kg/m^2$ を使用した。ここで, 当調査海域の重量係数をみると, 平均してみれば $24.6 kg/m^2$ であり, 暫定値に近づいているが, 図3-4-1に示すように, その値はかなりバラついているのがわかる。即ち当調査海域においては, 暫定重量係数を用いて測定されたMFES値は, そのまま一律に分布密度に置き換えられないことになる。従って, より正確なMFESによるマンガン団塊分布密度を求めるため各区域ごとに重量係数の補正を式(2)により行い推定分布密度とした。

$$\text{MFESによる分布密度}(kg/m^2)(V_2) = \text{測定値}(V_1) \times \text{重量係数} \div 22 \quad \dots\dots (2)$$

(2) 地形と底質物

重量係数を考慮して作成した当調査海域のMFESによる分布密度とサンプリングによるマンガン団塊分布密度との関係を図3-4-2(1)に示す。同図では各測点をSBPタイプ別に表示した。

同図より, 相関係数は0.83と比較的良好であるが, 散布状況をみると2つのグループに別れるのが認められる。このうちMFESが高めに計測されているグループをみると, その殆どが平地にみられ, 上位が不透明層を示すタイプ d_2 , タイプ d_s の測点であることがわかる。これは, 岩盤や固い地質のため反射率が高く, 音圧が高めに出るいわゆる疑似異常であることを示している。

次にこれらの疑似異常となる測点を除去した場合の散布図を図3-4-2(2)に示す。同図では相関係数は前図と変わらないが, バラツキが減り, 傾斜係数も“1”に近づ

*1 重量係数(kg/m^2) = マンガン団塊揚収重量(kg) / (占有面積率 \times グラフ開口面積)
= マンガン団塊分布密度(kg/m^2) / 占有面積率

*2 式(1)のパラメータを決定する際に使用した値。

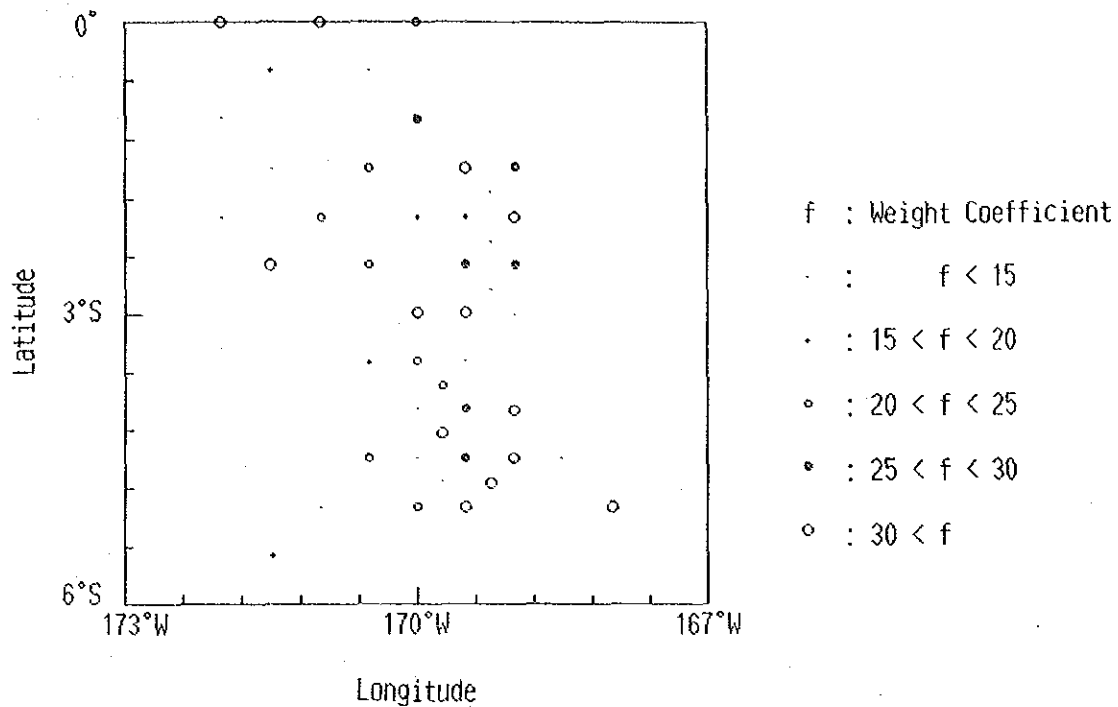
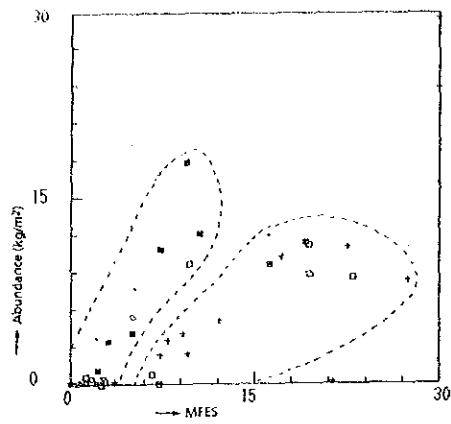


図 3 - 4 - 1 測点における重量係数分布図

き相関は向上していると言える。但し、未だ若干のバラつきが認められる。これらの測点は、タイプ d₁ を示す海山・海丘の分布範囲に位置していることがわかる。海山・海丘では、疑似異常を出すことも少なくないが、それ以前に地形が複雑であるためサイドエコーや散乱波のため、正常な測定値が得られない場合が多く、データそのものの信頼性が乏しいと言える。そこで、更にこれら海山・海丘に分布する測点を除去して相関を調べた（図 3 - 4 - 2 (3) 参照）。即ち、上位に音響的透明層が存在する測点のみで相関をとったことになる。同図では、データの数が少なく、レンジも狭いが、相関係数は 0.93 となり傾斜係数も “1” に近く、相関は良好であると言える。

以上の様に、MFES によるマンガン団塊分布密度を解釈する場合、特に当調査海域のように不透明層のみを示すタイプが海域全体のかなりの割合を占めるときは、平地でタイプ d₂、タイプ d_s を示す個所は疑似異常となっている可能性が極めて大きいため十分注意する必要がある。また、海山・海丘上ではデータの信頼性が乏しいことも考慮する必要がある。

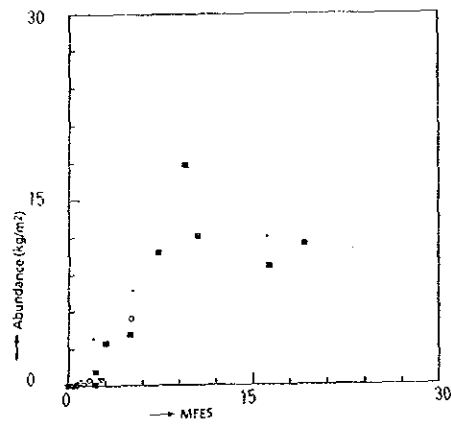


$r = 0.83$
 $A = 0.55$
 $B = 0.22$
 $Y = 0.55 \cdot X + 0.22$
 $N = 47$

-- SBP Type --

○ : a ▽ : e1
 · : b ▲ : ts
 * : c □ : ds
 ■ : d1 + : d2

(1) Whole survey stations

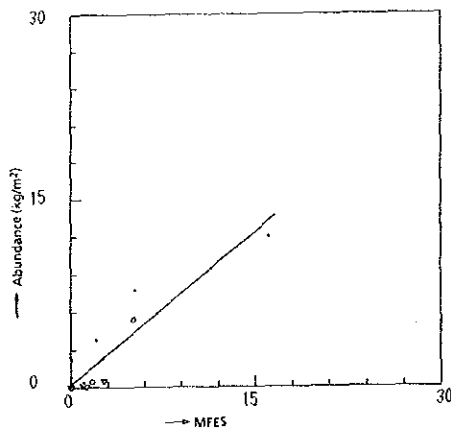


$r = 0.85$
 $A = 0.80$
 $B = 0.43$
 $Y = 0.80 \cdot X + 0.43$
 $N = 27$

-- SBP Type --

○ : a ▽ : e1
 · : b ▲ : ts
 * : c
 ■ : d1

(2) Excluding type d2 and ds



$r = 0.93$
 $A = 0.81$
 $B = 0.06$
 $Y = 0.81 \cdot X + 0.06$
 $N = 17$

-- SBP Type --

○ : a ▽ : e1
 · : b ▲ : ts
 * : c

(3) Excluding type d2, ds and d1

図 3-4-2 MFESとマンガン団塊分布密度との関係

2) 埋没型マンガン団塊

埋没型のマンガン団塊でもMFESによって検出されていることは、過年度の調査により明らかにされているが、今年度の海域は埋没型が非常に多く存在していたので、あらためてその検討を行った。

埋没型マンガン団塊は、海底写真面積率よりも揚収面積率の方が大きい場合であって、本項では、次式

$$(1 - \text{海底写真面積率} / \text{揚収面積率}) > 0.4$$

を満たすものを埋没度の大きいものとして考えた。図3-4-3に分布状況を示す。ここで埋没型のマンガン団塊がMFESによって検出されていればMFES面積率は海底写真面積率よりも高めに計測され、且つ揚収面積率とほぼ同程度の値になるはずである。この関係を示したのが図3-4-4である。同図の黒丸は埋没率が0.4より大きい埋没型マンガン団塊を表し、白丸は埋没していないと考えられるものである。同図(1)から埋没型マンガン団塊の海底写真面積率はMFES面積率よりも極端に低く、同図(2)では、揚収面積率はMFES面積率とほぼ等しく、1:1の関係が認められる。従って、当海域でも、埋没型マンガン団塊がMFESによって充分検出されていると言える。

なお図3-4-4(3)に示す様に、分布密度の比較においても、埋没型マンガン団塊が、露出型と同じようにMFESによって計測されていることを示している。

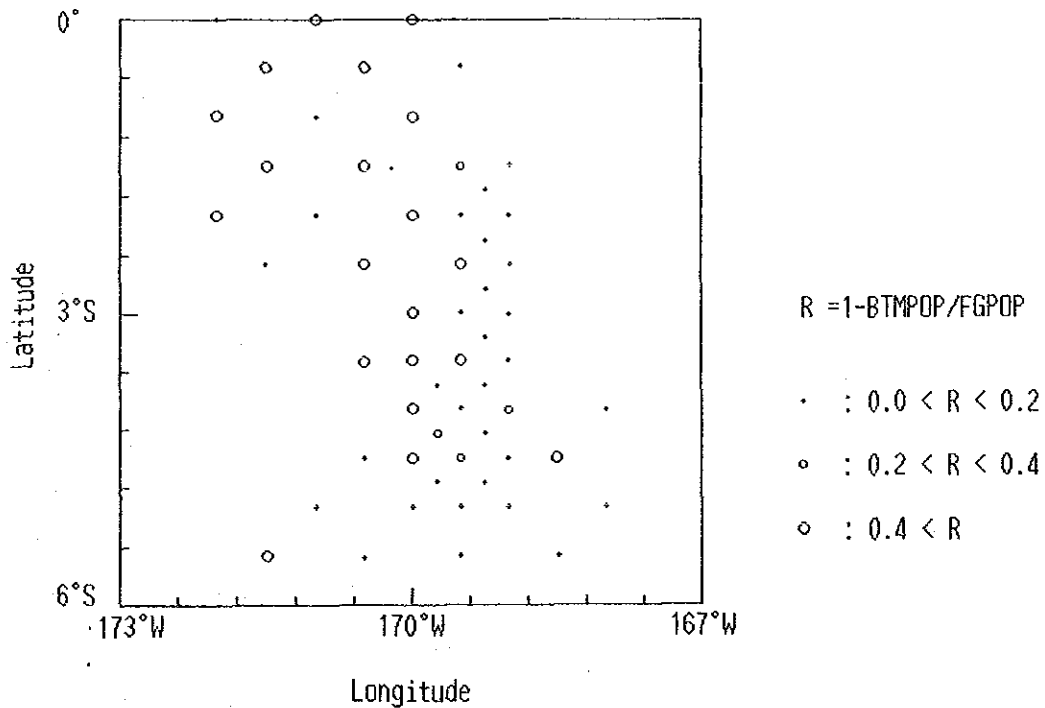
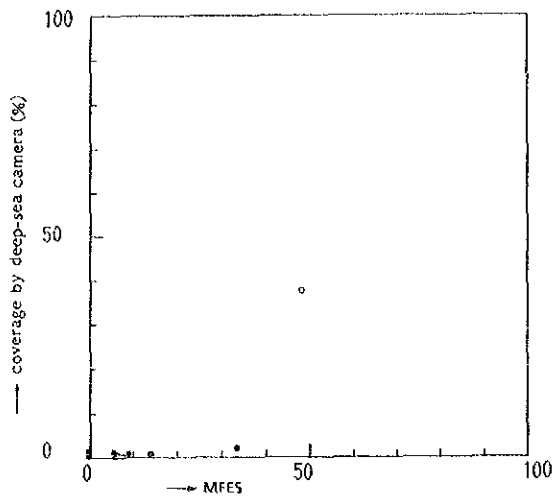
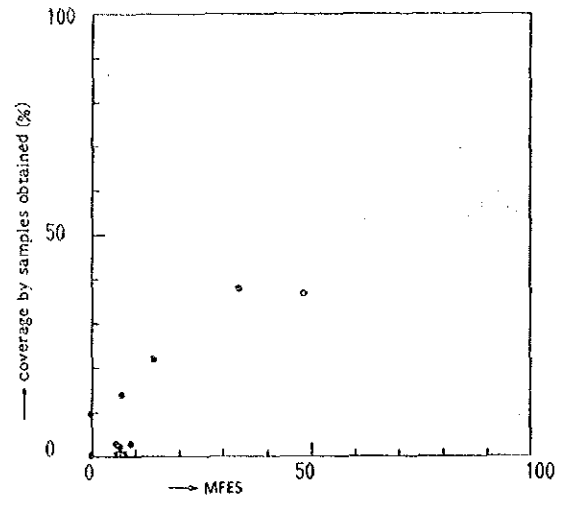


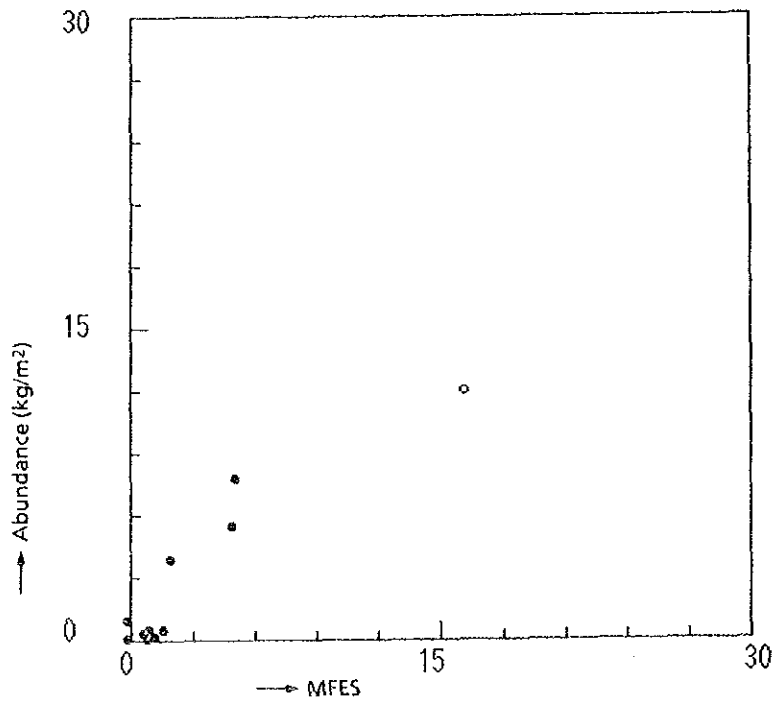
図3-4-3 埋没型マンガン団塊の分布図



(1)



(2)



$r = 0.93$
 $a = 0.81$
 $b = 0.06$
 $Y = a \cdot X + b$
 $N = 17$

- : exposed type
- : embedded type

(3)

図 3 - 4 - 4 埋没型マンガン団塊の影響

3) MFES 値によるマンガン団塊分布密度の推定

前項で述べた様に、各種データ処理を施してMFESによるマンガン団塊推定分布密度図を作成した（別添第6図参照）。

同図には、疑似異常の可能性が大きいと思われるタイプ d_2 、タイプ d_s の範囲及び信頼性が乏しいと思われるタイプ d_1 の範囲にそれぞれ横線を引くことにより他とは区別して表現した。

以下、地域別にそれらの特徴を述べる。

[1] 平坦地（調査海域北部）

主としてタイプ b が分布し、タイプ d_1 が随所に顔を出している。地形は比較的平坦で上位透明層が発達しており、全体に低分布密度帯である。

特に北部から東部にかけてタイプ b 、タイプ bc が分布する広大な地域では透明層は100m以上にも達し、MFES値はほとんど 0 kg/m^2 である。この大規模な不毛帯はさらに北へと拡がる傾向にある。

なお分布密度 10 kg/m^2 以上の箇所は海丘付近に数箇所認めることもできるが、その規模は極めて小さい。

[2] 準平坦地（調査海域南東部）

中央部をタイプ d_2 が支配し、その中にタイプ d_1 、タイプ d_s が散在する。MFESは全般に高めであるが、これは、いわゆる疑似異常帯と推定される。

このタイプ d_2 を挟んで東側と西側には、透明層の発達するタイプ b が分布し低分布密度帯を形成している。特に東側では不毛帯に近く前述の平坦地東部の不毛帯につながる大規模なものである。

なお平坦地と同様に海丘の周辺には分布密度 10 kg/m^2 以上を示す箇所も認められるがその規模は小さい。

[3] 山岳地（調査海域中央部）

海山・海丘によるタイプ d_1 が島状に数多く分布し、その周辺をタイプ d_2 、タイプ d_s が分布する。これらのSBPタイプが分布する範囲では、MFESが高めであるが、これらも疑似異常と推定される。特に $2^{\circ}30'S \cdot 171^{\circ}W$ を中心とする広大なタイプ d_2 域は地形が平坦な典型的なタイプ d_2 を示し、高MFES値を示しているが、むしろ不毛帯に近いと推定される。

なお、透明層の存在するタイプは海丘間を充填するように分布するが、その中では高分布密度帯は認められなかった。

以上のように当調査海域は不透明層を示す箇所がかなりの割合を示し、MFES高分布密度帯のほとんどはその中に含まれ、疑似異常帯の可能性が大と考えられる。

更に、上位に透明層が存在する箇所（MFESによって分布密度の推定が可能）でも、有望な高分布密度帯を認めることができなかった。

3-5 マンガン団塊の賦存状況

1) タイプ分類と性状

マンガン団塊の賦存状況をその形状・粒径及び外観的性状などの観点から解析し、分布の特徴を明らかにする。以下に、マンガン団塊を主に形状により分類し、各タイプの諸特性を概説する(図3-5-1(1)・(2))。また、タイプ別物性について表3-5-1に一覧表として示す。また、各タイプ別の採取量率を図3-5-2に示す。

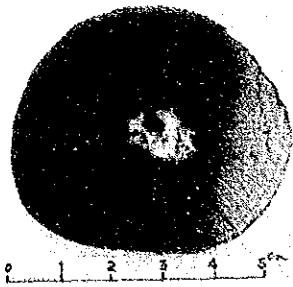
(1) 形状

マンガン団塊のタイプは次の8つに区分した。

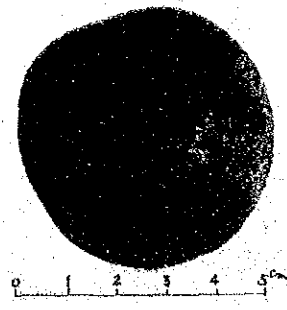
〔形状〕	〔定義〕
① 球状	完全な球形に近いもの
② 扁平だ円状通常型	ハンバーグに似た外観のものや、球状のものを押しつぶした形状のもの
③ 扁平だ円状厚型	扁平だ円状通常型に比し、ふくらみが大きいもの
④ 扁平礫状	海浜の小礫あるいは、碁石のように円形あるいはだ円形で厚さは薄く、不規則な凹凸がないもの
⑤ 小石状	海浜あるいは、河川の砂利様の形状を示すもの(粒径は2~4 cm程度)
⑥ 塊状	不規則な角ばりをもつもの(または、球状、扁平だ円状、厚板状に近いものなど、様々な形状を示すこともある)
⑦ 板状	屋根瓦やせんべいの様に厚さが薄く、丸味を有しているもの
⑧ その他	上記①~⑦の範ちゅうに入らないもの

表 3-5-1 マンガン団塊の形状別物性一覧表

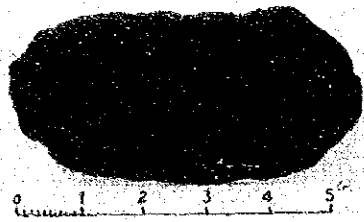
		球状	扁平円状 通常型	扁平円状 厚型	扁平礫状	小石状	塊状	板状	その他
		50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %	50 %
粒 径 (cm)	0 ~ 2								
	2 ~ 4								
	4 ~ 6								
	6 ~ 8								
	8 ~ 16								
	16 ~								
表面 状態	上	滑らか やや滑らか やや粗 粗(ざらざら)							
	下	滑らか やや滑らか やや粗 粗(ざらざら)							
	結合状態	単体型 単体型多し 単体=結合 結合型多し 結合型							
	亀裂	多 少 な い							
破碎	多 少 な い								
含水率 (%)	平均値	27.81	30.58	26.89	26.88	24.57	27.59	22.90	28.88
	標準偏差	2.18	0.00	3.16	0.58	3.12	1.93	0.69	1.63
	最大値	31.72	30.77	32.21	27.92	30.00	30.73	23.81	30.30
	最小値	15.38	30.43	20.00	26.59	19.29	23.91	22.40	16.67
比重	平均値	2.02	2.01	2.03	2.03	2.06	2.01	1.93	1.98
	標準偏差	0.03	0.00	0.07	0.07	0.05	0.04	0.02	0.06
	最大値	2.08	2.03	2.14	2.06	2.11	2.10	1.94	2.04
	最小値	1.88	2.00	1.86	1.90	1.90	1.87	1.90	1.70



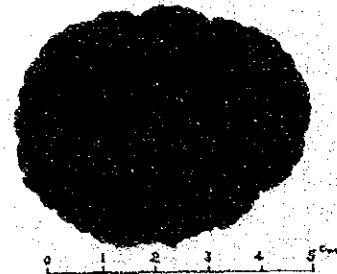
87S0570FG24 (Section)
Spheroidal



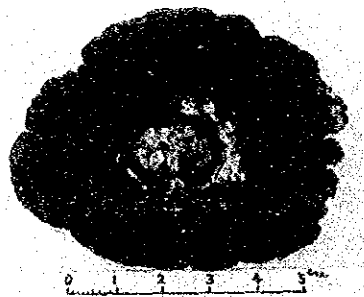
(Upper surface)



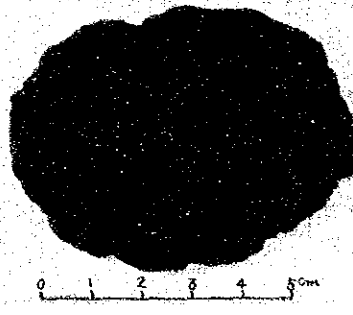
87S0369FG06 (Section)
Ellipthoidal



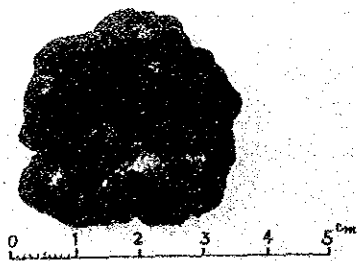
(Upper surface)



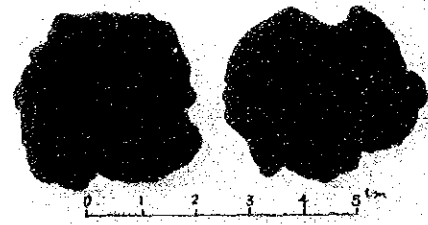
87S0270FG04 (Section)
Ellipthoidal Fat



(Upper surface)

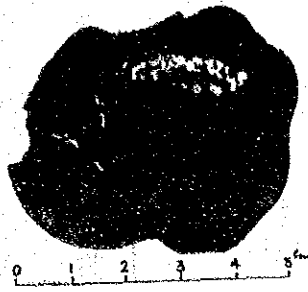


87S0570FG04 (Section)
Pebble

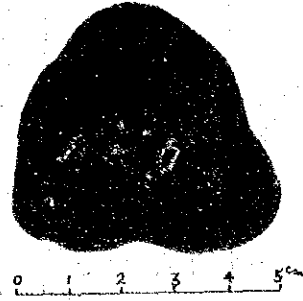


(Upper surface)

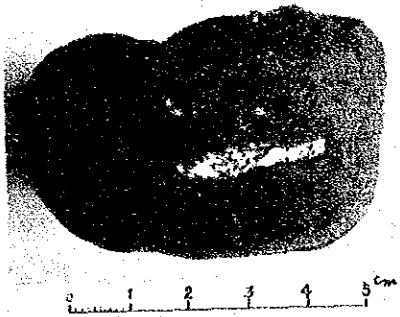
図3-5-1 マンガン団塊の形状(1)



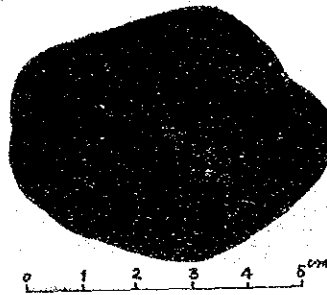
87S0270FG01 (Section)
Massive



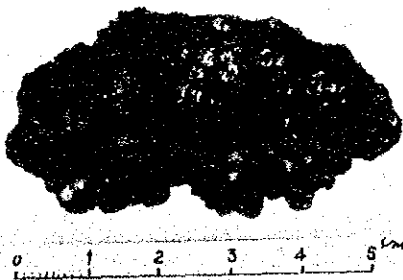
(Upper surface)



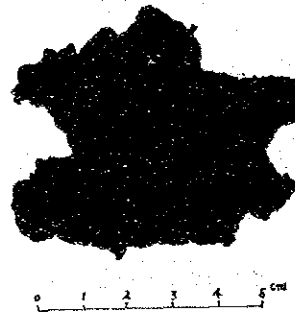
87S0570FG09 (Section)
Massive



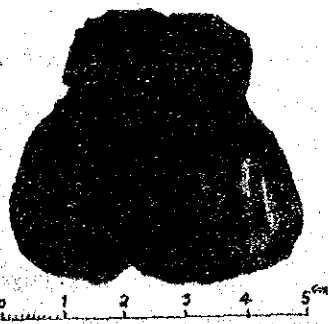
(Upper surface)



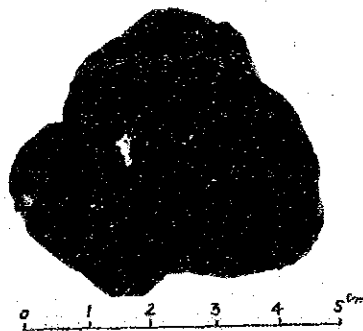
87S0470FG12 (Section)
Other



(Upper surface)



87S0470FG19 (Section)
Polygonal and Spheroidal



(Upper surface)

図 3-5-1

マンガン団塊の形状(2)

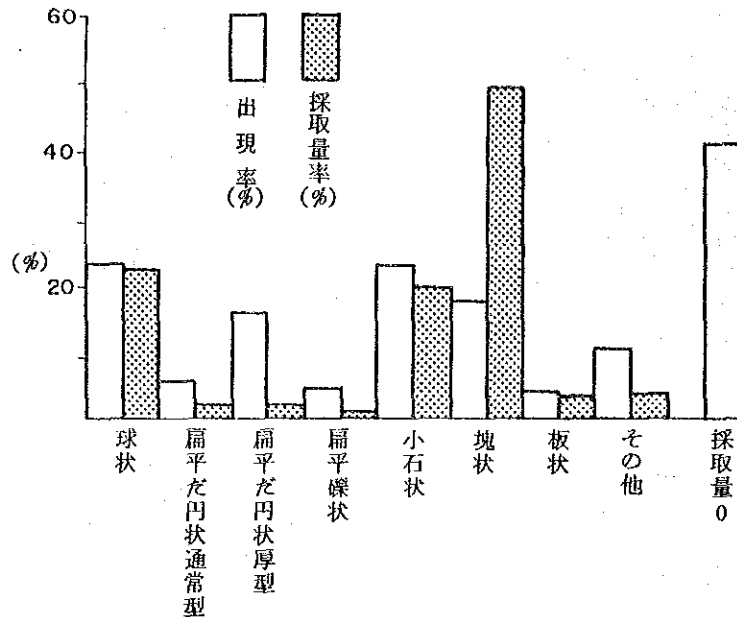


図 3 - 5 - 2 マンガン団塊の形状と採取量率

① 球 状

粒径は 1 ~ 5 cm のものが最も多く、最大径は約 8 cm である。粒径が 2 cm 以上のものは表面状態がやや滑らかからやや粗であるが、全体としては、滑らかなものが卓越している。

形状は完全な球形に近いものが多い。一方、2 cm 以下の小型のものには、表面に仏頭状の突起を有し、且つザラつきのある金平糖状のものが多い。

② 扁平だ円状通常型

表面は細かい凹凸があってザラザラしており、亀裂の少ないマンガン団塊を主体としている。

当調査海域では産出が少ない。

③ 扁平だ円状厚型

前出の球状のものの変形で、扁平だ円状通常型に比べてふくらみが大きい。

当調査海域では、粒径が 4 cm 以下の小型～中型でザラツキのある、単体型が多い。

④ 扁平礫状

全体として小礫状あるいは基石状で円形あるいは、だ円状を示し厚さは薄く、不規則な凹凸がない。

ややザラザラした表面状態を有しており、小型のマンガン団塊が多い。

⑤ 小石状

粒径は 2 ~ 4 cm くらいのものである。

表面状態は他形状のものとは比べ滑らかである。

結合型マンガン団塊の占める割合が他形状の場合よりやや多い。

⑥ 塊 状

粒径は4～6 cmくらいのもが多く、大型のものは、角ばりがほとんどなく、“ジャがいも状”を呈する。

表面状態はやや滑らかなものが多い。

⑦ 板 状

粒径は小型から大型のものまで多様である。

表面状態としては滑らかなものも多く、また内部に岩片を含むことが多い。

⑧ その他

当調査海域で、その他に分類されるものの大部分は非常に小型（径が5 mm以下）のマンガン団塊である。

それらは、大きさが小さすぎて形状がはっきり特定できないものが殆んどである。

また、形状が上記①～⑦の範ちゅうに入らないものとして棒状のものがある。

(2) 粒 度

マンガン団塊の粒度分布を図3-5-3に示す。

本図から明らかなように中型（2～6 cm）のマンガン団塊が大部分を占める。

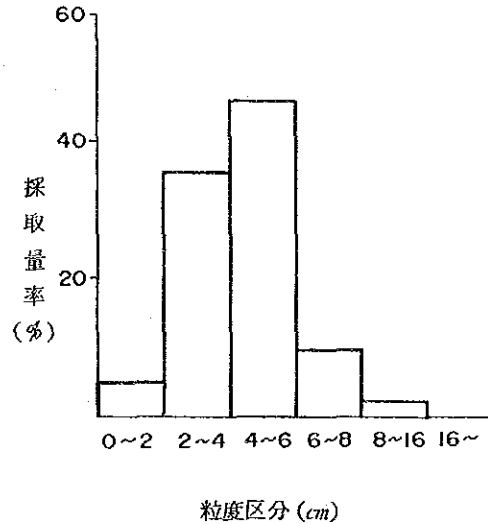


図3-5-3 マンガン団塊の粒度と採取量率

(3) 外観的特徴

マンガン団塊の外観的特徴を表3-5-1に示した。表面状態は、全般にやや粗いものから滑らかなものまで様々であるが、調査海域北部のマンガン団塊はいわゆる“R型”に属するザラツキのあるタイプが多く、南部ではいわゆる“S型”に属する比較的滑らかなタイプが多くなっている。一方、中部は“R型”と“S型”の中間的なタイプが分布して

いる。

亀裂、破碎等は非常に少ないのが特徴である。しかし、破碎成長型と考えられるマンガン団塊もしばしば出現する。結合型は場所によりかなり多いところもある。

2) 分布と産状

(1) 形状分布

マンガン団塊の形状分布については、次の4つの異なる性格をもつ地域に分けられ、その分布は図3-5-4に示すとおりである。

(a) 球状を主形状とする地域

(b) 小石状、扁平礫状あるいは板状を主形状とする地域

(c) 測点の主形状は扁平だ円状だが従形状として小石状、塊状及び板状を20%以上含む地域

(d) 塊状を主形状とする地域

(a)及び(b)の分布が広く、(c)及び(d)は概して狭い。

(2) 粒度分布

マンガン団塊の粒度分布を図3-5-5に示す。169°30'Wを中心に4°00'S及び5°00'Sで囲まれた、高分布密度帯では粒径4cm以上の中型～大型のマンガン団塊が比較的多く分布している。

マンガン団塊の等粒度帯はNE～SWの方向性を示しているが、これは当調査海域の地形構造と調和的である。

(3) 粒度と形状

粒度別のマンガン団塊の形状比率を図3-5-6に示す。粒度が大きくなるにつれて球状のものは減少し、塊状及び板状のものが多くなる。一般に大型のものは、結合型が多く、単体型では内部に核として岩片を取り込んでいることが多い。

(4) 地形と形状

マンガン団塊の形状分布を図3-5-4に、さらに微地形と形状との関係を図3-5-7に示す。

マンガン団塊の形状分布は、地形分布と明瞭な対応関係にあり、前項(1)の(a)は平坦地や準平坦地に分布し、一部、海山にも認められる。(b)は山岳地や準平坦地に多く、海丘や台状地、さらには溝状地にも分布する。(c)は平坦地や準平坦地の平地に分布する。(d)は平坦地や準平坦地の平地、台状地そして海丘に多く分布する。

(5) SBPタイプと形状

SBPタイプと形状との関係を図3-5-8に、上位透明層の厚さと形状との関係を図3-5-9に示す。

本図から明らかなように、明瞭な透明層が発達するタイプa、タイプb及びタイプcは、

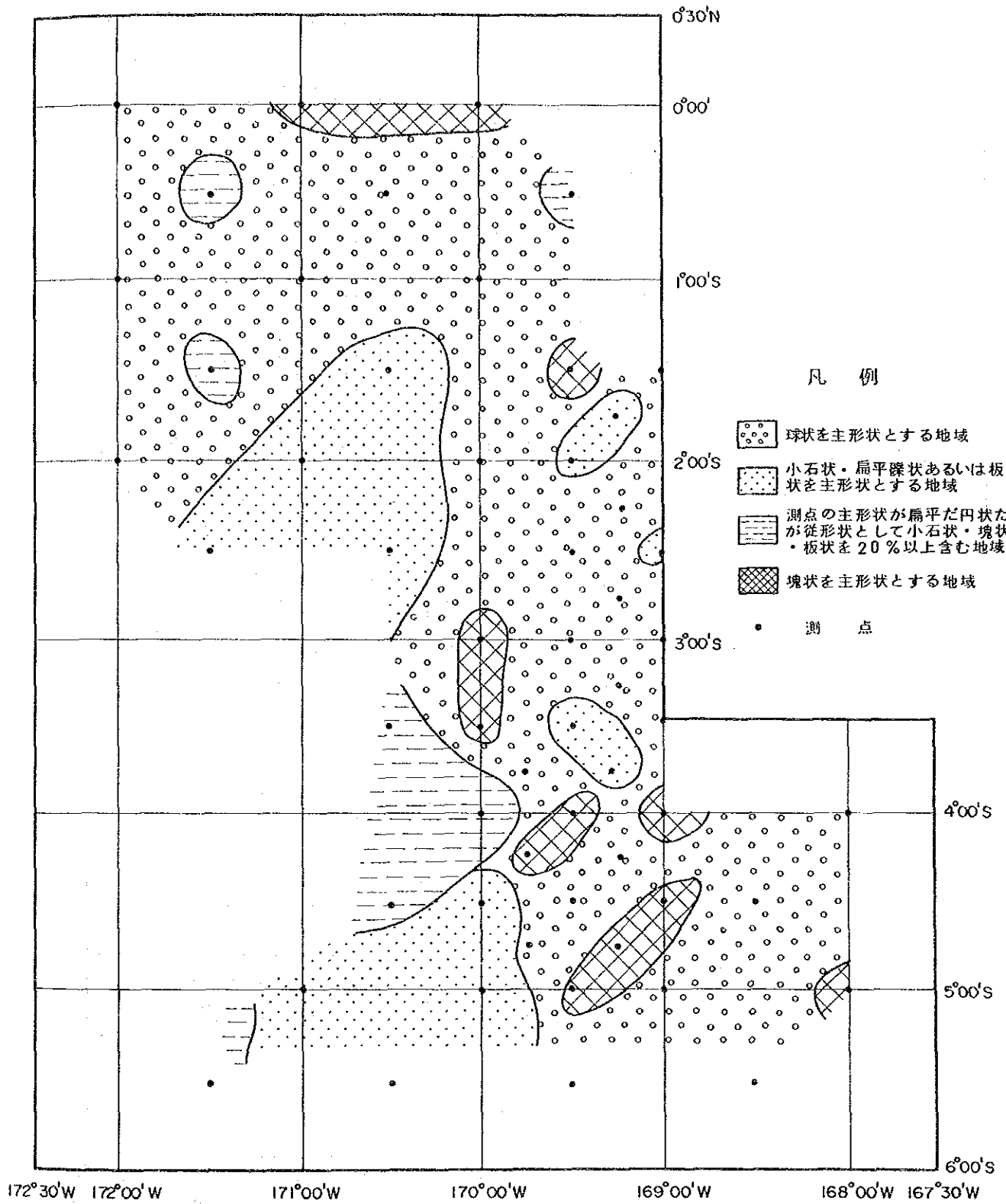


図3-5-4 形状分布図

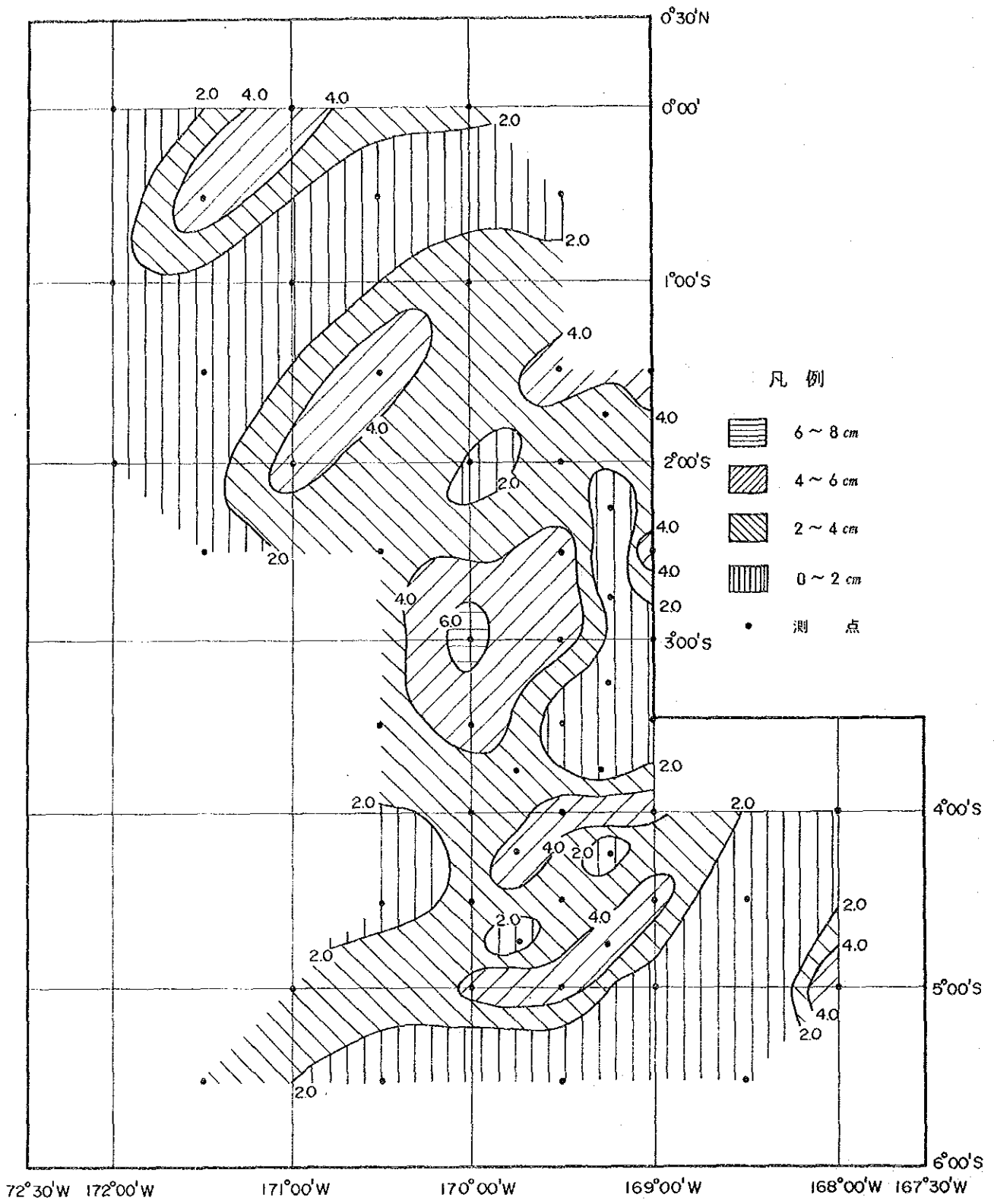


图 3-5-5 粒度分布图

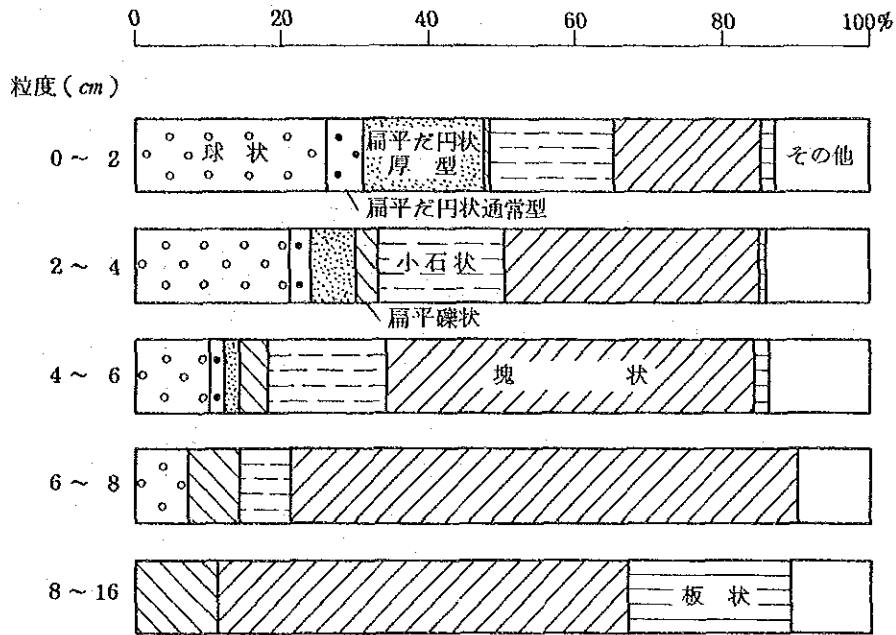
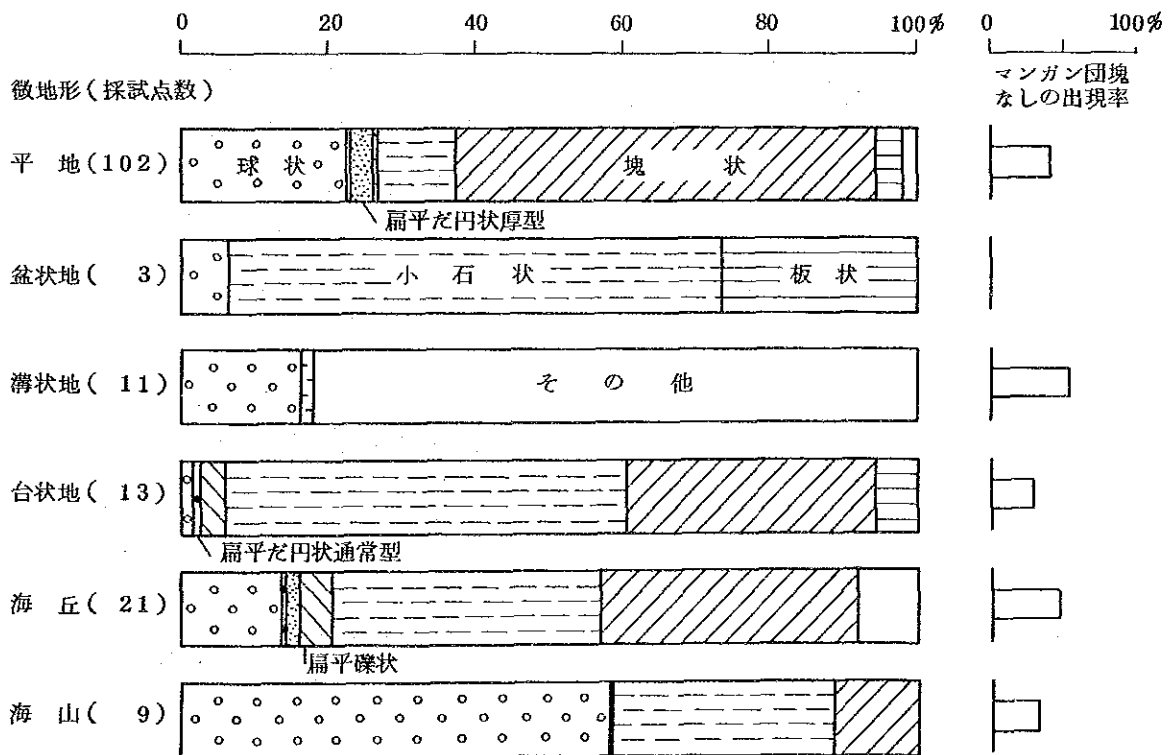


図 3-5-6 粒度と形状



注) 左図に採取量率による形状比率を示し、右図には全採試点数にたいするマンガン団塊が採取されなかった割合を示す。

以下図 3-5-8, 図 3-5-9, 図 3-5-10 も同様である。

図 3-5-7 微地形と形状

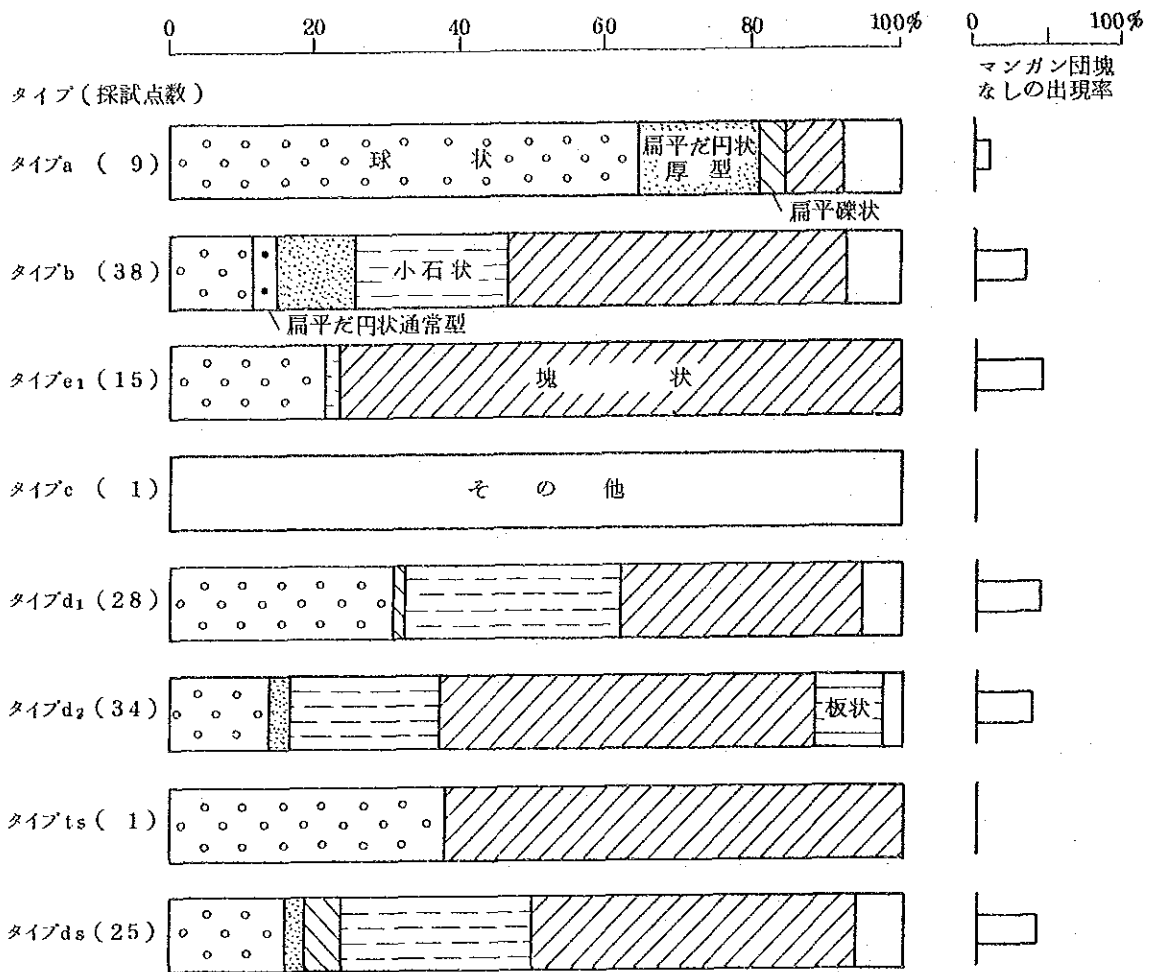


図3-5-8 SBPタイプと形状

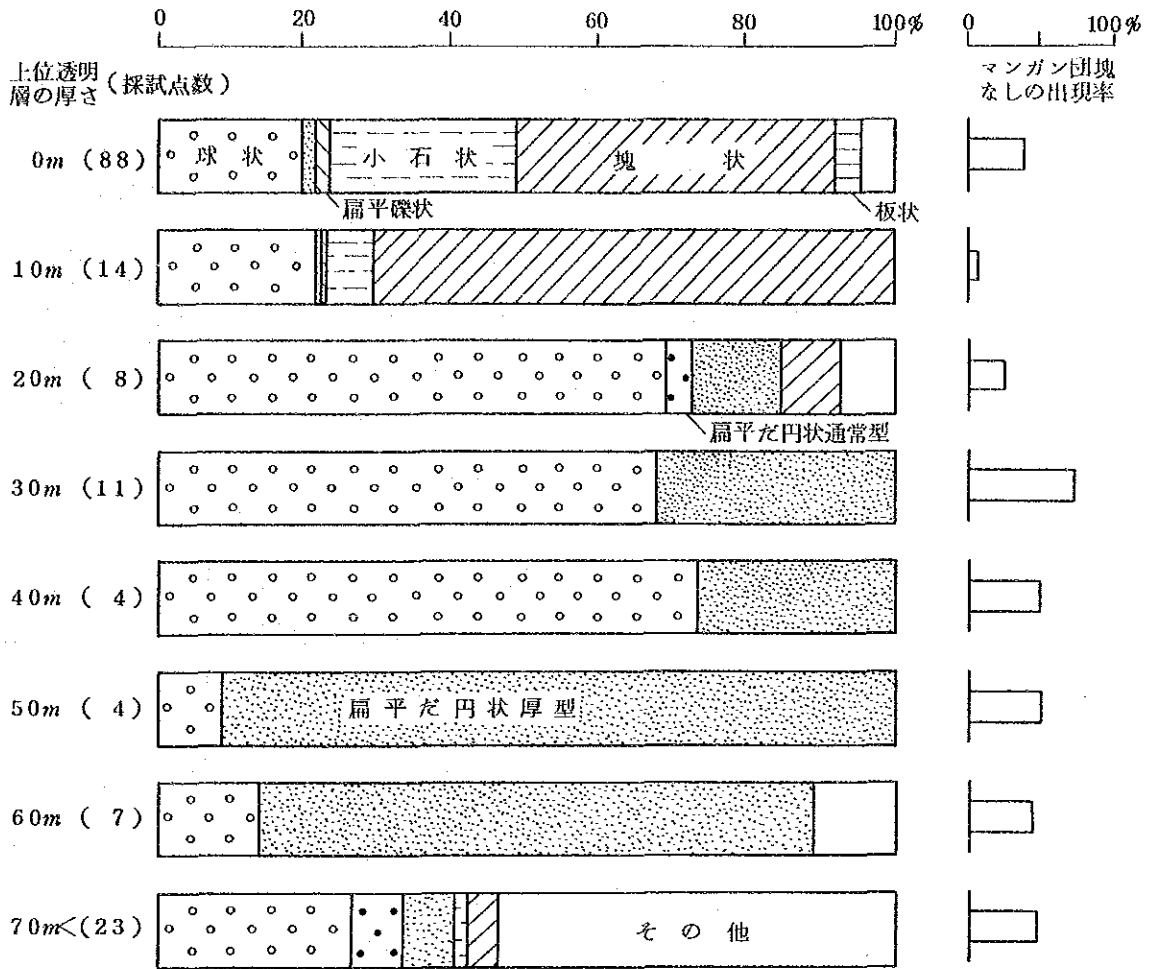
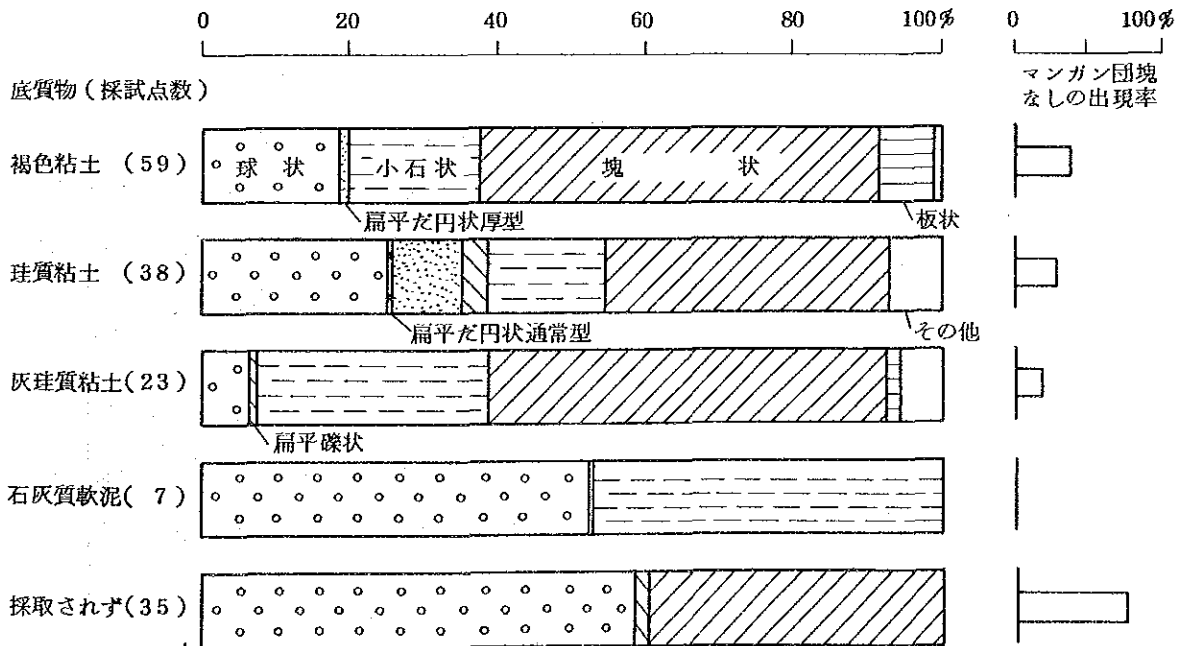


図 3-5-9 上位透明層層厚と形状



底質物が採取されなかった探試点には、岩盤等のためなかった場合、及び底質物があっても探泥器が作動しなかったため採取できなかった場合の2通りがある。

図 3-5-10 底質物と形状