

深海底鉍物資源に関する地質学的研究

—昭和58年度研究航海(GH83-3)—

野原昌人・奥田義久・西村 昭・白井 朗・山崎俊嗣
Masato NOHARA・Yoshihisa OKUDA・Akira NISHIMURA・Akira USUI・Toshitsugu YAMAZAKI

斎藤文紀(海洋地質部)・宮崎純一(技術部)・盛谷智之(海洋地質部)
Yoshiki SAITO・Junichi MIYAZAKI・Tomoyuki MORITANI

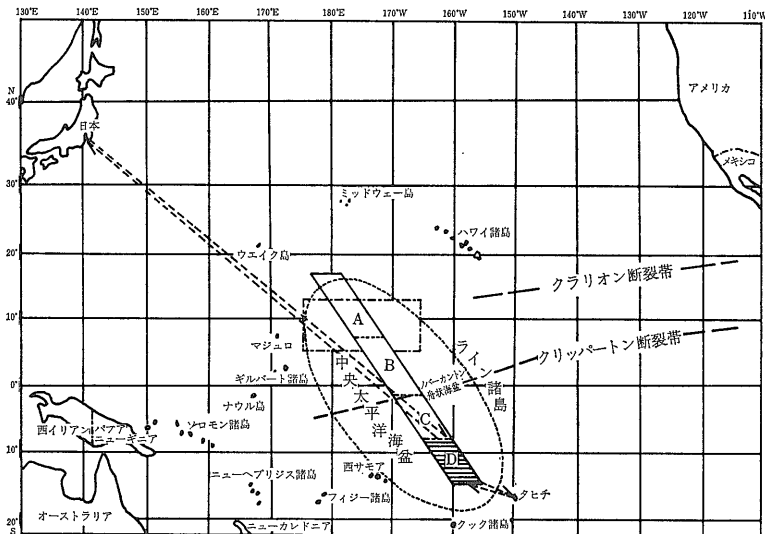
はじめに

地質調査船「白嶺丸」によるGH83-3次研究航海〔8月8日～10月6日(1983)60日間〕が中央太平洋 ペンリン海盆で実施された。当研究航海は工業技術院特別研究「深海底鉍物資源に関する地質学的研究(昭和54年度～58年度)」の最終年度にあたる。従来の経過(第1～4年次研究航海)については本誌 No. 316 (p.38-61), No. 319 (p.11-27), No. 331 (p.36-49), No. 343 (p.9-21)に成果の概要が紹介されている。

本年度はタヒチ島北西海域 ペンリン海盆(第1図)においてはフリーフォールグラブ ボックスコア ピストンコアによる採泥 主にエアガンによる反射音波探査精密音響測機(12kHz) サブボトムプロファイラー(3.5kHz)による地形・表層堆積物分布調査 重力探査 磁気探査 熱流量測定等(第1表)を実施し 当海域におけるマンガン団塊の量・形態・品位・分布域と地形・地質構造・堆積物及びその地質年代等に関して重要な基礎的データを得た。以下 調査の概要と研究成果の概略について述べる。

調査航海の概要

調査海域はGH-180 航海で得られたデータ及び仏-CN EXO による調査結果に基づいて検討され 158°-160°W 12°-14°S の海域で実施された(第2表)。調査日程前半は従来と同様に約30マイル間隔のエアガン等によるグリッド調査 各種の停船観測を行い 調査海域の全般的な地形 堆積構造 マンガン団塊の形態・分布を把握した。その結果 約158°40'W に位置し 南北に伸びるトラフを境に 東側は海山群モート(凹地)を含む変化に富む地形であるのに対し 西側は水深約5100～5300m に広く発達する深海平原が特徴的である。堆積物の層厚・分布 地質構造等も 上記の地形的特徴を反映しており トラフ軸がその変換点であることが明らかになった。マンガンノジュールタイプ中で GH80-1 航海(Cruise Report No.18)で採取された いわゆるペンリントタイプは地形的に起伏の多い地域に分布する傾向にあるが その形状・粒径分布は水深 地形と強い対応関係を示さない。また平坦地形でも著しく変化に富むタイプの分布が明らかになった。上述の結果を更に詳細に把握するために 調査海域の一部に精査域をもうけ マ



第1図 「海底鉍物資源に関する地質学的研究」の調査海域。昭和58年度航海(GH83-3)は 斜線を入れた区画Dで実施された、なお北緯10度付近に示される長方形は「深海底鉍物資源深査に関する基礎的研究(昭和49～53年度)」の調査範囲である。

第1表 調査項目等一覧

船位測量 人工衛星航法システム (NNSS)	
航走観測	観測距離 (マイル)
深海用精密音響測深機 (12kHz PDR) による地形探査	全航程
サブボトムプロファイラ (3.5kHz SBP) による表層堆積層探査	全航程
エアガンによる反射法音波探査	2526.4
ソノバイによる屈折法音波探査	57.3
プロトン磁力計による磁気探査	7117.8
船上重力計による重力探査	全航程
停船観測	サンプリング数
ボックスコーラーによるマンガン団塊/表層泥採取	16
フリーフォールグラフ (カメラ付) によるマンガン団塊採取	146
ピストンコーラーによる柱状採泥	17
ドレッジによるマンガン団塊または岩石の採取	1
ヒートフローメーターによる海底熱流量の測定 (ピストンコーラーに付属させたもの)	17
深海底カメラによる連続撮影	1
海底土土質工学的測定	2

第2表 航海日程概要

1983	8 : 8	船橋港出航 (14 : 00) エアガン除く航走観測
	8 : 21	St. 3901着 (16 : 50) 前半作業開始 フリーフォールグラフ ピストンコーリン グ ドレッジ等による採泥・マンガン団塊 採取. 熱流量測定 海底土質工学的調査 を行う.
	9 : 4	エアガン等揚収完了 (12 : 38) 前半作業 を終了パペーテ港へ向う
	9 : 6	パペーテ港入港 (09 : 00) 水・燃料・食料の補給, 資料収集
	9 : 12	パペーテ港入港 (16 : 00) エアガン・プロトン除く航走観測
	9 : 14	St. 3953着 (12 : 11) 後半採泥・音波探 査等の調査研究開始
	9 : 21	後半作業を終了 エアガンを除く航走観測
	10 : 5	プロトン揚収 (08 : 40)
	10 : 6	船橋基地着岸入港 (09 : 00)

ンガンノジュールの形態変化・量と地形・堆積物種・堆積物層厚・地史・地質構造等との関連について 後半の調査日程が消化された。

調査域の海況は常に10m前後の風が吹き 必ずしも良好ではなかったが 調査器機等にも重大なトラブルもなく 当初の研究目的を遂行し 予定通り10月6日 無事船橋母港に接岸した。なお 公害資源研究所大型工業

技術研究開発「マンガン団塊の採掘性に関する研究」も併せて実施された。なお この間 研究客員として山形大学 原田憲一氏 後半 外国研究員として韓国動力資源研究所 LEE CHI WON 氏 西ドイツ CLAUS-STHAL-ZELLEFELD 大学 P. FLEMMING 氏が乗船された (第3表)。以下 主として船上調査研究結果について 各項目ごとにそれぞれの概要を述べる。

第3表 乗船研究員

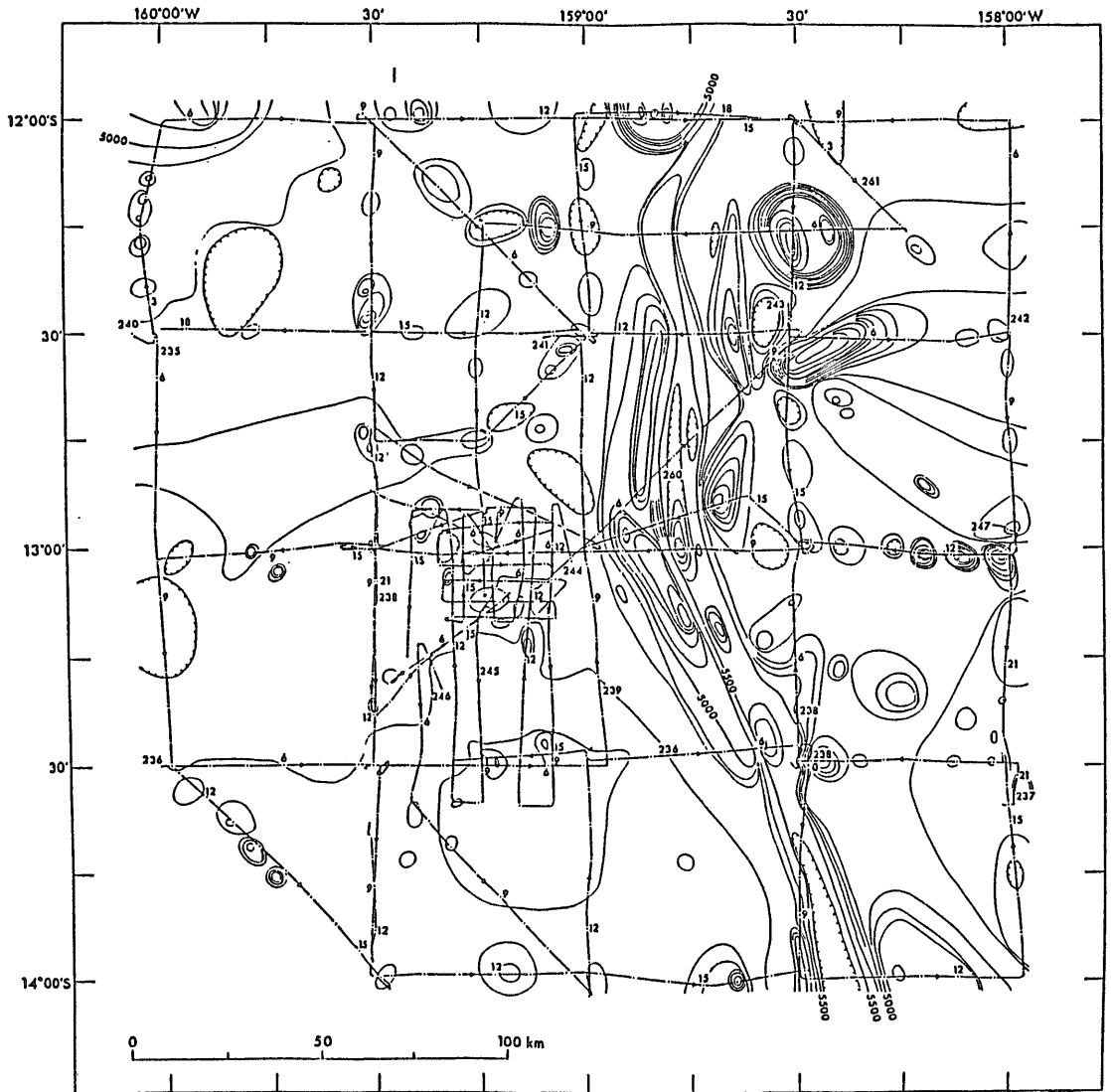
氏 名	所 属	担 当	備 考
野原 昌人	地質調査所	主席研究員・総括	
奥田 義久	〃	音波探査	
西村 昭	〃	総務・堆積物	
白井 朗	〃	マンガン団塊	
山崎 俊嗣	〃	NNSS, 重力, 地磁気, 熱流量	
斎藤 文紀	〃	堆積物	
宮崎 純一	〃	地形	
鶴崎 克也	公害資源研究所	土質工学・堆積物	
山崎 哲生	〃	〃	
原田 憲一	山形大学	マンガン団塊・写真	客員
LEE CHI WON	Korea Institute of Energy and Resources	堆積物	〃
PETER FREMMING	Technische Universität Clausthal-Zellefeld	マンガン団塊	客員
西山英一郎	千葉大学	NNSS/熱流量	研究補助員
村田 史之	神戸大学	〃	〃
黒木 一志	琉球大学	音波探査	〃
笠原 久芳	〃	〃	〃
原 孝範	〃	堆積物	〃
小倉 浩之	〃	〃	〃
飯干 茂義	熊本大学	写真・土質工学	〃
吉留 良史	京都大学	土質工学	〃

I 海底地形

概査地形調査は 12°S-14°S 160°W-158°W の範囲で実施された。

航走観測測線 (第2図) は南北方向及び東西方向に約15~30マイル間隔である。海底地形図作成に当たっては 主として12kHzPDR 記録が不鮮明な部分は 3.5kHzSBP の補正水深データを用いた。その結果を第3図に示す。第3図から明らかのように 調査海域中央部を NNE-SSW 方向にトラフ状の地形が伸び西側の高まりも同方向に連なっている。その最深部は約6,000mに及び 東側の斜面より西側の斜面の方が急傾斜になっている。高まりの最頂部と谷の最深部との比高は最大1,600mである。

このトラフ状の地形を境として東西の地形的特徴が異なる。西側は全体を平坦面が5,100~5,300mにか



第2図 航走観測図

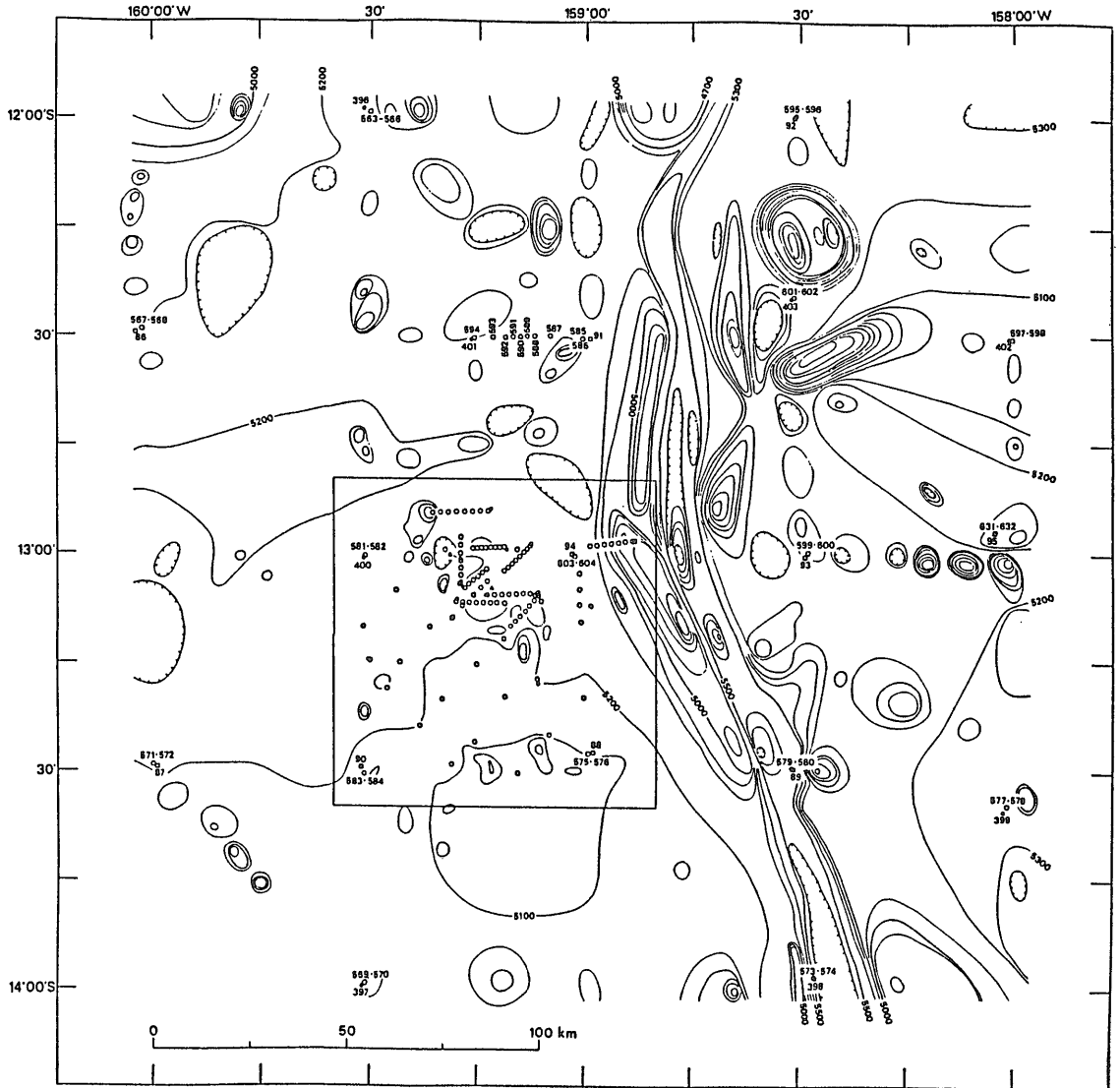
けて発達していて 海丘や凹地がいくつか点在しているだけの地形であるのに対して 東側は多数の海丘や凹地が広い範囲にわたって存在している凹凸の激しい地形となっている。

精査地形調査は 12°50'S-13°35'S 159°35'W-158°50'W で実施された。測線は南北方向に2.5~5 マイル間隔 東西方向に北部から中央部にかけて2.5 マイル間隔である。精査海域の海底地形図を第4図に示す。当海域は水深が約4,400~5,300mに及んでいる。北東部に大きな高まりが存在し 南部や北西部に海丘が点在している。中央部には多少の凹凸があるが 全体としては先にも述べたように水深が5,100~5,300mにかけて発

達している平坦面の一部となっている。

II 重力

調査海域のフリーエア重力異常を第5図に示す。ほぼ全体が-20mgal~+20mgalにおさまり 大きな異常は見られない。調査海域を南北に横断する谷に対応して 重力異常値にも谷が見られるが その大きさは地形の落差から期待される量に比べてやや小さい。理由としてはトラフの底の堆積層が薄いこと あるいはトラフの底の基盤の密度がまわりよりも少し大きいことが考えられる。トラフを境に東側では正 西側では負の異常となっていて 堆積層の厚さにちがいのあることを示唆



第3図 調査海域の海底地形図 (□内は精査海域)

する。

III 地磁気異常

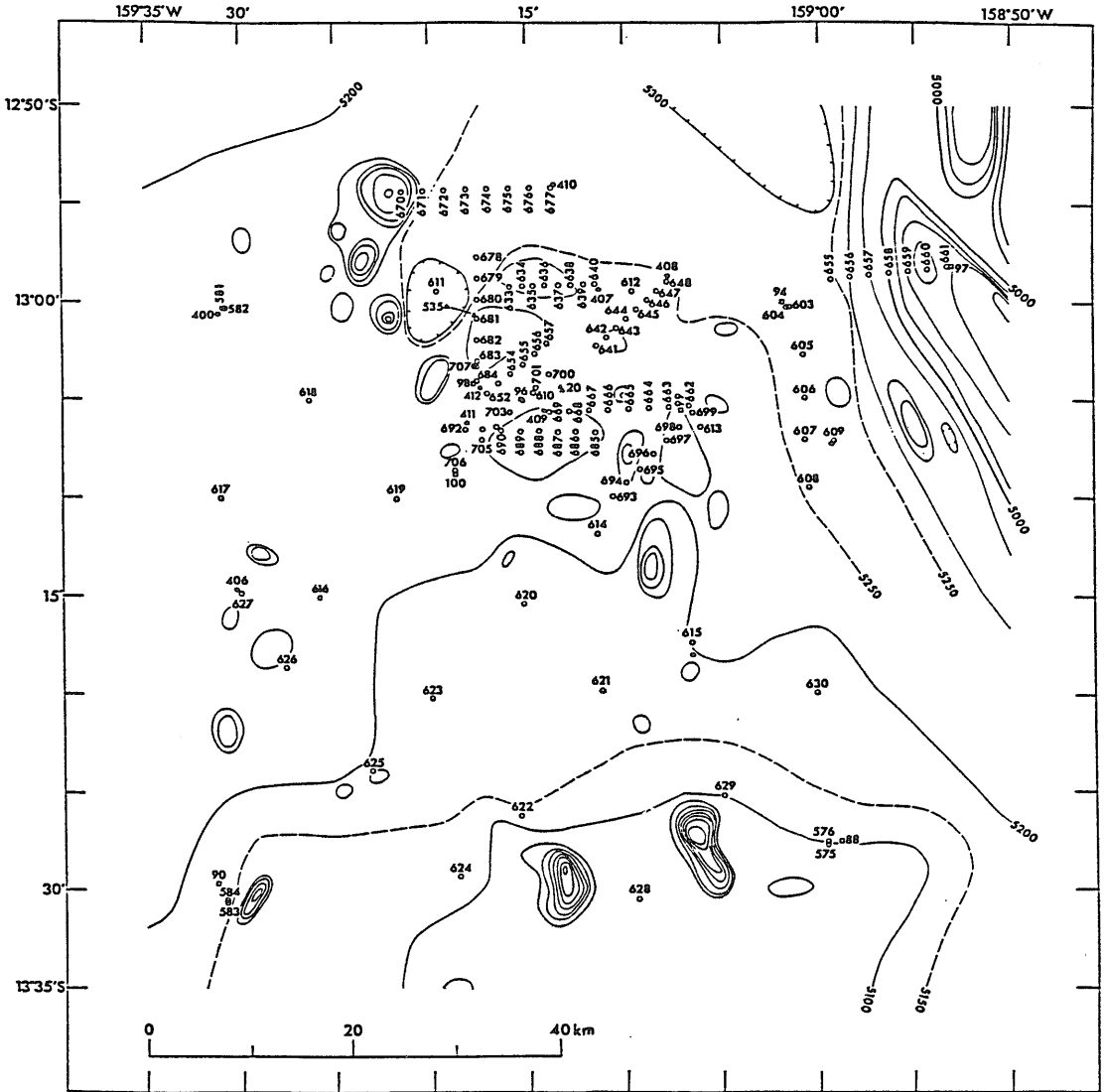
プロトン磁力計により得られた全磁力値から IGRF 1980の値を差し引いた 地磁気異常プロファイルを第6図に示す。短波長 小振幅の異常が特徴的であり いわゆる縞状地磁気異常は全く認められない。調査海域を南北に走るトラフは 磁気異常に著しい影響を及ぼしていない。調査海域の海底基盤年代を推定するためには調査海域を含む広い範囲のデータを必要とするが上に述べた本海域での特徴は Penrhyn Basinは Cretaceous Magnetic Quiet Zone (約80-120Ma) であるとする従来

1984年3月号

の考え方と調和的である。従って海底の年令に関しては GH81-4 GH82-4 GH83-3の各調査海域間で大差ないと考えられる。

IV 海底熱流量

3.5kHzSBP 記録で Unit I とされる 柔らかな堆積物におおわれた測点では すべてのサーミスタが堆積層中に正常に貫入し 良質の温度勾配記録が得られた (第7図)。このような測点 (計8点) の熱流量の平均値は $60 \pm 5 \text{ mW/m}^2$ である。この熱流量からは海底がその生成の後 単純に冷却 (再加熱等を受けない) したと仮定すれば 海底の年代は理論的には (Boundary Layer mo-



第4図 精査海域の海底地形図

del や Plate model) 70Ma 前後と予想される (第8図)。地磁気異常からは Cretaceous Magnetic Quiet Zone (80-120Ma) と推定されていることとあわせて 海底の年代は Late Cretaceous と考えられる。

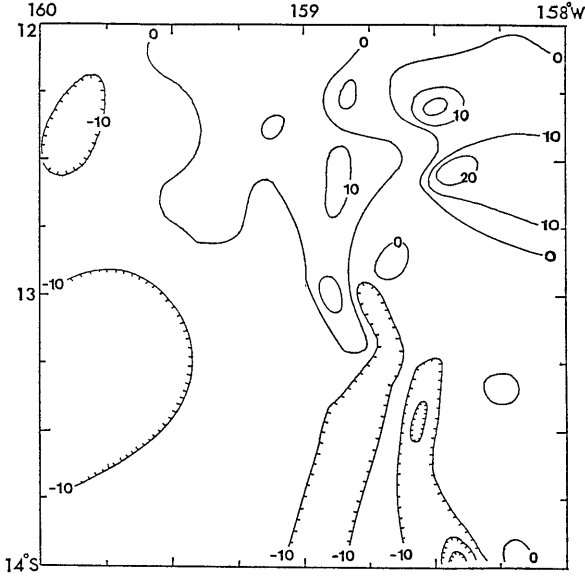
一方 3.5kHzSBP 記録で Unit II・III とされる 深海底表層のものとしては異常にしまった固い堆積物の所では サーミスタが破壊されたり 一部しか貫入しない場合が多かったため Unit I の場合ほど良質なデータは得られなかった。得られた記録の多くは貫入時に異常に大きな発熱を示し 13~15分という堆積物中での通常の放置時間内では 温度が平衡に達しなかった。従って いわゆる Bullard の補正が必要と考えられる。

現在 解析中であるが Unit I よりやや温度勾配が高い可能性がある。事実とすれば何らかの熱の集積機構を考えなければならない。

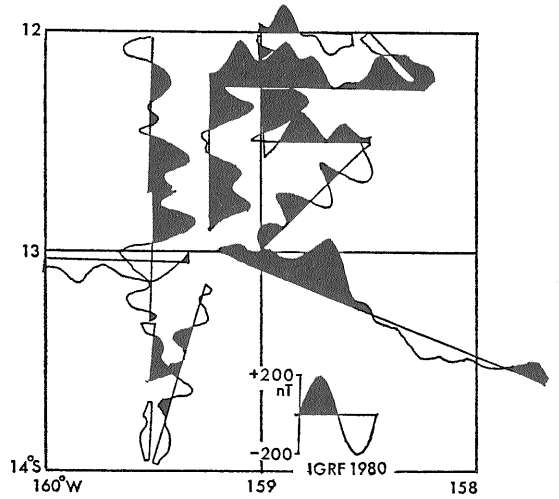
熱流量は測点付近の地形の起伏に大きな影響を受けるため 平坦地でない測点については補正計算を行なう予定である。

V 底層水温

海底地殻熱流量と同時に測定を行った。すなわちピストンコアラーのウェイト内におさめられた温度差測定装置のメモリの残りを利用して ピストンコアラーの離底後 海底直上より約1,000mにわたって底層水温垂直

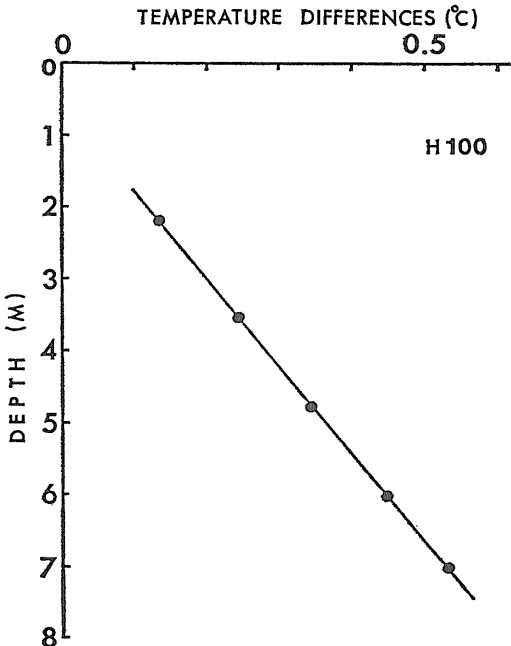


第5図 フリーエア重力異常図。単位はミリガル(mgal), コンター間隔 10mgal.



第6図 地磁気異常図

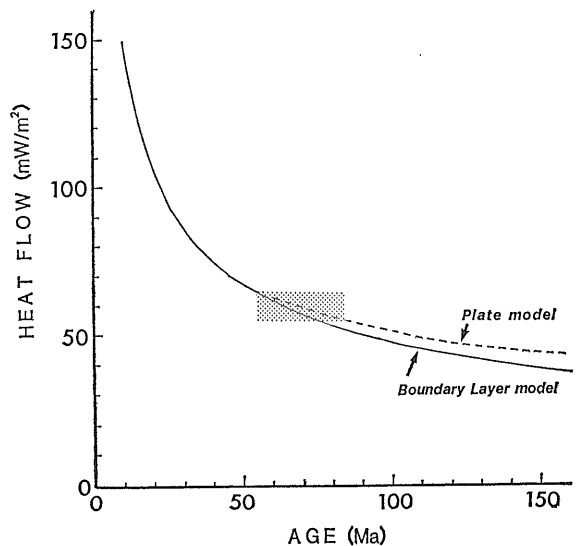
変化を測定した。測器の本来の目的が温度差を精密に計ることであるため 精度良く求められるのは各測点の水温の差であり その絶対温度でないことに注意する必要がある。



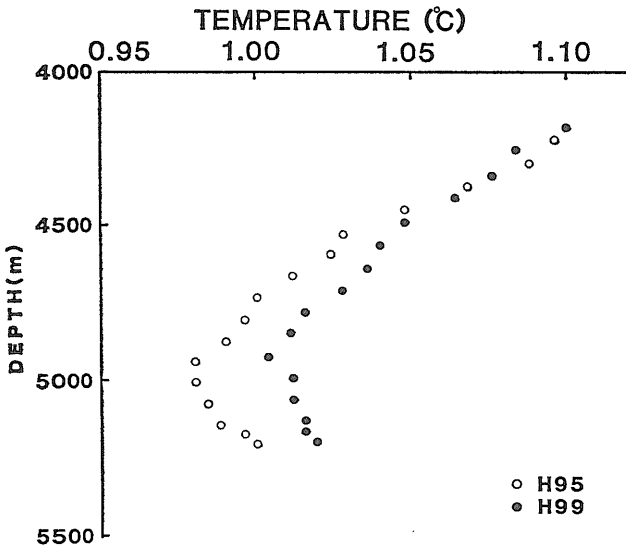
第7図 堆積層中の温度勾配の例(貫入長は正確には不明であるため ここでは パレル長と同じ8mとして縦軸を作成した。)

代表的な底層水温プロファイルを第9図に示す。H 99の位置はH95の南約90kmであるが H95より有意に高い温度を示す。全測点を総合すると 調査海域北西部が低温で 東及び南に向って温度が上昇する傾向にある。底層水は海底面からの熱流と 上層の水塊との熱交換により じだいに暖められる。従って 本海域では底層水の動きは 南ないし東向きであると推定される。

Penrhyn Basin を支配する底層水の起源としては従来二つの対立する説がある。南極起源の底層水(AAB



第8図 熱流量(縦軸)と海底年代(横軸)の理論的關係。ハッチで示した部分は今回得られた熱流量と それより推定される年代を示す。



第9図 底層水温プロファイル
温度(横軸)の相対精度は0.01°C以内であるが 絶対精度は0.1°C程度である。

W) が Aitutaki Passage から直接流入するという考えと Samoan Passage を通って北向きに流れた AABW が分岐して Nova-Trough の南の Ridge と Manihiki Plateau の間を東向きに流れ さらに南へ向きを変えて Penrhyn Basin に流入するという考えである。今回の結果と GH82-4 の海域で推定された東向きの動き(地質ニュース No. 343) 及び GH82-4 海域より今回の海域の方が底層水温が高いことは 後者の説を支持する(第10図)。

今回の海域では 水深5,000m 付近で最低の水温が測定された(第9図)。これは GH82-4 海域とほぼ同じ深さであるが GH81-4 海域では約500m 浅い 4500m 付近であった。鉛直方向の水塊の構造の違いを示しているものとして注目される。

今後は 底層水の動きと堆積物の時空分布やマンガン団塊の広域的变化との関連を検討する予定である。

VI エアガンによる地質構造探査

調査海域のほぼ全域にわたって 第2図に示されたように東西 南北方向の測線を主体として エアガン2台による音波探査を実施した。精査海域では測線間隔2.5~5マイルでより詳しい構造探査を実施した。

調査結果の1例を第11図に示す。すでに述べたように調査海域の東部におよそ南北方向にトラフ状凹地帯が発達する。同トラフは南部で約6000mの最高水深を示し 約0.1秒以下の堆積層で埋められている。北部ではやや水深が浅くなる。トラフ内の堆積層は全般的

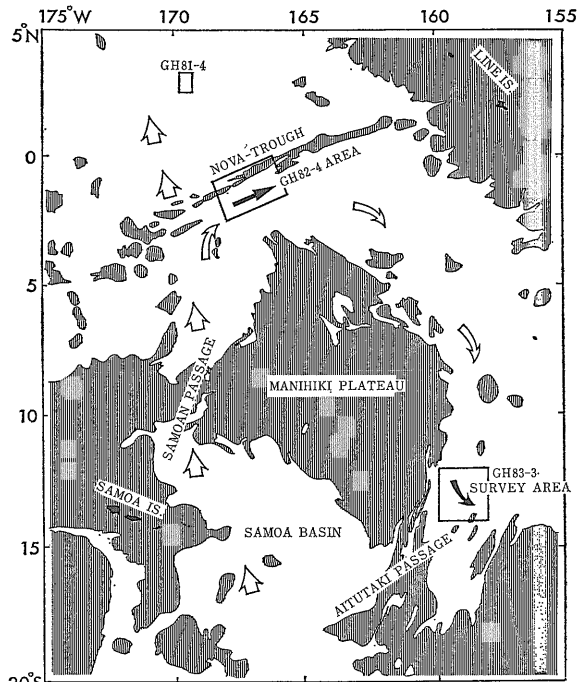
にかなり変形をうけており 堆積後の構造運動を受けたことを示す。また トラフの西側斜面が急傾斜であるのに対し東側ではより緩傾斜であり トラフ軸を中心に東西の構造運動が性格を異にしている可能性が高い。

第12図に調査域西部の音波探断面図の例を示す。一般に西部海域では音響基盤に調和的な0.1~0.4秒程度の成層-半不透明層が存在する。一部には海丘によって乱されており堆積の構造運動を受けている。上記の成層-半不透明層の上部には 音響的透明層の分布が認められる。同層は 3.5kHz SBP の記録では半不透明層に対比され Unit II であると考えられる。地形的に平坦な西域では 約57マイルにわたってソノプイの観測を実施し 良好な記録を得た。詳細は解析中である。

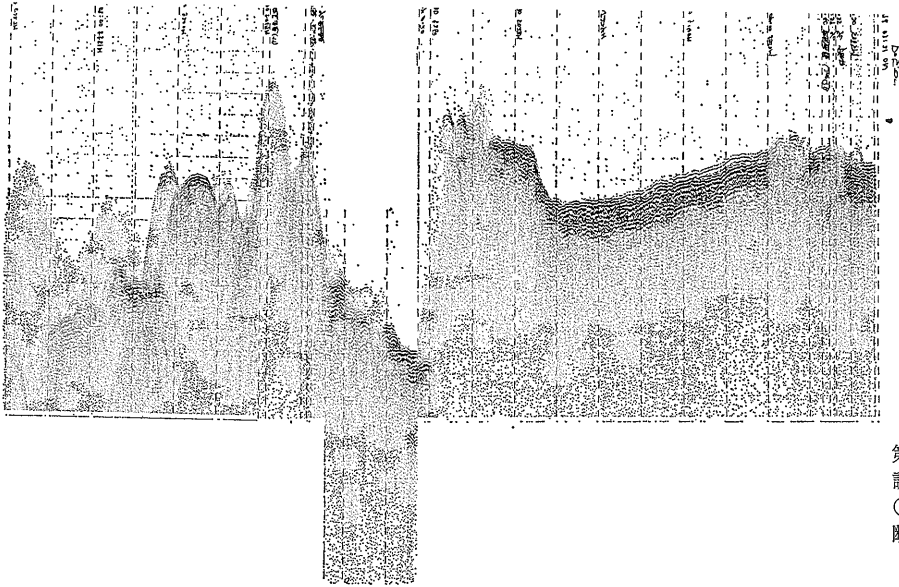
VII 海底堆積物

実施した採泥のうち 堆積物を採取したピストンコア17点 ボックスコア11点 フリーフォールグラブ116点について 船上で肉眼観察とスミアスライド作製 鏡下観察も実施した。以下その結果とその後の若干の検討結果も加えて概略を述べる。

- 1) 調査海域の表層堆積物は フッ石質粘土~遠洋性



第10図 推定される底層水の動き
矢印で底層水の移動方向を示す。
ハッチをほどこした部分は水深5000m以浅である。



第11図
調査海域南東部のトラフを東
(左)―西(右)横切る音波探査
断面図。

粘土からなっている。これはこの海域が赤道付近にある生物高生産帯の南のはずれた位置にあり表層での生物生産量の少ないこと水深が5,000mより深く炭酸カルシウム補償深度より深いことによっている。フッ石はフィリップサイトでありその量や形は地域や後に述べるコアの中で垂直的に変化している。形状は第13図に示すように短柱状結晶から十字型双晶種々の集合型結晶がある。量や大きさは調査域の東北部で大きい傾向があり精査域では3.5kHzサブボトムプロファイルでの透明層分布域に大きい傾向がある。ゼオライトの多い堆積物は指で触れても粗いことがわかりときには粘土質砂ということもある。

きる。

i) 未固結の暗赤褐色 無構造のゼオライト質～遠洋性粘土……透明層(UNIT I) (きわめて透明度のいい層で厚さは変化に富む)

ii) 固結度のよい暗褐色～暗赤褐色の遠洋性粘土……灰色層(UNIT II) (直接海底にある部分では一見透明層のようにみえるがI)と比べると灰色である。UNIT Iの発達する部分ではその下に黒い層として見えるが更に下位に黒色層(III)との境界がみられることが多くUNIT IIIと区別される)。

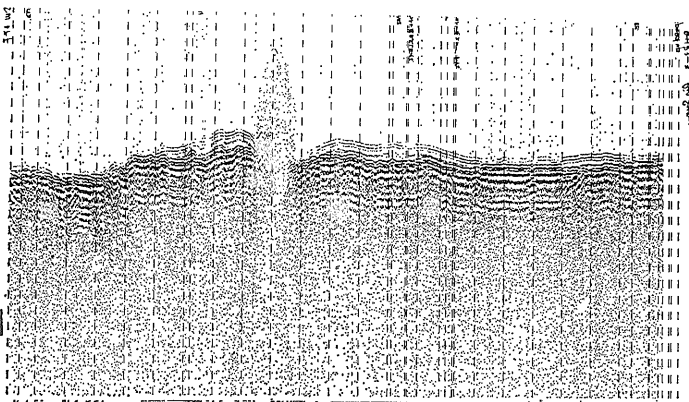
iii) 固結度の高い黄褐色板状の粘土岩と暗赤褐色の半固結の遠洋性粘土の互層……黒色(UNIT III) (3.5kHz記録上では音響的基盤に相当する)

3) 前記での i と ii の岩相境界は規模の大きな HIA TUS (堆積間隙) と考えられる。その理由は以下の通りである。

イ) 固結度がきわめて対照的で i は未固結であるが ii はよくしまっていて船上で公害資源研究所の研究者の実施したせん断試験では測定器の能力をこえて測定できないほど固結度合が大きかった。

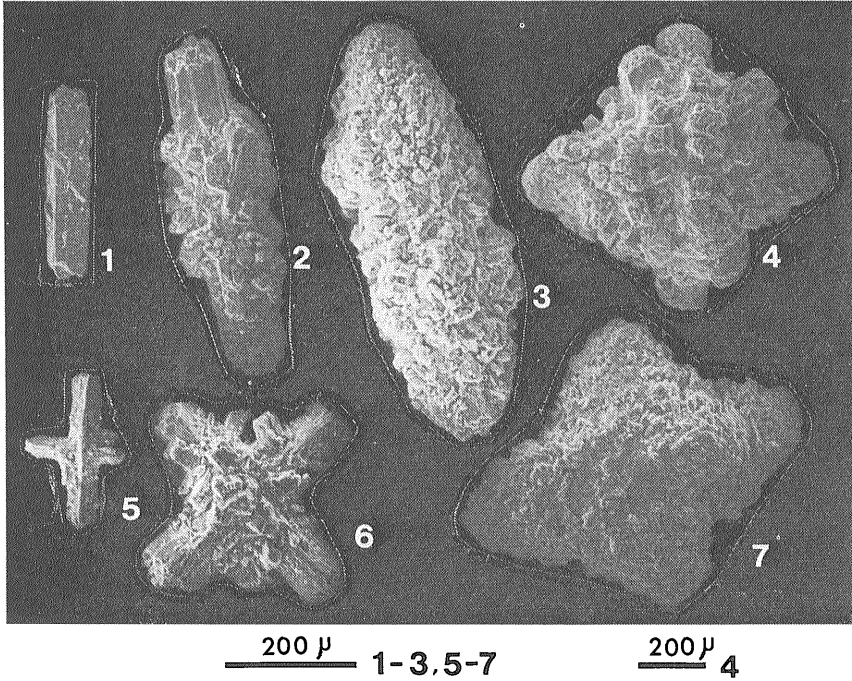
ロ) 境界にはしばしばマンガングラストや薄いマンガンコートティングがみられ削剝後の無堆積の時期を示すと考えられる。

ハ) 3.5kHz記録上で UNIT II の上面は小さな凹凸が多く侵食されたことを予想させる。

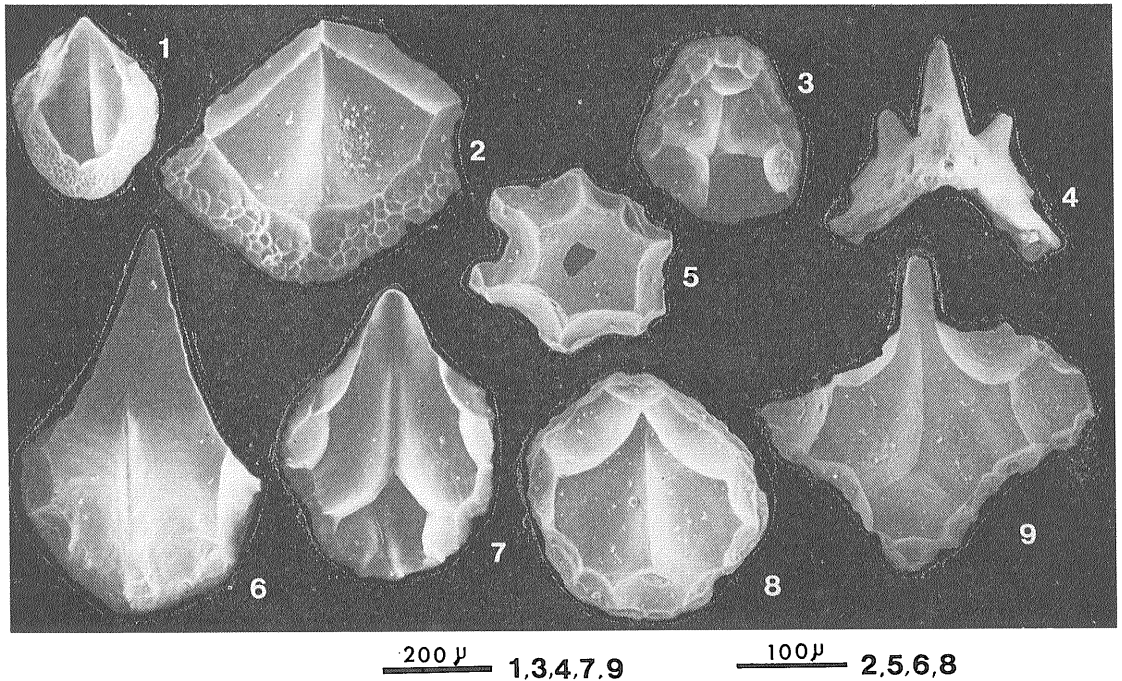


第12図 調査海域北西部 平坦地形域の東(左)西(右)方向音波探査断面図

調査域での堆積物は 柱状に採泥されたも



第13図
フィリップサイトの種々の形態
(SEM写真)
(P407.24cmの堆積物中のもの
岩相区分iにあたる)



第14図 イクテオリス (SEM 写真)

本文中に示した岩相区分 ii から産出。 4 を除いて明らかに鯢の循環鱗に由来したものである。 4. 5. 9 などは白垩紀後期から始新世の堆積物から産出報告されているもの (Doyle, P. S. & Riedel, W. R., 1979) と似ている。 参考文献: Doyle, P. S. & Riedel, W. R. (1979) : Ichthyoliths : present status of taxonomy and stratigraphy of microscopic fish skeletal debris, SIO Reference no. 79-16, 1-231, Univ. California. 西村昭 (1981) イクテオリス 地質ニュース 320, 34-37.

第4表 マンガン団塊の採取及び海底撮影の結果

調査機器	有効回数	団塊の産状	存在点数
フリーフォールグラフ	145	表層	133
ボックスコア	11	表層	11
		コア中	1
ピストンコア	17	表層	12
		コア中	12
ドレッジ	1	表層	1
FG/B付単発カメラ	134	団塊	115
		クラスト	17
連続深海カメラ	1	団塊/クラスト	約200

のを含めて放散虫 有孔虫 石灰質ナノプラクトン等
通常年代決定に使用される化石を殆んど含んでいない。
今後 上述の HIATUS の地史上の意味や マンガンジ
ュールの生成にかかわる堆積環境の変遷を知るにも年代

kg/m ²	FREQUENCY OF ABUNDANCE	
0-2	33	*****
2-4	9	*****
4-6	10	*****
6-8	4	****
8-10	8	*****
10-12	7	*****
12-14	6	*****
14-16	7	*****
16-18	10	*****
18-20	10	*****
20-22	8	*****
22-24	3	***
24-26	6	*****
26-28	8	*****
28-30	8	*****
30-32	3	***
32-34	3	***
34-36	1	*
36-38	3	***
38-40	1	*
40-42	0	
42-44	0	
44-46	0	
46-48	0	
48-50	0	
50-52	1	*
TOTAL=	149	AVE.= 13.8

%	FREQUENCY OF COVERAGE	
0-10	11	*****
10-20	10	*****
20-30	8	*****
30-40	8	*****
40-50	10	*****
50-60	12	*****
60-70	6	*****
70-80	19	*****
80-90	29	*****
90-	4	****
crust	17	*****
TOTAL=	134	AVE.= 51

第15図 全海域のマンガン団塊の賦存率(上)及び海底被覆率(下)のヒストグラム。頻度は採取点数で示す

目盛りをいれる必要があるが きわめて困難なようである。唯一の化石として イクチオリス(西村 1981)が全体的に認められる。予察的に検討した所では 上記の HIATUS の下 ii) から産出する イクチオリスは古いものがみられ 中新世以降産出のものは少なく白亜紀~漸新世から報告されているものと類似のものが多くみられる(第14図)。このことから HIATUS で欠如する地質年代は古く長い期間が予想される。

VIII マンガン団塊

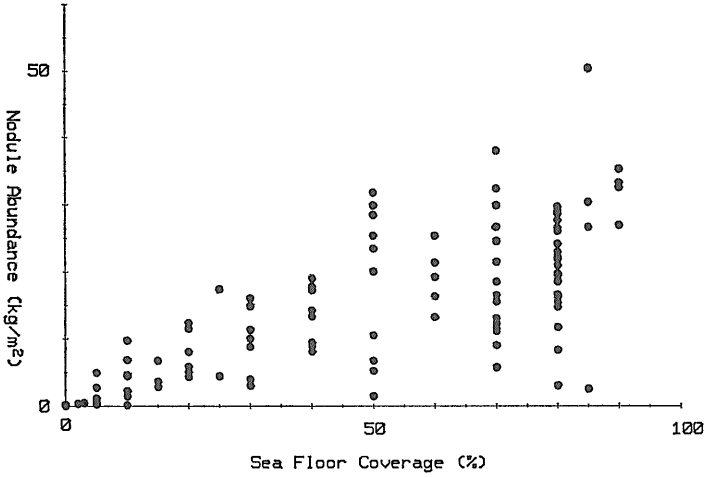
調査航海の前半では概査地域(約200×200km)での団塊分布 産状の概略を把握し 後半ではその中に設定した精査地域(約500×500km)において地質・地形と団塊分布との対応関係を明らかにすることを目的として調査を行った。調査方法・調査機器・試料処理は従来の航海のものに従った。結果は第4表に示す。本稿では船上観察の結果に基づいてペリン海盆南部での団塊分布の概略を述べる。

本調査の結果に GH80-1 航海(地調クルーズレポート18巻参照)及び仏 CNEXO の調査を加えて検討すると 本海域を通じてのマンガン団塊の特徴は次の通りである。

(1)中部~東部太平洋に比べると団塊は高賦率 高被覆率である。本海域での賦存率は 0~50kg/m²まで変化するが 全有効採取点の半数以上で10kg/m²を越え 約1/3で20kg/m²を越える(第15図)。また海底写真によると全有効撮影範囲内(50×50cm程度)において不均質な分布を示すものがある。マンガンクラスト(海底面の岩石をマンガン酸化物が覆ったもの)が多く認められることも一つの特徴である。

(2)従来のマンガン団塊の分類基準(表面構造に基づく s,r 分類における典型的 r 型(高Mn, Cu, Ni 含有量が特徴))に相当する団塊は本海域では認められない。赤道近くの r 型団塊は最表層の放散中 軟泥/粘土中に埋没して産することが多く堆積物の続成作用と成因的關係があると考えられているが 本海域では埋没して産する団塊は認められない。第16図は すべての採取点において団塊は海底に露出した産状であることを示している。表面構造は一般に s 型(平滑表面)に分類できるが 0.5mm 程度の小突起の集合状の表面構造が主に大型団塊の頂部などにしばしば認められる。しかし現場での観察によりこれらの小突起は s 型と同等の鉱物・化学組成を持つものと推定される。

(3)形状の基本は球形であり 楕円体 亜角礫状 連結形などの変化がある。但し本海域には核(固結堆積物



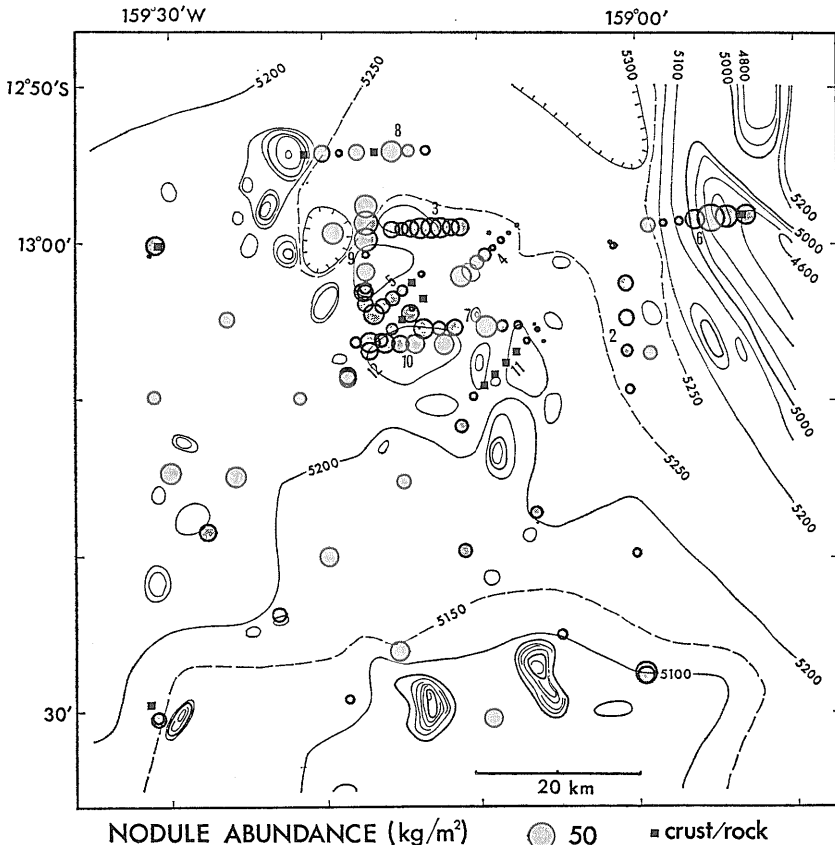
第16図

賦存率と海底被覆率との関係 縦軸にプロットされるものが無いことは 海底表層近くの団塊は海底表面上に露出することを示す。高被覆率でも低賦存率の点の一部は採泥器が団塊全部を採り損ねる場合も含む。

サメの歯など)の大きい団塊が多く 形状変化は概ね核の形状と個数によって決っている。

以上の特徴を踏まえて本海域の団塊分布は次の3タイプに分けることができる。

①賦存率が低く(約3 kg/m²以下) 粒径が小さい。形状は扁平楕円体 不規則連結形などが卓越する。表面はやや褐色を帯びた黒色の平滑表面である。



第17図

精査海域でのマンガン団塊・クラストの分布 図中の数字(2~12)は測線番号

②賦存率が高く(10-30kg/m²程度)粒径が大きい。形状は球状・不規則球状で連結したものは少ない。但し小径の①に属するものと混在することもある。表面は黒色でしばしば小突起が発達する。

③クラスト又は角礫へのコーティング。船上へ採取されたものは少ないが、海底写真によりしばしば確認される。

これらの3つのタイプは概査 精査地域ともに分布しその地域変化が認められる。

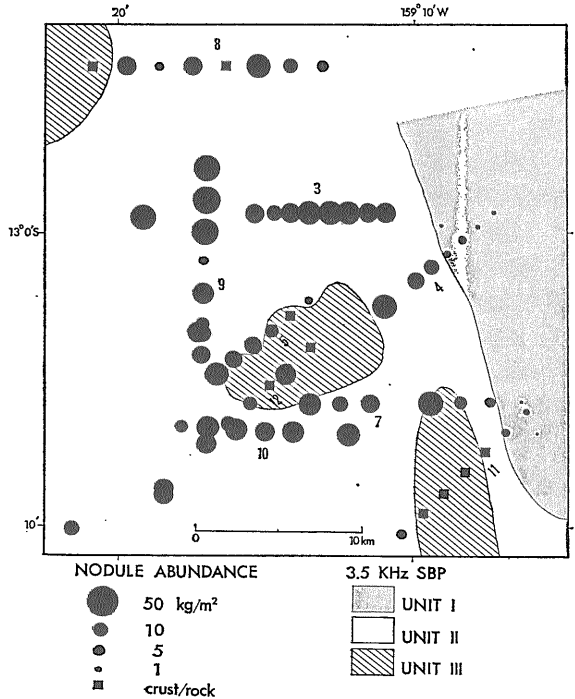
次に調査地域内での団塊や分布について述べる。概査地域は中央のやや東側に南北系のトラフ状凹地が特徴的でその東部で深海丘が卓越し西部は比較的平坦である。マンガン団塊の分布とこの大地形の特徴との間には明瞭な対応関係は認められない。トラフの底には団塊が非常に少ないこと以外には東西で明瞭な差違はない。

団塊の性状・賦存率などはさらに小さいスケールで局地的に変化している事が次の精査地域での調査で明らかになった。

精査地域は 北東側のトラフ状凹地に関連する高まりと比高500m程度の孤立した2~3の海丘が存在し それ以外は平坦な海盆地である。一方マンガン団塊の分布では中西部~中南部の海盆地に数10kmにわたるほぼ連続した高賦存率帯があり(団塊タイプ2) 中部の狭い地域にはクラスト(団塊タイプ3)が散在し その北東側には低濃集率帯(団塊タイプ1)が分布することがわかった。上述したように精査地域での地形は単調でありこれらの分布様式と地形との間には単純な対応関係は認められない。

しかし精査地域での音波探査及び柱状採泥の結果(別項参照)によると地形の起伏は小さいにもかかわらず堆積物層序の変化が明らかに認められる。3.5kHz SBPとピストンコアとの比較により本海域の堆積物中には3つの岩相が識別されている。すなわち上位から第1層(Unit I):第1層に比べ透明度が悪い固結度の高い遠洋粘土 第3層(Unit III):音響的に不透明な固結粘土岩と半固結遠洋性粘土の互層である。マンガン団塊の分布・層厚の地域変化と概ね調和的である。第17図には精査地域全体でのマンガン団塊の分布を 第18図にはその一部を拡大して 3.5kHz SBPに基づく各層の分布と団塊及びクラストの分布を示した。第1層は北西~西部に厚く(最大30m程度)発達し 他の地域では3.5 kHz SBP上では認められぬほどに薄くなっている。

第1層の発達する地域の海底面の団塊賦存率は小さく粒径も小さい。これらは上述した団塊タイプ①に相当する。平坦地域の一部には第3層が露出しておりその地



第18図 第3図の一部における団塊分布と3.5kHz SBPによる堆積層分布との関係。

域にはクラスト又は一部角礫化した固結岩石が分布する(タイプ③)。

以上の対応関係は海域内に設定した12の精査測線などから明らかにされたものである。2~3の例を第19図に示す。第19A図は第2層の分布域に多量に団塊が比較的連続して分布する様子がわかる。第19B図は第2層の分布域内に部分的に第3層に伴うクラストが分布する例である。第19C図には図の右側に第1層他に第2層 局地的に第3層(サイドエコーを伴う FG694 FG695の測点)が認められ 団塊の3タイプ変化が伴っている。第19D図には 第1層と第2層が分布し左右の4測点で団塊の分布状況の差違が明白である。

これらの堆積物層序と団塊の地域分布変化との対応関係は マンガン団塊の成長が堆積環境の変化と密接に関係していることを示すものであり この対応関係の地質学的意味を明らかにすることが当面の重要な課題の一つである。まだ充分な検討を加えていないので本稿では触れないが 上述の3岩相区分に相当する柱状堆積物試料中からも団塊やクラストが多く発見されている。これらの埋没団塊やクラストと堆積物層序との関連も団塊の成長と堆積史との関係を明らかにする上での手がかりとなるだろう。

今回の調査によって 本海域のマンガン団塊は中部・

東部太平洋のものとは分布・産状・形態が異なっていることがわかった。これはむしろサモア海盆・タスマン海・インド洋南東部など堆積環境への南極底層流の影響が強い一連の団塊濃集地帯のものと同通している。本海域でも底層流の影響は無視できない要因であり、例えば堆積物供給の休止又は浸食（ハイアタス）の時期と団塊の形成時期の検討、堆積物による埋没に耐えて団塊が海底面に保持される機構の検証などを行う必要があると考えられる。

現在マンガン団塊については、化学分析・鉱物分析・内部微細構造等の研究を行い、並行して堆積物の残留地磁気データをもとに本海域での団塊の形成機構・成長史等の具体的検討を行う予定である。

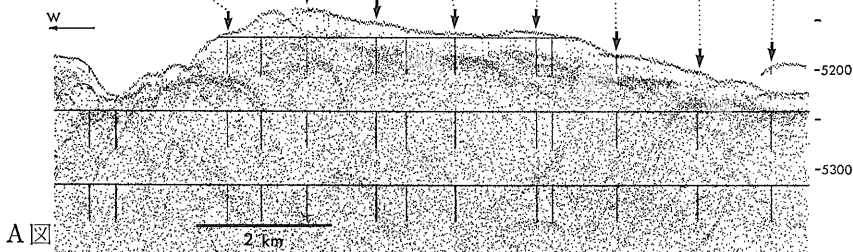
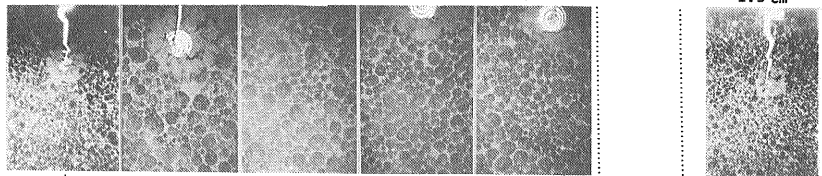
おわりに

以上、船上調査結果を中心に成果の概略について述べた。現在、個々の項目について更に詳細な分析・解析作業を進めている。

前述のように本調査研究が一連の工業技術院特別研究「深海底鉱物資源に関する地質学的研究」の最終年度に当る。本特研の大きな特徴は、中央太平洋海盆のウェイク島・タヒチ島（トランセクト）間の中軸部沿に各モデル海域をもうけ、マンガン団塊の量・品

Line 3

FG633	FG634	FG635	FG636	FG637	FG638	FG639	FG640
18.5 kg/m ²	11.7 kg/m ²	19.7 kg/m ²	29.1 kg/m ²	28.6 kg/m ²	27.1 kg/m ²	19.2 kg/m ²	20.9 kg/m ²
80 %	80 %	80 %	80 %	80 %	- %	- %	80 %
3.3 cm	2.5 cm	2.7 cm	3.1 cm	2.9 cm	2.8 cm	2.1 cm	1.9 cm



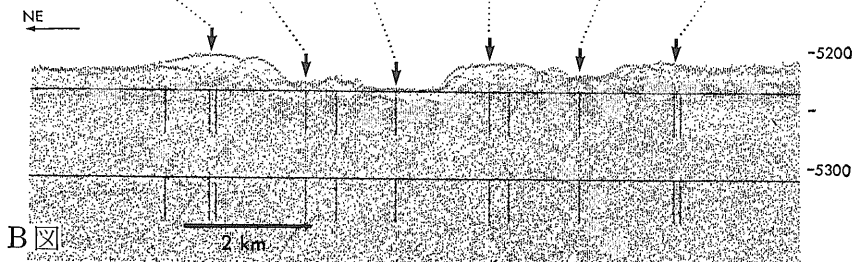
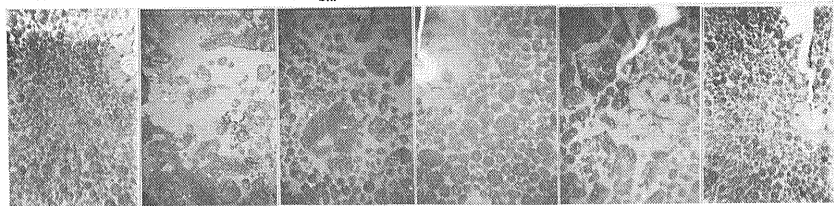
A

第19, A・B・C・D図 精査測線における団塊の局地的分布変化の例
写真はカメラ付フリーフォールグラフによる。

位・形態等と海洋地質・地球物理学的諸因子等との関連性を具体的に解明することである。従来の成果は、海洋地質クルーズレポートシリーズとして出版（CRUISE RE-

Line 5

FG649	FG650	FG651	FG652	FG653	FG654
2.5 kg/m ²	0.0 kg/m ²	8.1 kg/m ²	14.7 kg/m ²	15.6 kg/m ²	27.6 kg/m ²
85 %	crust	40 %	80 %	70 %	80 %
3 cm		2.5 cm	2.5 cm	2.7 cm	2 cm



B

PORT No. 18) 又は出版準備中である (GH80-4, GH81-4, GH82-4, Cruises).

また 各モデル海域ごとのマンガン団塊賦存図 重力異常図 地磁気異常図 表層堆積図等も近々出版予定であり 諸方面で利用されることを期待する。これまでの成果によれば マンガン団塊の形態又は品位は海底面における団塊の存在状態と密接な関係にあること トランセクト内でも地域ごとに大きく変動するばかりでなく 同一モデル地域でも局所的に変化に富む。マンガン団塊の成因及び分布に 現在各地質年代にまたがって

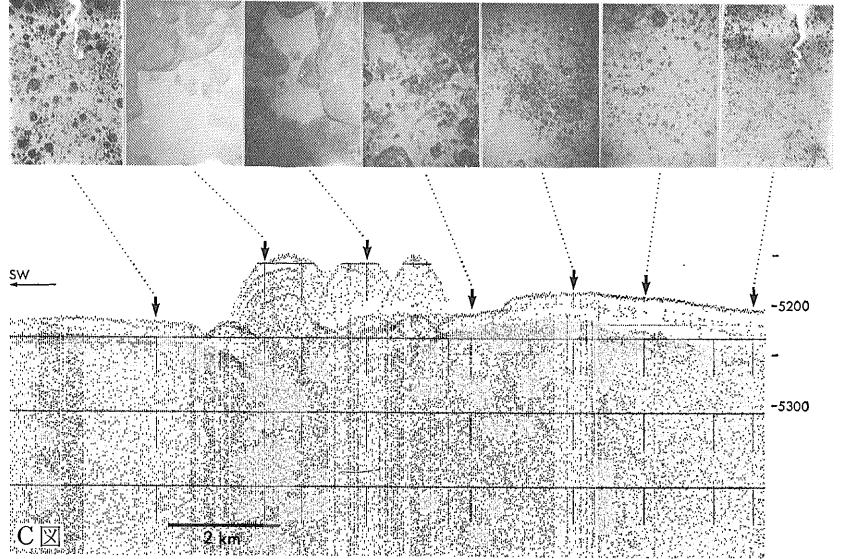
広く海洋底にその存在が明らかになりつつある HIATUS (堆積間隙) が深くかかわっているらしい事 等が本特別研究で明らかになりつつあり 単に深海底鉱物資源の賦存・予測評価ばかり

でなく 海洋地質学・地球物理学の発展に大きく貢献することは明白である。

本特研の初年度から終始調査に協力していただいた奥村船長以下白嶺丸乗組員の皆様に厚く感謝する。また本航海中調査研究に支援いただいた山形大学 原田憲一助教授 公害資源研究所 鶴崎克也山崎哲生諸氏に謝意を表す。

Line 11

FG693	FG694	FG695	FG696	FG697	FG698	FG699
4.3 kg/m ²	1.0 kg/m ²	0.1 kg/m ²	0.0 kg/m ²	0.0 kg/m ²	2.8 kg/m ²	1.4 kg/m ²
20 %	crust	crust	crust	-	15 %	10 %
2.6 cm					1.5 cm	1.4 cm



Line 4

FG641	FG642	FG643	FG644	FG645	FG646	FG647	FG648
30.3 kg/m ²	- kg/m ²	14.2 kg/m ²	11.3 kg/m ²	2.2 kg/m ²	3.0 kg/m ²	0.6 kg/m ²	0.5 kg/m ²
85 %	50 %	40 %	30 %	10 %	- %	5 %	5 %
2.7 cm	3 cm	1.8 cm	1.6 cm	1 cm	1 cm	1.4 cm	1.5 cm

