

深海底鉬物資源に関する地質学的研究 — 白嶺丸 G H 80 - 1 航海

水野篤行・上嶋正人 (海洋地質部) 松林修 (地殻熱部) 中尾征三・
 Atsuyuki MIZUNO Masato JOSHIMA Osamu MATSUVBAYASHI Seizo NAKAO

奥田義久*・小野寺公児・臼井朗 (海洋地質部)
 Yoshihisa OKUDA Koji ONODERA Akira USUI

* 現在石油公団

まえがき

この報告は 昭和54年度から開始された工業技術院特別研究「深海底鉬物資源に関する地質学的研究」の海上研究 白嶺丸による GH 80-1 航海 (昭和55年1月12日~3月11日) で得られたフィールドデータにもとづいて 同航海ならびに そのおもな結果の概要をとりまとめたものである。 これまでに得られた室内におけるコアの残留磁気測定結果 マンガン団塊の化学分析結果についても概要をのべる。

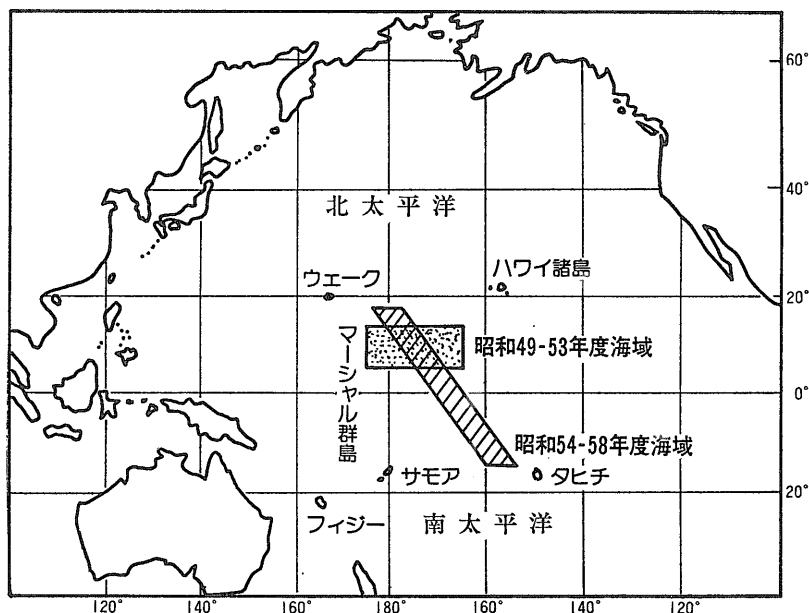
「深海底鉬物資源に関する地質学的研究」は 昭和53年度まで継続的に行われてきた中部北太平洋底を主対象とする「深海底鉬物資源探査に関する基礎的研究」(本誌 No. 280 p. 5-13 1977; No. 295 p. 10-13 1979; No. 304 p. 28-52 1979 参照) の成果をもとにして計画されたものである。 すなわち マンガン団塊の分布 (賦存率及び有用金属品位) には堆積相や堆積速度が大きく関係しているが 地質構造条件も大きな支配因子であろうとの見とおしに達した。 とくにこの点を究明することを目的と

し いくつかの異なる構造単元にまたがる中部北太平洋・南太平洋 (ウエイキ島東方からタヒチ島西方) にトランセクトを設定し (第1図) そのなかに研究に最適な小区域をいくつか選定して 小区域ごとに深海底鉬物資源とくにマンガン団塊の局地的変化性 (local variability) と堆積条件 地質構造条件との詳細な関係を明らかにしさらにマンガン団塊の全体的な広域的变化性 (regional variability) とそれらとの関係を把握しながら マンガン団塊の成因を究明しようとするものである。

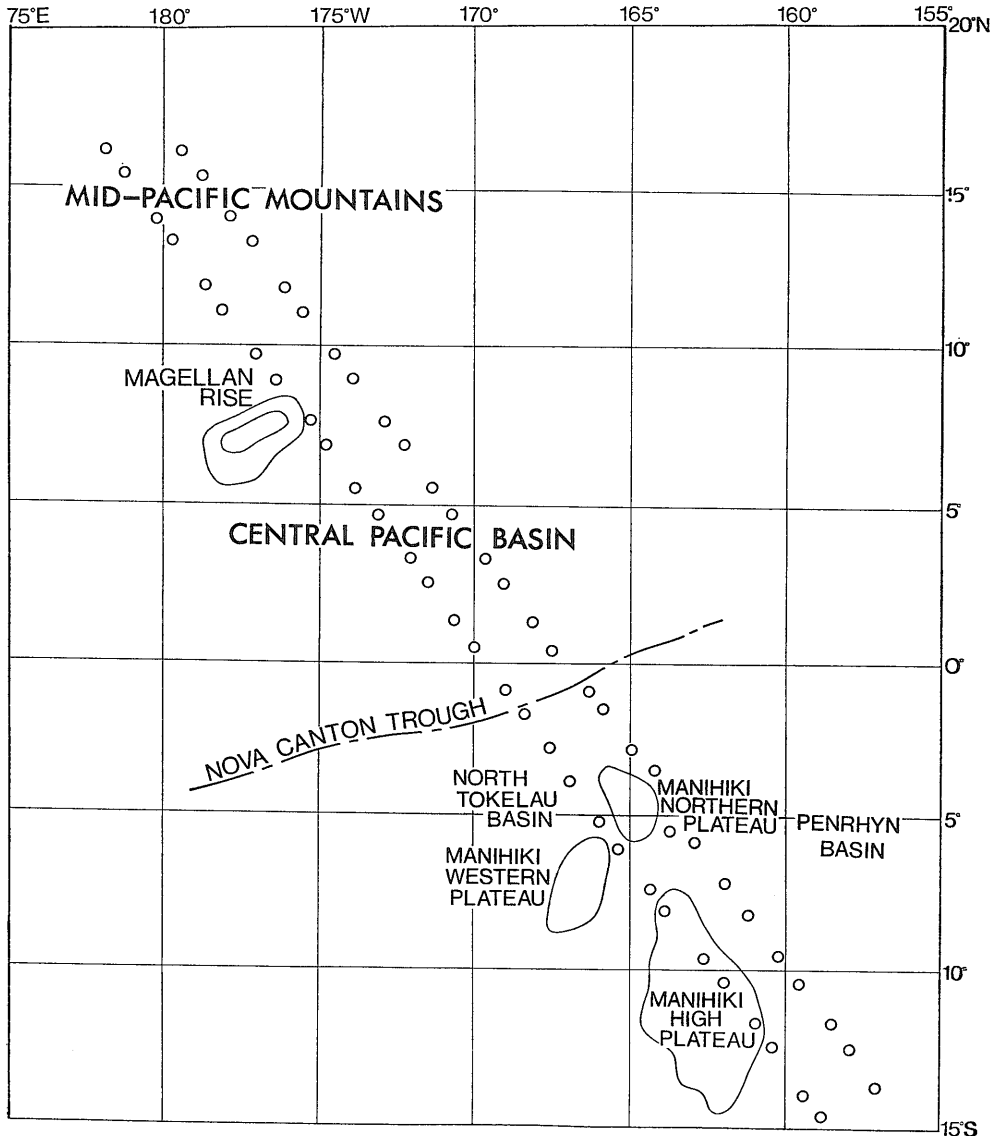
トランセクトは 17°N から 15°S にわたり 南・北の中部太平洋を北西-南東方向によこぎりに設定されている。 第2図に示すように中部太平洋海山群南端域から南東方へ 中央太平洋海盆 マジエラン舟状海盆 ノバ-カントン舟状海盆 マニヒキ海台を斜めに横切り タヒチ島西方のペンリン海盆に至り 主として白亜紀前期一部白亜紀後期に形成された海洋底である。 マンガン

団塊については これまでの諸調査研究によって 中央太平洋海盆中北部 (特別研究「深海底鉬物資源探査に関する基礎的研究」による) ペンリン海盆 (ORSTOM の調査SOPAC の調査による) では広域的分布状況の資料があるがその他の海域では有用な既存資料はほとんどない。

昭和54年度の海上研究 (GH 80-1 航海) は 研究の第1段階として トランセクト全体にまたがる 2本の測線 (それぞれ長さ4,500km) に関する調査によって マンガン団塊の分布概要 堆積相・地質構造との関連性の大局的傾向を把握し かつ昭和55年度以降の最適な研究小区域を選



第1図 調査海域図



第2図
大地形名と
測点配置

定するという目的で 計画・実行したものである。

GH80-1 航海の概要

GH80-1 航海は昭和55年1月12日から3月11日までの60日間地質調査船白嶺丸(船長:奥村英明)により行われた。航海日程の概要は第1表に示すとおりである。船橋・調査海域間往復ならびに2月6日~13日のタヒチ島パペーテ寄港をのぞき 2本の測線上での実調査日数は32日であった。乗船研究員は 筆者らのほか 延13名であった(第2表)。公害資源研究所メンバーは 同所の工業技術院特別研究「海底鉍物質資源開発技術に関する研究」の船上研究の目的で乗船し サンプリング等の停船調査をわれわれと共同で行うとともに独自の研究をすすめた。

海上研究には例年のように CCOP/SOPAC 事務局からの要請によって クック諸島政府からA. ウタンガ(前半)西サモア政府から F. マレレ(後半) 両氏が船上調査研究の研修のために乗船し研修とともに共同作業を行った。

1月12日14時予定どおり船橋を出港 東京湾口を出て東進したが 折からの低気圧通過ともなつて次第にシケ模様となり 翌13日夜半には白嶺丸就航以来最大という片舷37°のローリングを経験するという大シケにぶつかった。このような大シケには帰途再び房総東方沖合域で出会つたが これらを除いては とくに調査測線上では 大体において海上おだやかな日がつづき 調査効率が大変あつた。

第1表 GH80-1 航海の日程概要

昭和55年1月12日	船橋出港 (14:00)
	房総半島沖～調査海域 物理探査
1月20日	17°N, 177°30'E 到着
1月21日	測線A サンプリング 海底撮影
	物理探査
2月4日	
2月6日	パペーテ入港 (08:30)
2月13日	パペーテ出港 (16:00)
2月15日	測線B サンプリング 海底撮影
	物理探査
3月3日	17°N 177°30'E 出発
3月11日	調査海域～房総半島沖 物理探査
	船橋入港 (09:00)

調査研究方法

調査観測項目は第3表に示すとおりである。採泥等の停船観測は測線 A (西側測線) B (東側測線) 上のみであるが 航査観測は船橋・測線 A B 間の往復においても全行程ないし一部について行った。第3表の右側部分は観測量を示す。

停船観測点 (st. 1589～st. 1647) は 110km 及び 190km 間隔で配置し 原則としては両測線上で互に対応する測点が同一緯度となるようにした (第3図)。各測点では基本的にはボックスコアラとピストンコアラのデータを交互にとるように計画したが 海況条件 機器の作動条件 堆積物の状況等によって その初期計画がかなり変更される結果となった。第4図は測点ごとの作業種別を示す。第4表には各測点の代表位置・水深を示した。ボックスコアラ・ピストンコアラ点についてはすべてカメラつきフリーフォールサンプラー (以下フォトブーメランという) による採泥・撮影データを得ている。ピストンコアラの作業の大部分においては コアラに熱流量計を組みこんで 同時に地殻熱流量の測定を行った。

ドレッジの2点については公害資源研究所独自の研究として大型のボックスドレッジによるマンガング塊の大量採取を目的として設定されたものである。これら停船観測作業ならびに試料の船上処理の方法は大体において GH79-1 研究航海での方法に準ずるのでここでは省略する (地質ニュース No. 304 p. 35-44 1979 参照)。

航走観測は各測点をむすび 10ノットで行った。常時行ったのは 12kHz PDR 3.5kHz PDRプロトン磁力計 船上重力計エアガンの観測である。3点においてはエアガンを音源とするソノブイ屈折法探査を行った。

停船・航走全観測を通じて測位には人工衛星測量システムを用いた。

おもな成果 (マンガング塊を中心にして)

おもな項目ごとの成果はそれぞれ次節以降で紹介する。ここではそれらと一部重複するが マングング塊を中心としたとりまとめをかんたんにのべる。マンガング塊の成因の問題については 広域的变化性 (regional variability) と局地的变化性 (local variability) の両面の考慮が必要であるが 今回は 広域的变化性を中心にしてデータを得た。

マンガング塊は マニヒキ海台及び周辺の高盆をのぞき普遍的に分布している。そして全域を

第2表 乗船研究員リスト

氏名	所属	担当分野
水野篤行	地質調査所	主席研究員 総括・マンガング塊
小野寺公児	同上	海底地形 総務
中尾征三	同上	海底堆積
奥田義久	同上	海底地質構造 (エアガン)
上嶋正人	同上	海底地球物理 (磁気・重力) 人工衛星測位・情報処理
松林修	同上	海底地球物理 (地殻熱流量)
鶴崎克也	公害資源研究所	堆積物・マンガング塊工学的
斎藤隆之	同上	同上
馬場洋三	金属鉱業団	マンガング塊調査法 (船橋～パペーテ)
増田信行	同上	同上 (パペーテ～船橋)
麻植誠二郎	琉球大学理学部学生	調査研究補助員
三嶋昭二	同上	同上
古川雅英	同上	同上
松原由和	神戸大学理学部学生	同上
吉見真一	同上	同上
川上恭弘	京大工学部学生	同上
臼井朗	東京大学工学部学生 (現在地質調査所)	同上
三田村幹雄	千葉大学理学部学生	同上
足立幾久	同上	同上
アントニー・ウタング	クック諸島政府測量部	マンガング塊調査法研修 (船橋～パペーテ)
ファータ・マレ	西サモア政府アピア観測所	同上 (パペーテ～船橋)

第3表 GH80-1 航海における観測項目・距離・点数

全航海距離	21,663km
測線長 A測線	約4,500km
B測線	約4,500km
船位測量	人工衛星測量
A・B両測線に関する観測項目・距離・点数	
12kHz PDRによる地形探査	9,000km
3.5kHz PDR による表層堆積層探査	9,000km
エアガンによる反射法音波探査	9,000km
エアガン・ソノブイによる屈折法音波探査	3測点
プロトン磁力計による磁気探査	9,000km
船上重力計による重力探査	9,000km
地殻熱流量測定(ピストンコアラと同一測点)	21測点(H15~35)
ボックスコアラによるサンプリング	32測点(B1~32)
フォトブーメランによるサンプリングと海底撮影	61測点(FG191~251)
ピストンコアラによるサンプリング	22測点(P158~179)
*ドレッジによるサンプリング	2測点(D377~378)
*フリーフォールベーンテスト試験	1測点(FV2)
堆積物・マンガン団塊の船上処理	
堆積物……肉眼観察 スミヤスライド観察 沈殿管法による砂粒組成分析	
軟X線撮影 *含水比測定 *せん断強度測定	
マンガン団塊……肉眼観察 形態分類 サイズ・重量測定 切断面観察	
*公資研メンバーによる	

されたことである。また r 型が粒径の上でマイクロジュールとの漸形を暗示していることも興味深い。なお マンガン団塊はマニヒキ海台上及びマニヒキ北東海盆では著しく発達不良である。

マンガン団塊の諸性質の広域的变化性は大地形(大構造)堆積層の音響的層序・相と比較的よく対応し また表層堆積物とも多くの場合に対応している(たとえば珪質堆積物と r 型 沸石質堆積物とペンリン海盆型 石灰質堆積物と不毛地帯など)。ただしこのような対応関係がどのようにして生じたのかという問題については さらに必要なデータ(たとえばピストンコアの年代や堆積速度・堆積様式 堆積層の音響的ユニットの年代 地質構造のくわしい特徴 マンガン団塊のくわしい諸性質)を解析・総合して議論しなければならない。次年度以降に大地形(大構造)区分ごとに検討を行う予定であるマンガン団塊の局地的变化性と地質学的環境条件との関連性の問題も このような成因論の議論に極めて重要な要素となる。

通じて 形態的に3つのタイプにわけることができる。そのうち2つは従来の中部北太平洋海域に普遍的に認められてきた r 型と s 型である。他の1つはペンリン海盆型と新しく仮称したものである。これは調査域北端の中部太平洋海山群域の海盆底と南端のペンリン海盆に分布する。外観は s 型に近く球状であるがそれとは異なる色・特徴をもつ。

s 型は一般的に賦存率が高く 5 kg/m²をこえ 10kg/m²を上まわるところが少なくない。含有金属量の平均は Mn 20% Fe 13% Cu 0.4% Ni 0.6% Co 0.4% である。

いっぽう r 型は一般的に賦存率が低く 5 kg/m²以下のところが多いが部分的には10kg/m²を上まわっているところもある。含有金属量の平均は Mn 26% Fe 6% Cu 1.3% Ni 1.3% Co 0.15% である。ペンリン海盆型は一般的に著しく賦存率が高く 10kg/m²を上まわっている。含有金属量の平均は Mn 18% Fe 14% Cu 0.3% Ni 0.5% Co 0.4% である。今回産状の点で明らかになったこと(成因論の上で有意義と思われる)の一つは r 型が堆積物に埋没していることが確認

なお 昭和55年度には昭和55年8月から10月にかけての60日間 今回の予察的研究の結果 ならびに過去5ヶ年間の中部北太平洋海域の研究データにもとずいて 北緯10°付近 西経174°~175°付近(マジェランライズ北東方 マジェラン舟状海盆北側)に2ヶ所モデル小区域を設定し それらのなかでのマンガン団塊の局地物变化性の問題を広域的地質構造との関連のもとにくわしく検討する予定である。

NNSS 測位について (上嶋正人)

NNSS 測位では衛星(6コが極軌道をまわっている)の飛来頻度が精度に大きく影響するが 中部太平洋では8~9時間のブランクがよくみられ 次の衛星による修正(UPDATE)で数マイル修正されることがあった。8~9時間のブランクのうちにも衛星の飛来は2~3回あるがいずれも高度 反復計算回数において基準を下まわっているので利用できなかったからである。これまでの経験で基準を下まわっても利用できる衛星もいくらかあると思われていたので 一気に数マイルの修正をするよりは多少精度が悪くても利用しようということで 数回基準以下の衛星を利用している。

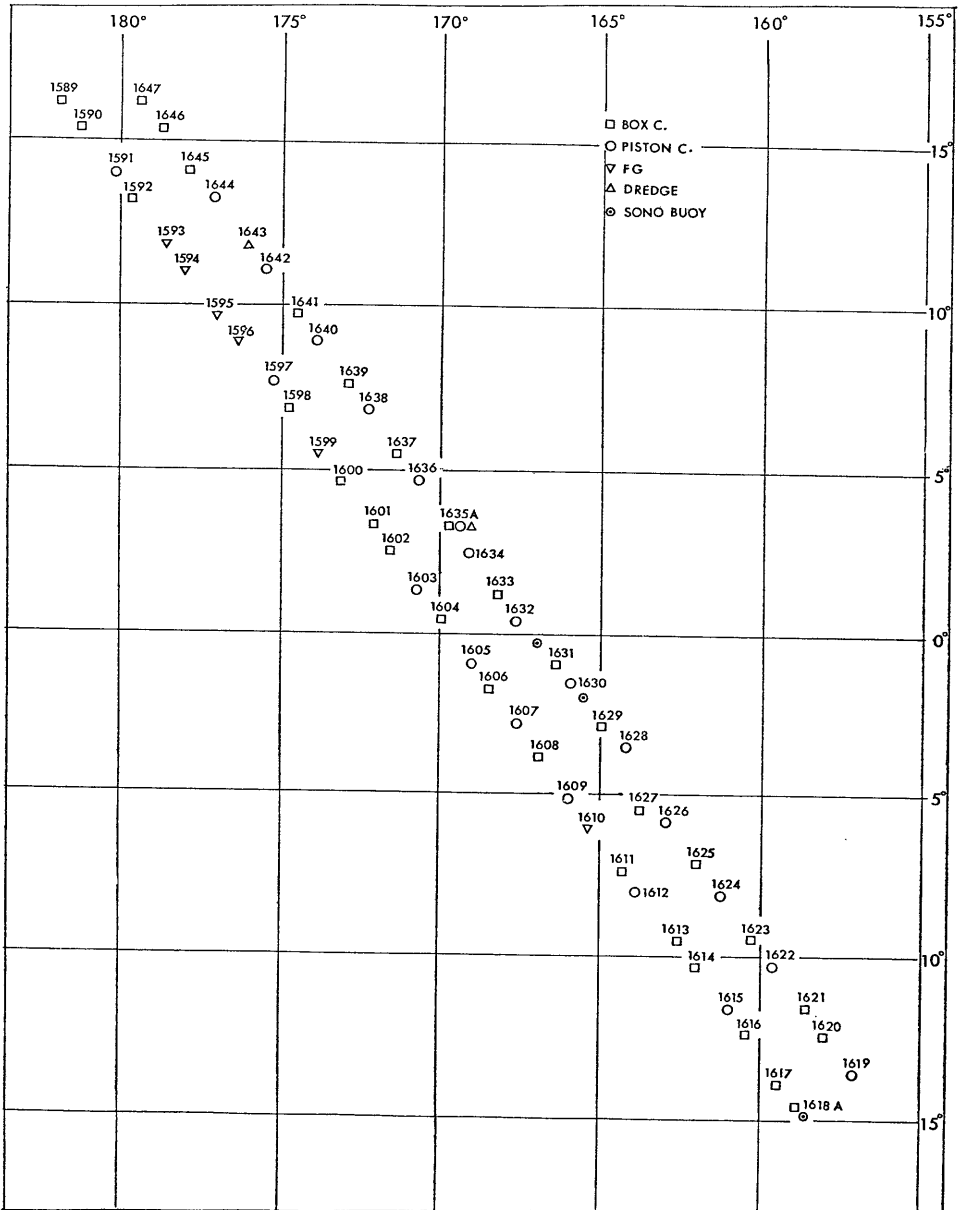
第4表 測点の代表位置及び水深

各測点においては作業別に詳細な位置及び水深のデータがあるが、ぼう大な表になるので

ここでは測点ごとの代表位置・水深のみを記す。測点番号の項の()内は作業種別を示す

B ボックスコアとフォトブーメラン P ビストンコアとフォトブーメラン D ドレッジとフォトブーメラン FG フォトブーメラン

測線 A				測線 B					
測点番号	水深(m)	緯度	経度	地形上の位置	経度	緯度	水深(m)	測点番号	
1589(B)	4580	16° 12' N	178° 10' E	中部太平洋	179° 20' W	16° 10' N	5290	1647(B)	
1590(B)	5300	15° 24' N	178° 44' E		178° 45' W	15° 23' N	5520	1646(B)	
1591(P)	5560	14° 03' N	179° 45' E	海山群域	177° 47' W	14° 06' N	5100	1645(B)	
1592(B)	5600	13° 15' N	179° 38' W		177° 08' W	13° 17' N	5030	1644(P)	
1593(FG)	5500	11° 54' N	178° 36' W	中央太平洋 海盆北部域	176° 06' W	11° 49' N	5260	1643(B)	
1594(FG)	5800	11° 05' N	177° 58' W		175° 29' W	11° 06' N	5430	1642(P)	
1595(FG)	6200	09° 46' N	176° 58' W		174° 31' W	09° 47' N	5830	1641(B)	
1596(FG)	6100	08° 56' N	176° 23' W		マジェラン 舟状海盆	173° 53' W	08° 58' N	5910	1640(P)
1597(FG)	5940	07° 38' N	175° 14' W		172° 56' W	07° 40' N	5910	1639(B)	
1598(B)	5960	06° 50' N	174° 48' W		172° 15' W	06° 49' N	5800	1638(P)	
1599(FG)	5200	05° 27' N	173° 46' W		171° 19' W	05° 31' N	5970	1637(B)	
1600(B)	5590	04° 41' N	173° 12' W	中央太平洋 海盆中部域	170° 42' W	04° 43' N	5740	1636(P)	
1601(B)	5340	03° 17' N	172° 10' W		169° 41' W	03° 16' N	5350	1635(BPD)	
1602(B)	5390	02° 33' N	171° 37' W		169° 06' W	02° 32' N	5080	1634(B)	
1603(P)	5500	01° 17' N	170° 42' W		168° 10' W	01° 16' N	5080	1633(B)	
1604(B)	5460	00° 25' N	170° 03' W		167° 34' W	00° 26' N	5250	1632(P)	
1605(P)	5460	00° 58' S	169° 02' W		ノバ・カントン 舟状海盆	166° 20' W	00° 59' S	5350	1631(B)
1606(B)	5220	01° 45' S	168° 26' W	中央太平洋海盆	165° 52' W	01° 31' S	5500	1630(P)	
1607(P)	5690	03° 02' S	167° 29' W	北トケ ラウ海盆	164° 57' W	02° 53' S	5210	1629(B)	
1608(B)	5500	03° 52' S	166° 52' W	マニヒキ 北東部海盆	164° 10' W	03° 31' S	4980	1628(P)	
1609(P)	4400	05° 12' S	165° 51' W		マニヒキ 西部海台	163° 46' W	05° 27' S	5000	1627(B)
1610(FG)	2800	06° 02' S	165° 22' W		162° 56' W	05° 47' S	4710	1626(P)	
1611(B)	4160	07° 21' S	164° 17' W		161° 56' W	07° 07' S	4650	1625(B)	
1612(P)	4810	08° 20' S	163° 48' W		デンジャ島 舟状海盆	161° 12' W	08° 08' S	3900	1624(P)
1613(B)	2950	09° 29' S	162° 41' W		マニヒキ	160° 15' W	09° 26' S	4550	1623(B)
1614(B)	2760	10° 16' S	162° 05' W		主海台	159° 35' W	10° 16' S	5230	1622(P)
1615(P)	3160	11° 36' S	161° 05' W		158° 35' W	11° 35' S	5310	1621(B)	
1616(B)	5650	12° 20' S	160° 31' W	ペンリン海盆	157° 57' W	12° 26' S	5270	1620(B)	
1617(B)	5150	13° 47' S	159° 28' W		157° 05' W	13° 34' S	5100	1619(BP)	
1618(BP)	5500	14° 29' S	158° 53' W		—	—	—	—	

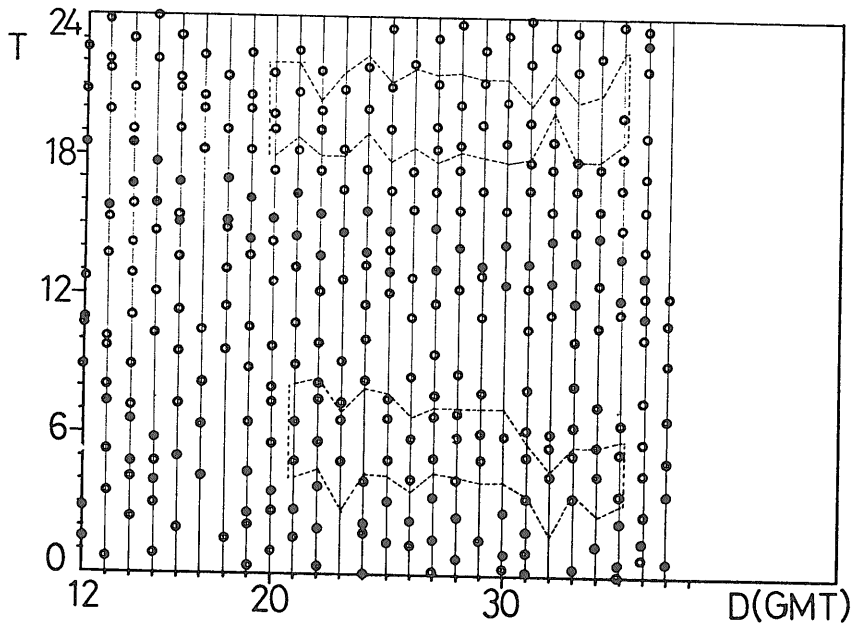


第4図 測 点 図

BOX C ボックスコアラとフォトブーメラン PISTON C ビストンコアラとフォトブーメラン FG
 フォトブーメランのみ DREDGE ドレッジとフォトブーメラン SONOBUOY ソノブイ観測点

また停船観測中は衛星飛来時の修正量が予想外に増大するという現象がよくみられていたが これは停船中の船速のインプット誤差によるものが多いと思われる。というのはまったくインプットしない場合の方が修正量が少ないという場合もあるからである。特に後進時の船速についてはEM船速計にあらわれる速度(マイナス)を加減してインプットするとよいという説もある。イ

ンプットしない方がズレが少ないという点は 停船中は採運用ワイヤーを垂直に立てるように操船していることから考えるともっともである。つまり 海流がない所でワイヤーを立てていれば船は移動できないからである。また後進時の船速インプットの手加減というもの 後進における船の形による抵抗の大きさを考えると EM 船速計の所をスクリューからの水流が通過したとしても



第5図 GH80-1 の NNSS UPDT 情况
 ●は新しく使用された衛星 30110 によるもの。…細点線は船の停船作業中であることを示すもの。
 横軸は日付 (GMT) たて軸は時間 (GMT)

さほどには船は動かないと考えると納得がいく。本航海では上記の点を考慮して 停船中は計算された海流に風の向きによる船のおし流される量を含めた疑似海流をベースとして 後進時には船速 (マイナス) の値を半分にしてインプットする方式を採用した。

今年度は従来利用していた衛星のうち 2 コの軌道が接近し送信が停止されたため使用できない期間があった。また新しい衛星 30110 (ナンバー) が受信できるようになった。衛星 30110 は 第 5 図の衛星飛来状況表に示すように (黒丸) かなり大きな比重をしめていてそのデータがどうであったかは大きな関心のある所である。タヒチのパペーテ港で停船中 4 日にわたって飛来した衛星の位置精度のバラツキを第 6 図に示す。図中黒で太く書いてあるのが 30110 によるものである。30110 による位置には系統的なズレはみられない。三角形で表示してあるものは反復回数 10 回以内 最大角 5 度から 80 度のもので従来の基準には入らなかったものである。たしかに最も集中した点群の中には入らないが 200~300m の誤差 (0.2 海里) を容認すれば使えないことはないと思われる。基準内のものでもよりはなれた点が多い事を考えれば 2 回程度衛星の Fix の修正量の傾向を見て同じ傾向が続くと思えるようならば利用することは可能であろう。図中の地図で NNSS の密度の高い点と岸壁とが 150m ほどはなれているのは 測位系のちがいによ

るものではないかと思われる。

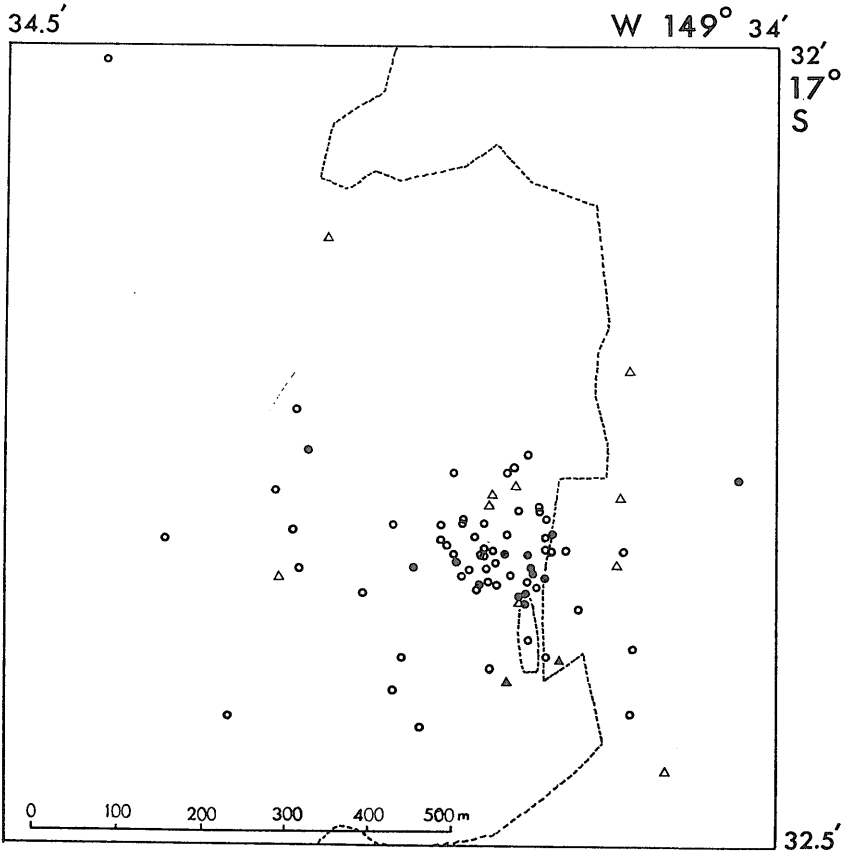
上記の 2 点における改良に対し結果はどうであったかを見るため前半部について GH77-1 の前半部とデータの比較を試みたのが第 7 図 第 8 図である。第 7 図では停船作業中の船位の衛星飛来時の修正量を前の衛星飛来との時間差 (interval) に対してプロットしてあり この傾きが低いほど正しい船位であったといえるものであるが GH80-1 の方が多少良くなっている。

図中 GH80-1 の方で interval 100 分のもので多くまた 30 分以下のものが少なくなっているのは 最近衛星が接近したため短時間のものは重なってデータを得られなくなっているためと思われる。また停船後のズレがインプットの改良によって良くなったかどうかを見るために停船直後の修正量で 2 回目以降の修正量をノーマライズしてみたのが第 8 図である。これによって海況による影響などをさけられると思う。図でみるかぎり GH80-1 の方が値が小さく良くなっていると思われる。

結論として 基準以下の衛星を利用するにあたってはできればされた方がよいのは当然としても 慎重に扱えば不可能ではない。また停船作業中の船速 海流について風を考慮に入れる疑似海流をメインとし 後進を加減してインプットする方式はより良いと思われる。ただし今回は半分に加減するのが最適かどうかまでは決められなかった。今後さらに検討を加えたい。

磁気異常と重力異常 (上嶋正人 奥田義久)

本航海での船上重力計のドリフトチェックのための陸上重力測定に対しては 船橋基地ほか タヒチのパペーテで 4 点 (外国船岸壁・ホテルタヒチのロビー 空港のゲート付近 ORSTOM 構内) で行った。この結果 30 日で約 6 ミリガルの基準値の上昇がみられた。フリーエア異常については海山をのぞいて大きな変動はみられない。マニヒキ海台では地形が 3,000m まで上昇しているが 10



○ Iteration (5, 10) (Elev. <75)
 △ Iteration (10, 5) (Elev. <80) を含む ●▲は30110によるもの

第6図 タヒチ パペーテ港での NNSS Position の中心と岸壁の位置とが150mほどずれているのは測位系によるものか。

~2)ミリガルの正異常で割に小さくなっている。その中に一部海山様に大きな立ち上がり(50ミリガル)になる所があり 重い物質が上昇してきていると考えらる。また地形が 500m ほど上昇しているのに重力は20ミリガルほど減少している部分があり 生物源の厚い堆積層ではないかと思われる部分がこの海台には多い。

磁力測定に対してはセンサー及び本体にトラブルがあり 途中欠如している部分があるが マジェランリニエーションと フェニックスリニエーションについてはそれらしきものが得られている。海山のある所では対応して異常があらわれているが南の方ではあまり大きな異常にはなっていない。

本航海では 200km 近くはなれた2本の測線だけであり 詳細は今後の調査に負う所が大きい。

地 殻 熱 流 量

(松林修)

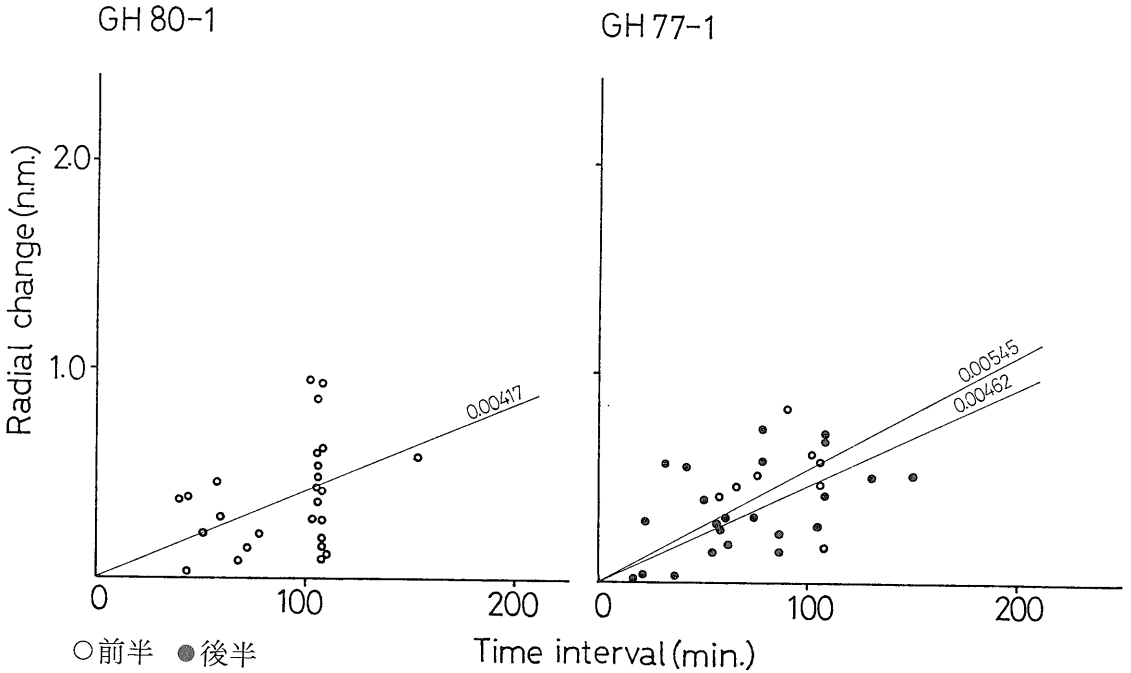
海洋底熱流量の研究は1948年に端を発し世界各国で盛

んに行われているが 本研究では特にマンガン団塊生成の条件を解明するための基礎的物理量測定の一つとして新たに採り入れられたものである。海底面下7m以深にまで温度センサーを刺し込む本格的な地殻熱流量測定として白嶺丸の研究航海史上最初であるのみならず 新方式の導入が行われた。第一には温度センサーがピストンコアラーのコアバレルの外側に突き出した通称「ユーイング型」温度差計(第10図)(GH80-1型海底熱流量計と称している)で採泥作業と同時に測定がなされる。日本では今までに成功例がない方法である。第二の特徴は一回の測定で収録するデータ量が他の物理探査に比較して少ないという温度差測定の特徴から データ収録装置の IC メモリー化に踏み切ったことである。さ

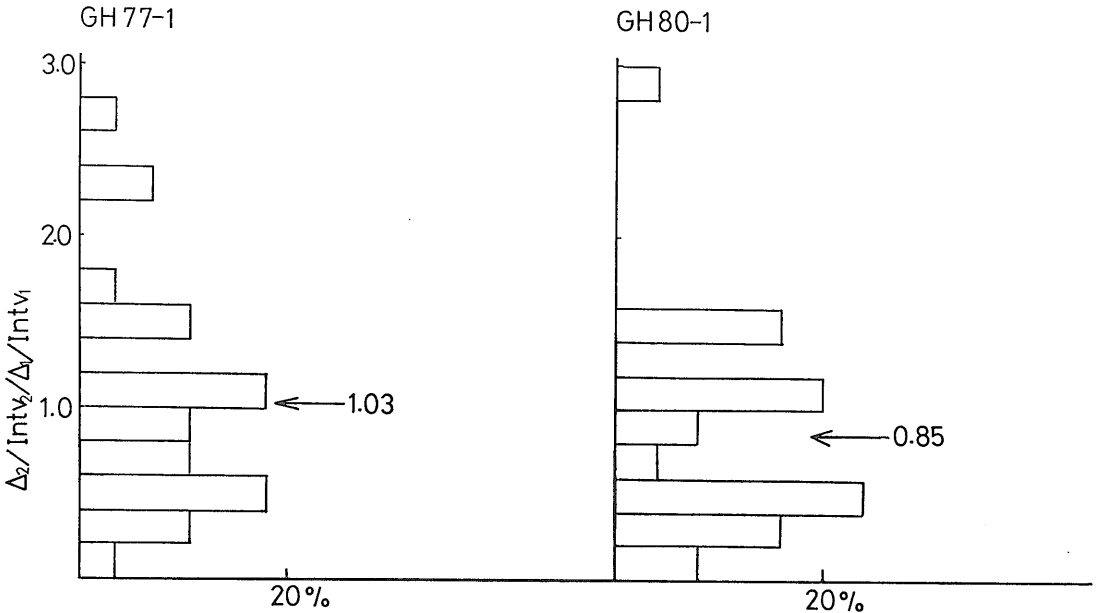
らにこの装置は特別な部品を除外すれば国産品であることも挙げられる(第5表参照)。

地殻熱流量の測定を多目的のピストンコアラーによる柱状採泥に組み入れるという省エネルギー的思想は貴重であるとは言っても 出航前の時間不足のためぶっつけ本番となった本邦初公開の装置が設計通り働いてくれるかどうか 担当者自身も半信半疑で最初の計測にかかった。若干の初期トラブルはあったが 着底時の泥の抵抗・衝撃でセンサーやリード線が引きちぎられ破壊するのではないかという心配は全くの杞憂だったことがわかって 数日後からはこの GH80-1型海底熱流量計は泥中温度と温度差のデータを正しく収録して堆積物満タンのコアラーと共に船上に上がって来るようになった。

地殻熱流量担当者の仕事は データ収録装置をセットしてコアラーヘッドに収納し 耐水コネクタでセンサーからのリード線を誤りなく作業上安全に固定することが大きなウェイトを占める。更にピストンコアラーで採ら



第7図 停船作業中の2つ又は3つ目の UPDATE における修正量について。

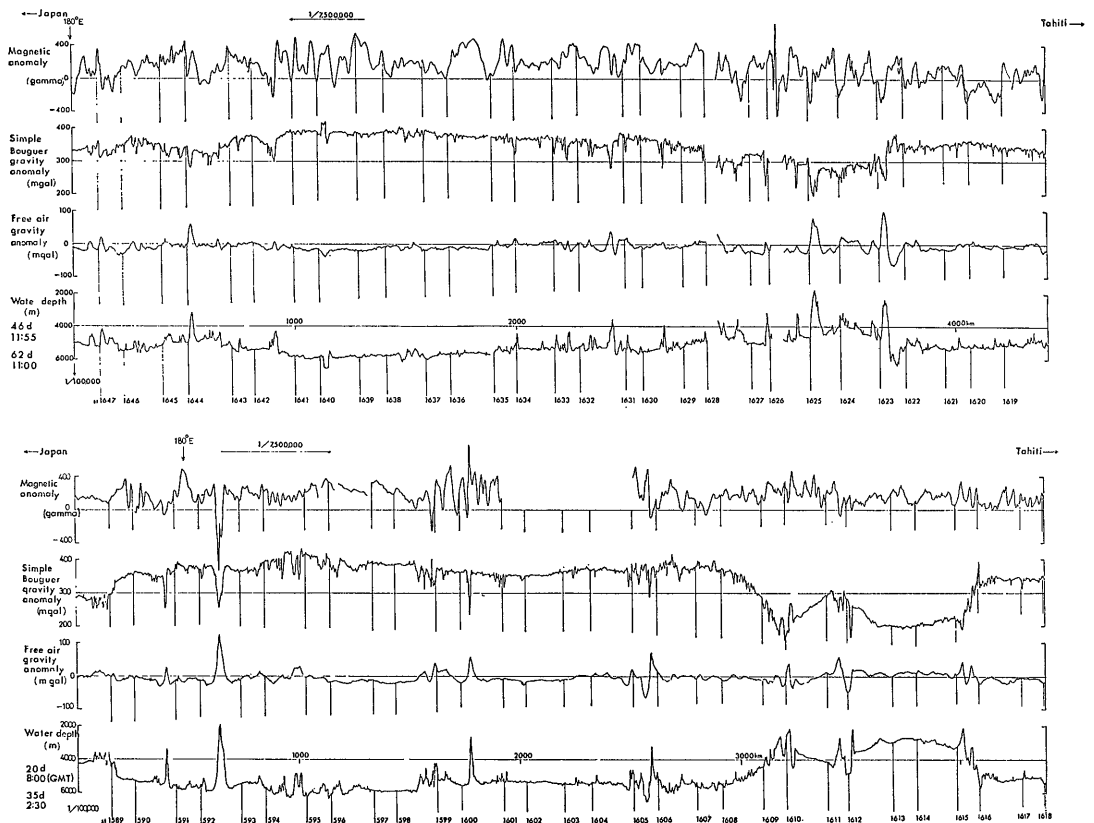


第8図 停船観測中の2回目又は3回目の UPDATE の修正量を 1回目の UPDATE の修正量で Normalize したものの頻度分布平均値を見るかぎりでは GH80-1 の方が小さくなっている。

れた試料の熱伝導率を船上で測定するため 試料の含水状態と温度を注意深く管理することに労力を要する。熱流量計のデータ読出しはデジタル直読で極く簡単に行えるし 熱伝導率計 (Box probe 法 迅速熱伝導率計を用いた) の出力も同様にデジタル表示で測定自体は容易なの

である。

そのようにして 全部のピストンコアラ採泥点で熱流量計を装備して測定が試みられた。センサー性能の劣化が生じたので良質と考えられる結果のみを選んで第6表に示した。温度勾配では測定点間でファクター3の



第9図 測線A(下図) 測線B(上図)にそう磁気異常・ブーゲー重力異常・フリーエア重力異常・地形のプロファイル

範囲の相異があるが 熱伝導率との積としての熱流量で見た場合 0.84~1.6 HFU の範囲におさまる。 個々の測定点での熱流量を他の観測量との関連において考察する作業を現在進めつつあるが 地下温度構造としてはいずれも標準的と思われる。今までにウッズホール研究所その他で実施されたこの海域の熱流量測定の結果と調和するものである。55年度以降の航海での熱流量精査によって地質学的に有用な 詳細な基盤内熱構造も明らかになるであろう。

エアガンによる音波探査の結果 (奥田義久)

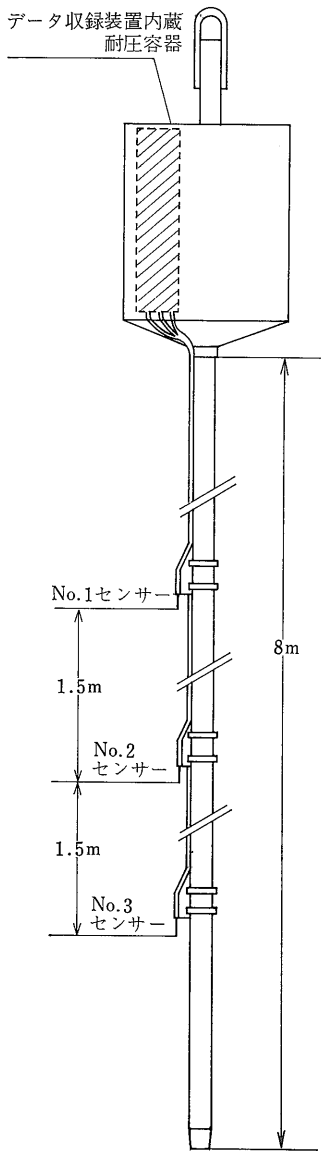
マンガン団塊の産状と 音波探査記録上のパターンあるいは層厚との関係を明らかにする目的で 第3図に示した測線に関し 中央太平洋海盆からペンリン海盆を結ぶ海域のエアガンおよび 3.5kHz サブボトムプロファイラー調査を行った。

従来 中部太平洋海域の海洋地質学的調査は DSDP Leg 17 及び Leg 33 などの航海でなされており 特に Leg 17 ではモルガンの示した太平洋プレート発達方向

の変化を検証する立場から また Leg 33では Hot Spot 説を検証する立場から ライン諸島・ソアモツ海嶺及び マニヒキ海台等における掘削調査がなされている。これらの結果と音響的パターンの対比を行うと 一般的には始新世初期の海嶺上における火山活動 及び海盆におけるチャートの堆積層が不透明層として識別され その上位層は遠洋性堆積物である。遠洋性堆積物中には場所により始新世中期および中新世初期のタービダイト層が認められている。例外的にマニヒキ海台では厚い堆積物が知られ 下部には白亜紀初期の火山砕屑岩層(石灰岩を含む)が存在する。

GH80-1 航海では ボルト社製エア・ガンを使用し 容量150 cubic inches・発電圧力1,700p. s. i. g の条件で 総延長約5,400 海里のエア・ガン調査を行ったが 強い貿易風の影響により 必ずしも良好な条件での調査を行うことができなかった。

第11図に GH80-1 航海調査における各探泥点近傍の音波探査記録上の堆積層のパターンと層厚を示した。



第10図 GH80-1型 海底熱流量計の概略図

海盆部における音響基盤の上位にはマニヒキ海台海域を除くほぼ全海域に於いて低周波成分の卓越した反射層からなる不透明層が存在する (第12図)。周辺のDSDPの掘削結果及び音波探査記録を使用して対比を行うとこの層の上面は始新世初期のチャート層 (一部にチョークを含む) の上面に対比される。

この層の上位には 主として透明層からなり遠洋性堆積物と考えられる堆積層が 前述不透明層及び音響基盤のつくる地形に支配されて分布するが この堆積層中には しばしば高周波成分の卓越した反射層からなる不透明層が1層ないし2層認められる。この不透明層は

第5表 GH80-1型 海底熱流量計の仕様

方 式	ユーイング型 ICメモリー記録式
機器構成	(海中) センサー部 : ピストンコアラ外管に固定 温度記録部 : コアラヘッド内の耐圧容器に収納 (船上) データ再生部 : 温度記録部を船上に回収後 コネクターにてデジタルデータ転送
諸 元	耐 圧 容 器 : 外径170mm 長さ800mm 空中重量30kg 温 度 計 : サーミスタ3点 感度0.002°C (温度差) 記 録 素 子 : CMOS メモリー IC 記 録 時 間 : 着底後31分まで 電 源 : リチウム電池 無交換で約40回使用可 デ ー タ 再 生 : LED 表示による温度値直読及び紙テープ・パンチャーへの出力
メ ー カ ー	日 本 油 脂 (株)

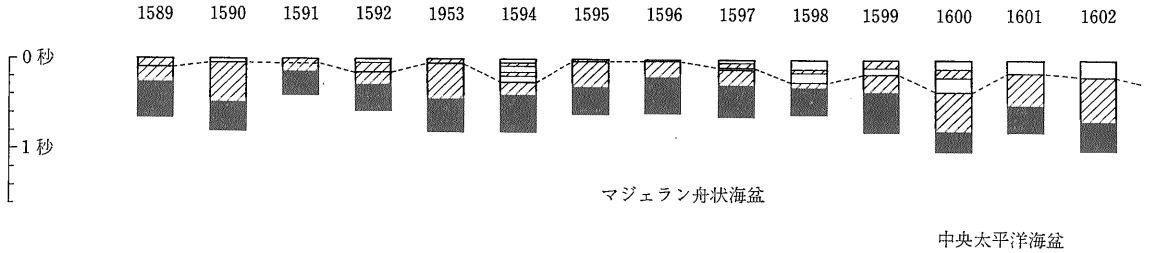
第6表 ヒートフロー測定の結果

測点 No.	温度勾配 Km ⁻¹	平均熱伝導率 Wm ⁻¹ K ⁻¹ (10 ⁻⁸ calcm ⁻¹ s ⁻¹ K ⁻¹)	熱 流 量 10 ⁻⁸ W/m ² (10 ⁻⁶ calcm ⁻² s ⁻¹ =HFU)
st.1603	0.082	0.79 (1.9)	64 (1.5)
st.1605	0.071	0.81 (1.9)	58 (1.4)
st.1607	0.082	0.85 (2.0)	69 (1.6)
st.1615	0.039	1.20 (2.9)	47 (1.1)
st.1618 A	0.054	0.82 (2.0)	44 (1.1)
st.1624	0.028	1.26 (3.0)	35 (0.84)
st.1630	0.055	0.82 (2.0)	45 (1.1)

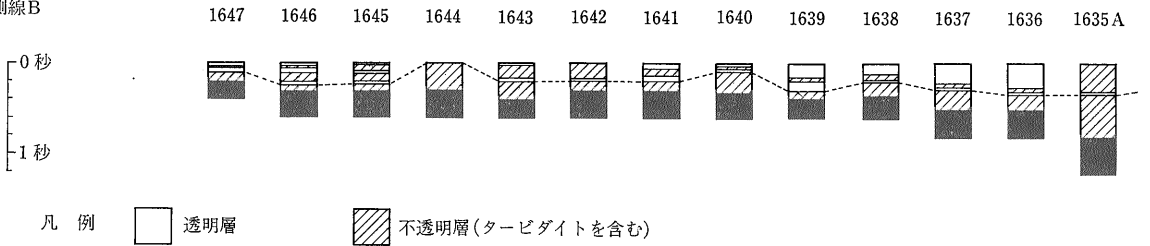
堆積形態から推察すると タービタイト層と考えられ周辺のDSDP 掘削結果と対比すると 概ね始新世中期・中新世初期のタービタイト層の両者又はどちらか一方に対比されると推察される。

ところで これらの堆積層の海域ごとの特徴の概要は以下の通りである。中央太平洋海嶺海域に於いては概ね透明層が薄く チャート層と音響基盤の識別も明瞭に行うことはできないが 中央太平洋海盆では透明層が0.1秒以上の層厚をもって発達している。ノバークントン舟状海盆の南西側ではやや透明層が薄くなるもののマニヒキ海台海域では 極めて厚い堆積層が発達しており この海域に限って チャート層の下部にも白亜紀初期の石灰岩層あるいは火山砕屑岩層に対比される厚い堆積層が分布している。一方ベンリン海盆では 概して

測線A



測線B



凡 例 □ 透明層 ▨ 不透明層(タービダイトを含む)

第11図 各 測 点 に お け る 音 響 的 層 序

チャート層の上位の透明層は薄く タービダイト層の挟みもほとんど認められない。

各採泥点におけるマンガン団塊の賦存率は チャート層の上位に含まれる透明層の全層厚と逆相関することが認められる。 また明らかに中新世のタービダイト層に対比される不透明層の上位の透明層の層厚に対しても採泥点数は少ないものの逆相関の傾向が認められる。 透明層の薄化には チャート層の上に不整合で乗るものあるいは海山の斜面などの影響によって薄化しているものなど多くの薄化要因が考えられる。 一概にマンガン団塊の成因と結びつけ 要因を探することは困難であるが少なくとも始新世初期の調査海域海盆部の珪質堆積物の堆積 ならびにライン諸島等における火山活動以後の遠洋性堆積物の堆積速度とマンガン団塊の量的分布に逆相関が存在することは 本海域全体にわたる特徴としてあげられる。

堆 積 物 (中尾・水野)

調査方法と試料の船上処理

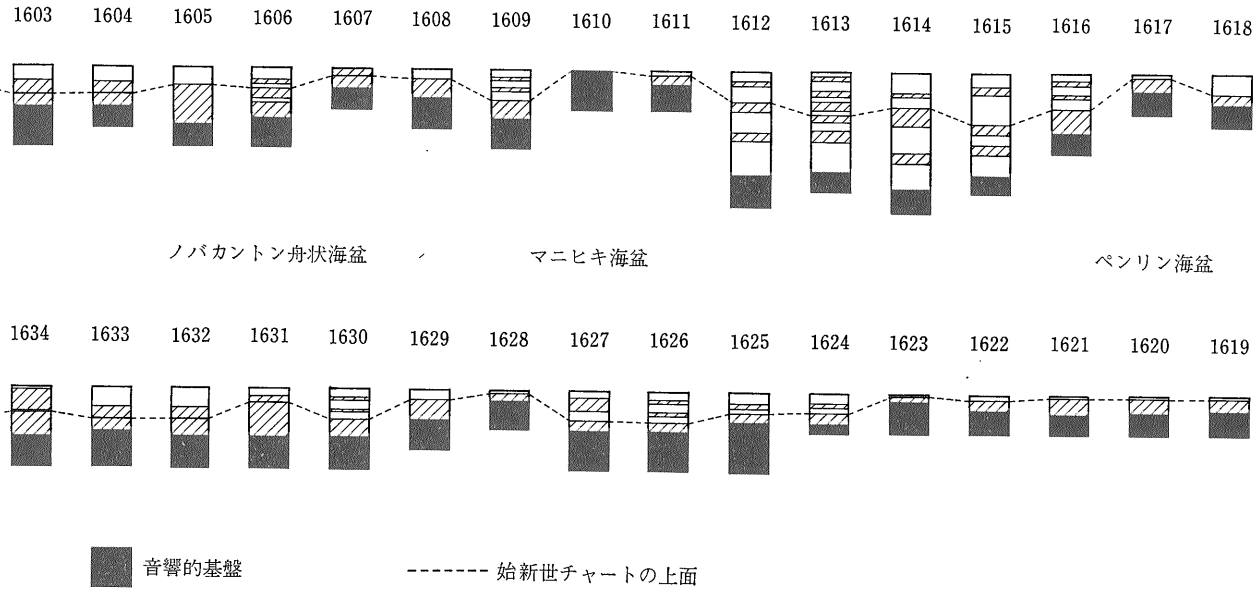
試料を採取するための装置は 本質的には GH79-1 航海の場合と変わっていない。 要するに 表層堆積物を深さ数 10cm にわたって採取するためのボックス・コアラと 数m以上の柱状試料を得るためのピストン・コアラが基本にあって さらに マンガン団塊の採取を主目的とするフォトブーメランに取り付けられた小さな採泥管

(FG 管と略称する) が補助的に用いられるというものである。 ただし 本航海では 海底の熱流量測定装置を付属させるように設計された新しいピストン・コアラ(1本が4mのコア・バレルを使用し インナーチューブの外径が76mmのもの)(GH80-1型ピストンコアラ)と やはり新しく製作されたボックス・コアラ(ダブル・スピード型でインナーケースの高さが50cmのもの)(GH80-1型ボックスコアラ)が主に使用されたことを記しておきたい。

採泥作業は 1日2回 原則として午前の測点でピストン・コアラ 午後の測点でボックス・コアラを使用し どちらにもフォトブーメランを2個併用することとしたが 天候や各測点で予想される底質及び地形を考慮した若干の変更もあった。

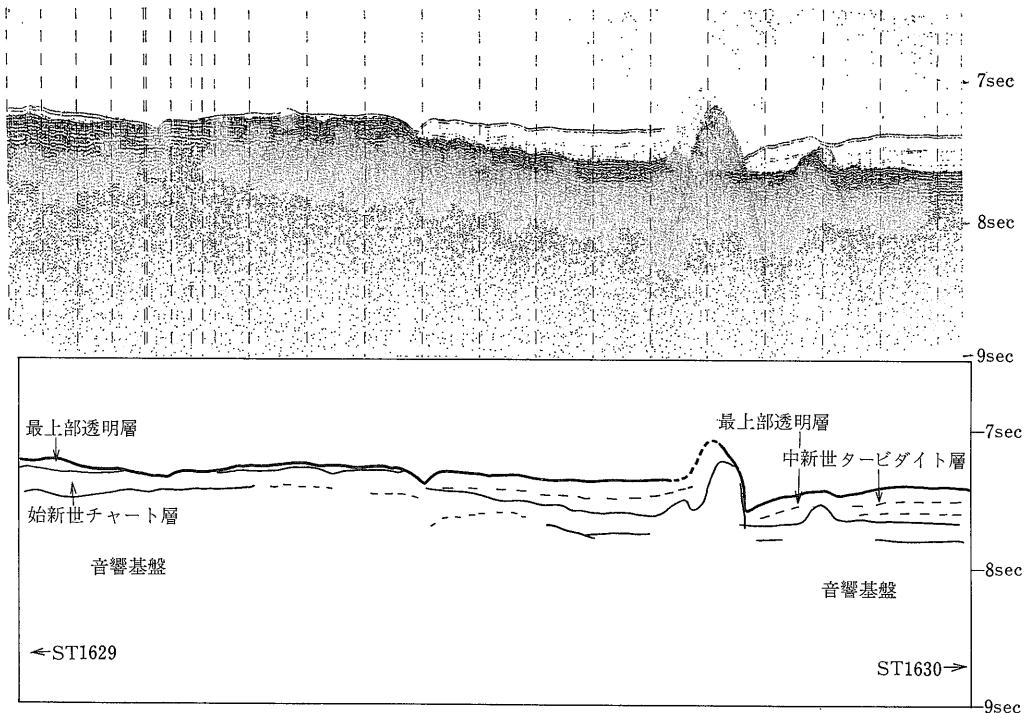
採泥器が揚収された後の甲板上及び船内実験室内での作業内容(採泥器を次回に使用するための準備作業を含む)を第13~15図に示した。 本航海のように 連日ピストン・コアラによって数mの長さのコアが採取され また そのコアから諸分析用のサブサンプルを船上で分取すると 写真撮影その他が能率良く進められるような道具立てと人員配置が不可欠となる。 調査の後半には全体の流れがかなり良くなったが 後述するように 一航海(採泥作業31日)で 22本 140mに近いコアの採取は 処理方法についての発想の転換を余儀なくさせるものであった。

本航海で採取された堆積物は ボックス・コアラによるもの29点 FG 管によるもの60点(このうち28点はボッ

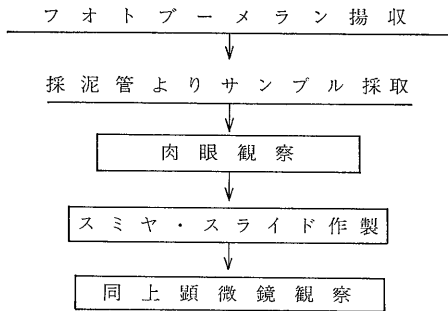


クス・コアによるものとはほぼ同じ地点で採取された) およびピストン・コアによる柱状試料が22点(総長140m)である。堆積物の分類はスミヤスライド法によった。適用した暫定的分類基準を第7表に示す。なおより詳細な検討のために現在約240個の試料について砂サイズの粒子の組成を分析中である。

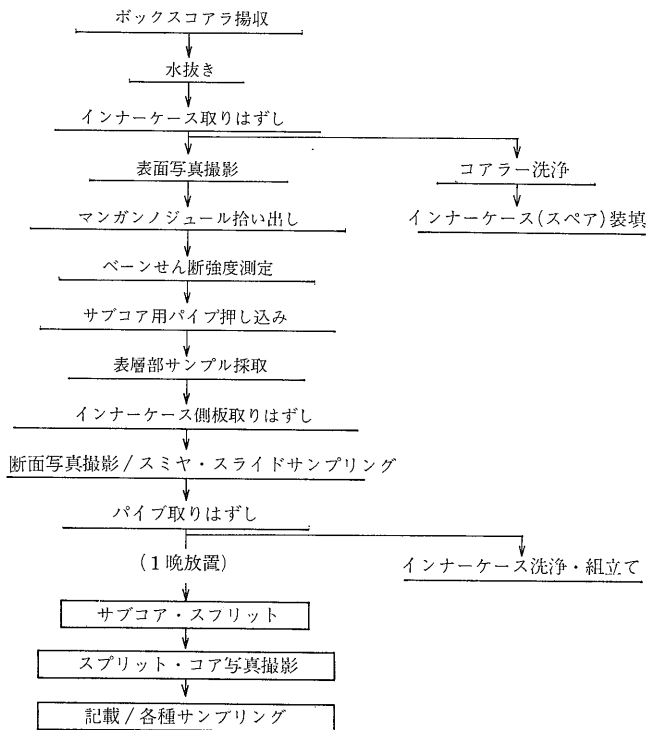
表層堆積物の分布
 ここで表層堆積物としているのはボックス・コアで採取された堆積物の最表層とFG管によって採取されたものである。本航海の前半でボックス・コアで採取された堆積物との比較によってFG管による堆積



第12図 エアガン記録の一例(測線B マニヒキ海台北側の中央太平洋海盆南部域)



第13図 フォトブーメラン付属採泥管 (FG管) で採取された“表層”堆積物の船上処理 (一は甲板上 □は室内での作業を示す。以下第14 15図も同様)。



第14図 ボックス・コアラで採取された堆積物の船上処理とコアラの準備作業

物は表面から 15~20cm 下のものであることが判明したが ボックス・コアラによる試料がない地点では 便宜的に FG 管のデータを表層のものとして扱うこととする。

中部太平洋を含めた全大洋底の表層堆積物についてはすでに RAWSON・RYAN (1978) による分布図が出されている (第16図)。

今回の採泥結果によれば A・B 両測線に関しては 部分的に修正を要することがわかった。 そのおもな点は A 測線・B 測線について それぞれ北緯8°付近 北緯12°付近以北では遠洋性粘土が分布しているということである。

得られたデータによれば表層堆積物の分布 (第17図) は 大局的には 赤道帯の高い生物生産性 海底地形及びたぶん古期の海底火山活動に支配されていると考えられる。 調査海域の北端部 (中部太平洋海山群域) 及び南端部 (ベンリン海盆) は遠洋性粘土あるいは沸石質堆積物で特徴づけられる。 沸石質堆積物は たぶん 地質時代の火砕堆積物に由来するものであろう。

北緯10°から南緯10°までの低緯度帯には 生物源堆積物が卓越する。 マニヒキ海台及びその周辺の表層堆積物は石灰質軟泥で その一部は水深 5,600m にまで分布する (北ケラウ海盆 st.1608)。 これは 非常に高い (たぶん局地的な) 生物生産性と 堆積物の再移動を暗示するものと思われる。 なお 後述のコアデータとあわせて考えれば この堆積物の再移動にはマニヒキ海台域での造構造運動が関与している可能性がある。 一方 珪質-石灰質あるいは珪質堆積物は 中央太平洋海盆の南部及び中部に広範に先布する。 これもやはり 高生産性を示すもので とくに 北緯6°以南で顕著である。

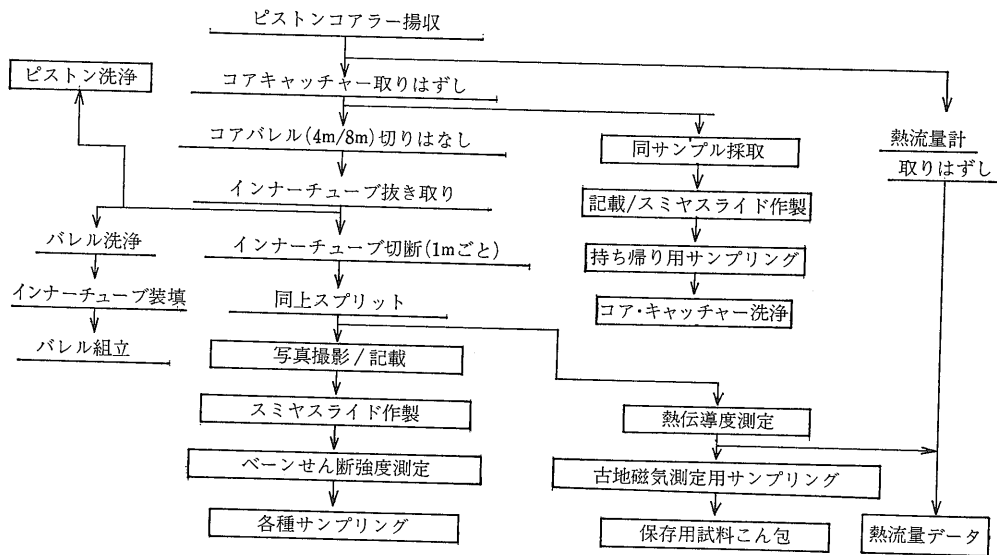
なお 石灰質と珪質堆積物の分化が 水深の増大に伴なり石灰質生物遺骸の溶解によるものであることは いうまでもない。

中央太平洋海盆の北部は 珪質生物源堆積物と遠洋性粘土または沸石質堆積物の中間相で特徴づけられる。 そこでは 珪質堆積物 (軟泥よりも珪質化石の含有量が少ない) が表層として存在するが 通常極めて薄く (数10cm 以下) その下位により古い遠洋性粘土を伴うことが多い。

生物源堆積物の分布に関し マニヒキ海台の石灰質相とベンリン海盆の沸石質または遠洋性堆積相との間に珪質堆積物が欠除していることを指摘しておかねばならない。 これは 石灰質堆積物に富むマニヒキ海台の南縁が 赤道高生産帯の南限よりも南にあるためではない。 広域的な表層堆積物の分布 (たとえば RAWSON and RYAN, 1978 第16図) をみると 珪質堆積物の分布は 水深と関係なく 赤道をはさんで若干北側に偏っている。

コア試料からみた堆積物分布の特徴

第18図は ピストン・コアラ (通常 8m の長さで使用した) で採取されたコア試料の岩相変化を測点図上に示し



第15図
ピストン・コア
ラで採取された
堆積物コアの船
上処理とコアの
準備作業。

たものである。現在のところ微化石分析が進行中であつて地質年代を確定する根拠がないのでここでは岩相上注目すべき点を列記するにとどめる。なお年代・堆積速度推定の一資料としてコアの残留磁気に関する予察的測定結果を次項でのべる。

第7表 スミヤスライド法による堆積物の暫定的な分類基準
*は5%未満を示す 下線は第1義的基準

成分 堆積物呼称	石灰質微化石 Foraminifera, Calc. nannos等	珪質微化石 Radiolarians, Diatoms 等	沸石 鋳物 Phillipsite, Clinoptilolite等	粘土ならびに 沸石を除く 自生 鋳物
石灰質堆積物				
Calcareous ooze	>30%	*	*	<70%
Calcareous {mud clay	10~30%	*	*	<90%
Calcareous fossils rich clay	5~10%	*	*	<95%
珪質堆積物				
Siliceous ooze	*	>30%	*	<70%
Siliceous {mud clay	*	10~30%	*	<90%
Siliceous fossils rich clay	*	5~10%	*	<95%
沸石質堆積物				
Zeolitic {mud clay	*	*	>10%	<90%
Zeolite rich clay	*	*	5~10%	<95%
遠洋性粘土				
Pelagic clay	*	*	*	

①採取されたコアの中(したがって その地質時代の範囲内)では先に述べた表層堆積物分布のレジームがほとんどそのまま生きている。

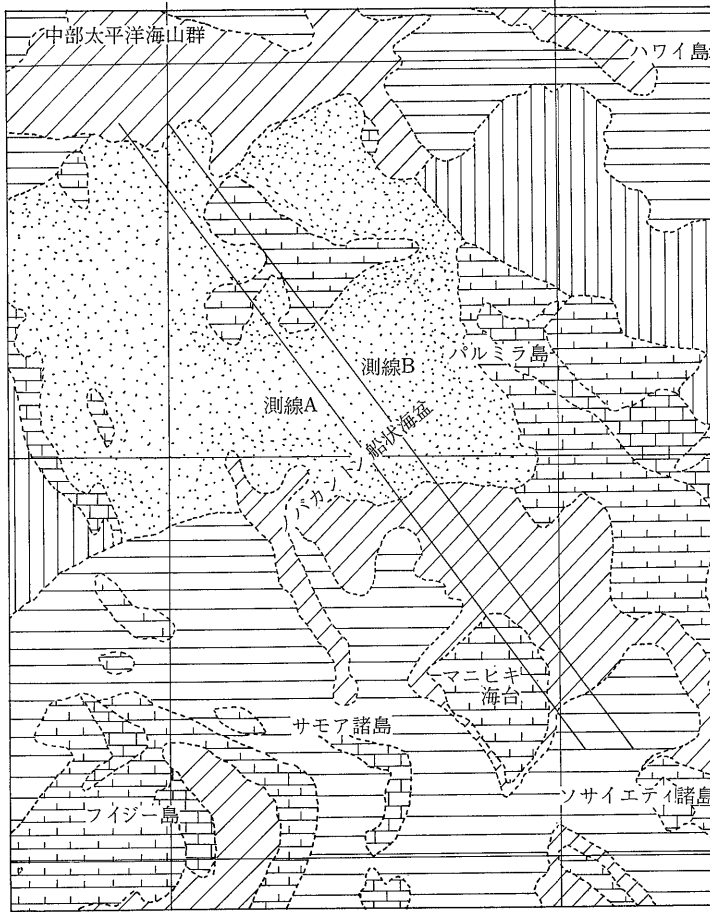
②表層から数 10cm の範囲では 第17図 (st. 1639及び 1641) にみられるように珪質堆積物(未固結の)は遠洋性粘土より新しい時代のもと考えられるが表層から数mまで下ると 第18図 (st. 1638) のように珪質堆積物の供給に比較的長期にわたる著しい消長が認められる。

③既存堆積物の削割・再堆積を示すものとしてP161下部の2枚の火山砂層(上部層には級化層理がみられる)と下部砂層近くの礫(固結泥) P162 下部の2枚の礫層(チョーク及び粘土岩) P169 にみられる少くとも4枚のタービダイト層(石灰質-珪質)があげられる。これらはいずれも北マニヒキ海台の周辺に分布している。なお P179 (表層から 2.5m 付近)のスランプ褶曲も同様の見地から注目される。

④固結堆積層に達したのは P 179 (chert) だけであるがP 166 最下部の固結泥(厚さ 3cm)も注目される。

⑤沸石類を豊富に含む堆積物は 大局的にみて 遠洋性粘土より古い (P 161 P165 P170 P178)。

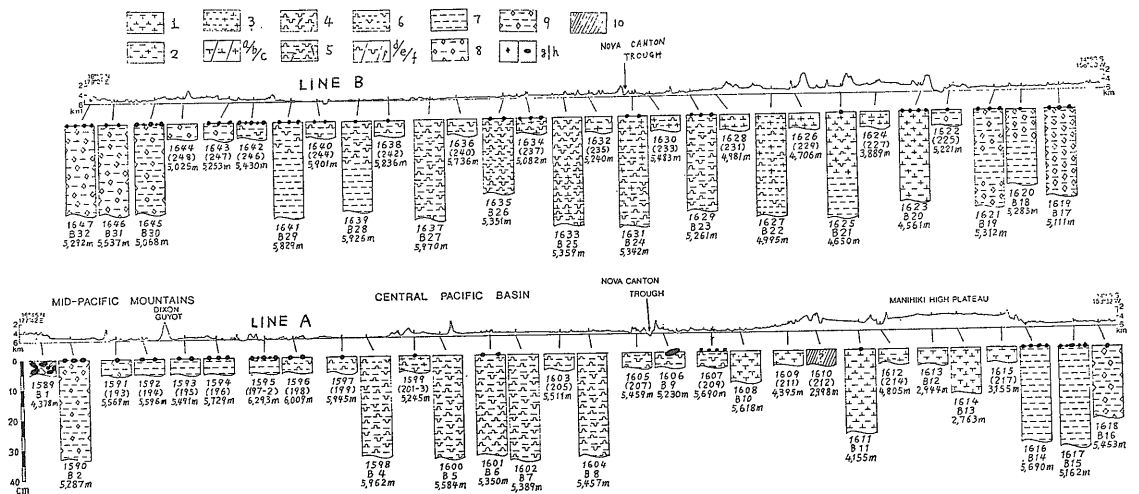
⑥上述したもののほか 比較的明瞭な岩相変化して注目されるのは P163 (最上部の亜石灰質粘土 (calcareous fossils rich clay) / 下部の石灰質軟泥) P168



- 石灰質軟泥
- 石灰質マール
- 石灰質粘土
- 珪質軟泥
- 珪質泥
- 遠洋性粘土

第16図
中部太平洋の海底堆積物
分布 (RAWSON・
RYAN 1978による)。

測線A : 17°N, 177°30'E
—15°S, 158°30'W
測線B : 17°N, 180°
—15°S, 156°W



第17図 ボックス・コア及び FG 管で採取された表層堆積物の分布
各サンプルの下の4桁の数字は測点番号 () 内の数字は FG サンプル番号 さらに3段目の数字は水深を示す
1: Calcareous ooze, 2: Calcareous mud or clay, 3: Calcareous fossils rich clay. a: Forams b: Nannos c: Carbonate unspecified
4: Siliceous ooze 5: Siliceous mud or clay 6: Siliceous fossils rich clay d: Radiolarians e: Diatoms
f: Sponge spicules 7: Pelagic clay 8: Zeolitic mud or clay 9: Zeolite rich clay g: Manganese micronodules
h: Manganese nodules 10: Consolidated rocks

(上部ナンノフォーラム～フォーラムーナンノ軟泥/下部ナンノ軟泥) である。

⑦P174の極めて純粋(深度1m以下はほとんどすべて珪質微化石が80%以上を占める)なものを含め珪質軟泥には種々のタイプの生痕が発達し一部(P176)にはHARTMANN(1979)が明らかにしたような生物活動によるマンガン等の溶出と周辺への再沈澱が認められる。

以上が岩相からみた堆積物分布の特徴である。今後微化石層序化学成分等が明らかになった段階でマンガン団塊の成因解明に役立つような総合的な解析を行う予定である。

ピストンコアの残留磁気測定結果(予察)(上嶋正人)

GH80-1航海で得られたピストンコアに対し残留磁気の測定を行い結果を検討した。過去の地磁気の変転現象のパターンが堆積物中にあらわれると考えられるのでそれによってコアの各部の年代を推定しようとするものである。

コアは採取後すぐ上下と方向をコアチューブに記載してその後で1mごとに切断されさらに半裁にして左右の別を記してある。この片側について約6時間後に2.2cm立方の塩ビケースを面に垂直にさし込んでサンプリングしている。塩ビケースには上下・左右の識別のために白エナメルで番号が書き込んである。サンプリングはできるかぎり連続して行いギャップのある所以外は生物の穴の跡色の違う境界部についても別の記録にとどめるのみでそのままサンプリングした。

サンプルは乾燥による変形を防ぐためケースをより大きなケースにしまつてフタをしビニールテープで封じた。

測定は下船(55. 3. 11)後1カ月以内に新しく導入されたSCT(スーパーコンダクティングテクノロジー)社のモデルC-113冷凍機付を用いて行われた。測定間隔は基本的に3個おき(8.8cm)とし反転などの大きな変化があらわれた場合にはその間を測定する方式とした。各サンプルには不安定成分を除去するため交流消磁をほどこしているが交流消磁装置としては無磁場中を三軸的に一様に回転するサンプルに対し一軸の交流磁場をゆっくり増減させるようにしている。交流磁場の増減にはスライダックを用いたがスライダックは多少段状に変化する特性を示すと思われるので50Oeの程度におさえている。

測定結果をもとに磁化の安定なコアについて正帯磁

逆帯磁の判定を行い第18図の柱状図にあわせて示した。今回測定しなかったコアのサンプルの測定と再度厳密な消磁の必要なコアについてはデータをもとに測定しなおす予定である。

P160 P172 P173については連続的に現世からはじまって松山逆帯磁期中のオルドバイ事変(イベント)まで追跡でき一部はさらにガウス期まで追跡できそうである。P172とP173ではP172の方が倍くらい堆積速度が早いと思われるがパターンとしては非常によく似ている。特に上部P172では1m付近にP173では30cm付近に放散虫珪藻の多い層からナンノ微化石の多い層へうつり変わる所がありよく似た状況を思わせる。

P169 P175 P177 P178でもオルドバイ事変ガウス期まででていると思われるがこれらのコアでは最上部に欠如があると思われる。特にP177 P178ではガウス期とよく似たパターンが下部にみられP177の方が堆積速度が1.5倍くらい速くしかもオルドバイ事変の後で遠洋性粘土から放散虫珪藻を含むclayに変化しているのどこに何らかの欠如があつて正帯磁が1つ少なくなっていると思われる。

P159 P161 P164 P165 P171 P174では正逆の変化ははっきり出ているが通常の磁気反転のスタンダードとは対応がつけきれないでいる。微化石による年代のデータが加われば手がかりがふえると思われるのでその時点でさらに考察を加えたい。

マンガン団塊——とくにregional variability——

(臼井・水野)

GH80-1航海においては昭和56年度からの精査地域を北西—南東に横切る2測線上で予察的調査が行われた。北部では過去5カ年の調査地域を含み赤道をはさんで約30度にわたつてマンガン団塊及び堆積物が採集された。

マンガン団塊の産状は近接した地域でも変化が大きく局地的な地質学的条件などの影響があるらしいことが最近報告されている。従つて今回の調査データのみでマンガン団塊について成因的あるいは鉱床として詳しく議論することは困難である。しかし本測線は地形的にも地質学的にも明らかに異なるいくつかの地域を横断しておりそこにはマンガン団塊の分布・産状の顕著な変化が認められて今後の詳細な調査のために有意義なデータが得られている。本稿では主として船上で得られたデータにもとづいて分布・産状など広い意味での物理的諸性質を中心に述べる。船上処理のフローシートは第19図に示す。

まず全調査地域を通じてボックスコアラ・フォトブ

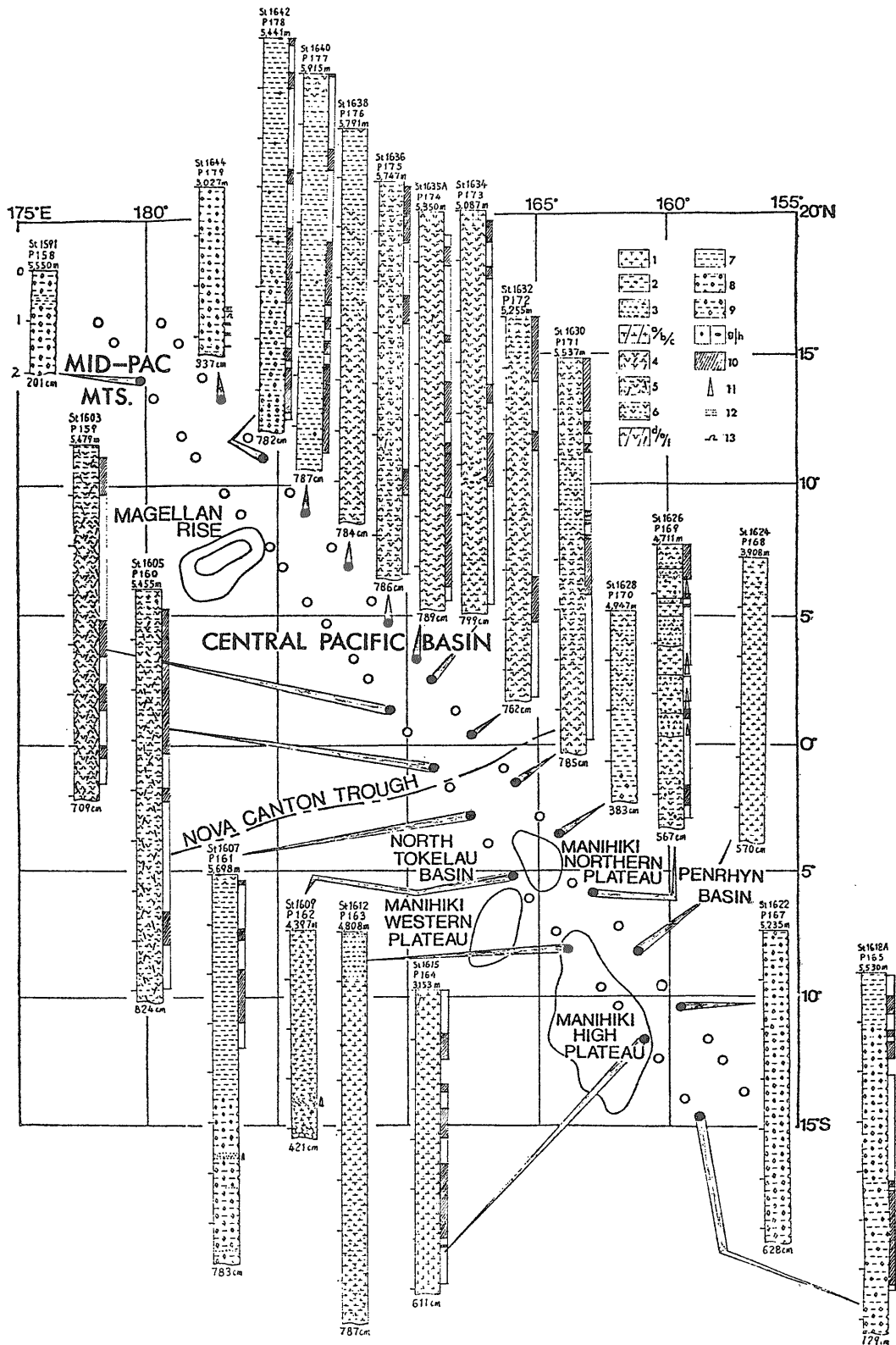


図18図 ビストン・コアラで採取された柱状試料一覽
 凡例は第4図と共通 各柱状図の右側に残留磁気測定結果を示す(斜線部は正常磁 白部は逆帯磁を示す)。

一メラン・ピストンコアラ・ドレッジによって約170回の採泥に成功しそのうち約1/6の地点で10kg/m²以上約1/3~1/4の地点で5kg/m²を超えるマンガン塊が採集された。また全く採取されない地点は約1/4である。ただしこれらにはマイクロジュールや岩石片などへの極く薄い被覆物は含んでいない。この値は全太平洋での平均賦存率に比べかなり高いが北東太平洋赤道地域に比べると低い。賦存率の最高は32kg/m² (st. 1595-FG-1) であるがこれはGH77-1航海ですでに調査済みの地域内にある。

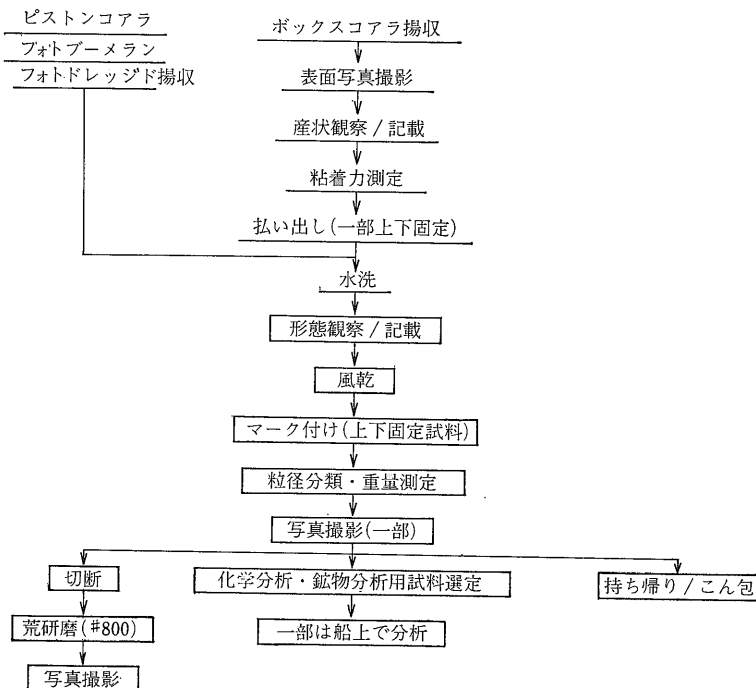
団塊の諸性質は測線沿いの大地形の変化とよく対応しこれは本調査において最も注目すべき結果である。第8表にまとめたように2測線は北から順に中央太平洋海山地域の小盆地 北部太平洋中央太平洋海盆 中部及び南部中央太平洋海盆 マニヒキ海台及び周辺の海盆 ペンリン海盆の大きく5地域を横切っている。団塊は形状・表面構造(鉱物組成)・粒径分布・色・賦存率・内部構造・核などにそれぞれ特徴がある。船上観察及び深海カメラによるマンガン団塊の典型的産状・外観を第20図に地形とそれらの変化を第9表に示した。

従来の海域で発見された2つの典型的タイプ(表面の構造のみで仮にs型・r型と呼んでいる)(水野・盛谷 1979)は本調査でも採集された。

s rとは単に団塊表面が滑らか(s)かざらざら(r)かという船上記載における略語である。しかし両者の違いは単に表面構造の違いにとどまらず化学組成(MORITANI他 1979) 内部構造 鉱物組成 (Usui 1979) にもおよぶことはGH76-1 GH77-1の試料について報告されている。また堆積環境や堆積速度の相違とも関連していると考えられている(Mizuno他 1980)。本調査でも中央太平洋海盆の各測点からの試料はいずれかのタイプに分類できその分布範囲にはかなり明確な境界がある。

以上のs r型団塊の諸性質の違いは生成条件・成長過程の違いをも反映している。前者は内部に亀裂の発達した団塊のかけらを核に持ち周囲には堆積物間隙水起源の数mmの薄層が発達する。一方後者は全体が堆積物間隙水起源の鉱物から構成され生成時期は比較的新しいといわれている。これらを踏まえて本調査では特に海底面での産状を注意して観察した結果r型はほとんどの場合表面の10cm厚程度の固結度の低い表層堆積物中に完全に埋没していることが確認された。これは深海カメラが如実にとらえており船上に採集された試料と比較することにより明らかになった(第20図に一例を示す)。成因論上貴重な成果である。

r型団塊は北緯9°以南の中央太平洋海盆に特徴的に分布する。一般に独立した球状であり小さい核(サメ



第19図 船上におけるマンガン団塊の処理手順。

第8表 各測点におけるマンガン団塊の諸性質と関連データ

緯度	測線 A					測線 B				
	測点番号	サンプラー	マンガン団塊 タイプ 賦存量 卓越粒径	水深 底質	地形区分	測点番号	サンプラー	マンガン団塊 タイプ 賦存量 卓越粒径	水深 底質	地形区分
15°N	1589	BC/F/FC	s ? ? 4 Z		中央太平洋 海山群	1647	BC/FC/FC	s +++ 1-2 5 Z		中央太平洋 海山群
	1590	B/FC/FC	s ++ 2-4 5 Z			1646	BC/FC/FC	s ++ 1-4 5 Z		
	1591	P/FC/FC	r - 1-2 5 Z			1645	BC/FC/FC	s +++ 2-4 5 Z		
	1592	B/FC/FC	r + 2-4 5 P			1644	PH/FC/FC	s - 2-4 5 Z		
10°N	1593	F/FC	s, r + 1-2 5 P		中央太平洋海盆 (北部)	1643	D/FC/FC	s +++ 2-4 5 Z		中央太平洋海盆 (北部)
	1594	FC/F/FC/FC/FC	s ++ 2-4 5 P			1642	PH/FC/FC	s +++ 2-4 5 S		
	1595	FC/FC/F/FC	s +++ 2-4 5 S			1641	BC/FC/FC	r ++ 2-4 5 S		
	1596	FC/FC/FC/FC	s +++ 2-4 6 S			1640	PH/FC/FC	r +++ 1-4 5 S		
	1597	FC/F	r + 1-2 6 S			1639	B/FC/FC	r - 1-2 5 S		
	1598	B/FC/FC	r -- 0-1 6 S			1638	PH/FC/FC	r - 0-8 5 S		
5°N	1599	FC/FC/F/FC	r + 1-2 5 S/C		1637	BC/FC/FC		5 S		
0°	1600	B/FC/FC	r -- 1-2 5 S		中央太平洋海盆 (中部)	1636	PH/FC/FC	r -- 1-2 5 S		中央太平洋海盆 (中部)
	1601	B/FC/FC	r ++ 1-2 5 S			1635(A)	B/FC/FC (FC/FC/PH/D)	r ++ 1-4 5 S		
	1602	B/FC/FC		5 S		1634	PH/FC/FC	s · r ++ 2-4 5 S		
	1603	PH/FC/FC	r - 0-4 5 S			1633	BC/FC/FC		5 C/S	
	1604	B/FC/FC	r -- 1-4 5 S			1632	PH/F/FC	r -- 0-2 5 C/S		
	1605	PH/FC/FC		5 S						
5°S	1606	B/FC/FC	r, s (+++) (>8) 5 S/C		中央太平洋海盆(南部) 北トケラウ海盆	1631	BC/FC/FC	s · r +++ 2-4 5 C		中央太平洋海盆 (南部)
	1607	PH/FC/FC	s +++ 2-4 5 S			1630	PH/FC/FC	r -- 0-1 5 S		
	1608	B/FC/FC		5 C		1629	BC/FC/FC	r ++ 1-2 5 S/C		
	1609	PH/FC/F	s + 2-4 4 C			1628	PH/F/FC	r - 2-4 4 S		
10°S	1610	FC/FC/FC/FC		2 -	マニヒキ海台 北東海盆	1627	PH/FC/FC		4 S/C	マニヒキ 北東海盆
	1611	B/FC/FC		4 C		1626	PH/FC/FC		4 C	
	1612	PH/FC/FC		4 C		1625	BC/FC/FC		4 C	
	1613	B/F/FC		2 C		1624	PH/FC/FC		3 C	
	1614	BC/FC/FC		2 C		1623	BC/FC/FC	s' (+++) 2-4 4 C		
	1615	PH/FC/FC		3 C						
	1616	B/FC/FC	s' +++ 0-4 5 P			1622	PH/FC/FC	s' - 1-2 5 Z		
15°S	1617	BC/FC/FC	s' +++ 2-4 5 P		ベンリン海盆	1621	BC/FC/F	s' +++ 2-4 5 Z		
	1618(A)	BC/FC/FC (PH/FC/FC)	s' + 1-2 5 Z			1620	BC/FC/FC	s' +++ 1-4 5 Z		
						1619	PH/FC/FC/BC	s' +++ 1-4 5 Z		

(注) サンプラーはB(ボックスコア) P(ピストンコア) F(フォトブーメラン) D(ドレッジ)を示し C(深海カメラ)又はH(熱流量測定装置)が付属しているか否かを示している。 Fは番号順に並んでいる。 マンガン団塊のタイプはs型 r型(GH76-1 GH77-1 地域に準ずる)とベンリン海盆に特徴的なタイプs'型の3種類に分類した。 賦存量は各測点のいくつかのサンプラーのうち最大を示すものを代表値として10kg/m²以上(+++) 10~5(+++) 5~1(+) 1~0.1(-) 0.1以下(-)に分けた。 無記入は全くないことを示す。 粒径の単位はcm 水深は目安として載せた(6は6,000m~7,000mの意味 以下同様)。 底質は石灰質堆積物(C) 珪質堆積物(S) 深海粘土(P)及び沸石質粘土(Z)の4タイプに分類した。

の歯が多い)の周囲に同心円状構造が顕著に認められる。 表面には小突起が発達し粗く見える。 粒径のパラツキは大きく細粒部はマイクロノジュールに漸移する(第21図)。 GH76-1地域にも分布するが本調査では5kg/m²の賦存地域が発見された(st. 1601 st. 1629:同緯度)。 水平的広がり是不詳だがこの2測点がライン諸島東側のクラリオンークリッパートン断裂帯の西方延長上にあたることは注目すべきである。

s型団塊は北部中央太平洋海盆に分布しGH77-1 78-1調査の結果によく一致する。 比較的粒度のそろった団塊が大量に分布し(平均20kg/m²)高賦存地域の水平的広がりは大いらしい。 沸石類又は亀裂の発達した団塊のかげらを核としほとんど例外なく鉱物相の異なる数mmのマンガン酸化物の被覆物を持つ。 内部の団塊はその北部の中央太平洋海山地域のものに類似している。

ベンリン海盆及び中央太平洋海山地域の団塊は上述のものと同様に性質を異にし生成条件・成長過程のちがいを示唆している。 一般に球に近いが内部には大円に沿った割れ目が発達する。 割れ方は測点によって差があるが著しい場合には1cm以下の小片となっている。 特に注目すべきことは表面全体が比較的滑らかでありrタイプの典型的表面をもつものは全くない。 外観は褐色が多く同じ球形でもSr型とは鉱物組成・内部構造に差違があると思われる。

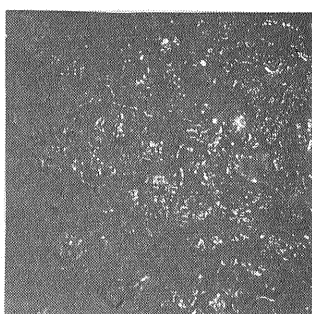
マニヒキ海台及び周辺海盆ではマンガン団塊はほとんど存在しない。 測点の水深は5,000m以上でしかも表層堆積物の多くは石灰質微化石から成っている。 第9表に概要をまとめた。

上述のように団塊の諸性質・産状と大地形はよく対応する。 また表層堆積物のタイプと大地形とも多くの場

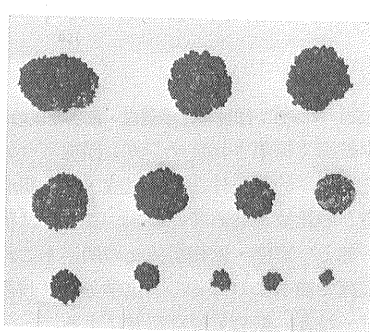
1) r型団塊(測点1635・B26)2.6kg/m²



1 A

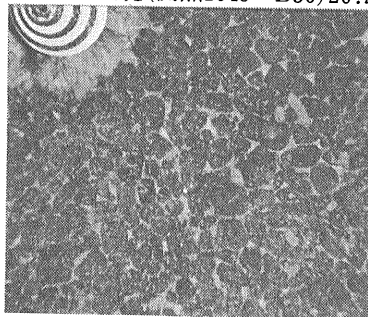


1 B

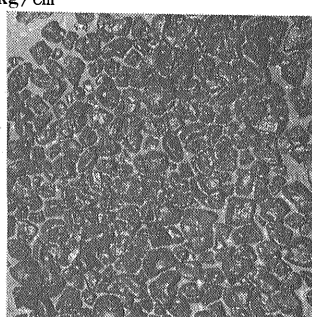


1 C

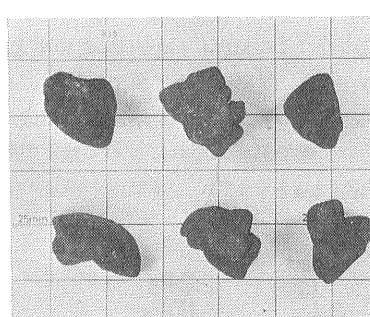
2) S型団塊(測点1645・B30)20.2kg/cm²



2 A

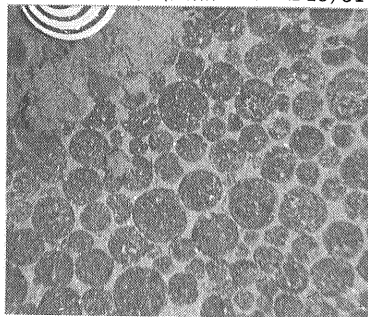


2 B

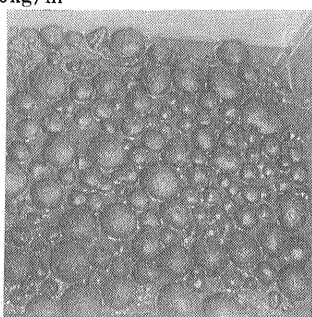


2 C

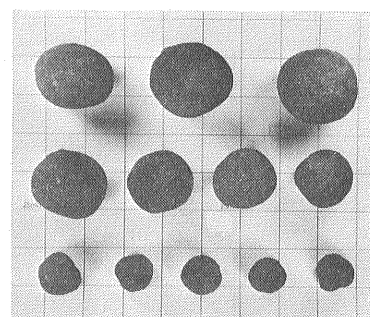
3) S'型団塊(測点1617・B15)31.0kg/m²



3 A



3 B



3 C

第20図 各タイプマンガン団塊の産状と形態を示す。

それぞれ左から フォトブローマンによる海底写真 ポックスコアラ表面の写真 代表的な団塊サンプルの写真。

合対応がつく。例えば珪質堆積物とrタイプ沸石に富む堆積物と上述したベンリン海盆型団塊石灰質堆積物と無団塊地域などである。我々の調査の重要な目的の一つはこれらの団塊の広域的な面での産状・性質(regional variability)を規制する要因を知ることである。他の一つはマンガン団塊の産状・諸性質の局地的な変化

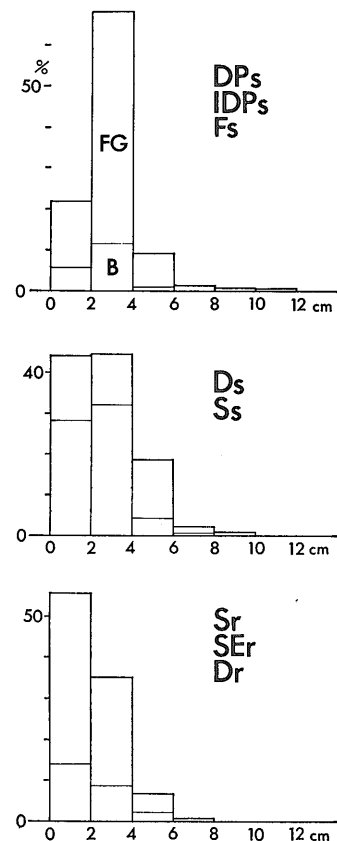
(local variability)の実態とそれを規制する要因を明らかにすることである。今回の調査においては調査の性格上後者に関するデータは充分には得られていない。本航海及び今後の航海での採泥や同地点で行われる地球物理関係・堆積学・層序学関係のデータ及び団塊の地球化学的・鉱物学的データをいかに有機的に結びつけるか

が今後の重要な課題であり これらの研究はマンガン団塊の生成の規制要因を知る上で大きく寄与すると思われる。

(追記) マンガン団塊の化学組成・鉱物組成の地域的变化

本航海で採集されたマンガン団塊について 現在 産状や地質学的諸条件と化学組成・鉱物組成・形態・内部構造との比較を進めている。ここでは化学分析の結果の一部と 形態・鉱物組成との関連をこれまでになかった範囲で簡単にのべる。化学分析は技術部化学課 望月常一技官 鉱物分析は臼井による。分析値は第10表にまとめた。

本文にあるように概して大地形と団塊の性状とはよく対応している。従来の我々の研究によると 中央太平洋海山群 (以下 MPM と略す) から中央太平洋海盆 (以下 CPB と略す) 北部にかけて典型的な 2 タイプ (s, r 型) の団塊が認められる。両者は鉱物組成が決定的に異なり化学組成や形態はそれによって強く規制される (詳細は関連する報告を参照)。本航海の測線の北部で採集され



第21図 マンガン団塊の粒径分布。最長径を基準とし その個数を百分率で示す。

たマンガン団塊についても その形態・産状・化学組成等は従来とほぼ同様の傾向を示す。南に続く中部CPBでは r 型団塊に限って分布する。しかしペンリン海盆産団塊 (第3表の(4)) は s, r 型とは産状・外観・化学組成が異なる。褐色を呈し 化学組成の上でも Fe, Fe/Mn が高く Cu Ni Zn に乏しい。MPM の一部にはペンリン産団塊に酷似する団塊 (第3表の(1)) が産し 化学組成の上でもよく一致する。 鉱

物組成は X線粉末回折及び顕微鏡によって最終的に決定されるが 本稿では無処理試料についての X線回折の結果を記す。全岩分析値は 2 鉱物の団塊中の含有量によって強く規制されている。第10表の(2) (3)はそれぞれ従来の s r 型団塊に相当し 10Å manganite と Mn Ni Cu Zn 及び δ-MnO₂ と Fe Co Pb の関連が再確認された。例えば北部の CPB 団塊 (第10表の(2)) は 10Å manganite を含む数 mm の被覆層が発達し内部に δ-MnO₂ のみから成る団塊を含むため 全岩分析値や金属含有量の比は MPM 産団塊 (δ-MnO₂ から成る) と 中・南部CPB 産団塊 (10Å manganite から成る) の中間の値を示している。ただペンリン海盆の団塊は MPM 産団塊に類似するにもかかわらず 若干の10Å manganite を含んでいるものがある。これは従来の傾向とは単純に一致せず鉱物自身の化学組成の検討や堆積環境との対比等が課題として残る。ペンリン海盆型団塊に類似する団塊は南太平洋の他の海盆にも広く分布するらしいことも考慮し様々の方向から研究を進める予定である。

引用文献

HARTMANN, M. (1979) : Evidence for early diagenetic mobilization of trace metals from discolorations of pelagic sediments. *Chemical Geology*, 26, p.277-293.
 水野篤行・盛谷智之 (1979) : マンガン団塊研究に関する最近の知見 月刊地球 1, p.147-154.
 MIZUNO, A. et al. (1980) : Central Pacific manganese nodules, and their relation to sedimentary history. OTC 3830 (OTC 1980, May 5-8, 1980, p.331-340)
 MORITANI, T., MARUYAMA, S., NOHARA, M., MATSUMOTO, K., OGITSU, T. and MORIWAKI, H., (1977) : Description, classification, and distribution of manganese nodules In Deep Sea Mineral Resources Investigation in the Central-eastern Part of Central Pacific Basin (eds. A. MIZUNO and T. MORITANI) GSJ. Crnise Rept., 8, p.136-158.
 MORITANI, T., MARUYAMA, S., NOHARA, M., KINOSHITA, Y., KOIZUMI, T. and ITO, T. (1979) : Description, types, and distribution of manganese nodules. In Deep Sea Mineral Resources Investigation in the Central-western Part of Central Pacific Basin (ed. T. MORITANI), GSJ. Cruise Rept., 12, p.163-205.
 RAWSON, M. D. and RYAN, W. B. F. (1978) : Ocean floor sediment and polymetallic nodules Lamont-Doherty Geological Observatory of Columbia University. Palisades. New York
 USUI, A. (1979) : Minerals, metal contents, and mechanism of formation of manganese nodules from the

第9表 GH80-1 航海で採取されたマンガン団塊の諸性質のまとめ

地形区分	賦存率	形状	表面構造	粒径分布(モード)	内部割れ目	連結(多核)の程度	堆積物タイプ
中央太平洋海山群域	5-20kg/m ²	D, F	s	2-4 cm	顕著(放射状)	まれ	沸石質粘土
中央太平洋海盆北部	10-20	DP, IDP	sまたはs+r	2-4	顕著(不規則)	顕著	深海粘土
中・南部	<10	S	r	1-2	なし	極めてまれ	珪質軟泥/粘土
マニヒキ海台及び周辺の海盆	0	—	—	—	—	—	石灰質軟泥/粘土
ベンリン海盆	5-20	S, D	s	2-4	多い(放射状)	まれ	沸石質粘土

(注) 形状・表面構造のシンボルは盛谷他(1977)を参照。
Fは亀裂に沿って割れた小面を有するもの。

第10表 GH80-1航海で採取されたマンガン団塊の金属含有量(平均値)と鉱物組成

産地	団塊の形態(試料数)	金属含有量(%)						
		Mn	Fe	Cu	Ni	Co	Pb	Zn
(1)中央太平洋海山群	Ds, Ss (10)	19.6±1.6	13.2±2.3	0.37±0.11	0.59±0.16	0.40±0.09	0.11±0.02	0.06±0.01
(2)北部中央太平洋海盆	IDPs, DPs (9)	20.8±1.9	12.0±3.1	0.50±0.22	0.62±0.21	0.32±0.06	0.09±0.02	0.07±0.02
(3)中・南部中央太平洋海盆	Sr, Dr (25)	25.7±2.9	6.1±1.4	1.30±0.28	1.35±0.29	0.16±0.05	0.04±0.01	0.12±0.03
(4)ベンリン海盆	Ss, Ds (21)	17.9±3.0	14.0±2.9	0.32±0.15	0.51±0.19	0.37±0.12	0.10±0.03	0.06±0.01

(続き)

	成分比						鉱物組成	
	Mn/Fe	Cu/Mn	Ni/Mn	Zn/Mn	Co/Mn	(Cu+Ni)/Mn	10Å manganite	δ-MnO ₂
(1)	1.5	1.9	3.0	0.33	2.0	4.9	tr	++
(2)	1.7	2.4	3.0	0.33	1.6	5.4	+	++
(3)	4.2	5.1	5.2	0.47	0.6	10.3	++	-
(4)	1.3	1.8	2.9	0.34	2.0	4.7	+	+
	(× $\frac{1}{100}$)	(× $\frac{1}{100}$)	(× $\frac{1}{100}$)	(× $\frac{1}{100}$)	(× $\frac{1}{100}$)	(× $\frac{1}{100}$)		

含有量は110°C乾燥試料を基準に重量%で示す。分析は技術部化学課 望月常一氏による。
鉱物組成は各試料のX線粉末回折における強度の平均を相対的に示したもの(—は無)

Central Pacific Basin (GH 76-1 and GH77-1 areas),
In Marine Geology and Oceanography of the
Pacific Manganese Nodule Province (eds. J. L.
BISCHOFF and D. Z. PIPER), Marine Science Vol 9.
Plenum Publ. Co.

白井 朗・武内寿久弥・正路徹也(1978): 深海産マンガン団塊
の鉱物学的研究およびマンガン酸化物の合成-成因および
地球化学に関連して-。鉱山地質, 28, p. 405~420.

● 人 事 異 動

地質調査所では12月15日付で 次のとおり人事
異動が行われました。

(氏名)	(新)	(旧)
佐藤 茂	退職	地質調査所長
磯見 博	地質調査所長	次長
陶山 淳治	次長	地殻熱部長

(氏名)	(新)	(旧)
沢 俊明	地殻熱部長	技術部長
植田 芳郎	技術部長	北海道支所長
成田 英吉	北海道支所長	資料室長
稲村 行雄	資料室長	資料室長補佐

昭和 55 年 12 月 15 日

工 業 技 術 院