

深海底鉱物資源に関する地質学的研究 —— 昭和56年度研究航海(GH81-4)報告 ——

中尾 征三・石原文実・臼井 朗・西村 昭・棚橋 学・
Seizo NAKAO Takemi ISHIHARA Akira USUI Akira NISHIMURA Manabu TANAHASHI
山崎 俊嗣・斉藤 英二
Toshitsugu YAMAZAKI Eiji SAITO

はじめに

地質調査船「白嶺丸」によるGH81-4研究航海は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(昭和54~58年度)」の第3年度海上研究にあたるものである。この特別研究がスタートするまでの経緯および第2年度海上研究(GH80-5)については本誌No.319(p.11~27) また第1年度海上研究(GH80-1)については同じくNo.316(p.38~61)にその概要が紹介されている。

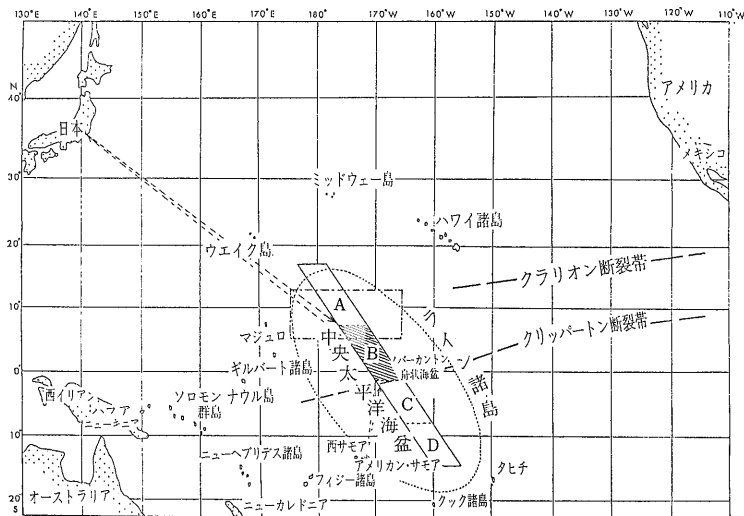
本年度の海上研究はギルバート諸島東方の海域(第1図)において小海域を選定し(1)深海海丘とその周辺におけるマンガン団塊の属性の局地的変化の実態を把握するために9~18km程度の間隔のグリッド交点を基本とする採泥を最初に行いさらにその結果をみて選定されたいくつかの線上で1~2km程度の間隔の連続的な採泥を行う。(2)上述の小海域内およびその周辺において地質構造の解析に必要な反射法音波探査磁気探査重力探査熱流量測定等を行うこととした。

この一文では航海の概要と船上の研究結果の概要を報告する。なおこの研究航海には工業技術院特別研究「海底鉱物資源開発技術に関する研究」を実施する

ために公害資源研究所の研究員2名が乗船し採泥等

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 | |
| 深海用精密音響測深機 (12kHz PDR) による地形探査 | 観測距離 (km) 24,981 |
| サブボトムプロファイラ (3.5kHz PDR) による表層堆積層探査 | 24,981 |
| エアガンによる反射法音波探査 | 2,692 |
| ソノブイによる屈折法音波探査 (4測線) | 67 |
| プロトン磁力計による磁気探査 | 22,500 |
| 船上重力計による重力探査 | 24,981 |
| 停船観測 | |
| ボックスコアラによるマンガン団塊/表層泥採取 | サンプル等番号 B57-68 |
| フリーフォールグラブ (カメラ付) によるマンガン団塊採取 | FG310-423 |
| ピストン・コアラによる柱状採泥 | P218-230 |
| ドレッジによるマンガン団塊または岩石の採取 | D496 |
| ヒートフローメーターによる海底熱流量の測定 | H54-66 |
| (ピストン・コアラに付属させたもの) | |



第1図 「深海底鉱物資源に関する地質学的研究」の調査海域。昭和56年度航海(GH81-4)は斜線をいれた区画Bで実施された。なお北緯10度付近に示される長方形は「深海底鉱物資源探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2表 乗船研究員

| 氏名 | 所属 | 担当 | 備考 |
|---------|------------------|---------------------|---------------|
| 中尾 征三 | 地調海洋地質部 | 主席研究員 総括 | |
| 石原 丈実 | 同上 | 総務 NNSS 重力 地磁気 | |
| 臼井 朗 | 同上 | マンガン団塊 | |
| 西村 昭 | 同上 | 堆積物 | |
| 棚橋 学 | 同上 | 音波探査 地磁気 | |
| 山崎 俊嗣 | 同上 | NNSS 重力 地磁気 熱流量 | |
| 斉藤 英二 | 地調技術部 | 地形 | |
| 半田 啓二 | 公資研資源第四部 | 堆積物・マンガン団塊 の工学的性 | |
| 山崎 哲生 | 同上 | 同上 | |
| 中山 健 | 金属鉱業事業団 | マンガン団塊 調査法 | 船橋→ パゴパゴ |
| 古川 雅英 | 琉球大学 | 音波探査 | 船上調査 研究補助員 |
| 上野 浩司 | 同上 | 写真撮影・処理 | 同上 |
| 加藤 雅也 | 同上 | 堆積物 | 同上 |
| 矮松 一磨 | 東京水産大学 | 海底熱流量/音波探査 | 同上 |
| 柘植 夏記 | 同上 | 堆積物 | 同上 |
| 高橋 真二 | 神戸大学 | NNSS 重力/ 海底熱流量 | 同上 |
| 内藤 好裕 | 千葉大学 | 音波探査/ NNSS 重力 | 同上 |
| 菱田 元 | 東京大学 | マンガン団塊 | 同上 |
| 野々目 洋 | 熊本大学 | 堆積物・マンガン団塊 (公資研) | 同上 |
| シティビ・カム | 西サモア政府 アピア観測所 | マンガン団塊調査法 研修 | 船橋→ パゴパゴ |

第3表 航海日程概要

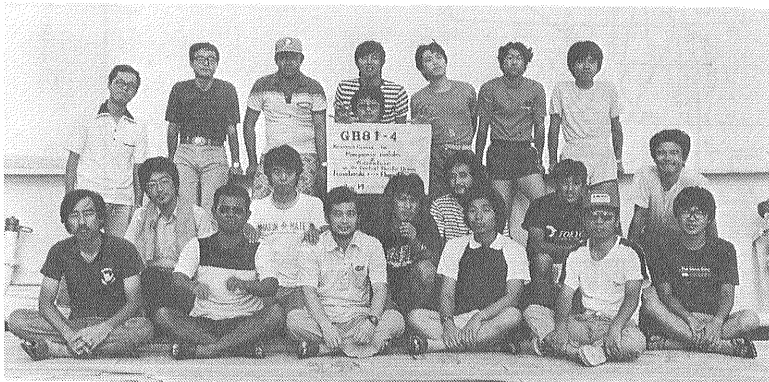
| | | |
|-------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1981. | 8.14(金) | 船橋出航 (14:00) |
| | 8.24(月) | 調査海域まで航走観測(エア・ガンを除く) 調査海域到着 |
| | 8.26(水) | エア・ガンを含む航走観測 (約9km 間隔 のグリッドを基本とする) 停船観測 (約9km 間隔のグリッドの交点 を基本とする. フリーフォール・サンプ ラー4点とピストン・コアラー1点を1日 で行う概査). 夜間はエア・ガンを含む航 走観測. |
| | 8.31(月) | 停船観測海域近辺の 航走観測 (一部でエ ア・ガンを含む) |
| | 9.3(木) | 停船観測 (フリーフォール4~6点とワイ ヤーライン採泥1点の組合せを1日に2回 行う精査. 間隔は数100mから2km程度ま で適宜) |
| | 9.5(土) | 夕刻調査海域発. パゴパゴへ向いエア・ ガンを除く航走観測. |
| | 9.10(木) | パゴパゴ入港 (09:00) 水, 燃料, 食料の補給. 資料収集 |
| | 9.16(水) | パゴパゴ出港 (16:00) 調査海域へ向いエア・ガンを除く航走観測 (途中, ノバーカントトラフ南方の地形 概査約690マイルを実施). |
| | 9.22(火) | 調査海域着 停船観測 (精査の続き及びドレッジ1点) 夜間はエア・ガンを含む航走観測 (ソノブイ観測4測線を含む) |
| | 9.29(火) | 調査海域出発 船橋へ向いエア・ガンを除く航走観測 |
| | 10.12(月) | 船橋入港 (09:00) |

の作業を共同で行った。

航海の概要

まず 第1表に調査項目 使用機器およびそれらの実績を示す。この航海では 本年度当初に導入されたウォーター・ガン (エア・ガンと同様に 圧縮空気を用いるが

ガンから海水中に噴射されるのは空気ではなく海水である) も使用されたが 第1表では便宜上エア・ガンの測線延長距離のみを示す (エア・ガンは一部単独で使用されたが ウォ

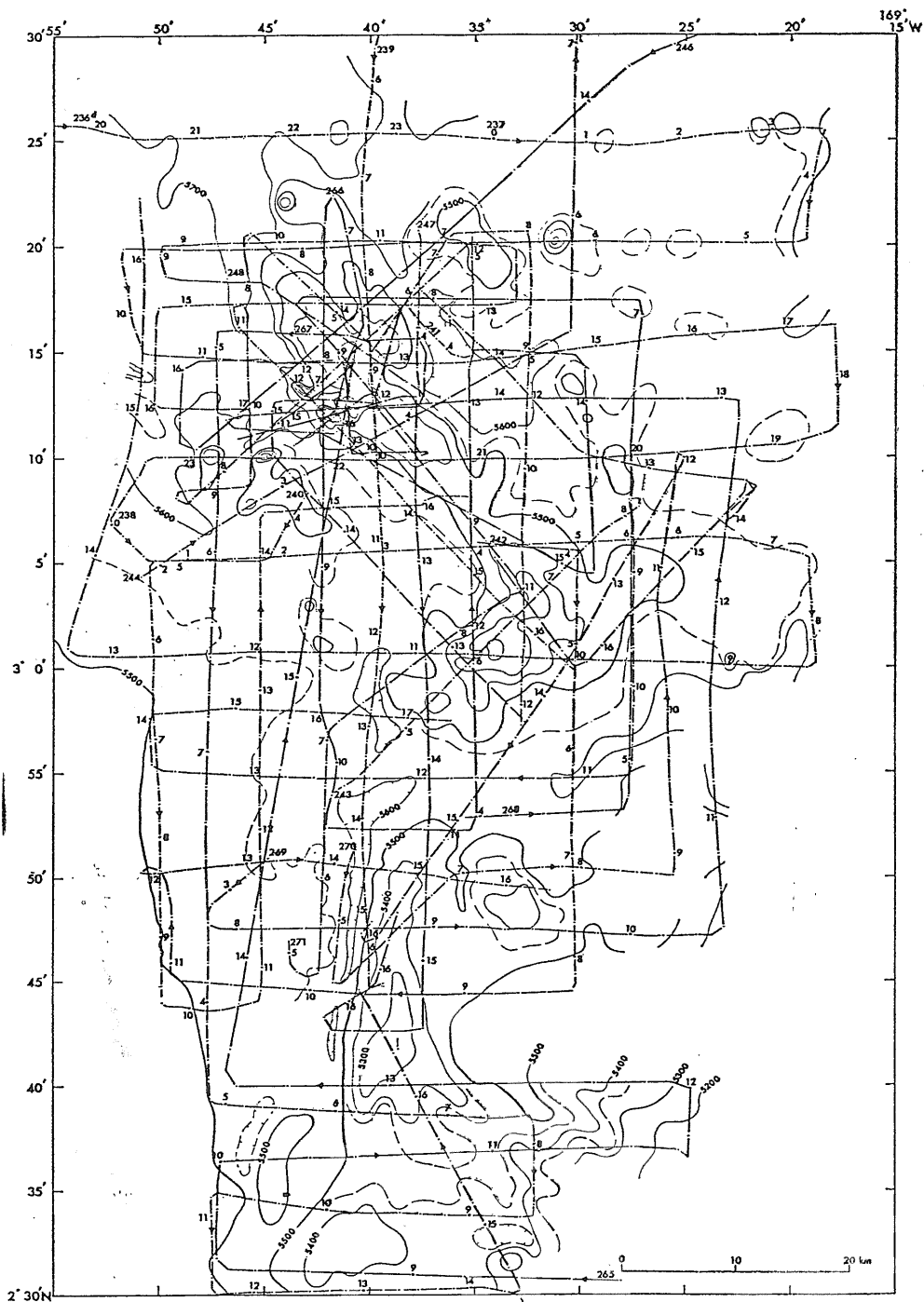


第2図

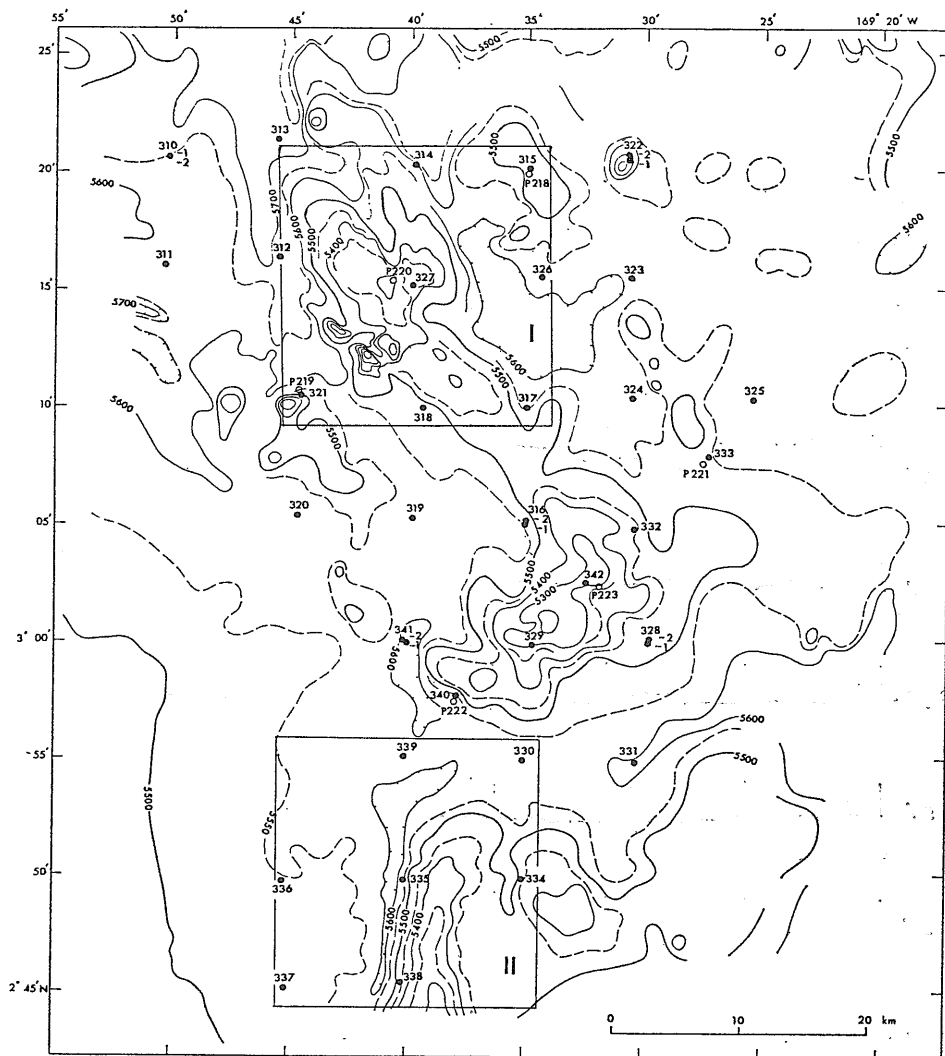
乗船研究員記念写真。前列
向って左から臼井 山崎(哲)
中尾 西村 中山 菱田 中列
同じく山崎 (俊) 棚橋 上野
斉藤 矮松 加藤 後列同じく
石原・半田 カム 古川 柘植
(古川の前) 高橋 内藤 野
々目。

ーター・ガンは常にエア・ガンと併用された)。次に乗船研究員を第2表に また 航海日程の概要を第3表に示す。本航海では 前半 (アメリカ領サモアのパゴパゴ港入港前) 最後のワイヤーライン探泥 (St. 2639 B62) でサンプラー

降下中にウインチの電気制御系統が故障し 何とか巻き上げたものの 修復までに機関関係者の並々ならぬ努力を要したばかりでなく 日本からパゴパゴに飛来した電気技師の助けを借りるというバプニングがあった。最



第3図 航走観測線図



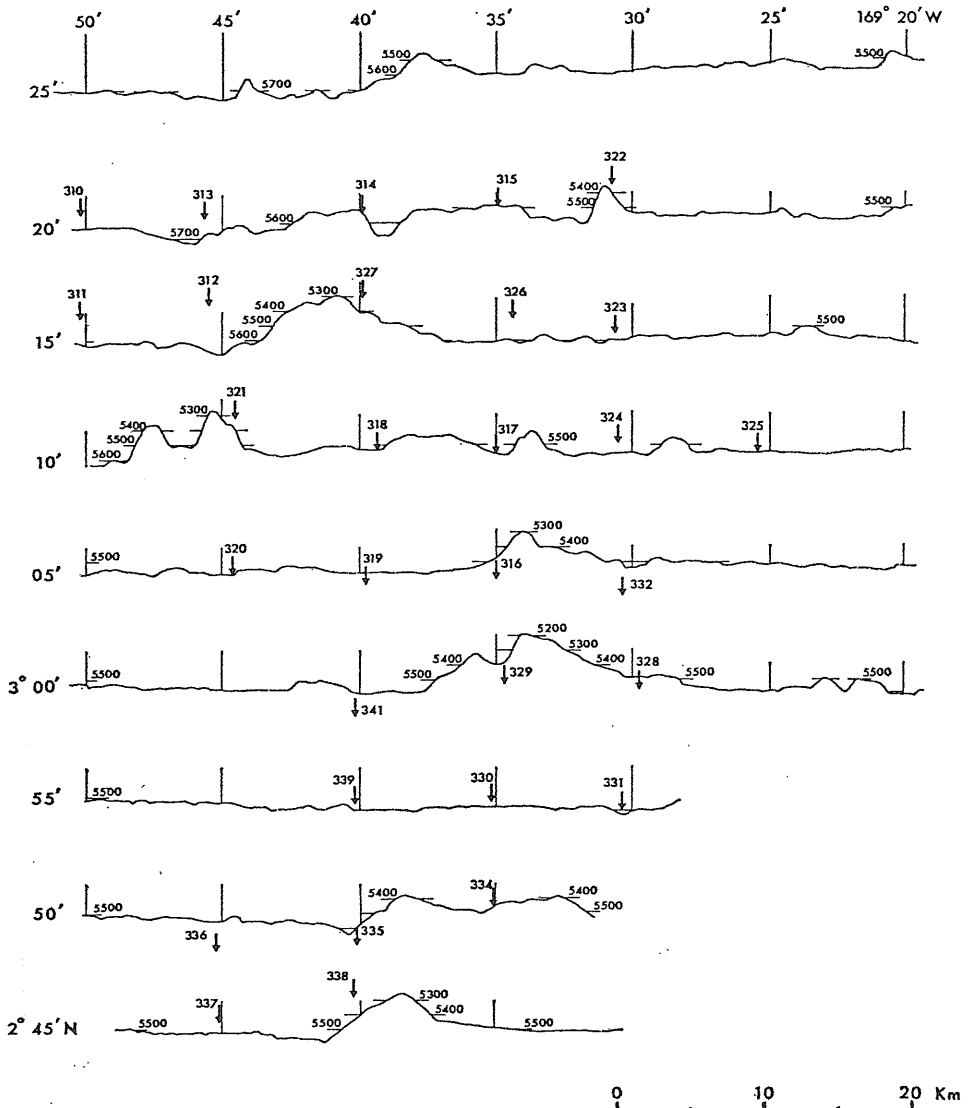
第4図 海底地形及び概査測点図 水深の単位はm. Pのついた3ケタの番号はピストンコアのサンプリング番号をまたPのつかない3ケタの番号はフリーフォール・グラフのサンプリング番号を示す. 2つの正方形は精査海域Ⅰ及びⅡの範囲を示す.

後の調整は荷重をかけて行う必要があり入港期間中に約80km沖に船を出し1日半を費した。この故障は前半の最後に起ったことと白嶺丸建造時に関与した技師が幸運にも出張可能であったために後半の作業に支障をきたさぬ結果となったが少しタイミングがずれていたらと思うと冷汗のものであった。

次に調査海域の選定は第1年度海上研究(GH80-1)のデータを検討して行われた。海底地形に関するデータが十分ではなかったため比高300m程度の小海丘が確実に存在すると思われる区域として2°45'N~3°25'N 169°50'W~169°20'Wの範囲を選び地形・地質構造調

査のための航走観測を先行させた(航走観測の測線を第3図に示す)。その後実際には航走観測を少しずつ追いかける形で約9km間隔のグリッドの交点を基本としフリーフォールグラフとピストン・コアを用いて概査的なサンプリングを行った(フリーフォールグラフ38点ピストン・コア6点)(第4図参照)。

概査の結果海丘から離れた海盆部にはマンガン団塊がほとんどみられないことがわかったのでほぼ正確な形態が明らかにされた小海丘2つを選び連続的なサンプリングを行う精査の対象とした。日程の上では第3表に示されるように概査の後で2日半程周辺の航走観測を実施しその間に精査海域の選定を行う形をと



第5図 地形断面図 主要東西断面のみを示す。矢印と3ケタの番号は フリーフォール・グラフの投入地点を示す。矢印の先が海底の上に離れている場合は その地点が断面線の向う側（この場合は北側）に海底下にある場合は手前（南側）にあたることを示している。

った。精査時の測点間隔は 場合によって変化させ最短で200m 最長で1,500m程度とした。また サンプラーの組合わせ方は フリーフォールグラフの連続投入4~6点とワイヤーライン(ボックス・コアまたはピストン・コア)1点を1サイクルとして これを1日に2回行う形にした。各測点の位置には 最大200m弱の誤差が見込まれるが 精査段階での連続的な採泥点の相対位置については 相互間隔の10%以内の誤差をみれば十分であろう。この海域は 北赤道海流(西向きの流れ)の強い所で 前半(パゴパゴ入港前)には最大約2.3ノツ

ト(≒4.3km/時) 通常1.5~1.8ノツ位の流れがあったが 約2週間の後には 0.4~0.8ノツ程度に落ちるといふ変わり身の速さをみせ 我々を驚かせた。

船上研究の成果

(1) 海底地形(齊藤英二): 12 kHz PDRの反射が極めて弱く 記録が読みとれない部分が多かったので 主に3.5kHz SBP(サブ・ボトム・プロファイラ)のデータを用いて 断面図(第5図に主要なものを示す) 地形図(第4図 ただし精査海域については拡大図—第9図及び第10図)

を作成した。調査海域の地形は大きくみると北西—南東の方向性を持ち、頂部の水深が5,000~5,300m 比高300~500m 程度の海丘が3つ確認された。ただし調査海域の最南部中央にある海丘はとくにその西縁がほぼ南北に細長く延びる舟状海盆で境されており、磁気探査および音波探査の結果をあわせてみると、基盤形成以後の断層を伴う構造運動の影響を受けているといえる。またこの海丘から西へ延びる5,500m 以浅の高まりの北側は鞍部地形があり、北方の2つの海丘の間に比べて連続性に乏しい。また海盆部では調査海域の北東部に比高200m 以下の小さな高まりが存在するのに対して、南西部は比較的単調になっているのが特徴的である。

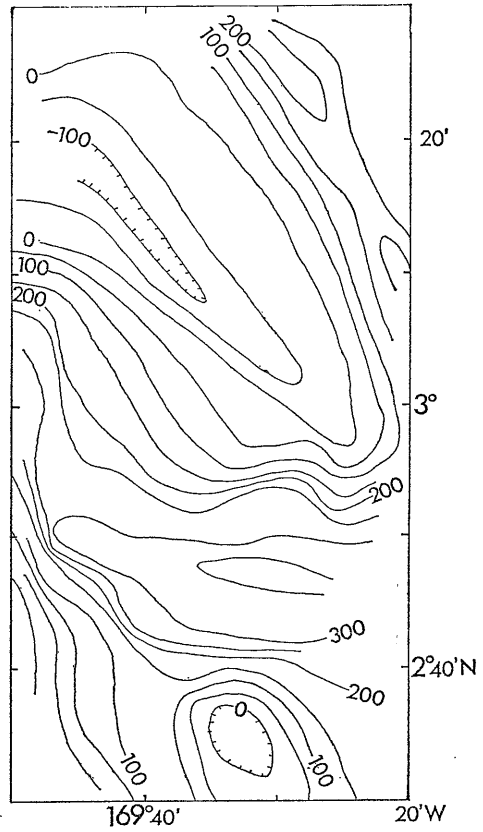
(2) 磁気異常 (石原丈実・棚橋学) : 調査海域内の磁気異常を第6図に示した。本海域では北西ないし北北西方向を示す縞状磁気異常が優勢である。P220 からP223 (第4図) にかけての地形的高まりにほぼ対応して負異常(-100nT 以下)が存在しその北西側に正異常(+200nT 以上)が存在する。この縞状異常を切る形で調査海域南部の2°47'N 付近をほぼ東西方向に正異常(+400nT 近い)が走っておりその南方では再び北北西方向の縞状異常がみられる。本海域に隣接した北側海域では北西ないし北北西方向の縞状異常が本海域に連続して存在する。また西側海域ではフェニックス縞状といわれる東北東方向の縞状異常が170°30'W 付近までは確実に追跡できるので調査海域のすぐ西側に両者の縞状異常の境界があると推定される。

(3) 重力異常 (石原丈実・山崎俊嗣) : 本海域のフリーエア重力異常は全体的にほぼ0~-10mgal のやや負の値を示す。その中でP220 とP223 のそれぞれを中心とする海丘に対応して正異常が存在するがその最大は+5mgal 程度である。また調査海域の南東方2°35'N 169°30'W 付近にも正異常が存在する。調査海域南部の169°38'W 付近を南北に走る地形的高まりに対しては正異常は存在しない。負異常の中では調査海域の西側の方が値が小さく169°40'W 以西(3°N から3°20'N では西にずれるが)では-5mgal 以下になり特に水深も深くなっている調査海域の北西部及び北方では-10mgal を越える。

(4) 海底熱流量 (山崎俊嗣) : GH80-1 及びGH80-5 の場合と同様にユーイング方式による海底熱流量測定を行い13点で信頼できる測定結果を得た。その概要は以下のとおりである。①測定された熱流量は最高

1.70HFU (=μcal/cm²·sec) 最低0.70HFU 平均1.35 HFU である。とくに信頼度の高いものは1.3~1.4に集中する。測点が密なことと合わせて本海域の熱流量はこの値で代表されると考えてよい。②マンガン団塊の局地的変化に対応する海底熱流量の変化は観測されない。③北の精査海域Iで測定値がばらついたのは一部に堆積層のごく薄いあるいは基盤の露出する所があって堆積層内で底層水の対流により熱が移動していることによる可能性がある。

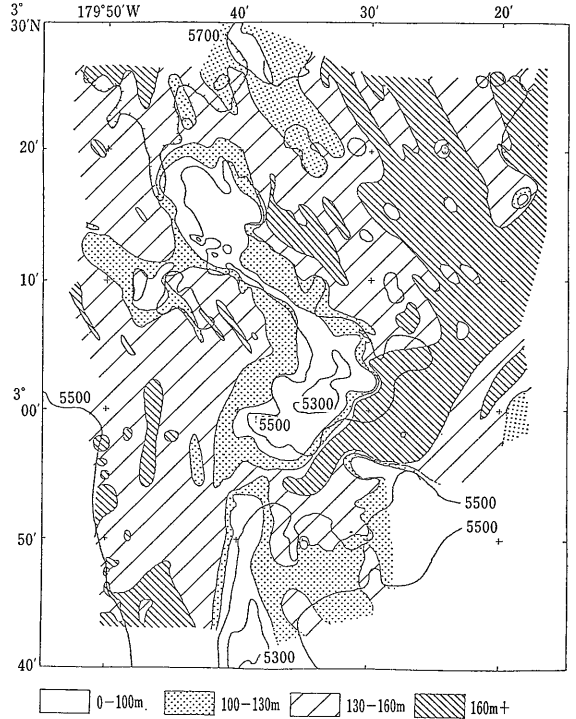
(5) 底層水温 (山崎俊嗣) : 海底熱流量測定と同時にワイヤーを巻きあげつつ約1,000m にわたって底層水温度の測定を行った。温度の絶対値については±0.2°C 程度の誤差が予想されるが温度差については誤差は±0.005°C 程度である。水深はワイヤー長で代表させた。結果の概略は次のようにまとめられる。①4,700m 以深の底層水温に関しては調査海域内では誤差の範囲で一致する。その勾配は深海底層水の断熱水温鉛直勾配の値(1.3×10⁻⁴°C/m) に一致する。②4,500m 付近(温度勾配が逆転する深度)で値のばらつきが



第6図 GH81-4 海域の磁気異常 (単位 nT)

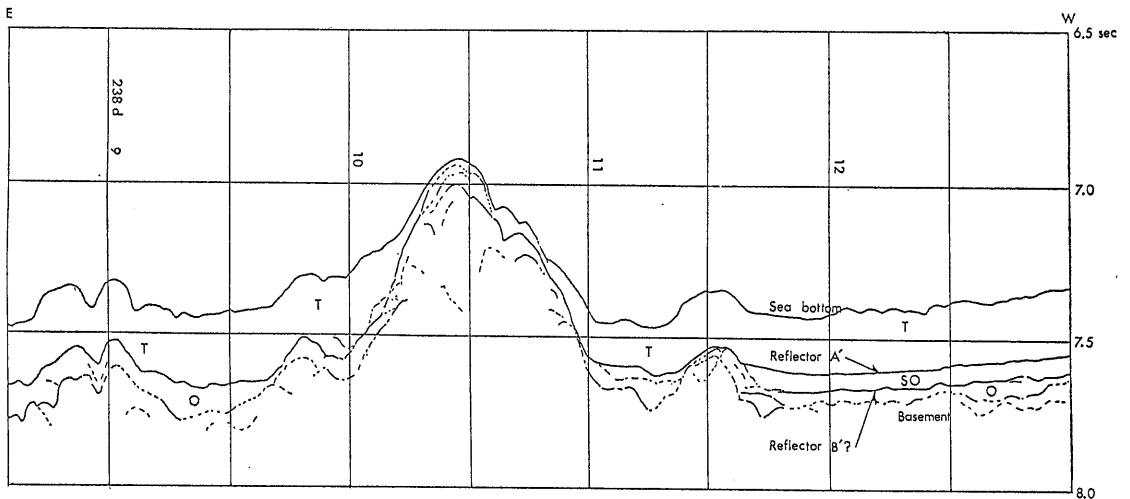
大きい。地域差があるかもしれない（高い水温は北の精査海域Ⅰのデータ）。③底層水温の広域的变化は底層水の動きをあらわしそれは堆積環境のちがひマンガン団塊の広域的变化を支配する要因の一つであろう。他地域と比べ温度勾配の逆転する深度はやや浅いと思われる。温度変化のパターンは Matsubayashi and Mizuno (1981) による Type I である。

(6) 3.5 kHz SBP による表層堆積層探査 (棚橋学) : 調査海域の海底下浅部構造は非常に単調で透明層と音響基盤よりなっている。透明層はエアガン～ウォーターガン記録でのユニットⅠにあたる音響基盤はユニットⅠの厚い所でははっきりしないことが多い。音響基盤は主にエアガンまたはウォーターガン記録上のユニットⅡaにあたると思われるが同じくユニットⅡbまたは基盤にあたる場合もあると思われる。ただし SBP 記録上でそのいずれであるかを判別することは困難である。透明層の厚さは150m 前後と考えられる。海盆部では特別な場所を除き透明層が欠除することはなく厚さの偏差も小さい。透明層はユニットⅡaの上面の形と調和的であるがユニットⅡaの上面が平坦でも波長数100m～1,000m 振幅数10mのゆるやかなウェービングを示すことがあり底層流の活動を示していると考えられる。堆積物に半ば埋められた小規模な凹所が多数散在しておりこれも底層流によるものであろうと思われる。海丘の麓近くにはしばしば乱堆積構造がみられる。海域南縁部の海丘の西側には南北に伸びる小規模な舟状海盆がありその底では透明層が欠けている部分もある。透明層は一般に内部構造を欠いているが所により海底直下0.01～0.04秒の間に細かい縞状パターンが見られるこ

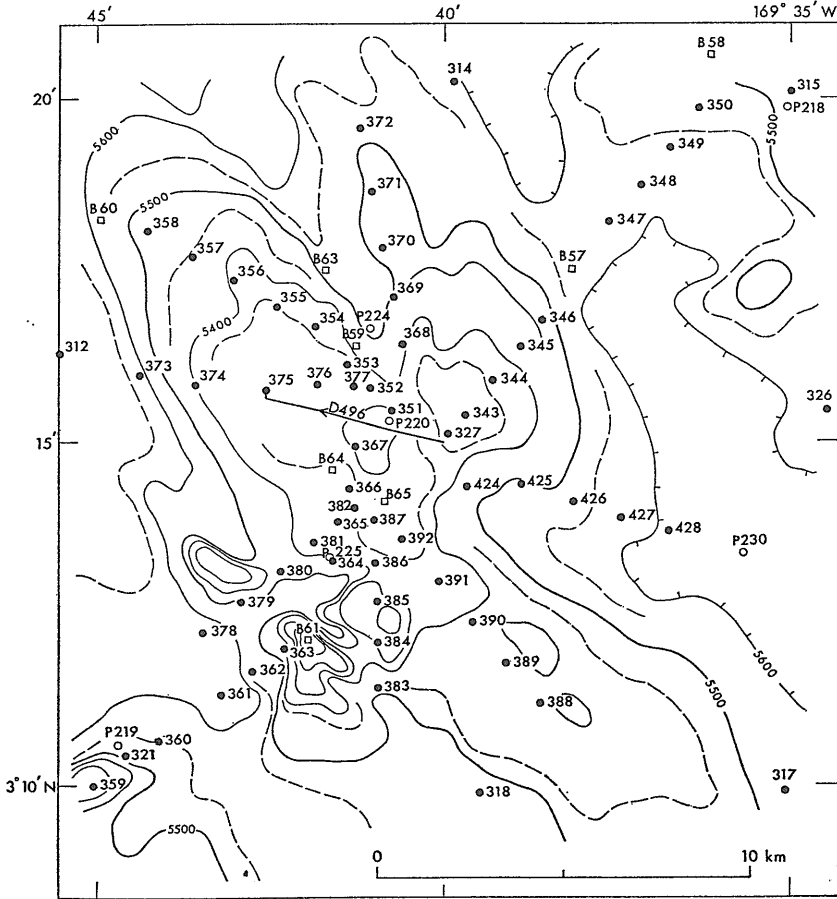


第7図 ウォーターガン及びエアガンで得られたユニットⅠ等層厚線図

とがある。このパターンは海域南西端及び中部の東側に広くみられ他の海盆部でも局所的に散在している。ただし北東部ではとくに少ないようである。このパターンを示す部分が普通の珪質軟泥とどう違うかはわからない。



第8図 北緯3度線に沿うウォーターガン記録の解釈図
T: 透明層 SO: 半不透明層 O: 不透明層



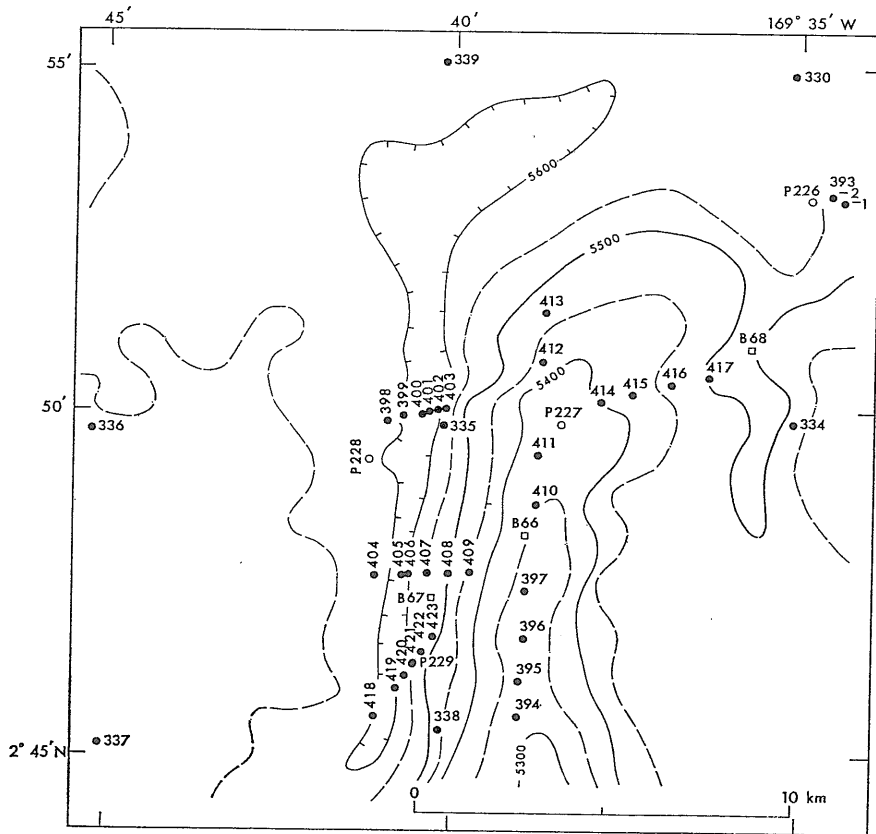
第9図
精査海域測点図(a) 精査海域 I.
Bのついた番号はボックスコー
ラ Dはドレッジのサンプリ
ング番号を示す。他は第4図に
同じ。

SBP 記録の特徴からは タービダイトには分布が狭すぎること 堆積間隙による層理が表われていると考えるには このパターンの広い分布域が透明層の特に厚い所とほぼ同じであること 及び海盆内の深いところより浅いところで より発達することがわかった。これは底層流の活動を示すのかもしれない。海丘部も一般には透明層におおわれているが 海盆部に比べると薄く 100m 未満であり 斜面の一部では欠けている。一般に 同じ斜面でも西側で基盤 (主にユニット II a) が露出することが多いようである。これは底層流が西から東へ流れていることを示しているのかもしれない。

(7) 反射法音波探査 (棚橋学) : 垂直方向の分解能を上げるために 高周波成分を持つ内爆型音源であるウォーターガンを使用し また 水平方向の分解能を上げるために 船速を対水 6 ノットと遅くした。さらに基盤を中心とした深部構造の情報を得ることを目的として 150 立方インチのエアガンも並列して使用した。測線は東西方向及び南北方向の 5 マイル間隔の測線を基本として

一部その中間の測線や斜交する測線を探って面的な精度を向上させた。その際採泥点の上を通るようにした (測線図第3図)。調査海域は ほぼ全域が 音響的な構造の全くみられない ユニット I (音響的透明層) におおわれている。第7図に ユニット I の等層厚線分布 また第8図に代表的な東西断面構造のスケッチを示す。ユニット I の下底面は海丘部などの一部の例外を除いて海底面とほとんど平行である。層厚は海盆部で 150 ± 20m 程度 最大 180m で 海丘部では 0 ~ 100m である。

海底の反射は非常に弱く 記録上で読み取れない場合もまれではない。これはユニット I の音響的性質が海水と非常に似ていることを示している。この海域は赤道高生産帯に属しており 水深が 5,000 ~ 6,000m (CCD 以深) であって ユニット I 中に全く構造が見られないことからこの層は全体が表層部で見られる珪質軟泥 ~ 珪質粘土でできていると思われる。それらの堆積物は比較的变化に乏しく大きな堆積速度を有し 組成や続成作用の影響も変化に乏しく 結果として音響的な無構造



第10図
精査海域測点図(b) 精査海
域Ⅱ. 図中の記号は第9
図と同じ.

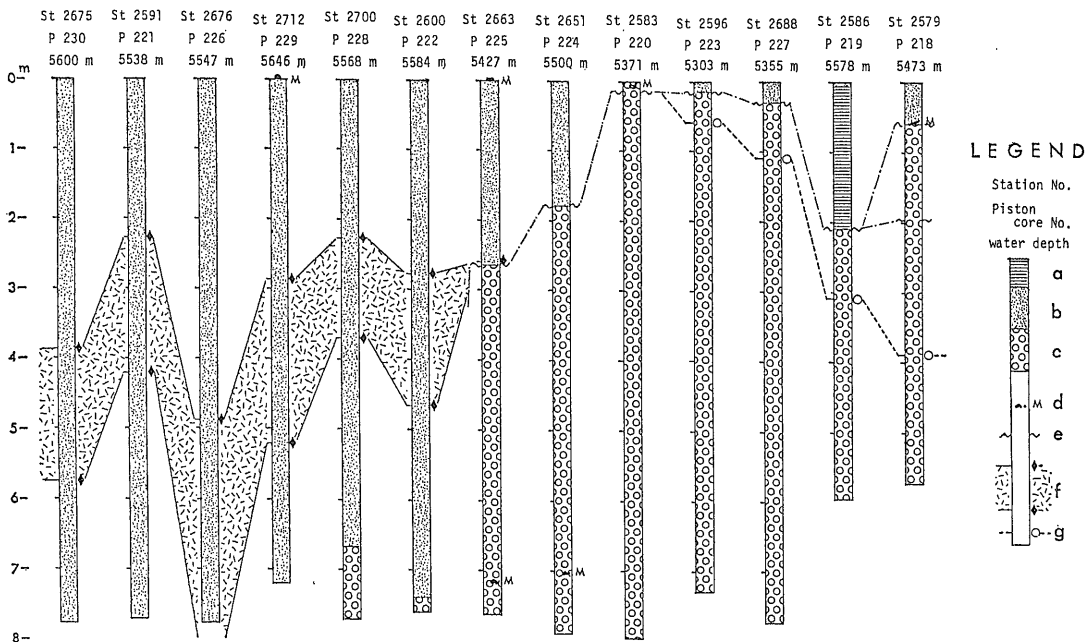
を示すことになったのであろう。

この透明層は調査海域の北方では透明度が下がり海底の反射が明瞭になり層厚が小さくなる傾向がある(地質調査所クルーズレポート No.8 12及び15)。これは堆積速度と続成作用の程度の差を示すと考えられプレートモデルと調和的である(Heezen et al. 1973)。海域東方160マイルでは140mの透明層(珪質軟泥)があり漸新世から現世に至るものとされている(DSDP Leg7 Site66)。本海域の透明層も漸新世以降現世までに形成されたと推定される。海域東方450マイルのライン諸島から西南方に広く分布しているタービダイト層(Orwig 1981)は本海域には全く影響を及ぼしていない。ユニットⅠの下底は明瞭であり従来の反射面A'にあたると思われる。この反射面はウォーターガンの記録上では2~4本の太く濃い縞状のパターンで示される層の上面にあたるが一部ではその上のやや薄い細かい縞状パターンで示される層の上面にあたるかもしれない。

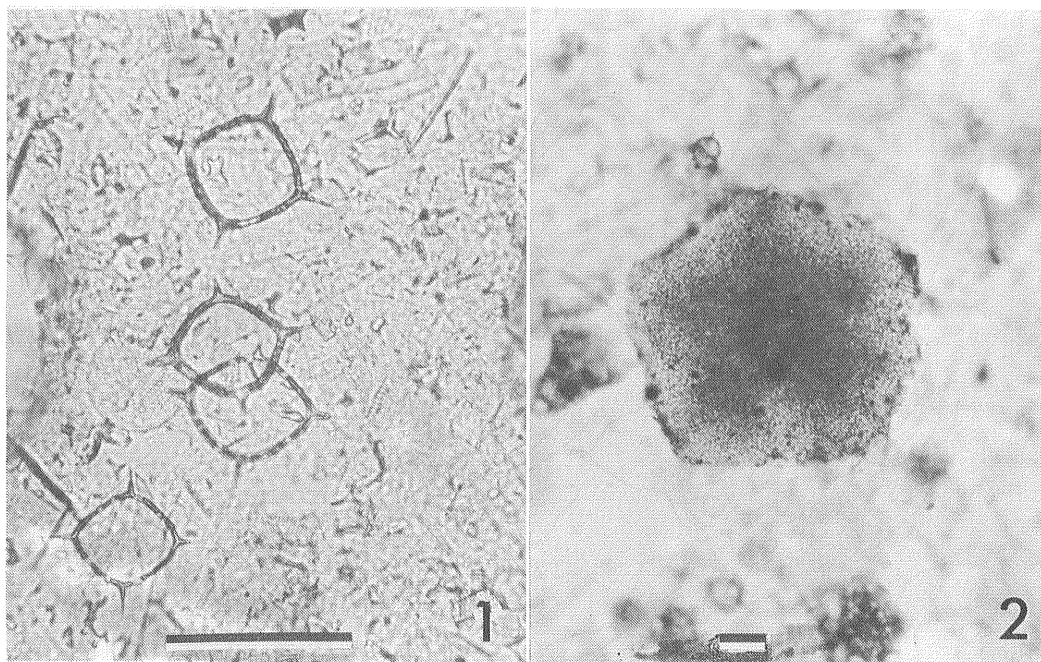
この区別はエアガンの記録上では困難である。太い縞状パターンの層(ユニットⅡb)は反射の強さから中央太平洋海盆に広く発達している後期白亜紀から始新世の

“チャート層”に対比される。その上の細かい縞状パターンで示される層(ユニットⅡa)はユニットⅡbを調和的におおう場合が多いがユニットⅡbの凹部を埋めるような形態を示すこともあり透明層の下底面は連続性のよいなめらかな面になっている。

次にユニットⅡaの厚さは最大0.1秒程度平均0.06秒程度であるが海盆部でも欠けていたり非常に薄い所もある。海域の西南部では0.1秒程度で広く分布しているのに対して東北部の海盆では全体に薄く分布も断片的な場合が多い。海丘上では欠落する所も多いが各所に断片的に分布している。また傾斜の緩い所では海盆部と同じように分布している。ユニットⅡaは“チャート層”の上にあるため始新世末期ころの堆積物と考えられるがその実体は不明である。“チャート層”の凹凸を埋めるような形態はタービダイトのようなものも推測させるが西南部の厚く広い分布からは石灰質堆積物や火山降下物などが考えられる。おそらく堆積速度はかなり大きかったのであろう。一方ユニットⅡbは“チャート層”(DSDP Site66では薄いチャートと軟泥の互層)と考えられる。層厚はユニットⅡaとほ



第11図 堆積物柱状図。 a : 遠洋性粘土 b : 珪質粘土～粘土分の多い珪質軟泥 c : 粘土分の少ない珪質軟泥 d : マンガン団塊 e : 推定されるハイアタス (堆積間隙) f : 珪質鞭毛虫 “*Mesocena quadrangula*” 帯 g : 放射虫 *Spongaster pentas* の消滅層準



第12図 スミヤ・スライド中の微化石 1 : *Mesocena quadrangula* EHRENBERG et HAECKEL (P220 373cm) 2 : *Spongaster Pentas* RIEDEL and SANFILIPPO (P218 415cm) スケールはどちらも 50 μ m.

ぼ同じであるが 海丘部を除いて海域全体に分布している。その上面は平らであるが 下面は細かい凹凸のある反射面で玄武岩質の基盤の上面であると思われる。

“チャート層”と基盤の間にいわゆる下部透明層があるかどうか (いずれにしても非常に薄い) は不明である。

また 反射面 B' やその下の下部不透明層は全く欠けていると考えられる。このことと 水深 基盤深度などから考えて この海域の基盤の形成年代は白亜紀後期と推定される。

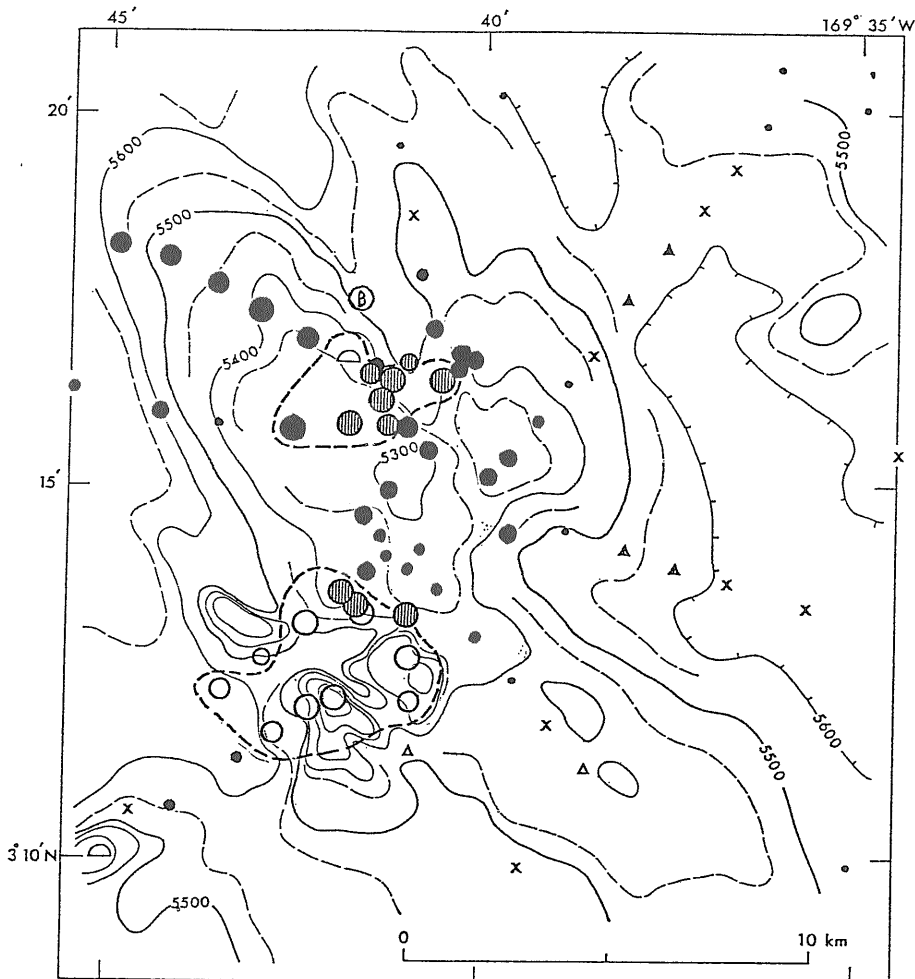
基盤形成後まもなく“チャート層”をつくるような珪質堆積物がたまり始めたと思われる。ユニット II b の上面の深度は 東北部の海盆に比べて西南部の海盆の方が深く 基盤も深いと思われる。これは西南部の海盆の方が古いことを推測させる。

最後に 構造運動に注目すると ユニット II b 内にあってユニット II a の堆積を規制している断層があるがこれは始新世末期の活動を示唆している。海丘上に断片的に存在するユニット II a や 南部の海丘をユニット

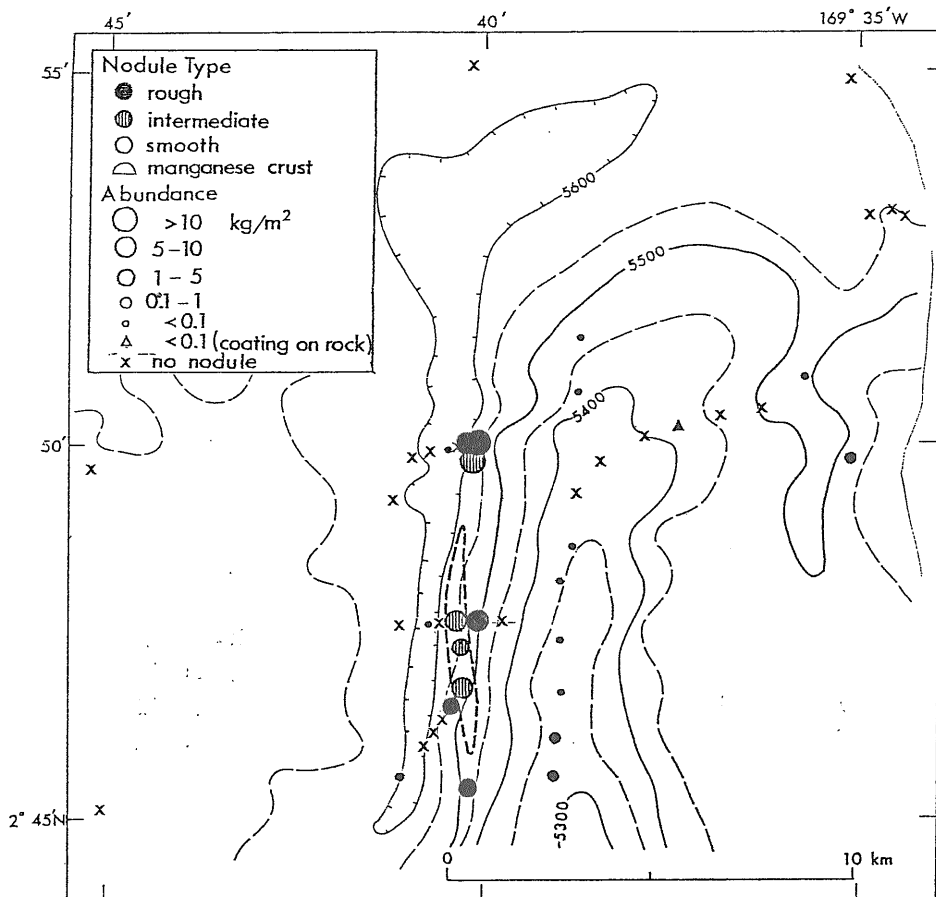
II a 及び II b が広くおおっていること ユニット II a 及び II b をのせたまま 基盤が海盆中で尖塔状に突き出していることなどから海丘をつくる構造運動がユニット II a の堆積後に起こったことが推定される。

(8) 海底堆積物 (西村昭) : 底質採取を試みた ピストンコア13点 ボックスコア12点 フリーフォールグラブ125点 ドレッジ1点のうち 堆積物の採取された139点の試料を検討した。概査時の採泥点は第4図に また精査時の採泥点は第9図及び第10図に示される。採取した試料について 肉眼記載 スミアスライドの作製観察 微化石の予察的検討を行い 今後の陸上研究のための微化石分析・化学分析・古地磁気測定試料を分取した。

底質の分類は例年のもの (地質ニュース316号 p.53) を踏襲した。調査海域の表層の現世堆積物は 多量の放散虫と少量の珪藻を含む珪質軟泥~珪質粘土で これは調査海域の水深が深く 炭酸カルシウム補償深度以深である結果と考えられる。



第13図
精査海域 I におけるマンガン団塊の分布 (凡例は第14図参照 破線で囲った部分は被覆率5%以上 第14図も同様)



第14図
精査海域Ⅱにおける
マンガン団塊の
分布

ピストンコアの岩相構成は海盆地と海丘域の2つの型に分けられる。海盆地 (P230 221 226 229 228 及び 222) においては コア中の岩相変化が乏しく 珪質粘土が比較的粘土分の多い珪質軟泥からなっている (第11図)。コアの中部から下部にかけて スミアスライドで容易に珪質鞭毛藻の “*Mesocena quadrangula*” Zone (Bukry 1979 1.4–0.6Maとされている) が認められ (第12図) コア間の年代対比に重要な役割を果たせそうである。コア最下部の年代は 後期鮮新世～前期更新世である (放射虫化石年代より)。一方 海丘域 (P225 224 220 223 227 219 及び 218) においては コア最下部の年代が 前期中新世 (P225 及び 224) 中期中新世 (P220) 後期中新世 (P223 及び 227) 前期鮮新世 (P219 及び 218) と海盆地に比べて古く コアの中下部は 粘土成分の少ない珪質軟泥からなっている。コアの最上部は 現世の珪質粘土ない粘土分の多い珪質軟泥からなっていて中下部との間に 岩相及び放射虫群集の変化よりハイアタスの存在が予想される。P223 227 219 及び 218 のコアではス

ミア・スライドで 放射虫 *Spongaster pentas* の消滅の層準 (ca. 3.4Ma Theyer et al.; 1978) が見いだされた。

ボックスコアはピストンコアに比べると 海底下への貫入長が短かく 50cm 以内であるが 海丘域の B60で前期中新世 B64 で鮮新世がその下部にみられ ピストンコアの所で述べたハイアタスが 表層から数～10数 cm に存在する例もある。

また 年代等は明らかでないが P218の 35～65cmにみられる黒色のマイクロノジュール層 ボックスコア B63の 海底下 20cm のマンガン団塊層及びドリッジで採取されたマンガン・クラストのついている粘土岩 (石灰質ナノ化石 イクテオリスを含む) は 堆積史の解析に重要な試料である。

当地域の層序を採泥結果から考えると 前期中新世から前期鮮新世には この地域は赤道付近の生産量の大きい地域にあって珪質軟泥を堆積させた。後期鮮新世から現在までは その後この地域がプレート運動で北に移動 (緯度で約3°/10Ma) した結果 生産量の高い地域の北

になったことと後期鮮新世以降の赤道地域全体の珪質浮遊生物の生産量低下によって 少く粘土分の多い堆積物となった。この岩相変化の間に おそらく底層流の強い時代があり 海丘域では削剝〜無堆積の時代がありハイアタスが形成されたといえる。

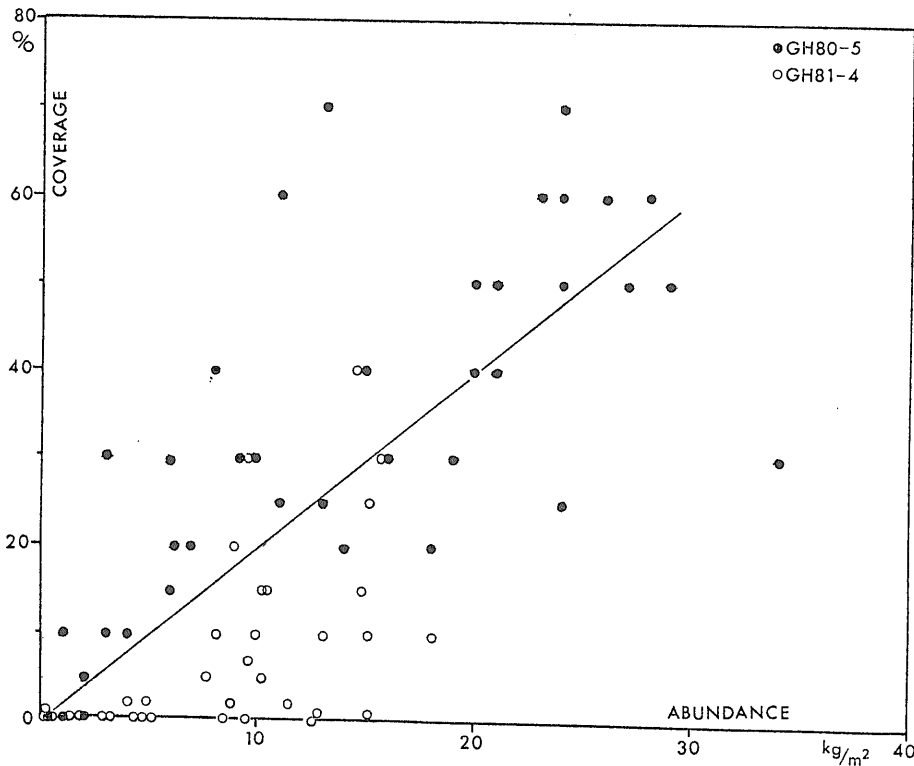
(9) マンガン団塊 (白井朗) : マンガン団塊の採取海底写真撮影及びサンプルの船上処理手順はいずれも従来の方法に従った。フリーフォール・グラフによるもの125点 (内亡失1) ボックス・コアラ11点 ピストン・コアラ13点 及びドレッジ1点 計148点のサンプルのうち79点で マンガン団塊が採取された。また 単発カメラによる海底写真撮影は 135回のうち115回で有効なデータが得られた。賦存率の最大は $18\text{kg}/\text{m}^2$ 被覆率 (海底写真で観察される団塊の占有面積比率) の最大は 40% であった。賦存率 $1\text{kg}/\text{m}^2$ 以上の点 (37) だけについてみても約3分の1が被覆率0% 約60%が5%以下というように GH80-5 海域に比べて低い被覆率がひとつの特徴となっている。

従来から マンガン団塊の表面構造を滑らかなもの (s) 粗なもの (r) 及び中間型 (s:r) を基本にして 分類しまた とくに GH80-5 航海では団塊の上面と下面が顕著に異なる例が多かったので s+r (上面が s 下面が r) の

ような表現方法を用いた。しかし 今回の調査海域では s型の場合でも ほぼ全面にわたって多少とも r型の鉱物相 (10Åmanganate) によるコーティングがあり また 上下面の相違が少ないので 細分については内部構造が重要な決め手になった。

航海の概要の項で述べたように 約9km 間隔のグリッドの交点を基本とする概査の結果に基づいて選定された2つの精査海域における マンガン団塊分布の特徴は以下のものである (第13図及び第14図)。

精査海域 I ——海丘頂部から10海里程隔たった海盆部では $1\text{kg}/\text{m}^2$ 未満の r 型団塊が分布するか または団塊が欠除する。海丘の東側斜面 (緩傾斜) には r 型団塊だけがみられ 賦存率も小さく 頂部近くで約 $5\text{kg}/\text{m}^2$ に達する程度である。北西部の谷の周辺及び南西部の副頂部付近の2地域に s 型団塊が分布し それらは互いに孤立しているとみられる。北西の尾根には r 型団塊が比較的大量 ($5\sim 12\text{kg}/\text{m}^2$) に存在する。ただし それらの団塊は 典型的な r 型に特有の小突起 (knob) が少なく 既存の r 型団塊に s 型鉱物相 ($\delta\text{-MnO}_2$) が外皮として発達したものである可能性がある。現在 研磨片による顕微鏡観察に着手した。ドレッジ (D496) 試料及び FG354 地点での海底写真ではマンガン・クラ



第15図
マンガン団塊の賦存率 (kg/m^2) と被覆率との関係 (GH80-5 及び GH81-4 航海に関して)。

スト(厚さ数cm)の発達が認められるがその広がりや産状については把握されなかった。

上に述べた s 及び r 両型の団塊の分布と海底地形との関係は 巨視的には 急傾斜地(海丘西側の一部)に s 型がみられ その周辺に比較的大量の r 型 そして 比較的緩傾斜の東側斜面に少量の r 型(あるいは団塊が欠除)が分布するというようにまとめられる。とくに西側と東側の非対象性については 水深5,400~5,500mの範囲の分布(第13図)をみれば明らかである。しかし 西側の s 型あるいは明らかに s 型団塊を核とする中間型団塊の分布状況を詳細にみると それらが全て急傾斜地に集中するわけではない。たとえば北西部では 5,300~5,400mの緩やかな尾根の一部に中間型団塊がみられる。

精査海域 II — 精査海域 I と異なり極めて単純な地形を示し ほぼ南北に延びる尾根(水深5,300m程度)とその西側に5~10°の急崖(断層崖)で接する舟状海盆(水深5,600m程度)に分けられる(地形及び測点は第10図 マンガン団塊分布は第14図に示した)。舟状海盆の中軸部(水深5,650m程度)には 極くわずかに r 型の団塊がみられるが その西側の海盆部は事実上 無団塊である。また 南北に延びる尾根でも 水深5,330m 前後の2地点で0.4kg/m²(FG394)及び0.1kg/m²(FG395)の r 型団塊を産する以外は0.1kg/m²未満または皆無である。一方 断層崖の下部(水深5,600~5,650m)には s 型団塊を核として r 型の外皮が薄くみられる中間型の団塊が比較的大量(最大12.6kg/m²—FG335)にみられ その周辺の極めて狭小な範囲に r 型団塊が分布する。急斜面に s 型団塊が分布する傾向は精査海域 I の場合と共通する。さらに 両精査海域とも 被覆率が5%以上の地域を破線で囲って示したが 賦存率が1kg/m²を越える地点でも被覆率が5%未満の場合が多い。また 調査海域全体を通して 被覆率の最大は40~50%である。これらの値(賦存率との関係を含む)が GH80-5 調査海域の場合と著しく異なることを第15図に示した。GH 81-4(今航海)では 賦存率が12kg/m²強の場合でも被覆率0%という例があるのに対して GH80-5では賦存率が3kg/m²を越えるもので被覆率0%という例はない。さらに 同図に示した直線(被覆率:賦存率=2:1)を基準として 両航海調査海域のマンガン団塊の産状が著しく異なることが読みとれるであろう。

おわりに

以上に述べたように 今回の調査海域では点在する海丘部 とくに 比較的急傾斜の斜面部に s 型団塊の濃集がみられる。その分布範囲は 音波探査で明らかになった最上部堆積層(ユニット I 漸新世—現世)の厚さが100m未満の海域に含まれ また ピストンコアの資料から 後期鮮新世以降の堆積物が非常に薄い(2~3m未満)海域に含まれることが明らかである。また 団塊内部が s 型団塊またはその破片を核として r 型の外層さらに s 型の最表層というような 3重構造を示す例もあり 堆積史と団塊内部構造との関係を把握することは重要である。

しかし 一方 精査海域 I のように 孤立的な s 型団塊の分布は 一定の堆積レジームは マンガン団塊の形成に必要な条件ではあるが十分な条件とはなり得ないことを暗示していると思われる。それは 多分 鉄及びマンガンを主体とする金属元素の供給時期やその機構と密接に結びつく問題であろう。そして その問題を解決するには 堆積史だけでなく 地質構造発達史の詳細な解明と 堆積史の地球化学的研究からのアプローチが必要となろう。

引用文献

- Bukry, D. (1979) : Comments on opal phytoliths and stratigraphy of Neogene silicoflagellates and coccoliths at Deep Sea Drilling Project Site 397 off Northwest Africa. Initial Rept. DSDP, vol. 49, p. 977—1009.
- Heezen, B. C. et al. (1973) : Diachronous deposits : a kinematic interpretation of the post Jurassic sedimentary sequence on the Pacific plate. Nature, vol. 241, p. 25—32.
- Matsubayashi, O. and Mizuno, A. (in prep.) : Bottom potential temperature and vertical temperature profiles of near-bottom waters in the Central Pacific. In Mizuno, A. and Nakao, S. (eds.) GSJ Cruise Report no. 18.
- Orwig, T. L. (1981) : Channeled turbidites in the eastern Central Pacific Basin. Marine Geology, vol. 39, p. 33—57.
- Theyer, F., Mato, C. Y. and Hammond, S. R. (1978) : Paleomagnetic and geochronologic calibration of latest Oligocene to Pliocene radiolarian events, equatorial Pacific. Marine Micropaleontology, vol. 3, p. 377—395.