

深海底鉍物資源に関する地質学的研究 ——昭和57年度研究航海(GH82-4)——

野原 昌人 Masato NOHARA 西村 昭 Akira NISHIMURA 白井 朗 Akira USUI 棚橋 学 Manabu TANAHASHI
 山崎 俊嗣 Toshitsugu YAMAZAKI 池原 研 Ken IKEHARA 渡辺 和明 Kazuaki WATANABE 盛谷 智之 Tomoyuki MORITANI

はじめに

地質調査船「白嶺丸」による GH 82—4 次研究航海 [8月14日~10月12日(1982)60日間] が中央太平洋海盆で実施された。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)の第4年次にあたる。従来の経過(第1~3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) にそれらの概要が紹介されている。

本年度の研究計画は西サモア北東海域(図1)において(1) 5~10マイル間隔の採泥(フリーフォールグラフ・ボックスコア・ピストンコアリング)と 主として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 及びそれらの分布域と地形・地質構造 堆積物及びその時代等に関して全体的に把握する。(2)その結果に基づいて精査海域を選定し 5マイル間隔のグリット採泥 地形・基盤構造に特徴を有する地点での 1~2マイル間隔の採泥及び表層堆積層調査 2.5マイル間隔のエアガン等による物理探査を行い 本研究の主目的であるマンガン団塊と地質学的特性との関連を詳細に調査研究することであった。この報告では調査の概要とその研究成果の概略を示し

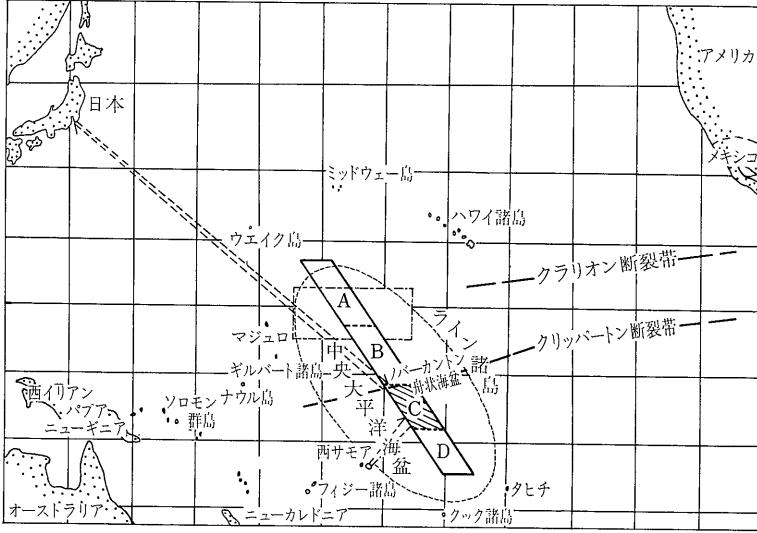
第1表 調査項目等一覧

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	13508.4
サブボトムプロファイラー(3.5kHz SBP)による表層堆積層探査	13508.4
エアガンによる反射法音波探査	2580.9
ソノブイによる屈折法音波探査	20.0
プロトン磁力計による磁気探査	11578.9
船上重力計による重力探査	13508.4
停船観測	
	サンプリング数
ボックスコアによるマンガン団塊/表層泥採取	14
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	140
ピストンコアによる柱状採泥	20
ドレッジによるマンガン団塊または岩石の採取	2
ヒートフローメーターによる海底熱流量の測定(ピストンコアに付属させたもの)	20
深海底カメラによる連続撮影	1

関係者の参考に供したい。

調査航海の概要

調査海域は本研究の第1年次航海におけるサンプリングデータと音波探査データ 3年次航海における約 690



第1図 「深海底鉍物資源に関する地質学的研究」の調査海域。昭和57年度航海(GH82-4)は斜線を入れた区画C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2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	
西村 昭	〃	総務・堆積物	
臼井 朗	〃	マンガン団塊	
棚橋 学	〃	音波探査・地磁気	
山崎 俊嗣	〃	NNSS、重力地磁気、熱流量	
池原 研	〃	堆積物	
渡邊 和明	〃	地形	
Ghan Jeong Hae	Korea Institute of energy and resources	客員	
葉室 和親	外務省	客員	船橋→アピア
尾谷 憲二	金属鉱業事業団	〃	アピア→船橋
坪山 武浩	教育映画社(株)	カメラマン	船橋→アピア
井野 健治	〃	〃	〃
坂本 満	筑波大学	マンガン団塊	研究補助員
中山 英二	〃	堆積物	〃
西沢 康男	千葉大学	NNSS/熱流量	〃
蓮井 雅之	東京大学	マンガン団塊	〃
岩越 朗	神戸大学	熱流量/NNSS	〃
松谷 昌享	琉球大学	音波探査	〃
佐々木 弥	〃	〃	〃
筒井 哲朗	〃	堆積物	〃
内村 真之	〃	写真	〃

マイルに及ぶ地形概査のデータ等に基づいて検討され西サモア北東海域 ノバ・トラフ (NOVA-TROUGH) の南側に設定された。当海域は北にNE-WS方向に伸びる上述のトラフと南部に位置するマニキ海台北部に狭まれ U.S. NAVY 発行 (1973, PUB. No. 1301-02-03) の地形アトラスでも その大部分の海底地形状態は不明である。そのため 調査日程(第3表)の前半 8日間と後半の一部(3日間)が概査のために費やされた。調査日程の1/3を必要とする広い概査地域が設定された理由として 将来における海底鉱物資源としてのマンガン団塊の探査又はその開発に際して経済性の面からマンガン団塊の広域に亘る分布量がまず問題であること それに付随又は並行して海底地質図 堆積物の種類 地質構造等を含む地質学的・地球物理学的データが不可欠であることなどがあげられる。概査域の採泥作業は トラフ軸に平行な 約10マイルごとの測線上を 5-10マイルごとにフリーフォールグラブとボックスコアラ又はピストンコアラ(ヒートフロー計付)を組合せて実施された。広範囲をカバーする必要があるため 前半の作業時間は朝 5:30頃から夕方 7~8時までで続けられ 乗組員を含む調査員(第2表)にとっては ハードスケジュールとなった。

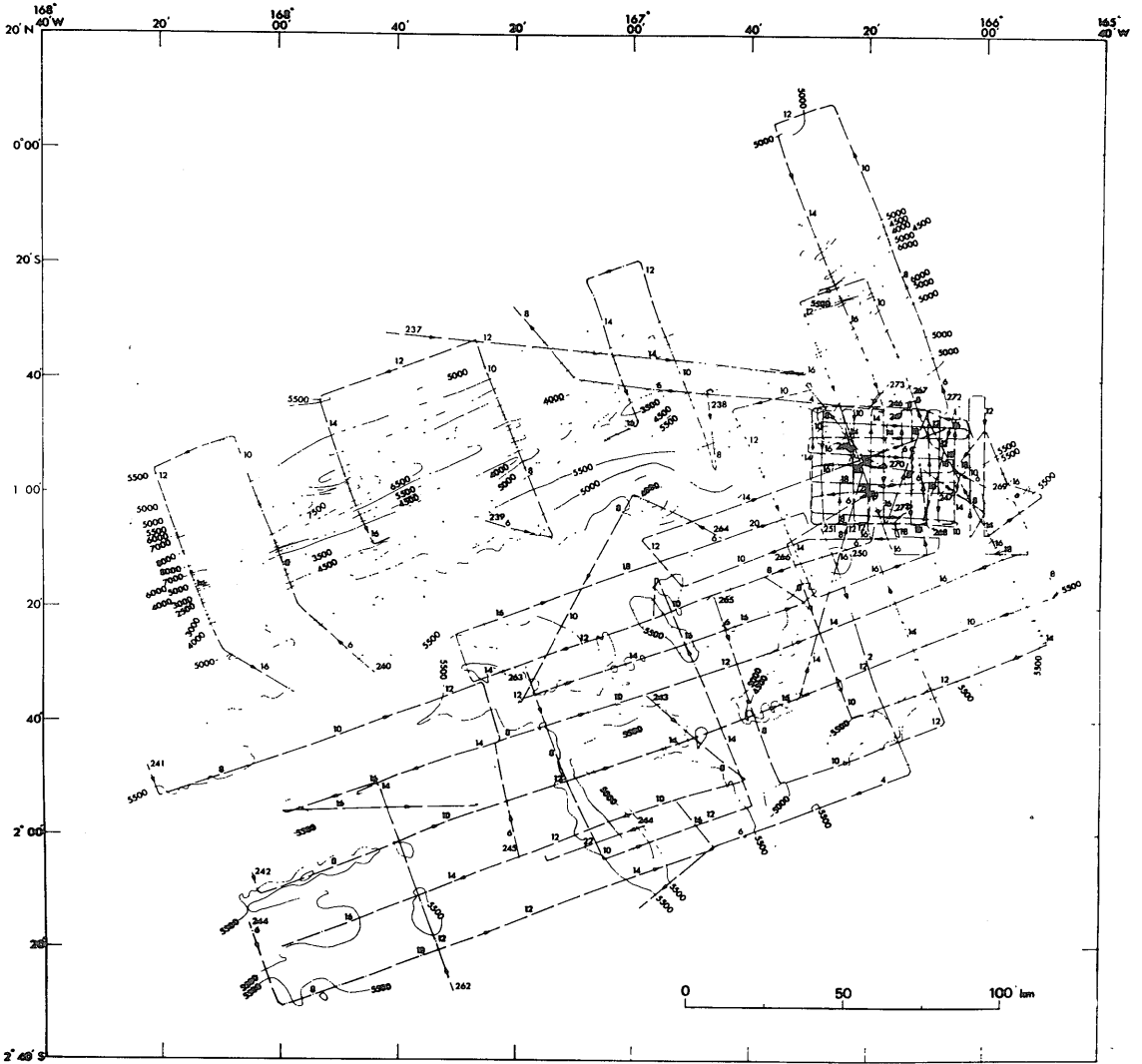
概査の結果 ノバ・トラフの南側の東部海域に舟状海盆が発達すること。南部海域では海丘列・海盆・舟状海盆・海山部等が帯状に分布し とくに 海盆・舟状海盆には厚いタービダイト層が発達することが明らかになった。また マンガン団塊はトラフ南側でクラスト状~sタイプが分布し 中部-南南東部でrタイプの分布が確認されたが その分布範囲は狭く、最大でも10マイ

第3表 航海日程概要

1982	時刻	内容	
1982	8:14(土)	船橋出航 (14:30)	
	8:24(火)	}	エアガン除く航海観測
	8:25(水)	}	停船観測: 概査・精査海域の約5~10
			マイル間隔の採泥(フリーフォールグラブ、ボックスコアラ、ピストンコアラ等による)、夜間はエアガンを含む。航海観測。
	9:7(火)		午後、アピアへ向う。
	9:10(金)	}	エア・ガン除く航海観測
			アピア港入港 (09:30)
	9:16(木)	}	水、燃料、食料の補給、資料収集
			アピア港出港 (16:00)
	9:19(日)	}	調査海域へ向い、エアガンを除く航海観測
			調査海域着、主として精査海域での1~2マイル間隔の採泥
9:29(水)	}	夜間はエアガン含む航海観測	
		調査海域出発	
10:12(火)	}	船橋へ向うエアガン除く航海観測	
		船橋入港 (09:00)	

ルを超えない。これら概査時のデータから 精査域の一つとして GH80-1. St. 1631 付近 (0°45'S-1°10'S 166°05'W-166°30'W) を選び 5マイル格子状に調査した結果 後述のように マンガン団塊の形態 地形 堆積物 地質構造等にそれぞれ特徴を有して総合調査に最適地であることが明らかになったため 後半のほとんどの作業日程が 当海域の調査に消化された(第3表)。

調査は天候にも恵まれ かつ 調査器機等にも重大なトラブルもなく 白嶺丸は当初の研究計画を遂行し 予定通り10月12日 母港である船橋港に無事接岸した。なお この間 前半 外務省経済局海洋課 葉室和親氏



第2図 航走観測測線図

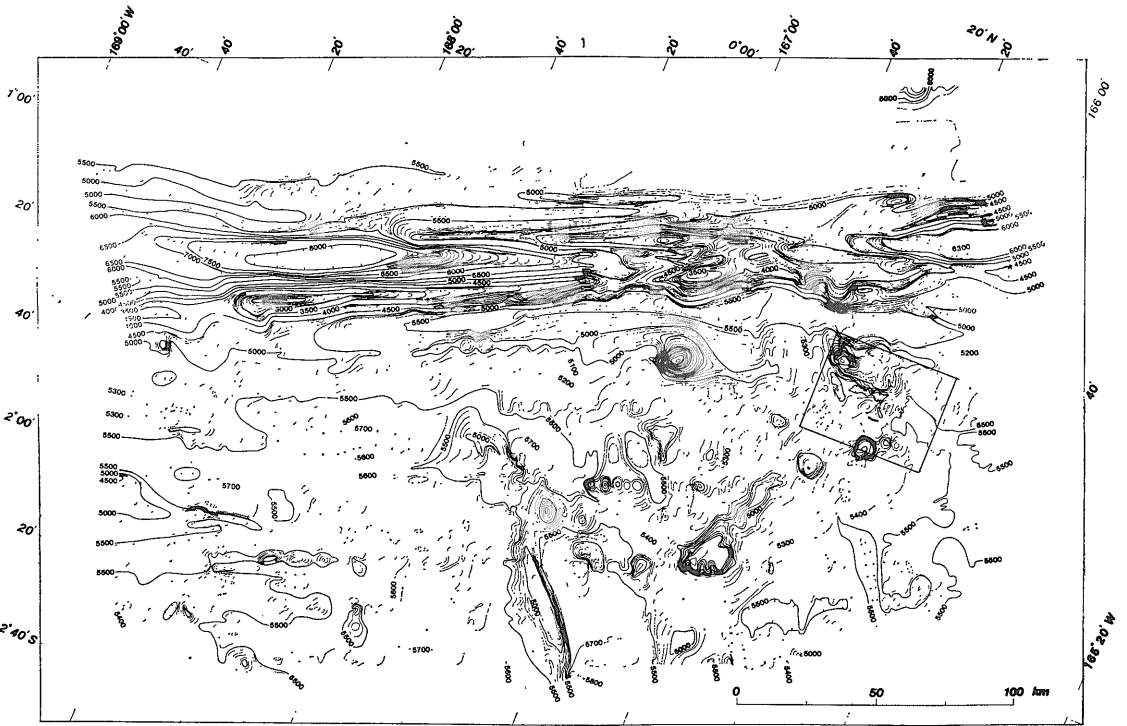
海洋資源に関する教育映画撮影のため 教育映画社から坪山武浩 井野健治の両氏と 後半は外国人研究員として韓国動力資源研究所 CHANG, JEONG HAE氏 金属鉱業事業団から尾谷憲二氏が乗船された。

以下 船上結果について 各項目ごとにそれぞれの概要を述べる。

調査研究の成果

(1) 海底地形：概査地形調査は 0°20'S—2°40'S (一部約0°10'Nを含む) 168°40'W—165°40'W で実施された。調査範囲は中部太平洋海盆 (CPB) 内のノバ・トラフとその南側部分に相当する。航走観測測線(第2図)はトラ

フとはほぼ直角方向に約 6~30マイル間隔 南側部分ではトラフとはほぼ平行に約 5~10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 3.5kHz サブボトムプロファイラー (SBP) の補正水深データを用いた。また ROSEN DAHL et al (1975) MENARD and CHASE (1971. U.S. NAVY 発行) による海底地形図及びGH80—1 GH81—4 次航海の測線データも参照した。その結果を第3図に示す。第3図からも明らかのように トラフは大体 ENE—WSW方向に伸び 周囲の高まりも同方向に連なっている。底部は平坦で 最深部は 8,000m を越す。また 南側の高まりは北側よりも急傾斜である。その高まりの最頂部とトラフ底部との比高は最大約 5,600m



第3図 調査海域及び周辺海域の海底地形図(□内は精査海域)

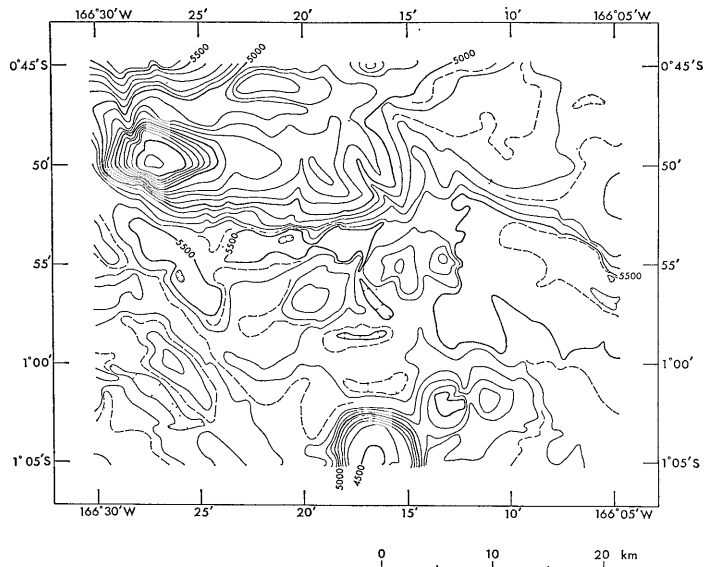
にもなる。

トラフ南側一帯は水深3,400~5,900mであり 平坦面が5,300から5,900mにかけて発達する。 全体的に概査海域は西側の一部を除き トラフ近傍及びその延長方向に高まりがみられ 南方側に水深が増し 凹地(海盆)が形成されている。 その南側部分にはいくつかの海丘(一部海山)が不規則に点在し その間には平坦地形と小凹地が存在する。 また 167°20'W 付近を境にして 地形的特徴として西側はトラフとほぼ平行な方向性 東側ではトラフと直交するような方向性があげられる。

精査は 0°45'S—1°05'S 166°30'W—166°05'W の範囲で 測線間隔 東西南北方向とも 2.5 マイルで実施された。

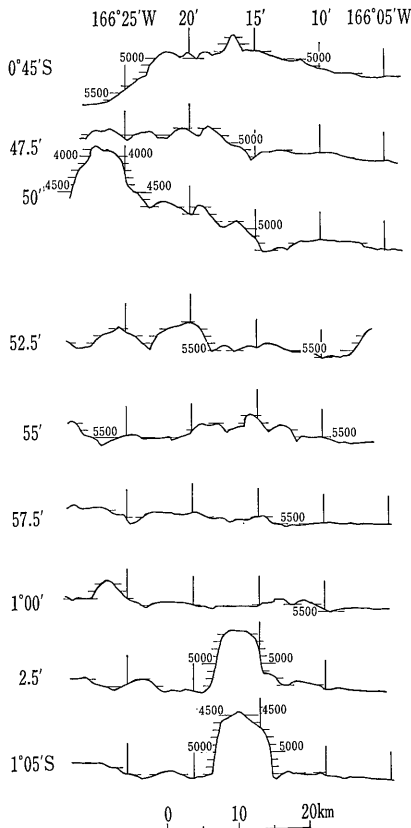
精査海域の地形図及び東西方向断面図を

第4図と第5図に示す。 当海域は 水深が約 3,900~5,600m に及び 北西部に大きな高まりが存在し 東方向には緩やかに その他へは急斜面の下り地形が発達する。 その南方側には東西にわたり海盆があり 高まり



第4図 精査海域の海底地形図

の頂部との比高は約 1,700m である。 海盆はまた東部中央にも広く存在する。 中央部付近には海盆と小海丘がいくつか見られ 南部にも小海丘からなる高まりがある。 また先に述べたように 西部にはトラフと直交す



第5図 精査海域の東西方向断面図

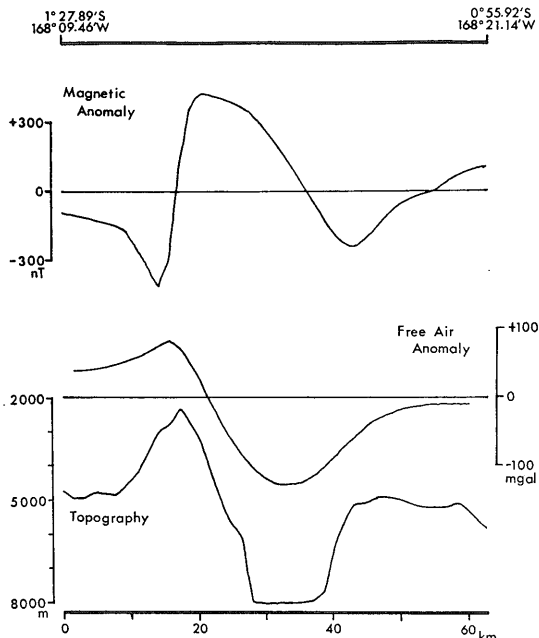
るような地形的特徴をもつ方向性が認められる。

(2) 重力異常：出港直前にトラブルがあったものの全航程にわたり順調に記録を得ることができた。船上でフリーエア異常の計算が済んだ段階で 調査海域における重力異常の特徴を以下のように指摘できる。

調査海域北部のノバ・トラフ大構造に対応して大きくかつ複雑なフリーエア異常が存在する。すなわち北西部の最大水深 8,000m を越えるトラフと その南側にそびえたつ水深約 2,500m のリッジに対応してそれぞれ約 -130mgal $+80\text{mgal}$ のフリーエア異常があり(第6図) トラフの北東部では -70mgal 近い異常がみられる。その中間のトラフ地形がはっきりしないあたりでは約 $+60\text{mgal}$ の異常値となっている。

2°S 167°W 付近ではトラフに直交する方向で $+30\text{mgal}$ 程度の正異常(西側)と -20mgal 程度の負異常(東側)が平行に伸びて隣接しており 東落ちの構造が推定される。これは地形データや音波探査の結果とも一致する。

$1^{\circ}50'\text{S}$ $167^{\circ}30'\text{W}$ 付近を中心として -20mgal を越



第6図 ノバ・トラフを横断する測線(最も西側のもの)での地形・フリーエア重力異常及び地磁気異常のプロファイル

す負異常帯が広がっており 厚い堆積層の存在が推定できる。精査海域及びその南西側には $+20 \sim +30\text{mgal}$ の正異常が広がっている。精査海域の南東ではほぼフリーエア異常はゼロである。

(3) 地磁気異常：(i) 調査海域においては ノバ・トラフに沿って縞状地磁気異常が存在する。すなわちトラフの走向と同じ ENE 方向にトラフ軸より少し南側にずれて 最大約 $+400\text{nT}$ の正異常があり(第7図) その両側は負異常となっている。南側の負異常は精査海域を含む調査海域北半分を広く覆う形となっている。調査海域南西部には $+250\text{nT}$ に及ぶ正異常が存在し この付近より南の地磁気異常の走向は不明である。(ii) 過去に得られた (GH81—4次航海) データ 及び本航海の船橋—調査海域往復の測線によれば 調査海域のすぐ北に負の異常帯がある ($0^{\circ}30'\text{S}$ 168°W より ENE 方向)。一方 2°N 170°W 付近より北西側の海域では フェニックス・リニエーションと呼ばれている中生代の縞状地磁気異常が確実に追跡できる。この走向はノバ・トラフの走向及び先に述べたトラフ付近の地磁気異常のそれと同じ ENE 方向である。両者の間 $0^{\circ} \sim 2^{\circ}\text{N}$ 間の地磁気異常の走向ははっきりしない。また トラフ付近は地形的に大変複雑で 地磁気異常に大きく影響を与えている

と考えられる。トラフ付近の地磁気異常とフェニックス・リネーションの関係を明らかにすることは、ノバ・トラフの形成史を考える上のみならず、中生代プレート運動を明らかにする上でも重要であるので、更に検討をすすめている。

(4)地殻熱流量：昨年同様、ピストンコアリングと同時に測定を行った。今回はより精度の高い温度勾配の記録を得るため、堆積物中、深さ約1.5～7m間で5点の温度測定を試み、ほぼ目的を達成した。

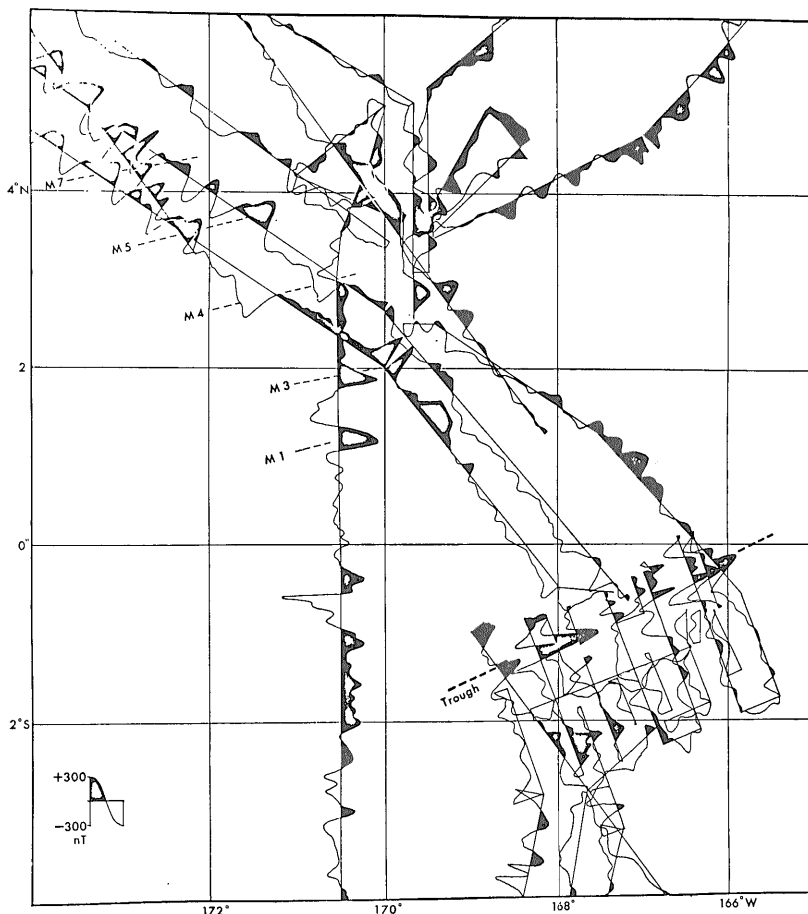
19点の平均値は 56mW/m^2 であり、調査海域の海洋底の年代をおよそ100Ma程度と仮定すれば理論値とほぼ一致する。しかし、最高 69mW/m^2 、最低 42mW/m^2 というばらつきは、測定誤差範囲をはるかに越え、かつ年代の古い海洋底の熱流量値は一様に小さいという従来の説にも反する。これは測定点付近の地形、地質構造を反映するものと考えられ、今後、詳細な温度構造及びそれとマンガン団塊成因とのかかわりを解明することは重要課題の一つである。

(5)底層水温：地殻熱流量測定と同時に底層水温を測定した。ピストンコアラ離後、海底上500～1,000mにわたって温度プロファイルを得ることができた。

本調査海域の底層水温は、みかけ上、海面下5,000m付近で最低値を示す(第8図)。これは昨年度の調査海域の約4,500m付近に比べて500m深く、注目に値する。5,000m以深では深さに従って底層水温は上昇する。5,000m以深の底層水温は、精査海域、すなわち調査海域北東部では南西部より 0.01°C 程高い。5,000m以浅の温度プロファイルは、直線からはずれるケースが多く、測点ごとに特徴ある形を示す。底層水は海洋底からのヒートフローによりあたためられる。従って、当海域における測定データは底層水が南西から北東へ緩やかに移動していることを示唆する。

(6)3.5kHz SBP による表層構造探査：調査海域全域にわたりサブボトムプロファイラ(3.5kHz SBP)による表層構造探査を行った。

調査海域北部にはノバ・トラフとそれに沿って伴う



第7図
調査海域及びその北東海域の地磁気異常。調査海域では測線が密なため一部のみを示した。(GH82-4航海の他にGH80-1, GH81-4各航海で得られたデータを使用した。)

舟状海盆 南部には多数の海丘とその間に海盆 舟状海盆があり それぞれ特徴的な音響的性質を示す堆積盆となっている。

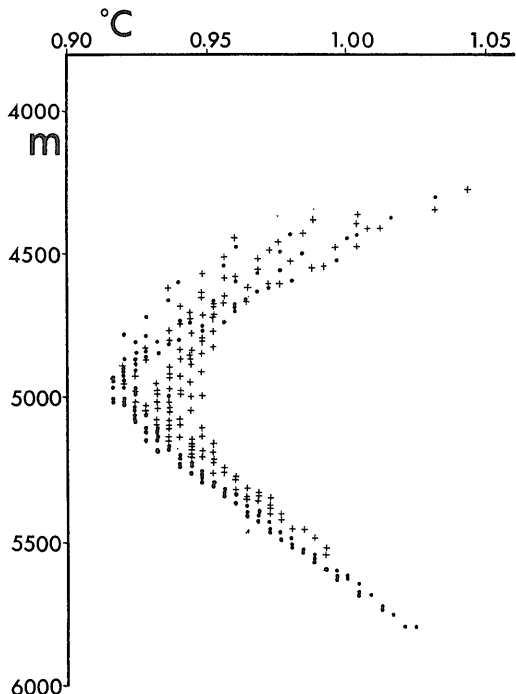
ノバ・トラフ及び随伴する舟状海盆には細一粗成層ないし無構造(透明)層が分布し 構造的にはあまり乱されていない。これらの北方海域の海盆にはタービダイトと推定される細成層と透明層が広く分布する。

調査海域南部では海丘の頂部や斜面に 0.1 秒未満の透明度の高い透明層が所により分布している。海丘間の狭い海盆内には透明度のより低い 0.2 秒前後の透明層が存在することが明らかになった。

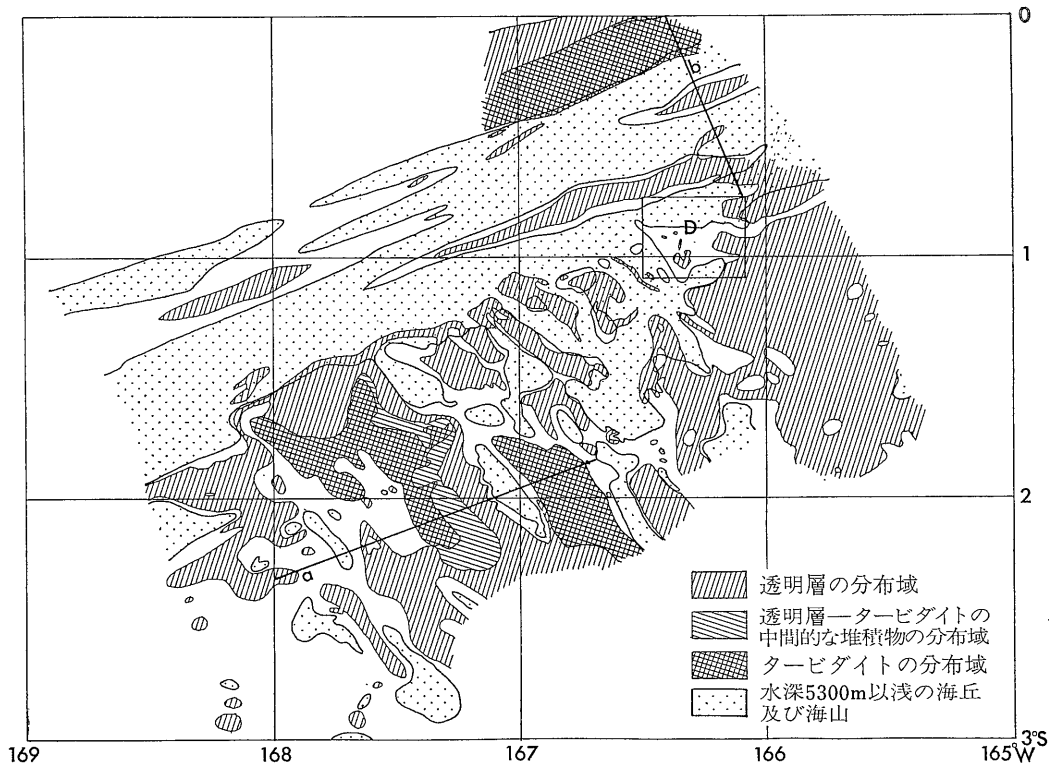
中西部の広い海盆内には透明度の低い透明層とタービダイト層を示す細成層が複雑な分布を示す。タービダイト層は 当海盆内の中一北部でよく発達する。分布の複雑さはタービダイトを運んだ流れの規模や頻度の変化が大きいためと考えられる。

中南部には その堆積層の殆んどがタービダイトからなる舟状海盆がある。これらのタービダイトはピストンコア柱状採泥の結果から 石灰質軟泥起源であろう。

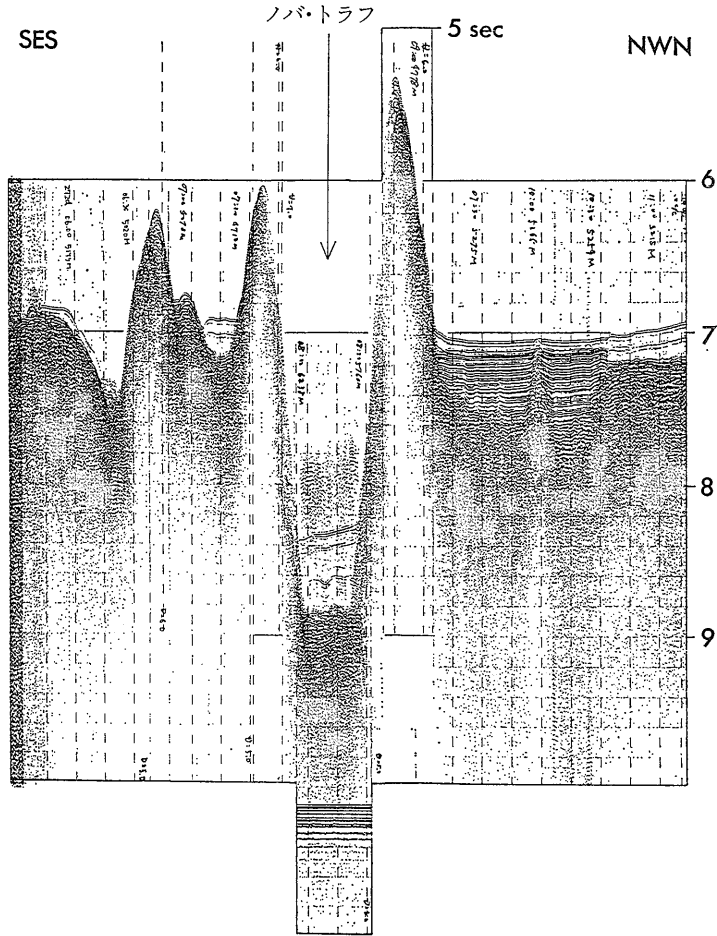
上記のタービダイトは 堆積構造と地形から推定しておそらく調査海域南方に位置するマニヒキ海台から供給されたものと考えられる。また 一部に タービダイト



第8図 底層水温プロファイル +: 精査海域 (調査海域の北東部) ●: 精査海域以外. 温度(横軸)の相対精度は 0.005°C程度であるが 絶対精度は0.1°C程度である。



第9図 調査海域の音響的性質区分による堆積物の分布図 a: 12図の測線 b: 11図の測線 D: 精査の範囲



第10図
調査海域東部における
ノバ・トラフを横切る音
波探査断面。トラフの
北側にタービダイトを主
体とする堆積盆が見ら
れる。

トの成層構造の変形が観測され、ごく新しい時代の構造運動が推定される。この構造運動はエアガンによる音波探査結果から推定される古期堆積岩層堆積後に始まった海丘をつくる構造運動が第三紀末頃まで続いていたことを示唆するものと考えられる。

(7)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、図2に示されたように東北東-北北西方向の測線を主体として150ciのエアガン2台による音波探査を実施した。精査海域では120ciのエアガン2台で波形整形装置を使用し、測線間隔2.5マイルでやや詳しい構造探査を試みた。

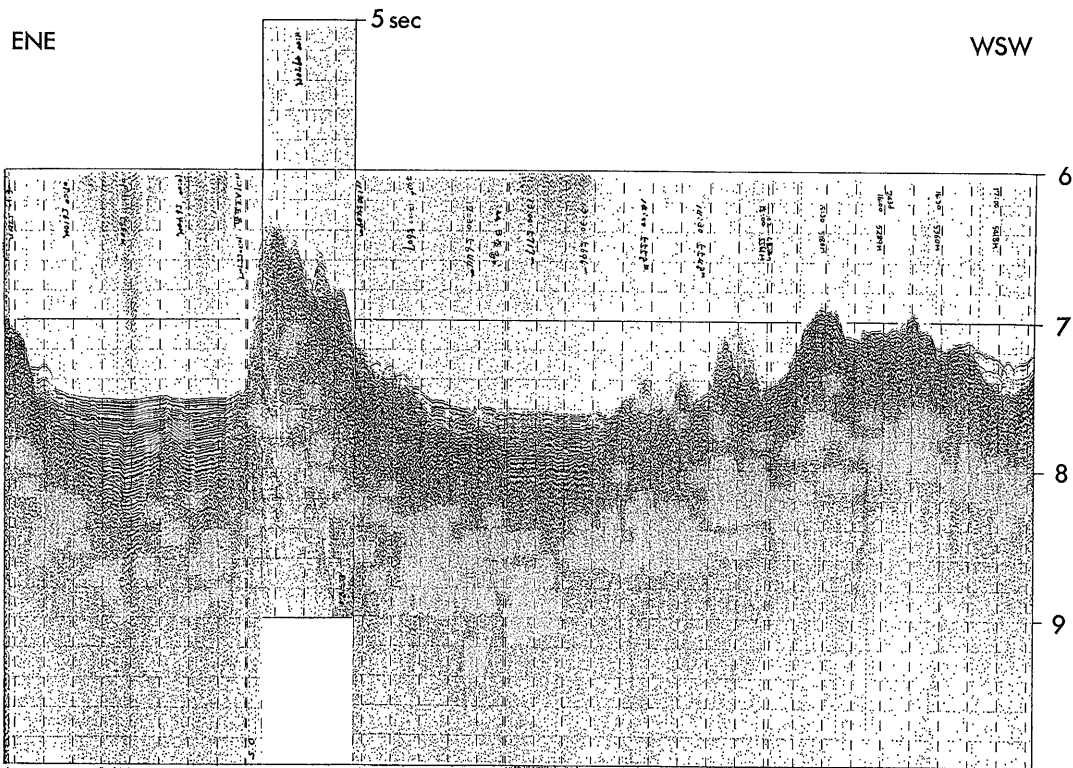
調査海域における透明層とタービダイト層の分布を図9に示す。

すでに述べたように、調査海域北部にはノバ・トラフとそれに伴うリッジ-舟状海盆が東北東方向に顕著に発達する。同トラフは西部で8,000m以上の最高水深を示し、約1.0秒の厚い変形の少ない堆積物で埋めら

れている。中部ではトラフの軸部に海丘が現われ、東部に向かって浅くなり、両側のリッジと一体となる。東部では再び約1.0秒の厚い堆積物で覆われたトラフが発達する。

ノバ・トラフの北側には0.6秒程度のタービダイトを主体とする堆積盆がある。その内部にはダイヤピル状の基盤の高まりがみられる(10図)。これはタービダイトの堆積中に基盤が上昇してきた結果と考えられ、新しい時代の火成活動を示唆する。このタービダイトは東方のライン諸島付近からもたらされた石灰質軟泥からなるタービダイトと考えられる。

ノバ・トラフの南側には、海域東部に発達する舟状海盆があり、その一部は0.5秒以上の厚い堆積層で覆われている。その南の小海丘より南部では海丘-海盆の伸長方向は北北西を示し、北部とは様子を異にする。南部海域では西から東に向かって海丘列-海盆-舟状海盆-海丘群-海盆が带状に分布する。西部の海丘列の緩



第11図 海域南部のノバ・トラフに平行な音波探査断面。トラフにほぼ直交するタービダイトを主体とする堆積盆が左端に見られる。

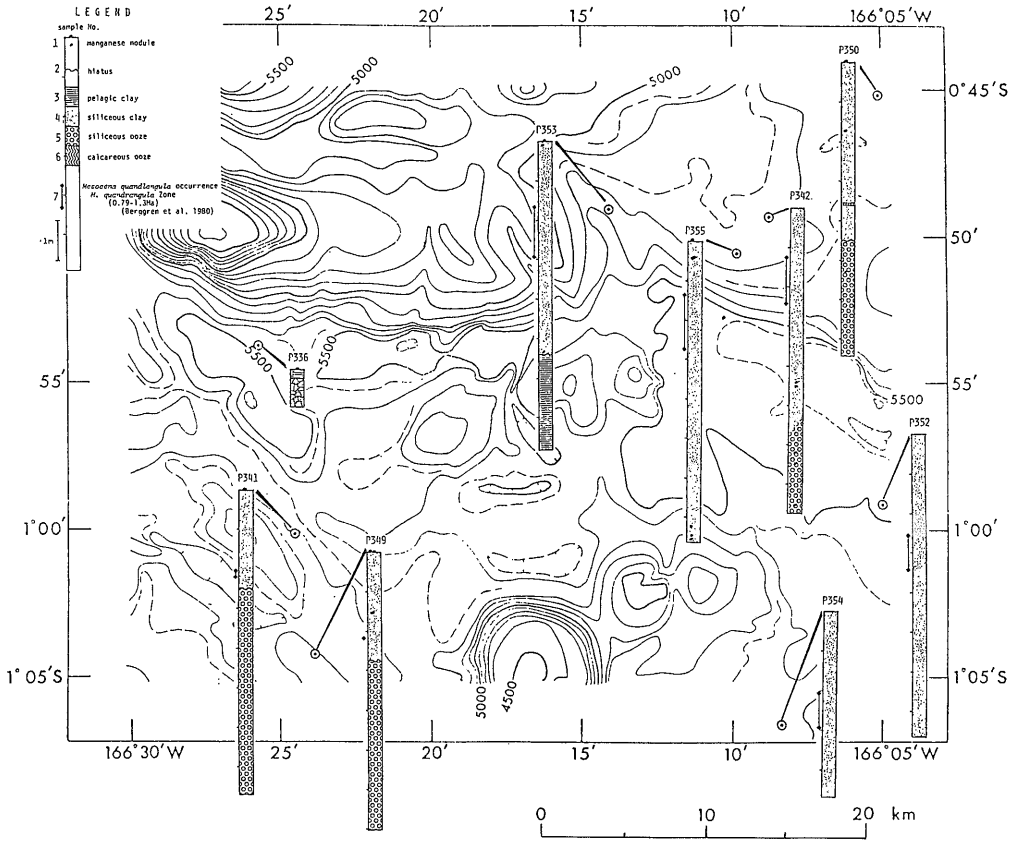
傾斜部には0.1秒程度の透明層がみられ その下部に0.4秒にも達する厚い成層～半不透明層が存在する。その東の海盆には水深5,500～5,800mの平坦地形が発達する。タービダイトが同海盆北部を中心に分布し やや浅い部分には透明層がみられる。本海盆内のタービダイトは最大0.3秒程度であり また 透明層との中間的な音波特性を示す地層も多く タービダイトを運んだ流れ頻度が少なかったと思われる。タービダイトの下位には0.4～0.6秒の成層～半不透明層がみられる。この層は主として水平であるが 一部は海丘によって乱されており 堆積後に構造運動を受けたことを示す。

海域中部には 海丘列に挟まれた舟状海盆がある。西側の海丘列は西に傾動し 東側は急崖になっている。舟状海盆内には0.8秒以上の厚いタービダイトが堆積する(11図)。中には 基盤の高まりがみられ タービダイトの堆積中の上昇運動の結果と解釈される。舟状海盆の東には 広い海丘群があり 地形的な凹地を中心に0.2秒程度の透明層がある。また 約0.4秒の半透明層も 透明層の下部や海底に露出した状態で広く分布する。東端の海盆には0.2秒程度の透明層と その下位の約0.5秒の成層～半不透明層が 不攪乱状態で広く分布する。

以上のように 調査海域南部の多数の海丘群は 厚い半不透明層の堆積後の構造運動で形成されたものと推定できる。この半不透明層は後期白亜紀～始新世にかけて堆積した石灰岩やチャート層と推測され 海丘形成運動は古第三紀末に始まったと解釈される。この運動によって 海域南部の北北西方向の海丘列 海盆の構造が形成された。また この運動の始まった後 海盆地を中心として 地形に制約されて透明層 タービダイト層が堆積した。同構造運動は サブボトムプロファイラ記録から 現在まで継続していることが明らかになった。

(8)海底堆積物：航海中に行った海底からの 試料採取(ピストンコア：20点 ボックスコア：15点 フリーフォールグラブ：140点 第1,4表)で得られた堆積物について 船上における肉眼観察記載 スミヤスライドによる岩相記載及び予察的な時代決定の結果は以下の通りである。岩相区分は この一連の調査研究において使用している方法に従っている。

1)表層堆積物は5,000m以深では 放射虫 珪藻を含む珪質粘土からなっている。所により浮遊性有孔虫殻



第12図 GH82-4精査海域でのピストンコア採泥の結果

- 凡例 1. マンガンジュール 2. ハイエイタス 3. 遠洋性粘土 4. 珪質粘土 5. 珪質軟泥 6. 石灰質軟泥 7. 珪質鞭毛藻 *Mesocena quadrangula*の産出部分

の破片等を含んでいる石灰質なものもある。それ以浅では石灰質軟泥からなる。

2) 8mのコアバレルを使用して採取されたピストンコアの岩相は (12図) 基本的には表層堆積物の珪質粘土の連続である。いくつかのコア (例えばP341 P346など) はその下部にハイエイタスで境されて 珪質軟泥がみられる。調査海域の南西部を中心に いくつかのコア (例えばP343 P344等) で数十cmの厚さの石灰質軟泥からなるタービダイトが 上記珪質粘土中に認められる。

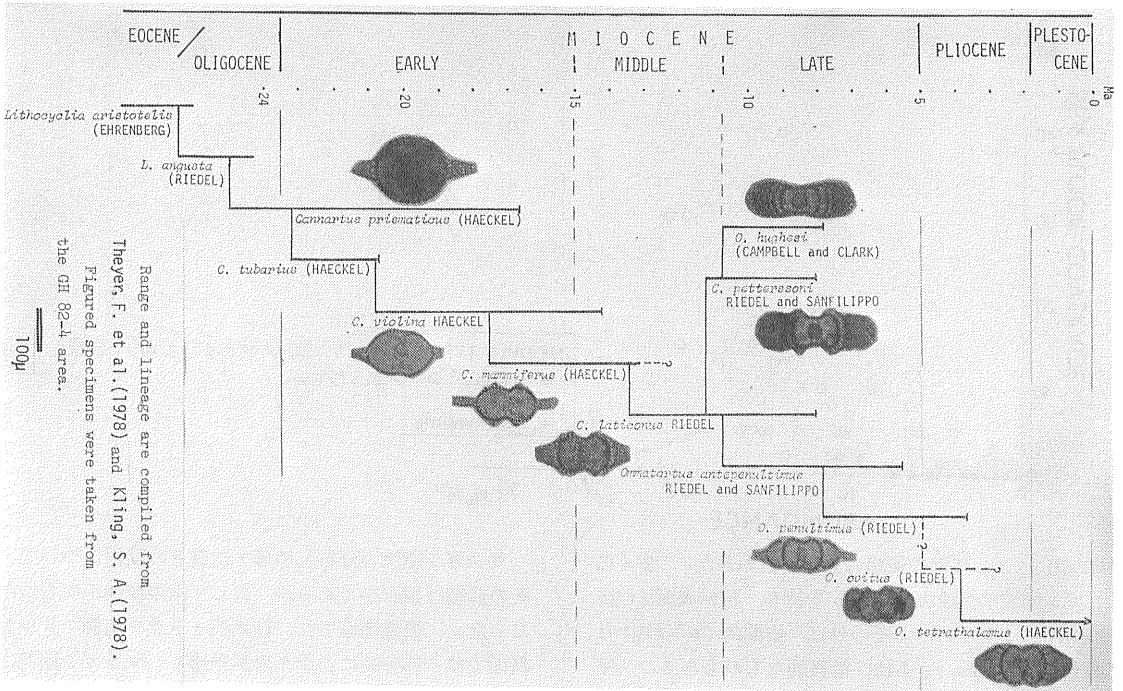
そのほか P336においては 遠洋性粘土がみられ その下部は特異な粘土岩の角礫となっている。またP353においては珪質粘土下に ハイエイタスで境されて遠洋性粘土が分布する。

3) ボックスコアでみられる岩相は 上記ピストンコアでみられる岩相の表層部約30~50cmを観察しているものであり 殆んど珪質粘土からなる。B78においては

ボックスコア中で ハイエイタスが存在し 下部は珪質軟泥である。

4) 予察的な時代の検討は 船上では スミアスライド中の微化石の観察と コア最下部の堆積物の水洗試料の放射虫の分布によっている。当海域では 放射虫の保存はいいが 再堆積によって実際の堆積年代より古い時代のものが多数を占める事もある。船上のように詳細な検討が困難な時には 年代を大きく誤まって判断する可能性がある。そこで 進化系列のはっきりしている一グループについて詳しく観察して この危険を避けた。今回は とくに *Cannartus-Ommatartus* の系列が役に立った(第13図) (Kling, S. A. (1978) Radiolaria: In Haq, B. U. and Boersma, A. (eds.) Introduction to marine micropaleontology. p203-244).

結果として 13本のピストンコア試料中に 珪質鞭毛藻の "*Mesocena quadrangula*" Zone (1.3-0.79Ma) (Berggren, W. A. et al. (1980) : Towards a Quaternary



第13図

Cannartus-Ommatartus 属の進化系列図、この図は Theyer et al. (1978) と Kling (1978) をもとに作成したもので図の放散虫は GH82-4 海域から産出したものである。放散虫の倍率はすべて等しい。

time scale. Quaternary Research, vol. 13, p. 277—302) が認められ 調査海域での第四紀における珪質粘土のおおよその堆積速度が見積れた。概査域では2—7mm/1000年であり 精査海域ではやや小さく2—4mm/1000年である。下部にみられる珪質軟泥は放散虫から その時

代は前期から後期中新世のものである事が明らかになった。年代については 微古生物学的検討結果と 残留磁気測定により より正確な地質年代が明らかになる予定である。

第4表 マンガン団塊の採取結果及び産状

方法	回数(点)	産状	存在点数(枚)
ピストンコア	20	表層	8
		コア中	4
ボックスコア	14	表層	11
		コア中	4
フリーフォール グラフ	140	表層	98
単発カメラ	154		139(有効写真)
深海カメラ (連続撮影)	1		ストロボ破損

第5表 マンガン団塊のタイプと形状、核との関係

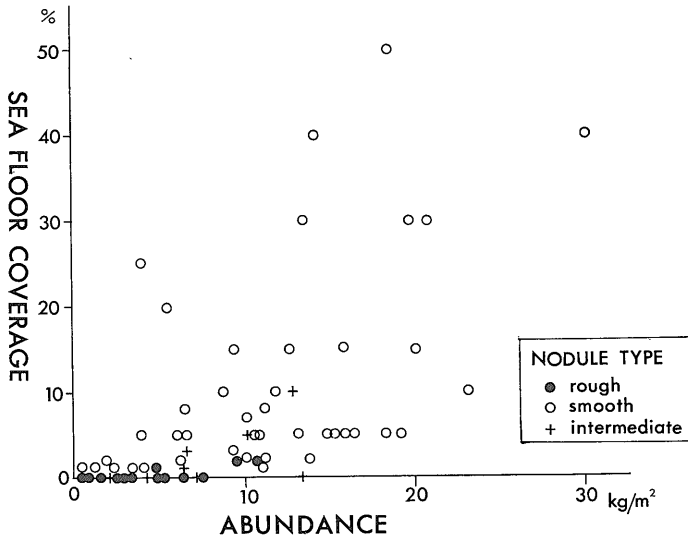
タイプ	s	s+r	r
形状	不規則塊状(IS) 古い団塊の破片(IDF) 及びその連結形(IDP)	連結球形(SP) 又は独立球形(S)	独立球 形(S)
核	岩片又は古い小団塊 (一般に複数)	小岩片	小岩片 サメの歯 (一般に一つ)

5) 石灰質軟泥からなるタービダイトは 音波探査記録にも成層構造が認められる いわゆる“タービダイト”分布域で採取された。調査海域に広く分布するコア中で認められるハイエイタスは多くの場合 3.5kHz 記録では識別困難であるが 3.5kHz の記録で透明層中に弱い反射として読みとれる所もある。

6) 海底表層以外に ピストンコアやボックスコア中にも埋没ジュールが認められるが 一つを除いて 上記ハイエイタスより上位の珪質粘土中であり マンガン団塊の形成とハイエイタスとの関係は 今後の検討課題である。

(9) マンガン団塊：マンガン団塊の採取法 海底写真撮影及びサンプル処理手順はいずれも従来の方法に従った。マンガン団塊の採取結果は第4表に示す通りである。

マンガン団塊の形態は 従来の形態分類法(盛谷1979



第14図
マンガン団塊の賦存率(kg/m²)と被覆率との関係

白井1982) によってその概略の記載が行われた。多くのマンガン団塊は平滑表面(s型)を持ち粗い表面(r型)をもつ団塊は少ない。その外に中間的(s+r型)な団塊も多くみられさらに漸移的なものもある。中央太平洋海盆北部のマンガン団塊に比べて分類が困難であり生成環境の変化はより複雑であると考えられる。

船上でのX線回折分析によればマンガン団塊の表面構造と鉱物組成との対応関係は従来の結果とよく一致する。すなわちsタイプの表面は δ -MnO₂ rタイプの表面は10Å MANGANATE~TODOROKITE)に対応し中間的表面構造は両者が共存する。本海域の団塊表面構造の複雑さはその構成鉱物のミクロスケールでの変化を反映しているものと考えられる。

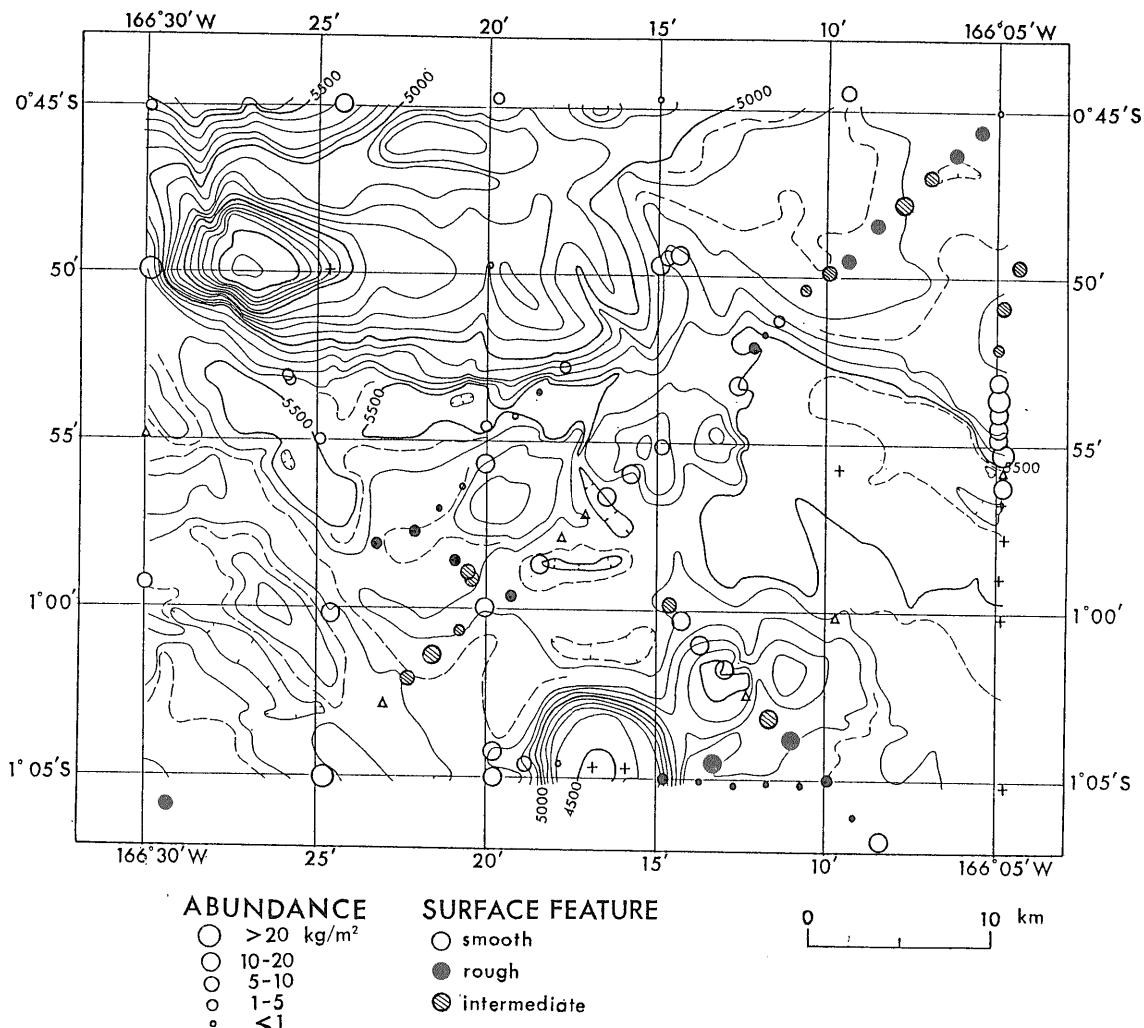
マンガン団塊の形状は表面構造との関係が強い。特に団塊の連結はほぼs型団塊のみに認められ成長過程での物質移動の証拠になる可能性が強い。第5表にマンガン団塊タイプと形状の関係を示す。この結果は中央太平洋海盆北部でのそれとよく一致する。

産状は単発深海カメラ(フリーフォールグラブ ボックスコアに装備)によって観察した。その結果によればマンガン団塊のタイプによる産状の違いが明らかである。すなわちs型は海底表面に露出しr型は表層未固結堆積物中に埋没する(14図)。この傾向は北部中央太平洋海盆と同様である。全体のうち数点のコア内部から団塊(主としてs型)の存在が確認された(第4表)。現在その層位学的位置づけについては検討中である。また単発深海カメラ写真データから固結堆積物又は火山岩の露出部10地点にクラスト状マンガンの存在が明らかになった。

マンガン団塊の分布と地形・地質との関係についてその詳細は検討中であるが概して次の傾向が明らかになった。概査地域では1)ノバ・トラフ南側リッジ斜面では部分的にクラストが発達しマンガン団塊はほとんど存在しない。2)中~西部の平坦地域(3.5kHz SBP記録で成層構造が顕著)にはマンガン団塊は全く産出しない。3)透明層が発達する中部の珪質軟泥地域にはr型が分布する。4)下部不透明層が露出又は透明層が極めて薄い中部の珪質軟泥地域にはs型が認められる。

精査海域では1)5,000m以浅の北西部海丘一海山群の石灰質堆積物分布域では無団塊2)起伏の多いかつ透明層が発達する海盆部ではr型が分布する。3)透明層の乏しい地域にはs型の分布という傾向がある(15図)。上述の音波探査記録(3.5kHz SBP)とマンガン団塊分布傾向との相互関係はさらに詳しい検討を要するが一般的には従来の各調査研究で確認されてきた結果と同傾向である。

以上述べた船上での調査研究の成果は音波探査記録解析堆積物の層序学的地球化学的研究及びマンガン団塊の化学・鉱物組成微細内部構造等の室内研究結果と詳細に比較検討される予定である。特にマンガン団塊の内部構造は団塊の成長過程での表面構造の変遷を記録していると考えられることから本海域のように複雑な形態を有する団塊では表面特徴のみならず内部構造の詳しい記載が不可欠である。またマンガン団塊内部での鉱物相の急激な変化は広域的に従来の結果と共通しており堆積史との対応関係を明らかにすることは更に重要である。



第15図 精査海域におけるマンガン団塊の賦存率(kg/m²)

おわりに

以上 船上でとりまとめた調査結果の概略について述べた。個々の項目については 更に分析作業を進めており また それらの有機的関連性についても 今後詳しく検討する予定である。

上述のように 本調査海域は北側にノバ・トラフ 南側にマニヒキ海台という 大きな 二つの地質構造帯に挟まれており その中においても地形 地質構造 堆積

物の種類及びその環境等は変化に富む。しかし 当海域におけるマンガン団塊の分布状態 形態 品位及び地質学的諸パラメータとの関連性はしだいに明らかになりつつあり これらのデータは 将来 深海底鉱物資源開発に大きく寄与できるものと期待される。

最後に 本航海中 積極的に調査に協力して頂いた 奥村船長以下白嶺丸乗組員の皆様に謝意を表す。