

# 深海底鉍物資源探査に関する基礎的研究

水野篤行・盛谷智之（海洋地質部）

昭和49年4月に地質調査船白嶺丸が就航 同年7月に海洋地質部が発足という体制のもとで 工業技術院特別研究「深海底鉍物資源探査に関する基礎的研究」が本格的にはじまって以来 すでに3年以上を経過し 昭和53年度における終了が間近にせまっている。この間 主として中部太平洋の深海底マンガン団塊鉍床を対象としたフィールド・ワークおよび室内研究が行なわれ それなりの成果をあげてきた。ここに これまでの研究の経過 成果の概要を紹介する。

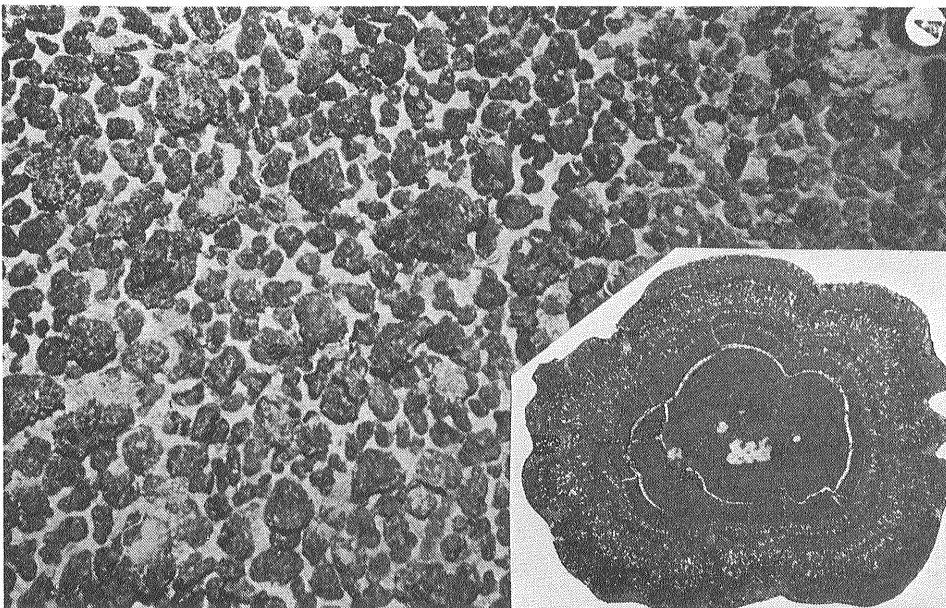
## 研究の背景と意義

大洋 とくに太平洋の水深2,000m~6,000mの深海底には マンガン団塊および熱水性金属鉍床が存在し とくにマンガン団塊については すでに1960年代中頃に太平洋底のみで  $1.7 \times 10^{12}$  トン程度の埋蔵量が知られていた。さらに同時期には マンガン団塊中に 主成分のマンガン・鉄のほかに 副成分として ニッケル・銅・コバルトなどが含まれていること かつそれら金属含有量は地域性があるらしいこともわかってきた。

現在の金属消費量と開発技術を基準にした場合 全世

界の陸上のこれらの資源は数十年から百年前後で消費されつくされるであろうと試算されている。かつ 工業先進国では 陸上の地質構造上の特徴から 若干の事情の相違はあれ これらの金属の国内産出にとほしい。とくに日本の場合 100%（ニッケル・コバルト）あるいは80—90%（銅・マンガン）輸入にたよっている現状である。深海底の鉍物資源は 開発された場合には工業先進国にたいする安定供給源の役割を果すことになる。

このような事情から マンガン団塊は1970年代に入ってから急激に各国の注目の対象となり とくに米国・西ドイツ・フランス・英国・日本などにより組織的探査・研究の対象として浮び上ってきた。と同時に開発方式について 国連海洋法会議での論議が継続的に行なわれ まだ結論が得られていない現状であることについては すでに御承知の方が多いと思う。米国と西ドイツによる研究・探査は 量的にも質的にも群をぬいて目ざましいものがあり 両国による活動により 1972年以降 とくにニッケル・銅にとむマンガン団塊濃集域の一つである北太平洋東部低緯度帯（ハワイ諸島南東方から中米太平洋沖合にかけての海域）におけるマンガン団塊分布状



第1図  
中央太平洋海盆 水深5,500mの海底 右上端は直径7cmのコンパス 白嶺丸GH74-5航海で撮影（木下泰正による） 右下部はGH76-1航海で得られたマンガン団塊の研磨面（盛谷智之による）

況の詳細が次第に明らかにされてきている。

研究・探査のすすめかたについては 各国によりかなり異なっているが いずれについても基礎的研究面と探査面が 平行的に行なわれているということには共通性がある。 基礎的研究面は 米国では NSF 予算により大学・研究所が 西ドイツでは連邦地質調査所が フランスでは国立海洋開発センター (CNEXO) が行なっており 探査面は各国とも民間企業が行なっている。

日本においては 基礎的研究面については 昭和44年度から科学技術庁特別研究促進調整費による「深海底鉱物資源開発に関する基礎的調査研究」が発足し昭和47年度から本特別研究が発足した。

そして 昭和49年度からは地質調査船白嶺丸の使用により研究は本格化し 現在に至っている。 いっぽう探査面については 昭和49年度に関連企業により 社団法人「深海底鉱物資源開発協会」が設立された。 翌50年度からは 資源エネルギー庁から金属鉱業事業団を通じて「深海底鉱物資源調査」が同協会に委託され 白嶺丸を使用した探査が進行しつつある。 さらに今後の探査の本格化のために探査専用船の建造が認められ 現在金属鉱業事業団によって具体案の検討が進行中である。

地質調査所においては この間 地質ニュース 268号 (1976—12) に紹介したように 昨年8月第127回所内研究報告会においてマンガン団塊資源特集報告会が行なわれ 多数の出席者を得て非常に有意義であった。 講演要旨および詳細についてはそれぞれ 地質調査所月報 vol. 27 No. 11 (1976) および海洋科学 vol. 8 No. 11 12 (1976) に掲載されているので ここでは講演のテーマ・講演者を紹介するに止める (第1表)。

第1表 第127回 地質調査所所内研究報告会における講演題名と講演者名

① 深海底鉱物資源の研究の現状	奈須紀幸 (東大海洋研)
② マンガン団塊の成因について	杉山隆二 (東海大) 松本勝時 (金属鉱業事業団)
③ 地質調査所による深海底鉱物資源 とくにマンガン団塊の研究プロジェクトと成果の概要	盛谷智之・水野篤行 (海洋地質部)
④ DOMAによるマンガン団塊調査の概要と成果	佐原弘輔・長谷川淳 (深海底鉱物資源開発協会)
⑤ 音響的層序・構造とマンガン団塊分布との関連について	玉木賢策・水野篤行・本座栄一 (海洋地質部)
⑥ GH76-1 海域の堆積物	有田正史・木下泰正・上嶋正人 (海洋地質部)
⑦ 深海底堆積物の物理的性質	鶴崎克也・伊藤福夫 (公害資源研)
⑧ 太平洋域マンガン/ジュールの地球化学的特徴とその支配因子	野原昌人 (海洋地質部)
⑨ マンガン団塊の構成鉱物とその生成環境	白井 朗 (東大工学部資源)
⑩ マンガン/ジュールの微細構造と成因	原田憲一 (京大理)

地質調査所による研究の国際交流面については 昭和50年から日本・フランス両国間の海洋科学技術に関する政府間協力協定の一つの柱として 地質調査所・CNEXO間で基礎的研究面に関して情報交換が組織的に行なわれ得る体制ができています。 マンガン団塊に関する研究においてはこのような政府間協定による討議のほか 2国間ないし多国間の国際研究集会も世界的に重視されてひんぱんに開催されており 本特別研究の成果を基礎としての国際研究集会参加もこれまでに4回行なわれている。 必要に応じて研究者個人ベースでの交流が行なわれていることは申すまでもないことである。

諸外国におけるマンガン団塊へのとりくみかたの例をみるまでもなく 民間による探査と政府または準政府研究機関による基礎的研究とが車の両輪の関係にあることは明白であり どちらかが欠けるか 円滑にすまない場合 マンガン団塊開発の基礎はあり得ないわけである。

マンガン団塊に関しては 古くから研究が多数あるにもかかわらず 何故団塊の量的分布に地域性があり また不連続性があるのか 何故団塊の金属濃集量に地域性があるのか 何故団塊中の金属分布が不均一なのか 何故団塊は海底表面に圧倒的に多いのか 何故海底表面に半埋没状態で存在するのかなど 未解決でかつ重要な問題が多数ある。 これらは純科学的問題としてはもちろんのこと 探査との関連においても重要であり それ故にこそ 先進工業諸国での基礎的研究が大規模に進行しつつあるわけである。 そして上記のような事実の存在は 1970年以前に 概念的にはほぼわかっていたことであるが その詳しい実態は 1972年前後からの大規模な組織的研究・探査の結果 明確になってきたのである。

このような問題 いいかえればマンガン団塊の形成過程ないし成因という核心的問題の解決には マンガン団塊それ自体の個々の試料の詳細な研究がもちろん必要であると同時に 団塊の海底での存在状況の正確な把握 地形との関係 堆積物との関係 全体的地質構造との関係 すなわち団塊をとりまく全般的な地質環境 理化学的環境の詳細に関する理解 その上での個々の試料の分析が要求される。

このような研究をすすめて行く過程で 部分的にせよ団塊の分布・諸性質と 関連諸要素との間の関係についての法則性が導き出され 初期段階では理論的に裏付けされていない経験的な法則性あるいは作業仮説的な段階に止まるにしても 最終段階ではある一定の法則性が明らかにされ 団塊の成因追求に重要な資料が得られるであろう。 研究の途中段階においてもその段階で得られた法則性 (場合によっては経験的な) は そのつど団塊

第2表 中央太平洋海盆における研究計画

年度	海 域	緯 度 ・ 経 度 の 範 囲	期 間	備 考
49	ハ ワ イ 南 西 方	6°30'—11°30'N 164°—171°W	65	第1フェーズ(東半部)
50	同 上	5°—10°N 170°—175°W	60	
51	マ ー シ ャ ル 東 方	5°—10°N 175°N—180°	60	第2フェーズ(西半部)
52*	同 上	5°—10°N 180°—175°E	60	
53(予定)	マ ー シ ャ ル 東 方 ~ ハ ワ イ 南 西 方	10°—13°N 175°E—170°W	60	第3フェーズ(北部およびとりまとめ)

\* 昭和53年1月7日～3月7日の間に GH78-1 航海として海上研究を実施する予定

の探査面にフィードバックされ 探査の結果はまた研究面に何らかの形ではねかえり 研究面の資料が豊かにされて行く。探査方式についても同様なことがいえるであろう。このような内容と方向をもつものが実は本特別研究である。探査には概査段階と精査段階があり基礎的研究にもほぼそれに対応した段階がある。本研究は探査の概査段階にほぼ対応するものといえよう。

研究計画・経緯・方法

「深海底鉱物資源探査に関する基礎的研究」は「太平洋の深海底に存在する海底鉱物資源に関する探査方式を確立するとともに その存在状況・鉱物・化学組成・形成過程などを明らかにし 開発利用に有効な基礎資料を提供する」ことを目的とし 昭和47年度から発足したものである。当初5年計画であったが その後事情の変化に応じ7年計画に変更され 昭和53年度をもって終了の予定である。研究の対象海域は 第1図に示すように沖縄東方海域から東南方 マリアナ周辺海域 中部北太平洋低緯度域の広範囲にわたっている。

白嶺丸就航以前 昭和47・48両年度には東海大学望星丸を備船し それぞれ約1ヶ月の海上研究をサイパン島東方 マーシャル群島北西部海域について実施した。

昭和49年度以降には 白嶺丸の就航に伴って 対象海域を変更し かねてからニッケル 銅にとむマンガン団塊の賦存可能性が高いとみなされてきた 海域の一つ 中部北太平洋低緯度帯のハワイ南西方からマーシャル群島東方域(中央太平洋海盆 Central Pacific Basin)の東西約2,000km 南北約500kmの範囲について系統的研究を行なうこととし 第2表に示すように海上研究をすすめている。昭和49年度には当時までのデータによりわが国に至近な団塊賦存域と目されていた 沖縄東方の大東海嶺群域 九州—パラオ海嶺北部域をも対象とし 35日間の海上研究を実施した。

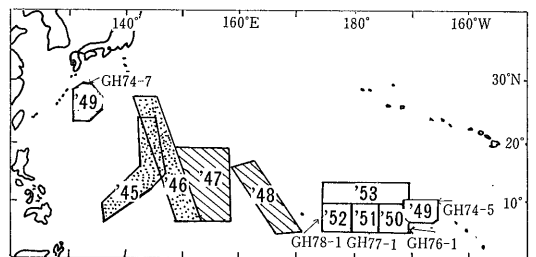
第3表は白嶺丸による研究航海の乗船研究者を示した。白嶺丸による海上研究においては それぞれの専門の

乗船研究者による次の諸研究を行ない また公害資源研究所による「海底鉱物資源開発技術に関する研究」担当の同所研究員と共同研究を行なっている。

- 1) NNSS 航法による船位精密測定に関する研究
- 2) 地磁気・重力異常による深部地質構造の研究
- 3) 音波探査による堆積層の層序・構造 基盤大洋底玄武岩の分布に関する研究
- 4) 海底地形(全般的地形ならびに各測点付近の微地形)の研究
- 5) 底質試料採取・海底撮影を通じての表層堆積物・マンガン団塊の堆積学的・鉱物学的・地球化学的性質に関する研究
- 6) STDによる海水の物理的構造に関する研究
- 7) 各種調査機器(停船調査用)の併用による停船調査の効率化の研究 など

室内においては 採取試料に関するより詳細な分析研究 古生物学的研究 残留磁気測定による磁気層位学的研究その他をすすめてきた。物理探査測線は原則として約100km 間隔(主として南北:団塊の高濃集域ではさらにせまい間隔)とし 停船調査(底質試料採取・海底観察など)は物理探査測線上で約100km 間隔(団塊の高濃集域ではよりせまい間隔)で行なってきた。第3図はこれまでの物理探査測線の総括図である。第4表は船上での具体的研究手段をまとめたものである。

上記の諸研究の結果は 各年度の海域ごとにそれぞれの分野ごとに またさらにマンガン団塊の量的・質的分布と地形・堆積物・堆積層 深部地質構造との相互関係



第2図 昭和45年度～昭和53年度の研究海域 45 46は 科技厅特許費によるもの 47 49は 白嶺丸就航以前

第3表 白嶺丸航海における乗船研究者一覧表  
 (諸大学の学生・院生諸氏が船上研究作業補助員として  
 数名ずつ乗船しているがここでは氏名を省略する)

GH74-5 航海 (ハワイ南西方)	水野篤行(主席研究員) 中条純輔(次席研究員) 本座栄一 丸山修司 有田正史 石橋嘉一 木下泰正 村上文敏 野原昌人 玉木賢策(以上地質調) 山門憲雄 半田啓二 宇佐美毅(以上公資研) 沢田賢二(金属事業団)
GH74-7 航海 (沖繩東方)	水野篤行(主席研究員) 石橋嘉一 木下泰正 村上文敏 野原昌人 奥田義久 玉木賢策(以上地質調) 鶴崎克也(公資研) 中島信久 寺嶋進世意(以上金属事業団)
GH76-1 航海 (ハワイ南西方)	水野篤行(主席研究員) 盛谷智之(次席研究員) 有田正史 石橋嘉一 石原丈実 木下泰正 丸山修司 野原昌人 玉木賢策(以上地質調) 広田豊彦 鶴崎克也(公資研) 森脇久光 荻津 毅 松本勝時(以上金属事業団)
GH77-1 航海 (マーシャル東方)	盛谷智之(主席研究員) 丸山修司(次席研究員) 中尾征三 小野寺公兒 木下泰正 野原昌人 村上 文敏 上嶋正人(以上地質調) 山門憲雄 半田 啓二(以上公資研) 小泉俊夫 伊藤 正(以上 金属事業団)

に焦点をあわせた総括がなされている。あわせて 団塊の概査段階における迅速・効果的探査方式として とくに音響機器の適用可能性 フリーフォールグラブ・同カメラの効果的な適用方式が検討されてきた。

### 研究成果の概要

#### A. 47・48 年度 海域

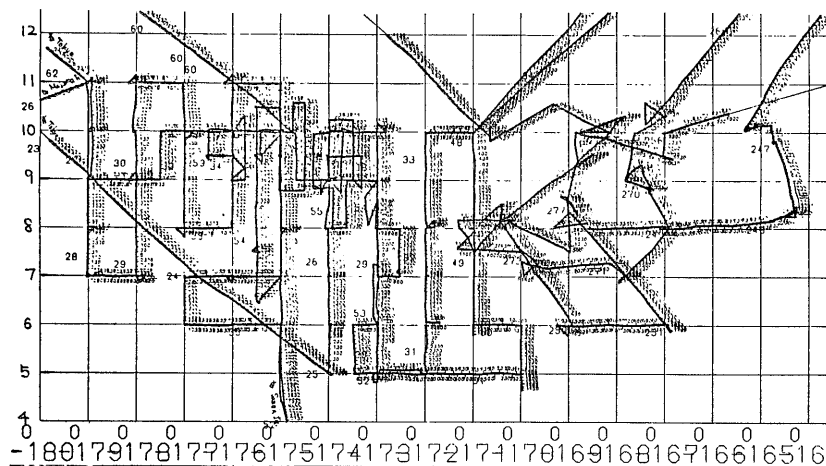
サイパン島北東のマジェラン海山群中の小平地(水深 5,600m 内外)の一部に多量のマンガン団塊の存在が認められ またマーシャル群島西北部海域では水深 4,000 m以深の赤色泥中にマンガン団塊が普遍的に含まれてい

ることが明らかにされた。全体としては 第4図に示すようなデータが得られているが 日数の制約 使用可能機器の制約から 鉱床の詳細については把握できず 予察的なデータを得るに止っている。

#### B. 49 年度(沖繩 東方 海域)

沖繩東方の大東海嶺群および九州—パラオ海嶺北部域において マンガン団塊は 海盆底にはないが 海山斜面上部ないし頂部(水深2,000~3,000m)の部分には核を比較的うすくとりまくクラスト型の団塊が普遍的に分布し(第5図)かつ鉄・コバルトにとむことが明らかにされた。磁気層位学的研究結果によって 中部太平洋深海底の団塊の生成環境と比較すると 海盆底では堆積速度がいちじるしく大きく(1000年あたり約7mm以上) このことが海盆底での団塊の欠如と大きく関連しているものと考えられる。海山上の団塊の鉱物・化学組成 団塊中に含まれる微化石については 別個に研究をすすめているGDP研究グループのメンバーによって詳細に研究されている。海山上の団塊の諸性質ならびに地質環境との関係は 中部太平洋深海底のものとは全く異なっており 団塊一般の形成過程の概要を考察する上に重要な比較検討資料を入手することができた。

本研究の過程において 大東海嶺上からはじめて高温低圧型の結晶片岩と蛇紋岩 沖大東海嶺上から始新世中期の大型有孔虫 *Nummulites boninensis* 化石が発見されたほか 九州・パラオ海嶺の古第三紀酸性火成岩 大東海嶺群の地質構造発達史に関する新知見が多数得られた。平行してすすめられているGDP研究の資料とあわせてフィリピン海北部の形成史に重要な貢献を行なった。さらにこれらの資料は1977年12月—1978年1月に



第3図  
 GH74-5 GH76-1 GH77-1 航海による中央太平洋海盆の物理探査測線図

予定されている国際深海掘さくの掘さく候補選定の基礎的資料として貢献した。大東海嶺群域と九州—パラオ海嶺北部域に関するこれまでの研究の総括については水野・奥田・玉木(1976 琉球列島の地質学的研究 vol. 1) 水野・志岐・青木(1977 琉球列島の地質学的研究 vol. 2)を参照されたい。

C. 49年度以降(中部太平洋)

これまでの研究(49—51年度)によって中央太平洋海盆の東半部および中西部の5—10°N 165°W—180°の南北約500km 東西約1,500kmの範囲内に関してほぼ100km ないし一部数10km 間隔の精度ではあるが従来全く不明であったマンガン団塊の量的分布 含有金属成分分布 団塊の成因を考察する上に重要な要素である海底地形 堆積物・堆積層の諸性質・深部地質構造との関係などについてある程度明らかにされてきた。

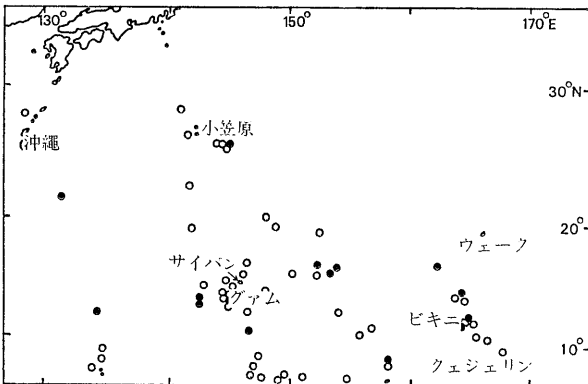
- 1) 団塊は8°N付近以南では極度に発達が発達が貧弱である。一方 8°—10°N付近では10数 km から100km 程度の範囲で島状に高濃集部が分布するが 10kg/m<sup>2</sup>以上の分布量の区域はかなり限られている(第6図)。
- 2) 団塊は形態上の特徴から(形・大きさ・表面)第7図・第5表に示すような9タイプに分類される。この分類は今後の研究の進展に伴って多少変更される部分があるかもしれないが 基本的には中央太平洋海域全域について通用できる見込みである。
- 3) 9タイプは V型をのぞき 大きくは表面の特徴が平滑な(smooth) s群と不平滑な(rough) r群とにまとめることができる。s群とr群のちがいは堆積物中における団塊の埋没状態を反映したものであり またこの区分は団塊の金属含有量・存在量・堆積物の性質・時

第4表 海上研究の手段

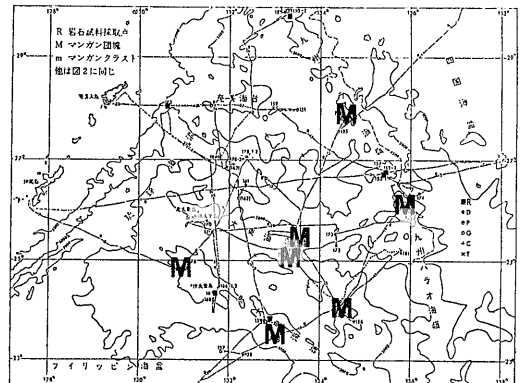
NNSSによる船位測定	
地球物理学的方法(物理探査)	
12kHz PDRによる測深と地形の探査	
3.5kHz PDRによる表層堆積層の探査	
エアガンによる音波探査	地質層序・構造の探査
プロトン磁力計による海上磁気探査	
船上重力計による重力探査	
地質学的方法	
大型グラブ(オケアン70)による採泥	
大型ボックスサンブラによる採泥	
フリーフォールグラブによる採泥(マンガン団塊)	
フリーフォールコアによる柱状採泥	
大型ピストンコアによる柱状採泥	
深海カメラ(ワイヤライン)による海底撮影	
フリーフォールカメラによる海底撮影(フリーフォールグラブと併用)	
深海TVによる海底撮影	
その他	
採水器による海水採取(大型グラブあるいは深海カメラと併用)	
STD装置による海水観測(大型グラブと併用)	
船上分析	
堆積物組成分析	堆積物の軟X線撮影
堆積物の間隙水抽出	団塊の比重測定
団塊・堆積物のX線回折分析	団塊・堆積物の蛍光X線分析など

代とある程度関連しあっており 団塊の成因 探査との関連の上で大きな意義を有すると考えられる。

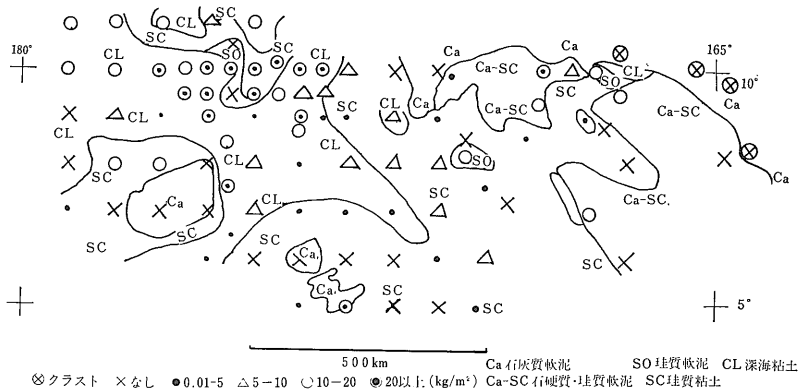
- 4) 少なくともGH76-1海域(中央太平洋海盆中東部)でのデータによれば r群は一般に銅・ニッケルそれぞれ1%以上を含み 概して小型であり かつ存在量は概して低い傾向にある。いっぽう s群は r群とは対照的に 銅・ニッケルそれぞれ1%以下であり 逆にコバルトにとむ傾向を示す。中一大型のものを伴い かつ一点での存在量は 場所によって著しく高くなる。(第6表)。



第4図 昭和45年度～48年度における採泥点 黒丸はマンガン団塊の存在を示す



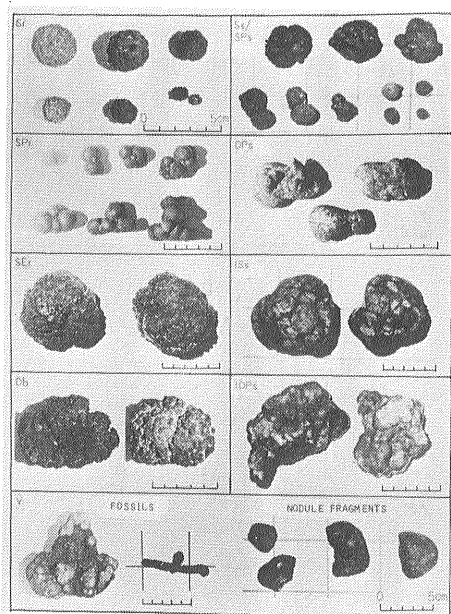
第5図 大東海嶺群 九州—パラオ海嶺北部域のGH74-7航海の航跡(水野篤行・他 1975による)



第6図 マンガン団塊の量的分布と堆積物分布の概要 (GH74-5 GH76-1 GH77-1海域)

5) 堆積物との関連性についてはまだ決定的なことはいえないが 全体的にみると r 群は珪質粘土に多く s 群は深海粘土中に多くみられる傾向がある。

6) 珪質粘土・深海粘土の形成時代については微化石ならびに磁気層位学的データから 少なくとも一部では珪質粘土は第四紀 (過去約 200 万年以内) 深海粘土は第三紀 (過去 200 万年以前~3000 万年程度) に形成されたものと考えられる。これが全域的に通用できるかどうかについてはなお問題が残されている。しかしもしそうだとすれば r 群・s 群の団塊の形成は 形成の時代あるいは 古環境のちがいを反映したものであるかもしれない。



第7図 マンガン団塊の形態区分 (盛谷智之 1976による)

7) 堆積層のエアガンによる音響的層序は 上位からユニット I (始新世中期~第四紀) ユニット II (白亜紀後期~始新世中期) 音響的基盤 (主として基盤の玄武岩類) に識別できるが 団塊の存在量はユニット I の諸性質とある程度関連している。地形的には非常に平坦な深海平原を示す音響的タービダイト層の発達域では 団塊の分布は極めて貧弱である。ユニット I が

透明層のみからなる場合 透明層が数10m以上の厚さのところでは同様に団塊の発達は貧弱であるが 数10m以下の厚さのところでは 部分的に団塊の高濃度がみられる (第10図)。しかし その連続性には一定の限界があり これと音響的層序との間には 明確な関連性が認められない。3.5kHz PDR の記録との関係もある程度上記に準じている。これらのことは マンガン団塊の形成が長い地質時代の間の堆積と 無関係ではないことを示唆している。

8) 団塊の量と音響的層序との関係から 採泥あるいは海底撮影のデータのない物理探査測線に関し 音波探査探査データからある程度団塊の存在量に関し 第1次の予測を行なうことが可能である。このことは 少なくとも探査の第1次の予察段階において 団塊の概査域を決定する上に 通常の船速ないしややおそい船速での音波探査が有用であることを示している。その際 3.5 kHz PDR のデータのみでもある程度有効であるが よ

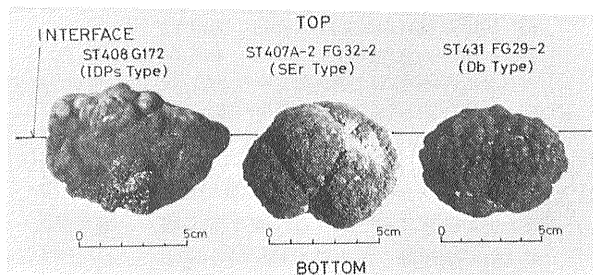
第5表 マンガン団塊の形態分類

型	大きさ	形	表面の特徴
Sr	小~中	球/楕円体	粗 (粒状または微ぶどう房状)
SPr	小~中	状/球楕円体状/ゆ着状	粗
SEr	中~大	球/楕円体状	粗~ぶどう房状
Db	中~大	円板/楕円体状	粗~ぶどう房状
Ss/SPs	小~中	球状/ゆ着状	滑らか (ないし微粒状)
DPs	小~中	平板/円板/ゆ着状	滑らか
IPs	大	不規則/球状/平板状/角礫状/破砕状	滑らか
IDPs	大	不規則/円板状/平板状/破砕状	滑らか
V	小~大	不規則	

型: 大文字は形をあらわし 小文字は表面の特徴 (r-粗 s-滑) をあらわす。

大きさ: 小: < 4 cm 中: 4-6 cm 大: > 6 cm

(盛谷智之 1976による)



第8図 マンガン団塊の産状（水・堆積物境界面と表面の模様との関係）  
（盛谷智之 1977による）

第6表 GH76-1 海域におけるマンガン団塊の平均金属含有量のタイプによる相違（単位：重量％）

型	Mn	Fe	Cu	Ni	Co
Sr	26.05	5.86	1.19	1.13	0.15
SPr	24.15	6.20	1.05	1.17	0.18
Sr/SPs	21.71	7.04	0.85	0.85	0.20
DPs	10.35	10.40	0.64	0.69	0.21
ISs	18.97	11.72	0.47	0.56	0.20
IDPs(DPs)	17.59	10.80	0.40	0.54	0.25

（盛谷 1976による）

り深部まで探査可能なエアガンの併用がより有用なデータを提供するであろう。

9) 深部地質・地球物理的構造は団塊の分布とは直接的には関連しないが 地磁気・重力異常は堆積層分布 基盤玄武岩分布の状況と関連しており 一般的地質環境の推定の上に とくに基礎的研究において有意義である。

10) GH76-1海域北西部からGH77-1海域北東部にかけて 地形 エアガンによる地質構造 磁気異常の縞模様が相互に密接に関連しあう GH76-1舟状海盆（仮称）の存在が明らかにされ 現在中央太平洋海盆の形成史におけるその意義を検討中である。

11) 団塊の存在量 形態上のタイプ 化学組成は時として 数 km 以下の近接した地点間でも大きく変動することがある。音響的層序の変化がそれに伴う時もある。研究の次の段階では とくにこのような点に関するより詳細な野外データによる検討が必要である。

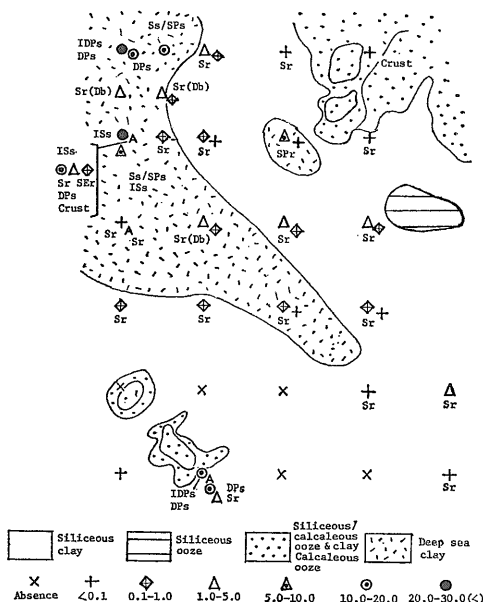
12) 団塊のタイプ 量 堆積物のタイプとの関連性について 例外も少なくないのでかなり強引であるが概略的には 次のように一般化できるかもしれない。この点研究の最終年度にあらためて総合的に検討したい。

- ・ r 群……Ni Cu それぞれ 1~1.5% 以上……珪質粘土……存在量一般に少（多くの場合数 kg/m<sup>2</sup> 以下）……ユニット I の透明層数10m以上
- ・ s 群……Ni Cu それぞれ0.5~1% 以下……深海粘土……存在量少~多（最大 30kg/m<sup>2</sup> に達する）……ユニット I の透明層数10m以下

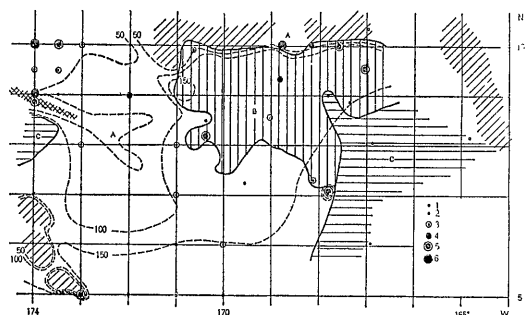
なお もしこのような規則性がなりたつものとなれば少なくとも 中央太平洋海盆における団塊鉱床の探査は非常にむずかしい面をかかえていることになろう。

13) 船上での試料採取・海底撮影のために 在来型のワイヤラインによる諸探泥器・カメラ装置とあわせて フリーフォール（ブーメラン型）グラブおよび同カメラのできる限り多数の併用が非常に有意義である。これらの同時使用によって 単位時間内に面積的により大きい範囲に関する団塊の資料を入手することが可能である。

14) 近接点での試料採取・撮影のためにとくに個々の観測点の位置の精度・誤差範囲をできる限り明確にしなければならない。そのため新しく開発したプログラムにより NNSS 推測航法による実時間位置の修正計算を行ない それらの検討を行なった。現在のところもっとも近い衛星受信時との差が1時間の場合 修正された位置の誤差は 0.57km 2時間の場合 0.98km となっているが なおさらに精度を高めるべく 検討中である。なお 副産物として観測時における表面の海流の方向が明らかにされた。



第9図 約 100km 間隔のデータにもとづくマンガン団塊の形態分布 量分布 堆積物分布との関係の一例



第10図 エアガンによるユニットIの等層厚線 ユニットIのタイプ  
 A・B・Cの分布およびマンガン団塊の量的分布 (GH74-7  
 GH76-1海域)  
 ユニットIのタイプ  
 A:全層透明層からなる B:半透明層からなる  
 C:音響的タービダイトを含む  
 団塊の量  
 1: 0kg/m<sup>2</sup>    2: 1kg/m<sup>2</sup>以下    3: 1~5kg/m<sup>2</sup>  
 4: 5~10kg/m<sup>2</sup>    5: 10~20kg/m<sup>2</sup>    6: 20~30kg/m<sup>2</sup>

成果の発表

研究成果は 各研究航海ごとに各研究担当者による主として海上研究の結果をとりまとめたクルーズ・レポート (Cruise Report) として刊行されているほか 個々の研究論文・報告として発表 あるいは関係市販雑誌の求めに応じて紹介されている。従来刊行されたクルーズ・レポートは次のとおりである。

- 1) H. TAKEDA, ed.: Deep Sea Mineral Resources Investigation in Northwest Pacific, November-December 1972. Geol. Surv. Japan Cruise Rept., No. 1, 42 p. (1974).
- 2) A. MIZUNO and J. CHUJO, eds.: Deep Sea Mineral Resources Investigation in the Eastern Central Pacific Basin, August-October 1974 (GH 74-5 Cruise). Geol. Surv. Japan Cruise Rept., No. 4, 103 p. (1975).
- 3) A. MIZUNO and T. MORITANI, eds.: Deep Sea Mineral Resources Investigation in the Central-eastern Part of Central Pacific Basin, January-March 1976 (GH 76-1 Cruise). Geol. Surv. Japan Cruise Rept., No. 8. (1977). (印刷中)

そのほか 国内および国外で開催された 次の国際シンポジウムおよび 政府間科学技術協力協定の会議に成果を発表した (\*は論文として印刷後記参照)

- 1)\* 第3回国際海洋開発会議 1975年 東京
- 2)\* 日本鉱業会90周年記念国際シンポジウム 1975年 東京
- 3)\* 第3回日米鉱業大会 1976年 米国 (デンバー)
- 4)\* CCOF/SOPAC IDOE Workshop 1976年 フィジー (スバ)
- 5) UJNR 海底調査部会 1975年 東京

- 6) UJNR 海底調査部会 1976年 米国 (ワシントン)
- 7) UJNR 海底地質部会 1977年 米国 (メンロパーク)
- 8) 日仏科学技術協力海洋開発専門部会 1975年 東京
- 9) 日仏科学技術協力海洋開発専門部会 1976年 東京

成果は 以上の形のほか 中部太平洋域については 第1フェーズ (49—50年度 東半部海域) 第2フェーズ (51—52年度 西半部海域) それぞれについて 200万分の1海底堆積図 海底地質構造図 海底地球物理図など (地質調査所海洋地質図シリーズ) として また第3フェーズ (53年度) の成果を含め 全海域について さらに縮尺の小さな同様な図を作成し 図としての表現 に関し最終的とりまとめを行なう予定である。

公表された成果

A. クルーズ・レポートに関するもの

- 1) **Geol. Surv. Japan Cruise Rept., No. 1 (1974)**  
 N. YAMAKADO, S. MATSUMOTO, T. USAMI, K. HANDA and K. TSURUSAKI: Instruments.  
 E. INOUE, T. SUZUKI, E. MATSUMOTO and M. YUASA: Deep sea sediments.  
 S. MARUYAMA and H. TAKEDA: Ferromanganese nodules.
- 2) **Geol. Surv. Japan Cruise Rept., No. 4 (1975)**  
 A. MIZUNO and J. CHUJO: General remarks on investigation.  
 J. CHUJO and F. MURAKAMI: Cruising and positioning by NNSS.  
 A. MIZUNO and K. ISHIBASHI: Submarine topography.  
 F. MURAKAMI: Gravity measurement.  
 E. HONZA and K. TAMAKI: Continuous seismic reflection profiling survey.  
 E. HONZA, K. TAMAKI and K. ISHIBASHI: 3.5 kHz PDR profiling survey.  
 N. YAMAKADO, T. USAMI, K. HANDA and Y. KINOSHITA: Deep sea photography.  
 J. CHUJO and Y. KINOSHITA: Deep sea television survey.  
 Y. KINOSHITA, S. MARUYAMA, E. HONZA, N. YAMAKADO, T. USAMI and K. HANDA: Technical notes on deep sea bottom sampling.  
 M. ARITA: Bottom sediments.  
 K. SAWADA: Metal content of surface sediments.  
 S. MARUYAMA, M. NOHARA, M. ARITA and SAWADA: Manganese deposits.  
 M. NOHARA and M. ARITA: Rocks from guyots of the Christmas Ridge.  
 A. MIZUNO, M. ARITA, E. HONZA, Y. KINOSHITA, S. NOHARA, K. SAWADA and K. TAMAKI: Preliminary conclusion on sedimentology and manganese deposits.



### 3) Geol. Surv. Japan Cruise Rept., No. 8 (1977)

- A. MIZUNO and T. MORITANI: Outline of GH 76-1 Cruise and its results.  
 T. ISHIHARA and K. ISHIBASHI: Recalculation of positions by NNSS.  
 A. MIZUNO, K. TAMAKI and K. ISHIBASHI: Submarine topography by 12kHz PDR.  
 A. MIZUNO and K. TAMAKI: Substrate profiles by 3.5kHz PDR.  
 T. ISHIHARA: Gravity anomalies.  
 T. ISHIHARA and K. TAMAKI: Magnetic anomalies.  
 K. TAMAKI: Study on substrate stratigraphy and structure by continuous seismic reflection profiling survey.  
 S. MARUYAMA and Y. KINOSHITA: Results of S. T. D. observation.  
 Y. KINOSHITA: Manganese nodules and benthonic activities by deep sea photography.  
 M. ARITA: Bottom sediments.  
 M. JOSHIMA: Preliminary results of remanent magnetization measurement on piston core samples.  
 K. TSURUSAKI and T. HIROTA: Some physical properties of the bottom sediments.  
 M. ARITA and A. MIZUNO: Results of preliminary study on some microfossils.  
 T. MORITANI, S. MARUYAMA, M. NOHARA, K. MATSUMOTO, T. OGITSU and H. MORIWAKI: Description, classification and distribution of manganese nodules.  
 M. NOHARA: Mineralogy of manganese nodules.  
 T. FUJINUKI, T. MOCHIZUKI and T. MORITANI: Chemical composition of manganese nodules.  
 K. TAMAKI, E. HONZA and A. MIZUNO: Relation between manganese nodule distribution and acoustic stratigraphy in eastern half of the Central Pacific Basin.  
 T. HIROTA and K. TSURUSAKI: Seafloor measurement of bottom material and instrumental combination.  
 T. ISHIHARA and K. TAMAKI: Magnetic and gravity data between Japan and survey area, and between survey area and Hawaiian Islands.  
 K. TAMAKI: Continuous seismic reflection profiling survey in the Bonin (Izu-Ogasawara) Island Arc.  
 Y. KINOSHITA and M. ARITA: Deep sea photography of the Izu-Ogasawara Trench bottom.

### B. 国際シンポジウムに関するもの

- 1) A. MIZUNO, J. CHUJO and N. YAMAKADO: Prospecting of manganese nodule deposits of the eastern Central Pacific Basin. The 3rd. Intern. Ocean Dev. Conf., 1975 (Tokyo), Preprints, vol. 3 (1975).  
 2) A. MIZUNO: Manganese nodule deposits in the lower latitude zone of the North Pacific. The 90th Ann. Symposium, MMIJ, Print, No. B-6 (1975).  
 3) A. MIZUNO and T. MORITANI: Manganese nodule

deposits of the Central Pacific Basin. World Mining and Metals Technology (Proc. Joint MMIJ-AIME Meeting, Denver 1976), vol. 1 (1976).

- 4) A. MIZUNO and T. MORITANI: Some results of surveys for manganese nodule deposits by the Geological Survey of Japan. CCOF/SOPAC Techn. Bull., No. 2 (Papers presented at the IDOE Workshop, Suva, Fiji, 1975) (1976).

その他個々の報告・論文については省略する。

### あとがき

中央太平洋海盆域は 従来ごくわずかなデータのみを基礎として マンガン団塊の有望域の一つと見なされてきたが 本研究を通じて全域に関してはじめて マンガン団塊の量的分布 団塊中の金属含有量分布状況の概要が把握され さらに団塊の鉱物組成 これらと形態との関係 団塊と海底地形・堆積物・堆積層の諸性質・層序・全般的地質構造など 海底地質環境 一部の理化学的環境との関係が明らかにされつつある。 そのデータは他海域（たとえば東太平洋 47—48年度海域沖繩東南海域など）の同様なデータとの比較考察の上 マンガン団塊鉱床の形成過程考察の有力な基礎となることが期待される。 あわせて 少なくとも概査段階の探査方式 とくに迅速な予察の探査法としての音波探査の効果と限界についてかなり明確な結論が得られるであろう。

しかしながら 本文中の諸所でふれたように これはあくまでも 100km 間隔の測線と測点（部分的には数10 km 間隔）のデータにもとづくもので 探査の精査段階にはかならずしも対応しない。 開発に直接的に必要な精査段階に有用な基礎的研究資料を提供するためには より詳細な研究を通じて 団塊鉱床の成因の本質に一層せまることができると結論を得ることが必要である。 すなわち 本研究終了後 ひきつづき第2段階の研究において 8°—12°N の緯度帯の団塊高濃集部およびその周辺に散在する高濃集部のなかの典型例をとりあげ とくに 団塊鉱床と海底堆積物との関連性をこまかい間隔の測線・測点での研究を通して明らかにして行く いわば鉱床学的研究を行なうこと また東太平洋その他若干の海域のマンガン団塊鉱床との比較研究をすすめることが 現在のところではもっとも適当であろうと考えられる。

さらに具体的フィールド・データを 基礎資料として 使用し 種々の条件下での団塊の合成実験 とくに特定重要金属の団塊への濃度の実験的検討も不可欠であり また海底下で 数年以上の期間での諸金属の沈着実験も必要であろうと考えられる。