

「深海底マンガング塊資源」研究報告会開催さる

盛谷 智之 (海洋地質部)

地質調査所の第127回所内研究報告会が深海底マンガング塊資源についての特集として51年8月9日溝ノ口の本所4階会議室で開催された。今回はわが国におけるマンガング塊の調査研究に関連する機関・研究者を網羅し研究の現状を知る目的で発表は広く所内外の関係者に依頼された。出席者も所内のみでなく通産本省・工技院 他の研究機関・大学・会社などから猛暑と夏休みの時期にもかかわらず多数におよんだ。このため集会は期待した以上に盛大で有意義なものとなった。

講演者およびテーマは次のとおりである。

- ①深海底鉱物資源の研究の現状 奈須紀幸(東大海洋研)
- ②マンガング塊の成因について
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 とくにマンガング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)
- ④DOMAによるマンガング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・構造とマンガング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)
- ⑥GH76-1 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太平洋域マンガング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マンガング塊の構成鉱物とその生成環境
白井朗(東大工学部資源)
- ⑩マンガングジュールの微細構造と成因 原田憲一(京大理)

いうまでもなく深海底マンガング塊は将来の資源として世界の関心を集めており アメリカ・ソ連・西ドイツ・フランス・日本など有力海洋先進国による組織的な調査研究が積極的に行なわれる一方その開発の問題は国連海洋法会議の重要テーマの1つとして論議をよんでいる。このような情勢を反映して欧米においてはマンガング塊の研究者人口はかなりの数にのぼりその横の連絡や協力を図るための共同研究計画や研究集会在が活発に行なわれている。とくにアメリカの1DOE(国際海洋調査10年計画)の大学間マンガング塊共同研究プログラム 西ドイツのバルディビア号研究グループとハワ

イ大学の共同調査などの成果を集約したシンポジウムなどが有名である。これに対してわが国では従来 東大海洋研や東海大などの調査船による一般海洋地質調査の際マンガング塊が採取され それらの限られた試料について鉱物学的・地球化学的研究が行なわれているにすぎずしたがって研究者の数も限られていた。しかし1974年からは通産省の地質調査専用調査船の白嶺丸の就航とともに地質調査所に設立された海洋地質部そして関連産業界が集まった深海底鉱物資源開発協会(DOMA)が中央太平洋海域において本格的・組織的なマンガング塊の調査研究を開始した。このため質・量ともかなり充実した海底情報が得られるようになり関連する研究者人口も次第に増加する機運にある。マンガング塊の分布・性質さらにその海底地形・地質・堆積物との関連性などについて地質学・岩石学・鉱物学・地球化学・古生物学など多面的で詳細な方法による研究が緒についた段階といえる。

マンガング塊の研究シンポジウムはすでに1970年に東大海洋研で海洋地質・海底物理・地球化学・鉱物学など関連分野の研究者を集めて行なわれマンガング塊研究への関心を高める役割をはたした。しかしその後比較的最近まで前述のように組織的調査・サンプリングが実現せず全体として研究が拡大進展しなかったことからこの種の研究集会是途絶えていた。このため今回の報告会では主催者側としてマンガング塊資源の研究とそれをめぐる例えば海洋法会議の動向の問題などまず幅広い範囲のテーマについて現状を知る機会としたいと企図した。しかし講演者の都合がつかなかったり時間的制約もありマンガング塊の調査研究に直接従事している機関・研究者そして地質学・岩石鉱物学・地球化学的なテーマに重点をおいたかたちとならざるをえなかった。このほかに塊の年代測定・岩石磁気との関連・地層中の古い鉱床との比較・プレートテクトニクスとの関連・元素濃集の物理化学的理論など関連する分野は多い。これらが次の機会にはとりあげられることを望むものである。また今回の報告会は逆に網羅的でテーマが多く発表時間が短くしぼった内容の講演・討論ができなかったという反省もあった。つまり幅広い分野からの問題提起とともにテーマをしぼ

った突っ込んだ討議の両面が必要ということである。
いづれにせよマンガン団塊の研究の発展のため 研究機関・研究者の横の連絡が重要なことはいうまでもない。
今回の報告会がその契機になれば幸いである。

準備にあられた報告会委員会その他の関係者・多忙な中をお引き受け下さった講演者の方々 暑い中を集まって下さった参加者の方々に厚くお礼申し上げたい。

なお当日の講演要旨は地質調査所月報に掲載される予定であるが 以下に各テーマについて要点を紹介しておくことにする。

① 深海底鉱物資源の研究の現状 (奈須紀幸)

1873—1876年のチャレンジャー号探検によりすでに深海底マンガン団塊の存在が知られ 最近になっては海底の重金属泥も発見された。現在これらは将来の資源として注目され 研究も進展しその文献は非常に多くにのぼっている。とくに主要な文献のいくつかを紹介した。

② マンガン団塊の成因について

(杉山隆二・松本勝時)

小笠原東方約 300km にある水深 1,300m の平頂海山 (25°45′—26°10′N 144°55′—145°50′E) は 始新世—漸新世の火山噴出物を伴う地層と中新世の地層から構成される。この頂部平坦面から多量の団塊 中新世化石を含みまた穿孔貝の穴が多数認められる石灰岩の岩盤などが採取された。このことは中新世以降おそらく鮮新世末頃 現在の平頂面が海水準付近にあり海食平坦化されたことを示す。マンガン団塊は平坦面形成後の浅海時に形成された。団塊の断面構造は一連の元素の帯状分布を示す燐灰石化核と同心円状酸化層からなる。これは低温熱水ないし温泉による Cu・S(硫化物)—P(Uを伴う)—Mn・Feの供給と沈澱を示す。

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)

中央太平洋海盆における白嶺丸による年次計画にもとづく調査研究を継続中である。これまで GH745 (6°—10°30′N 164°30′—171°30′W) と GH761 (5°—10°N 170°—175°W) を実施した。研究方法はとくに音波探査 大型グラブ・フリーフォールグラブサンプラーによる系統的採泥などの観察 測定を軸に各種のものを併用している。成果・問題点とし次の点が指摘できる。

- ① 団塊の形態的タイプと地質要因との関連
- ② 団塊の化学組成・鉱物組成の特徴
- ③ 堆積物タイプと団塊分布との関連
- ④ 音響層と団塊賦存量との相関

⑤ 団塊のタイプ・賦存量・化学組成などの狭い範囲における変化

今後 資源 成因研究の両側面において 地質条件と団塊分布の大局的把握とともに局地的変化の研究が不可欠である。

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)

1975年9月—12月の90日間 ハワイ諸島南西方海域 (10°—15°N 160°—165°W) における白嶺丸による調査を実施した。対象はマンガン団塊の分布率・品位さらに海底地形・音響的透明層・底質との関係にも留意した。マンガン団塊は各種のタイプに分かれ 海盆底部など凹部に全体として分布は多く 平坦地で扁平球状が多い。海山付近で分布が少なく 山岳地で粗粒球状が多い。Ni・Cu・Mnは平坦地で高く安定している。以上のような傾向が指摘できる。

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)

白嶺丸による GH74-5 76-1 の中央太平洋海盆における調査航海で 3.5kHz サブボトムプロファイラーおよびエアガンによる音波探査を行なった。音響的層序は音響的基盤(不透明層) ユニットII(半透明層)そして上部のユニットI(透明層とタービダイト層)からなる。ユニットIの性格は3つのタイプ A(完全な透明層) B(透明層の中に複数の不透明層を介在) C(細かな反射面の集合を介在—DSDPのデータによると後期始新世—後期漸新世のタービダイト層)に分けられる。これらの音響層と団塊賦存量の間には密接な関係が認められ タイプAでは透明層の厚さが120m以上では1kg/m²以下 120m以下では増加傾向にあるがばらつきがある。タイプCでは賦存量は0.1kg/m²と低い。タイプBでは最上部透明層の厚さと賦存量が密接に関連し 10kg/m²以上の地域はすべて透明層の厚さが10m以下である。

⑥ GH76-1 海域の堆積物

(有田正史・木下泰正・上嶋正人)

大型オケアングラブ採泥器とピストン式柱状採泥器で採取した堆積物は 74ミクロンの篩による動物質残査の量と組成から 深海粘土(0—10%) 石灰質・珪質・石灰質/珪質・珪質/石灰質粘土(10—30%) 石灰質・珪質・石灰質/珪質・珪質/石灰質軟泥に区分される。深海粘土はサメのウロコ 古地磁気測定データなどから第三紀と推定され 北西部から中央部にクサビ状に分布するが 他の部分ではこれを約20cmの厚さの放散虫

を主体とする第四紀の珪質粘土 さらにはこれと同時に異相の珪質/石灰質粘土が広く覆っている。マンガン団塊が多量に採取されたのは 深海粘土分布域と 珪質/石灰質粘土と珪質粘土の境界域であり 珪質粘土の主分布域では非常に少ない。このことはマンガン団塊探査の際の一指針となる。

⑦ 深海底堆積物の物理的性質

(鶴崎克也・伊藤福夫)

白嶺丸 GH76-1 航海において採取されたオケアングラブおよびピストンコアラーによる非攪乱試料について船上で含水比 ベーンせん断強度 コーン貫入抵抗を測定した。その結果 含水比は堆積物の表面で300—500%で 深さとともに値は小さくなり深さ30cmで150—300%であり それ以深では数mの深さまで大きな変化はない。ベーンせん断強度は表面で0—20g/cm²であるが 深さ25cmで30—60g/m²と漸増する。しかしそれ以深では大きな変化はない。コーン貫入抵抗は表面で0—100g/m²であり 深さ20cmで200—350g/m²と漸増している。これらの変化はとくに上部の珪質粘土と下部の深海粘土のちがいを明瞭に示す場合もみられる。

⑧ 太平洋域マンガンノジュールの地球化学的特徴とその支配因子 (野原昌人)

深海および浅海ないし陸近くの2つの対照的な海域のノジュールは明瞭な化学組成上のちがいを示す。深海のものにはMn・Cu・Niが濃集し 後者にはFe・Pbが富む傾向にある。Coは磷灰土を核または内層とするノジュールに濃集する。各海域のノジュールの特徴はこれらの元素間の相関関係から示すことができ また化学組成のちがいはノジュールの物質供給源または生成環境を反映している。浅海および陸近くのノジュールはそれら2つの影響を強く受け化学組成の変動が激しい。深海ノジュールも同様に同一地点 同一ノジュールでも大きく変動する。しかしこの場合生成環境は一定しており 化学組成のちがいはCu・Ni・Coなど重金属元素と鉄・マンガン粒子の反応・沈澱によって生じたがってその形成時の反応の条件・臨界凝集濃度に大きく支配されるものと考察した。

⑨ マンガン団塊の構成鉱物とその生成環境 (白井朗)

KH734 KH744 GDP8 GH747 GH761の試料の透過・反射顕微鏡観察 化学分析 E PMA分析 X線回折による検討と室温 大気圧下での合成実験を行った。その結果次のような知見を得ることができた。

① 鉱物はX線回折法で10Å manganite δ-MnO₂ (回折線2本型)のマンガン鉱物が検出され 顕微鏡下では10Å manganite δ-MnO₂ 褐色相の3相が識別された。

各相のE PMA分析により団塊の鉱物組成と化学組成が関連し とくにNiがMn量よりも10ÅのX線強度とより相関することが判明した。つまり10Å manganiteの多寡が団塊の諸性質を大きく規制している。② 鏡下の3相の生成機構を観察すると 褐色相(透過光で)は団塊の成長過程でとり込まれた非晶質鉄酸化物・珪酸あるいは粘土鉱物である。δ-MnO₂は海水中に懸濁するコロイド状 Mn・Feの水酸化物の極めて緩慢な付着により碎屑物をとり込みつつ成長している。10Å manganiteは均質・ち密で 層・樹枝状のほか細脈状の構造も示し 比較的短期間に急速に生成されたものであろう。③ 10Å manganiteがNi・Cu・Co金属イオン添加による合成実験で生成されること また海山に比べNi・Cu・Coに10¹~10²倍も富む間隙水との関連が強いこと (10Å manganiteが堆積物を欠く海山上に産しない 同一団塊でも海水と接する表面より堆積物側の底部に多いなど)から 団塊の生成はδ-MnO₂の海水からの緩慢な沈澱と10Å manganiteの堆積物の間隙水に関連した比較的急速な沈澱の両者によるものであり 必ずしも連続的ではないと考察される。

⑩ マンガンノジュールの微細構造と成因 (原田憲一)

南西太平洋のG994航海および東部中央太平洋のGH74-5の2つの試料について 走査型電子顕微鏡(SEM)による各同心円層の自然破面と塩酸処理後の残渣表面の観察を行なった。その結果各同心円層の最外層はコロイド粒子が集合した一枚のラメラを形成し 酸処理後の構造はmassiveで生物活動の跡は認められない。これに対して中間層・最内層はラメラ構造を欠きmassiveで残渣は多孔質で内径2mm位の管状の空隙が無数にみえこれは主に内径10—15μmの中空のチューブで枠組されて 多くの大型微化石 自生鉱物がとり込まれている。

従来のノジュールの微古生物学的研究を参考にすると 今回観察された各同心円層のなかの2つの特徴的な部分はそれぞれ ①多孔質な残渣をもつものは 底棲有孔虫を主とする底棲生物によりFe・Siに富む物質で枠組が急速に形成され 次いで有機的・無機的機構で空隙がマンガン酸化物でうめられる。一方②最外層のコロイド状粒子の部分は堆積速度の遅い時期の無機的沈澱を示す。このようにノジュールの相変化は堆積環境の相変化に対応している可能性があり ノジュールの生層序学を明らかにし ノジュールと堆積物の時間的対比を行なう必要がある。