

# 白嶺丸と深海底の資源探査

松本 勝 時<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

海洋の鉱物資源が注目され、開発を目的に本格的な調査・研究が開始されたのは1960年代後半である。その最初の資源は、マンガン団塊であった。海洋性のマンガン団塊が大西洋、インド洋、太平洋等の海底に分布することが明らかになったのは、イギリスの海洋探検船チャレンジャー号(1872年～1876年)の世界一周探検以降で、その後まとめられた膨大なチャレンジャー報告に美しい図版とともに記述されている。それ以後、海洋底の調査航海が行われるたびにマンガン団塊の存在が報告され、南北両極海を含む世界の海底に分布することが明らかにされた。しかもマンガン団塊は、5,000mを超える深海底から大陸棚のような浅海域にいたる広範囲な海底から採取され、世界の海底にほぼ無尽蔵に分布していると報告されている。1965年アメリカのメロー博士は、海洋の鉱物資源(The Mineral Resources of The Sea)で深海底のマンガン団塊が経済的に価値のある鉱床であることを報告している。

我が国でも、1975年度通商産業省資源エネルギー庁が、マンガン団塊資源の有用性に鑑み、先進国のマンガン団塊開発に遅れを取らないよう金属鉱業事業団にマンガン団塊の賦存状況調査を委託した。

本報文では、当事業団が新鋭の白嶺丸により1975年から1979年にかけてハワイ東方のクラリオン断列帯とクリップarton断列帯とに挟まれた海域(通称マンガン銀座と呼ぶ)で実施した、マンガン団塊の賦存状況調査概要について報告する。

## 2. 深海底の鉱物資源

海洋は、地球表面積の71%を占めている。世界で海底の資源を開発利用しているものは、石油・天然ガス、錫、重砂(イルメナイト、ジルコン、モナザイト、ゼノタイム、ルチル)及びダイヤモンド等である。これらは、いずれも陸地に近い浅海域に賦存している資源である。

深海域の資源としては、深海底に分布するマンガン団塊、海嶺や海底火山等の活動域に賦存する海底熱水鉱床、及び海山、海丘の頂上や斜面に分布する鉄・マンガングラスト等がある。

近年では、深海底の鉱物資源としては海底熱水鉱床が脚光を浴びている。しかし、白嶺丸が建造された頃は、世界ではマンガン団塊が注目されていた(写真1参照)。マンガン団塊や鉄・マンガングラストは、陸上ではほとんど見られないタイプの鉱床である。

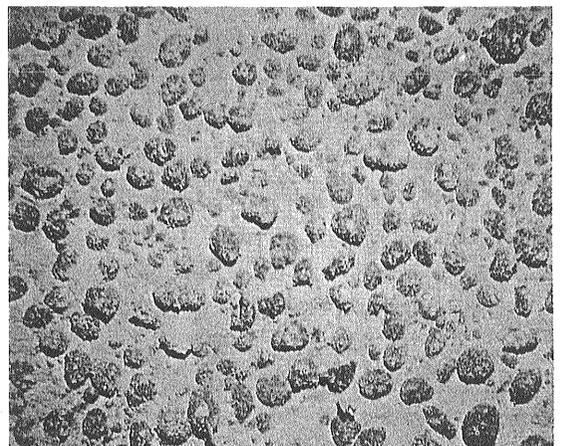


写真1 深海底に分布するマンガン団塊。

1) 金属鉱業事業団：  
〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-24-14 常磐ビル

キーワード:白嶺丸, 深海底鉱物資源, フリーフォール・サンプラー

第二次世界大戦後、非鉄金属(銅、鉛、亜鉛等)やレアメタル(ニッケル、コバルト等)の需要が増大した。特にアメリカでは、ジェット・エンジン等の特殊鋼用の添加金属として欠かすことのできないニッケルやコバルトの供給源(資源)として1960年代からマンガン団塊の探査・研究開発が行われてきた。しかし、マンガン団塊の探査・研究開発には、高度な技術力と膨大な資金力が必要なため、1974年頃からアメリカ、旧西ドイツ、日本等の企業によるマンガン団塊の開発を目指す国際コンソーシアムが相次ぎ設立され、共同で探査・研究開発を実施するようになった。その結果、U.S.スチール・グループ、インコ・グループ等が、マンガン団塊を約5,000mの深海から回収する採鉱システムの実海域実験に成功し、マンガン団塊を連続的に採鉱出来ることを実証した。また、マンガン団塊から銅、ニッケル、コバルト等有用金属の回収技術についても確立したことを報告している。

### 3. マンガン団塊調査と白嶺丸の建造経緯

我が国では、マンガン団塊の科学的研究を最初に行ったのは理化学研究所の飯盛里安博士(1927)である。その後、1960年代には、大学や国立の研究機関によってマンガン団塊の研究がほぼそとなされていた。

地質調査所と公害資源研究所(現:資源環境技術総合研究所)によって、マンガン団塊の研究を体系的に進める調査航海が組まれたのが1972年で、科学技術庁の特別研究促進調整費により東海大学の望星丸等を備船し開始された。

一方通商産業省は、マンガン団塊の調査・研究を含む海洋の地質調査を目的とした地質調査専用船の建造を金属鉱物採鉱促進事業団(現:金属鉱業事業団)に委託した。同事業団は、これを受託し事業団内に地質調査船建造臨時本部を設置すると同時に「地質調査船建造委員会」及び「地質調査船運航委員会」をそれぞれ設置し、学会、業界、官界等の専門家を委員に委嘱して、十分に審議するとともに建造業務を推進し、1974年3月「白嶺丸」と命名された地質調査船を太平洋に送り出した。

地質調査所は、1974年4月から金属鉱業事業団の地質調査船「白嶺丸」を備船して、通商産業省工

業技術院特別研究によるハワイ南西方の中部北太平洋海域をマンガン団塊の基礎的研究第一次5カ年計画(1974～78年)とウェイク島東方の中部北太平洋からタヒチ西方の中部南太平洋海域でマンガン団塊の基礎的研究第二次5ヶ年計画(1979～83年)とをそれぞれ実施した。

一方、民間企業では、深海底鉱業の技術開発という観点から1969年、1970年の2ヶ年において社団法人資源協会主催のもとにメキシコ沖、ハワイ南西、タヒチ島付近で我が国初めてのマンガン団塊を対象とした調査が行われた。その後、民間企業27社は、マンガン団塊の調査・研究を目的として1973年4月に深海底鉱物資源開発懇談会を設立、そして1974年には、本格的な探査を目指して民間企業38社が参加して社団法人深海底鉱物資源開発協会(DOMA)に発展的改組された。

通商産業省資源エネルギー庁は、我が国として独自に早急にマンガン団塊の賦存状況を把握する必要があるという観点から、金属鉱業事業団に1975年9月から約90日間のハワイ南方の「マンガン銀座」海域においてマンガン団塊賦存状況調査の実施を委託した。これを受託して金属鉱業事業団は、社団法人深海底鉱物資源開発協会への再委託の形で同調査を実施した。

### 4. マンガン団塊調査・採取技術

海洋底底質物の調査方法は、1872年12月21日イギリス「ポーツマス港」を出港し大西洋を始めインド洋、太平洋と3年半に及ぶ大調査航海を行い近代海洋学を切り開いたチャレンジャー号の方法が基本となっている。

チャレンジャー号の調査航海からおおよそ100年後の海洋調査方法は、第二次世界大戦中に発達した電子技術や超音波技術により目覚ましい進歩を遂げた。しかし、5,000mを超える深海底から底質試料を採取するために、長大な索の先端にドレッジャーを取り付けて海底を浚う方法は、原理的に変わっていなかった。

1960年代の後半に太平洋のマンガン団塊探査が、本格的になる頃5,000mの深海底から、効率良く、速くサンプリングするための方法として、索のいろいろな画期的なサンプラーが開発された。それは、

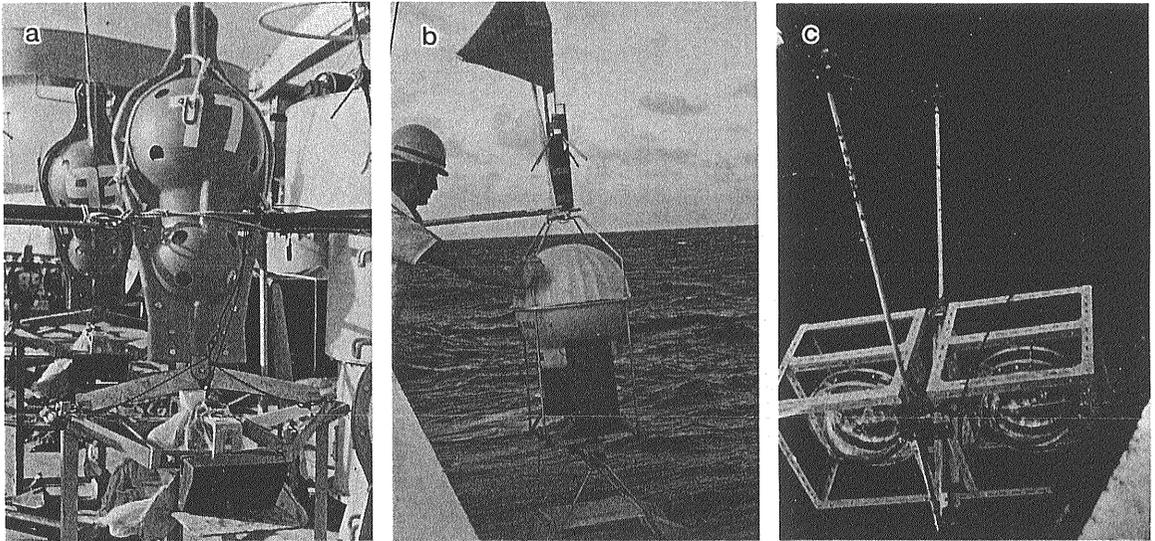


写真2 (a) 旧西ドイツのプロイサーク社製フリーフォール・グラブ。

浮力体は、大小2個のガラス玉をプラスチック・ケースにいれてある。小さいガラス玉側から約1mの細いワイヤーが繋がっており、その先端にはアルミ棒で作られたグラブが釣り下がるようになっている。グラブの装着は、グラブの口を開いた形で両サイドに約25kgの鉄錘を各1個ずつつけて浮力体に密着してついている。一方、大きいガラス玉側(海面に出る部分)には、フラッシュ・ライトとラジオ・ビーコンが装着できる取り付け枠及び1.5m程の旗竿とカギ爪がついている。

(b) アメリカのベントス社製プーメラン・グラブ。

(c) ガラス玉を利用した深海カメラ。

錘で自由落下し、ガラス玉の浮力で自由浮上するフリーフォール・サンプラーである。フリーフォール・サンプラーには、グラブ・タイプとコアラー・タイプとの2種類がある。いずれも浮力にはガラス玉が使用されている。ガラス玉を浮力材に使用したサンプラーは、旧西ドイツのプロイサーク社製(写真2(a)参照)とアメリカのベントス社製(写真2(b)参照)との2タイプがある。また、ガラス玉を浮力材や耐圧容器として使用している機器が、次々に登場するようになった(写真2(c)参照)。

1975年に金属鉱業事業団が、通商産業省資源エネルギー庁の委託を受けてハワイ南方の“マンガン銀座”海域でマンガン団塊の分布状況調査で初めてプロイサーク社製のフリーフォール・グラブ(FFGと言う)を使用した。同サンプラーには、索が必要ないため、調査船の行動範囲が自由となり操船しやすく調査時間の節約が出来る。また、FFGを次々と連続して投入する事が出来るので広範囲の賦存状況調査が可能になった。

## 5. 調査方法

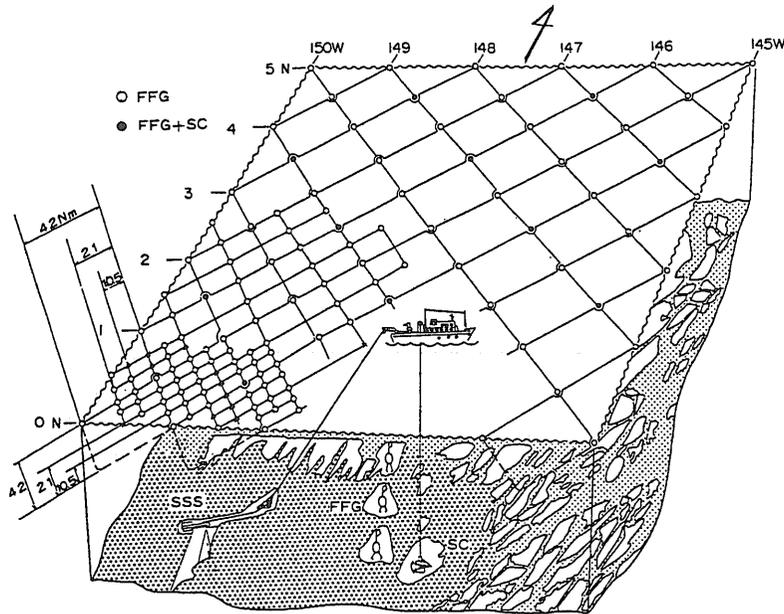
1975年頃の白嶺丸の運航日数は、地質調査船が、中部太平洋のマンガン団塊調査研究(60日間)と日本周辺海域の海洋地質学的研究(100日間)及び金属鉱業事業団の“マンガン銀座”海域におけるマンガン団塊調査(90日間)の年間250日であった。

深海底の鉱物資源調査の基本は、詳細な海底地形の把握と資源の賦存状況(分布密度、品位)であり、調査の目的に応じたサンプリング点(測点と言う)・調査測線(測線と言う)間隔及び調査機器が採用された。ここでは、以下に金属鉱業事業団方式のマンガン団塊探査について紹介する。

### (1) 一次調査

マンガン団塊調査の場合には、広範囲にわたり高密度分布域が連続しており、また、銅、ニッケル、コバルトの各品位が高い海域を見つけ出す事が目的である。

年間90日間のマンガン団塊調査の面積は、5°×



第1図 探査グリッド概念図.

5°(緯度, 経度の距離はそれぞれ300海里)とした. 同調査海域に偏りの無い測点・測線を設けるために, 第1図に示したように1度ごとの経度線・緯度線の交点とその中心点にサンプリング点(測点)を設け, 測線はそれぞれの測点の間を北東-南西あるいは北西-南東方向にジグザグに約42海里間隔の網目模様で測深, サンプリング等調査を実施した.

調査計画では, 朝(午前)6時~午前10時までをサンプリングし, そして午前10時~午後2時まで約42海里の測深等調査(航走観測)を行いつつ次の測点に向かい, 午後2時~午後6時まで2回目のサンプリングを行う1日2点のサンプリングと約42海里の航走観測である. そして, 午後6時~明朝6時までの夜間は, 約126海里の航走観測を行いつつ次の測点に向かう調査方法を繰り返して, 約60点のサンプリングと約4,800海里(8,900km)との航走観測を実施して, 前半航海(一次調査:約28日間)を終了する.

この時に使用するサンプラーは, フリーフォール・グラブ(FFG)及びオケアン・グラブである. これらの使用方法は, 測線方向に2海里間隔でFFGを5個投入する測点とオケアン・グラブを中心に両側1海里にFFG各1個を投入する2種類である.

尚, フリーフォール・グラブには, ワンショット深海カメラと調査員が独自に開発したミニ採泥器を取り付けて, 試料採取点の海底写真撮影及び底質物採取を行った.

## (2) 二次調査

二次調査海域は, 一次調査の結果マンガン団塊の高分布密度で, 広範囲に連続する可能性のある海域を選定する. この場合の測点位置及び測線間隔は, 一次調査測点, 測線の半分にあたる約21海里である.

二次調査海域には, フリーフォール・グラブを1海里間隔で5個投入する. この様な測点を1日3測点行い, 夜間は出来るだけ多くの航走観測を行った. 従って, 二次調査の測点, 測線量は, それぞれ約30~40測点と約3,500海里となった. また, マンガン団塊の最も分布密度の高いところではドレッジ・バケットによるマンガン団塊の大量採取及び深海テレビカメラによる海底観察を行って, 約27日間の後半調査(二次調査)を終了した.

採取したマンガン団塊については, 船上で全量の重量計測(分布密度), 粒度毎の重量計測(粒度分布), 湿比重及び形状毎の分類等の計測処理を行った. また, 底質物については簡単な分類を行

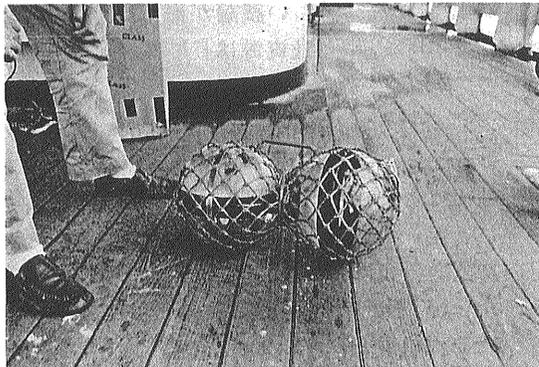
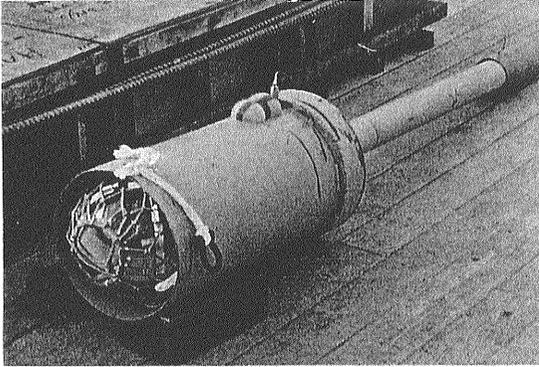


写真3 アメリカのベントス社製ブーメラン・コアラー。海底の堆積物に突き刺す6cm φ×1m程の鉄パイプにガラス玉を収納する鉄棒(50cm φ×60cm)のついたロケット型をした全長1.6m程の柱状試料を採取するサンプラーである。

った。一方、含水率及び品位(Mn, Fe, Ni, Cu, Co等)は、航海終了後、企業の研究所に依頼して分析している。

### (3) 調査成果

上述のような調査方法により金属鉱業事業団は、1975年から1979年の5ヶ年間白嶺丸を使用してハワイ沖の“マンガン銀座”の西側から東に向かってマンガン団塊の賦存状況調査を行った。1980年か

らは、白嶺丸の姉妹船で1980年5月に産声をあげた資源探査専用船“第二白嶺丸”によりマンガン団塊の賦存状況調査を継続実施した。1987年12月に国連海洋法条約の下において、“マンガン銀座”にマンガン団塊の有望鉱区7万5千km<sup>2</sup>を登録し、排他的探査権を獲得した。その後、マンガン団塊の開発に向けて、開発に伴う環境影響調査関連の調査事業を引き続き実施し現在に至っている。

## 6. おわりに

現在、我々は豊かで便利な文明生活を送っている。しかし、陸上資源は有限であり、いずれは枯渇するであろう。今、消費されている資源は、我々の先達が鉱床を発見し、確保してくれたおかげである。将来、我々の子孫が現在以上の文明生活を営むならば、現状以上の多種多様な資源が大量に必要となるだろう。従って、我々は、資源のリサイクルはもとより陸上の潜頭鉱床探査のための新技術開発と同時に、深海底の資源探査によって将来のための新たな資源を確保する必要がある。白嶺丸は2000年3月にその使命を終え、第二白嶺丸一船が引き続き資源関連の調査を担っていくが、今後、最新鋭の機器を搭載した調査船が建造され、深海底の鉱物資源探査や開発に向けて、更なる発展を希望して止まない。

謝辞：本稿をまとめるにあたり、通商産業省資源エネルギー庁海洋開発室、地質調査所及び海洋技術開発(株)の関係の各位には絶大なご協力を頂いた。ここに記して御礼申し上げる。

MATSUMOTO Katsutoki (2000) : Deep-sea mineral resources and Hakureimaruru.

<受付：2000年4月7日>