

「白嶺丸」航海が生んだ研究成果

— 海底鉍物資源(マンガン団塊など)を例として —

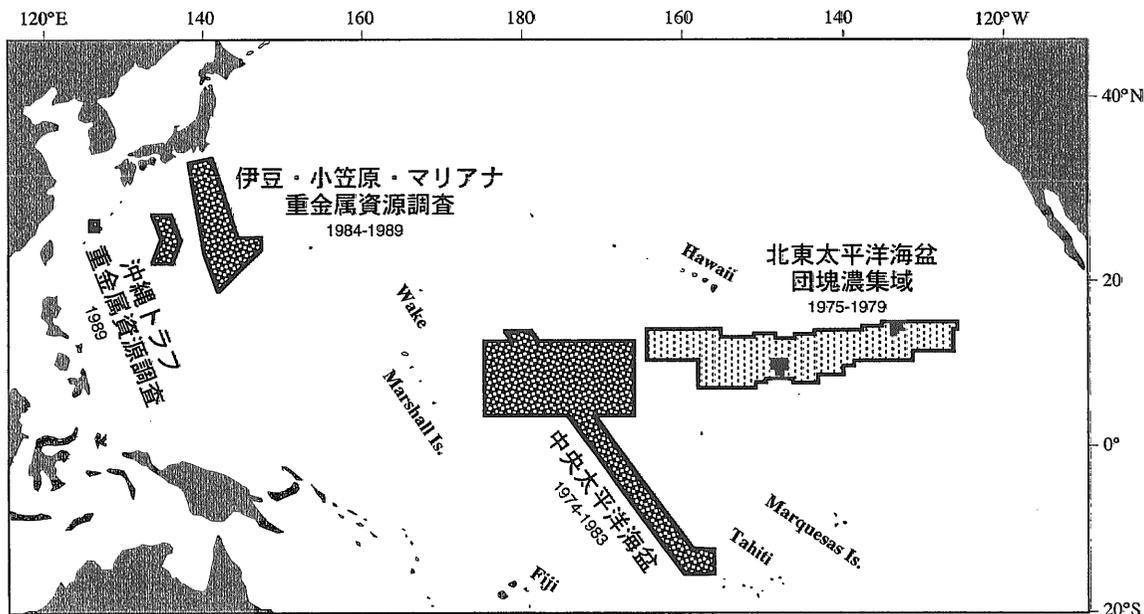
白 井 朗¹⁾

1. はじめに

「白嶺丸」は25年前に日本初の地質調査専用船として建造されました。建造の主な目的は海洋地質マッピングおよび海洋鉍物資源調査でした。私自身も関わってきたマンガン団塊・クラスト等の海底鉍物資源に関する研究調査航海は、建造から現在までの主に前半に実施されました。本稿では白嶺丸の調査・研究航海で得られた様々な成果が海底のマンガン団塊等の研究、探査などにどのように活かされてきたか、将来へ繋がるテーマを生み出したかについて簡単に述べてみます。

2. 深海底鉍物資源の開発へ

「白嶺丸」が中部・北東部太平洋のマンガン団塊調査を開始した1970年代, 世界の海洋研究者は21世紀初頭には海底資源の商業採掘が実現すると信じていました。例えばHalbach (1980)は西暦2000年に世界のNi, Co生産高のそれぞれ11%, 32%が深海底鉍業によって賄われるだろうと見込んでいました。しかしながら, その後の資源需給情勢の変化や開発技術・環境アセスメント等によって, 海底鉍物資源の開発は若干先送りされたとの見方が一般的となっています。しかし, 一方で陸上の金属資源の枯渇もまた21世紀前半に予想されていて, 遅かれ早かれ海底鉍物資源の商業開発が現実のものとなるでしょう。事実, 経済水域内および公海内



第1図 白嶺丸による海底鉍物資源調査海域(1974-1990).

1) 地質調査所 海洋地質部

キーワード: 白嶺丸, 海底鉍物資源, マンガン団塊

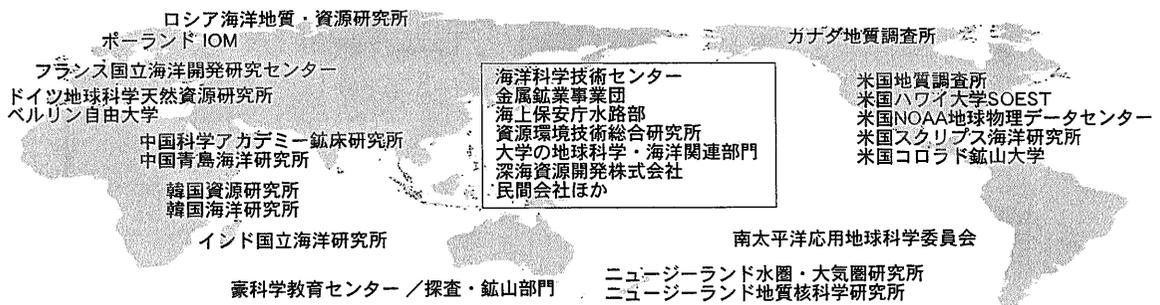
の幾つかの海底鉬床(マンガン団塊, 海底熱水鉬床)に対して鉬区申請が既になされています(米, 独, 仏, 露, 日本, 韓国, 中国, インド, 豪, ポーランド等の公的・私的機関). 我が国EEZ(排他的経済水域)内にも鉬区設定の動きがあり, これらの海域はいずれも白嶺丸が最初に調査を実施し, その発見には白嶺丸航海の研究成果や調査技術などが直接・間接的に大きく貢献してきました(第1図).

3. 官・民への貢献

調査航海が始まった当初は探検航海の様相を呈していましたが, 1980年代になると研究成果, 調査技術の両面で諸先進国の技術レベルに近づきました. その間地質調査所が中心となり白嶺丸を用いて実施してきた試料の採取法・観察法・分析法, 調査機器の開発・改良, 調査データや地質図等の公表成果は, 通商産業省の海洋資源開発政策, 資源探査計画の立案, 国際協力等に対して, 調査現場から委員会までの様々な場面で活用されてきたと思います. 例えば, 南太平洋諸国に対する政府開発援助(ODA)事業の立案・折衝・報告, 途上国の技術者個別研修, 国連海洋開発準備委員会要因訓練パネル, 同海底開発機構要員訓練の実施, 他機関への報告書作成・分析・解析に関する協力, 南太平洋応用海洋地球科学調整委員会(SOPAC)への長期派遣, 海底鉬物資源図の出版, データベース編集等々はいずれも地質調査所が主体となって実施してきましたが, すべては白嶺丸調査航海の賜物です.

4. 科学研究・国際交流への貢献

「白嶺丸」の海底鉬物資源調査の科学研究は1970年に地質調査所が基礎的研究として単独で開始しました. 以後数年間は金属鉬業事業団による探査・探鉬事業が同時期に並行して実施されました. その後, 1990年前後からは鉬床探査, 鉬量評価, 調査・回収技術, 採掘環境影響調査等, 商業開発へ向けての調査に重点がおかれるようになりました. 鉬物資源の対象物もマンガン団塊からマンガンクラスト, 海底熱水鉬床へと移ってきました. この間, 地質調査所は金属鉬業事業団, 工業技術院研究所(資源環境技術総合研究所, 生命工学工業技術研究所), 大学, 外国の研究機関等の協力を得て, 共同調査・研究交流を実施してきました. 南太平洋諸国(サモア, フィジー, トンガ, クックほか)からの技術研修生受入れ, 米国, ドイツ, 韓国などの共同研究者との交流もまた貴重な貢献でした. これらは, 今と比べれば大変規模の小さいものでしたが, その後これらを糸口として, 実質的な共同研究への発展の橋渡しとなったものもあります. ほかに英国, ドイツ, フランス, ニュージーランド, オーストラリア, ロシア等の先進国研究機関との人的交流へと発展していきました(第2図). さて, 国内で見ると, 非常勤職員または客員研究員として乗船した若い大学生・大学院生への影響にも大きいものがありました. 卒業論文や学位論文として実を結んだ例も数多くあり, 白嶺丸への乗船をきっかけとして海洋に関係する職業を選んだ人も多くいます.



第2図 地質調査所のマンガン団塊・クラストに関わる研究交流に関わってきた機関.

5. 今後の研究の新たな方向

1990年代に至って海洋鉱物資源の商業開発意欲の低下に伴い、先進国における学術研究やベースライン調査等はかなり急速に縮小された感があります。しかし地球科学的研究、探査・評価技術の開発、環境影響等多くの課題が残されており、今後とも継続・発展が必要です。

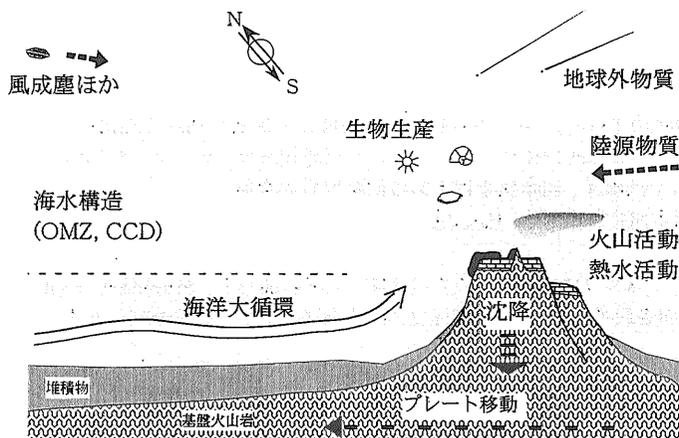
現在我々が地質調査所で進めている研究テーマの1つは、深海底における堆積環境変遷史や海底構造発達史と団塊・クラストの形成プロセス・形成環境とはどのような関連があるか?といった地球科学に関するものです。10数年を超える長い調査・研究の結果、幾つかのモデル海域では海底鉱物資源の精密スケールの時間的・空間的な分布実態が明らかにされ、その堆積史等との関連が具体的に明らかになっています。例えば、マンガン団塊は「堆積作用によって埋没されずに確かに海底に留まっていること」「古第三紀の海底にもマンガン団塊が存在していたこと」「深海底の堆積史が団塊の量・質を大きく支配していること」「ニッケル・銅を濃集するプロセスでは陽イオン交換能を持った特定の鉱物の働きが重要であること」などが明らかになっています。一方で「マンガン団塊に付加される金属類は溶存態か固相か?」「 μm オーダーの組成・組織変動はどんな環境変動を反映しているか?」「団塊・クラストの成長速度に時間変化があるか?」「地域特性を規制する要因は何か?」など興

味深い未解決の課題も多く残されました。これらが現在の中心的な研究課題となっています(第3図)。

団塊・クラストそのものの研究では、より微細スケールの研究へと向けられるようになりました。海洋古環境との対応研究のためのmmスケールの年代測定法の開発、微量元素や同位体の環境指標としての評価、微生物活動の鉱物形成・金属濃集への関与、過去の海洋イベント(海水準変動、無酸素事変、大陸移動ほか)と鉄・マンガン酸化物の沈殿現象との対比の試み等へと新しい展開を見せています。

現場では、高精度で信頼性のあるフィールドデータを取得することが研究調査の成功の鍵であり、海底環境条件の定量的把握が重要な課題です。これは困難な課題ですが、今後、深海潜水船、ROV、モニタリング装置等により、海底近傍および底層の物理、化学、生物学的条件を把握することが求められており、これは鉱物資源の起源解明と共に海洋物質循環の研究、海洋環境調査にも重要な課題です。

資源探査の分野からは、船上から海底鉱物資源の濃集率、品位、三次元的形状、物性等を現場にて計測するための調査技術開発、指針の作成が求められています。また採掘に伴う海洋環境影響評価も重要な研究課題です。今後、現実の商業採掘に至るまでに地球科学が大きく貢献できる課題は多いでしょう。そのためにはフィールド調査を継続することが必要であり、白嶺丸のような先進的調査



第3図 海洋におけるマンガン酸化物の形成に関連する様々な地球科学的因子。

機器を備えた大型の地質調査船および調査研究に熟練した運航チームが不可欠です。

6. 終わりに

御存じのように白嶺丸は平成12年3月末に公的な役割を終えました。四半世紀にわたる海洋鉱物資源に関わる研究調査成果は国内の学界、官界、産業界に広がっていききましたが、実は、広大な海洋のごく一部の実態が把握されたに過ぎません。現在、白嶺丸のあとを次いで、第二白嶺丸が海底資源探査を続けることになっています。鉱床探査・評価に関わる科学的知見の重要性が一層強調されるようになったと思います。海洋鉱物資源の科学研究、技術開発、環境ベースライン調査等の分野で今まで高い技術を築き上げてきた我が国が将来にわたって積極的に維持・発展させる必要があ

ります。

最後に、我々の参加した白嶺丸航海は大変多くの方々に支えられて実施できたことを改めて御報告いたします。現場においては、船舶運航、操船、船上作業等に労を惜しまず支援して下さった白嶺丸乗組員等関係者に最も深く感謝いたします。研究調査への御理解とその資質の高さは世界にも誇れるものであり、今後もこの良き伝統が継続することを願います。また航海をともにした資源環境技術総合研究所、金属鉱業事業団、大学教官・学生諸氏の御協力にも感謝し、今後の海洋鉱物資源分野の研究・調査への若い人たちの積極的参加を訴えたいと思います。小論を書くに当たり、多くの文献等を参考にしましたがリストを割愛しました。

USUI Akira (2000) : Research for Marine Mineral Resources using R/V Hakurei-maru.

<受付：2000年4月7日>

「海溝型巨大地震発生帯へのバーチャル探検」のお知らせ

1999年夏、科学技術庁は海溝型巨大地震発生帯の三次元地質構造を明らかにするため、科学技術振興調整費「南海トラフにおける海溝型巨大地震災害軽減のための地震発生機構のモデル化・観測システムの高度化に関する総合研究」(平成8年度～12年度)により、四国沖南海トラフで三次元地震波探査を行いました。この海域は海溝型巨大地震が繰り返し発生してきた所で、最も最近の例では、1946年に南海地震が発生し、1,300人以上の犠牲者をだしています。

この研究成果の公表、普及の一端として、海溝型巨大地震を発生させてきた地下へのバーチャル探検を企画いたしました。三次元地震波探査データから明らかになった、巨大地震発生帯を仮想的に再現し、その空間にあたかも入り込むようにして、地震発生帯の地下地質構造を体験することが可能です。海底下約10kmのバーチャル地下探検に参加して、巨大地震発生帯を見てみませんか。

日時： 2000年8月31日(木)、9月1日(金); 時間は参加者へ別途ご連絡いたします。
 場所： 日本SGI株式会社リアリティーセンター(恵比寿ガーデンプレイスタワー)
 主催： 科学技術庁、通商産業省工業技術院地質調査所
 協力： 日本SGI株式会社、Paradigm Geophysical社

参加費無料、どなたでもご参加いただけます。会場の都合上、事前登録をお願いいたします。その際に参加者氏名、連絡先、参加者人数、参加希望日などを連絡願います。

申込先： 工業技術院地質調査所 海洋地質部 倉本真一
 Fax: 0298-61-3767 e-mail: kuramoto@gsj.go.jp 締め切り：8月23日(水)
 問い合わせ先：
 科学技術庁研究開発局地質調査研究課 岡谷隆基 Tel: 03-3503-8162