

海底地質の基本図調査と白嶺丸

井上英二¹⁾

1. はじめに

2001年から、地質調査所もいよいよ独立行政法人の組織に組み込まれて再出発することになるようであるが、Geological Survey of Japanの名称に限りなく愛着をもつ私のような古い人間にとっては、何とも情けなく感じられて仕様がなない。しかし、たとえ組織が改編されても、これまで地質調査所が担ってきた国にとって必要不可欠な基本的業務、例えば地質図幅作成や標本管理、地質情報の収集蓄積等、地質に関する基準・標準づくりの仕事は、地質調査所を継承する組織によって当然将来も継続して行われると信じている。

ここで言う基本図とは、国土に関して基本的あるいは基準となるべき地図類を総称し、例えば国土地理院の縮尺5万分の1及び2万5千分の1地形図が社会一般によく知られた基本図である。海に関しては、海上保安庁水路部の大陸棚及び沿岸の海の基本図類、地質に関しては地質調査所・北海道開発庁発行の縮尺5万分の1地質図幅が基本図の代表例であり、地質調査所が発行する海底地質図類もまた基本図に含まれる。

地質調査所が海底地質図作成のための調査を本格的に開始したのは、白嶺丸が竣工した1974年からであり、以来今日まで26年間、地質調査所は同船を使用して日本周辺海域の海底地質調査研究を実施し、海底地質図類の作成を行ってきた。その成果として、1999年末までに海底地質図・表層堆積図(物理図等の付図を含む)等、合計51の図幅及び図類が刊行されている。もし調査に白嶺丸が活用されなかったならば、これほどの成果が挙げられたかどうか疑わしく思われる。その白嶺丸がこのたび廃船になると聞くに及んで、深い哀惜の念を

感じると同時に、今後如何にして残された基本図調査が継続されるのだろうかと懸念される次第である。

拙文では、基本図としての海底地質図類の重要性を説く目的で、かつそれに携わった白嶺丸の功績を偲ぶために、海底地質図作成計画成立の経緯、計画の進行、白嶺丸が果たした役割、海底地質図類の利用状況などについて述べてみたい。

2. 海底地質図作成調査計画の背景

かつて国土の基本図は主として陸域に対して作られてきたが、1960年代に入って、大陸棚の大規模な石油開発に代表される世界的な海洋開発ブームが起こり、それに伴って海底に関する各種の基本図が社会的経済的に要請されるようになった。そのため、基本図作成を目的とした海底の地形・地質のマッピング調査が1960年代後半から1970年代前半にかけて先進各国で盛んに行われ始めた。ちなみに、海洋底拡大説が提唱されたのは1960年代後半である。当時、イギリス、フランス、ニュージーランド等では、地質調査所相当機関あるいは海洋研究所によって組織的な海底地質マッピング調査が既に行われており、いくつかの海底地質図が刊行されていた。

日本では、海上保安庁水路部の故佐藤任弘氏の主導によって、「大陸棚の海の基本図」作成のための海底地形・地質構造マッピング調査が1960年代後半に開始された。その調査結果は縮尺20万分の1の基本図としてまとめられ、1969年発行の「最上堆積近」及び「秋田西方」を皮切りに、以降毎年続々と基本図が刊行された。

地質調査所が広く大陸棚の海底地質調査に乗り

1) 総合地質調査株式会社(元地質調査所職員):
〒140-0001東京都品川区北品川1-8-20

キーワード:基本図, 海底地質図, 表層堆積図, 白嶺丸, 海底地質マッピング, 地質調査所

出したのは、1969年度に開始された工業技術院特別研究「海底地質調査技術に関する研究」(5ヶ年計画;グループ長,水野篤行)からである。研究対象海域は九州西方海域であり、調査船としては東海大学の「東海大学丸II世」が使用され、最終年度には芙蓉海洋開発(株)所属の双胴船「わかしお」が傭船された。当初、船上調査に当たった地質調査所の研究者のほとんどは海底地質調査に未経験で、調査機器の使用方もままならぬ状態であったため、調査作業の多くは、佐藤孫七船長の指導の下に東海大学の研究員・学生の手によって行われた。従って、この調査研究期間の前半は「技術の習得」に多くの時間が割かれた感があるが、それでも計画の後半にはなんとか自らの手で調査作業を行うことができ、その成果として、1975年に縮尺20万分の1の「甌島周辺海域海底地質図」及び「対馬-五島海域表層堆積図」の2図幅が刊行された。これらは、調査所が発行する海洋地質図シリーズの第1号及び第2号である。

一方、行政府では、総理府科学技術庁の海洋科学技術審議会が1969年に「海洋科学技術に関する開発計画」を政府に答申し、これを受けて、関係省庁間の連絡会議が「日本周辺大陸棚総合的基礎調査」計画を策定した。この計画に、海底の基本図作成及びそれに必要な調査船の建造が盛り込まれている。

余談になるが、この「基礎調査」計画が出来上がるまでには、海底調査の権限及び調査海域の範囲をめぐって、運輸省、通産省及び建設省間でさまざまな軋轢があった。具体的に言えば、海上保安庁水路部、地質調査所及び国土地理院間で激しい綱引きが行われた。国土地理院は、浅海底は陸域の延長だから自らの所掌範囲と主張、水路部は他に先んじて大陸棚の地形・地質構造調査を実施している点を強調した。これに対して、地質調査所は地質に関する事象は海陸を問わず全てわが所掌にあると主張し、省令や設置法を盾にして互いに譲らなかった。私は当時たまたま科学技術庁に出向し、上記審議会の事務局を務めていたので、官庁間の縄張り争いの渦中に投げ込まれ、これら省庁間の調整にずいぶん悩まされたものである。長期間にわたる調整の結果として、国土地理院の海底地形・土地条件図の範囲は海岸から水深50m以浅の

海底及び内湾、水路部と地質調査所はそれ以遠の海域、地質調査所は水路部の海の基本図区画に従い、かつ同部発行の地形図を使用して、それに地質図を重ねることでひとまず決着を見た。このきまりの大筋は、現在まで続いていると思う。地質調査所発行の海底地質図を見た人は、海岸線に沿った一帯が空白のまま残されており、そのために海底と陸域間の地質関係が曖昧になっていることを不審に思われたであろうが、その理由は上記の経緯に由来している。まことに不合理な取り決めと思うが、これも当時の海洋における地質調査所の立場が、他の2機関に比べて決して有利ではなかったことの結果である。

それはともかく、地質調査所は、以前より日本周辺海域の海底地質調査を大規模に展開する計画をもち、そのために必要な地質調査船の所有を強く望んでいた。この機を逃さず、調査船建造の概算要求を1970年に行った。白嶺丸誕生の萌芽は、この時点で生じたと言えよう。白嶺丸建造に関する経緯の詳細は他に譲るとして、以下にごく簡単に記すと、上記の「基礎調査」計画を受けて1971年に「地質調査船建造委員会」が設置され、1972年より三菱重工業(株)下関造船所で詳細設計、翌年春に起工そして秋に進水が行われ、1974年4月より地質調査専用の新船白嶺丸の運行が始まったのである。

3. 海底地質図調査計画の進行

地質調査所の海底地質図作成のための調査は、白嶺丸竣工の年に、工業技術院特別研究「日本周辺大陸棚海底地質総合研究」(5ヶ年計画;グループ長,筆者)として開始された。本計画の内容は、日本周辺海域の概査及び大陸棚海域の調査の2本立てからなり、前者は縮尺100万分の1広域海底地質図及び物理図、後者は水路部発行の「大陸棚の海の基本図」区画に従って縮尺20万分の1海底地質図及び表層堆積図並びに物理図として刊行することを目標とした。以来この計画は全て白嶺丸を使用して実施され、5年毎に特別研究名を次々に変えながら、今日まで26年間継続されてきたのである。

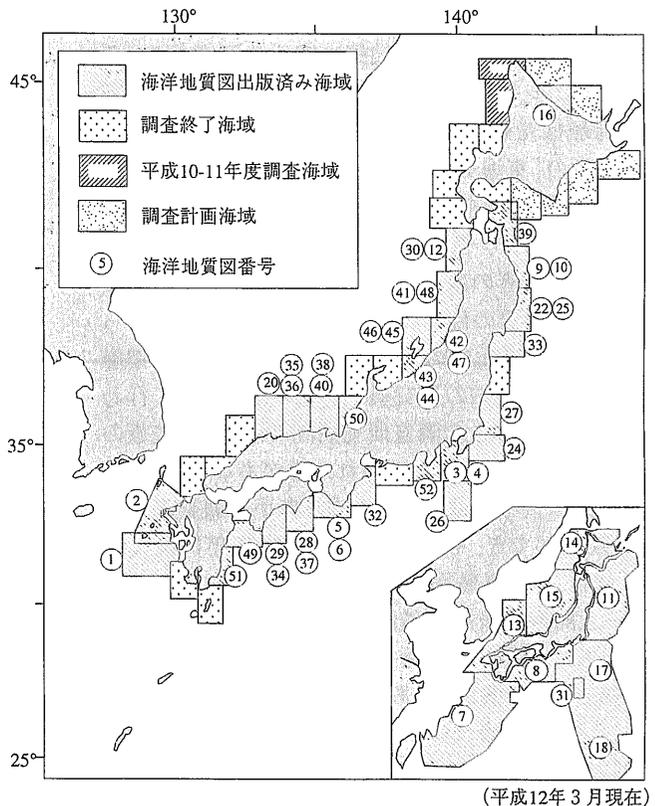
上記2本立ての調査のうち広域海底地質概査は、

初年度の伊豆小笠原諸島周辺(南方諸島)海域及び琉球諸島周辺海域(南西諸島)に始まり、次いで太平洋側、日本海側及びオホーツク海側の順に逐次調査が行われ、1979年度再度の伊豆小笠原諸島周辺調査で終了した。これらの成果は縮尺100万分の1の広域海底地質図にまとめられ、「琉球島弧周辺広域海底地質図」(1977)を皮切りに「小笠原島弧南部及びマリアナ島弧北部広域海底地質図」(1982)まで、合計8図幅が刊行された。これによって日本周辺海域の地質とテクニクスの概略が把握され、総括編集図として縮尺300万分の1「日本周辺海底地質図」(1983)が発表された。

一方、大陸棚海域の“区画”調査は相模灘及び紀伊水道南方海域で始まり、原則として本州北部から太平洋沿岸沿いに南下して日本海側へと、時計回りに本州、四国及び九州を一周して進み、現在は北海道日本海側沿岸海域に及んでいる。なお、調査海域における漁業権問題その他の理由で、調査区画の順が前後した場合も若干ある。調査所が水路部の「大陸棚の海の基本図」区画から調査対象として選んだ区画は、沿岸域の49区画であり、現在までに43区画が調査済で、そのうち26区画について縮尺20万分の1海底地質図として25図幅及び表層堆積図が16図、合計41図幅が刊行されている(第1図参照)。未調査の区画は、北海道オホーツク海側及び太平洋側で6区画であり、従ってこれまでのペースを維持すれば、恐らく数年以内に調査が終了するであろう。海底地質図の利用者からすれば、一刻も早い全区画の刊行が強く望まれる次第である。

4. 海底地質図作成調査に果たした白嶺丸の役割

基本図調査には、区画毎に精度の著しいパラツキがなくてはならず、そのために一定の調査仕様が必要である。調査海域は、区画によって大陸棚から大陸斜面を経て海溝底までを含んでいる。従って測深、各種音波探査、重力・磁力探査、海底観察、各種採泥機器による試料採取等が浅海底から深海底まで不自由なく行えることが基本図調査



第1図 地質調査所による海底地質図調査・出版状況。広域図は縮尺100万分の1、狭域図は縮尺20万分の1(提供:地質調査所産学官連携推進センター)。

の必須条件となる。さらに基本図としての質を保持するには、学術的に高いレベルの調査が要求される。1970年代初頭、日本でこれらの条件を満たして調査研究が行える総合的機能をもつ船は、東京大学海洋研究所所属の白鳳丸、海上保安庁所属の昭洋等2~3隻に過ぎず、地質調査所が海底地質調査専用としてこれらを常時使用することは不可能であった。さらに、地質調査所は深海底の鉱物資源探査にも使用可能な調査船を必要としていた。白嶺丸はこの要請に応えたものである。

地質調査所の日本周辺海底地質調査計画は白嶺丸の使用を前提として策定され、今日まで同船だけを使用して調査が行われてきた。計画実施から数年間は、本計画の調査に年間100日間白嶺丸が活用された。建造当時の白嶺丸は世界的に見ても最先端の機能を有し、最新の観測・調査機器が搭載され、各種の研究室も設備されていた。なかでも、10,000m長のワイヤロープをもつ大型ウインチ2

基の装備が、大陸斜面から海溝底に至る海域での試料採取を可能にした。その後、船の搭載機器は年を追って更新あるいは新型機器に変えられ、また技術の進歩に伴って船の設備も新しくなり、それによって調査内容もより密度の濃いものとなっている。

また、白嶺丸はハード面ばかりでなく、ソフト面も優れた船であった。すなわち、船長以下乗組員の技量が優れ、操船から甲板上の調査作業に至るまで、いずれの操作にも熟達していた。そのために、乗船研究員の調査意図が円滑に理解され、それが直ちに実現されて、効率よく成果を挙げることが出来たと言える。

さらに見逃せないのは、白嶺丸の居住性であった。それまでの各種調査船の居住性が研究員にとって必ずしも良好とは言えなかったのに対して、本船ではとりわけ研究員の居住性に配慮した設計になっていた。地質調査所が本船を使用して以来20数年間、船上で研究員の事故がほとんど皆無であったことは、乗組員の熟練度と研究者への気配り、及びこの良好な居住環境に大部分が帰せられるであろう。

5. 白嶺丸運航初期における海底地質マッピング調査

白嶺丸で調査を開始した頃の様子について少し記述したい。

白嶺丸による地質調査所の調査航海は、運航以来の通し番号で呼ばれている。すなわち、1974年の第1回はGH74-1航海と呼ばれ、昨年最後の調査航海はGH99である。ちなみに、G及びHはGeological Surveyと船名のそれぞれ頭文字、74は調査年次、最後の数字はその年に航海が複数回行われた場合の何番目かを表す。

白嶺丸運航の初期の航海は土岐船長、奥村一等航海士(後の第二代船長)はじめ航海士の方々によって操船された。白嶺丸の最初の調査航海、すなわちGH74-1航海は、同船が竣工して間もない4月に相模灘付近で5日間、全搭載機器の性能の実地試験及び操船と機器操作法のテストに重点をおいて実施された。このとき大型ウインチのワイヤロープ及びテレビケーブルの全長が海溝底に繰り出

され、作業にまず支障がないことを確認して安堵した覚えがある。

白嶺丸による第2回目の航海、すなわちGH74-2航海から本格的な海底地質図作成のための調査が「相模灘及付近」区画の海域で20日間行われた。調査は原則として昼間は採泥、夜間は物理探査の航走観測で行われた。この作業のスタイルは現在まで踏襲されていると思う。当初、エアガンのエアコンプレッサに故障が多く、夜間を通してエアガンが満足に作動したことはむしろ少なかったと記憶する。そのため、徹夜でコンプレッサの分解修理がたびたび行われ、吉開機関長はじめ機関部員、本座栄一、奥田義久両技官等が汗みどろ、ある時は泣きながらこれに当たったことを思い出す。エアガンが夜間を通して作動した翌朝は、バンザイをしたものである。そもそもエアコンプレッサの制作社名(Norwork社、エアガン装置のBolt社が改造)が芳しくなく、われわれは社名のrをとばして呼んだ。

エアガンが漸く普通に連続して作動し始めたのは、多分次航海の「南方諸島」GH74-3航海からと記憶する。一方、ドレッジ、グラブ及びピストンコアによる採泥作業の実地指導は主として本座技官によってなされ、吉岡 隆甲板長以下甲板員の機敏かつ適切な動きによってほぼ円滑に採泥作業が行われた。

このように、白嶺丸による最初の3航海は、調査機器の整備と操作技術の習得、運航方法、調査体制の確立等に重点が置かれたいわば試行錯誤の練習航海であった。もともと地質調査所には、スパークに通曉した中条純輔技官をはじめ広島俊夫技官ほか数名の技官はいたが、エアガンに通じた研究者はほとんどいなかったし、また深海底における本格的な採泥作業についても、ほぼ同様のことが言えた。当時、地質調査所在籍で、後の白嶺丸による海底地質マッピングの中核となる研究者は木村政昭、湯浅真人、奥田義久、石原文美、及び海底地形解析を行う小野寺公児、石橋嘉一、物理探査機器整備・操作の村上文敏、西村清和の諸技官にすぎない。従って、調査所は白嶺丸による本格的なマッピング調査のために、これまで海底調査に経験が深い本座栄一及び木下泰正両氏を大学の海洋研究所や海洋学部側の割譲によって採用した。

また、海底表層堆積図作成のマニュアルは大嶋

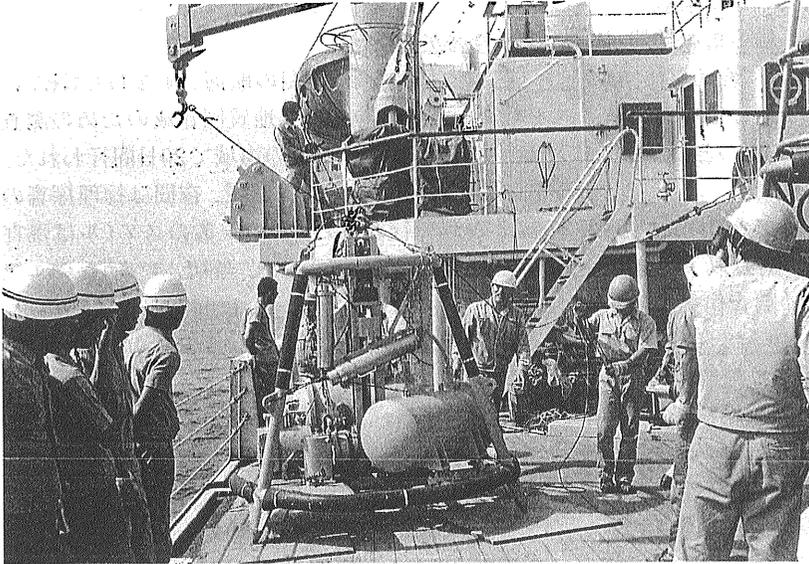


写真1
白嶺丸による海底地質調査初期の船上作業。小型海底試錐機を海中に降ろすところ。

和雄，有田正史両技官によって作られた。

白嶺丸運航初年度における区画調査は、「相模灘及付近」及び「紀伊水道南方」の2海域が選ばれた。両海域は当時比較的海底地質に関する既存のデータが多く，搭載機器を調整しながら調査を行うのに適した海域であった。従って，既存データに加えて新しいデータを取得するように調査したため，航跡は結果的にジグザグになっている。調査測線が区画海域で数カイリ間隔の格子状，広域調査で約15～20カイリ間隔の短冊状に規則正しく設定されるのはその翌年からで，前者は「相模灘及付近」(GH75-2航海)，後者は「琉球島弧周辺(南西諸島)」(GH75-1航海)以来である。

乗船研究員は6～10名で，調査内容によって増減はあるが，通常7～8名であった。彼等の担当は総括，地質構造(音波探査)，堆積(採泥)，重力・磁気探査，海底地形(測深)等であり，各分野に1～2名が張り付いた。さらに研究補助員として，学生や院生を6～7名を乗船させた。また，要望に応じて大学の研究者も乗船参加している。この調査研究体制は，現在もほぼ同様であろう。

6. 海底地質図類の利用

地質調査所発行の海底地質図，表層堆積図，広域海底地質図及び関連地球物理図は，たびたび述べたように，国の重要な基本図であり，社会的経済

的活動の知的基盤として，学術的には基礎的情報として利用されている。しかし，基本図作成に携わる研究者は，ともすればこの重要性を忘れがちであり，ルーチンで忍耐の要る調査に倦む傾向があるように思われる。私も調査所在職中，いくつかの図幅作成に関わって来たが，基本図に対する認識が今ほど深かったとは思えない。退職後2，3の会社に関係してみても，国立機関の基本図が，産学官を問わず，調査事業に不可欠な情報として利用されていることを改めて思い知らされた。

例えば，会社の事業における海底地質図類の利用状況を見よう。昨今盛んな陸海域の活断層調査をはじめ海底ケーブル敷設調査，砂利資源調査，環境調査等海底に関する調査のほとんど全てにおいて，仕事は海底地質図・表層堆積図を開くことから始まる。まず文献調査において，海底に関する基本図は第1級の資料として不可欠な文献である。調査計画策定では，対象海域の海底地形図及び海底地質図の検討が行われ，それに基づいて，精査範囲及び測線の設定あるいは採泥箇所の設定が行われる。調査を通じて取得した音波探査記録や採取試料は海底地質図，断面図，表層堆積図等と絶えず照合されながら分析される。同時に，基本図に関わる説明書，研究概要報告書，クルーズレポート等の記述もまた，これらの作業に重要な役割を果たす。

さらに，調査結果を評価する関係審議会あるい

は委員会においても、国立機関発行の基本図は検討の重要な基準のひとつとして利用される。もちろんこれらの検討の場では、大学等で得られた最新のデータや学説、あるいは他の図面類もまた参考に供される。とは言え、これらが基本図及びその付随情報の役割に取って代わることはまず少ない。このように、基本図が重視される理由は、基本図作成過程に対する社会の信頼度が高いためと考えられる。地質調査所が作成した図幅類は、その学術的レベルの高さ、調査の綿密かつ誠実さによって、社会的に信頼されてきた長い歴史を有する。

仮に調査対象海域に基本図がなかったとしたら、どのような不都合が生じるであろうか。調査範囲は必要以上に広がって仕事の能率が落ちる一方、重要な地質現象を見逃すなどして、コストに対する効果の著しい減少はおろか、間違った結論さえ導きかねないであろう。それ故に、利用者は全海域の海底に関する基本図の1日も早い刊行を強く望むのである。

7. おわりに

2001年より地質調査所は独立行政法人の部門として、社会変革の波にもまれることになるそうである。これからのサバイバルについて、僭越を承知の上で敢えて私見を述べれば、国土の社会的経済的基盤となるべき膨大な地質情報を総合的に掌握し、かつ地震や火山噴火をはじめ諸々の自然災害の予知対策に根本的な指針を与え得る組織機関は、現在の日本には地質調査所を置いて他に存在せぬことを強調したい。これを踏まえ、これからの地質調査所は、従来にも増して、時勢の要望に迅速かつ適切に対応せねばならぬことは当然で

あるが、さらに地質(広義の)に関する基準あるいは標準となるものを確立し、それを社会に敷衍するのが地質調査所の根本的な役割のひとつであると考え。基準・標準とは、例えば標本、標準試料、年代尺度であり、5万分の1地質図幅に代表される基本図である。これにハザードマップ(災害地質図)が基本図に加わるであろう。これらは基盤情報として早急に整備されねばなるまい。一方、基本図作成業務に携わる研究者には、強い使命感と研究レベルの絶え間ない向上が求められる。そして、地質調査所はそのようなプロ意識に徹した研究者を養成あるいは採用すべきと考え。そして海洋部門については、たとえ白嶺丸を失った後も、海の基本図作成の調査研究が続行されることを期待している。

おわりに当たって、これまで26年間、たゆまず海底地質図作成のために働き続けた白嶺丸とその多くの関係者に感謝を捧げたい。それは同船建造の関係者、修繕整備に携わった人々、歴代の船長以下乗組員の人たち、同船所有者としての金属鉱業事業団及び同船を運航した海洋技術(株)の関係者諸氏である。

また拙文中、部外者の立場を顧みず、かつ最近の海底地質図調査についても深くわきまえずに言及したことに対して、海洋地質部関係者の諒解を得たいと思う次第である。最後に、拙文にご意見を寄せた西村 昭 海洋地質部長、湯浅真人 産学官連携センター長 及び 岡村行信 海洋堆積研究室長にお礼を申し述べる。

INOUE Eiji (2000) : Marine Geological Mapping by Geological Survey of Japan and R/V Hakureimaru.

< 受付 : 2000年4月3日 >