

白嶺丸の達成したもの

玉木賢策¹⁾

1974年4月に就航した最新鋭の地質調査船白嶺丸は、新設された地質調査所海洋地質部の指揮のもと文字どおり日本周辺海域をかけめぐり、6年ほどのうちに日本周辺海域の地質構造の大枠を明らかにした。また1年に1度、中央太平洋のマンガン団塊探査の長期航海を実施し、マンガン団塊資源研究に貢献するとともに、中央太平洋のテクトニクス研究にも貢献してきた。筆者は、白嶺丸の就航した年、すなわち地質調査所海洋地質部が設立された年に、海洋地質部に配属され、初期の7年間の間に最も多く白嶺丸に乗船した者の一人として、この間のいくつかのエピソードと科学的成果をざくばらんにここで紹介させていただく。

就航当時、白嶺丸はまさしく最新鋭の調査船であった。当時、大型の海洋調査船としては7年前(1967年)に就航した東京大学海洋研究所の白鳳丸(3,200トン)があったが、白鳳丸は総合観測船として設計されており、地質調査性能は白嶺丸の方がすぐれていた。現在複数の観測船を有しているJAMSTEC(海洋科学技術センター)はまだ設立まもなく観測船を持っていなかった。白嶺丸は航走しながらデータを取得する装置としてエアガン音波探査装置、プロトン磁力計、船上重力計、精密音響測深機、3.5 kHz音響地層探査装置の最新モデルを装備していた。後部甲板下に収納された10,000m長のワイアウインチ、6,800m長の同軸ケーブルおよび深海観察用テレビシステムなど複数の大型ウインチを、甲板をみわたせるウインチコントロールルームから効率よく操作することができ、海底サンプリング性能も極めて高いものを有していた。さらに、当時実用化されたばかりの衛星航法装置NNSSを搭載しており、ブリッジ、各研究室をはじめ各所に設置されたモニターに、船位、観測デー

タ、気象データなどがリアルタイムで表示されるというのも当時では画期的なものであった。最大航走速度も、当時世界の観測船のほとんどが10~12ノットであったのに対して、白嶺丸は15ノットで航走できたため、日本をはるか離れた遠洋にも効率よくかけることができた。

このように白嶺丸は、当時の世界最高性能をもった観測船であったと言える。白嶺丸が走ったあとには、今まで未知であった地域の海底地質がおもしろいように明らかにされるといった感があった。就航時は船もピカピカであったし、我々研究者もピカピカであった。1974年のこの年には、海洋地質部が設立されると同時に、本座栄一、木下泰正、有田正史、野原昌人、井内美郎、村上文敏の各氏と私が地質調査所に入所した。その前年には、奥田義久、湯浅真人氏が入所していた。さらにその後数年の間にも、現在の海洋地質部を構成する多くのメンバーが入所した。こうして勢ぞろいしたフレッシュなスタッフが新進気鋭の調査船白嶺丸を駆使して日本周辺海域、中央太平洋を駆け回ったのがその後のおよそ6年間のことであった。

地質調査所の最若手グループであった我々は実によく船にのった。当時まだ20代であった私は、年間乗船日数150日というとほうもない記録を達成してしまった。今でもよく覚えているのは、1974年夏の私の初航海であった。もともと乗り物にはひときわ弱かった私は、はじめての航海に興奮し、自分が乗り物に弱いことなど忘れて白嶺丸の中を飛び回っていた。しかし、はずかしいことにその元気も東京湾内のみであった。母港船橋港を出港して数時間後東京湾を出て船が揺れ始めると、とたんに船酔いにおそわれ嘔吐し、動けなくなった。観測地域の紀伊半島沖の海域に到着してもその後数日間

1) 東京大学 海洋研究所:
〒164-8639 中野区南台1-15-1

キーワード:観測船、地震波探査、テクトニクス

そのような状態であったように思う。航海の主席研究員は後に地質調査所所長をされた井上英二氏（当時海洋地質部海洋地質課課長）であった。ベッドにふせている私を見舞った井上氏の表情には落胆の色がありありであった。新卒で入所した私は、海洋地質部若手グループの中でも最若手であったので、活発に動き回るのを期待されていたのであろう。しかし、さすがに航海の後半には動けるようになりそここの仕事はしたように記憶している。その後、私は次から次へと航海に乗りつづけることになるのだが、船に強くなることはなかった。ただ、船酔いの御しかたをうまく覚えて船酔いをしながら仕事をこなせるようになって今にいたっている。

こうして私は、日本周辺海域の航海では、南西諸島航海（1975年）、日本海溝・千島海溝航海（1976年）、オホーツク海航海（1977年）、日本海航海（1977-1978年）、小笠原諸島航海（1979年）といった形で、南海トラフ航海（1975年）を除く、すべての日本周辺広域調査航海（100万分の1海底地質図作成のための航海）に参加した。これらの航海の主席研究員は本座栄一氏（当時研究室長、現熊本大教授）で、湯浅真人氏が海底サンプリング担当、私が音波探査担当という組み合わせが多かった（写真1）。これらの日本周辺海域広域調査に参加したことにより、私の脳裏には、日本周辺の海底の地質構造がたたきこまれ、その後日本周辺海域のどこの地域の議論にも御していけるようになり、私にとっては大変大きな専門知識の蓄積となった。また、私自身は、白嶺丸日本海航海のデータを使わせていただき学位を取ることができた。

以上の各地域の観測には、各海域それぞれ、南西諸島40日、日本海溝・千島海溝40日、オホーツク海20日、日本海80日、小笠原海溝100日程度を要している。これらの航海を通じて我々は観測技術に修練していき、また新たに開発していった。私が関わったもので特筆しておきたいのは、高速反射法音波探査装置の開発である。これはシングルチャンネルアナログ方式のもので、現在でも通常8ノット前後の速度で観測するのが普通である。我々は、このシステムを12ノットの速度で観測可能なようにシステムを改良していった。まず発振源であるエアガンの曳航システムを12ノットでも安定曳航できる

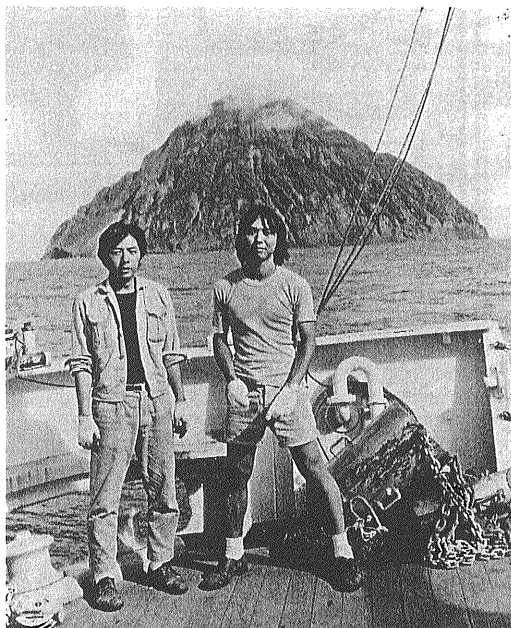


写真1 1979年に実施された100日に及ぶ白嶺丸小笠原島弧調査航海で南硫黄島を背景にした岩石班主任の湯浅真人氏（左）と音波探査班主任の筆者（右）。右手にあるのが当時使用した円筒型ドレッジ。

ように改良していった。参考にすべき前例がないのでこれは試行錯誤の連続であった。発振トリガー用曳航ケーブルの断線や、高圧エアホースの破裂のトラブルに頻繁に見舞われたが、このシステムは2年程度で完成することができた。もっと大変であったのが、曳航受波器であるハイドロフォンストリーマーの開発であった。就航時に船に取り付けられていたストリーマーは2年たらずで感度が落ち記録がとれなくなった。これにかわってはじめたのが、手作りストリーマーである。圧電素子であるハイドロフォンと、ビニールホースを購入し、100個のハイドロフォンをはんだ付けでつないでいき、それを30メートル程度のホースの中に入れ、船のマストの上から船底まで垂直に垂らしておき、上から粘性の高いひまし油をながしこんでいけば完成である（写真2）。1978年の日本海航海のころまでにはこの自作ハイドロストリーマーによる観測が軌道にのった。この自作ストリーマーによって得られた記録は極めてSN比の高いもので、高速で実に見事な記録を取ることができた。ただし寿命が短い欠点で、高SN比は一航海は十分にもたなかった。このため観

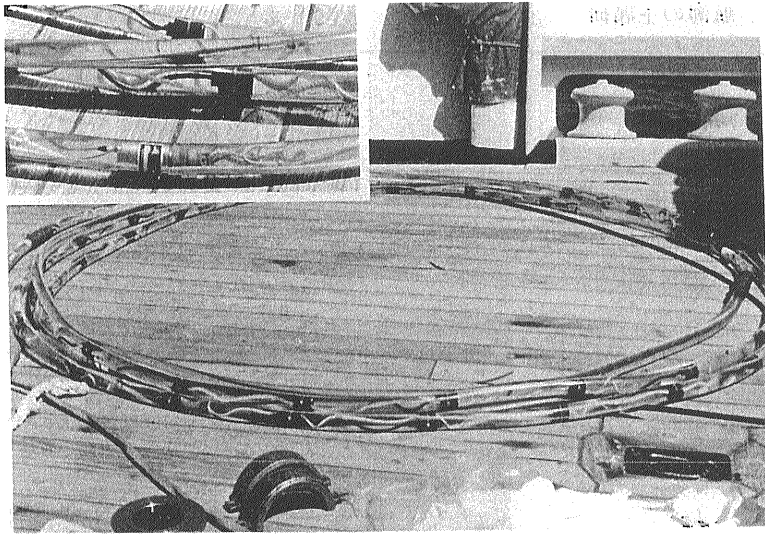


写真2

日本列島周辺海域の調査で活躍した手作りストリーマー。黒くみえるのが hidroフォン。ホースの径は6cm程度。

測航海中は、常に次のストリーマーを作成するというかなりハードな環境におかれることになった。

こうして開発していった高速音波探査装置が最大限の性能を発揮したのが1979年の小笠原航海であった。水深9,000mに達する小笠原海溝を横切って11ノットの速度で海溝底の明瞭な記憶を得ることができた。小笠原海溝、小笠原島弧を横切って取得された約50本の地質構造プロフィール(Honza and Tamaki, 1985)はその後各国、および国内各研究機関の同島弧の研究において必ず引用される貴重なデータとなった。1989年に実施された小笠原島弧の国際深海掘削計画(ODP)も白嶺丸の観測データをもとに立案され掘削されている。また、白嶺丸のデータに基づいて、小笠原島弧を東西に二つに割って新たな背弧海盆の形成開始と考えられる小笠原弧背弧凹地が発見されている(Tamaki, 1985)。これは、今年に入って活発になっている小笠原島弧上の地震火山活動の正確な理解にも貢献する重要な成果であろう。さらに、近年のマルチナロービーム音響測深器によってその存在と重要性が再確認されてきている孀婦岩構造線の発見(Yuasa, 1985)も白嶺丸のデータに基づいてなされたものである。

1978年の日本海航海でも、本高速音波探査装置を活用して高品質の記録をとることができ、こちらでも、白嶺丸で取得したデータをもとに1989年に日本海で実施された2つのODP掘削航海(ODP Leg 127, 128)の掘削地点7点がすべて白嶺丸のデータ

に基づいて決定されている。日本海では先に実施された1973年のDSDP深海掘削計画日本海航海(DSDP Leg 31)により日本海の内海部3地点で基盤採取をめざして掘削が試みられていたが、いずれの地点でも堆積層途中のガス層に遭遇し掘削が中止され、基盤までの掘削に成功していなかった。基盤を採取して日本海の形成時期を確定しようというのが掘削の目的であったが、海盆部堆積層中のガス層にはばまれて、日本海の形成年代という日本の地質学にとっての大問題の解決は棚上げになってしまっていた。1977年、1978年に白嶺丸が日本海に入るまでは、日本海の音波探査記録はまだ数は少なく、また海盆部の基盤まで記録が得られているものはまれであった。2か年にまたがって80日に及んだ白嶺丸日本海調査航海では、70本近くの音波探査観測側線を実施したが、そのいずれにも明瞭に海盆部の基盤がとらえられていた。この全測線を解析して、ガスに遭遇せずに基盤に達する可能性がある地点の掘削を提案して実現されたのが1989年の日本海ODP掘削であった。提案をODP事務局に提出した当時、掘削提案を審査する委員会で、先の日本海掘削航海の主席研究員であったコーネル大のD. Karig教授から、日本海ではどこを掘ってもガス層が出て基盤までは掘削できないので掘っても無駄だと手厳しい批判をうけたこともあった。しかし、白嶺丸のデータはガス層に遭遇せず基盤まで到達できる可能性のある地点があることを示していた。理屈は簡単である。先の掘削

で掘られたガス層を白嶺丸の記録上で追跡していき、その層が消滅している箇所を提案したのである。日本海のガス層は日本海海盆部堆積層の上部を占めるタービダイト層の中に胚胎されている。基盤と下位の堆積層が大きく盛り上がっている地点では、深海部を埋積するかたちで堆積したタービダイト層が欠如しており、またそのため堆積層も500m近くまで薄くなっていて(タービダイト層がある部分は、1,500~2,000m厚)容易に基盤まで掘削できることがわかった。結果的に、1989年のODP掘削では、海盆部で実施された3地点の掘削のすべてで基盤岩の玄部岩の採取に成功し、その噴出年代から日本海の形成が1,800万年から2,100万年前の間に活発に行われていたことをつきとめた。このデータはその後現在にいたるまで、示準的なデータとして日本海地質研究に重要な貢献してきているが、白嶺丸のデータがなければ、ODP日本海掘削の実現に至らず、日本海の研究も著しく遅れていたであろう。

白嶺丸日本海調査航海のもう一つの大きな発見は、日本海東縁部変動帯の発見であった(Tamaki and Honza, 1985)。今では、奥尻島から富山湾を結ぶ日本海東縁変動帯が、北米-ユーラシアプレート境界を構成する第一級の変動帯であることは誰でも知っていることであるが、白嶺丸日本海調査航海が実施された当時は、日本海の活動は日本海が形成された第三紀にすべて終わっており、第四紀にはまったく活動していない静かな海であると考えられていた。しかし、白嶺丸が取得した日本海東縁を横切る30本の音波探査側線は、そこが活断層帯であることを示唆していた。しかし、私自身の中でも第四紀の日本海は活動していないという固定観念があまりにも強かったので、セミナー程度で日本海東縁変動帯の話はしていたが、論文にするまでは至っていなかった。セミナーで私の話を聞いて大いに興味を示されたのは、当時東京大学地震研究所助教授で今はなくなられた中村一明氏であった。その後同氏は、すぐに日本海東縁プレート境界説を発表され、その直後に日本海中部地震(1983年)が発生し、日本海東縁変動帯が脚光をあびるようになっていった。ここでもやはり白嶺丸による日本周辺海域広域調査がなければ、日本における海底変動帯の研究は大幅に遅れていたのではないかと

と思われる。ことは地震大規模災害に関わることであるから、日本海東縁変動帯を発見した白嶺丸の貢献は甚大なものがあると言えよう。

このように初期に活躍した白嶺丸は、その後も引き続き、日本海周辺海域の精査、南極海域調査、海洋環境調査、マルチチャンネル地震波構造探査に活躍していくことになる。私自身は、1986年に東京大学海洋研究所に移り、外から白嶺丸の活躍をながめていたわけであるが、その中で残念だったのは、白嶺丸に最後までマルチナロービーム音響測深器が装備されなかったことである。マルチナロービーム音響測深器は白嶺丸の後に建造された、海洋研究所の白鳳丸代船(1989年就航)をはじめ、JAMSTEC、海上保安庁水路部などすべての観測船に標準装備されている。日本以外の各国の観測船にも同様に標準装備された。マルチナロービーム音響測深器は精密海底地形図を作成する装置であるが、単に海底地形図を作成するだけでなく、海底サンプリングその他の海洋観測全般を高精度に実施していくために必要となる基本的な観測装置である。世界の観測船のほとんどが同装置を装備している中で、白嶺丸だけが装備していないのは、なんとも寂しいことであった。しかし、その白嶺丸も1998年には高性能のマルチチャンネル地震波探査装置が装備され、マルチナロービーム音響測深器を持っていないという欠点を十分おぎなう性能を備えることができた。実際、多くの地震波探査専用船は、マルチナロービーム音響測深器を搭載していないのが普通である。大規模地震波探査を実施するのに、必ずしもマルチナロービーム音響測深器は必要ないからである。さあこれから第一級の地震波探査専用船として大活躍というときに、しかし白嶺丸はその役目を解任されてしまった。今は、まだ十分に現役で機能する船体と大規模地震波探査装置を搭載したまま、なすすべもなく係留されていると聞く。なんということであろうか。地球上には、地震波探査船の観測を必要としている地域がいくらかもある。南米大陸とアフリカ大陸の大西洋岸の大陸斜面の地質構造が明らかになれば、大陸分裂という地球上の最もダイナミックな地質学的プロセスの研究に大きく貢献することができるであろう。高速系海底拡大地域である太平洋の地殻構造は明らかにされたが、低速拡大系の大西洋の地

殻構造は複雑でまだまだ多くの地震波構造探査を必要としている。海溝サブダクション帯の研究も日本の周りの海溝の探査ばかりでは、その本質にせまるのは難しい。東太平洋、南西太平洋、インド洋など多くの海溝の探査を進めていって比較研究をする必要がある。地震波探査専用船白嶺丸の活躍する場はまだまだいくらかもあるのである。白嶺丸がよみがえって、地球上の各地域の難問にチャレンジする探査ができたらなんとすばらしいことであろうか。そんな夢をえがきながら、この小文の筆をおくことにする。

参考文献

- Honza, E. and Tamaki K. (1985) : The Bonin Arc, in *The Ocean Basins and Margins*, edited by A. E. M. Nairn et al., Vol. 7, p.459-502, Plenum Co., New York.
- Tamaki, K. (1985) : Two modes of back-arc spreading, *Geology*, 13, p.475-478.
- Tamaki, K. and Honza, E. (1985) : Incipient subduction and obduction along the eastern margin of the Japan Sea, *Tectonophysics*, 119, p.381-406.
- Yuasa, M. (1985) : Sofugan Tectonic Line, a new tectonic boundary separating northern and southern parts of the Ogasawara (Bonin) Arc, northwest Pacific. In Nasu, N., Kobayashi, K., Uyeda, S., Kushiro, I., and Kagami, H. (eds.), *Formation of Active Ocean Margins*: Tokyo (Terra Sci. Pub.) p.483-496.

TAMAKI Kensaku (2000) : Achievements of R/V Hakurei-maru.

< 受付 : 2000年5月8日 >

南硫黄島と玉木さんと孀婦岩構造線と

はからずも20年以上も前の写真をお目にかけることになってしまいました。玉木さんと私は、写真の背景になっている南硫黄島上陸を敢行しました。忘れもしない、1979年4月30日のことでした。この顛末は地質ニュース第306号(1980年2月号, p.36-43)に書いてありますので詳細は省略しますが、白嶺丸からゴムボートを下ろし、白嶺丸甲板部の石井さん、渡辺さん、機関部の山本さんと共に、5人で上陸、岩石採取を行いました。本船から眺めた島の海岸とボートで近付いた時の波打ち際の様子の違いは、「春の海」と「冬の日本海」の違いのような、全く異なる海の顔でした。逃げ出したい思いと誰も知らないあの島の岩石が欲しいという思いとが交錯したものの、「ここまで来たんだから行きましょう」という玉木さんの“無謀な”一言で‘えーい、行け!’となったのです。

島を脱出する時の波頭の高さに、救助のヘリでも来てほしい思いがつのりました。

“これは1人くらい死んでしまうのではないかな、船乗りは海に強いだろうから、となると玉木さんか自分だ、自分は泳げるから大丈夫かも知れない、しかし、玉木さんにしがみつかれたらヤバイな”そんな思いも頭の中を駆け巡っていました。玉木さんはきつと逆のことを考えていたのでしょうか。あれから21年、2人とも健在です。

必死の思いでとって来た岩石は、伊豆・小笠原弧

の火山フロントの岩石の中では比較的アルカリに富む玄武岩で、北の伊豆大島から南の南硫黄島までの火山フロントの岩石の組成を大雑把に眺めてみると、鳥島より北の低アルカリのグループと、西之島より南の高アルカリのグループとに、大きく分かれるように見えました。当時の海底地形図では、北が浅い(淡い色)、南が深い(濃い青)という程度にしか分かりませんでした。南北で何か違う様でした。丁度、ユーイングシンポジウムのプロシーディングズを使った輪読会をしていて、深発地震面の傾斜の違いもありそうなことも分かり、南北の違いをあれこれ並べて、ギャップが存在すると思えました。名前をつけてやろうと思い、鳥島と西之島の間で命名に使えそうな地名を探したところ、孀婦岩(そうふがん)という島がありました。「孀婦岩構造線」という名前をこうしてつけました。前述のように当時は現在のような詳細な地形図はなく、最初の報告(月刊地球, vol.5, p.459-463, 1983)では孀婦岩の南に適当な方位の線を引いただけでした。その後、海上保安庁水路部、海洋科学技術センター、東京大学海洋研究所の最新鋭調査船により海底地形の様子が分かってくると、孀婦岩構造線ははっきりとその姿を表わしました。マルチナロービーム音響測深器があればという玉木さんの思いは、実感として私にもあります。

(湯浅真人)