

6,000mの深海底の散策

藤岡換太郎 (東京大学海洋研究所)
Kantaro FUJIOKA

1. はじめに

地球をとりまく広大な深海底には一体どのような生物が生息しどのような岩石があるのだろうか？ 海の底を自由に動きまわりそれらを目の当りにする事は人類の長年の夢であった。海洋底の様々な場所を直接自分の目で観察するにはどうしても海底を動きまわる事の出来る潜水艇 (submersible) を用いる事が不可欠である。

1970年代にフランスの潜水艇シアナ (Cyena) やアメリカのアルビン (Alvin) が建造され 4000メートルより浅い海底で数多くの潜水調査が行われ ガラパゴス海嶺や東太平洋海膨等では人類がそれまでに見たこともない奇妙な生態系や現在形成されつつある鉱床が発見された。

我が国では海洋科学技術センターの持つ「しんかい2000」が就航以来すでに200回近い潜水を行い 数々の輝かしい成果をあげている。しかしプレートの沈み込み帯は多くの場合これらの潜水艇の潜水能力を越えた深さに横たわっていて それゆえに 6000m級の潜水艇の建造が長い間待たれていた。1985年夏 フランスの新造潜水艇ナチール (Nautile) がナジール (Nadir) につれられて日本にやってきた。沈み込み帯にみられる地球科学現象を目視観察し それをビデオや写真に収め深海底の試料をその現場で (in situ) 手にいれるという世界で初めての試みが日仏共同で行われた。日本近海では南海トラフ 駿河トラフ 相模トラフ 日本海溝 千島海溝で合計27回の潜水が行われた。筆者は幸運にもこのプロジェクトに参加する機会を得 第一鹿島海山近辺の日本海溝に潜水した。小論ではこのプロジェクトで明らかにされた事を筆者の参加した第2節を中心に紹介したい。

2. KAIKO 計画

日本列島の周辺にはプレートの沈み込み帯である島弧-海溝系が多く存在し 火山活動や地震活動の原動力となっている。このようなプレートの沈み込み帯に起こっている動的な変化を日本とフランスと共同で潜水艇を用いて目視観察しようという計画が進められてきた。これは 2ヶ年計画として1984年にスタートした日仏日

本海溝共同調査 (KAIKO 計画) と呼ばれるプロジェクトで 1982年以来文部省と東京大学海洋研究所そしてフランス国立海洋開発機構 (IFREMER) とが共同で進められてきた。フランスの海洋調査船ジャンシャルコー号 (Jean・Charcot 以下 JC 号と略す) が高知港に入港したのは1984年6月1日の事であった。

第一年次は主として翌年の潜水候補地点とその周辺海域の詳細な事前調査が JC 号によって各節18日間の3つの節に分けて行われた。第一年次の第一節は 高知港を出港して南海トラフ 日向海盆 銭洲海嶺を調査し清水港に入港した。第二節は清水港を出港し駿河トラフ 相模トラフ 海溝三重点を調査し東京に入港した。第三節は東京を出港し第一鹿島海山 日本海溝 IPOD 地点付近と襟裳海山を調査して函館に入港した。その後 JC 号は函館-東京間で日本海溝の軸に沿ってシービーム測線を取った。この JC 号にはシービーム (Sea Beam) と呼ばれるマルチナロー・ビーム (Multi-Narrow Beam) システムが搭載されており 海底地形が詳細に把握されその結果は船上のコンピューターによってリアルタイムで等深線となって描き出された。地形調査は海溝域を

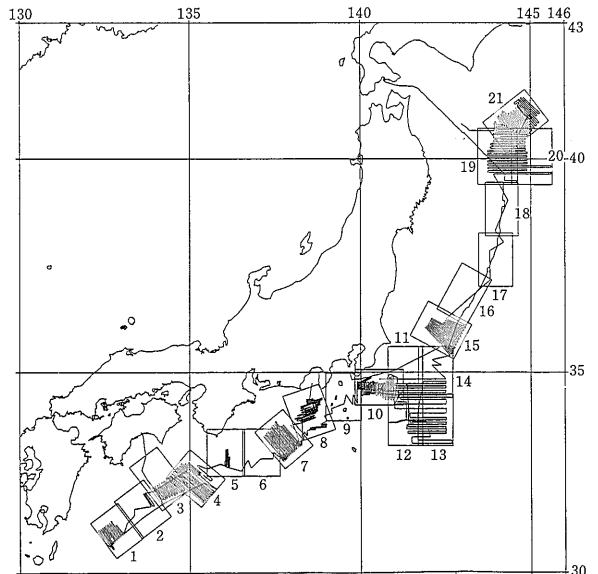


図1 ジャンシャルコー号の航跡図

表 1 ジャンシャルコー号の調査地域

図番	地 図 名	地域(四隅の緯度(N)経度(E))			
		緯度	経度	緯度	経度
1	九州・パラオ海嶺[日向南東沖]	31°47'	132°52'	30°54'	133°38'
		31°16'	132°04'	30°23'	132°50'
2	南海トラフ[足摺岬南方]	32°22'	133°48'	31°26'	134°27'
		31°49'	132°46'	30°53'	133°35'
3	南海トラフ[高知南方]	33°11'	134°02'	32°06'	134°59'
		32°40'	133°13'	31°35'	134°11'
4	南海トラフ[室戸岬南方]	33°07'	135°00'	32°22'	136°02'
		32°25'	134°18'	31°40'	135°22'
5	潮岬海底谷	33°37'	136°36'	32°27'	136°36'
		33°37'	135°30'	32°27'	135°30'
6	南海トラフ[大王埼南方]	33°37'	137°38'	32°27'	137°38'
		33°37'	136°33'	32°27'	136°33'
7	南海トラフ—銭洲海嶺	34°06'	137°43'	33°12'	138°36'
		33°32'	136°54'	32°38'	137°47'
8	南海トラフ—駿河トラフ	34°44'	138°46'	33°37'	139°15'
		34°25'	137°43'	33°18'	138°12'
9	七島・硫黄島海嶺[三宅島周辺]	34°59'	140°01'	33°49'	140°01'
		34°59'	138°59'	33°49'	138°59'
10	房総海底崖—相模トラフ	35°04'	139°50'	35°04'	141°15'
		34°12'	139°50'	34°12'	141°15'
11	伊豆・小笠原海溝—相模トラフ接合部[北西部]	35°37'	141°49'	35°37'	141°49'
		35°37'	140°48'	34°23'	140°18'
12	〃 [南西部]	34°28'	141°49'	33°12'	141°49'
		34°28'	140°48'	33°12'	140°48'
13	〃 [南東部]	34°28'	142°42'	33°12'	142°42'
		34°28'	141°41'	33°12'	141°41'
14	〃 [北東部]	35°37'	142°42'	35°37'	142°42'
		35°37'	141°41'	34°23'	141°41'
15	第一鹿島海山	36°39'	142°04'	36°07'	143°17'
		35°51'	141°32'	35°19'	142°44'
16	日本海溝[塩屋崎東方]	37°11'	143°52'	36°07'	143°06'
		37°36'	143°00'	36°31'	142°14'
17	〃 [相馬東方]	38°18'	144°28'	37°03'	144°28'
		38°18'	143°29'	37°03'	143°29'
18	〃 [金華山東方]	39°28'	144°38'	38°14'	144°38'
		39°28'	143°40'	38°14'	143°40'
19	〃 [宮古東方]—西部	40°41'	144°37'	39°25'	144°37'
		40°41'	143°27'	39°25'	143°27'
20	〃 [宮古東方]—東部	40°36'	145°38'	39°25'	145°38'
		40°36'	144°27'	39°25'	144°27'
21	襟裳海山	40°49'	143°36'	41°32'	144°51'
		40°07'	144°18'	40°50'	145°33'

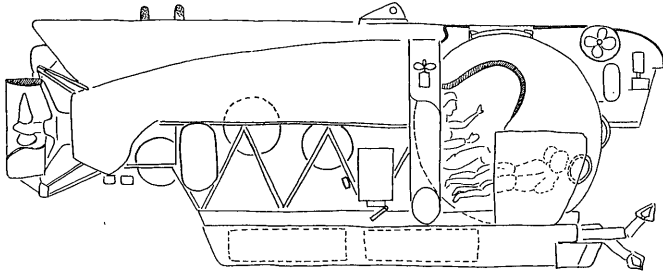


図2
ノチールのアウトライン

7つの重点的なボックス (Box) にかけて測線をひいて行われた。これと並行して 3.5 KHz PDR ウォーター・ガン (Water Gun) プロトン磁力計 重力計などによる観測がシービームと同じ測線について同時に行われた。J C号には 日本から9名 フランスから8名の地質・地球物理学者が乗りこんでこれらのデータの解析にあたった。図1はJ C号の航跡を示す。表1には7つの重点的ボックスの位置などのデータを示した。初年度の結果は X. LePichon・飯山ほか (1985) により速報として発表された。また 海底地形図としては20万分の1と5万分の1の縮尺の海底地形図が出版された(「日本周辺の海溝及びトラフの海底地形」東大出版会 1985)。日仏共同の成果については近く雑誌 Earth and Planetary Science Letters に特集号として報告される予定である。

2年次の1985年は 6000mの潜水能力をもつ潜水艇ノチール号がその支援船ナジール号に乗せられて6月1日清水港に入港した。潜水による目視観察(ビデオやステルカメラも含む)と in situ での堆積物・岩石・生物・採水の試料の採集が3つの節に分けて行われた。母船ナジール号には各節日仏6人ずつの研究者が乗船した。

表2には日本近海での潜水者名簿を示した。

第一節は清水港を出港し銭洲海嶺 南海トラフ 天竜海底谷に計8回潜水し清水へ戻った。此の間荒天のためノチール号が損傷を受けその修理に3週間程かかってしまった。第二節は7月13日に清水港を出港し駿河トラフ 第一鹿島海山 相模トラフに計9回潜水し東京へ戻った。第三節は東京を出港し日本海溝 IPOD 地点 襟裳海山 千島海溝 第一鹿島海山に計10回潜水し鹿島港でその幕を閉じた。これらの潜水では 堆積物 岩石 生物 採水の試料 ビデオ ステル写真の資料が得られた他 海底地震計及び海底傾斜計の設置にも成功し多大の成果をあげた。潜水の結果の速報は X. LePichon・飯山ほか (1985) により発表された。

4. ナジールとノチール

母船ナジールは1000トンにちょっと満たない小さな船であるが 18トンのノチールを吊りあげる強力な油圧Aフレームを持っている。後部甲板は両サイドに2階建てのコンテナが立ち並びまるでビルの谷間のようなものである(口絵写真-1を参照)。このビルの谷間にノチールを移動させる架台が動くレールが切っている。ナジール上には数多くのトランスポンダー (transponder) が積んであり 潜水地点に来ると2つないし3つのトランスポンダーを投入してノチールの正確な位置を決定するようになっている。研究設備は実験室1 ミーティングルーム1 作業室(コンテナ)1 という貧しいもので 潜水艇のビデオを見て皆と様々な議論をするのが主な作業である。作業室(コンテナ)にはパル/セカム (pal/secom) 方式のビデオが見られる VTR と スチル (still) 写真のロールフィルム (roll film) を見るロールフィルム リーダーがある。実験室ではスミアースライドや岩石の薄片を作成する道具があり顕微鏡も備えつけられている。そのほか潜水の報告書を書くためのワードプロセッサも備わっている。

まず潜水者は潜水の前日の午前中にフランス側の用意した1万分の1のシービーム マップ (Sea Beam Map) 上に自分の希望する潜水コースのアウトラインと取りたいサンプルのレイアウトを行う。日仏研究者と潜水に関する大よその予想などを話しあって飲んでくれて眠る。

潜水当日は 潜水地点付近の X Yの座標を自分の地図に書き込んでノチール内で自分の現在位置が自分自身とパイロットにわかるようにしておく。ノチールに乗り込む前に自分のサンプリングに必要な機材がすべて積みこまれているかどうか確認する。

海底に着くと球の中が低温になるために潜水者は潜水艇に乗るまえに防寒のためライトブルーの潜水服を着る。船内で大幅な身動きが出来ないのであらかじめ着ておかないとどうにもならない訳である。

ノチールは(口絵写真-2 3参照) 3つの観測窓を持つ全身黄色の潜水艇で 約2mのチタン製の球の中にす

すべての装置を内蔵している。ビートルズの歌の「イエロー・サブマリン」そのものである。ノチールの概形を図2に示す。その前面部には2本のマニピュレータをもち主作業は左手でやる。左手はつかむまわすなど7種類の動作をすることが出来る。右手は左手より1つ種類が少ない。ビデオは白黒モニター用が高い位置からカラーの研究用が低い位置から観察が出来るようになっている。潜水ビデオはコピーして日仏両国が所有する。

スチルカメラはステレオで高い位置からとれるようになっているが日仏でステレオの片方ずつのオリジナルをとる事になっている。潜水者はあらかじめノチールの方位(Heading)とスチルカメラビデオカメラとのなす角度を頭の中に入れておいて後からそれらの資料を見直したときのズレを補正して物事を考えねばならない。サンプル用のバスケットは前へ出す事が出来。グラブ(Grab) チューブ(Tube) 岩石のサンプルの他に採水サンプルなどを積む事が出来る。またスケールを示す色付の鉄ボールも持ち込む事が出来る。マニピュレータ(Manipulator)のクリアランスの問題があってバスケットの頭を越える高さのものは積む事が出来ない。

ノチールは浮力材とバラストで海水と同じ密度に保ちながら移動する。潜水時はバラストを海水よりやや重くもって右回転しながら潜っていくが着底の寸前にバラストの一部を捨てて海水と同じ比重にして移動・観察出来るようになっている。

水中では最大2.5ノットで一回の潜水中約5km程の距離を移動する事が出来る。

4. 日本海溝の潜水

私の潜水は1985年7月22日第一鹿島海山西半部の斜面から日本海溝の軸部を越えて日本海溝陸側斜面をのぼっていくという海溝のトランゼクトを試みる事であった。第一鹿島海山に我々がやって来て断層崖の潜水を中村保夫氏が陸側をセギュレ(Seguret)氏が潜水したあと全体のミーティングが持たれた。それ以後の潜水点に関して様々な意見が述べられたが大方の意向は海側で一回陸側で一回ということ事でまとまり断層崖

表2 ノチールの乗船者

	潜水番号	日付	科学者	潜水深度(m)
第一航海	1	1985年6月4日	ザビエ・ルビション	3850
	2	1985年6月5日	飯山 敏道	4180
	3	1985年6月6日	クロード・ランジャン	3850
	4	1985年6月7日	浦辺 徹郎	3990
	5	1985年6月10日	平 朝彦	3830
	6	1985年6月11日	ジャック・シャルベ	4210
	7	1985年6月12日	岡田 博有	4210
	8	1985年6月13日	ミッシェル・フォーレ	3620
第二航海	9	1985年7月15日	ギー・ポト	3584
	10	1985年7月17日	中村 一明	3235
	11	1985年7月19日	中村 保夫	5291
	12	1985年7月20日	ミッシェル・セギュレ	5540
	13	1985年7月21日	ジャック・ブルゴワ	4927
	14	1985年7月22日	藤岡 換太郎	5892
	15	1985年7月23日	フィリップ・ウッショ	5606
	16	1985年7月24日	竹内 章	5330
	17	1985年7月25日	ジャック・アンジェリエ	5500
第三航海	18	1985年7月31日	ジャンポール・カデー	5986
	19	1985年8月1日	小林 和男	4690
	20	1985年8月2日	島村 英紀	3986
	21	1985年8月3日	ジャン・オーボワン	5785
	22	1985年8月4日	ローラン・ジョリヴェ	5915
	23	1985年8月5日	ジャック・デュボワ	3986
	24	1985年8月6日	新妻 信明	5680
	25	1985年8月8日	小西 健二	5880
	26	1985年8月9日	ジャック・ブレイグ	5800
	27	1985年8月10日	石井 輝秋	5775

の頂上までをブルゴワ(Bourgeois)氏が陸側を私がという事になった。私はこのとき日仏が始まったばかりの頃中村一明隊長の言っていた「第一鹿島付近では日本海溝の底が浅くなっていて6000m級の潜水艇でそこを横切る事が出来る」というのを思い出した。私は第一鹿島海山西半部の北側の日本海溝で丁度このようなトランゼクトに適した場所を探しこのような潜水を行うよう主張したしかし私のこの主張は第二節の研究者全員を敵にまわす事になった。何故ならばその二日前にもぐったセギュレ氏の潜水ビデオには第一鹿島海山に60°を越す急傾斜を持つ土石流堆積物が見られ皆が其のことに著しく感心したばかりであったからである。

私は第二節で一度ぐらい海溝をトラバースしないと海溝計画としては心残りであると思つてつけた。全体の意見は主席研究員のポト(Pautot)氏の後押しで私の案に傾いた。私は密かにほくそえんだ。

潜水の前日私はフランス側が潜水のために用意した1万分の1のシーブームマップを眺めながら自分の潜水ルートについてあれこれと思いをめぐらした。そのと

き日本海溝陸側斜面下部に顕著な逆断層地形の発達しているのに気がついた。それは連続性もよくこの面をうまく横切る事が出来れば第一節の天竜海底谷口でみつかったようなコロニーがここでも発見されると確信した。その事を九大の小川勇二郎氏に話したところ「そうかも知れないネ」と言ってくれたので さっそく潜水夫達のところへ出かけて「天竜で生物をとるために用いたあみはあるか」と尋ねたところ話がなかなか通じない。フランス人にネットと言ってもだめであとでそれをフィレということを知ったが ともかくフィレと採水器を用意して温度計が完全に作動する事を確認して部屋に戻り前祝いをした。私達の部屋は食堂の下の4人部屋で部屋には中村(保) 竹内 金沢 藤岡が居住していたが気が合って潜水のない日は毎晩飲んだくれていた。私が選んだコースのとうり潜ると ノチールが日本に来てから一番深く潜ることになるのでその前祝いであった。中村保夫氏が海底は寒いからこれをはけと言ってラクダのPATCHを貸してくれた。少なくともラクダのPATCHをはいた中村氏が無事生きて帰還しているという事は極めて大事なことであるので縁起をかつぐ事にした。

潜水当日の朝は早くに目がさめた。もともとナジールでの生活はヨーロッパ式の夏時間を採用していたので日本の陸上の人々よりも1時間早い生活をしていた。朝食を済ませて後部甲板に出てみると天気も良く海は静かに風いで絶好の潜水日和りであった。潜水夫達のがんびりとノチールの調整や手入れをしていた。潜水はその日の天候や海上交通などに支配されるが 大体朝食後に整備点検が開始され10時頃に潜航が開始される。9時頃に中村一明氏の部屋にあるブルーの潜水服をとりに行き潜水に出発する挨拶をした。甲板に出てサンプラー(sampler)が全部そろっているかを確かめた。すでに潜水した人々の話によると 5000mの海底は1℃ぐらいでもとても寒く厚着をした方が良いと言われ 例のラクダのPATCH以下沢山衣類を着込んでしまったため まるで冬山に行くようなかっこうになってしまった。甲板は暑くてかなわなかった。まるでガン大会である今日の潜水のコパイロットはマックスで コパイロットはシアロン(アフリカンゴリラという仇名)であった。マックスは英語が得意で あれこれよけいな事をしゃべるのに対し アフゴリは英語が得意でないらしく口数は少ないが誠実な男であった。10時近くになって潜水夫や技師長のルー氏達が集まってきて甲板にはわかにあわただしくなってきた。私はマックスに促されてノチールに乗り込む事になった。

最初マックスが乗り込んで機材を積み込む。フラン

スの用意した16mmや大切な食糧 ビデオ8や私の航跡のはいった地図にコンパスが積みこまれた。何となく遠足へ出掛けるような気分である。私は靴をよくぬぐってハッチ内に入った。皆に手を振って艇上の人となった。潜水艇のハッチのすりあわせは非常にセンシティブで ここにかみの毛一本がはさまっても命とりになる事がある。アンジェリユが潜水後すぐ浮上したのはこのためであった。金属バongoで中に入ると チタン球の中である。両側の壁に様々な機械がシャーシーに組み込まれていた。私はこの年の5月に『しんかい2000』に乗って相模湾に潜水した事があるが それに比べてかなり広いという感じがした。『しんかい2000』ではパイロットが搭乗口のすぐ下の椅子に坐りその椅子の前にはパネルに組み込まれた操作ユニットがあり 研究者はその机の下にねそべるかっこうになり屋根裏部屋という印象を与えた。ノチールにはそのような机がなく かなり広い感じがした。私は右側の窓 シアロンが左側の窓をマックスが中央の椅子に坐って中央の魚眼窓を用いた。その間のノチールはレールの上を移動しており 吊り上げるAフレームの下に来ていた。窓からのぞいて直線がどのように見えるか頭に入れようとした。小川 中村氏が手を振っていた。ナジールのレールの直線のずれを見ているうちにハッチが閉じられた。もうあと戻りは出来ない。球の中の3人は一蓮托生で同一の酸素を使って生活する生物群となった。ノチールはAフレームに吊られてふわりと浮上した。ノチールをつるロープは一本で 全体の回転を止めるべく5本の補助ロープがとられ 潜水夫達がそれを固定している。日本にノチールがきて最初にテストしたときこの固定ロープと止金がとれてルー氏が大けがをして静岡の病院へ入院した。しかし今日のようなべたなぎの日には何の心配もなかった。高く吊り上げられたノチールの窓からのぞくと 5人の日本人と6人のフランス人が思い思いの場所で撮影したり 手を振ったりしているのがみえた。やがてノチールはスーと降りたかと思うと水面に着水し 窓からは真白い海水の泡沫がみえそれと同時にスモウさんというあだ名の潜水夫が飛び込んでこちらにむかって来るのがわかった。私はこれがビキニを着た美人だったらなあと思いながら地上に別れをつげた。マックスとシアロンは緊張ぎみに必要な計器類のチェックを行い ナジールに潜水開始のメッセージを送ると潜りはじめた。窓の外はしだいに夕方に近づきだんだん暗くなってくる夏の夜を思わせる。緑色の小さな夜光虫がハゲ山の一夜のオパケのようにゆらゆらゆれる様はこの世のものではないような気がする。マックスがナジールと交信する声で我にかえった『ドゥミルメトル』

(2000m). ノチールの角度計が右旋回しながらおろしていく。『しんかい2000』もやはり回転きりもみ降下をする。約3分間で一回転しながら落ちていく様はまるでカエデの種がくるくるまわりながら落ちていく様なものだろう。6000mの海底にたどりつくには悠に1時間40分はかかる。その間何もする事が無いのでマックスがフランス製の西部劇をみせてくれた。ノチールに入ってハッチを閉めたときは室内は40℃近くあり汗が次から次へと流れ出しシャツも何もビショビショであったのに4000mぐらいになってだんだん寒くなってきてガタガタふるえだした。潜水服をすっぽりとかぶって防寒した。着底が近づいた事をパイロットが教えてくれた。ウェスマーのレコーダーには緑や赤のきれいな円があって中心にむかってどんどん塗られていた。あと30mぐらいで海底というところでバラストが捨てられ静かに海底へと下っていった。私はにわかに緊張しこれから窓外にみえる景色に期待と不安をもった。ノチールが着底したのは第一鹿島海山西半部のすそ野で水深はおおよそ5800mであった。艇外はおおよそ10m四方ぐらいが観察でき明るさは近いところではノチールの照明のおかげで肉眼で見える限り屋間とあまりかわらない状態であった。マックスがナジールと交信している間に窓外に奇妙な生物が見えた。マリンスノーの静かに絶え間無く降りそそぐ泥の上に大きな足の沢山あるナマコがじっとしていた。その生き物は色は明るいグレーで前後に触角のようなものを持ちそれを泥の中につきさしてじっとしていた。あたり一面にそれがいて広大な北海道の牧場にのんびりとブタが放牧されているような感じであった。私はこれに「ピグマ」というあだ名をつけた。ノチールは220°の方向へと移動を始めた。スクリュー

のまわる音は何か遠くでクジラが泣いているような声にきこえる。視界がきわめてよく海底にいるような気がしなかった。ピグマがいたところに棲んでいた。前方に白いものがみえて来た。それは何と石灰岩から成る小さな段でそこにもピグマはいた(口絵写真—6参照)。

私は石灰岩がCCD以下の深さでこんなにちゃんと残っているのを少々不思議に思いながら観察した。ピグマと石灰岩を見ながら行くとシアロンが岩石が見えると見えた。よくみるとそれは玄武岩で生物の付着はなく表面

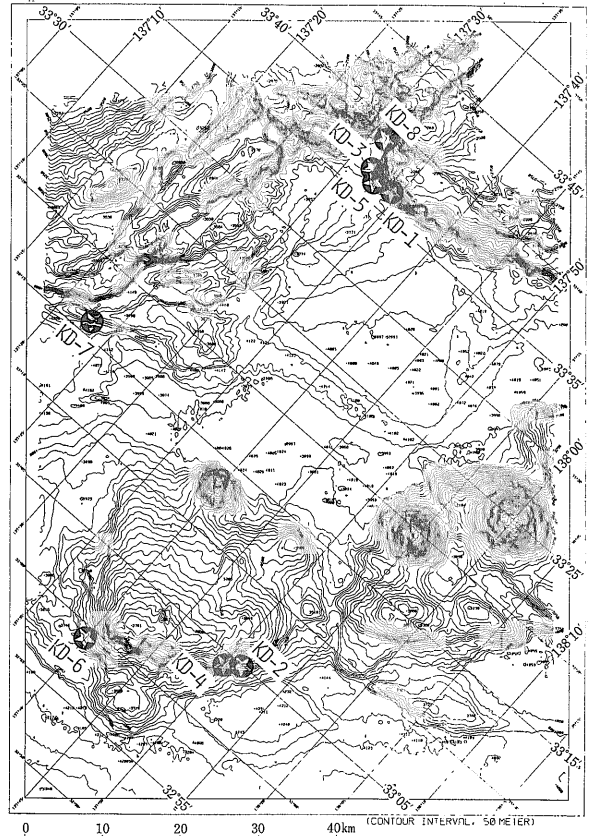


図3 潜水地点の地形図—南海トラフと銭洲海嶺

がよくみえた(口絵写真—7参照)。石灰岩と水深にして2mもかわらない。私は第一鹿島海山の西半分には玄武岩と石灰岩のある事を知りこれがやはり東半分の片割

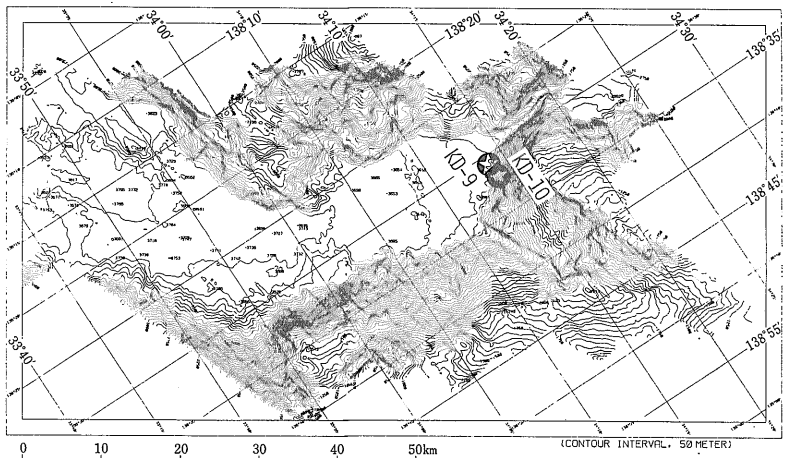


図4 潜水地点の地形図—駿河トラフ

れであろうと強く感じた。玄武岩はまわりに転石もなく マニピュレーターで何度もサンプリングを試みたがどうにもならなかった。時間的なあせりを感じながら海溝軸へと下って行った。

海溝軸での風景は鹿島の裾野とはずいぶん異なっていた。ここはのんびりした牧場ではなく 大小様々な泥岩のブロックが堆積物といっしょに散在し その間にピグマともう一まわり小さなナマコが棲息していた。水深は5892mでゆるく北へ傾いた面となっていた(口絵写真-8参照)。私はふと ピグマがのんびりと生活していたら やがてプレートの沈み込みとともに 沈み込み帯 (Subduction Zone) の中へひきずり込まれてしまうのだろうかという変な疑問をもった。

日本海溝の陸側斜面は海側斜面に比べて明らかに急峻で その表層全体は土石流堆積物でおおわれていた。海溝軸に直交する方向に小さな谷が発達しているのがみられた。これは上からの堆積物を運ぶバイパスの役割をしているのであろう。斜面を登っていくと急峻な崖とやや平坦なテラスとが交互にみられた。5700mのところまで二枚貝の死骸が目にとまった。このとき必ずゾロニーがある

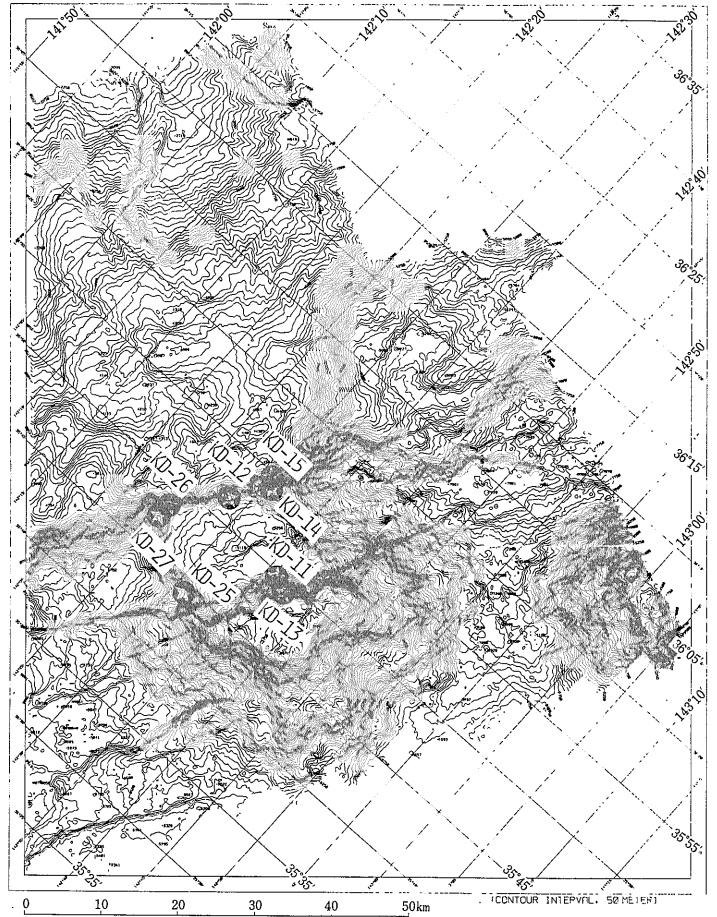


図5 潜水地点の地形図—第一鹿島海山周辺

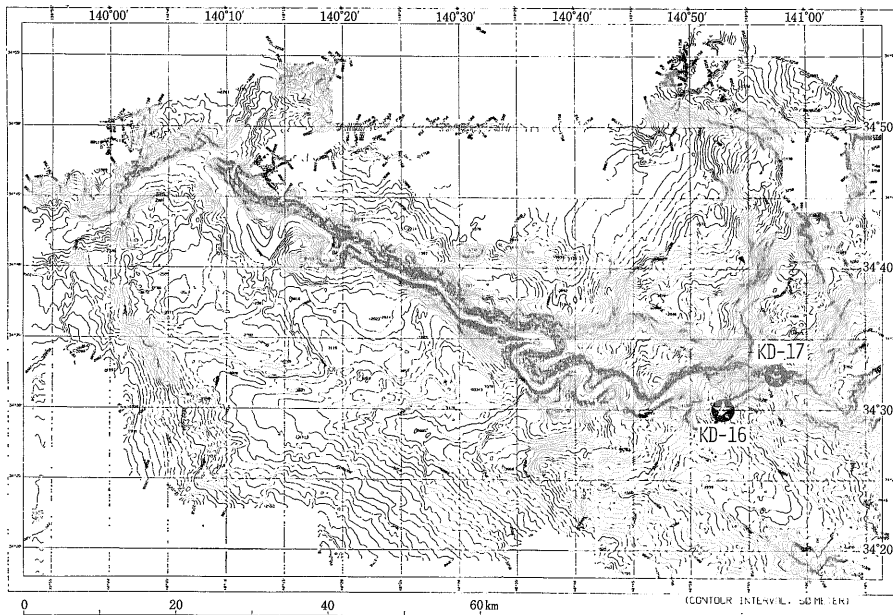


図6 潜水地点の地形図相模一トラフ

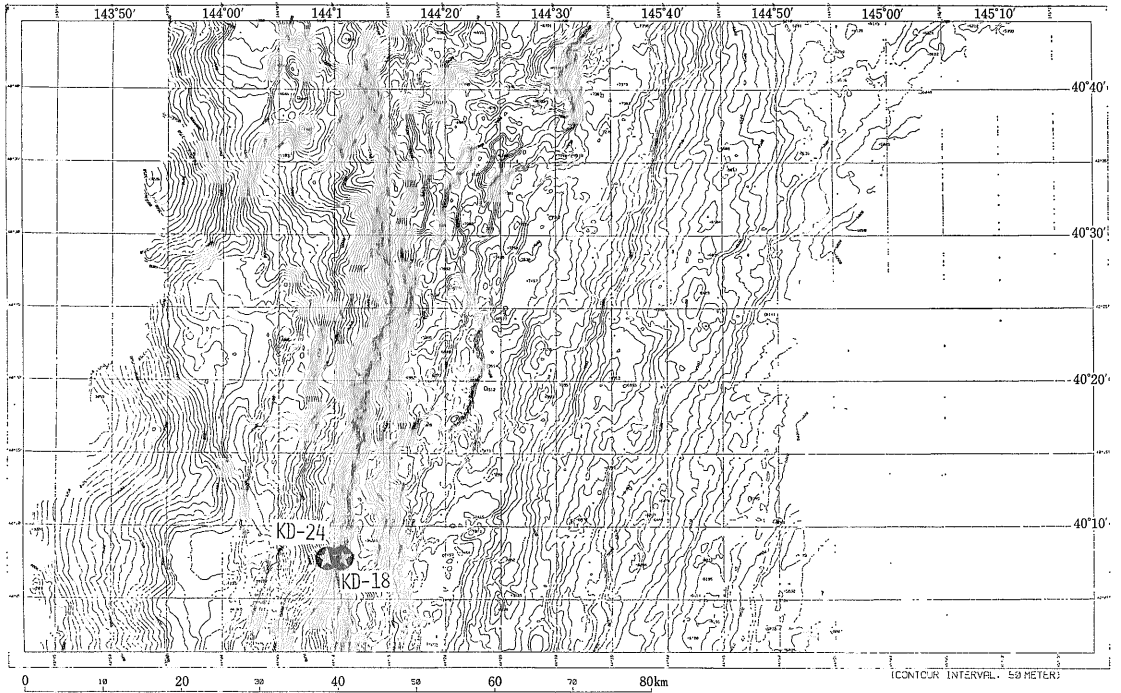


図7 潜水地点の地形図—日本海溝 IPOD Site

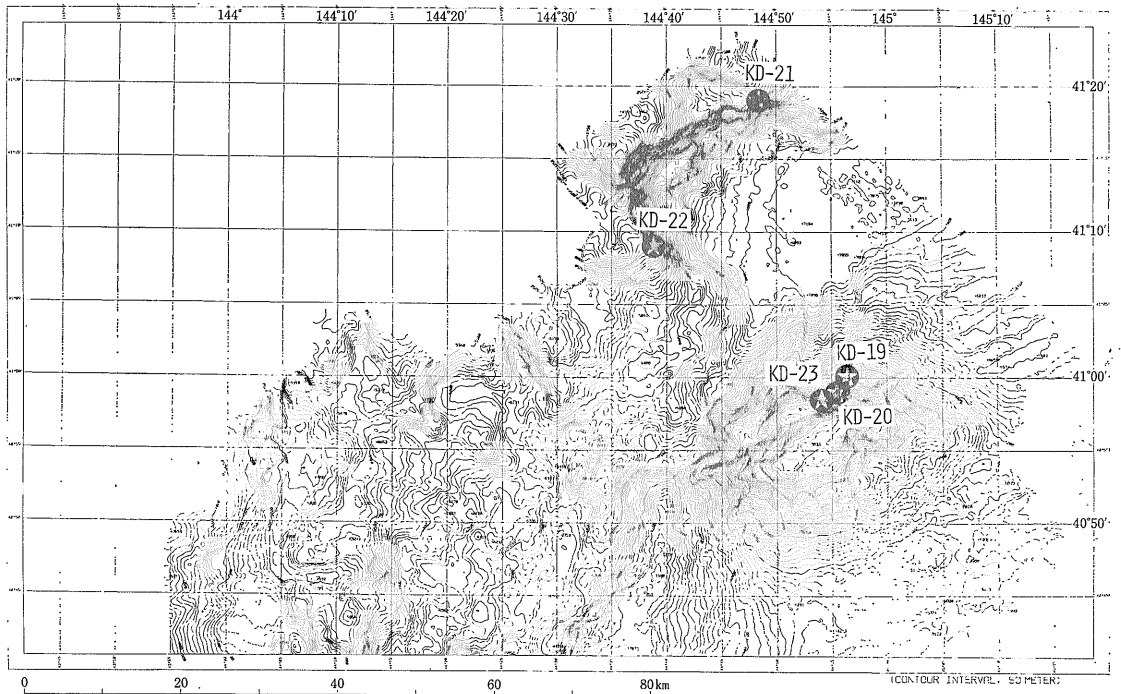


図8 潜水地点の地形図—襟裳海山周辺

と確信した。テラス上にある小さな溝にはしばしばごく最近崩壊したような地形がみられた。5650mぐらいのところでそのような溝がありここに二枚貝の死骸が累々と散在しているのがみられた。その分布は上方へと直線的であった。私はパイロットにこの死骸をたどっていくように頼んだ。一段小さな崖を越えたところで目にしたのは二枚貝の小さな群集であった。なおも近づいてみてそれが生きたコロニーであることを知って3人ともはしゃいでしまった。2人のパイロットは天竜海底谷の出口でコロニーを見ているのに興奮がとれない様子でうわずった声でナジールと交信していた。

水深は5640mでありこの時点で世界最深のコロニーは鹿島コロニーに塗りかえられた(表紙写真参照)。私はいいような感動にとらわれしばし呆然とした。パイロットと打ち合せをしまず全体を静かに観察し温度を計り貝を採集し泥をとるという作戦をたてた。私はこのコロニーは逆断層面からしぼり出された水の中に含まれるメタンや硫化水素によって維持されているのではないかと思った。それでノチールをじっとさせて何かわき出して来ているものがないかどうかじっくりと観察した。ゆらぎは白いカマキリのような生物がしきりにおじぎをしているのを見た時にしめたと思った。あとで東京大学海洋研究所の太田氏からこれがワレカラという生物でありまわりに流れがあるとそれにつれてゆれるという事もわかった。ワレカラのゆれは下からの湧きだし(Seepage)なのかノチールのペラのおこす小さなゆらぎなのかかわからない。コロニーは平坦なテラス上の溝の方向に沿って分布しており溝の方向は290°テラスはそれに直交する20°の方向であった。コロニーは2m×1mぐらいの大ききで直線状に分布している。生きた二枚貝はまるで東北地方の温泉に多くの湯治客がひっそりと肩まで湯につかっているように体を堆積物の中にうめて1/3ほど顔を出していた(表紙写真参照)。二枚貝は赤い血液の色をした肉を出していた。二枚貝の他に小さな巻貝足のあまり発達しないナマコゴカイかまきりのような白い虫(ワレカラ)と白い粒がみられた。ナマコはノチールの風圧(水圧?)によって飛ばされコロコロとこころがっていた。半透明の体はまるで巨大なフナムシのようであった。コロニー内の堆積物の温度はまわりの海水に比べてわずかだが(0.3℃)高くコロニー内の堆積物は真黒でいかにも有機物に富んだような色をしていた。私はここで採水しエクマンバジで貝と泥をとった。そうこうしているうちに潜水時間のlimitが来て浮上せよという指令がナジールから来た。ノチールが浮上を開始する頃捲きあがった泥を餌と間違えて深海底ダラがノチールのまわりを泳ぎ出し

てまるで我々にさよならをしているようで面白かった龍宮の乙姫さまや鯛やひらめの見送りならぬ深海底ダラの見送りを見ているともう二度とこの地点へやって来れないだろうと思い何となく感傷的になってしまった。

浮上開始したとたん私は急に寒さを覚えはじめた。このとき昔中村保夫さんと翻訳したマクドナルドとルーエンダイクの東太平洋海膨の潜水で調査が終ると急に寒くなったという表現があったのを思い出した。私はそのときこの文章の意味がわからなかったが今にして初めて理解出来たと思った。ノチールの室内の温度は1℃そこそこである。いくらラクダのパッチを着込んでいるとは言っても真冬に近い状態のところで汗をかいたあとと寒くないわけではない。そんなことを考えているうちにノチールのあたりの景色が次第に明るくなってきた。ノチールが海面にあがった。正直言ってほっとした。Aフレームで吊り上げられたとき船中の人々が甲板に集まっているのが目に映った。ハッチが開いて出てくると皆が大きわぎをしていた。私はノチールが来日して以来最深のところへ潜ったのである。中村一明氏に自分の見てきた事を話ししとと言われてフランス人に話しているといきなりバケツの水をかけられた。あの西武ライオンズが優勝したときの祝賀会そのものであった。私は多くの人の水ぞめの祝福にあってたばこをふかしワインを飲みひたすら幸福な7月22日を振りかえった。

かなり落着いてから自分の採集してきた二枚貝をみてやっと今まで見てきたものが現実である事に気がついた。しかし依然としてまるで龍宮へいった浦島太郎のような心境であった。私が見て来た貝やナマコなどの生物が何だか遠いお伽の国の世界のものであったような気が今だにしている。

5. 日仏海溝計画潜水地点の地形

日本近海で行われた潜水地点をシービームマップに落したものを図3～8に示す。また潜水点付近の地形を鯨瞰したものを図9～13に示した。

天竜海底谷の出口は南海トラフと交わっている(図～3及び9)。海底谷の出口は扇状地になっていて多くの逆断層地形がみられ南海トラフの付加帯の延長であると考えられる(平・藤岡 1985)。ここでは第一節で計4回の潜水が行われている。鯨瞰図では視点が南西にあるため潜水点はやや影になってしまっている。南海トラフの軸部には駿河湾から流れてきた海底土石流の通りみちである蛇行を示すチャンネルがありこの付近でも1回潜水が行われた。銭洲海嶺はN30°W方向の顕著な

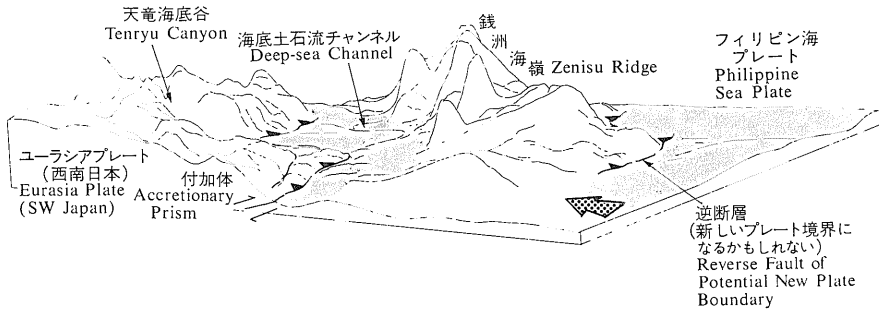


図9
南海トラフと銭洲
海嶺の鯨瞰図

断層によって切られたような地形をしているが、その北側には火山のような地形が卓越している。等深線は南に密で北に粗であり、北へ傾動しているように見える。鯨瞰図にはその事がはっきりあらわれている。潜水はいずれも急な南側の斜面で行われた。

第二節は駿河トラフの伊豆海脚 (Izu Spur) 南斜面での潜水から始まっている。伊豆海脚は西側の金洲の瀬などのアウトーリッジ (Outer Ridge) と殆ど接している。そこは地形的に峡谷状の駿河ゴージ (Suruga Gorge) を形成している (図-4 及び10)。フィリピン海プレート (PHS) とユーラシアプレート (EUR) の境界はここを通ると思われる。伊豆海脚の頂部は全体として西方へ傾動しているようにみられる (平・藤岡1985)。

第一鹿島海山は断層で東半分と西半分とが分断されている (図-5 及び11)。鯨瞰図には幾つもの南北性の正断層が認められるが、東西性の断層群も見られる。潜水はこの断層に沿って2回行われている。崩落した西半分は日本海溝の中に突入しており、日本海溝の水深はここではかなり浅くなっている。この浅くなっているところでは日本海溝を横切る事が可能である。ここでは第二節で5回、第三節で3回の潜水が行われた。

相模トラフには顕著な蛇行を示す房総海底谷が、房総海底崖のすぐ南を走っており、沈み込み帯である安房海

底谷は、更にその南にある (図-6 及び12)。沈み込み帯はその下流では安房海底谷から房総海底谷に移ると考えられている (藤岡他 1984、竹内・藤岡 1985)。ここでは2回の潜水が行われた。

日本海溝の IPOD 地点は多重式音波探査測線 (Multi-channel Seismic Line) でみると、成層した強い反射面が直接海底に顔を出している (藤岡他 1983)。これはドレッジでホルンフェルスが得られているところである (滝上・藤岡 1984)。残念ながらこの場所の水深は6000mより深く、潜水艇でここを見る事は出来ない (図-7)。襟裳海山は第一鹿島海山ほど顕著ではないが同様な断層によって切られている (図-8 及び13)。千島海溝と襟裳・海山の接点は左横ズレの構造が顕著である。ここでは千島海溝底の幅が急に広がっている。第三節で7回の潜水が行われた。

6. LEG 2 の成果

第二節では駿河ゴージの東、伊豆海脚の斜面に海底傾斜計設置が試みられた。傾斜計設置点を探すための潜水はフランス海洋開発庁のポト博士によって行われた。伊豆海脚の斜面を構成する物質は、大方の予想を裏切って火山岩そのものではなく、火山性の泥岩で中には伊豆

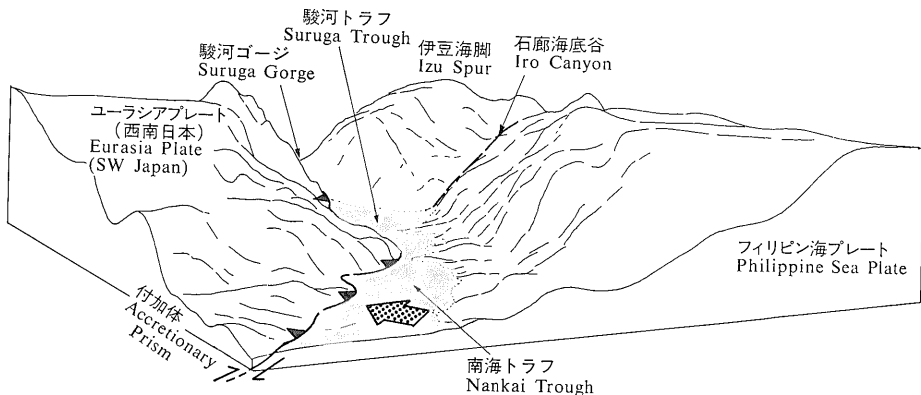


図-10 駿河
トラフの鯨瞰
図

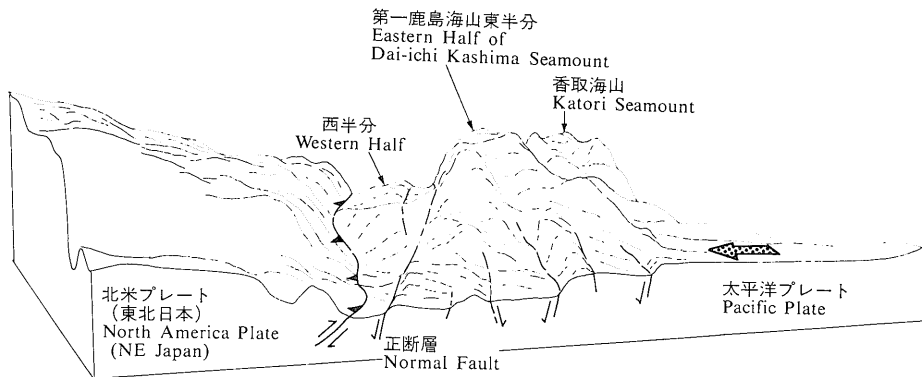


図11 第一鹿島海山の鯨瞰図

半島に分布する火山岩と同じような岩石の礫を含んでいた。この泥岩は南北性と東西性の2方向の断層ないしは節理によって切られていた。2~3m幅で南北に伸びた顕著なリッジ (Ridge) が発達しており 現世の堆積物によっておおわれていた。

傾斜計の設置はこのリッジの上にボーリングせず平坦面にセメントづけする事で計画され 中村一明氏によって試みられた。2回の機械的アクシデントをはさみ一日おいて3回目に潜水にうつった。この潜水では傾斜

計のセンサーと電源部をつなぐピンのとってが折れたり傾斜計が横たおしになるといった事件が起り結果は不成功に終わった。一つは伊豆海脚の斜面が予想に反して急峻であった事 パイロットと中村氏および母船のルー金沢氏との間での傾斜計に対する誤解のあった事などが失敗の原因であろう。駿河トラフの出口ではトラフ軸に沿った軸流が強く流れており やわらかい堆積物は下流へと流されてしまっている。

第一鹿島海山では5回の潜水が行われた。中村保夫

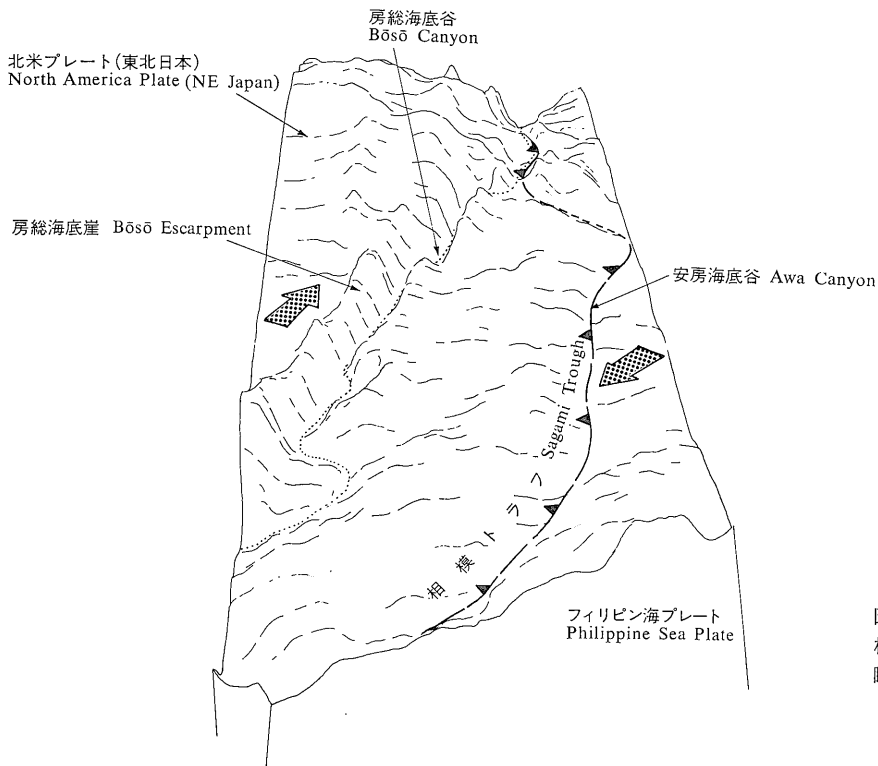


図12 相模トラフの鯨瞰図

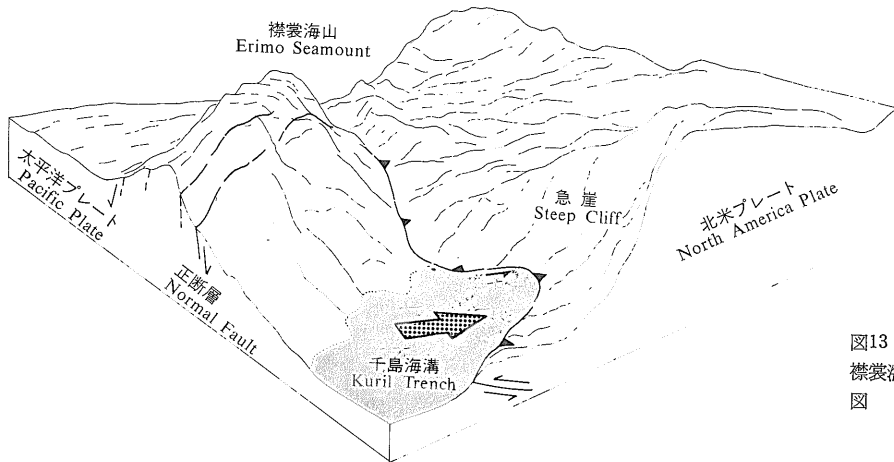


図13
襟裳海山の鯨
図

氏は崩壊している断層崖の下部に潜水した。石灰岩のブロックが多く玄武岩は崩壊したものや二次的に堆積したものしか観察出来なかった。顕著な砂岩(玄武岩質)の小リッジが発達し石灰岩が馬蹄形の大崩壊地形を形成しているのが認められた。

そのあとをうけたブルゴワ氏の潜水では玄武岩の露頭が認められた。何枚もの溶岩流やややドレライト質な部分石灰岩の急な地層などが観察された(口絵写真4 5参照)。ドレライトは海底風化を著しくうけてやわらかくカンラン石は緑泥石にかわっていた。石灰岩中には浅海棲の二枚貝の化石が多数含まれておりこの海山がもとは暖海の火山島でそのまわりに珊瑚礁の出来ているものであった事が明らかである。

断層によって崩壊し海溝軸にかかっている西半分では3回の潜水が行われた。セギュレ氏は西半分が海溝軸にかかっている部分の陸側斜面が60°近い急斜面で泥岩を主とするデブリ(debris)の堆積した地層である事を観察した。

筆者は先の潜水によって西半分が玄武岩と石灰岩からなる事を初めて観察した。石灰岩は5820mより浅いところに玄武岩は5820mより深いところにあることがわかった。海側の地形は陸側に比べてゆるく更にゆるい段が何段もありその段に玄武岩や石灰岩が露出し堆積物がかぶっている事を見出した。センジュナマコの群体が音もなくその泥の中に触手をつっこんで栄養をとっているのがみられた。海溝軸には大小様々な大きさの泥岩のブロックが堆積しセンジュナマコと別のやや小さなナマコの群体がみられた。石灰岩や玄武岩の礫はみられなかった。日本海溝陸側斜面は海側と比べて傾斜は急であり殆どデブリフローの堆積物が斜面をおおっていた。デブリは大部分泥岩からなりこれらの泥岩

はPL-44でウション(Huchon)氏が上位で観察した露頭と全く同じものであった。斜面は海溝軸に平行なスラストとそれにほぼ直交する小さな溝とから成っていた。水深5640mには2m×1m程度の大きさのコロニーがみつかった。コロニーは二枚貝を主とし巻貝ナマコゴカイからなりその他名前のわからない生物もいた。このような生態系は天竜海底谷の出口のものと構成も周囲のテクトニックな条件も類似している。更に上位はウション氏が潜水した。土石流堆積物は5200mより下位をおおっていて上位には泥岩の露頭がみられた。顕著な逆転構造があり5100mより下位では地層は急であった。

房総海底崖では2つの潜水が行われた。竹内氏は海底谷の蛇行が最後にまわるところで潜水した。安房海底谷でそれより西にはフィリピン海プレートの沈み込みがおこっているのに東では房総海底谷にうつっている。そこには横ずれの成分を持つスラストが発達するのがみられる。スラストをそのうしろがわから観察するのがこの潜水の大きな目的であった。竹内氏は房総海底谷に巨大なポット・ホール(Pot hole)のあることを発見したが海底崖に取り付く前にノチールのすべての電源がおちて九死一生の思いで浮上してきた。アンジェリエは房総海底崖の全セクションを観察した(口絵写真9 10参照)。房総海底崖はその西の方で既に深海カメラによってある程度その形態がとらえられ泥岩の試料はすでにドレッジで得られている(藤岡他1984)。アンジェリエの潜水では従来の深海カメラの観察と同じようなのがみられた。房総海底崖の最下部には崩落ブロックからなる崖錐堆積物が認められた。これはマトリックスを何もはさまない泥岩の礫と重なったものである。その上位にはやはり礫岩層で大小様々な

単一な岩相から成る (monolithologic) マトリックスを含む層がみられる。これを我々はサブダクション・ブレッチャ (Subduction Breccia) と呼んだ。房総海底崖は上位に行くときよく成層した水平な泥岩層がみられた。節理 (Joint) がよく発達しているが地層の連続性はよい (口絵写真10参照)。

7. 第一節と第三節の成果

第一節で行われた一連の潜水で大切な事は天竜海底谷の出口の扇状地 (fan) 上で二枚貝を主としたコロニーが発見された事である。天竜海底谷を潜水していたランジャン (Rangin) 氏は白い巨大な二枚貝の群集に思わず *C'est très bien* (これはすばらしい) と言った。二枚貝の周辺にはナマコやエビがまるで平家の落人のようにひっそりと共同生活を営んでいるのが見られた。貝類の分布は線状でシロウリガイの仲間 シンカイコンソリエビ 巻貝 環虫類 ナマコが逆断層と思われる場所に生息していた。二枚貝は1~2mの直径の範囲に群生しておりコロニー内の温度は周囲の温度より0.4℃程高かった。

銭洲海嶺の南斜面には堆積物が褶曲したり破断をうけた構造を呈していることが観察された。また断層崖と思われるところには大小様々な礫が分布していた。それらの泥岩には二酸化マンガンの薄層が付着していた (LePichon・飯山ほか 1985)。

第三節では襟裳海山の玄武岩の露頭の上に海底地震計と海底傾斜計が設置された事は大きな収穫であった。この潜水は北大の島村氏が実に13時間という長い時間頑張った。日本海裳の IPOD 地点には世界で最も深いところに形成されているコロニーが見つかった。コロニーを発見したカデ (Cadet) 氏によればそれは非常に小規模で二枚貝の分布はバラの花のようであった。ただコロニーが分布するゾーン (zone) としては数100mにわたる広大なものでありそれらを養うフードチェーン (food chain) に関しては不明な点も多い。千島に潜ったジョリベ (Jolivet) 氏は崖にみられるスリッケンサイドを観察しこの断層が左ずれであることを観察した。第一鹿島海山では西半部で三回の潜水がありそのうち二回は日本海溝を横切っている。西半分には玄武岩と石灰岩があり層序的に前者が下位で後者が上位である事がわかった。部分的に石灰岩が著しい破断をうけている事がわかった。

9. KAIKO 計画潜水調査の成果

潜水調査全体を通して明らかになった事は以下の4点であろう。

1) 沈み込み帯の陸側斜面は著しく変形をうけている
例えば房総海底谷の潜水では房総海底谷が陸側斜面下部をかん入曲流しているために普通は堆積物でおおわれていて見えないはずの部分が見えている。下位には崖堆積物がたまっておりマトリックス部は強い流れのために洗いおとされている。その上位にはサブダクション・ブレッチャと呼ばれるその場でテクトニックに礫化したブレッチャが層を成しており変形は上へ行くほど弱くなる。このような観察事実は第一鹿島海山の陸側斜面にはみられなかった。第一鹿島海山陸側斜面は上方から由来した厚いデブリフローが表面をおおっており露岩は5100m以浅でなければ確認出来なかった。あるいはこのデブリの下は房総海底崖と同様のものかもしれない。上位では泥岩層の逆転と思われるのが見られ強い圧縮場が考えられる。ところが日本海溝 IPOD Site では房総海底崖に相当する部分はなく音探断面では強い白亜紀の反射面が存在するにすぎない。上方では花崗岩がみられた。コロニーはこの上方から見つかっている。

2) 深海底にコロニーが見つかった。

天竜海底谷口のコロニー (約3800m) はフランス人ランジャンによって第一鹿島海山のコロニー (5640m) は藤岡によって日本海溝のコロニー (5960m) はフランス人カデによってそれぞれ発見された。これらのコロニーには大いに異なる点もあれば共通点もある。例えば天竜海底谷と第一鹿島海山では堆積物も厚くそこから絞りだされた水の中にメタンや硫化水素といった成分が含まれていて食物連鎖の最も原始的 (primitive) な段階になっている可能性がある。コロニーの構成と形体に関しては3カ所で大いに異なるようであり水深の浅い天竜海底谷では逆断層に平行に線状に第一鹿島海山では逆断層に直交して短い線状に日本海溝にはランダム (random) に分布している。しかしこれらは堆積物におおわれた傾斜のゆるい斜面 (テラス) の上にいるという点では共通である。

これらのコロニーは大きくみればテクトニクスと堆積過程によって規制されていると見てよいであろう。分布の規則性はそこからあがって来るものがどのような組成の水であるにせよテクトニックにしぼり出されたものであろう。これはコロニーが必ず沈み込み帯の陸側斜面の海溝底よりある一定の高さ以上でありその分布の上限もきまっているように見える事と関連して

いるかも知れない。これは テクトニクスに関連して下から絞りだされた水が上昇して来るところにも 水が最もあがってきやすいところがあり コロニーは逆にこの seepage のセンサーたり得るとの見方も可能である。深海底の新しい生物群落の発見は 地球科学上の最大の発見の一つであるといっても過言ではない。

3) 海山の断面が見られた事。

第一鹿島海山は その成因をめぐる長い間論争が続いており 今だにそれがつづいている。1つは茂木・西沢に代表される海溝部での山体の崩壊であり1つは星野に代表される海水準変動の問題である。

今これらの問題に対し潜水の結果から結論を得る事は出来ないが ともかく第一鹿島海山の東半部と西半部には同様のものが露出している事が確認された。東半部と西半部をわける大きな断層に沿って 裾野には石灰岩や玄武岩の二次堆積物が崩壊した地形が見られ それと伴に貫入岩様の玄武岩の溶岩及び 火砕岩がみられ 上位には石灰岩が見られた。西半部にも 玄武岩 石灰岩の層序がみられた。これらの観察はもともと同一の海山が海溝部で2つにわれたとする考えに有利である。

4) 海底地震計と海底傾斜計の設置。

海底の最も望ましい場所に地震計と傾斜計を設置する事は 潜水艇を用いないと極めてむずかしい事である。駿河トラフの潜水では 様々な悪条件も重なって設置に失敗した。この失敗をいかして 第三節では襟裳海山で両者の設置に成功した。

殊に海底傾斜計の設置は世界で初めての試みであり沈み込むプレート上にこれを設置することによって プレートの沈み込みによるプレートの曲がりを現場で実測し 沈み込みの速度を求めようという考えである。実際の測定では非常に精度の高い角度の読みとりが要求される。襟裳海山は第一鹿島海山と比べて断層による山体の崩壊も少なく プレートの曲がりそのものを測定する場所として適当である。従って ここでの太平洋プレートの沈み込みの速度の実測は可能である。KAIKO 計画全体で地震計と傾斜計が設置出来たのは大きな収穫であった。

9. あとがき

6000mの深海底で我々が目にしてきたものは 日常我々が机上で議論したり 想像したりしてきたものを遙かにこえたすばらしいものであった。我々は深海底の世

界を深海カメラの写真などである程度は見て知っていたけれども 現実に自分が現場に行って海底を垣間見てきたときの感動は 言葉ではいい表せないものがある。

日本近海で合計27回の潜水が行われ 数多くの露頭が実際に観察された事は事実であり 今後は海洋底に興味を抱く沢山の地球科学者が 実際に自分の目で深海底の有様を観察する機会の得られることが強く望まれる。しかし 海洋底の地球科学がすべてわかったなどと思っ

謝 辞

この小文は 筆者が工業技術院地質調査所に流動研究員として滞在しているときにその骨子が出来上がった。この小文を書く事を勧めてくださり 原稿に目とおして有益な御助言を賜った地質調査所の湯浅真人 西村昭の各氏に感謝いたします。筆者の地質調査所滞在中にフォーレストでこの内容に関する話しをし 討論する機会を与えて下さった建築研究所の瀬野徹三 元千葉大の村内必典の各氏ならびにフォーレストに参加して貴重な御意見を下さった方々に礼申し上げる。東京大学海洋研究所の玉木賢策 嶋村清の各氏は原稿を読んで御意見を下さった。

文 献

- 藤岡換太郎・古田俊夫・飯山敏道・古家英和・中村一明・中村保夫・小川勇二郎・竹内章・谷口英嗣・渡辺正晴 (1984) 房総海底崖付近の地質-KT 83-20 次航海報告 地質研報 59 267-326.
- 藤岡換太郎・本座栄一・新妻信明・岡田博有 (1983) 太平洋プレートの沈みこみと日本海溝 科学 53 420-428.
- LePichon X.・飯山敏道・Renard V.・中村一明・Cadet J. P.・小林和男他第一期調査乗船者一同 (1984) 日仏共同研究“海溝 (KAIKO) 計画”第一期調査の実施と結果 地学雑誌 93 442-454.
- LePichon X.・飯山敏道・Pautot G.・中村一明・Cadet J.P.・小林和男ほか海溝計画第二期調査乗船科学者一同 (1985) 日仏共同“海溝”調査研究計画第二期調査の経過とその成果 速報 地学雑誌 94 636-647.
- 平朝彦・藤岡換太郎 (1985) 鯨かん図の説明—海溝地形とプレートテクトニクス「日本周辺の海溝及びトラフの海底地形」海溝 I 研究グループ編 東京大学出版会
- 竹内章・藤岡換太郎 (1985) 相模トラフ・駿河トラフ周辺の海底地形 地学雑誌 94 102-114.
- 滝上豊・藤岡換太郎 (1983) 東北沖でドレッジされた hornfels の ^{40}Ar - ^{39}Ar 年代測定 火山 第二集 28 425.