

三陸沖日本海溝陸側斜面の地形と地質

岩淵 洋*¹ 泉 紀明*² 小川勇二郎*³ 海宝 由佳*⁴

日本海溝では、これまで IPOD による深海掘削、KAICO 計画や海洋科学技術センターによる潜航調査などが行われており、最も調査が行われているプレートの収束境界の1つである。しかしながら、これら調査は、この地域で最も顕著な活構造である三陸海底崖付近に集中しており、これ以外の場所はあまり研究はなされていなかった。

水路部によって行われた、三陸沖日本海溝中上部陸側斜面のマルチビーム測深による調査は、地滑りや断層などの地形・地質的に興味ある情報を提供してくれた。1994年12月に発生した三陸はるか沖地震(M7.5)は、三陸沖日本海溝中上部陸側斜面の中で、顕著な活構造である深海平坦面の近傍に震源がある。このため、地滑りや亀裂などの海底の変動が発生していることが予想された。三陸沖日本海溝中上部陸側斜面の中で最も顕著な地形である深海平坦面の地形・地質と、三陸はるか沖地震による海底の変動を調査する目的で、「しんかい6500」による潜航調査が行われた。

調査の結果、深海平坦面の縁の崖は、下部斜面では40°以上と著しく傾斜しているが、崖の上部ではやや緩くなること、崖の麓にはシロウリガイの貝殻が散在していることなどが明らかとなった。このことは、深海平坦面が逆断層によって形成されたことを示唆している。

なお、三陸はるか沖地震に伴う地滑りや亀裂等の最深の変動は、調査した範囲では認められなかった。

キーワード：日本海溝、陸側斜面、三陸はるか沖地震、三陸沖

Topography and Geology of Landward Slope of the Japan Trench, off Sanriku

Yo IWABUCHI*⁵ Noriaki IZUMI*⁶ Yujiro OGAWA*⁷
Yuka KAIHO*⁸

Japan Trench is one of the best studied subduction zones. Deep sea drillings by IPOD, submersible surveys by KAICO project and JAMSTEC, were carried out in the landward slope of the Japan Trench, off Sanriku. Most of all the submersible surveys were

*1 海上保安庁水路部

*2 海上保安庁水路部（現在：第五管区海上保安本部高知航路標識事務所）

*3 筑波大学地球科学系

*4 海洋科学技術センター深海研究部

*5 Hydrographic Department, Maritime Safety Agency

*6 Hydrographic Department, Maritime Safety Agency (Present: Kochi Aids to Navigation Office, 5th Regional Maritime Safety Headquarter)

*7 Institute of Geoscience, University of Tsukuba

*8 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

concentrated to the Sanriku escarpment and adjacent area. Besides another area not well studied.

Multi-beam echo sounding conducted by Hydrographic Department on the middle to upper landward slope of the Japan Trench, off Sanriku. This map derived us interesting topographic and geologic information such as flat benches, landslides, active faults etc.

The Far-off Sanriku earthquake occurred in December 1994. The epicenter of the earthquake is located just near by the Mid Slope Terrace that is most prominent bench on the landward slope. Thus, latest topographic changes such as landslides or fissures would be observed.

From the results of the diving survey, the outer edge of the Mid Slope Terrace is steep outcrops of mudstone and sandstone. Inclination of the lower cliff is more than 40 degree, besides upper cliff is gentle. Dead shells of Calyptogea were scattered on the slope foot of the cliff. These suggest that the Mid Slope Terrace was associated with reverse faults.

The latest landform changes by the earthquake such as landslides or ground fissures were not observed.

Key words : Japan Trench, Landward slope, Far-Off Sanriku earthquake, off Sanriku

1. はじめに

活断層等の最近の地質時代の変動を調査するには、地形図や航空写真から変動地形を検出し、次に実際に現地踏査を行うのが一般的である。海底ではかつては地形図の精度は乏しく、現地踏査を行う手段もなかった。しかし、マルチビーム測深の実用化により、海底地形図の分解能は飛躍的に向上し、陸の地形図に近い分解能で地形の議論ができるようになってきた。また、現地踏査の手段たる潜水調査船も、「Nautile」や「しんかい 6500」の登場により、海溝前縁の力学境界（中村・島崎, 1981）付近まで調査の範囲を広げることが可能となってきた。

日本海溝は全長が約 800km しかない短い海溝である。しかし、その名称に「日本」という語が含まれ、世界でも有名な海溝と言えるであろう。単に名称の問題だけでなく、年間約 10cm という世界でも最も大きな収束速度を持つプレート境界の 1 つで、地球科学の研究の面においても有名な海溝である。日本海溝から沈み込んだ海洋プレートは、深発地震面として東北日本弧の下を越えて背弧海盆である日本海の下まで 600km 以上も追跡され、また、東北日本弧に顕著な火山列を造っており、日本海溝から東北日本、日本海に至る地域は島弧-海溝系の典型として研究が進められている。

三陸沖の日本海溝陸側斜面では、IPOD leg 57, 58 航海による掘削調査とこれに先立つ予備調査が行われ、白

亜紀以降の地史が明らかにされている（岡田・酒井, 1979; 奈須ほか, 1979; von Huene et al., 1980; 藤岡ほか, 1983）。その後行われた日仏 KAIKO 計画においても、日本海溝はターゲットの 1 つとして取り上げられ、マルチビーム測深による海底地形調査や潜水調査船「Nautile」による潜航調査がなされた（Cadet et al., 1987）。その後も東大海洋研究所、水路部、海洋科学技術センターにより詳細な海底地形調査が行われ、また、「しんかい 6500」による潜水調査もなされてきた（藤岡・村山, 1992; 藤岡ほか, 1993）。日本海溝は南海トラフとともに世界でも最も研究が進められているプレート収束境界の 1 つと言えよう。

しかしながら、マルチビーム測深による調査が行われてきたのは海溝の中軸部付近に限られ、潜航調査についても、全長 800km の日本海溝のうち、三陸宮古沖の海域と、第一鹿島海山の周辺に限られている。平面的な調査の偏在にも増して、垂直方向に関しても調査の偏在が著しい。三陸沖の日本海溝では、1994 年までに 14 回の潜航調査が行われてきたが、いずれも水深 6,500~5,200 m の範囲に限られている。これは潜水調査船の能力の限界内で最も顕著な露頭である三陸海底崖（藤岡・村山, 1992）に調査が集中していることによる。これに対し、三陸海底崖以外の日本海溝陸側斜面では、IPOD における掘削以後は、von Huene and Culotta (1989) により音波探査記録の再解析が行われたほかには、特段の

研究の進展はなかった。

海上保安庁水路部は、1993年にマルチビーム測深機により三陸沖日本海溝陸側斜面の海底地形調査を行った。この結果、日本海溝前縁の顕著な変動地形である三陸海底崖付近以外にも、変動地形がいくつも存在することが明らかとなった。このうちのいくつかは、現在の海底面に断層崖として現れていることから、最近の地質時代の地震断層であろうと考えられる。この中で最も顕著なリニアメントは、水深4,000~4,300m付近にある最上位の平坦面である「深海平坦面 (Mid Slope Terrace)」(岩淵義郎, 1968, 以下本論ではMSTと記述する)をなしており、MST以外にも断層と考えられるリニアメントや地滑り等の、最近の地質時代における変動地形が多く存在することも明らかとなった。

1994年12月に、三陸沖の日本海溝陸側斜面を震央とする、三陸はるか沖地震(M7.5)が発生した。その震源は10km以浅とかなり浅い(仙台管区気象台, 1995)ことから、海底面に地震断層が出現している可能性があるものと考えられた。さらに、三陸はるか沖地震発生後、MSTにおいて行われた深層流や濁度等の観測によれば、一時的に海底が濁ったことが観測されており(堀田, 1995)、余震域において地滑り等の海底の変動が発生した可能性もある。

このため、三陸沖日本海溝陸側斜面の地形と地質、特にMST付近に認められるリニアメントの調査と、海底地滑り等の三陸はるか沖地震に伴う海底の変動を明らかにするとともに、MSTに設置した海底観測機器(海底地震計)の状況を調査することを目的として、「しんかい6500」のdive#275, #276の潜航調査が行われた。本小文では、マルチビーム測深データに基づく三陸沖陸側海溝斜面の変動地形と、「しんかい6500」によるMSTの地形・地質調査の結果について報告する。

2. 三陸沖海溝陸側斜面の地形

水路部測量船「明洋」のマルチビーム測深に基づき作成された三陸沖日本海溝陸側斜面の海底地形図を図1に、また、主な地形要素を図2に示す。海底本海域における海底地形は、水深4,000~4,300m付近にあるMSTを境として、上部斜面と下部斜面とに分けられる。上部斜面は比較的起伏が小さく、緩傾斜であるのに対し、下部斜面には急崖が発達し、複雑な地形となって海溝底に至る。上部斜面では、地形は比較的単調であるものの、かすかにN40°EとN20°Eのリニアメントが認められる。一方、下部斜面ではN-S, N20°E, N40°Eのリニ

アメントが顕著である。

上部斜面に認められるリニアメントは、八戸堆頂部やその東側、宮古海丘南麓に認められる。なお、その走向は、楕円形の底面をもつ宮古海丘の長軸の方向とほぼ一致している。八戸堆では、頂部に比高50~100mの地溝が認められる。

藤岡(1985)は、日本海溝陸側斜面では、伊豆・小笠原海溝などほかの海溝斜面と比べ、海底谷がほとんど発達しないことを指摘した。今回作成された海底地形図(図1)を見ても、顕著な海底谷は八戸堆の東北東に認められるものの、これ以外に大きな海底谷は認められない。しかし、小さな海底谷はいくつか存在することがわかる。八戸堆と宮古海丘との間の小さな海底谷系は、一つながりとなって流下するのではなく、水深2,100m付近で不明瞭になり、水深2,300m付近から現れ、水深3,000m付近で再び不明瞭となって水深3,200m付近で再び現れる。海底谷が途切れる場所は、ちょうど宮古海丘の背斜軸の延長上と、海溝に向かって張り出す小さな尾根と尾根を結ぶ線上に位置している。

上部斜面には、馬蹄形の崩壊地形が何か所か認められる。このうち、MSTの直上にあるものは、幅4km、奥行き7km、滑落した層の厚さは50~150mである。

MSTより下の陸側斜面には、N-S, N20°W, N20°E, N40°Eのリニアメントが認められ、これらが何段かの平坦面をなしている。このリニアメントは、必ずしも日本海溝の海溝軸の方向(N10°W)とは一致せず、むしろ太平洋プレート上面に認められる地溝・地塁の方向と調和的であることから、小川・小林(1994)は、下盤側の太平洋プレートの地溝部分に上盤側の陸側海溝斜面をなす地殻が落ち込んだため、太平洋プレートと同じ傾向のリニアメントを示しているのではないかと指摘している。

下部斜面の平坦面は顕著なリニアメントで境されており、大きく見ると、6,800~6,300m面、4,800~4,500m面、5,800~5,500m面に分けられる。ただし、5,800~5,500m面については40°N以南に限られ、また、その地形トレンドも方向性に乏しい。下部斜面の平坦面では、平坦面の海溝側前縁に小さなバーが認められるものが多い。これは、陸棚及び上部海溝斜面に由来する堆積物がMSTにトラップされてしまうため、下部斜面の平坦面では堆積物の充填が進まず、海溝側に小さなバーとして残しているのか、あるいは、変形が堆積速度よりも大きいために、平坦面の前縁にバーが形成されるのか、あるいは両者が複合した理由によるものであ

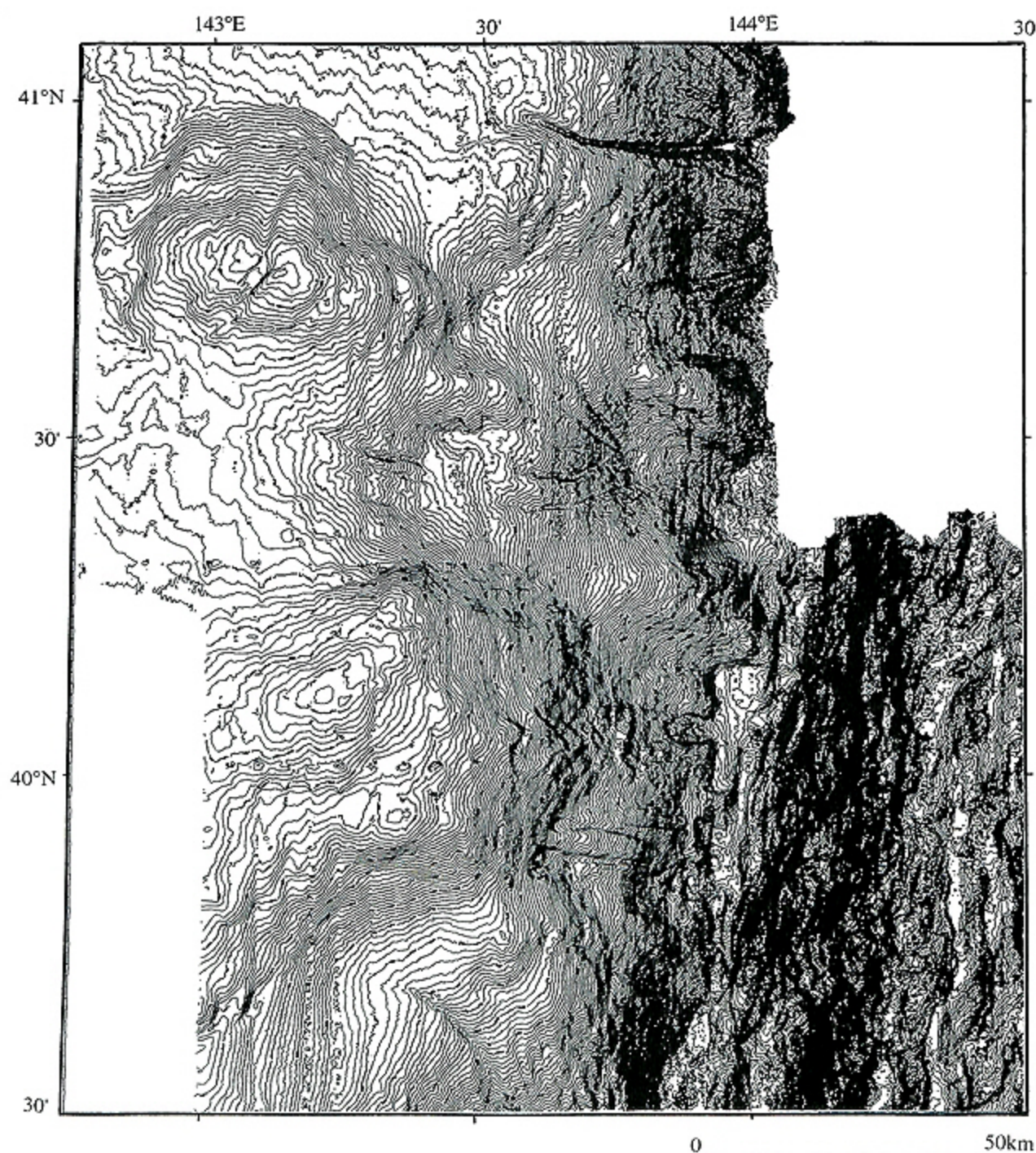


図 1 三陸沖日本海溝陸側斜面の海底地形。等深線間隔 20m

Fig. 1 Topography of the landward slope of the Japan Trench, off Sanriku. Contour interval is 20m.

う。平坦面の下部側の斜面は急崖となっており、崩壊地形がしばしば認められる。

3. 「しんかい 6500」 Dive #275, #276 の結果
1994 年 12 月に発生した三陸はるか沖地震 (M7.5) は、

低角逆断層型の地震と考えられている (仙台管区気象台, 1995) が、その震源の深さは 10km とかなり浅い。震源決定の精度の問題はあるが、この付近の水深は 4~5km なので、震源は海底下数 km に位置していることになる。藤岡・村山 (1992) が指摘するように、陸側斜

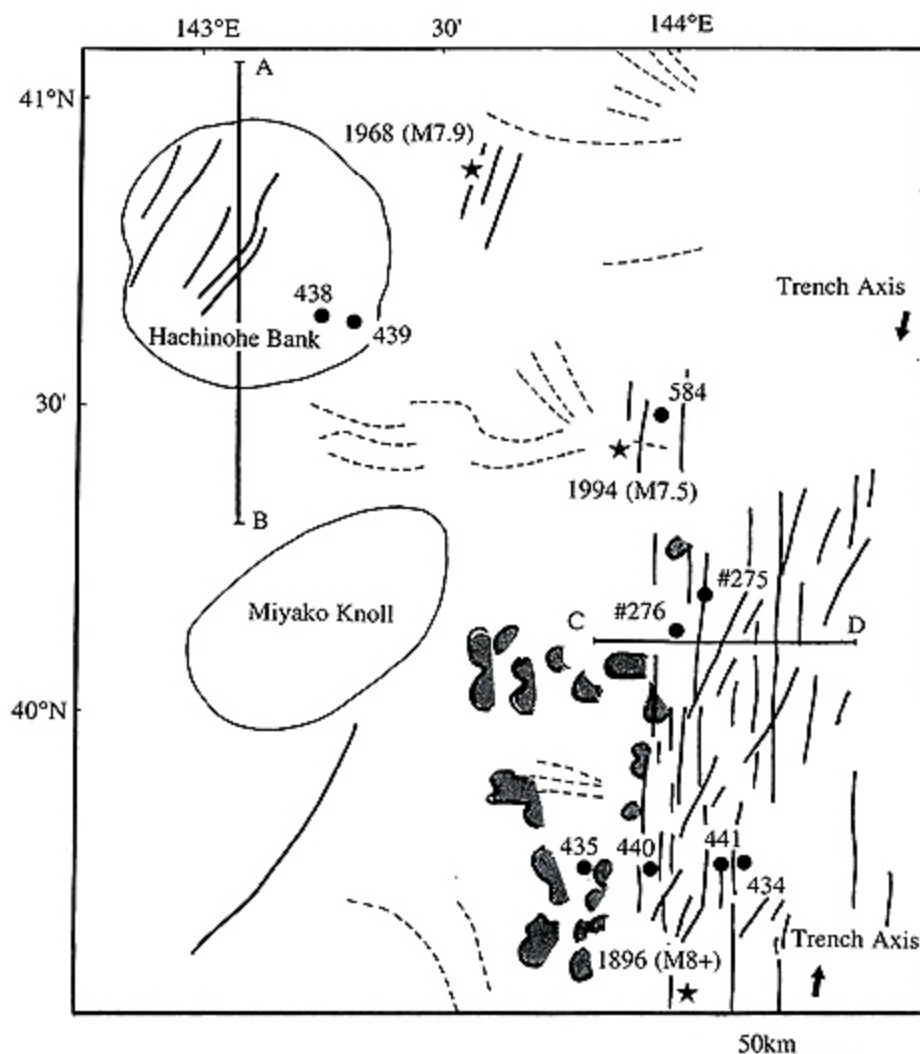


図2 三陸沖日本海溝陸側斜面の地形要素。A-Bは図4の、C-Dは図5のプロファイルの位置を示す。黒丸はIPODにおける掘削地点、★印は主な地震の震央を、太線は主な地形リニアメント、破線は海底谷、点線は地滑り地形を、砂目のエリアは東北大学(1995)による1994年三陸はるか沖地震の余震域を、それぞれ示す

Fig. 2 Topographic elements of the landward slope of the Japan Trench, off Sanriku. A-B and C-D indicate the location of the seismic truck lines in Fig. 4 and Fig. 5, respectively. Star marks: epicenter of the great earthquakes in the area since 1896, black circles: deep sea drilling sites by IPOD, tick lines: topographic lineament, broken line: submarine canyons or valleys, dotted line: traces of landslide, hatched area: after shock area of 1994 far-off Sanriku earthquake.

面下部にスラスト帯が存在し、これが今回の三陸はるか沖地震とも関係があるのであれば、このスラストから分岐した副断層として、さらに上部の陸側斜面にも断層が露出しているのではないかと考えられた。このため、震央に近いMST付近において、地震断層や崩壊等の新しい変動地形を観察できる可能性がある。「しんかい6500」によるDive#275(観察者:岩淵洋)、#276潜航(観察者:海宝由佳)は、これらの変動が観察される可能性のあるMST周辺において行われた。Dive#275はMSTの前縁をなす急崖の脚部に、Dive#276はMST面に潜航した。

図3にDive#275の航跡を示す。深海平坦面の外縁をなす高まりの前縁の急崖脚部に着底した(着底地点:40°09.8'N, 144°02.2'E, 4505m)。崖の脚部では生物量は多く、シンカイコシオリエビ、イソギンチャク、巻き貝等が多数棲息しているほか、合併したナギナタシロウリガイの貝殻が散在していた。

崖は砂岩と泥岩の互層からなる。下部では地層の傾斜は著しく(恐らく45°以上)、大規模な露頭となっているが、崖の上部に向かって次第に泥で覆われた平坦面が認められるようになり、地層の傾斜も緩くなる。写真1に泥岩の露頭写真を示す。泥岩の露頭からは2地点(R

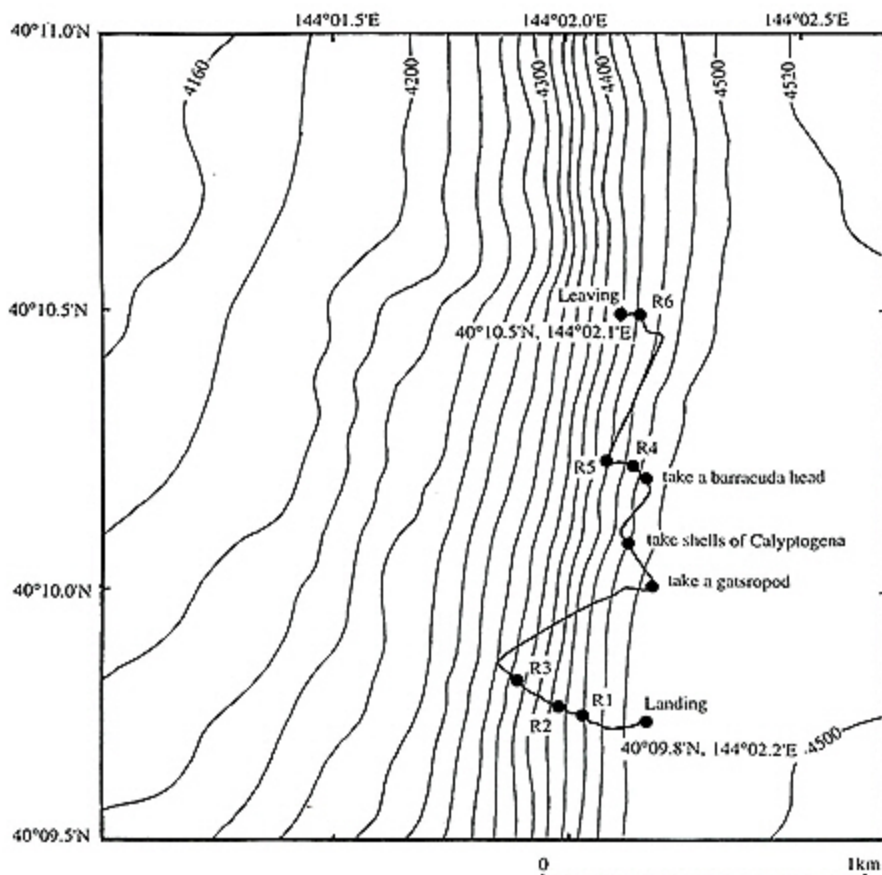


図 3 Dive#275 における航跡と試料採取地点。等深線間隔は 20m
Fig. 3 Track line and sampling sites of the dive#275. Contour interval is 20m.

1, R2) において in situ で試料を採取した。これに含まれる珪藻と放散虫の分析を、北海道大学の嶋田智恵子博士に依頼して行った。産出する珪藻と放散虫を表 1 に示す。

R1, R2 から産する珪藻化石は、Koizumi (1985) の *Actinocyclus* zone (1.9–0.9Ma) ないし *Rhizosolenia curvirostris* zone (0.9–0.3Ma) に対比される。なお、産出する珪藻化石は、*Bacterosira fragilis* や *Nitzschia grunowii* など、海水に付着する生活型の ice algae の頻度が高く、また、Sancetta (1982) などによって太平洋高緯度海域の表層堆積物から産出が報告されている種も多数含まれている。このことから、R1, R2 の泥岩が堆積した時期には、三陸沖は海水が存在するような寒冷な環境であったと推定される。

崖の上部になるに従い、地層の傾斜が小さくなり露頭も減ってくることから、急崖脚部まで戻り、崖の走向と小さな角度で交わるように航走した。崖の脚部には着底点付近と同様に、ナギナタシロウリガイの貝殻が散在していた。貝殻は合併しており、また、貝殻の表面には成

長線も残されている。この付近における現在の炭酸塩消失深度 (CCD) は 4,000m より浅いと考えられるので、シロウリガイのコロニーが減じたのはさほど古い時代のことではないのかもしれない。

崖の中腹の泥で覆われた斜面の上には、亜角礫がしばしば載っていた。このうち 2 地点において亜角礫を採取した (R3, R4)。R3 はデイサイト質凝灰岩、R4 はデイサイトであった。亜角礫はかなり傾斜の大きな斜面であっても、礫の周囲の泥の海底にはローリングトレイルなどは認められなかった (写真 2)。また、調査した範囲では、上部斜面から新たに流れてきた土石流堆積物や新しい崖錐なども一切認められない。本地点は半年前に発生した三陸はるか沖地震 (M7.5) の震央から南にわずか 25km の位置にあることから、海底でも大きな震動があったものと予想されたが、不安定な位置にある亜角礫に転動の痕跡すら認められなかった。海底における震動は意外に小さかったのかもしれない。

Dive #276 は MST の中央付近に潜航した (着底地点: 40°08.2' N, 143°59.1' E, 4,219m)。海底は平坦で厚い

表 1 Dive #275 において採取した泥岩から産する珪藻化石
Table 1 Diatoms from mudstones collected during the dive #275.

sample	275-R-001	275-R-002
diatom		
<i>Actinocyclus curvatus</i>	4	7
<i>A. oculatus</i>	4	
<i>Bacterosira fragilis</i>	24	17
<i>Cladogramma</i> sp.	2	
<i>Coscinodiscus marginatus</i>	4	12
<i>Delphacis surirella</i>	2	
<i>Hyalodiscus obsoletus</i>	2	
<i>Merosira albicans</i>	122	38
<i>Neodenticula seminacea</i>	25	5
<i>Nitzschia grunowii</i>	5	48
<i>Odontella aurita</i>	1	1
<i>paralia sulcata</i>	5	5
<i>Odontella aurita</i>	6	
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f.h.	6	2
<i>R. hebetata</i> f.s.	6	2
<i>Stephanopyxis turris</i>	11	49
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	36	17
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	4	
<i>T. gravida</i>	3	1
<i>T. hyalina</i>	6	2
<i>T. jouseae</i>	10	69
<i>T. oestrupii</i>		10
<i>T. trifurcata</i>	7	4
<i>T. nordenskiöldii</i>	4	6
<i>Thalassiothrix longissima</i>	1	5
Total No. of valves	300	300

泥質堆積物に覆われており、観察した範囲では、海底面における亀裂や噴砂、変色域等、新しい時代の変動に関する痕跡は一切認められなかった。なお、本潜航は海底地震計の設置状況の調査を主たる目的としており、潜航調査中に海底地震計が浮上したため、周辺域の地形・地質調査はあまり行っていない。

4. 考 察

(1) 三陸沖陸側海溝斜面の変動地形

海底地形から読みとれるリニアメントは、MST より海溝側の地域が顕著である。中村・島崎 (1981) は、プレートの力学境界は、物質境界たる海溝から陸側斜面に向かって、ある幅をもった領域で存在することを指摘した。リニアメントが発達する MST より下部の斜面は、プレートの力学境界域に相当することになる。ただし、下部斜面にくらべ頻度は少なくなるものの、上部斜面にもリニアメントが存在することは、変動 (変形) は主に海溝前縁で起こっているものの、上中部斜面においても活動度は低い、変動が起きていることを示している。

斜面の上部、八戸堆の頂部には地溝が見られる。シングルチャンネル音波探査 (図 4) によれば、八戸堆や宮古海丘における最上位の層は、堆の周縁に向かうにつれて層厚を増すことから、これら高まりにおける隆起運動

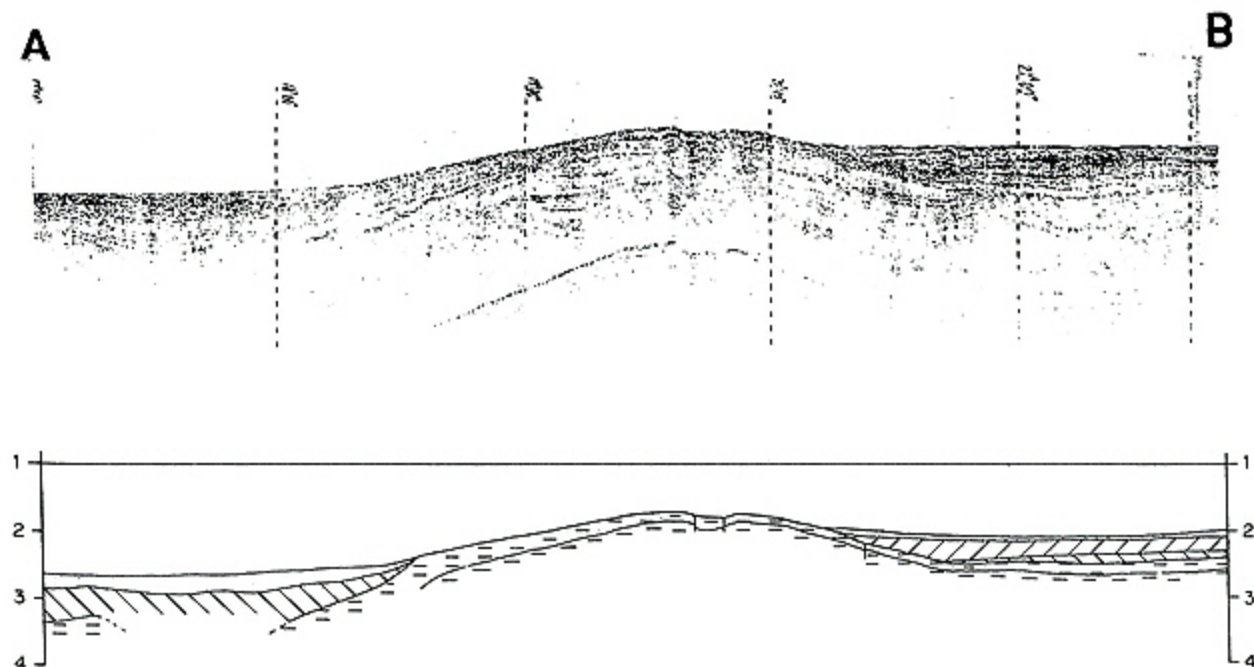


図 4 八戸堆におけるシングルチャンネル音波探査記録及び解釈図。沖野ほか (1995) による

Fig. 4 Single channel seismic profile on the Hachinohe bank and its line drawing. The line is shown in Fig. 2. (after Okino et al., 1995).

は、最上位の層の堆積時に継続していた運動であることがわかる。八戸堆頂部の地溝は、隆起に伴って頂部の最上位層が引き延ばされて生じたものと考えられる。八戸堆の東斜面で行われた IPOD における深海掘削 (site 438) を参考にすれば、八戸堆における最上位の層は更新統に対比される。したがって、八戸堆の隆起は第四紀を通じて行われ、頂部の地溝は後期更新世ないし完新世に形成されたものと推定される。

本海域では海底谷は顕著ではないが、小さな海底谷が八戸堆と宮古堆の間に認められる。これは、一続きの谷として流下するのではなく、途中2か所で分断されている。一般に海底谷は現在も継続している造地形運動により造られたものである。従って、海底谷が分断されているということは、海底谷を分断する造地形運動も現在も継続していることを示唆する。両堆の間の海底谷が途切れる部分のうち、上部は宮古堆の伸びの方向の延長部に位置し、下部のものも水深 300m 付近から海溝に向かって張り出す小さな尾根と尾根を結ぶ線に位置している。海底谷の流路が途切れているのは、宮古海丘や前述の尾根の隆起に伴い、海底谷の流路がふさがれたためであろう。音波探査と IPOD による対比から考えて、宮古海丘の隆起は八戸堆と同様に、第四紀を通じて行われたと推定される。陸側斜面にある海底谷は、一般に現在も谷を造る営力が働いている。しかし、八戸堆と宮古海丘の間に位置する海底谷が途切れていることは、これら高まりにおいては現在も隆起が続いていることを示唆している。八戸堆だけでなく、宮古堆や深海平坦面付近に張り出す尾根は、現在も隆起を続けているものと推論される。

なお、深海掘削によれば、三陸沖の日本海溝陸側斜面においては、古第三紀の終わり頃に大規模なデイサイト質の火山活動があったことが知られている (奈須ほか, 1979; von Huene et al., 1980; 藤岡ほか, 1983; など)。Dive #275 においてデイサイト礫が採取されたことは、上部斜面においてデイサイトの露頭が形成されている可能性も考えられる。堆や尾根の隆起に伴い、下位の層準が露出するようになっているのかも知れない。

(2) 三陸はるか沖地震に伴う変動

1994 年に発生した三陸はるか沖地震 (M7.5) は死者 3 名の被害を出し、三陸沿岸部において小さな津波が観測された。この地震の震源は海溝の近く極浅く、地震のメカニズムは東西圧縮の逆断層型で (仙台管区気象台, 1995)、西に傾き下がった余震域を持つ (仙台管区気象台, 1995; 東北大学, 1995; 北海道大学ほか, 1995) こ

とから、プレート境界型の地震であると考えられている。この地震の余震域 (図 2) は、これまで IPOD による掘削調査や潜水調査船による調査が行われている海域に相当し、本震や余震のうちのいくつかは深さが 10km 以浅とほぼ海底に近いことから、断層面の一部は地震断層として海底面に現れている可能性が考えられた。

また、海底地形図 (図 1) によれば、MST より上部の陸側斜面には、地滑り地形がいくつも認められる。三陸はるか沖地震発生後、余震域に位置する MST 上において行われた深層流や濁度等の観測によれば、一時的に海底が濁ったことが観測されており (堀田, 1995)、余震域において地滑り等の海底の変動が発生し、MST に向かって流下した可能性も考えられた。

しかし、潜航調査の結果、海底には亀裂や噴砂、変色域、新しい崩壊痕などは認められず、また、20°以上の傾斜をもつ斜面の途中にある亜角礫にも、転動を示すローリングトレイルは調査した範囲では全く認められなかった。このことから、M7.5 の地震の震央からわずか 25km の地点において、震動はそれほど大きくはなかったと考えざるを得ない。

三陸沖の日本海溝では、歴史時代に何度も巨大地震が発生している。現在の三陸沖陸側斜面の海底地形を見る限り、海底における地滑り等の崩壊地形はしばしば認められる。深海においては、新たな崩壊により痕跡が消されない限り、相当長期間にわたって地形が保存されるであろう。それにもかかわらず、数百年毎に発生する巨大地震の発生頻度に比べ、海底に認められる崩壊地形の数は圧倒的に少ない。M7.5 とプレート境界型の地震としては規模が小さい 1994 年三陸はるか沖地震において、震央付近の海底に顕著な海底面の崩落や地滑り等が認められないことは、むしろ当然のことかもしれない。

(3) 深海平坦面 (Mid Slope Terrace)

三陸沖日本海溝の海底地形図 (図 1) からは断層と考えられるリニアメントがいくつか認められる。このうち、MST の前縁をなすバーのリニアメントと、三陸海底崖をなすリニアメントが最も顕著なものである。

前者は MST の成因と密接に関連している。これについては、Cadet et al. (1987), Aubouin (1989), von Huene and Culotta (1989) らは、陸側斜面に正断層を考え、下盤側 (海溝側) が回転・傾動したため MST の前縁をなすバーが形成され、そこに斜面上部に由来する堆積物が充填されたため MST が形成されたと解釈している。この場合、MST の前縁をなすバーを形成するドライビングフォースは、専ら重力による。したがって、

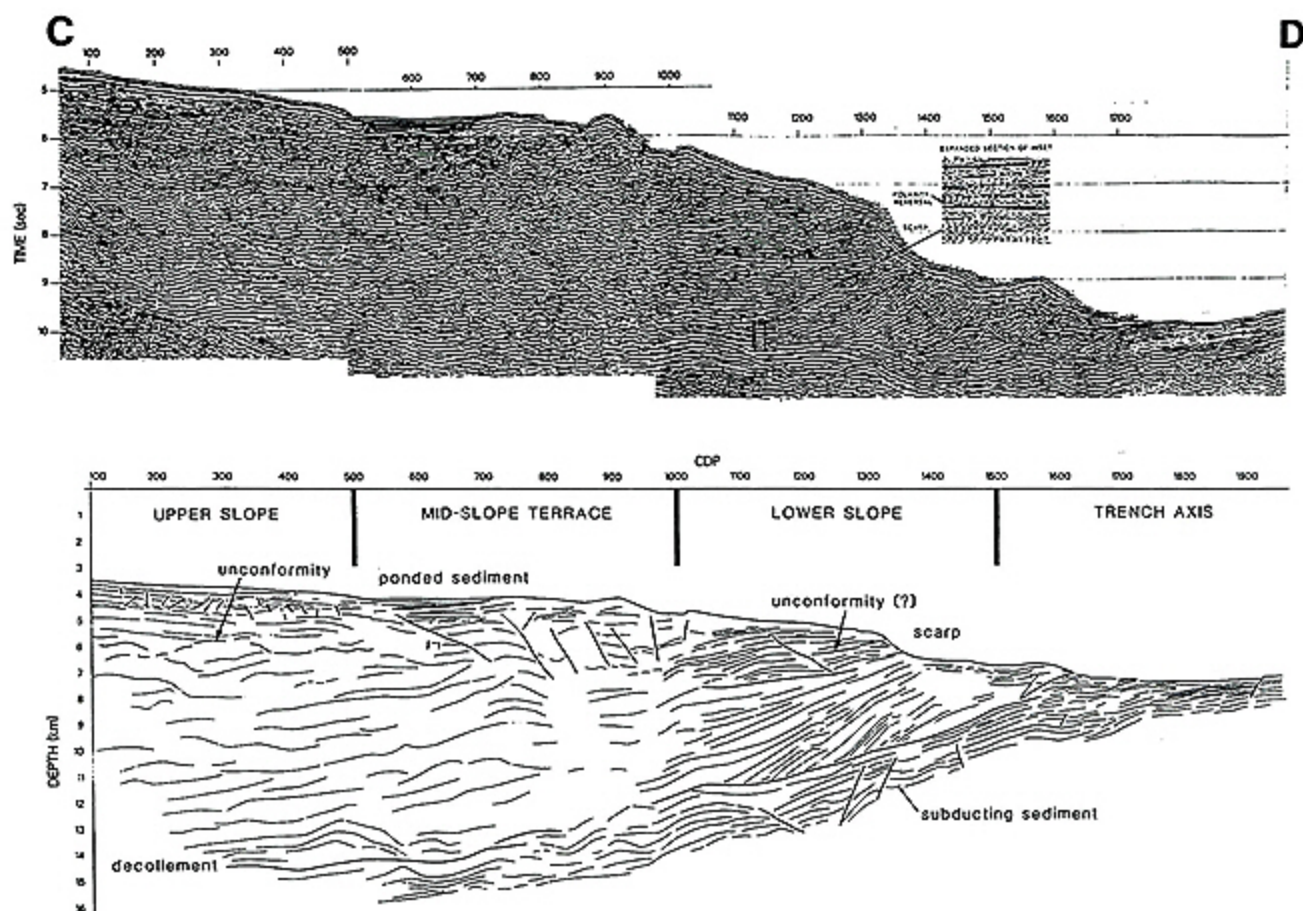


図 5 三陸沖日本海溝陸側斜面におけるマルチチャンネル音波探査記録 (ORI-4) 及び解釈図。von Huene and Culotta (1989) による

Fig. 5 Multi-channel seismic profile (OR-4) and its line drawing of the landward slope of the Japan Trench, off Sanriku (after von Huene and Culotta, 1989).

MST の前縁をなすバーは、陸側海溝斜面のプロファイルを延長したものよりも位置エネルギーが小さい所になければならない。しかし、マルチビーム測深にもとづく地形図や von Huene and Culotta (1989) の音波探査断面 (図 5) では、MST の前縁をなすバーは、斜面の延長よりも上方に位置している。また、von Huene and Culotta (1989) による音波探査記録及び解釈図では、MST の下には、下盤側の地塊を傾動させるようなリストリックな断層は全く認められない。以上から、MST の前縁をなすバーが、正断層とこれに伴う回転・傾動だけで形成されたとは考えられない。

潜航調査の結果、平坦面の縁の急崖部では、砂岩・泥岩互層の露頭が観察されること、これら地層は下位層は海溝側に向かって著しく傾斜しているが、上位層では傾斜は比較的小さくなること、急崖の脚部には底棲生物の量が比較的多く、また、ナギナタシロウリガイの貝殻も

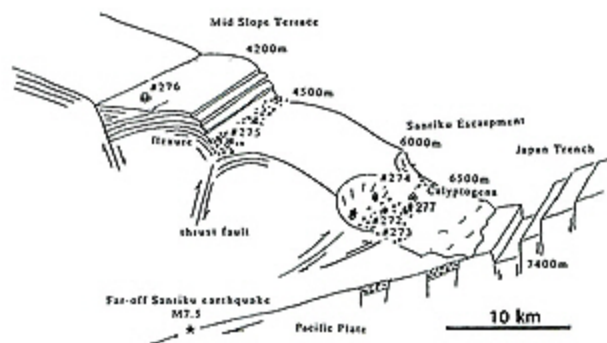


図 6 三陸沖日本海溝陸側海溝斜面の模式図

Fig. 6 Schematic of the landward slope of the Japan Trench, off Sanriku.

散在していること、等が明らかにされた。シロウリガイは断層に伴う冷水と密接な関係があることが、多くの研究者によって指摘されている。今回シロウリガイの貝殻が認められた地点については、von Huene and

Culotta (1989) による音波探査記録をよく見ると、西落ちの逆断層が存在するようにも解釈できる。ナギナタシロウリガイが少なくとも最近の時代まで棲息していたことは、急崖の脚部に地下から湧水が絞り出されるような断層、おそらくは逆断層が存在する可能性を示唆する。

三陸海底崖については、どのようにして形成されたかは議論のあるところである。村内ほか (1979), Aubouin (1989), von Huene and Culotta (1989) は、三陸海底崖を正断層起源の崖と解釈し、ここでは大規模なテクトニックエロージョンが生じているものと考えた。一方、藤岡・村山 (1992) は、三陸海底崖付近にナギナタシロウリガイの群集が線状に分布すること、von Huene and Culotta (1989) による音波探査記録の独自の解釈から三陸海底崖にシアゾーンを認め、三陸海底崖が逆断層起源であると推定した。その後の調査では、三陸海底崖において断層角礫岩からなる露頭が観察され (小川ほか, 1996), 三陸海底崖が逆断層起源であることを示唆する結果が得られている。

以上から、三陸沖陸側斜面について模式的に解釈したのが図6である。Dive#275において認められた、下方に著しく傾動した砂岩と泥岩の互層は、断層に伴う撓曲であろう。逆断層の圧縮に伴い絞り出された水がナギナタシロウリガイを育んだのではなかろうか。現在棲息しているシロウリガイのコロニーが認められなかったこと、1994年12月の地震の断層がこの地点では地表面まで到達しなかったことは、この地域の活動度が、プレートの力学境界である海溝の前縁付近よりも小さいことから考えて矛盾はない。

なお、Dive#275の南70kmのMSTにおいて行われたIPODの掘削 (site 440) によれば、更新世になって堆積速度が急に大きくなったことが明らかにされている (von Huene et al., 1980; 藤岡ほか, 1983)。今回、MST前縁の急崖において *in situ* で採取された泥岩は、珪藻化石によれば前期ないし中期更新世に対比される。更新世になってMSTにおける堆積速度が急速になったということは、MST前縁のバーの形成は、その時代、すなわち更新世の初め頃には既に始まっていたと考えられ、今回の微化石による対比とは矛盾しない。逆断層 (撓曲) の形成に伴って上盤側が隆起し、陸側斜面上部に由来する堆積物がトラップされた。また、合わせて断層運動のために、斜面が不安定になって斜面崩壊が進み、MSTにおける堆積速度が大きくなったものと推定される。

5. ま と め

- ・三陸沖深海平坦面では、海溝付近にくらべ規模は小さいものの変動がある。
- ・深海平坦面は逆断層によって鮮新世の末ないし更新世の初め頃に形成されたものである。
- ・1994年三陸はるか沖地震の震央から25kmの海底は、意外に静穏であったらしい。
- ・当該海域には地滑り地形がいくつも認められたが、本地域における巨大地震の発生の頻度に比べるとはるか少ないことから考えて、大規模崩壊を引き起こすようなイベントは極めて希であると考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、海上保安庁水路部測量船「明洋」乗組員の方々、海洋科学技術センターの「しんかい6500」運航チームの方々、「よこすか」乗組員の方々には、現地調査作業において大変お世話になった。また、海底地形図の作図処理は海上保安庁水路部沖野郷子氏をはじめとする海洋調査課の方々に、採取試料の分析にあたってはジオサイエンス株式会社鄭重博士にお世話になった。記して感謝する。

引用文献

- Aubouin, J. (1989): Some aspects of the tectonics of subduction zones. *Tectonophysics*, 160, 1-22.
- Cadet, J.P., K. Kobayashi, S. Lallemand, L. Jolivet, J. Aubouin, J. Boulegue, J. Dubois, H. Hotta, T. Ishii, K. Konishi, N. Niitsuma and H. Shimamura (1987): Deep scientific dives in the Japan and Kuril Trench. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, 83, 313-328.
- 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込みと日本海溝. *科学*, 55, 420-428.
- 藤岡換太郎 (1985): 東北日本弧—海溝系の地形と地質. *地学雑誌*, 94, 16-33.
- 藤岡換太郎・村山雅史 (1992): 日本海溝陸側斜面の世界最深のシロウリガイ群集とメガシアー. *しんかいシンポジウム報告書*, 8, 17-27.
- 藤岡換太郎・竹内章・堀内一穂・岡野肇・村山雅史・堀井善弘 (1993): 日本海溝の陸側・海側斜面の地形とテクトニクス. *しんかいシンポジウム報告書*, 9, 1-26.
- 北海道大学理学部・東北大学理学部・東京大学理学部・

- 東京大学地震研究所・東京大学海洋研究所・気象庁 (1995): 海底地震観測による 1994 年三陸はるか沖地震の余震分布. 地震予知連絡会報, 54, 94-96.
- 堀田 宏 (1995): 科学技術振興調整費「平成 6 年三陸はるか沖地震に関する緊急研究」成果報告書, 科学技術庁研究開発局, 105-118.
- 岩淵義郎 (1968): 北西太平洋の海溝地形. うみ, 7, 15-23.
- 小川勇二郎・小林和男 (1994): 日本海溝と千島海溝の地形及び地質的特徴. 月刊地球, 号外 9, 60-69.
- 小川勇二郎・藤倉克則・岩淵 洋・海宝由佳・泉 紀明・井上 明・能本裕一・平 清・菊間敏男・李仁泰・小寺 透・長井 茂・岡野 肇・池上昭彦・藤岡換太郎・桑野 健 (1996): 日本海溝北部陸側斜面 1995 年「しんかい 6500」潜航調査報告 (第 272~277 潜航). JAMSTEC 深海研究, 12, 1-22.
- 岡田博有・酒井豊三郎 (1979): 日本海溝の深海掘削-1. 月刊海洋科学, 11, 756-762.
- 沖野郷子・泉 紀明・浅田 昭・岩淵 洋 (1995): 科学技術振興調整費「平成 6 年三陸はるか沖地震に関する緊急研究」成果報告書. 科学技術庁研究開発局, 96-104.
- 村内必典 (1979): 日本海溝におけるサブダクションの機構. 海洋科学, 11, 799-806.
- 中村一明・島崎邦彦 (1981): 相模トラフとプレート沈み込み. 科学, 53, 490-498.
- 奈須紀幸・本座栄一・藤岡換太郎・佐藤俊二 (1979): 日本海溝の深海掘削-2. 月刊海洋科学, 11, 807-815.
- 仙台管区気象台 (1995): 「平成 6 年 (1994 年) 三陸はるか沖地震」(12 月 28 日, M7.5). 地震予知連絡会報, 54, 75-83.
- 東北大学理学部 (1995): 微小地震観測網による 1994 年三陸はるか沖地震の余震活動. 地震予知連絡会報, 54, 84-93.
- von Huene, R., M. Langeseth, N. Nasu and H. Okada (1980): Summary, Japan Trench Transect. In Scientific Party Legs 56-57, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Legs 56, 57. U.S. Government Printing Office, Washington D.C.
- von Huene, R. and R. Culotta (1989): Tectonic erosion at the front of the Japan Trench convergent margin. Tectonophysics, 160, 75-90.
- Koizumi, I. (1985): Diatom biochronology for late Cenozoic North-west Pacific. Jour.Geol.Soc.Japan, 91, 195-211.
- Sancetta, C. (1982): Distribution of diatom species in the surface sediments of the Bering and Okhotsk seas. Micropaleontology, 28, 211-257.

(原稿受理: 1996 年 7 月 12 日)

(注) 写真は次ページ以降に掲載

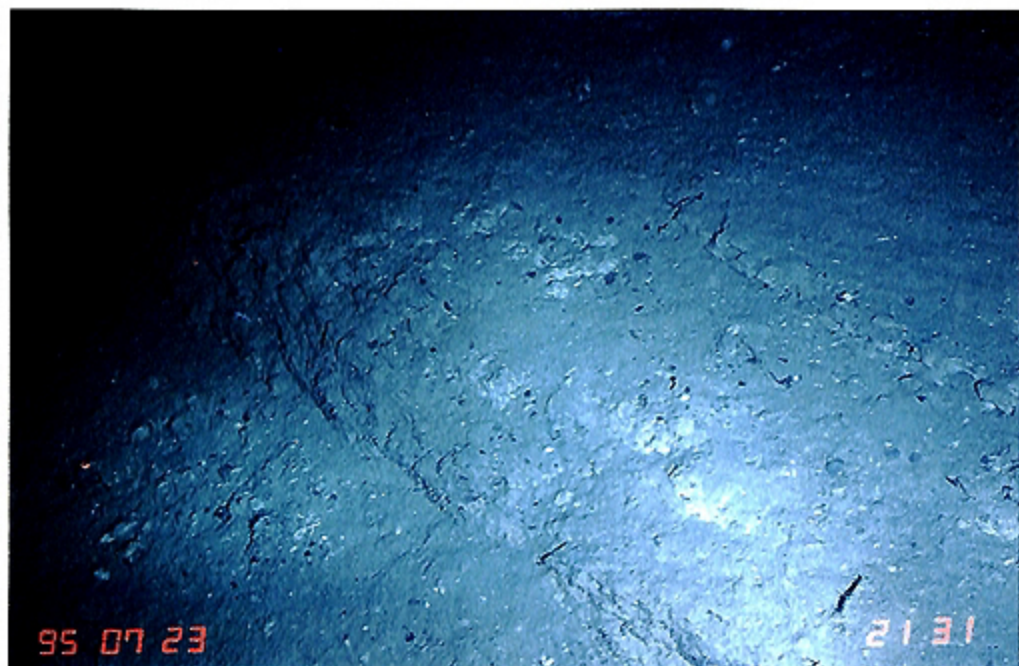


写真 1 泥岩露頭の写真
Photo 1 Outcrops of mudstone.



写真 2 急な斜面の上に載る亜角礫。周囲の泥には転動の痕跡は認められない
Photo 2 Sub-angular cobble on the steep slope. No rolling trail of the cobble on muddy slope is recognized.