

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)

—三陸海底崖の地形・地質・生物—

小川勇二郎*1 藤倉 克則*2 岩淵 洋*3 海宝 由佳*2
 泉 紀明*4 井上 明*5 能木 裕一*5 平 清*6
 菊間 敏男*6 李 仁泰*1 小寺 透*7 長井 茂*8
 岡野 肇*9 池上 昭彦*10 藤岡換太郎*2 桑野 健*1

1995 年 7 月に「しんかい 6500」による 6 回の潜航が八戸沖の日本海溝北部陸側斜面において、逆断層が海底に連続している可能性のある海底崖を選んで行われた。そのうち第 272, 273, 274, 277 の 4 潜航は、北緯 40°06'~10' 付近の水深ほぼ 6,500m 弱の三陸海底崖で行われ、第 275 潜航は浅いが、より震央に近い水深約 4,500m の別の海底崖で行われた。第 276 潜航は余地震調査のために水深約 4,200m の平坦面に設置されていた海底地震計の回収を目的として行われた。

これらの潜航によって、三陸海底崖は逆断層起源であるとの仮説が確かめられた。第 277 潜航において、6,437m における世界最深度のナギナタシロウリガイのコロニーが見出された。また、海底崖のふもとにナギナタシロウリガイのコロニーが顕著な雁行状配列をなすこと、それはこの海底崖の成因である逆断層の左横ずれ成分の変位に関連して出来たものであることが分かった。さらに、それらのコロニー付近からの諸生物試料および細菌試料の採取に成功した。

-
- *1 筑波大学地球科学系
 - *2 海洋科学技術センター深海研究部
 - *3 海上保安庁水路部
 - *4 海上保安庁水路部 (現在: 海上保安庁灯台部)
 - *5 海洋科学技術センター深海環境プログラム
 - *6 海洋科学技術センター企画部
 - *7 日本海洋事業株式会社
 - *8 日本鋼管株式会社
 - *9 高知大学大学院理学研究科 (現在: 応用地質株式会社)
 - *10 東洋大学工学部
 - *11 Institute of Geoscience, University of Tsukuba
 - *12 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center
 - *13 Hydrographic Department, Japan Maritime Safety Agency
 - *14 Hydrographic Department, Japan Maritime Safety Agency (Present: Lighthouse Department, Japan Maritime Safety Agency)
 - *15 Deep-sea Environment Exploration Program, Japan Marine Science and Technology Center
 - *16 Planning Department, Japan Marine Science and Technology Center
 - *17 Nippon Marine Enterprises, Ltd.
 - *18 NKK Corporation
 - *19 Post-graduate Course in Science, Kochi University (Present: Oyo Corporation)
 - *20 Faculty of Engineering, Toyo University

キーワード: 「しんかい 6500」, 日本海溝, 陸側斜面, ナギナクシロウリガイ, 三陸はるか沖
地震, 三陸エスカーメント, 絶対好圧細菌

Dive Report of "Shinkai 6500" 1995 Cruise at the Northern Japan Trench Landward Slope (Dives 272-277)

—Geomorphology, Geology and Biology of the Sanriku Escarpment—

Yujiro OGAWA*¹¹ Katsunori FUJIKURA*¹² Yo IWABUCHI*¹³
Yuka KAIHO*¹² Noriaki IZUMI*¹⁴ Akira INOUE*¹⁵
Yuichi NOGI*¹⁵ Kiyoshi TAIRA*¹⁶ Toshio KIKUMA*¹⁶
In Tae LEE*¹¹ Toru KODERA*¹⁷ Shigeru NAGAI*¹⁸
Hajime OKANO*¹⁹ Akihiko IKEGAMI*²⁰
Kantaro FUJIOKA*¹² Takeshi KUWANO*¹¹

Six dives of submersible "Shinkai 6500" were done at the landward slope of the northern Japan Trench off Hachinohe in July, 1995. Dives 272, 273, 274 and 277 were at the Sanriku Escarpment of a fault origin around approximately 6,400 to 5,900m depth, and dives 275 and 276 were at shallower slopes around 4,200 to 4,500m depth, the latter recovered ocean-bottom seismometer. During most of the dives we observed and collected deep-sea animals, particularly *Calyptogenia phaseoliformis*, and collected obligately barophilic bacteria, and observed topography and geology concerning the effects of the "Sanriku-oki, Japan, earthquake (M7.5)" which occurred in December 28, 1994.

Based on the observation, we confirmed that the sharp scarps are of a thrust fault origin, and that methane-bearing fluid venting along the faults and calcite cemented sediments occur on the bases of the scarps. During dive 277 we found the world deepest *Calyptogenia* colonies at 6,437m depth.

We further discussed that the origin of the en echelon arrangement of *Calyptogenia phaseoliformis* colony direction due to left-lateral strike-slip component-bearing faulting at the Sanriku Escarpment, which may relate to the big earthquake.

Key words: "Shinkai 6500", Japan Trench, Landward slope, *Calyptogenia phaseoliformis*, "Sanriku-oki, Japan, earthquake", Sanriku Escarpment, Obligately barophilic bacteria

1. はじめに

1995年(平成7年)7月, 八戸沖の日本海溝北部陸側斜面において, 「しんかい 6500」による6回の潜航調査を含む研究航海が行われた。本報告はその概報である。本報告では, 各潜航の目的および成果の大略を述べ, 試

料の記録を添付する。個々の潜航の成果については別途報告される予定である。

2. 潜航海域および目的

日本海溝北部は, 典型的な侵食型沈み込み帯

(erosional-type subduction zone) として知られ (Hilde, 1983), 今まで多くの海洋地質学上の研究が行われてきた。DSDP Leg 56 と 57 およびそれに関連する調査において、一連の地形、地質、地球物理的データが集められ、日本海溝の発達史が明らかにされた (von Huene et al., 1980)。さらに、日仏 KAIKO 計画によって、Sea Beam による地形調査、シングルチャネルによる音波探査、および "Nautile" を用いた潜航が行われ、海底地形と海底表層の実体が、海溝軸を含んで主として $39^{\circ}40' \sim 41^{\circ}00'$ の範囲で明らかにされた (Cadet et al., 1987a)。*"Nautile"* によっては、水深 6,000m より浅い斜面でのナギナタシロウリガイコロニーの分布が知られた (Cadet et al., 1987b; Fujioka and Taira, 1989)。

一方、1990 年に、東大海洋研の白鳳丸によって $37^{\circ}50' \sim 39^{\circ}40'$ にかけての広い範囲にわたって、Sea Beam による地形調査および $38^{\circ}45'$ に沿うマルチチャネル音波探査が行われた (Kobayashi, 1991)。1991 年から使用の始まった「しんかい 6500」は、早速 6,000m 以深の場所にもナギナタシロウリガイの分布があることを発見した (藤岡・村山, 1992)。さらに 1992 年 7 月から宮古沖で始まった群発地震直前、 $40^{\circ}07'$ 付近を中心とする陸側斜面の「しんかい 6500」による潜航調査が計 6 回行われた。この時期には海側斜面においても潜航が行われた (藤岡ほか, 1993)。これらの研究を通じて、日本海溝北部の実体はかなりの程度解明されていたが、日本海溝の北部の陸側斜面の基部に発達するいわゆる三陸海底崖 (Sanriku Escarpment) (藤岡・村山, 1992) が果たして正断層なのか (Aubouin, 1989; von Huene and Culotta, 1989; von Huene and Lallmand, 1990)、それともメガシアとも呼ぶべき逆断層帯なのか (藤岡・村山, 1992) については、決着を見ていなかった。

その直後、1994 年 12 月 28 日、従来の調査地域に隣接する陸側斜面下で、三陸はるか沖地震 ($M7.5$) ("Far-off Sanriku earthquake"; "Sanriku-oki, Japan, earthquake") が起きた (海野ほか, 1995; Tanioka et al., 1996 など)。地震は震源が浅かったにもかかわらず、目立った津波は観測されなかった。この地震は北東東走向で西方に傾く断層面をもつ逆断層型の地震と考えられる (Tanioka et al., 1996) が、この地震と海底地形の変化を調査し、また、断層に伴うナギナタシロウリガイコロニーの生物相と、その周辺からの絶対好圧細菌の採集を目的として、本報告に述べる潜航調査が行われた。

今回の調査海域は、 $41^{\circ}N$, $144^{\circ}E$ と $39^{\circ}N$, $145^{\circ}E$ を対角線とする範囲の Sea Beam 調査を含み、それまで

日仏 KAIKO 計画および海上保安庁水路部の Sea Beam 地形図の一部使用し、調査を行った (図 1, 2, 3)。第 276 潜航以外は、逆断層が海底に連続している可能性のある海底崖を選んで行われた。そのうち第 272, 273, 274, 277 の 4 潜航は、北緯 $40^{\circ}06' \sim 10'$ 付近の水深ほぼ 6,500m 弱の三陸海底崖で行われた (図 4)。第 275 潜航は浅いが、より震央に近い水深約 4,500m の別の海底崖で行われた。これらの海底崖は南北性の直線的な方向を持つ (図 3)。第 276 潜航は余地震調査のために水深約 4,200m の平坦面に設置されていた海底地震計の応答を調べ、かつ回収する目的で行われた。それぞれの潜航コースは図 5 に、潜航地点および目的の概略は表 1 に示してある。

3. 地形および地質のレビュー

国際深海掘削計画 DSDP (Deep Sea Drilling Project) の Legs 56/57 において北緯 $39^{\circ}42'$ に沿ったトランセクトが掘られ、中新世以降大規模なテクトニックエロージョンが起きていることが実証された (von

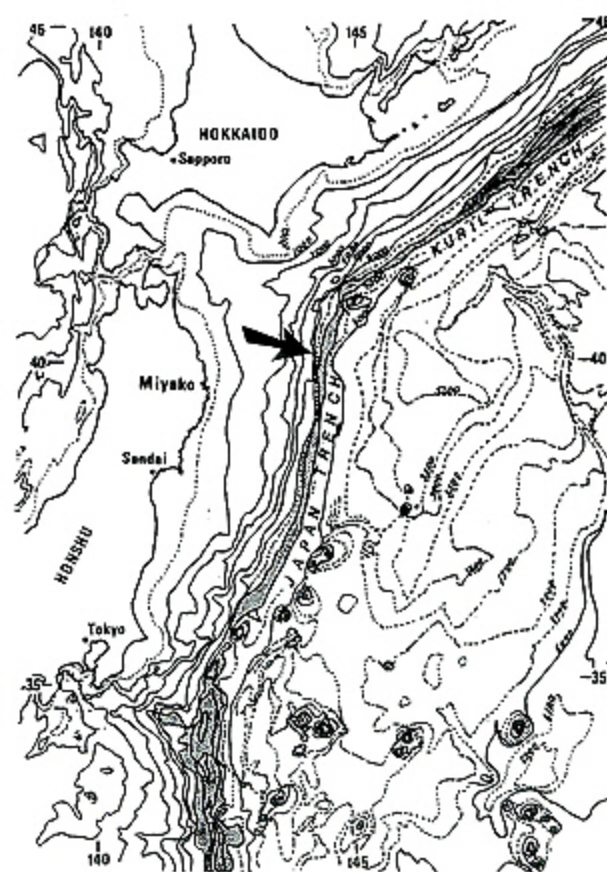


図 1 調査海域 (矢印で示す)
Fig. 1 Study area indicated by arrow.

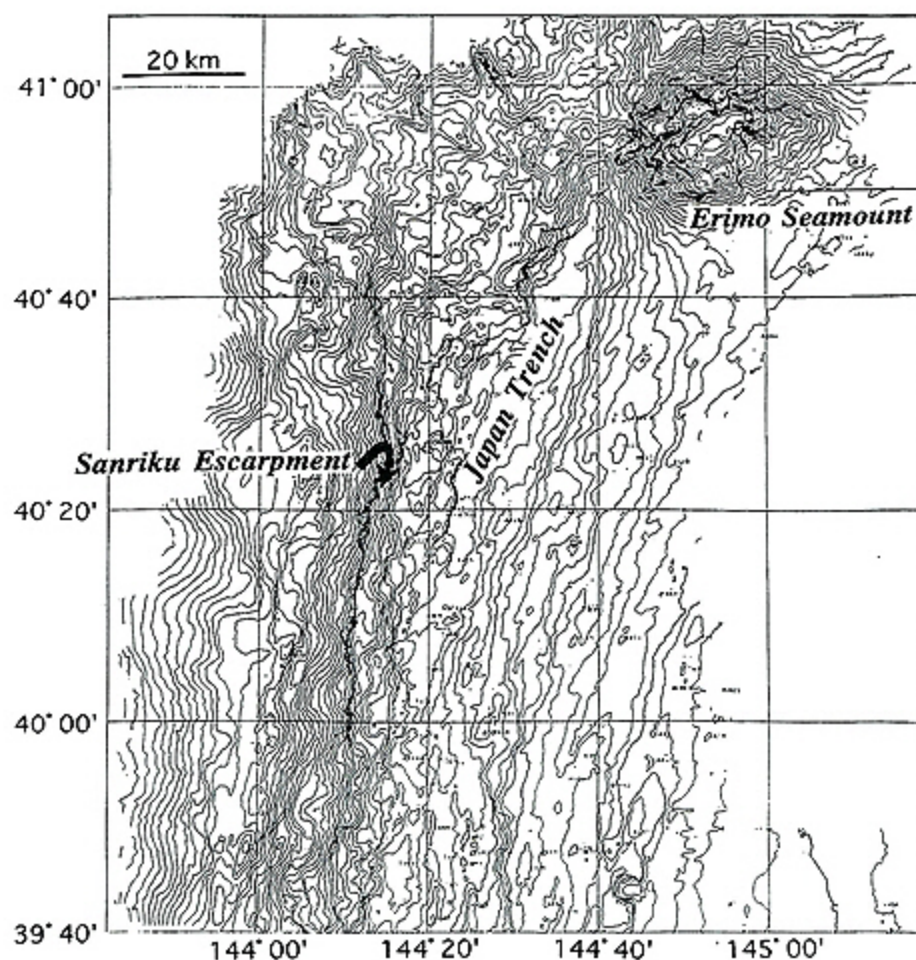


図 2 調査海域周辺の海底地形図。三陸海底崖を矢印で示す。KAIKO I Research Group (1986) による。等深線の間隔は100m

Fig. 2 Bathymetric chart around the study area; the Sanriku Escarpment is indicated by arrow. Adopted from KAIKO I Research Group (1986). Contour interval 100m.

Huene et al., 1982)。そして、中新世の火山前線からなる親潮古陸が提唱された。それにより、それ以降 100 km 以上の海溝の後退が説明された。それ以前には付加体が存在していたらしいが、それもかなりの程度侵食されて、現在の海溝陸側斜面はかなり古い地層が露出しているらしいことが考えられていた。

日本海溝北部は海底地形からみても興味深いことがいくつか挙げられる。まず、海側斜面ではいくつかの異なるリニアメントが認められる(小川・小林, 1994)。その1つは、現在の海溝の方向(ほぼ南北)に平行であり、それが最も卓越する。もう1つは、それとやや斜交する $N30^{\circ}E$ 方向のもので、その成因はよく分からない。千島海溝では、 $N60^{\circ}E$ 方向の、地磁気の縞模様と平行なリニアメントだけが発達するが(Kobayashi et al., 1995)、その方向も日本海溝海側斜面の最北部にはわず

かながら認められる。もう1方向のかなり顕著なリニアメントは $N30^{\circ}W$ の方向であり、これは、この $N60^{\circ}E$ に直交するので、いわゆる断層帯起源の方向であろう。問題は、これら海側斜面に見られるリニアメントと同一方向の地形が陸側斜面の特に下部にも見られることである(小川・小林, 1994)。これは、海側の地形がそのまま陸側の地形に連続している海溝軸付近の地形的特徴から理解されるが、正断層の凹部に陸側の地形が落ち込んで生じたものと解釈される。つまり、陸側では大規模に地滑り地形が生じているが、それは凹部への落ち込みによるものであると考えられる。これにより、テクニクエロージョン(Hilde, 1983)が説明される。

しかし、海側にない顕著な方向の地形が三陸エスカプメントである。これは、日仏 KAIKO 計画によって存在が明らかにされ(Cadet et al., 1978)、von Huene

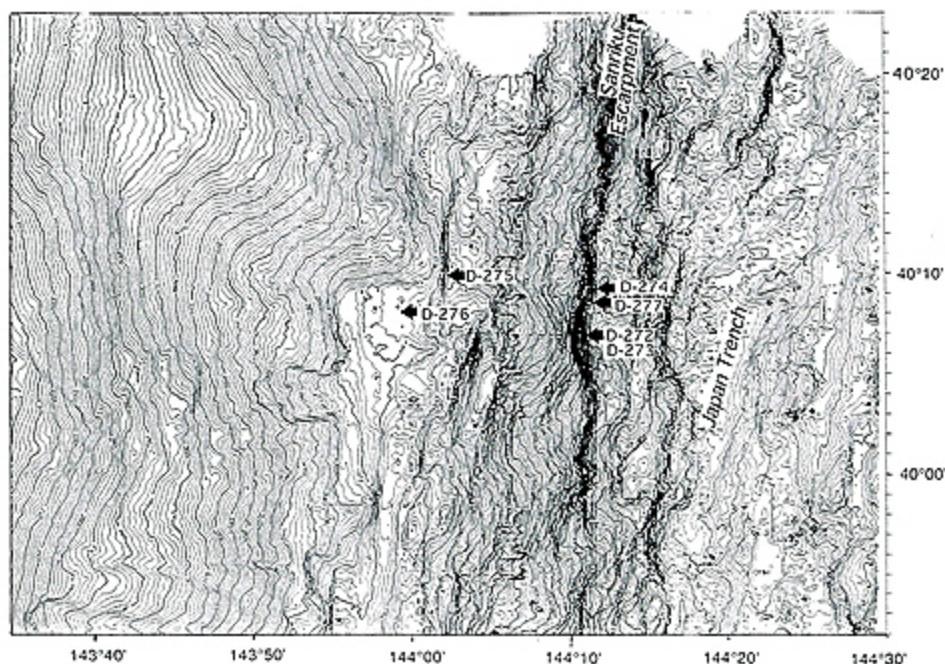


図 3 潜航海域の海底地形図。各潜航開始地点を矢印で示す。海上保安庁水路部提供の作業図を使用。等深線の間隔は20m

Fig. 3 Bathymetric chart of the dive area produced by Hydrographic Department. Landing point of each dive is indicated by arrow. Contour interval 20m.

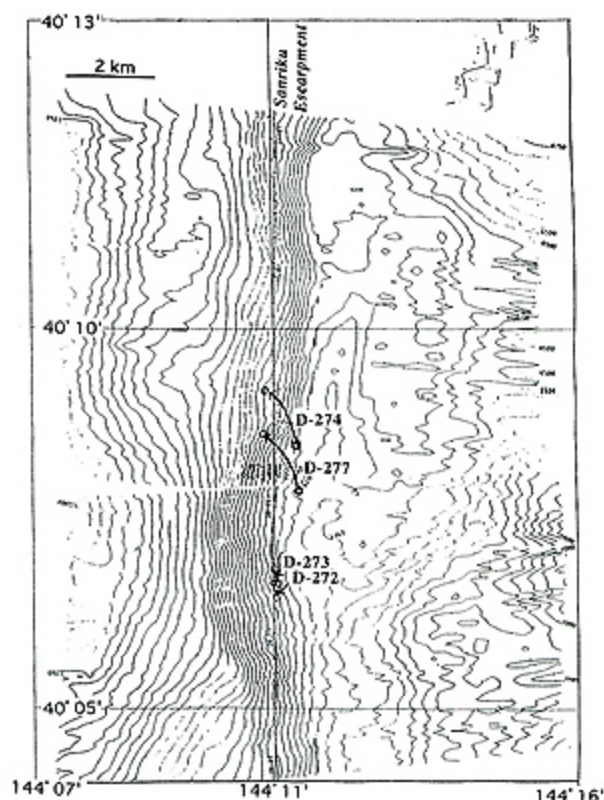


図 4 第 272, 273, 274, 277 潜航コースを示す海底地形図。「よこすか」作図。等深線の間隔は50m

Fig. 4 Bathymetric chart of the dive courses of dives 272, 273, 274 and 277. By the support vessel "Yokosuka". Contour interval 50m.

and Culotta (1989) はマルチチャネル断面の解釈では、ここに逆断層をひいておらず、むしろ正断層に由来する地滑り性の地形を考えた (図 6)。Aubouin (1989) もそのスケッチにおいて、日本海溝の陸側には逆断層を描いておらず、大々的な地滑りを強調している。一方、その後の「しんかい 6500」によるナギナタシロウリガイの 6,300m 付近までの確認によって、藤岡・村山 (1992) はメガシアーなる逆断層帯を考えた。

von Huene and Culotta (1989) の示した断面の解釈では、三陸エスカープメントの基部 (およそ 6,500m の深度) に逆断層が現れているかどうかははっきりしないが、彼らは、ずっと陸側から正断層がここまで伸びてきているように考えている。たしかに、地形的には、6,500m から 7,400m の海溝軸までは、地滑り状のリッジとベイスンがいくつか存在していて、その斜面の方向は先に述べたように、海側斜面の地形のリニアメントに支配されている。つまり、この地域の海底地形図 (図 3) をよく見ると、三陸海底崖のより深部の地形要素は太平洋プレートにおける N30°E 方向をなぞるように走っている。しかし、三陸海底崖はほとんど南北に、日本海溝の方向とは顕著に斜交して走る。このことから、前者が先に述べたように、正断層性の地滑りに由来するのに対して、後者 (三陸海底崖) が別要因 (おそらく逆断層)

に由来するのではないかと疑いが持たれる。

ところで、初島沖でのシロウリガイのコロニーは断層に沿ってのメタンの湧出による硫化水素にほとんど維持されており (Masuzawa et al., 1992), シロウリガイ属二枚貝の分布, イコール断層と考えるとよい。しかも, その大半は逆断層かそれから派生する割れ目に沿ってであ

る。これは、南海トラフやオレゴン沖で確認されている。しかし、アメリカ東海岸やメキシコ湾などでは、安定大陸斜面からの湧出に伴ってもシロウリガイ属二枚貝などが生息しているので、シロウリガイ属二枚貝の分布, イコール断層という考えは絶対ではない。

1995年12月28日に起きた三陸はるか沖地震 (M7.5,

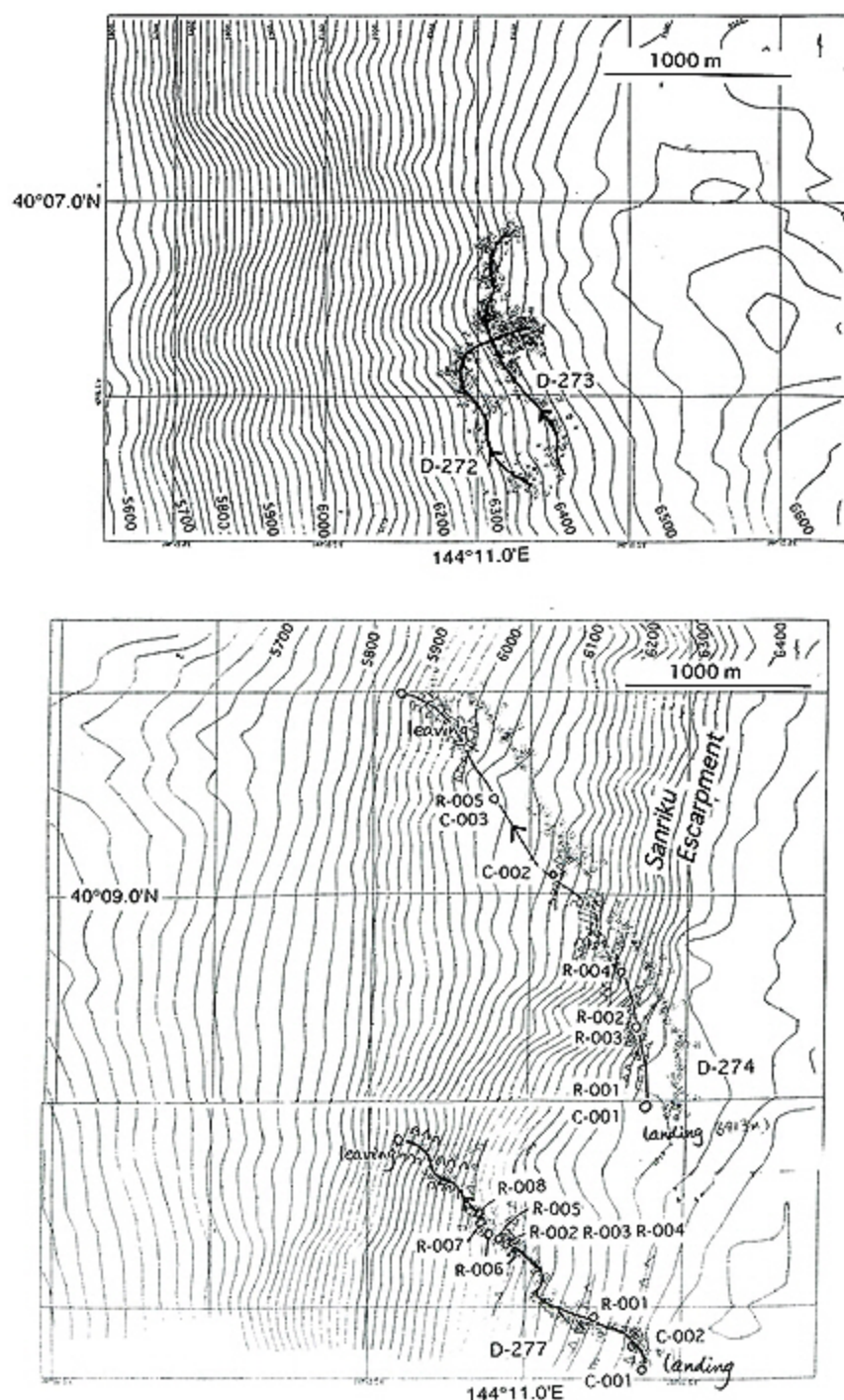


図 5 各潜航のコースを示すナビゲーションマップ。等深線の間隔は20m

Fig. 5 Navigation map of each dive course. Contour interval 20m.

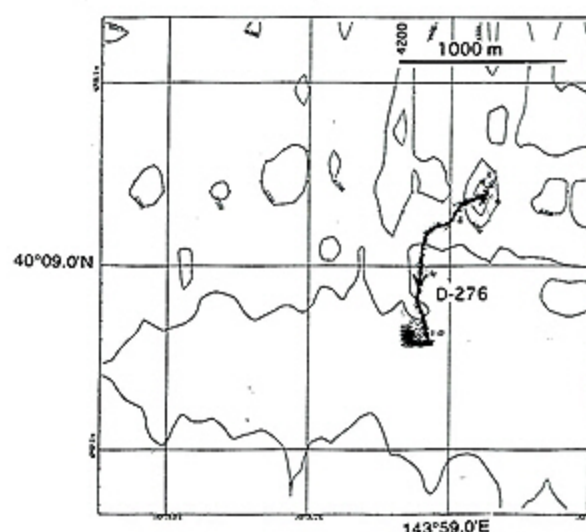
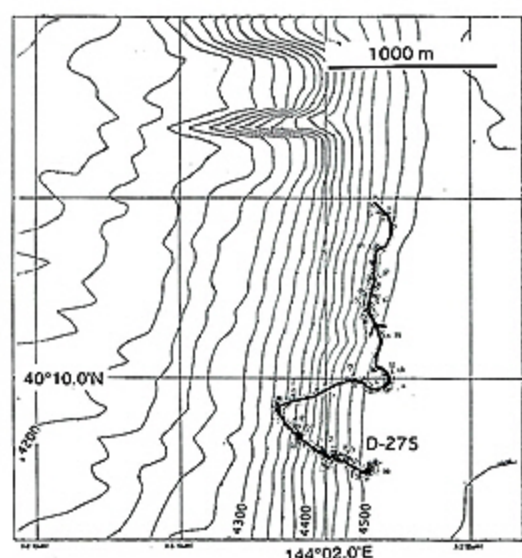


図 5 (続き)
Fig. 5 (Continued)

表 1 各潜航データ
Table 1 Data of each dive.

Dive No.	Date	Observer	Pilot Co-Pilot	Main Objectives	Site	Start End	Lat.(N) Lat.(N)	Lon.(E) Lon.(E)	Depth(m) Depth(m)
272	19 Jul.1995	K. Fujikura	S. Ogura M. Tastuta	Ecological study of the chemosynthetic community in the Japan Trench	Foot of Sanriku Escarpment	11:32 14:28	40° 6.269 40° 6.670	144° 11.169 144° 11.077	6377 6370
273	20 Jul.1995	A. Inoue	K. Akazawa I. Kawama	Microbiological study of isolation and properties of barophilic and barotolerant bacteria from the deep-sea samples	Foot of Sanriku Escarpment	11:28 14:34	40° 6.297 40° 6.881	144° 11.183 144° 11.014	6379 6374
274	21 Jul.1995	Y. Ogawa	S. Ogura S. Suzuki	Geological study of Sanriku Escarpment, Northern Japan Trench	Sanriku Escarpment	11:35 14:33	40° 8.483 40° 9.510	144° 11.439 144° 10.685	6412 5888
275	23 Jul.1995	Y. Iwabuchi	K. Akazawa Y. Sasaki	Geological and geomorphological study of the source region of far-off Sanriku earthquake, Northern Japan Trench	Fault scarp at landward slope	11:43 15:30	40° 9.759 40°10.483	144° 2.173 144° 2.131	4505 4431
276	24 Jul. 1995	Y. Kaiho	S. Ogura S. Suzuki	Geophysical study of mid-slope terrace of Japan Trench, 1994 far-off Sanriku earthquake aftershock area	Flat terrace at landward slope	11:33 13:03	40° 8.194 40° 7.820	143° 59.119 143° 58.840	4219 4217
277	25 Jul. 1995	Y. Ogawa	K. Akazawa K. Iijima	Geological study of Sanriku Escarpment, Northern Japan Trench	Sanriku Escarpment	11:28 14:33	40° 7.862 40° 8.408	144° 11.383 144° 10.608	6455 5993

Mw 7.7) の震源は $40^{\circ}27'N$, $143^{\circ}43'E$ で、浅い逆断層型であるとされている。しかも、一般の地震と異なり、余震は震源から深い方へと生じ、断層面も深い方へ走ったと考えられている (海野ほか, 1995 など)。これは、浅い大きな地震であったにもかかわらず、大きな津波が観測されなかったことを説明する。その破壊面は北微東走向の極緩い傾斜であった (Tanioka et al., 1996)。この断層面は、この付近での海溝型のもっとも活動的な逆断層である可能性があり、それは最近の地形変化にも現

れているかもしれない。そこで、最も大きな地形的な現れである三陸海底崖の実体を明らかにし、あわせて、三陸はるか沖地震との関連を知ることは、急務であった。さらに、それらと生物分布の関連も注目される。

4. 各潜航結果の概略

今回の 6 回の潜航のうちの 4 回は三陸海底崖のふもとの水深約 6,400m 付近を中心に行われた。残りの 2 回はより浅い水深約 4,200~4,500m 付近で行われた。これら

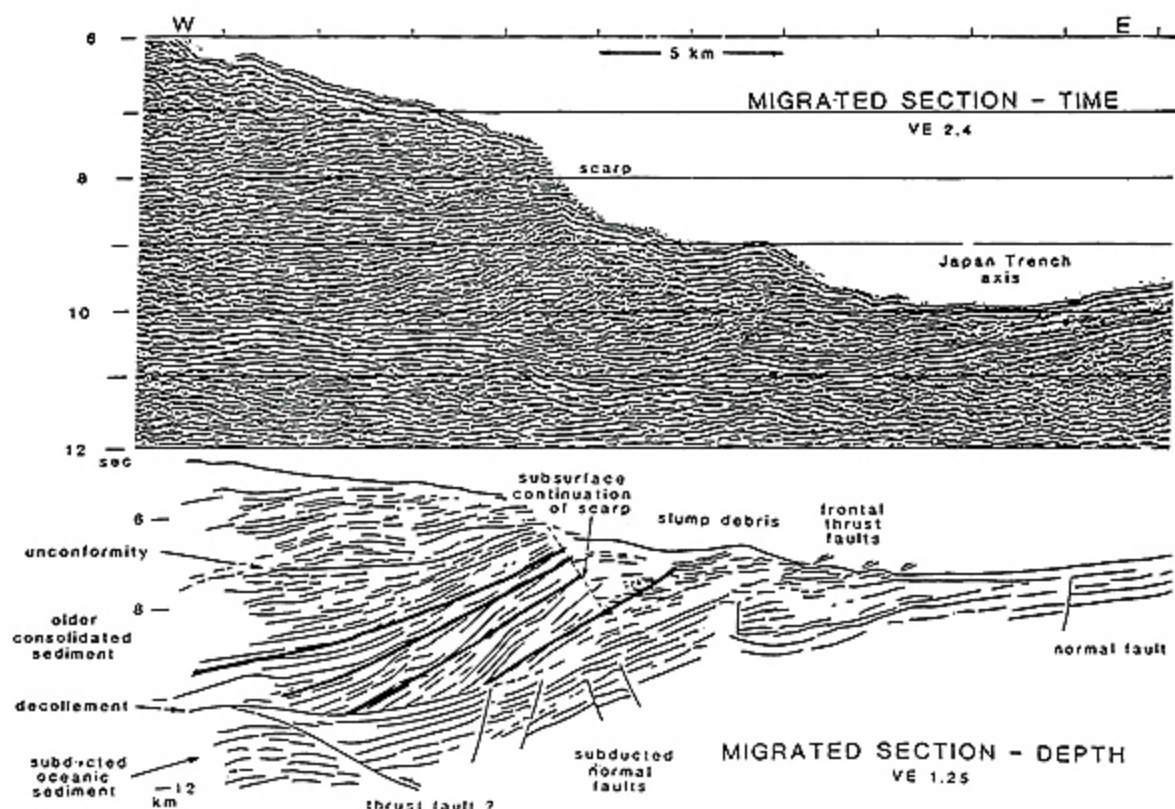


図6 三陸海底崖の潜航調査に基づく新しい解釈。von Huene and Culotta (1989) の示したマイグレートセクション (上) とその解釈図 (下) に今回の解釈をつけ加えた。海底崖の数か所に逆断層を推定した
Fig. 6 New interpretation of the structure of the Sanriku Escarpment based on the dive research. Some thrust faults are added on the interpreted section (below) by von Huene and Culotta (1989).

の潜航によって、従来の三陸海底崖=逆断層との仮説 (藤岡・村山, 1992) が確かめられた。第277潜航において、6,437mにおける世界最深度のナギナシロウリガイのコロニーが見出された。また、海底崖のふもとのナギナシロウリガイのコロニーが顕著な雁行状配列をなすこと、それはこの海底崖の成因である逆断層の左横ずれ成分の変位に関連して出来たものであることが分かった (Ogawa et al., 1996)。さらに、それらのコロニー付近からの諸生物試料および細菌試料の採取に成功した。

以下には各潜航の成果の概略を述べる。なお、第274および277潜航を中心とした露頭の写真および試料写真を、写真1~3および写真4~11に示した。試料の一覧は表2に示した。

4. 1 第272潜航：潜航者・藤倉克則 (海洋科学技術センター深海研究部)

主たる結果：世界最深度の化学合成生物群集の観察
これまでに、「しんかい6500」、「ノチール」の潜航

で日本海溝ではナギナシロウリガイ *Calyptogena phaseoliformis* Métivier, Okutani and Ohta, 1986 を主体とした深海系化学合成生物群集に関する調査が行われている (Laubier et al., 1986; Ohta and Laubier, 1987)。そして、このナギナシロウリガイの鰓内に共生細菌が認められることなどから (Fiala-Médioni and Le Pennec, 1988)、この群集が世界最深度の冷水湧出帯生物群集であることが判明している。今回の潜航調査では、これまでの調査結果と併せてナギナシロウリガイの詳細な分布状態・生態観察を行うと同時にサンプル採集を目的に潜航した。

海底は潮流が速く潜水船の制御に苦労したがパイロットの努力により各作業を行うことができた。ナギナシロウリガイは海底に体後部を埋没させ棲息しており、群生パッチは直線上に形成されているところがあり、この下に沿って断層などからの湧水の存在を示唆していた。また、ナギナシロウリガイの群生パッチ周辺には、カザリゴカイ科多毛類 *Ampharetidae* gen. sp. (鹿児島大

表 2 採集試料データ
Table 2 Data of samples.

Dive No.	Name	Sample Type	Sample No.	Depth (m)	East Longitude	North Latitude	Num	Weight	Sample Name	Size (l x m x s cm)
#272	Katsunori Fujikura	Rock	R-001	6370	144° 11.077'	40° 6.67'	1	-	Grayish hard calcite-cemented sandstone breccia	10 6 3
#272	Katsunori Fujikura	Rock	R-002	6370	144° 11.077'	40° 6.67'	1	-	Pumice	3 2 1
#272	Katsunori Fujikura	Rock	R-003	6370	144° 11.077'	40° 6.67'	1	-	Calcite-cemented fine sandstone	3 2 1
#272	Katsunori Fujikura	Rock	R-004	6370	144° 11.077'	40° 6.67'	1	-	Light brown soft mudstone breccia	3 2 1
#272	Katsunori Fujikura	Rock	R-005	6370	144° 11.077'	40° 6.67'	1	-	Bluish soft mudstone breccia	2 2 1
#272	Katsunori Fujikura	Rock	R-006	6370	144° 11.077'	40° 6.67'	1	-	Bluish soft mudstone breccia	3 1 1
#272	Katsunori Fujikura	Core	C-003	6370	144° 11.077'	40° 6.67'	1	-	Siltstone breccia	10
#272	Katsunori Fujikura	Benthos	A-001	6370	144° 11.1'	40° 6.6'	14	-	<i>Calypsiogena phaeoformis</i>	10-14
#272	Katsunori Fujikura	Benthos	A-002	6370	144° 11.1'	40° 6.6'	1	-	<i>Echinoides</i> gen. sp.	1
#272	Katsunori Fujikura	Benthos	A-003	6370	144° 11.1'	40° 6.6'	1	-	<i>Actinarian</i> gen. sp.	1
#272	Katsunori Fujikura	Benthos	A-004	6370	144° 11.1'	40° 6.6'	25	-	<i>Polychaeta</i> gen. sp.	1
#272	Katsunori Fujikura	Sediment	B-001	6367	144° 11.153'	40° 6.637'	1	7 g	High-pressure type sediment	-
#272	Katsunori Fujikura	Core	B-002	6367	144° 11.153'	40° 6.637'	1	130 g	Silt, clay	-
#273	Akira Inoue	Rock	R-001	6368	144° 11.021'	40° 6.705'	1	-	Brecciated diatomaceous siliceous claystone	5 3 2
#273	Akira Inoue	Rock	R-002	6368	144° 11.021'	40° 6.705'	1	-	Hard sandstone	5 3 2.5
#273	Akira Inoue	Rock	R-003	6368	144° 11.021'	40° 6.705'	1	-	Diatomaceous mudstone, vein structure	-
#273	Akira Inoue	Benthos	A-001	6367	144° 11'	40° 6.7'	1	-	<i>Polychaeta</i> gen. sp.	8
#273	Akira Inoue	Benthos	A-002	6367	144° 11'	40° 6.7'	1	-	<i>Calypsiogena fausta</i>	12
#273	Akira Inoue	Core	B-001	6368	144° 11.021'	40° 6.705'	1	80 g	Silt, clay	-
#273	Akira Inoue	Core	B-002	6372	144° 11.014'	40° 6.881'	1	100 g	Silt, clay and gravels	-
#274	Yujiro Ogawa	Rock	R-001	6412	144° 11.439'	40° 8.483'	1	-	Subrounded siliceous silty claystone	14 8 5
#274	Yujiro Ogawa	Rock	R-002A	6368	144° 11.439'	40° 8.483'	1	-	Calcite-veined diatomaceous siltstone breccia	8 6.5 4
#274	Yujiro Ogawa	Rock	R-002B	6368	144° 11.439'	40° 8.483'	1	-	Calcareous sandstone breccia	6 6 5
#274	Yujiro Ogawa	Rock	R-003	6286	144° 11.383'	40° 8.835'	1	-	Calcareous pumiceous diatomaceous siltstone	14 7 6
#274	Yujiro Ogawa	Rock	R-004	6048	144° 10.911'	40° 9.375'	1	-	Brecciated and veined calcareous sandstone	9 13 14
#274	Yujiro Ogawa	Rock	R-005	6048	144° 10.911'	40° 9.375'	1	-	Basalt (ice raft?)	11 9 8.5
#274	Yujiro Ogawa	Core	C-002	6109	144° 10.911'	40° 9.067'	1	-	Siliceous siltstone breccia	13.5
#274	Yujiro Ogawa	Benthos	A-001	6048	144° 10.9'	40° 9.4'	1	-	<i>Buccinidae</i> gen. sp.	6
#275	Yo Iwabuchi	Rock	R-001	2690	144° 2.011'	40° 9.781'	1	12kg	Siltstone	36 34 10
#275	Yo Iwabuchi	Rock	R-002	4418	144° 1.983'	40° 9.802'	1	1.5kg	Siliceous siltstone	16 10 4.5
#275	Yo Iwabuchi	Rock	R-003	4360	144° 1.921'	40° 9.84'	1	1.5kg	Granodiorite (ice raft?)	12 9 8
#275	Yo Iwabuchi	Rock	R-004	4510	144° 2.208'	40° 9.992'	1	4.8kg	Porphyritic andesite (ice raft?)	17 15 14
#275	Yo Iwabuchi	Rock	R-005	4485	144° 2.208'	40° 9.992'	1	0.4kg	Pebbly to granule claystone	13 9 3
#275	Yo Iwabuchi	Rock	R-006	4476	144° 2.171'	40° 10.25'	1	7.1kg	Glassy andesite (ice raft?)	20 15 15
#275	Yo Iwabuchi	Core	C-001	4505	144° 2.173'	40° 9.759'	1	-	Siltstone breccia - mud	23
#275	Yo Iwabuchi	Benthos	A-001	4476	144° 2.17'	40° 10.25'	1	-	<i>Actinarian</i> gen. sp.	4
#275	Yo Iwabuchi	Benthos	A-002	4510	144° 3.21'	40° 9.99'	1	-	<i>Buccinidae</i> gen. sp.	7
#275	Yo Iwabuchi	Carass	B-001	4485	144° 2.131'	40° 10.229'	1	200 g	Fish head	16 9.5 3
#277	Yujiro Ogawa	Rock	R-001	6378	144° 11.193'	40° 7.959'	1	6.0kg	Fractured and calcite-veined siliceous claystone	19 16 15
#277	Yujiro Ogawa	Rock	R-002	6268	144° 10.946'	40° 8.164'	1	2.1kg	Calcareous sandstone, web structure	26 13 6
#277	Yujiro Ogawa	Rock	R-003	6268	144° 10.946'	40° 8.164'	1	0.4kg	Very well-rounded hard sandstone (ice raft?)	11 8 3
#277	Yujiro Ogawa	-	R-004	-	-	-	-	-	(lost during recovery)	-
#277	Yujiro Ogawa	Rock	R-005	6228	144° 10.862'	40° 8.208'	1	2.2kg	Calcite-cemented and -veined siliceous claystone breccia	18 13 10
#277	Yujiro Ogawa	Rock	R-006	6215	144° 10.845'	40° 8.24'	1	11.7kg	Calcite-cemented and -veined siliceous claystone breccia	34 27 15
#277	Yujiro Ogawa	Rock	R-007	5993	144° 10.845'	40° 8.24'	1	1.8kg	Hornblende gabbro (ice raft?)	15 12 8
#277	Yujiro Ogawa	Rock	R-008	6215	144° 10.845'	40° 8.24'	1	1.3kg	Calcite-cemented and -veined siliceous diatomaceous claystone breccia	14 11 10
#277	Yujiro Ogawa	Core	C-001	6455	144° 11.383'	40° 7.862'	1	-	Diatomaceous clay	-

学三浦知之、私信)の棲管が高密度に観察できた。本科の種は東太平洋海膨沿いの熱水噴出孔生物群集にも分布しており (Zottoli, 1983), 本種が、化学合成生物群集に固有な種である可能性は否定できない。一方で、本群集からは、ナギナタシロウリガイの外套腔に寄生するタイプのヤドリゴカイ科の1種 *Nautilina calyptogenicola* Miura and Laubier, 1989 が報告されているが (Miura and Laubier, 1989), 今回得られたナギナタシロウリガイ14個体からは確認されなかった。さらに、ナギナタシロウリガイ殻表面には、セトモノイソギンチャク *Actinostola cargreni* Wassilieff に類似した白色のイソギンチャクの1種が多量に付着していた。本種は群生バッチから離れると観察できず、また、東太平洋海膨13°Nからは *Actinostola* 属を含め6種のイソギンチャク類が熱水中の有機物やバクテリアを摂食している例も報告されていることから (Doumenc and Van-Praët, 1988), 本種も冷水湧出現象に関わっている可能性が考えられる。なお、この群生地内の温度を測定したが周辺の海水温と変わらず1.7°Cであった。

化学合成生物群集以外の通常の深海生物群集では、深海帯から超深海帯にわたった観察を行ったが、著しく目立った底生生物では、潮流方向にたなびく長さ1mにもなるオトヒメノハナガサ類 *Branchinocerianthus* sp., 半透明で数個体が集まりながら生息するクマナマコ科の1種 (*Peniagone*? sp.), 背甲長3cmほどの白色等脚類が高頻度に観察できた。

なお、ナギナタシロウリガイコロニーの直下から、岩石試料#272-R-001 (写真4-b) が得られた。これは、南海トラフなどの同様なコロニー直下から知られているものに類似する方解石のコンクリーションである。

4. 2 第273潜航: 潜航者・井上 明 (海洋科学技術センター深海環境プログラム)

主たる結果: 保圧採泥に成功および絶対好圧性細菌分離への期待

深海は耐圧性、好圧性細菌の宝庫である。これまでの潜航調査の採泥試料から数多くの耐圧性、好圧性微生物の分離に成功している。しかしながら、高水圧下環境のみ生存が許される絶対好圧性細菌はまだ分離されていない。今回、絶対好圧性細菌を分離するために現場環境の圧力・温度を維持したまま深海底泥試料を採取することを目的に潜航を行った。試料採取には、海洋科学技術センター開発の深海微生物実験システムの保圧採泥器を用いた。併せて、現場環境の観察および柱状採泥も行った。

保圧採泥の場所は、第272潜航のナギナタシロウリガイ群集の情報をもとに着底から等深線6,370m付近を中心に北上探索し、生物相が豊かなナギナタシロウリガイコロニーの下部土壌を保圧採泥器にて採取に成功した。採取された試料は、母船上においても現場圧力(63 MPa)が保持されていることが確認された。今後、本試料を用いて深海実験システムでの絶対好圧性細菌の分離が期待される。分離できれば世界で初めてとなる。

さらに、各種耐圧性、好圧性細菌および溶媒耐性細菌等を効率よく分離するための試料・採取場所として、生物種(底生動物、海藻等)、有機物堆積層、死骸および地層変色域を探索したが、有機物堆積層、生物死骸および地層変色域は発見できなかった。ナギナタシロウリガイ下部層泥および大群集周辺の深海泥は各種細菌の試料採取の場所として期待できると考えられたので、柱状採泥を2か所行い、採取試料は液体窒素温度保存処理、溶媒処理、高圧培養処理を行った。今後も微生物の分離結果と現場環境の状況を把握し、微生物が効率よく分離できる試料採取場所を選定していく必要がある。

なお、岩石試料#273-R-003は脈状構造(vein structure)を含む珪質シルト岩であり(写真5)、三浦層群中のものに酷似する。同様のものはDSDP Legs 56/57でも得られている。

4. 3 第274潜航: 潜航者・小川勇二郎 (筑波大学地球科学系)

主たる結果: 三陸海底崖の地形と地質の調査およびサブダクション・プレッチャの採集

第274潜航は北緯40°08.8', 東経144°12.0', 水深6,412~5,888mの三陸海底崖を潜航した。これにより、三陸海底崖の実体が逆断層であること、多くの方解石によってセメントされている角礫岩が分布することなどが判明した。

三陸沖の日本海溝の陸側には、南北にのびる海溝軸にほぼ平行な急な崖が知られており、三陸海底崖(Sanriku Escarpment)と呼ばれている。1994年12月28日の三陸はるか沖地震(M7.5)は八戸にかなりの被害をもたらしたが、浅い地震であったにもかかわらず、大きな津波を伴わなかった。しかし、この震源に近い三陸エスカープメントに何かの地変が生じたかもしれないとの疑いから、今回この崖を登ることにした。

6,400mから5,900mまではいくつものステップからなりたっており、しばしばナギナタシロウリガイのコロニーが見られた。それは、急なステップの基部に限られ、それ以外には見られない。三陸エスカープメントは

正断層とそれに関連する巨大地滑り面によるとの説があったが、上へ凸な地形断面や、メタンのしみだしがその基部に見られることなどから、おそらくそうではなく、逆断層によるものであろう。

北から南へ向かう速い(0.4kt)底層流のために、底質は、砂や泥は流されており、シルトの礫やマンガンノジュールによって敷き詰められていた(写真1, 2)。しかし、一部の地形の凹所には北から南へ向かう底層流を示すリプルマークを持つ砂層が観察された。

採取した岩石試料の多くは、ice raftと思われる外来のものを除くとどれも極めて奇妙な角礫岩であった。そのほとんどは源岩の組織をほとんど残さない、方解石でセメントされた、珪藻質な粘土岩ないしシルト岩であり、特徴的なことはそれらがほとんど角礫状の構造を持っており、その礫の境界は方解石の脈で境されていることである(写真8, 9)。これらは後述するように、第277潜航でも得られ、構造的に形成された礫状岩で、おそらく水圧破碎岩であろう。これらはナギナタシロウリガイのコロニーの近くに分布しており、それらを養っているメタンの酸化に起因する方解石によるセメントと、それを持つ流体の圧力に関連して形成された角礫岩と考えられる。それらは断層帯から地滑りでもたらされ、底層流による洗い出しと侵食のために残存したものと考えられる。これらの堆積岩の微化石による年代決定と方解石の炭素と酸素の同位体の測定は現在依頼中である。

なお、岩石試料#274-R-001は珪質の粘土岩であり、これだけが方解石のセメント化を受けておらず、比較的やわらかな岩石であった(写真6)。この岩石にはその走査電子顕微鏡写真(写真7)に示すように、オパール

CTに特徴的なレピスフィアが生じており、恐らくももとの珪藻質粘土がかなりの程度埋没して、その続成作用の過程で変質したものと考えられる。

4.4 第275潜航: 潜航者・岩淵 洋(海上保安庁水路部)

主たる結果: 新たな断層帯と魚の頭の発見

第275潜航は、日本海溝陸側 midslope terrace の前縁をなす急崖の脚部に潜航した。崖の脚部は生物量は多く、シンカイコシオリエビ、イソギンチャク、巻貝等が多数見られるほか、合併のナギナタシロウリガイの死骸も散在している。これらは着底点付近だけでなく、これより北の地点でも同様に認められることから、崖の麓に沿って底棲生物が多い地域が連なっているものと考えられる。崖の斜面は砂泥互層である。下部では地層の傾斜は著しく(恐らく45°以上)傾斜し、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岩の平坦面が認められるようになり、地層の傾斜も緩くなる。

崖の走向が海溝軸と平行であり、顕著なリニアメントをなしていること、崖の脚部において、地下からの冷湧水帯などでしばしば認められるナギナタシロウリガイを含む生物群が認められたこと、露頭を構成する地層が著しく傾斜していること、等から、日本海溝陸側 midslope terrace 前縁の急崖は、断層起源のものであろう。生物を育む冷湧水が出ている可能性があることから、おそらくは逆断層ではないかと推定される。

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る。かなり傾斜の大きな斜面であっても、転石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い。調査した範囲では、崖の上部斜面から新た

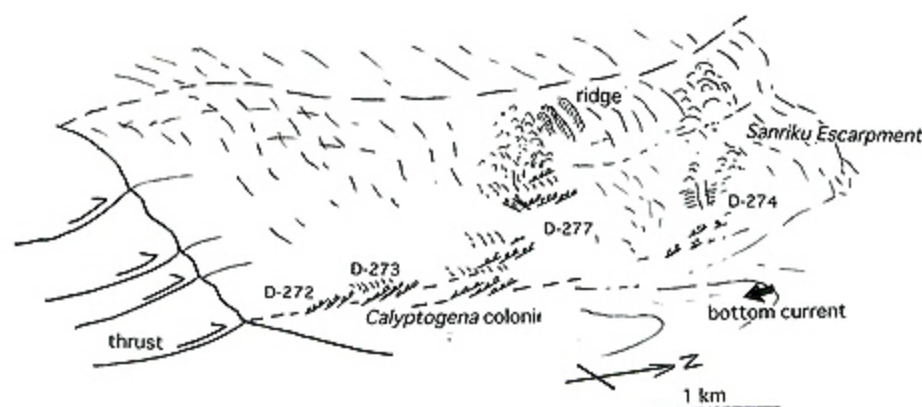


図7 第272, 273, 274, 277潜航の結果の概念図。リッジ状の崖とナギナタシロウリガイコロニーの配列を模式的に示す

Fig. 7 Conceptual figure showing the results of dives 272, 273, 274 and 277. Distribution of scarps of ridge shape and *Calyptogena phaseoliformis* colonies is schematically illustrated.

に流れてきたような土石流堆積物や、泥の被覆を受けていない崖壁なども一切認められない。本地点は半年前に発生した M7.5 の三陸はるか沖地震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考えられた。しかし、不安定な位置にある亜角礫に転動の痕跡が認められないことから、海底における震動はさほど大きくはないのかもしれない。

また、採取された亜角礫はデイサイトおよびデイサイト質凝灰岩であり、周囲の砂岩・珪藻質泥岩とは明らかに異なることから、上部海溝斜面から転動してきたものか、あるいは現在より海水温が低い時代に流水によって運ばれたもの (ice raft) なのかもしれない。

なお、付近の海底から、死んだ魚 (カマス) の頭を発見し、採取した。栄養源の少ない深海では、魚の頭は巨大な有機物体であり、バクテリアにとってはオアシスとなっているのではないかと予想され、深海微生物研究の大きな題材となるものと期待される。

4. 5 第 276 潜航：潜航者・海宝由佳 (海洋科学技術センター深海研究部)

主たる結果：海底地震計の回収

1995 年 3 月に、1994 年三陸はるか沖地震の余震域に海底地震計と海底ステーションを設置した。設置点は 1994 年三陸はるか沖地震の震源東端に当たる。この観測で、海底地震計の未回収があったことと、海底ステーションで濁りが観測されたことから、周囲の海底環境や微地形の調査および海底地震計の確認のため海底ステーションと海底地震計の双方の設置点であった日本海溝陸側斜面の midslope terrace 中央に潜航した。

地形は平らで、噴砂、クラック、変色域、崩壊堆積物

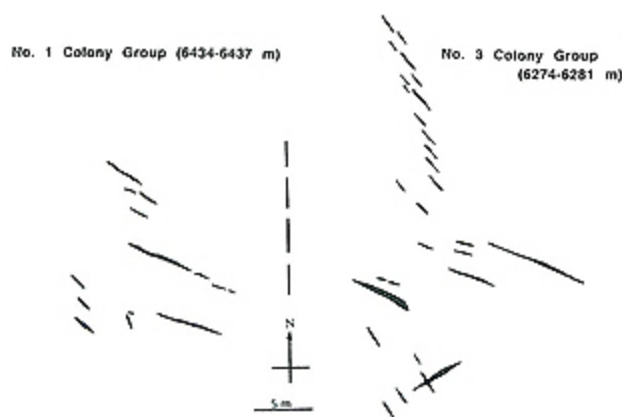


図 8 第 277 潜航で典型的に見られるナギナタシロウリガイコロニーのエシェロン状の配列を示す平面図

Fig. 8 Plan views illustrating an echelon arrangement pattern of *Calyptogena phaseoliformis* colonies typically seen at dive 277.

などの痕跡はみられなかった。

この前年に北海道南西沖で行った海底地震計と海底ステーションの観測でも濁りが観測され、このときは近傍での余震活動があり、ステーション設置点は崖下で、濁りの発生時には底質を巻き上げるような強い流れはなかったため、地震動の影響による斜面崩壊が考えられた。北海道南西沖の一連の潜水船や曳航体の結果でも、

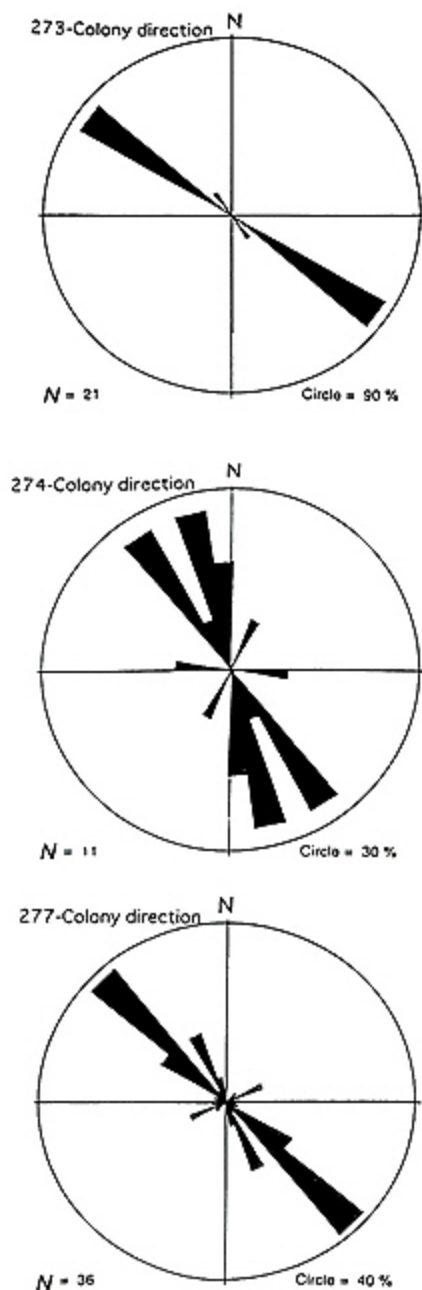


図 9 第 273, 274, 277 潜航で見られるナギナタシロウリガイコロニーの直線方向のローズダイアグラム

Fig. 9 Rose diagrams of linear *Calyptogena phaseoliformis* colonies at dives 273, 274 and 277.

多くの亀裂や噴砂、崩壊が観測されている。

一方、本観測点においては、濁りの観測時には流れが強く、特に大きな余震もなかったこと、また崖からも離れていたこと、震源の深さが前年に比べ深く、地震断層はあまり地表に影響を与えていないと予想されたことで、濁りは地震の影響ではないだろうと考えられていた。潜航で底質に擾乱がみられなかったことは、上記の解釈を支持し、北海道南西沖余震活動中の余震域に比べ、三陸はるか沖余震域中の本潜航域での海底面付近で、地震により引き起こされる変動現象が顕著ではなかったことを示唆する。

海底地震計の状況確認のために、潜航点は海底地震計のそばを選定した。下降中よりトランスポンダで距離測定を行い潜水船を誘導し、着底後距離測定のできる深度まで上昇して地震計へと向かった。ほとんど試行錯誤なく近づくことができた。地震計発見後、設置状況の観察を行い、切り離し装置の電食部側ははずれていたが、機械式離脱部の「てこ」ははずれていないことを確認した。

底質は細かい泥で白っぽく、潜水船の動きで舞上げられ、海水がややにごった。地震計のアンカーは泥中に埋もれていたが、切り離し部は埋もれてはいなかった。地震計にフックをかけ、上に引いたところ、そのショックでアンカーがはずれたため、潜水船とからまないように地震計をグラブで保持したまま浮上した。浮上時は、海底付近では潜水船の浮上速度が海底地震計の浮上速度を上回っていたが、海面近くでは海底地震計の浮上速度

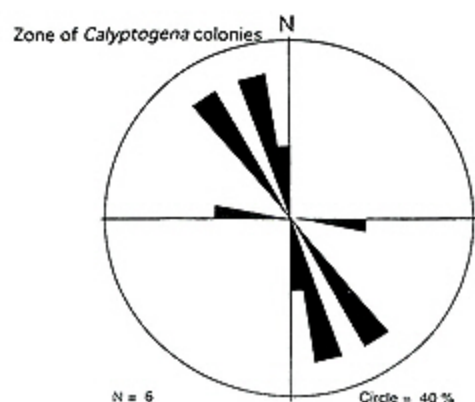


図 10 第 273, 274, 277 潜航で見られるナギナタシロウリガイコロニーのエシェロン状の配列のゾーンのローズダイアグラム

Fig. 10 Rose diagram of zones of en echelon pattern of *Calyptogena phaseoliformis* colonies at dives 273, 274 and 277.

が相対的に速くなった。海面での地震計の回収は、作業艇で行った。

4. 6 第 277 潜航：潜航者・小川勇二郎（筑波大学地球科学系）

主たる結果：雁行するナギナタシロウリガイコロニーの発見

第 274 潜航のあとを受けて、三陸海底崖を調査したところ、ほんの 1 km しか離れていないにもかかわらず、地形、地質、生物の分布に大きな違いが見られた。即ち、274 潜航の南方は、上へ凹な断面を持つ地形を示し、斜面の中腹に極めて急峻な崖やリッジがあった（図 7）。岩石の多くは方解石によってセメントされた角礫質の珪藻質泥岩であり、274 潜航で採集したものに類似する（写真 10, 11）。また、クモの巣状構造（web struc-

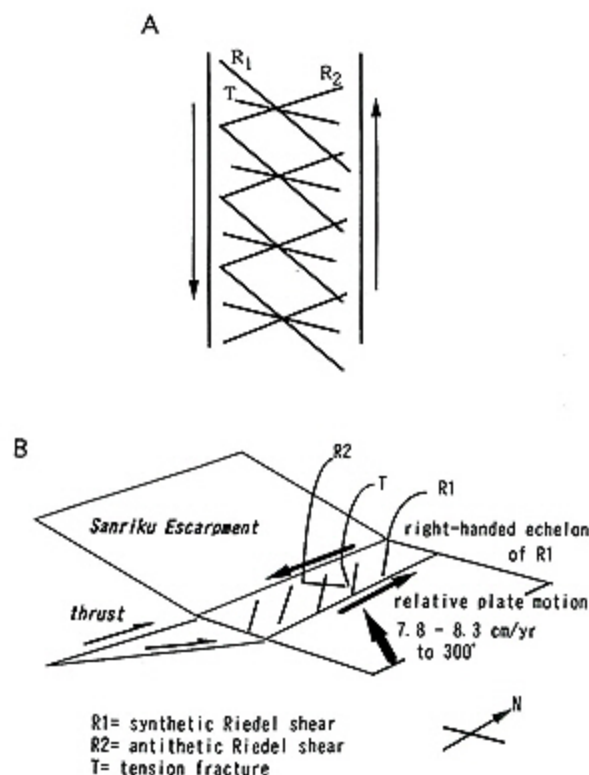


図 11 三陸海底崖で見られるエシェロン状配列を示すナギナタシロウリガイコロニーのパターンを説明する図。右ずれ成分を持つシアゾーンでのシンセティックリーデルシア (R1)、アンティセティックリーデルシア (R2)、引っ張り割れ目 (T) を模式的に示す

Fig. 11 Figure illustrating the en echelon pattern of *Calyptogena phaseoliformis* colonies at the Sanriku Escarpment. Synthetic Riedel shear (R1), antithetic Riedel shear (R2) and extension fracture (T) under right-lateral slip component-bearing shearing are schematically shown.

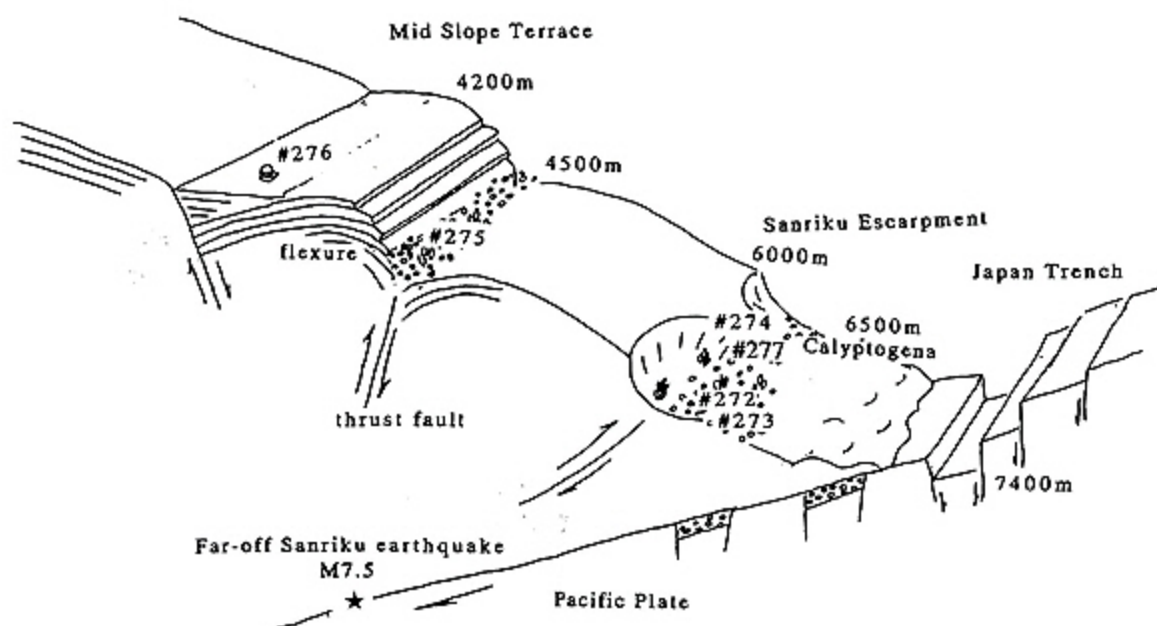


図 12 潜航調査の結果を示す模式的な地形および地質断面図
Fig. 12 Topographical and geological profile illustrating the results of the study area.

ture) を持つ砂岩も採集された (写真 4-d)。それは房総半島の江見層群のものに類似する。

断層崖のふもとのナギナタシロウリガイのコロニーは、特に 6,434~6,437m および 6,274~6,281m 付近のものに代表されるように (写真 3, 図 8) 左雁行して配列していた。このような方向性は図 9 にまとめた第 273, 274, 277 潜航でのローズダイアグラムのように、N60-30W 方向に卓越するいくつかの集中を示す。特に、第 277 潜航で分かるように、顕著な卓越方向に共役の N30-60E や N80W 方向のものも見られ、それらは左水平ずれ成分を持つ剪断帯でのシンセティックリーデルシア、アンティセティックリーデルシア、引っ張り割れ目などを示すものと考えられる (Ogawa et al., 1996)。その雁行するコロニー群のつくるゾーン (図 10) は、N10-40W に集中し、まれに N80W 方向を向く。これらをまとめて模式的に図 11 に示した。これで分かるように、三陸エスカープメントの逆断層が左横ずれの成分を持っていることが推定された。しかし、急崖の尾根筋のような、一見住むのに不適当な場所にもナギナタシロウリガイのコロニーがあり、ここにもメタンの供給が保たれていると考えられる。

所々の急斜面には崖の最大斜面の方向に多くの地滑り状の筋が見られ、最近の地変、特に 1994 年 12 月 28 日の三陸はるか沖地震時のものかと思われた。

5. まとめと今後の課題

今回の 6 回の潜航によって分かった三陸海底崖周辺の模式的な地形・地質の断面を図 12 に示した。つまり、三陸海底崖は逆断層起源であるとの仮説が確かめられた。第 277 潜航において、6,437m における世界最深度のナギナタシロウリガイのコロニーが見出された。また、海底崖のふもとのナギナタシロウリガイのコロニーが顕著な雁行状配列をなすこと、それはこの海底崖の成因である逆断層の左横ずれ成分の変位に関連して出来たものであることが分かった。さらに、それらのコロニー付近からの諸生物試料および細菌試料の採取に成功した。

しかし、周辺のテクトニクス全般の解明にはまだ行うべき多くの課題がある。それは、沈み込み型の逆断層の活動が、地形や堆積物の変化にどのように対応しているかである。今回、1994 年 12 月の三陸はるか沖地震による影響がどの程度であったかの詳細は分からなかった。この問題を解決するためには、この地域に繰り返し潜航することで、年変化を調べる必要がある。

謝 辞

今回の研究航海に際し、堀田宏深海研究部長 (当時)、「よこすか」の兵頭博船長はじめ乗組員の方々、「しんかい 6500」井田正比古指令、赤沢克文潜航長はじめ多くの

方々にひとかたならぬお世話になった。記して深甚の謝意を表する。

引用文献

- Aubouin, J. (1989) : Some aspects of the tectonics of subduction zones. *Tectonophysics*, 160, 1-21.
- Cadet, J.-P., K. Kobayashi, S. Lallemant, 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 Trenches. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 83, 313-328.
- Cadet, J.-P., K. Kobayashi, S. Lallemant, L. Jolivet, J. Aubouin, J. Boulegue, C. Duplus, J. Dubois, R. von Huene, L. Jolivet, T. Kanazawa, J. Kasahara, K. Koizumi, S. Lallemant, Y. Nakamura, G. Pautot, K. Suyehiro, S. Tani, H. Tokuyama and T. Yamazaki (1987) : The Japan Trench and its juncture with the Kuril Trench : Cruise results of the Kaiko project. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 83, 267-284.
- Doumenc, D. and M. Van-Praët (1988) : Actinies abyssales d'un site hydrothermal du Pacifique oriental. *Oceanol. Acta, Spec.*, 8, 61-68.
- Fiala-Médioni, A. and M. Le Pennec (1988) : Structural adaptations in the gill of the Japanese subduction zone bivalves (Vesicomidae) *Calypptogena phaseoliformis* and *Calypptogena laubieri*. *Oceanol. Acta*, 11, 185-192.
- 藤岡換太郎・村山雅史 (1992) : 日本海溝陸側斜面の世界最深のナギナタ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 明・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, 1-23.
- Fujioka, K. and A. Taira (1989) : "Tectono-sedimentary setting of seep biological communities—a synthesis from the Japanese subduction zone—," p557-602. In : *Sedimentary Facies in the Active Plate Margin*. Edited by A. Taira and F. Masuda.
- Hilde, T. (1983) : Sediment subduction versus accretion around the Pacific. *Tectonophysics*, 99, 381-397.
- KAIKO I Research Group (1986) : Topography and structure of trenches around Japan—Data atlas of Franco-Japanese KAIKO Project, Phase I. Ocean Research Institute, University of Tokyo.
- Kobayashi, K. (ed.) (1991) : Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH 90-1. Ocean Research Institute, University of Tokyo, 174pp.
- Laubier, L., S. Ohta and M. Sibuet (1986) : Decouverte de communautés animales profondes durant la campagne Franco-Japonaise KAIKO de plongées dans les fosses de subduction autour du Japon. *C.R. Acad. Sci., Paris Ser. III*, 303 : 25-29.
- Masuzawa, T., N. Handa, H. Kitagawa and M. Kusakabe (1992) : Sulfate reduction using methane in sediments beneath a bathyal "cold seep" giant clam community off Hatsushima Island, Sagami Bay, Japan. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 110, 39-50.
- Miura, T. and L. Laubier (1989) : *Nautilina calyptogenicola*, a new genus and species of parasitic polychaete on a vesicomid bivalve from the Japan Trench, representative of a new family Nautilinidae. *Zool. Soc. Jap.*, 6 (2), 387-390.
- Ogawa, Y., K. Fujioka, K. Fujikura and Y. Iwabuchi (1996) : En echelon patterns of *Calypptogena* colonies in the Japan Trench. *Geology*, 24, 807-810.
- 小川勇二郎・小林和男 (1994) : 日本海溝と千島海溝の地形および地質的特徴。月刊地球, 号外, 9, 60-69.
- Ohta, S. and L. Laubier (1987) : Deep biological communities in the subduction zone of Japan from bottom photographs taken during "nautilite" dives in the Kaiko project. *Earth and Planetary Science Letters*, 83, 329-342.
- Tanioka, Y., L. Ruff and K. Satake (1996) : The Sanriku-oki, Japan, earthquake of December 28, 1994 (Mw 7.7) : Rupture of a different asperity from a previous earthquake. *Geophys. Res. Lett.*, 23, 1465-1468.
- 海野徳仁・松沢 暢・長谷川昭 (1995) : 変換波から推定した 1994 年三陸はるか沖の地震の余震の深さ分布。地球惑星科学関連合同大会予稿集, p. 36.
- von Huene, R. and R. Culotta (1989) : Tectonic erosion at the front of the Japan Trench convergent

margin. Tectonophysics, 160, 75-90.

von Huene, R. and S. Lallemand (1990) : Tectonic erosion along the Japan and Peru convergent margins. Geol. Soc. Am. Bull., 102, 704-720.

von Huene, R., M. G. Langseth, N. Nasu and H. Okada (1980) : Summary ; Japan Trench transect. Init. Rept. DSDP, 56 & 57, Pt. 1, 473-488.

Zottoli, R. (1983) : *Amphisamytha galapagensis*, a new

species of ampharetid polychaete from the vicinity of abyssal hydrothermal vents in the Galapagos Rift. Proc. Biol. Soc. Wash., 96, 379-391.

(原稿受理 : 1996 年 7 月 11 日)

(注) 写真は次ページ以降に掲載

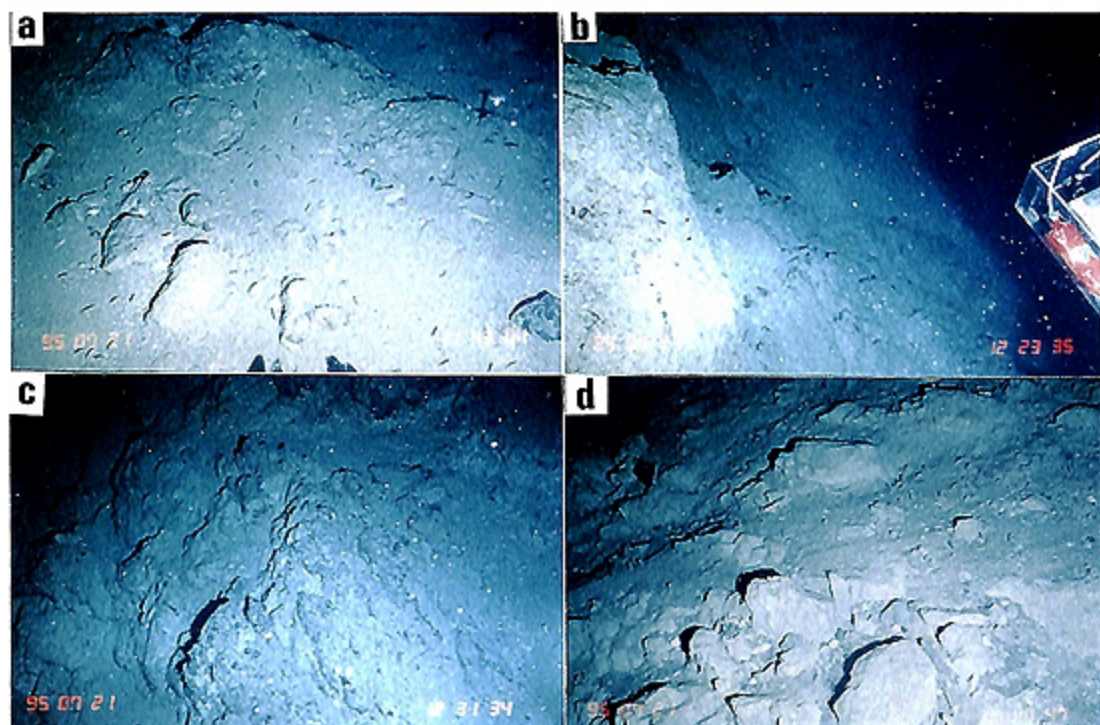


写真 1 第 274 潜航における三陸海底崖の露頭写真。a) 深度 6,431m, 357° 方向。b) 深度 6,288m, 356° 方向。c) 深度 6,278m, 260° 方向。d) 深度 6,185m, 260° 方向
 Photo 1 Outcrop photo of the Sanriku Escarpment at Dive 274. a) Depth 6,431m, to 357°. b) Depth 6,288m, to 356°. c) Depth 6,278m, to 260°. d) Depth 6,185m, to 260°.

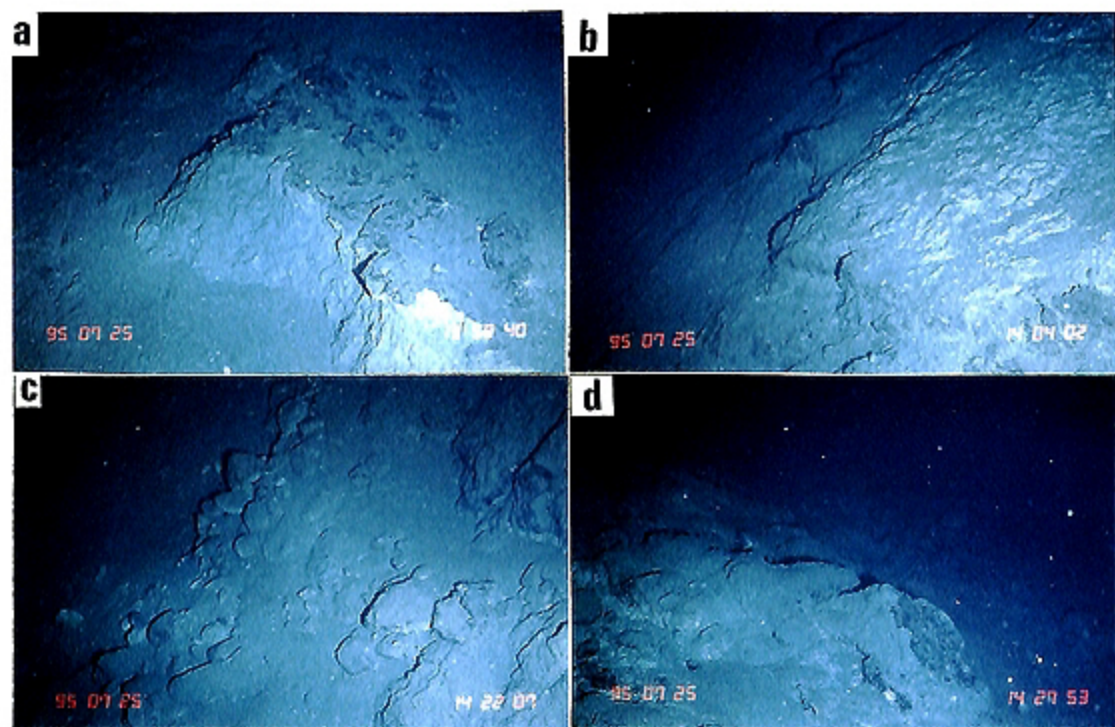


写真 2 第 277 潜航における三陸海底崖の露頭写真。a) 深度 6,167m, 314° 方向。b) 深度 6,288m, 250° 方向。c) 深度 6,051m, 278° 方向。d) 深度 6,014m, 309° 方向
 Photo 2 Outcrop photo of the Sanriku Escarpment at Dive 277. a) Depth 6,167m, to 314°. b) Depth 6,288m, to 250°. c) Depth 6,051m, to 278°. d) Depth 6,014m, to 309°.

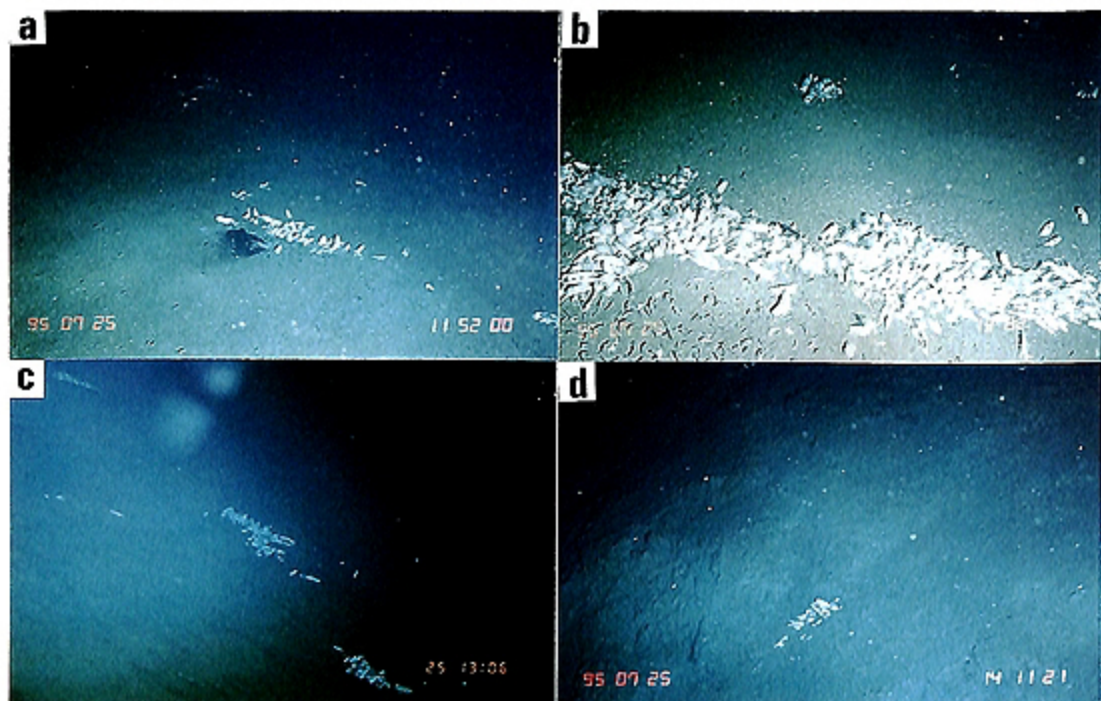


写真 3 第 277 潜航におけるナギナタシロウリガイコロニーの写真。a) 深度 6,437m, 351° 方向。b) 深度 6,278m, 281° 方向。c) 深度 6,274m, 005° 方向。d) 深度 6,106m, 237° 方向

Photo 3 Photo of a *Calyptogenia phaseoliformis* colony at Dive 277. a) Depth 6,434m, to 351°. b) Depth 6,278m, to 281°. c) Depth 6,274m, to 005°. d) Depth 6,106m, to 237°.



写真 4 代表的資料の写真。a) *Calyptogenia phaseoliformis* (第 272 潜航), b) 石灰質コンクリーション (#272-R-001), c) 珪質シルト岩角礫岩 (右端に葉理が残っている) (#273-R-001), d) 石灰質砂岩中のクモの巣状構造 (#277-R-002)

Photo 4 Representative photos of samples. a) *Calyptogenia phaseoliformis* (dive 272), b) Calcareous concretion (#272-R-001), c) Siliceous siltstone breccia (lamination is remained at the right end) (#273-R-001), d) Web structure within calcareous sandstone (#277-R-002).

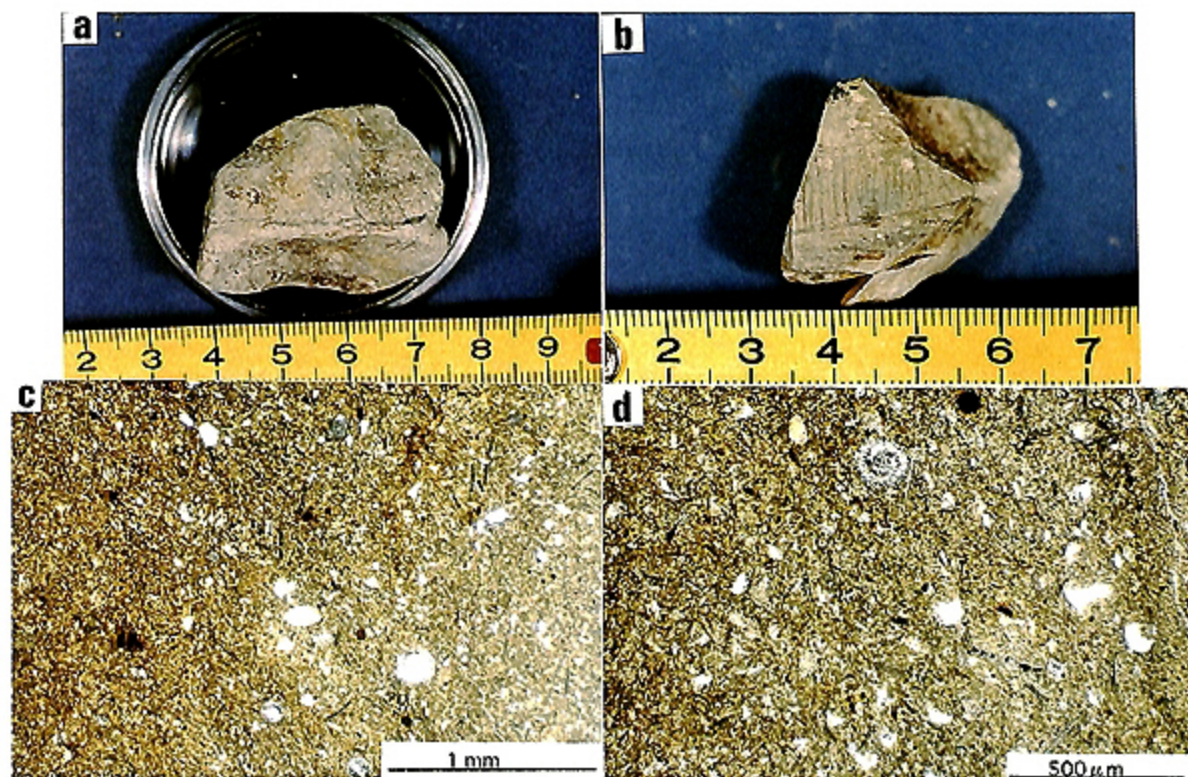


写真 5 脈状構造を持つ珪質シルト岩 (#273-R-003) (上) とその薄片写真 (下) (オープンニコル)

Photo 5 Vein structure having siliceous siltstone (#273-R-003) (above), and its thin section photos (below) (open nicol).

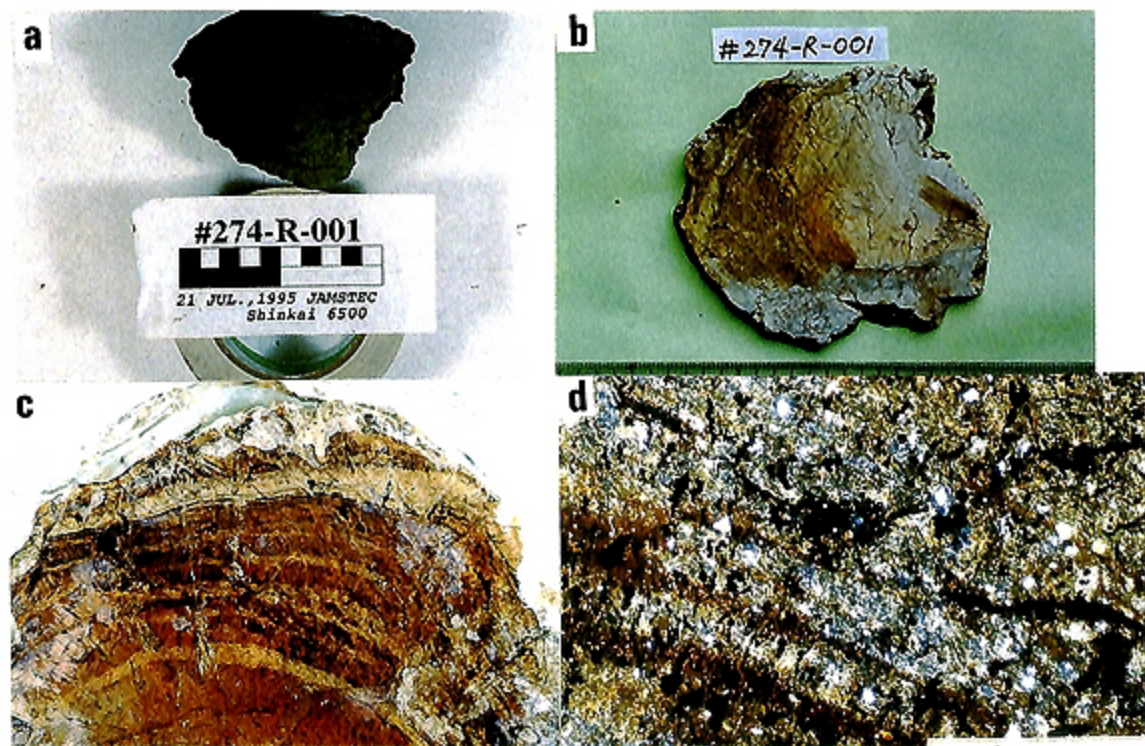


写真 6 珪質粘土岩 (このサンプルのみ #274, 277 を通じて石灰質ではない) (#274-R-001) (上) とその薄片写真 (下) (右クロスニコル)

Photo 6 Siliceous claystone (this sample is only not calcareous within the samples of dives 274 and 277) (#274-R-001) (above), and its thin section photos (below) (right cross nicol).

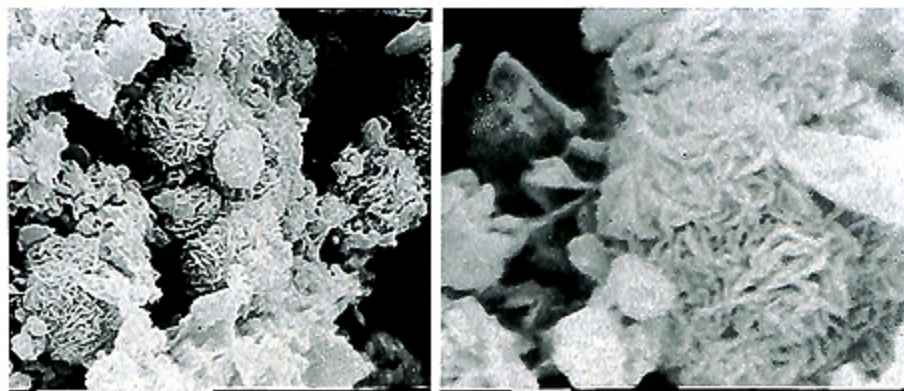


写真 7 #274-R-001 の走査電子顕微鏡写真。オパール CT のレピスフィアが見える。下の白いバーは 100 μ m (左), 10 μ m (右)

Photo 7 SEM photos of #274-R-001, showing lepisphaere of opal-CT. White bar at the bottom, 100 μ m (left), 10 μ m (right).

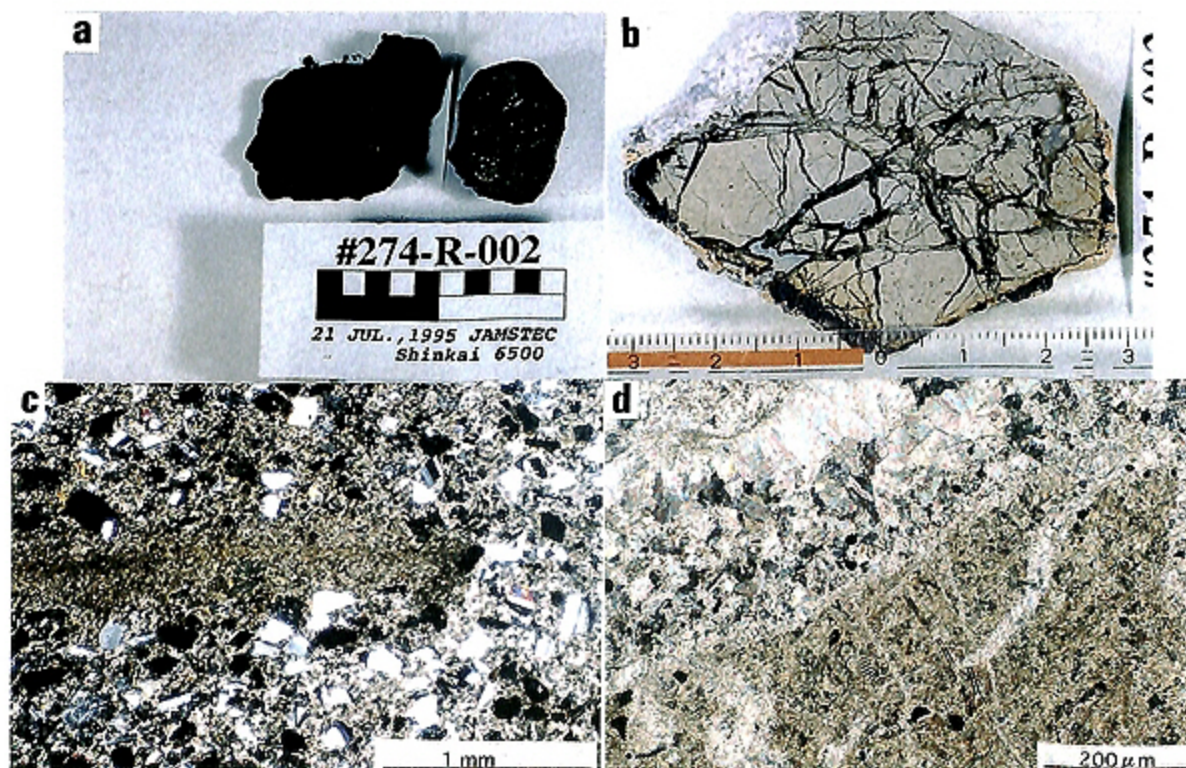


写真 8 方解石セメント珪質シルト岩 (#274-R-002) (上) とその薄片写真 (下) (クロスニコル)。下の左は砂岩ブロック

Photo 8 Calcite-cemented siliceous siltstone (#274-R-002) (above), and its thin section photos (below) (crossed nicol). Left-bottom is sandstone block.

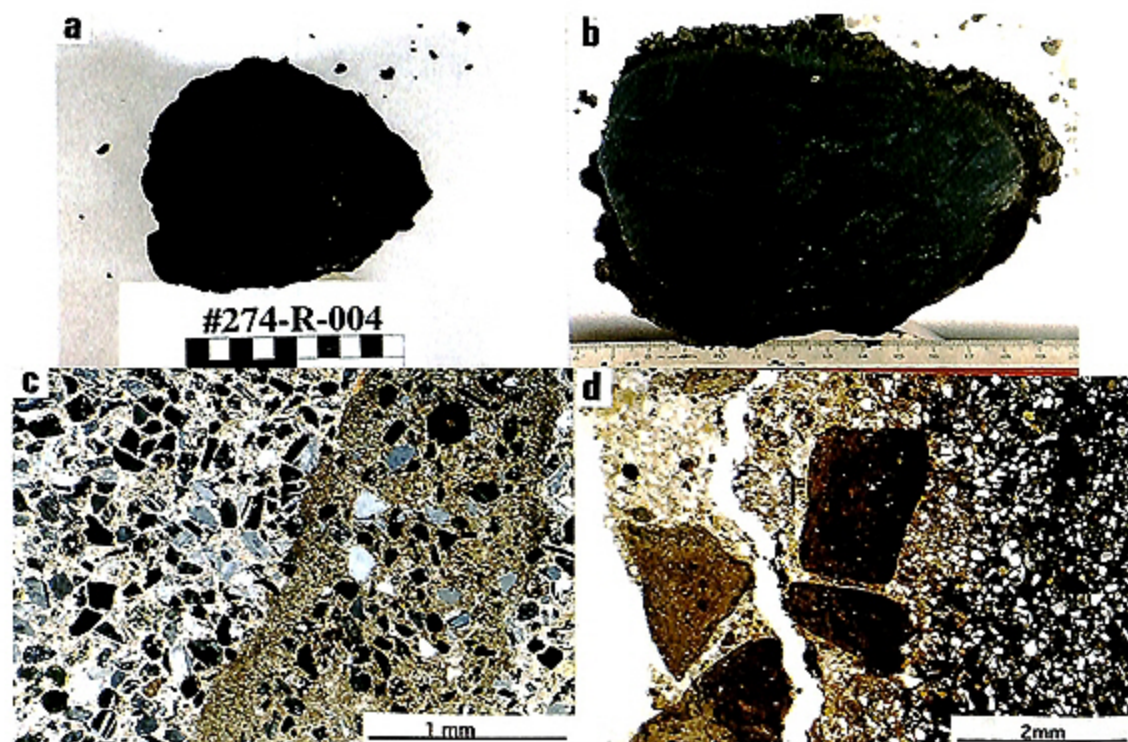


写真 9 方解石セメント砂岩角礫岩（#274-R-004）（上）とその薄片写真（下）（クロスニコル）。周辺にシルト岩の角礫がこびりついていることに注意（右下の写真）

Photo 9 Calcite-cemented sandstone breccia (#274-R-004) (above), and its thin section photos (below) (crossed nicol). Note the siltstone breccia attached around the block (right-bottom).

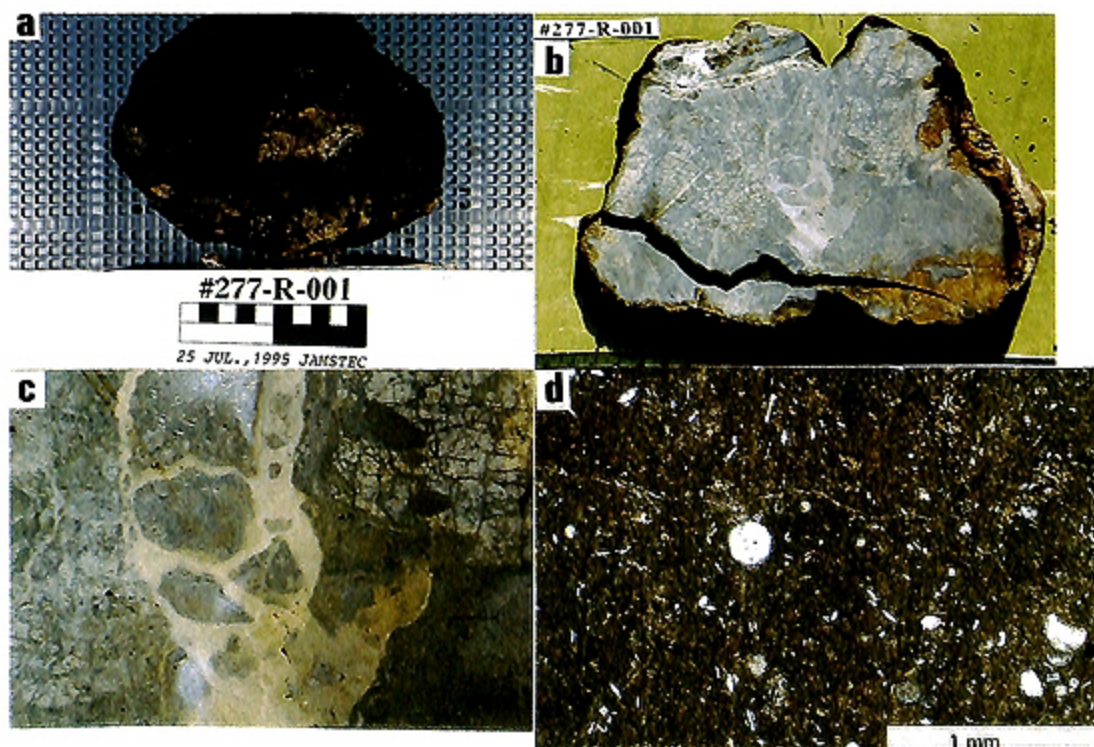


写真 10 方解石セメント砂岩角礫岩（#277-R-001）（上）とその部分写真（左下）と薄片写真（右下）（オープンニコル）。方解石の脈が入っていることに注意

Photo 10 Calcite-cemented sandstone breccia (#277-R-001) (above), enlarged view (left-bottom), and its thin section photo (right-bottom) (open nicol). Note the calcite veins in the center.

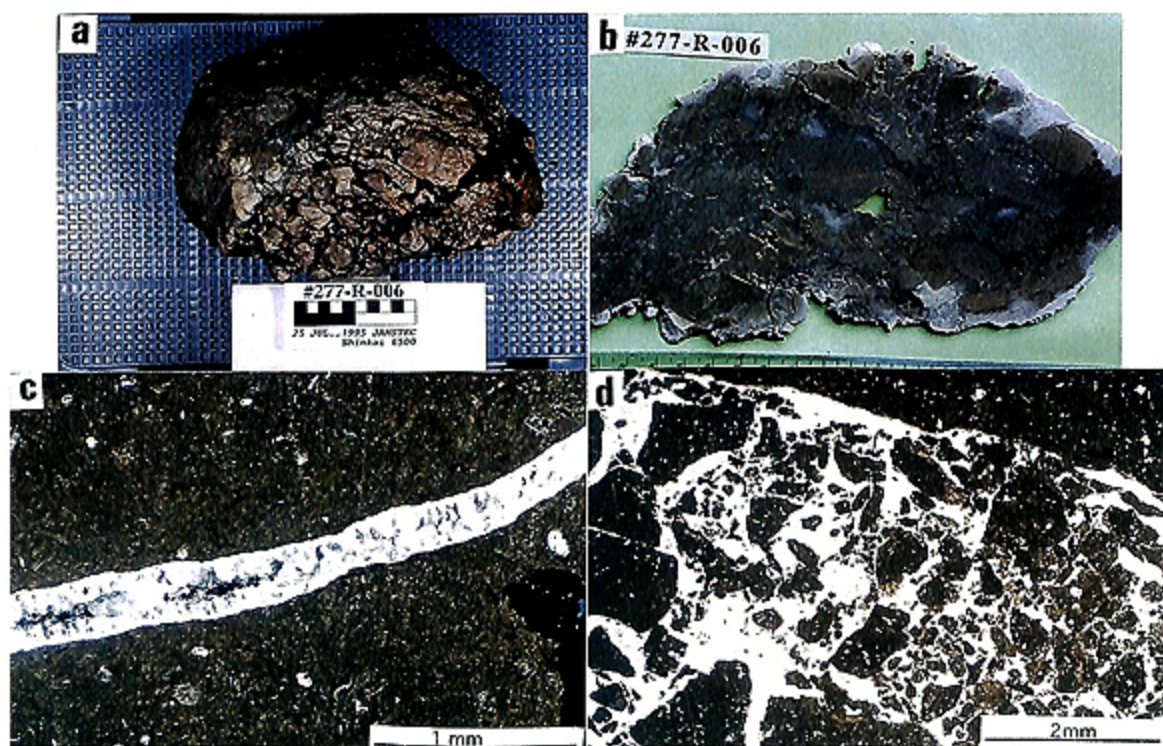


写真 11 方解石セメント珪質角礫岩（#277-R-006）（上）とその薄片写真（下）（クロスニコール）。方解石の脈が入っていることに注意

Photo 11 Calcite-cemented siliceous siltstone breccia (#277-R-006) (above), and its thin section photos (below) (crossed nicol). Note the calcite veins.