

日本海盆東縁における開口割れ目と バクテリアマットの発見

竹内 章*¹ 徳山英一*² 宮下純夫*³ 仲 二郎*⁴
門馬大和*⁴ 大塚 清*⁴ 徐 垣*⁵ 石井次郎*⁶
嵯峨山積*⁷ 倉本真一*²

積丹沖地震の震源海域に含まれる北部奥尻海嶺西斜面において実施された「かいよう」DK89-4-OKJ航海の際、マルチナロービーム測深による精密地形調査および深海 TV 曳航調査が行われ、地層の露出状況や地質構造、生物の棲息状態などの概況が把握された。この曳航調査測線に沿って「しんかい6500」第51潜航が実施された。この結果、北部奥尻海嶺西斜面基部に推定される最前縁スラストの上盤に新鮮な開口裂罅群が発見された。一部の裂罅は開口部が繊維状のバクテリアマットでおおわれ、未開口部は粉末状バクテリアマットが付着している。

バクテリアマットをとまなう裂罅周辺にはミリサイズの巻貝やエビ類の群生が観察される。この裂罅内部の地温は周囲の海水温より0.13度も高い値を示した。バクテリアマット周辺の生物コミュニティは高圧間隙水の存在と地表への湧水活動を示し、南海トラフや日本海溝と同様に、日本海東縁変動帯の最前縁スラストが現在も活発に活動していることを示す。観察された開口裂罅のうち新鮮なものは最近の大地震（例えば1940年積丹半島沖地震）がトリガーとなって形成されたものであろう。

日本海東縁変動帯の模式地において現在の地殻変動の実態を明らかにしていくことは同変動帯を新生プレート境界（海溝）とする説を実地に検証する上で極めて重要である。とくに今回発見された裂罅群と冷水系生物群集については地球物理学・地球化学的・生態学的な分野も含む総合的な潜航調査が必要とされ、「かいよう」による深海 TV 曳航測線沿線はそれにもっとも適した調査ルートである。

-
- * 1 富山大学教養部
 - * 2 東京大学海洋研究所
 - * 3 新潟大学理学部
 - * 4 海洋科学技術センター
 - * 5 静岡大学理学部
 - * 6 北海道東海大学
 - * 7 北海道地下資源調査所
 - * 8 College of Liberal Arts, Toyama University
 - * 9 Ocean Research Institute, University of Tokyo
 - * 10 Faculty of Science, Niigata University
 - * 11 Deep Sea Research and Submersible Operation Department, JAMSTEC
 - * 12 Faculty of Science, Shizuoka University
 - * 13 Hokkaido Tokai University
 - * 14 Geological Survey of Hokkaido

Discovery of open gashes with bacteria mat and living communities at the frontal thrust of the tectonic belt along Eastern Margin of Japan Sea

Akira TAKEUCHI*⁸ Eiichi TOKUYAMA*⁹ Sumio MIYASHITA*¹⁰
Jiro NAKA*¹¹ Hiroyasu MOMMA*¹¹ Kiyoshi OHTSUKA*¹¹ Wonn SOH*¹²
Jiro ISHII*¹³ Tsumoru SAGAYAMA*¹⁴ Shin-ichi KURAMOTO*⁹

SHINKAI Dive 51, performed on May 27th in 1991, had found fresh fissures on the hanging wall of thrust faults at the western foot of Northern Okushiri Ridge on the tectonic belt along Eastern Margin of Japan Sea. The dive site is within the epicentral area of 1940 Off-Shakotan Peninsula Earthquake(Ms=7.5).

One of such opened cracks, at 3110m w.d., is associated with white colored bacteria mat, which consists of powdered part and surrounding fibrous part. Fibrous mat covers the mouth of open gash which is the continuation of fresh fissure, while powder mat was formed in brecciated zone. Millimetric sized scavenger such as snails and shrimps, as well as larger sized sea cucumbers and anemones, were gathered on and around the bacteria mat. Temperature measured beneath the bacteria mats was higher by 0.13 degrees than bottom water temperature.

Combining the results of submersible observations with those of deep-tow camera survey, conducted on September 5th, 1989, the following conclusions are possible:

1. Bacteria mats indicate modern seepage through fissures due to present-day activity of the first frontal thrusts along the eastern margin of Japan Sea Basin.
2. Formation of fresh fissures were probably due to the highly pressurized interstitial water and triggered by an intraplate earthquake such as the Off-Shakotan Peninsula Earthquake.

はじめに

日本海盆東縁、奥尻海嶺西麓との境界部に位置する日本海盆東縁断層系は日本海東縁変動帯(中村, 1983)の前縁とみなされ、同帯を特徴づける短縮テクトニクスの模式地である。1940年積丹半島沖地震(M_s7.5, 44.3°N 139.5°E)は1964年新潟地震や1983年日本海中部地震とともにこの断層系の最新活動を示し、日本海東縁変動帯を新生海溝(プレート境界)とする仮説の実例とされている。

日本海東縁変動帯の標式地における現在の地殻変動の実態を明らかにすることはプレート境界新

生説を検証する上で極めて重要であり、実地に物的証拠を集める必要から、「しんかい2000」による潜航調査ならびに「かいよう」による測深および深海TVカメラによる目視観察など一連の調査が行われてきた。今回、久しく待たれていた「しんかい6500」による潜航調査が実現の運びとなり、「よこすか/しんかい」YS91-1-4航海により、1991年5月27日、第51潜航が積丹半島沖地震の震源域において実施された。

この潜航調査では積丹半島沖地震の際に形成されたと予想される地震断層や関連する変動微地形の確認を目標とし、目視観測、映像記録、温度計

測、地質標本採取などを行った結果、上記仮説を裏付ける新知見が得られたのでここに報告する。

2. 事前調査

「しんかい6500」による潜航調査をより効果的に実施するためと潜水調査船以外の手段による目視観測の方法を確立することを目的として、海洋調査船「かいよう」DK89-4-OKJ 航海が実施された。この航海では、筆者らも調査研究協力者として乗船し、積丹沖地震の震源域に含まれる潜航予定海域においてマルチナロービーム測深による精密地形調査（1989年9月4日）および深海カメラ曳航調査（同年9月5日）が行われ、地層の露出状況や地質構造、生物の棲息状況などが検討された。深海曳航体にはCTDとともにTVカメラとスティルカメラが取り付けられており、得られた映像および写真には貴重な情報が含まれていた（後述）。

「かいよう」による事前調査では、GPS測位の衛星数が限られていたこともあって、観測中の測位はGPSとDECCAが相補的に用いられた。測位系としては東京データムが採用された。9月5日1500JSTに行った検定でWGS84から東京データムへの補正値は緯度 -0.130 分/経度 $+0.215$ 分、さらにGPSからDECCAへの補正値（ともに東京データム）は、緯度 -0.390 分/経度 $+0.404$ 分とされた。

深海カメラ曳航調査は1989年9月5日08時14分から18時10分まで行われた。曳航体の位置決定は「かいよう」からの音響測位によりなされ、上記測位系による位置は着底点北緯 $44^{\circ}13.93'$ /東経 $139^{\circ}04.72'$ 、離底点北緯 $44^{\circ}13.88'$ /東経 $139^{\circ}13.52'$ であった。測線の水平延長距離は10.7kmに達する。ただし、母船直下の水深や曳航体深度などからみて測位系が系統的に大きくずれていることが観測中からすでに気づかれていた。

1991年5月26日、翌日の「しんかい6500」による潜航調査に先立って、「かいよう」による測深データと今回の「よこすか」による測位の整合性の検定および潜航地点の海底地形を再確認するために、潜航予定海域でマルチナロービーム測深を行った。海底地形の特徴の対比を行い、測位系の

再検定および曳航カメラ位置の再決定を行った。この結果、WGS84から曳航調査時の測位系への補正値は緯度 $+0.26$ 分、経度 -0.41 分であった。また、WGS84において上記の曳航カメラ測線は北緯 $44^{\circ}14.49'$ /東経 $139^{\circ}03.57'$ から北緯 $44^{\circ}14.42'$ /東経 $139^{\circ}12.33'$ までとなった。以下の文中では、測地系としてWGS84を用いる。第1図に曳航カメラ測線および潜航調査ルートを示す海底地形図を示す。また第2図はカメラ測線の深度プロフィールおよびマルチナロービーム音響測深による海底地形断面を示す。

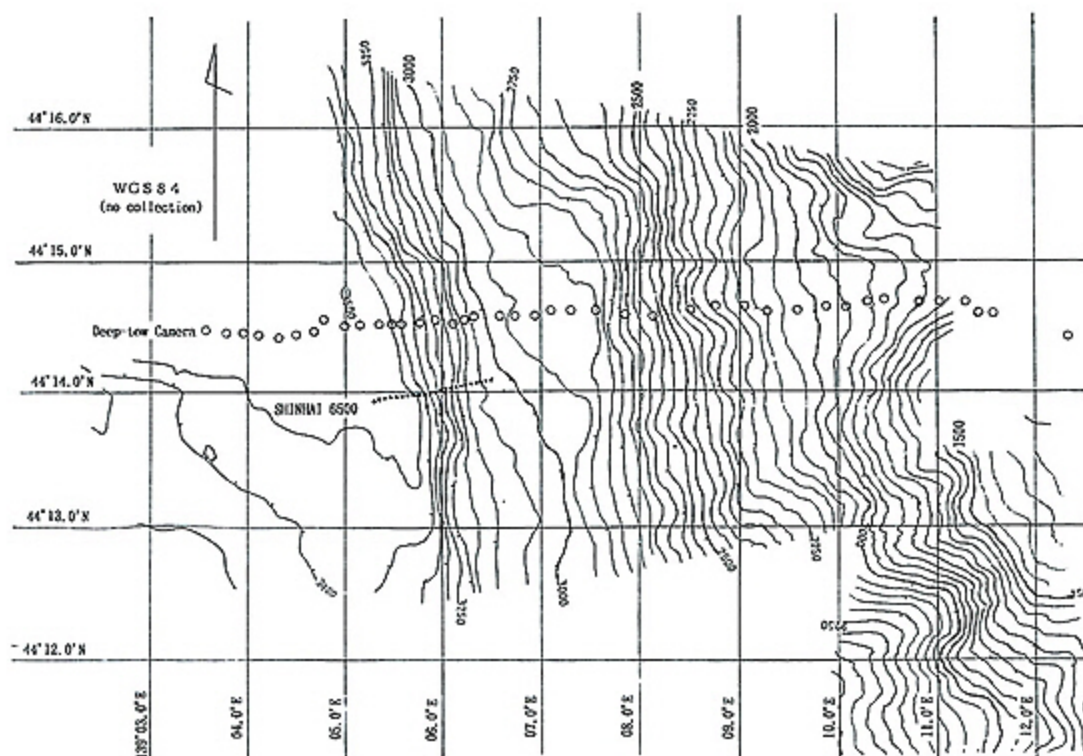
3. 「しんかい6500」第51回潜航

前述の事前調査データにもとづいて海底地形地質の状況を分析し、活構造としての断層地形がもっとも明瞭な潜航調査ルートが選定された。

第51回潜航は1991年5月27日に実施された。調査項目には、目視および計器観測による低断層崖・裂罅・小地溝などの変動微地形の探索、地質および露頭の観察・試料採集・温度計測、映像記録などを掲げた。柱状採泥管2本、エクマンバージ採泥器1、地中温度計1本を装備して潜航した。潜水船の航法管制は、トランスポンダを使用せずGPS測位と結合したSSBL方式の音響測位で行われた。

潜航調査地域は、日本海盆東縁の深海平坦面（水深3500m）と奥尻海嶺西麓基部となっている急斜面の地域である。奥尻海嶺の西側斜面には大小の段丘状緩傾斜が認められるが、調査地域内にある海底台地（海盆底からの比高約400m~500m）が幅約1.3kmでもっとも広く発達している（第1図）。さらにこの台地は、海盆底とともに東側の急斜面に向かってわずかながら逆傾斜する部分もあり、それぞれ東側斜面との傾斜変換線に沿って逆断層が露出する可能性を示唆している。

そこで第51回潜航では海盆底に着底し、海嶺西側斜面基部を登り上記の台地にさしかかった地点（水深約3100m）で離底した。この調査ルートは平均航走方向 77° 、中心が北緯 $44^{\circ}14'$ /東経 $139^{\circ}06'$ にあり、曳航カメラ測線とはほぼ平行で約0.5マイル南に位置している。第3図に曳航カメラ測線および潜航調査ルートを示す海底地形図を示す。



第1図 日本海盆東縁/北部奥尻海嶺地域の海底地形および航跡
 丸線：深海曳航カメラ測線 点線：「しんかい6500」の調査ルート
 測地系はWGS84（無補正）

Fig. 1 Bathymetric map and ship-track of Submersible SHINKAI-6500 in the area of the boundary between the easternmost Japan Basin and the Northern Okushiri Ridge.
 Open circled line: Deep-tow Camera, Dotted line: Survey route by Shinkai-6500.
 Geodetic system: WGS84(no-correction)

4. 調査結果

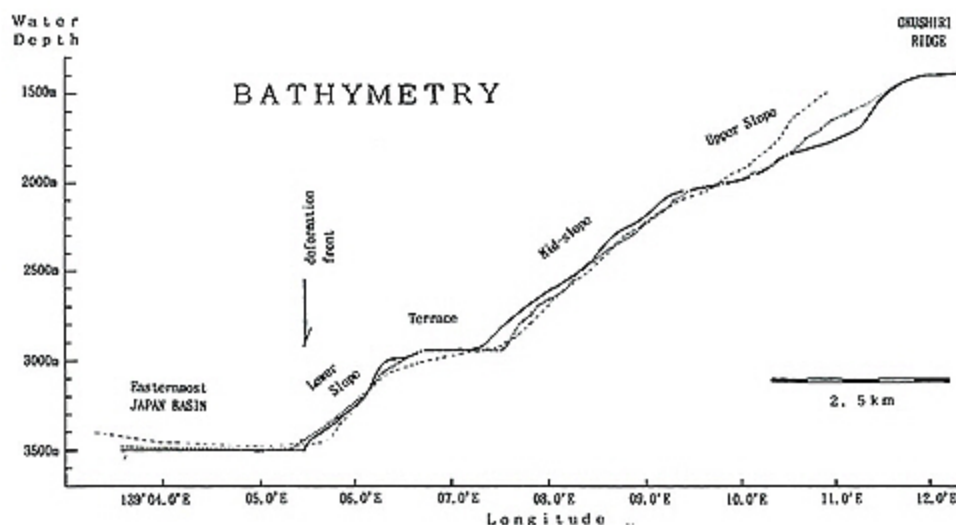
日本海盆東縁 日本海盆の底質は浮泥で斜面に近づくにしたがって泥岩ノジュールの転石が増えるが、露頭は認められない。深海カメラの曳航調査の際には、平坦な海盆底には魚類の死骸が多数点在し、死骸の周囲には「掃除屋」らしい小エビが群がっていた(写真1)が、潜航調査では海盆縁辺に着底したためこうした現象や死骸の時間変化などを直接目視観察することはできていない。

深海カメラ曳航調査では、奥尻海嶺西側の山麓斜面基部近傍に水深3504mの海盆最深部が存在し、水深3496mの斜面基部に比高数十cmの低断層崖が認められた(写真2)。これは山麓基部の変形フロントでも最前線の断層と考えられるが、今回の潜航調査では、山麓斜面基部には最新活動

を示すような変動微地形や断層露頭は約8mの視程内では発見できなかった。調査ルートがおおよそ1km南側に位置していることもあり、場所によって崩積物で覆われている可能性がある。

「しんかい6500」の着底点(水深3476m)ではリファレンスのための地中温度計測を行った。また山麓斜面基部(水深3460m)では、伏在断層の存在を証拠づける目的で地中温度計測を行った。海底に15cm貫入したそれぞれの測定値は0.35℃と0.38℃であり、後者が0.03度だけ高い。16mの高低差による水圧の違いを考慮すると有意な差とは言いがたいが、日本海東縁変動帯の変形フロントである活断層に沿って地下水が湧き出している可能性も残る。

山麓斜面 奥尻海嶺西側斜面下部に位置する台地



第2図 海底地形断面図
 深海曳航体 (DK89-4-OKJ DT-4) の深度プロフィール (実線)
 マルチナロービーム測深 北緯44°14.0' (破線) 北緯44°14.5' (点線)
 Fig. 2 Topographic Profiles
 Solid line: bathymetric profile of Deep-Towing DK89-4-OKJ DT-4
 Ship tracks of Multi-narrow beam sounding: N44°14.0'(dashed line),
 N44°14.5'(dotted line)

の山麓斜面である。潜航調査ルートでは水深3444m付近が傾斜変換線となっていて、斜面の傾斜が増す。この位置で崩積物の柱状採泥をおこなった。斜面にはガリが発達し、節理が発達した泥質岩の露頭が連続している。潜航調査では、人頭大以上の潰物石状のノジュールを含む灰褐色塊状のシルト岩ないし硬質頁岩が観察された。水深3438mのシルト岩露頭では斜面とほぼ同じ走向で緩く西に傾斜する層理面が観察された。水深3428mの位置でシルト岩のサンプルを採集した。このサンプルは岩相と珪藻化石群集から八雲層に対比される。水深3215m付近には潜水船を上回る大きさのシルト岩巨礫がみられた。これは一見、塊状の玄武岩のようであったが、マニピュレータで白い条痕がつけられたことから、シルト岩と判断された。

TVカメラの曳航調査測線では、水深3332m付近に高角の断裂、水深3310m付近では低断層崖とこれに沿う斑点状変色域 (写真3:A, B)、さらに3286m付近の急崖では、壁面の開口割れ目に沿って白い“滲出物”が認められた。

台地周縁部 台地斜面の上部 (台地の肩にあたる

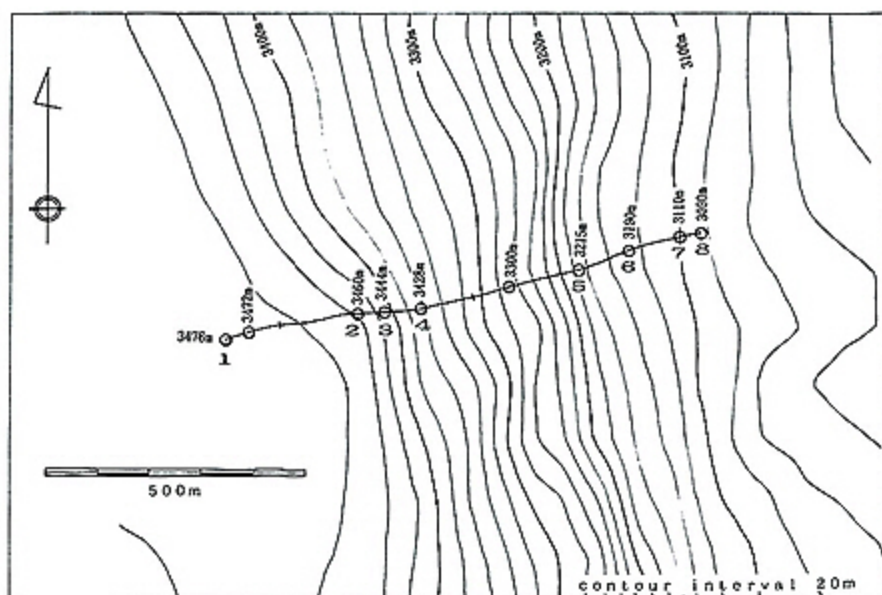
部位: 潜航調査ルート上部) には平行または雁行する生々しい開口割れ目がみられる。

潜航調査ルートでは水深3195m付近から上方にとくにガリが発達している。水深3190mでは斜面の走向とは斜交する東北東—西南西方向 (N70°E) の裂隙が視認された。水深3155mでシルト岩の転石を採取した。水深3115m付近から発見・観察された裂隙 (写真4) は、北東—南西方向の走向で、開口した割れ目の幅は10~20cmであった。10m程度の長さを単位としてより東西方向に雁行している様子である。

カメラ曳航測線では、水深3110m付近に北東—南西方向の走向で縷番状に段差をともなう断裂 (写真5) が認められている。

これらの割れ目の内壁はシルト層からなり、水中では白く見える上部層と灰色の下部層に別れている。さらに下位の層準にはシルト岩の礫が認められ、全体として崖錐堆積物に割れ目が生じたことがわかる。

潜航調査の際、こうした裂隙群を追跡した結果、ちょうど台地にさしかかる部位 (水深3110m~3107m: 位置は北緯44°14.1', 東経139°06.3'~



第3図 「しんかい6500」第51潜航の航跡図

- | | |
|------------------------------|-----------|
| 1. 着底/温度計測 1 | 2. 温度計測 2 |
| 3. シルト岩採取 | 4. 柱状採泥 1 |
| 5. 巨大シルト岩転石 | 6. 裂罅 |
| 7. 開口裂罅/温度計測 3 / 岩石採取 | |
| 8. 開口裂罅/温度計測 4 / 柱状採泥 2 / 離底 | |

Fig. 3 Route of SHINKAI 6500 Dive 51

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. On the bottom and Temperature measurement- 1 | |
| 2. Temperature measurement- 2 | |
| 3. Siltstone sample | 4. Sediment coring- 1 |
| 5. gigant block of siltstone | 6. Fissure |
| 7. Open gash, temp. measurement- 3 and rock sampling | |
| 8. Open gash, temp. measurement- 4, sediment coring- 2, off the bottom | |

06.6') で、開口割れ目の延長上に底質の変色域が視認された(写真6)。

変色域は肉眼的には白いが、写真では淡褐色～紫灰色である。開口割れ目の延長線上で断続し、個々のパッチも帯状に細長い。変色域の周囲にはナマコやイソギンチャクが認められた。可動ビデオカメラのズーム機能により、変色域の淡褐色部は粉末状、縁辺は紫灰色部は綿糸状を呈すること、変色域の縁辺にはウスカワコロモガイに類似した小型巻貝(写真7)や甲殻類(小エビ:写真8)などミリサイズの生物が密集して棲息するコミュニティを形成していること、などが観察された。

変色域を掘ると地中は黒色を呈し(写真9)、南海トラフなどで見つかっている冷水湧出系のバ

クテリアマットに酷似する。綿糸状のマットは開口割れ目を覆い隠すように広がっている(写真8)。一方、粉末状マットが礫の表面をコーティングしているところでは礫の隙間が湧き出し口となっているように見える(写真10)。

変色域の中心部で行った地中温度測定では、地表から35cmの温度は0.41℃であった。周囲の海水温0.28度に対しても、また他の測定点の0.35～0.38℃という値からみても有意に高いことから、地下水の湧出と200mWm/m²以上の地殻熱流量になる可能性がある。バクテリアマットと下位の黒色泥を採集する柱状採泥も行われ、採取された堆積物は硫化物臭がした。この柱状コアは、現在JAMSTECに冷凍保管されており、後日詳しい分析がなされる予定である。なお、コアキャッチャ

一部分の堆積物についてのみ珪藻分析を行ったが、珪藻化石は見られなかった。

5. 結 論

じつは潜航調査ルートで詳細に観察されたような変色帯や開口割れ目は曳航調査測線の映像にも明瞭に認められていた(写真11, 12)が、今回の潜航調査を行うまでその実体は不明であった。カメラ測線で認められた高角断裂に沿う変色帯は、断層活動にともなう崩落などによって山麓斜面に露出した湧水の通路(フィーダ)である可能性が高い。したがって日本海盆東縁変動帯の変形フロントでは、低角逆断層の上盤が冷湧水帯となっており、堆積物をトラップした台地とその周辺ではバクテリアマットが形成されるという図式になる。

開口割れ目の由来としては、積丹沖地震の地表地震断層や付随する裂隙が第1にあげられる。さらに斜面崩壊や地滑りに伴う地割れなども考えられるが、とくにバクテリアマットが形成されるような湧水系は、単に海底から水が循環するだけでなく、より深部に達する断裂に伴われるはずである。また、湧水系の存在は地下に高間隙水圧帯があることを示す。この高間隙水圧帯が、岩盤強度を低下させ開口割れ目を形成するような引張破壊の原因であるとすれば、斜面の走向に斜交する割れ目の方位 $N70^{\circ}E$ はこの地域一帯の応力場の主圧力軸の向きを反映している。

調査海域は、東北日本弧および千島弧の内帯会合部であると同時に、地質的には大陸地殻と海洋地殻の境界をなす寿都構造線の北端に位置していることから、ここで行われているテクトニクスは必ずしも単純であるとは思われない。しかし、今回の潜航調査によって日本海側で初めて湧水系バクテリアマットが発見され、確認された意義は大きい。

これまでの一連の調査により、1989年の深海カメラ曳航調査測線は日本海東縁変動帯の活構造を特徴づけるもっとも明瞭な変動地形を横断する典型的プロファイルとなっていることが判明した。さらに今回の調査結果は、日本海盆東縁活断層系の研究を偵察的な段階から本格的な段階へ進展させる端緒として意義づけられる。

当面はバクテリアマットに焦点を絞った潜航調査を実施するとともに、微生物・化学・地震など多方面から参加を得て総合的な検討を加える必要がある。とくに集中的に調査すべき候補地として、もっとも広い台地面の前面(北緯 $44^{\circ}14.5'$ 、東経 $139^{\circ}05.4'$ から $06.7'$ まで、とくに東経 $139^{\circ}06.2'$ 付近の水深 $3115\text{m}\sim 3020\text{m}$)をあげておきたい。

こうして冷湧水系をキーに南海トラフや日本海溝の現在テクトニクスとの比較ができるようになれば、新たなプレート収束境界(海溝)が形成されるしくみが解明されていくものと期待される。

謝 辞

「かいよう」ならびに「よこすか」のクルー、さらに「しんかい6500」の運航チームには観測作業および船内生活の面でお世話になりました。記して感謝します。

なお、著者のひとり石井次郎先生は1992年4月1日、逝去されました。謹んで哀悼の意を表し、衷心よりご冥福をお祈りします。

参 考 文 献

- 活断層研究会編, 1992, 新編「日本の活断層」, 448p, 東大出版会.
- 中村一明, 1983, 日本海東縁新生海溝の可能性, 地震研彙報, 58, 711-722.

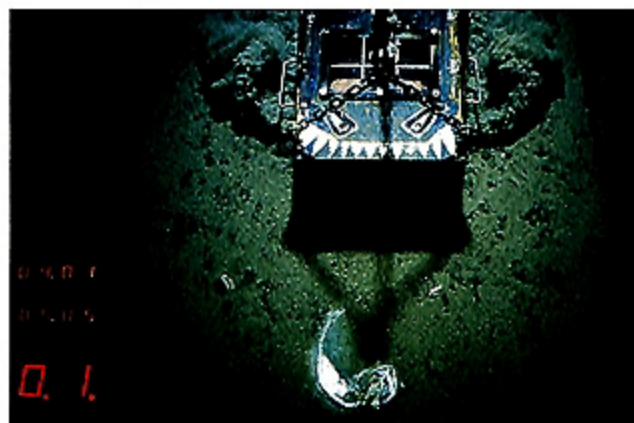


写真1 日本海盆の深海平原に点在していた魚類の死骸のひとつ。死骸の周囲には小エビが群がり、巻貝も認められる。水深3497m
 深海曳航体の垂直スティルカメラにて撮影
 1989年9月5日09時01分

Photo 1 A typical example of dead fishes, scattered on the floor of Japan Basin.
 Millimetric sized shrimps clustered around the dead body.
 Photo of the deep-tow vertical still camera, at 09:01, Sept. 5, 1989. Water depth 3497m.

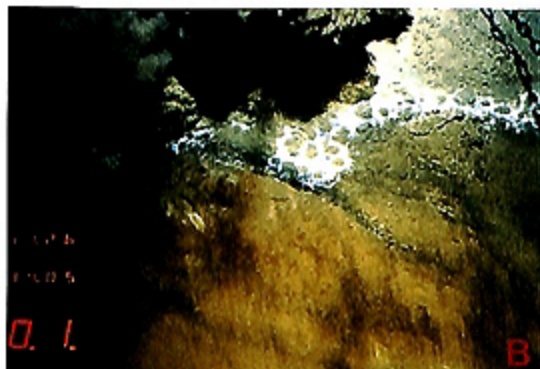
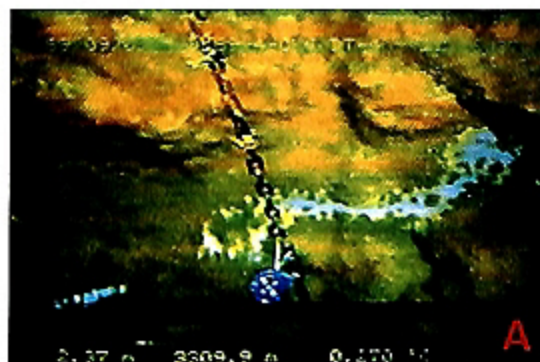


写真3 低断層崖に沿う斑点状変色域（水深3310m付近）

A. 深海曳航 TV カメラにて撮影 1989年9月5日11時26分
 B. 同一地点における垂直スティルカメラの写真

Photo 3 Zone of speckled color change(3310m wd.)
 A) Photo from video image data of the deep-tow camera, at 11:26, Sept. 5, 1989.
 B) Photo of the vertical still camera at the same site



写真2 日本海盆東縁の低断層崖（水深3496m, 比高数十cm）
 深海曳航 TV カメラにて撮影 1989年9月5日10時53分

Photo 2 Fault scarplet at the first deformation front along the eastern margin of Japan Basin (3496m wd., Relative height several decimeters)
 Photo from video image data of the deep-tow camera, at 10:53, Sept. 5, 1989.

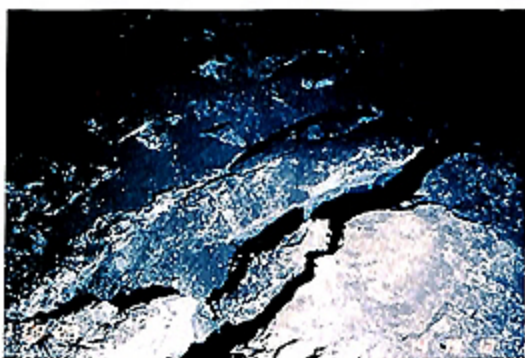


写真4 開口裂罅

奥尻海嶺の前縁をなす海底台地の肩部に多い。東北東-西南西方向で斜面の走向とは斜交する。開口幅は平均10-20cm

「しんかい6500」のスティルカメラにて撮影 (1991年5月27日14時19分, 水深3115m)

Photo 4 Open gash at 3115m wd.

Open gashes tend to develop along the shoulder of frontal terrace, trending ENE-WSW oblique to the slope. Gash width ranges from 10 to 20cm. Still camera photo of SHINKAI-6500, at 14:19, on May 27, 1991.

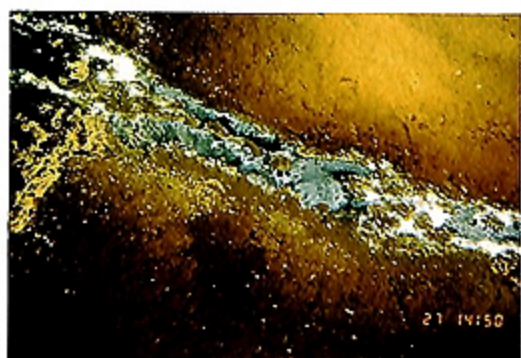


写真6 開口割れ目の延長上にあるバクテリアマットと微小生物のコミュニティ

「しんかい6500」手持ちカメラにて撮影 (1991年5月27日14時19分)。水深3110m-3107m

Photo 6 Bacteria mat and community of small sized fauna

Located on the continuation of an open gash. 3110-3107m wd.

Photo through the window of SHINKAI-6500 at 14:19 on May 27, 1991.

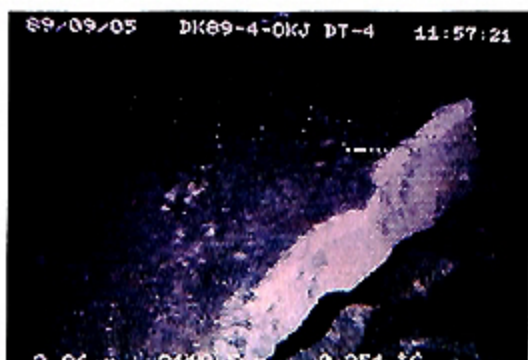
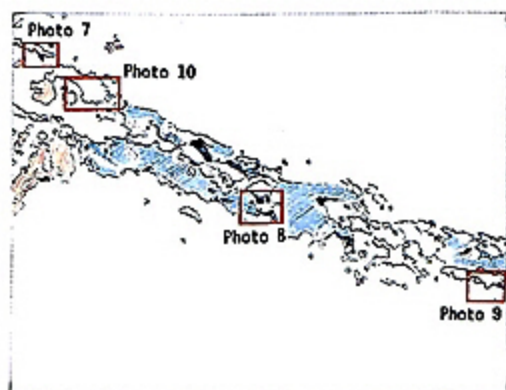


写真5 段差をともなう北西方向の裂罅

深海曳航体前方カメラ (1989年9月5日11時57分, 水深3110.5m)

Photo 5 Scissored fracture in an NW-SE trend at 3110.5m wd.

Photo from video image of forelooking camera on the deep-tow, at 11:57 on Sept. 5, 1989.



第4図 バクテリアマットのクローズアップ写真位置図

Fig. 4 Index for closed-up photos(Photo 7-10) of bacteria mat

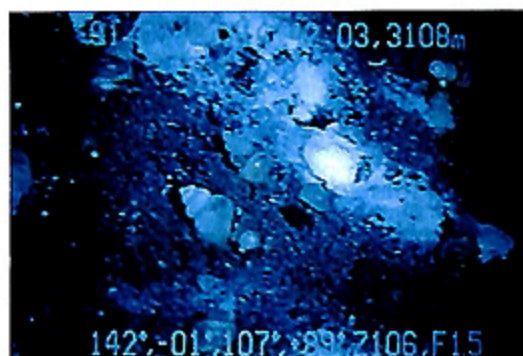


写真7 バクテリアマット周辺に群がるミリサイズの巻貝

「しんかい6500」可動カメラ (1991年5月27日14時42分) にてズーム撮影

Photo 7 Millimetric sized snails clustered around bacteria mat
Photo from zoomed image data of the video camera on SHINKAI-6500, at 14:42 on May 27, 1991. Same location as Photo 6.

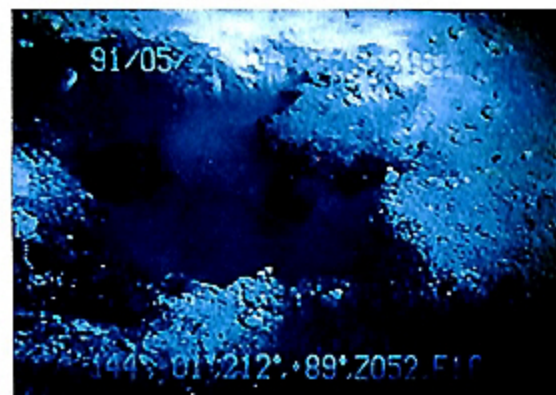


写真9 バクテリアマット (変色域) 直下の黒色堆積物

「しんかい6500」可動カメラ (1991年5月27日14時46分) にてズーム撮影

Photo 9 Black colored sediments beneath bacteria mat
Photo from zoomed image data of the video camera on SHINKAI-6500, at 14:46 on May 27, 1991. Same location as Photo 6.

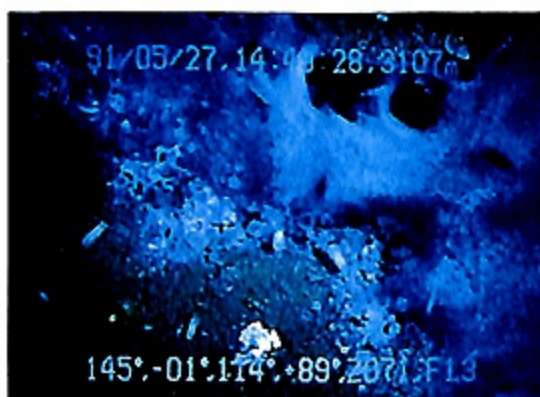


写真8 開口割れ目を覆い隠すように広がった綿糸状バクテリアマット

「しんかい6500」可動カメラ (1991年5月27日14時49分) にてズーム撮影

Photo 8 Mat of fibrous bacteria extended upon opened gash
Photo from zoomed image data of the video camera on SHINKAI-6500, at 14:49 on May 27, 1991. Same location as Photo 6.



写真10 礫の表面をコーティングした粉末状バクテリアマット

「しんかい6500」可動カメラ (1991年5月27日14時40分) にてズーム撮影

Photo 10 Powder-like bacteria mat coating gravel
Photo from zoomed image data of the video camera on SHINKAI-6500, at 14:40 on May 27, 1991. Same location as Photo 6.



写真11 台地縁辺のバクテリアマット
 曳航カメラ測線スティル写真 水深3024m
 1989年9月5日12時11分

Photo 11 Bacteria mat formed at shouder of frontal
 terrace
 Still camera photo on Deep-tow at 12:11 on
 Sept. 5, 1989. Water depth 3024m



写真12 台地縁辺（斜面最上部）の開口割れ目
 曳航カメラ測線スティル写真 水深3016m
 1989年9月5日12時13分

Photo 12 Fresh opened gash at the margin of frontal
 terrace
 Still camera photo on Deep-tow at 12:13 on
 Sept. 5, 1989. Water depth 3016m