

室戸沖南海トラフ海底長期観測ステーション周辺の 曳航体カメラ観察：K96-09 航海の結果

岩井 雅夫*1 門馬 大和*2

調査船「かいよう」による K96-09 航海では、室戸沖南海トラフ陸側斜面の長期海底観測ステーション設置海域周辺で、合計 10 測線に及ぶ曳航体調査がなされた。曳航体に取り付けられたカメラシステムによる海底観察の結果、南室戸海丘東側及び南側の斜面ではトラフ側にせり上がる急崖 (0.5-14 m) 並びに大規模崩落地形が卓越することが明らかとなった。シロウリガイは DT-5C, DT-7C, DT-9C の水深 3,600 m 前後に、小規模ながら認められた。

キーワード：南海トラフ，南室戸海丘，スラスト，曳航体調査，底棲生物

Deep-tow camera observation around the long-term deep sea floor observatory off Muroto, Nankai Trough : Results from K96-09 cruise

Masao IWAI*3 Hiroyasu MOMMA*4

A total 10 lines were observed around the long-term deep sea floor observatory on land side slope of Nankai Trough off Muroto using a deep-tow TV system during R/V Kaiyo's cruise K96-06. According to the deep-tow TV observation of sea bottom surface, steep scarps, uplifting the trough-axis side, 0.5-14 m height, and submarine slides were dominant at both southern and eastern slope of Minami Muroto Knoll. Clams were observed at around 3,600 m depth of Lines DT-5C, DT-7C, and DT-9C.

Key words : Nankai Trough, Minami Muroto Knoll, Thrust Fault, Deep-tow observation, Clams

* 1 高知大学理学部地学科

* 2 海洋科学技術センター深海研究部

* 3 Institute of Geology, Faculty of Science, Kochi University

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

1. はじめに

南海トラフは、世界でも最も典型的な付加帯堆積物を伴う沈み込み帯として注目されている (Taira and Ashi, 1993)。これまで日仏 KAIKO 計画による地形調査・潜水探査 (KAIKO I Research group, 1986; Le Pichion *et al.*, 1989; Kobayashi *et al.*, 1992;), DSDP Leg 87 (Kagami, Karig, Coulbourn, *et al.*, 1986) や ODP Leg 131 (Taira, Hill, Firth, *et al.*, 1991; Hill, Taira, Firth, *et al.*, 1993) による付加帯堆積物の掘削調査など、国際的なプロジェクト研究が盛んに行われてきた。しかるに日仏 KAIKO 計画の潜航調査は南海トラフでも東部海域に限られ、四国沖での潜航・曳航調査は海洋科学技術センターの経常研究、並びに今回海底ステーション設置に際し行われた事前調査によるものに限られてきた。

室戸沖での潜航・曳航調査は、1985年2月潜航調査の事前調査として室戸海丘においてはじめて曳航調査がなされ、この際海丘東側斜面 (水深 600 m 付近) からシロウリガイ (*Calypotogena* sp.) の死貝が発見された (岡村ほか, 1986)。その後「しんかい 2000」第 181 回潜航により調査が試みられたが、生物群集を確認する前に潮流悪化のため離底している。以後数度潜航調査が試みられているが、黒潮の流れが強く断念されている (藤倉, 私信)。

「1995年阪神淡路大地震」(1995年1月)を契機に、科学技術庁は平成8年度より「地震総合フロンティア研究」を推進する運びになり、「海底地震総合観測システム」の第1号機が、海洋科学技術センターにより高知県室戸岬沖に設置されることとなった。海底長期観測ステーション設置のための事前調査として「かいよう」による地形探査・曳航調査が敷設ルート沿いに行われた (K96-03, K96-09, K96-11)。これまで日仏 KAIKO 計画において南海トラフ東部では、3,800 m 付近の陸側斜面下部からも冷湧水群集が見つかったことから、第一南室戸海丘南側・東側斜面を探索したところ小規模ながらシロウリガイ群集が発見され (K96-09, DT-5C, -7C, -9C), 1997年3月先端ステーションが第一南室戸海丘南側の斜面に設置された。

事前調査として行われた K96-09 航海 (1996年10月5日センター岸壁を出港, 10月17日那覇港入港) では、室戸沖海底ステーション設置予定海域においてシービーム地形探査, 6,000 m 級深海曳航カメラ探査 (DT-2C~9C, 12C, 13C) が行われた (図 1, 図 2)。今回予察的に K96-09 の曳航カメラ映像の解析を行ったので以下に報告する。

2. 地形・構造概略

室戸沖では日仏海溝計画のためシービーム地形探査が行われていたが (KAIKO I Research group, 1986), 今回海底ステーション設置にあたりケーブル敷設予定測線の全域において調査され (K96-03, K96-09) 精巧な地形図が描かれた。室戸沖海底観測ステーションの先端ステーションが設置された南室戸海丘の南側には雁行状の褶曲地形がみられる。その内側には斜面海盆が形成されていることが地形図と IZANAGI の反射像から明瞭に読みとられ (Ashi and Taira, 1992), 南室戸海丘の南側斜面は海溝軸に平行線構造が卓越, それと直交する NW-SE 方向の構造は海丘東側に急斜面を形成している。

3. 方法

3.1 JAMSTEC 6,000 m 級ディープ・トウシステム

今回調査に用いたディープ・トウシステムは、鉄パイプ製オープンフレームにカラービデオカメラ (スーパーハープカメラ), 白黒ビデオカメラ, 水中ライト (250 W×8 灯), ステレオカメラ及びストロボ, CTD センサー, 高度計, トランスポンダーが収納されたものである。スーパーハープカメラの視野深度は 7~8 m を越えるが、曳航調査では曳航体からのびる長さ 3 m の鎖の先にある 20 cm の目盛り付き重りが海底面をすれすれになるようウィンチ操作がなされている。このときモニターに映し出される領域はおよそ 4×5 m。曳航速度は平均約 0.5 m/sec. (10 分間で約 300 m, 1 時間で約 1.8 km) に調整された。

曳航体の水中位置は「かいよう」搭載の GPS 船位と SSBL (Super Short Base Line) 音響測位によって求めた。水深は曳航体に搭載された CTD による。

3.2 カメラ観察・記載方法

開口亀裂, 崩落崖, 小ステップなどの走向あるいはリップルの方向は、曳航体が一定方位を保ちながら曳航されているものと仮定し求めた。曳航体には長さ 3 m の鎖とその先に 20 cm の目盛り付きの重りが取り付けられており、この重りが海底面をすれすれになるようウィンチ操作がなされる。またチェーンを引きずった際の濁りの流れにより、底層流の流向・流速, 曳航体の進行方向を推定することができる。

カメラによる底質観察には限界があり、砂 (細礫) 以下の粒径の分解能はない。また岩質の特定も、試料採取なくしては特別な例 (枕状溶岩など) をのぞいて不可能

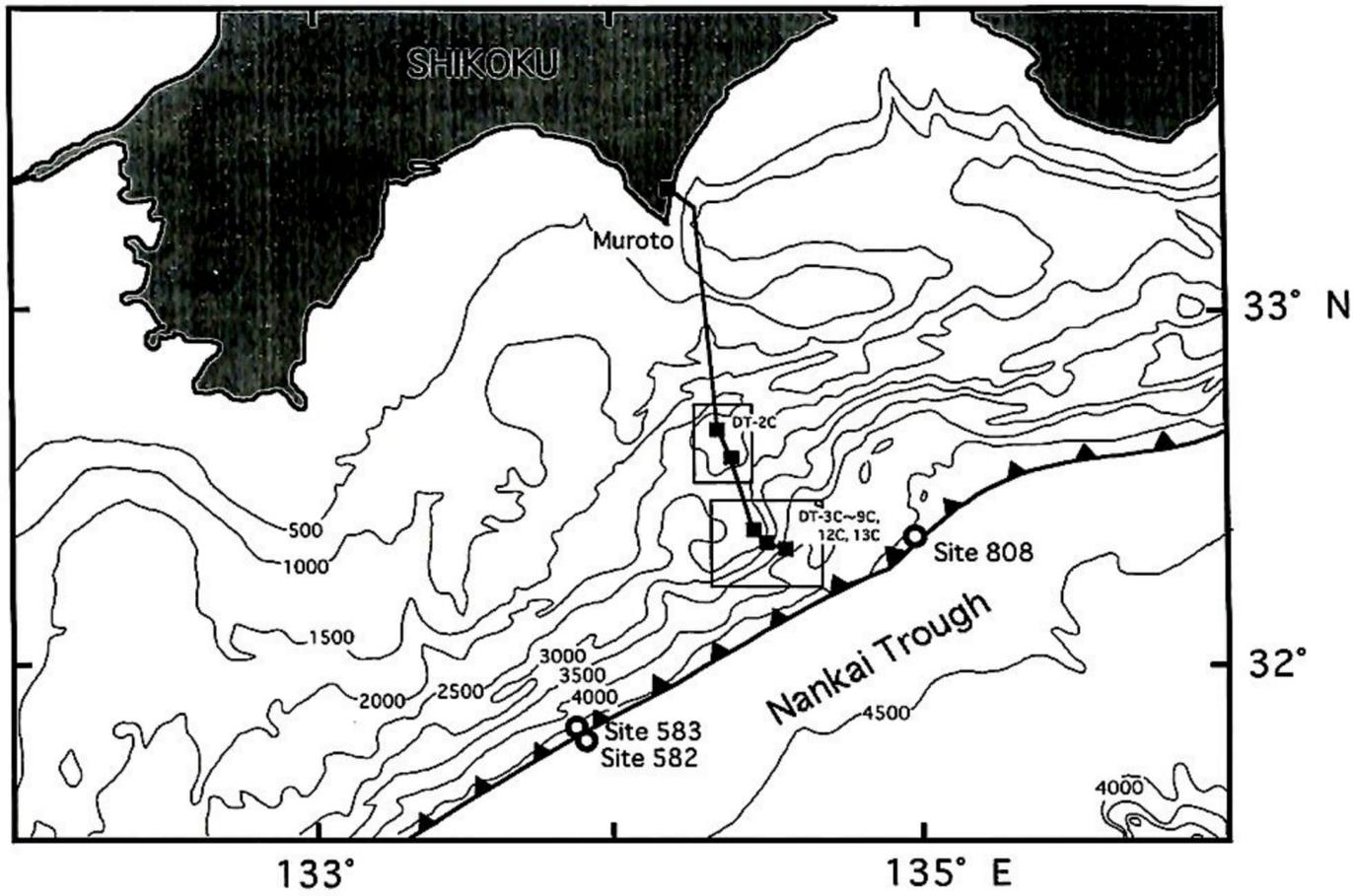


図 1 室戸沖長期海底観測ステーション, DSDP-ODP 孔の位置と南海トラフ付加帯の水探図。ケーブルルート (実線) 上の ■ は、北から、室戸陸上局, 地震計・津波計 (天海海丘と第一南室戸海丘), 先端観測ステーションの位置を示す。等水探線は 500 m 間隔。白抜きの枠は K96-09 航海 (調査船「かいよう」) で行われた曳航体調査海域を示す

Fig. 1 Bathymetric map of the Nankai accretionary prism with location of a deep sea long term observatory system off Muroto with DSDP-ODP Sites. Solid boxes on the cable route (solid line) show the location of Muroto land station, seismometer and pressure gauge at Tenkai knoll and Daiichi-Minami Muroto knoll, and a deep sea long term observatory from north to southward. Bathymetric contour interval is 500 m. Rectangles show deep tow servay area during the Cruise K96-09 (R/V Kaiyo).

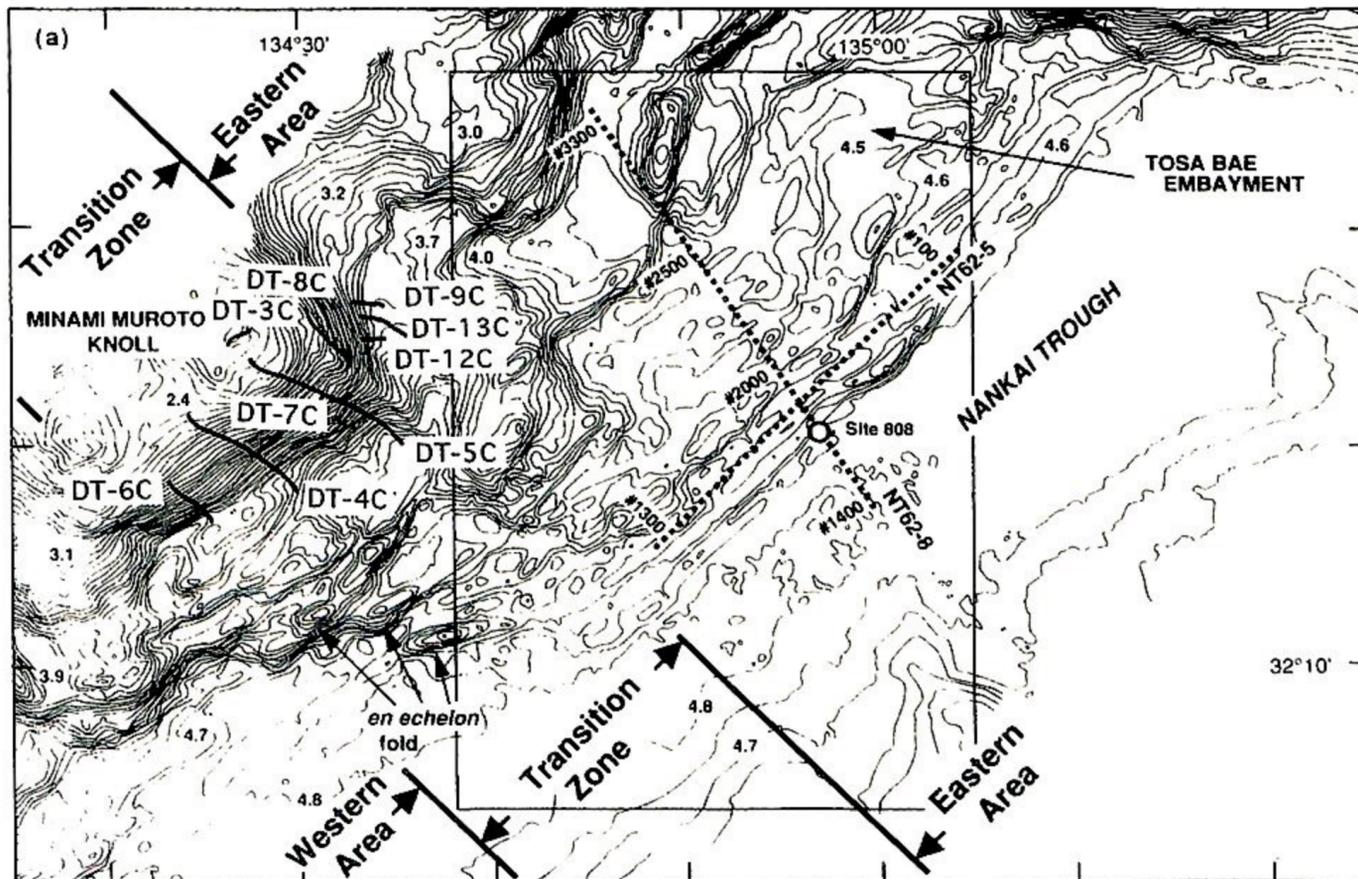


図 2 南室戸海丘周辺の曳航体カメラ測線とシービーム地形図 (Ashi and Taira, 1992 に加筆)。等水探線は 50 m 間隔で、数字は km 表示

Fig. 2 Deep towed camera lines around Minami-Muroto Knoll, and Sea Beam bathymetric map of the Nankai Trough off Muroto (Modified from Ashi and Taira, 1992). Bathymetrical contour interval is 50 m labelled in kilometres.

である。そのため数センチ以上の粒径をもつ礫については形状・粒径・明暗調をメモしたが、砂泥に関しては、チェーンを引きずった際の巻き上げ具合から推定、採取堆積物試料で確かめることが必要となる。

3.3 採泥

曳航体には切離装置が装備され、取り付けられたグラビティコアラー、ドレッジサンプラー（門馬・堀田，1989）により採泥が試みられた。コアラーはウェイトをはずしたフレーガーコアラーを用いた。曳航体後部に取り付け（ワイヤー長約6 m），切り放し装置の操作により，曳航体離底前にカメラにて海底の状態を目視，地点を選定のうえ投下した。

4. ディープ・トウカメラ観察

K96-06 航海中室戸沖では合計10測線でJAMSTEC 6,000 m級ディープ・トウカメラ（6K camera）による海底観察がなされた（図1，図2，表1）。天海海丘の1測線（DT-2C）以外の9測線は，先端観測点・先端ステーション設置場所を決定することを主目的に全て第一南室戸海丘周辺で行われた（海丘頂部：DT-3C；南側斜面：DT-4C, 5C, 6C, 7C；東側斜面：DT-8C, 9C, 12C, 13C）。

観察記録は模式断面図にまとめた（図3～8）。模式断面図の地形断面は，曳航体に取り付けられたCTDセンサーによる曳航体深度の時系列データから作成した。曳

航体の高度は海底表層から平均3 mを維持するようにウィンチ操作されている。曳航途中の巻き上げ・繰り出しによるノイズは適宜補正した。なお各断面図の縦軸・横軸のスケールはそれぞれ異なるが，縦横比は同じになるよう統一した。

以下に各測点ごとの概略を述べる。

4.1 DT-2C（図3）

本測線は中間観測地点（地震計・津波計設置）及びケーブル敷設ラインの状況を観察する目的で計画された。計画測線ではより北側の地点まで観測する予定であったが，海況不良につき短縮，北側から南側にむけて曳航観察を行った。

着底地点からしばらくの間NE-SW方向の亀裂が多数観察される。時には落差10 cm程度の小さなグラブ様構造も認められる。トラフ軸側が上がり陸側が相対的に下がる急崖が，9:05，11:22，11:26，11:57，12:05（時：分）で認められた。崖の近傍には崩壊した砂礫が散在する。13:09～13:29 亀裂が多数認められる。平坦な砂泥底質の大半にはリップルが認められる（海丘頂部よりは斜面，あるいは谷部により顕著に認められる）。

比較的多くの生物が認められるが，特に海丘北側斜面では魚類（ハゲイワシ=*Alepocephalus* sp.）の出現密度が高かった。また津波計設置予定地点（水深1,469 m付近）では腔腸動物が多数認められた。

表1 K96-09 航海における曳航体カメラ観測測線

Table 1 Summary of deep-tow camera lines during the K96-09 cruise.

Cruise	Line No.	Equipment	Date	Time	Latitude	Longitude	CTD Depth
K96-09	DT-2C	6K Camera	Start	Oct. 7,1996	8:16	32° 41.040N 134° 20.281E	1437.0m
			End		14:01	32° 36.737N 134° 22.274E	1753.0m
	DT-3C	6K Camera	Start	Oct. 7,1996	16:49	32° 24.483N 134° 25.996E	2095.0m
			End		17:42	32° 24.140N 134° 25.746E	2140.0m
	DT-4C	6K Camera	Start	Oct. 8,1996	7:46	32° 21.070N 134° 24.999E	2483.0m
			End		16:02	32° 16.766N 134° 30.703E	4023.0m
	DT-5C	6K Camera	Start	Oct. 9,1996	8:09	32° 23.567N 134° 27.454E	2231.5m
			End		15:16	32° 19.592N 134° 33.538E	3676.0m
	DT-6C	6K Camera	Start	Oct. 10,1996	9:58	32° 18.503N 134° 23.414E	2849.0m
			End		13:16	32° 16.799N 134° 25.329E	3676.0m
	DT-7C	6K Camera	Start	Oct. 10,1996	16:36	32° 21.216N 134° 32.517E	3655.0m
			End		17:21	32° 21.189N 134° 32.172E	3531.0m
	DT-8C	6K Camera	Start	Oct. 11,1996	8:17	32° 25.068N 134° 29.490E	2415.0m
			End		13:59	32° 23.177N 134° 32.120E	3023.0m
	DT-9C	6K Camera	Start	Oct. 11,1996	17:14	32° 25.619N 134° 33.975E	3605.0m
			End		18:31	32° 25.526N 134° 33.273E	3023.0m
	DT-12C	6K Camera	Start	Oct. 14,1996	11:36	32° 36.737N 134° 32.872E	3228.0m
			End		13:11	32° 36.737N 134° 33.902E	3639.6m
	DT-13C	6K Camera	Start	Oct. 14,1996	16:04	32° 25.137N 134° 33.629E	3559.0m
			End		18:21	32° 24.348N 134° 35.062E	3710.0m

System: GPS Tokyo Datum

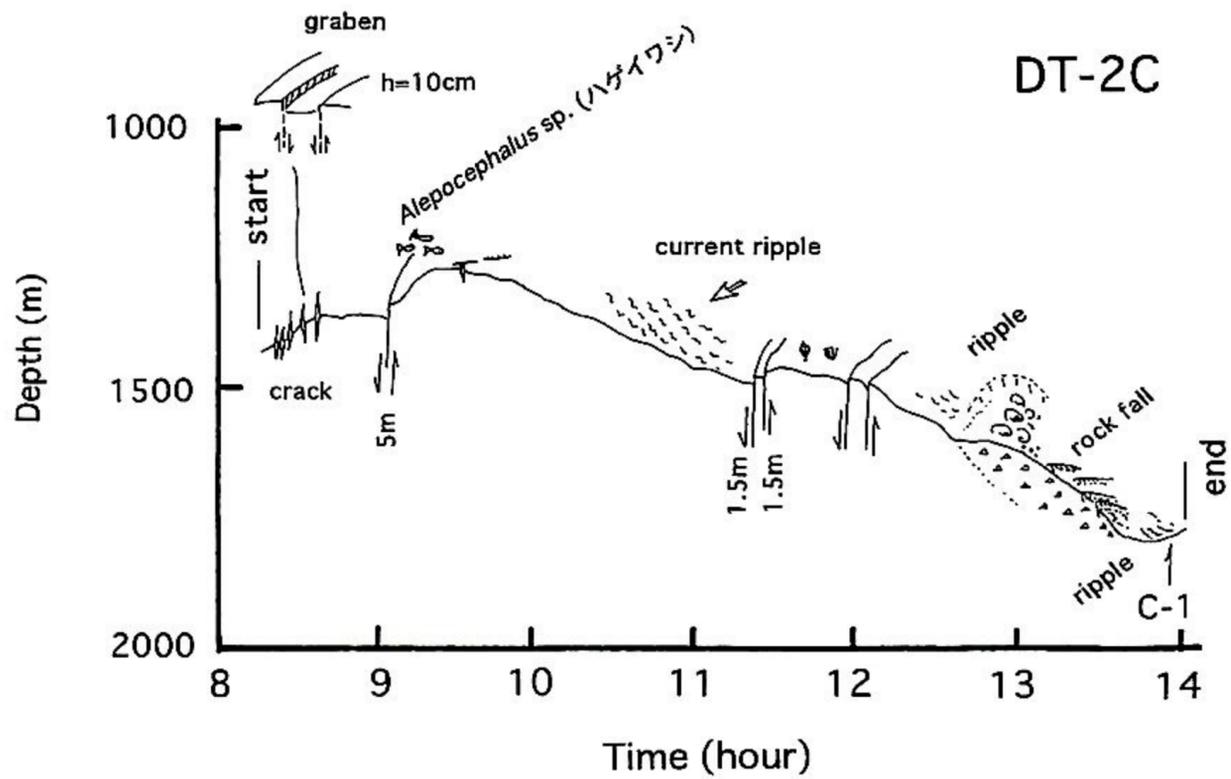


図 3 室戸沖南海トラフ陸側斜面の天海海丘に位置する DT-2C 測線の模式断面図。曳航速度は平均約 0.5 m/秒
 Fig. 3 Schematic cross section along the Line DT-2C at Tenkai Knoll in landward slope of the Nankai Trough off Muroto.
 An average towing speed is about 0.5 m/sec.

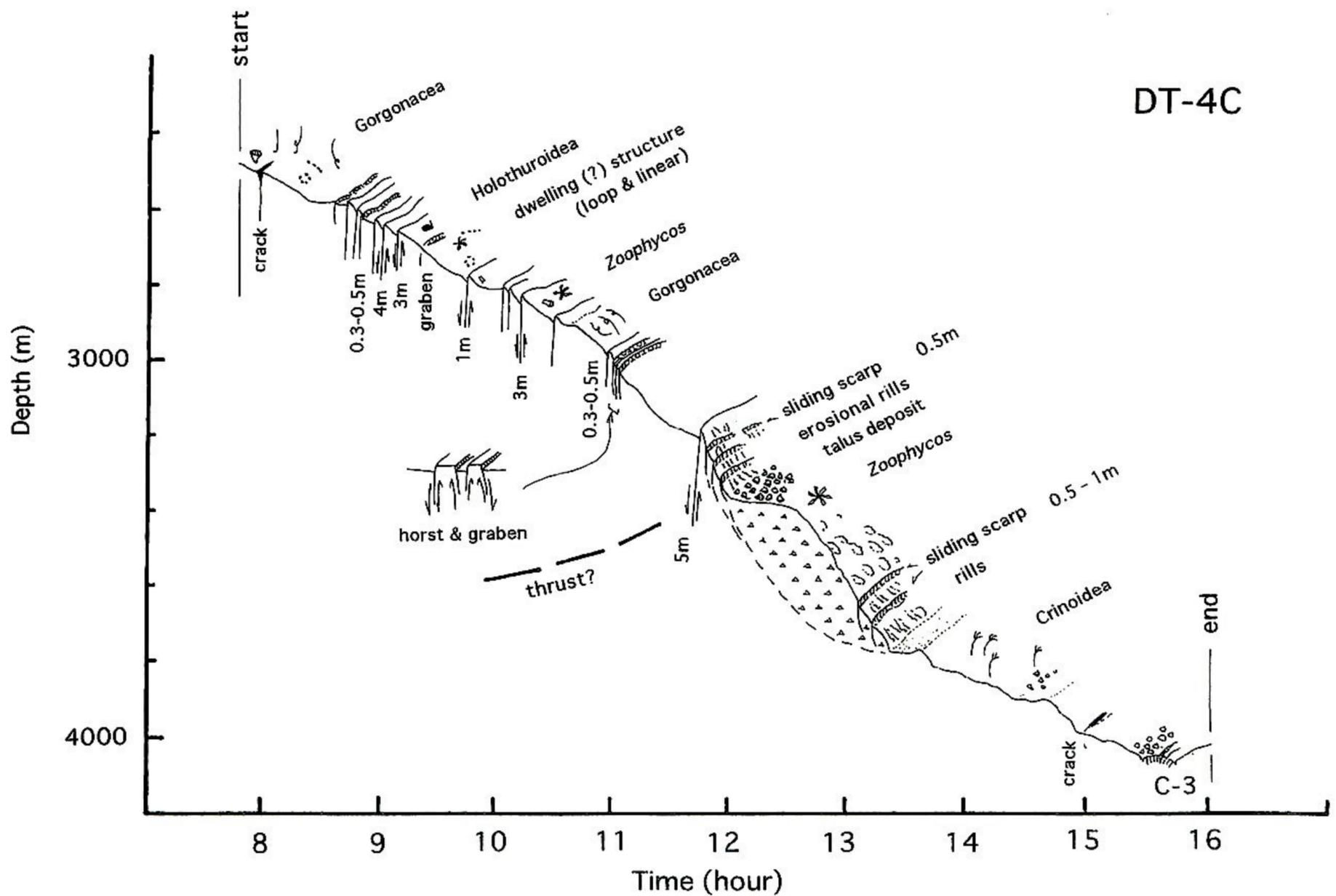


図 4 DC-4C 測線の模式断面図
 Fig. 4 Schematic cross section along the Line DT-4C on the southern slope of Daiichi-Minami Muroto Knoll.

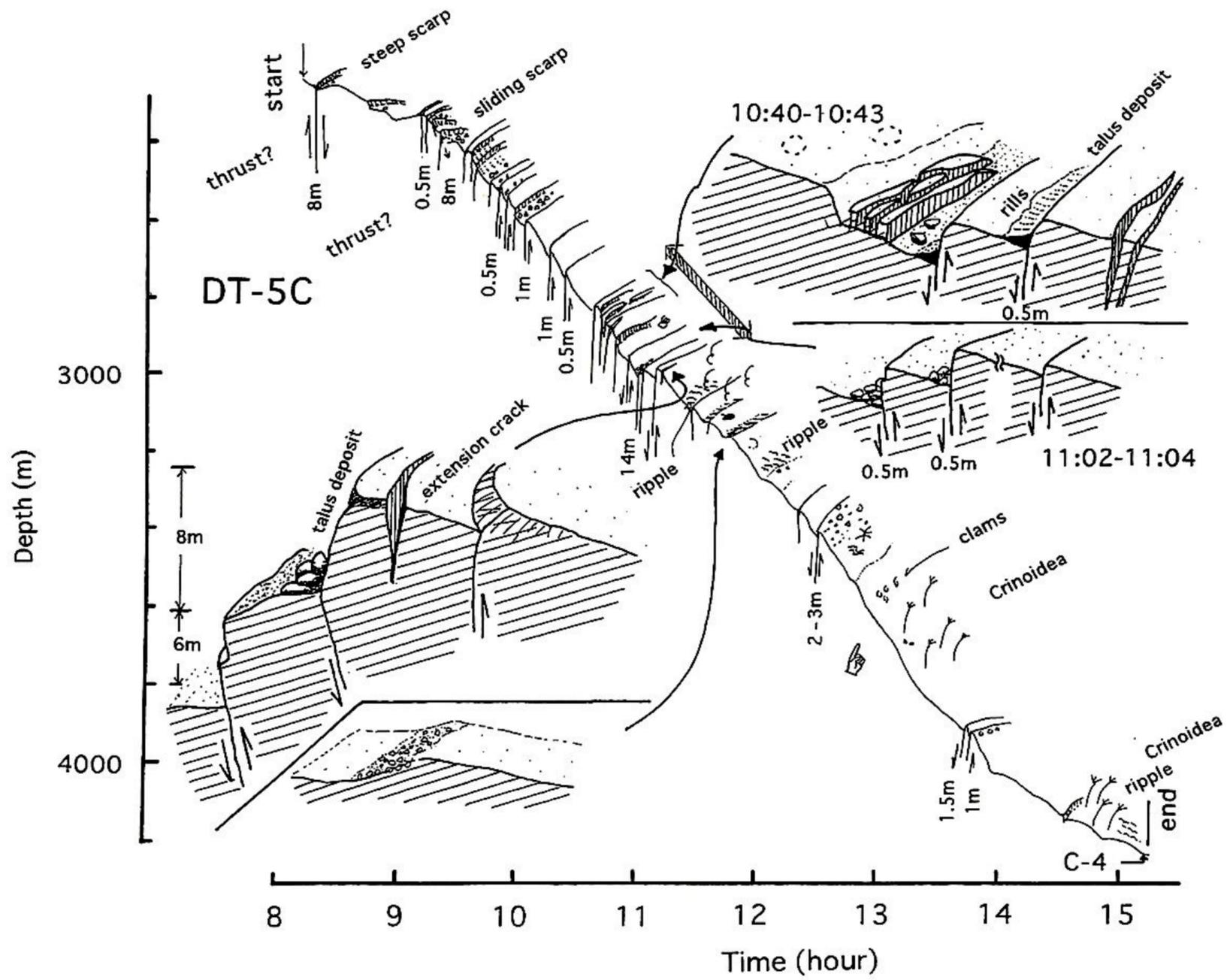


図 5 DT-5C 測線の模式断面図
 Fig. 5 Schematic cross section along the Line DT-5C.

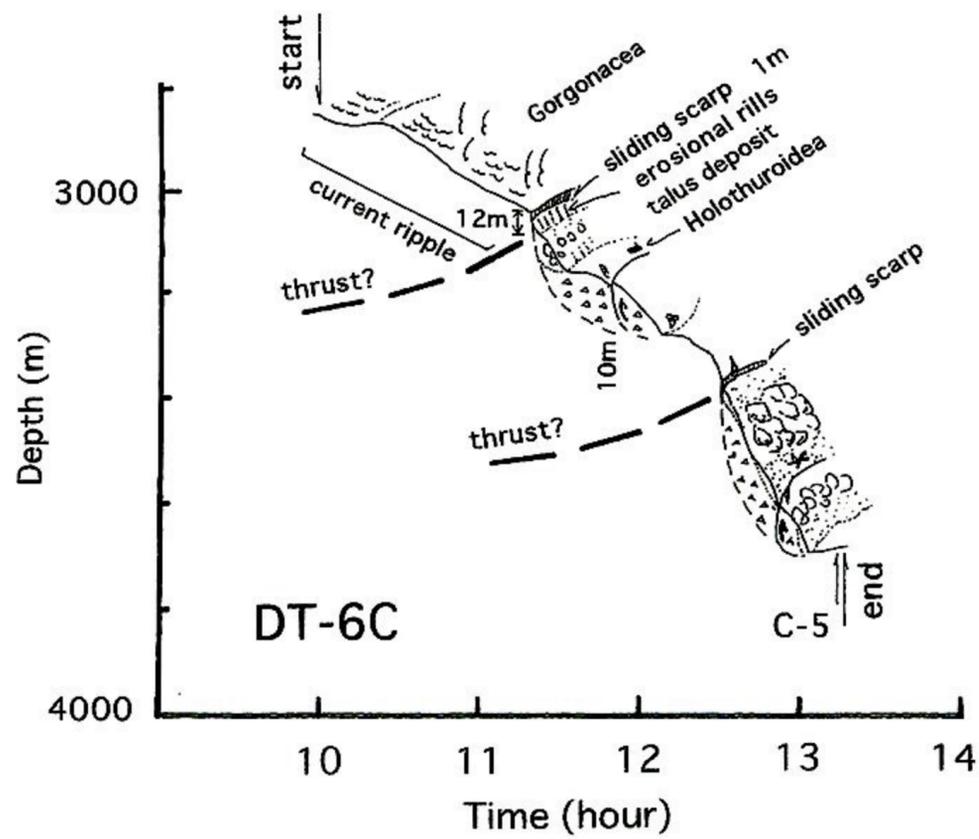


図 6 DT-6C 測線の模式断面図
 Fig. 6 Schematic cross section along the Line DT-6C.

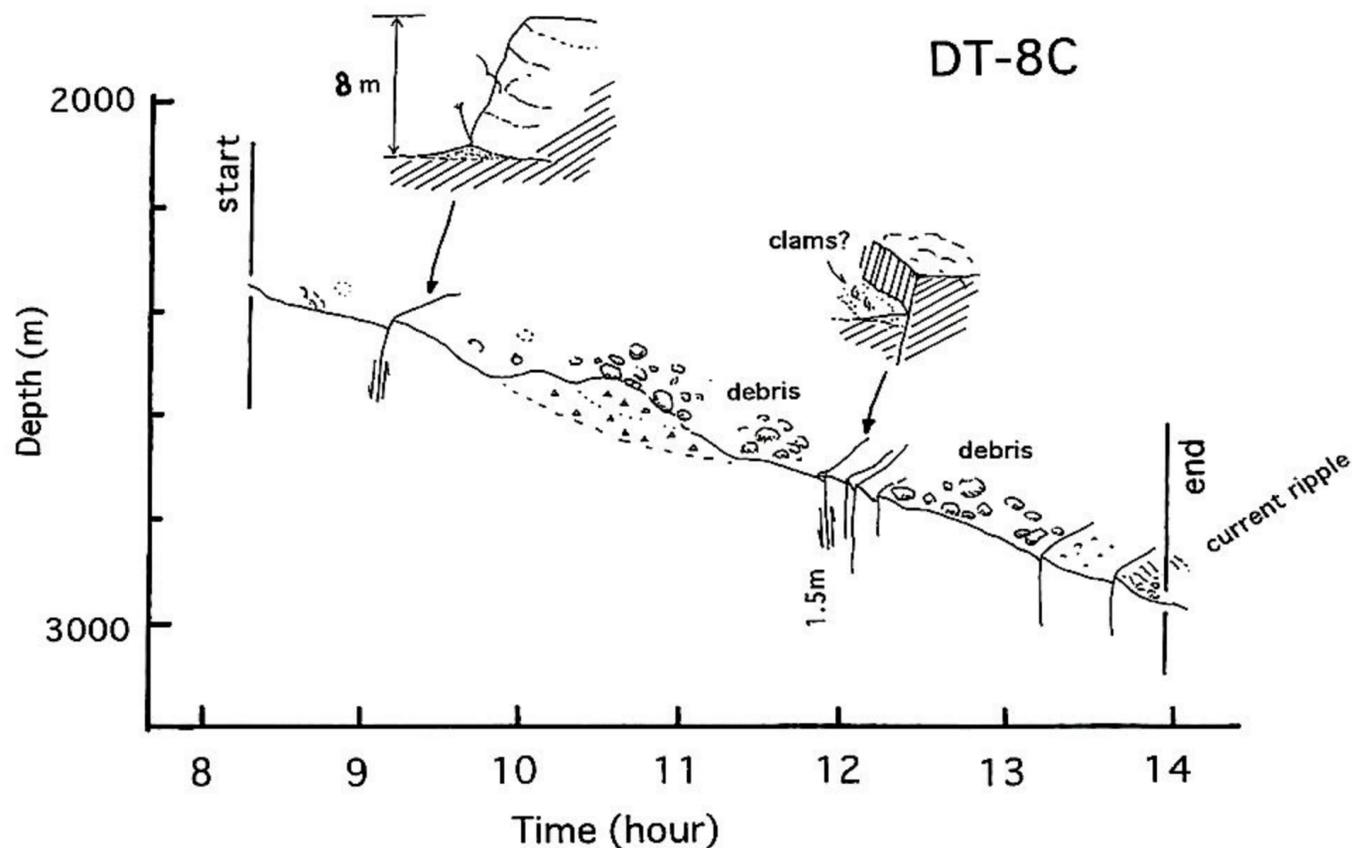


図 7 DT-8C 測線の模式断面図
Fig. 7 Schematic cross section along the Line DT-8C.

4.2 DT-3C

本測線は先端観測地点（地震計・津波計設置）及びケーブル敷設ラインの海底状況を観察する目的で計画された。

17:19 ころ礫が散在するほかは平坦な砂泥底。砂泥底の表面には環状・線状・マウンド状の巣穴。ナマコの這い跡が認められた。

4.3 DT-4C (図 4)

本測線は先端観測地点（地震計・津波計設置）及びケーブル敷設ラインの状況を観察する目的で計画された。

巣穴の認められる砂泥底が続くが、小ステップや急崖が多数認められその近傍は崩壊砂礫が認められる。特に 8:40 ころから 9:10 ころには段差 40~50 cm (max. 4 m) の小ステップ並びに急崖によりグラーベン状地形を形成している。同様に 10:40~50 ころには急崖が集中し、引張場を示唆する地塁・地溝地形や開口亀裂が形成されている。トラフ側が 5 m せり上がる急崖 (11:44) のトラフ側では数段の滑落崖が認められ地滑り堆積物が形成されている。頂部並びに末端部に認められる滑落崖の見かけの高さは 0.5~1 m 程度。滑落崖の下方には表面に浸食性の小谷 (リル) がみられる細粒堆積物の斜面が広がり、その付け根には崩壊礫が認められる。平坦部は砂泥に覆われ表層にナマコの這い跡や *Zoophycos* 様の生痕が多数見られるが、末端よりでは崩壊堆積物が所々露出する。

着底地点付近水深 2,500 m 付近の海底には螺旋状の

ヤギ類が比較的多く見られる。2,900 m 付近でもヤギ類が見られるが、その多くは一定方向に倒れ、泥をかぶっている。他方 3,800 m 以深ではヤギ類は認められずかわって海ユリ類が観察された。

4.4 DT-5C (図 5)

本測線は DT-4C に平行で北東方に離れた測線である。第一南室戸海丘南方の急斜面を北西から南東方向に下りながら観測を行った。

全体にトラフ側がせり上がる急崖が卓越する。9:40~9:55 (水深 2,500 m 付近) では比高約 0.1~1 m のステップが繰り返し認められ、崖面は垂直に近く優白色 (モニター上) 岩が露出する。表層は礫質砂泥で覆われている。10:40~10:43 には崩落岩塊、開口亀裂認められる (図 5)。比高は 0.5~1 m。斜面上位からこの付近にかけてトラフ軸側がせり上がる急崖が卓越。11:08~11:13 の映像では 2 ないし 3 段階のステップで 3,005 m から 2,990 m にのぼる崖が認められる崖の麓付近には 1 m 程度以下の崩壊礫が認められるとともに、崖頂部付近では開口亀裂 (幅 50 cm 程度深さ 1 m 程度) が認められた。10:40~11:13 はこのように明瞭な地塁・地溝様地形を含み多数の急崖が認められるが、この付近全体も大局的にはグラーベン様地形を呈するとみなせよう。水深 3,200 m 付近 (11:30 前後) では緩斜面の陸側に礫がはき寄せられたような地形が数段認められる。

水深 3,600 m 付近 (12:56:30) シロウリガイ散在。

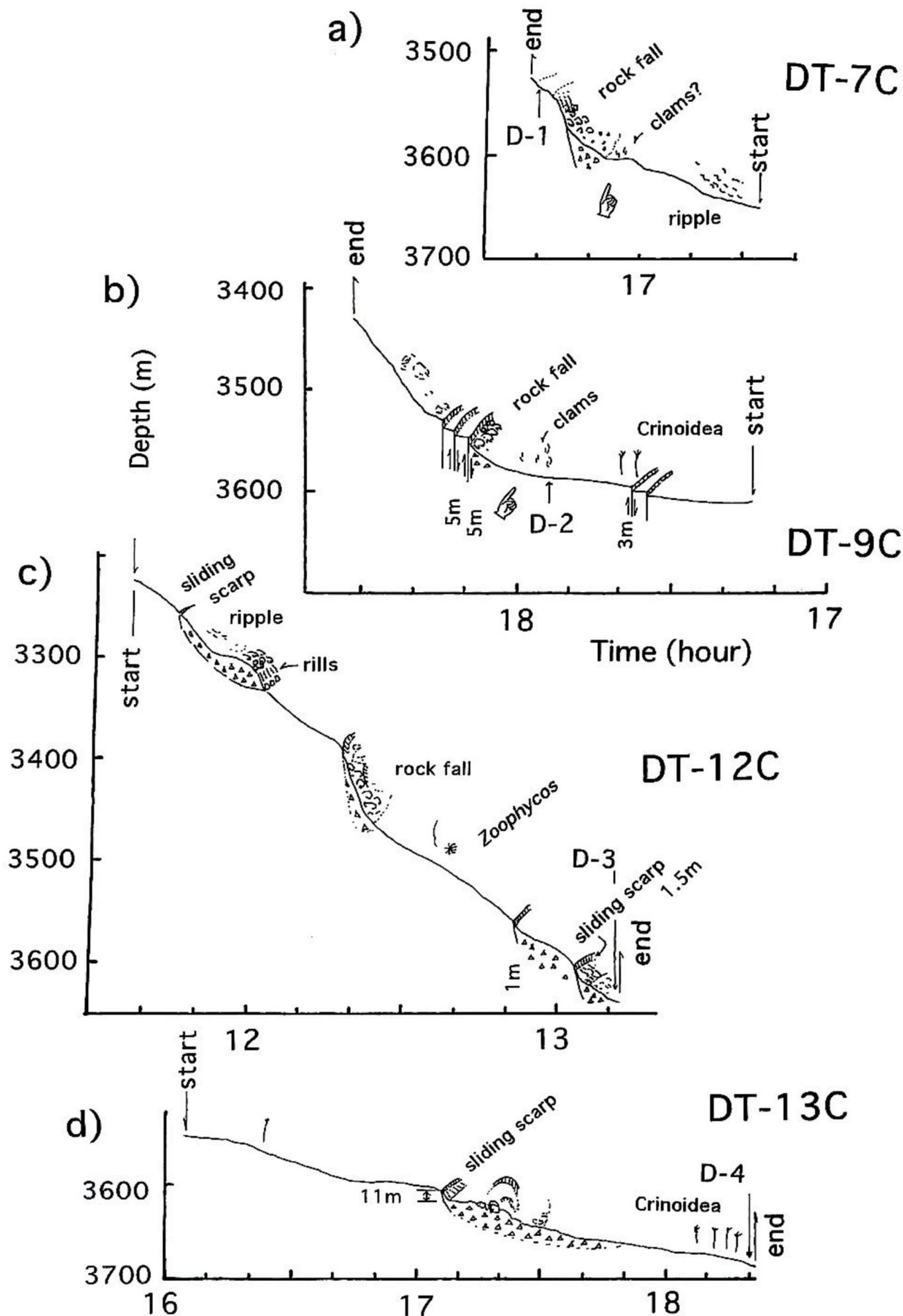


図 8 DT 7C, -9C, -12C, -13C 測線の模式断面図。a), b) は東西方向をそろえるため時間軸を左右反転させて描いている。時間軸はひと目盛り 10 分。縦横比は図 1-7 とかわらない

Fig. 8 Schematic cross section along the Lines a) DT-7C, b) DT-9C, c) DT-12C, d) DT-13C.

大半は遺骸。白色の深海コンオリエビは頻度は少ないものの 4,000 m 付近で見られた。14:30 以降は平坦地形が続き、数視野に数個体程度の海ユリ類が認められるものの生物量は全般に少なくなる。15:07 (水深 4,203 m) には約 20×60 cm 大の木材に底棲生物が群がる様子が観察された。

4.5 DT-6C (図 6)

DT-4C, DT-5C 測線同様、第一南室戸海丘南方の急斜面を中腹から南東方向に下りながら観測を行った。

着底地点 (水深 2,849 m) 付近から水深 2,863 m 付近 (10:22) では連続的に current ripple が認められる。底質は礫混じりの砂泥。ripple の波長は 10~20 cm 程

度で馬蹄形をなす。形状から示唆される流向きは進行方向左やや後方から右側に向けてと考えられるが、曳航体巻き上げた堆積物はほとんど流れていない。10:12~15, 約50 cm~1 mの崩壊礫がマウンド状に見えかくれする。11:05~11:10, 螺旋状のヤギ類やや増加。

CTD depth=3,031m (11:17) でトラフ側に下る急崖。崩落崖は約50 cmほどで露岩, 比高12 mほど急斜面を形成する崖錐堆積物。その表面には削痕(リル)が認められる。11:42~11:43, 20×60×20, 30×50×15 cm (=W×L×H)の小チャネル存在。地滑り堆積物の末端部と思われる11:50 (CTD depth=3,175m)の地点で, トラフ軸側が約10 mせり上がる緩い崖。崖の先は平坦な斜面で表層には巣穴認めるもののウニ・ナマコ類這い跡は少ない。白く小さく点在するのは巻き貝か?

水深3,400 m付近にも滑落崖が認められ, 地滑り崩壊堆積物が急傾斜面に露出する。

4.6 DT-7C (図8-a)

本測線は, 測線DT-5Cの約3,600 m付近で観察されたシロウリガイ群生を, 再確認し採取すべく, 北緯32度21.153分, 東経134度32.178分を目標地点として調査された。

群生観察地点からは多少はずれたらしく, 3,610 m付近(17:03:10)では数個体の貝らしき映像が見られたものの群生の再確認には至らなかった。着底地点(水深3,655 m)から17:04(水深3,606 m)付近まではNE-SW方向(トラフ軸に平行)のcurrent rippleが認められた。馬蹄形をなし, 波長は10~20 cm程度。17:14~17にかけては3,584 mから3,550 mに30 m以上かけのぼる大きな急崖が見られ, 貝らしき映像の得られた地点付近まで, 崩壊性の土石が認められる。図では他の測線と東西方向をそろえるべく, 時間軸を反転させている。

4.7 DT-8C (図7)

本測線は測線DT-5Cの北方の東西測線で, 深度3,000 m付近の東傾斜斜面を西から東に探査することが計画された。海況の変化により進路は若干南にそれ北西から南東に下る測線となった。3,000 m付近の北東向き急斜面南端に位置する。

着底地点の底質はcurrent rippleの発達する礫混じりの砂泥。環状巣穴が点在。rippleは波長10 cm程度。深度を増すにつれ, 這い跡・巣穴の頻度が多くなる。rippleも不明瞭に。9:10~9:12(水深2,485 m付近), 高さ約8 mの急崖。面は進行方向と30度程度斜交し, SE-NW方向の走向で, 面を境に相対的に北東側が落ち

る。斜面には幅5 cmほどの亀裂も見られたが, 急崖の麓は砂礫泥に覆われ, 崩壊礫は見られない。数分手前から礫質砂泥が見られ, 崖上面と同じくらいの水深付近まで崩壊土の影響かそれとも高まりに遮られて粗粒堆積物が掃きだめられたものか。10時すぎ, 2,585 m付近は5~10 cm (Max, 60 cm)の亜角礫が認められる。10:26~32, 進行方向右前方に下る急崖で露岩。数十cmから数mの巨礫が認められる。カメラが接近した際, 表面に虫食い状の細孔が認められ, ドレッジで採取された礫の形態の共通する特徴から, 新生代のシルト岩と考えられる。10:34:55進行方向にほぼ直行する土石流堆積物の端(?)認める。末端での厚さ5~10 cm。11:28:25土石流堆積物(水深2,750 m付近)。比較的大きなブロックが急崖をつくり, その下方斜面に広がる礫は徐々に小さくなり, 最終的には礫質な砂泥に生痕(這い跡・巣穴・糞)を認める傾向にあり, これを何度も繰り返す。13:54~13:59(離底点)まで右前方傾斜の急斜面で, 崩壊した優白色堆積岩が広く広がる。10 mをこえる岩体は立方体あるいは直方体にブロック化し, 崩壊岩体は数十cmから1 mをこえる角礫-亜角礫を形成。木片や二枚貝の遺骸が認められる

10:53:55(2,651 m)付近で約5~10 cmの二枚貝(開いてうつ伏せ状態)確認。10:56:50(2,663 m), 10:57:45(2,667 m)付近で離弁した貝殻確認。産出は散点的で, 土石流堆積物とともに運ばれてきた異地性のものと考えられる。

4.8 DT-9C (図8-b)

本測線は, DT-8Cの計画測線(N32°22.5)を, 今度は東から西にむけ曳航を試みたものである。水深3,585 m付近でシロウリガイのパッチ状群生が認められた。

着底地点では進行方向右前方から左に割れ目らしきものと, そこから左前方に流れ下る削痕が認められた。底質は砂泥で生痕が認められる。また巻き貝かと思われる白い粒状物が認められる。18:08(水深3,560 m付近), 18:11(水深3,540 m付近), 18:16(水深3,525 m付近)で比高約5 mの急崖とその崩壊岩体が認められた。崩壊岩体の表面は泥に覆われている。

水深3,525 m付近の急崖をのぼってから離底点までは時折埋もれた巨礫やマウンドが認められるが, 全体に緩斜面が続く。

急崖より北東側の平坦な緩斜面でシロウリガイ遺骸(一部生体?)密集が確認された。観察時刻や深度の情報は以下のとおり;

日付	観察時刻	緯度	経度	曳航体深度	曳航体高度	CTD水深
1996.10.11	17:54:35			3,585m	3.27m	3,588m
	17:57:08 17:57:24	32-25.511N	134-33.669E	3,581m	3.80m	3,585m

(測地系はGPS Tokyo Datum)

シロウリガイの殻の長軸サイズはおよそ 10 cm, 30~60 cm のパッチ状に密集する。離弁しているものも多いが、現地性のものと考えられる。その他の生物として、ナマコ・エビ・海ユリ類等認めるが、産出頻度はさほど多くない。ヒトデ類はまれ。ヤギ類は認められなかった。

4.9 DT-12C (図 8-c)

本航海中測線 DT-9C では水深 3,585 m 付近でシロウリガイの群生が小規模ながら認められた。シロウリガイの群生を再確認、その規模を明らかにする目的で、本測線は測線 DT-9C の南方 5 マイル, 32°24.25'N にそって計画された。海流の影響を考慮し、測線の西側から東側(浅部から深部)にむけて曳航されたが、潮の影響で南に湾曲した曳航航路となった。約 1 時間半曳航したが、シロウリガイの発見には至らなかった。

着底地点(11:37)の底質は current ripple の認められる平坦な砂泥底。11:46, 谷側が落ちる急崖(1.5 m)と、その下方には崩壊堆積物が露出する急斜面。急崖に曳航体がぶつかり混濁流を発生。その先端が画面を通過していく様子が観察された。またこの影響で 11:46~11:48 まで海底面を視認することはできなかった。水深 3,400 m~3,500 m 付近(12:17~12:23)崩壊堆積物が露出する急斜面。

木片に巻貝等が多数付着しているのが 12:42 付近で認められた。

4.10 DT-13C (図 8-d)

本測線は測線 DT-9C の南方 1 マイル, 測線 DT-12C の北方 4 マイル, 32°25.25'N に沿って曳航された。

着底地点(16:05)の底質は不明瞭な current ripple の認められる平坦な砂泥底。水深 3,600 m 付近(17:07)谷側に下る, 急崖と崖錘。前後平坦面の水深の差は 11 m。17:10, 雁行状の亀裂。17:19:27 崩壊礫の合間にビニール袋等大量のごみ。

5. 堆積物試料

DT-2C から DT-6C ではコアラーによる柱状採泥が, DT-7C, 8C, 12C, 13C ではドレッジが試みられた。採泥調査の結果は表 2 にまとめた。試料が採取された地点

について船上観察結果を以下に示す。

C-5 (DT-6C):

ウェートを取り外し本体のみとしたフレーガーコアラーを曳航体後部に取り付け, 約 3.4 m の高さから投下した。ワイヤーの長さは 10 m。水深 3,676 m。若干傾いたものの根本まで貫入したのが黙視された。その結果長さ 21 cm の乱れの少ない柱状試料が採取された。

岩相記載:

有孔虫含有石灰質砂質泥。回収されたコアの長さは 21 cm。4 cm, 8 cm 付近コア破断が存在するが, 流動はしていない。オリーブグレーの酸化層は 12 cm。表層 1 cm は茶褐色粘土。1~3 cm では有孔虫殻が多くなっている。

D-1 (DT-7C):

ドレッジサンプラー(ステンレスメッシュのみ)を使用。水深 3,531 m。4 cm 径の虫食い状に孔のあいたシルト岩礫, 0.5~1 cm のシルト岩扁平亜円礫, 1 cm 程度の軽石が数個回収された。虫食い状に孔のあいたシルト岩についてスミアスライドを作成し検鏡したところ, 珪質海面の骨針, 珪藻化石が少量ながら観察された。珪藻は *Thalassionema* 属, *Thalassiosira* 属などの破片を含むものの堆積物の年代決定には至らなかった。

D-2 (DT-9C):

ドレッジサンプラー(ステンレスメッシュに一辺 2 mm のナイロンメッシュを挟んで使用)にて採泥。水深 3,537 m。容器の 3 分の 2 程度を埋める泥質堆積物が採取されたのは, 後方カメラにて確認された。しかし水深約 300 m 付近から流失しはじめ, 最終的に回収されたのは, 軽石片などであった。

D-3 (DT-12C):

ドレッジサンプラー(ステンレスメッシュのみ使用)を離底前に投下。水深 3,639.6 m。底質は白い粒状物(巻貝?)のちらばる砂泥。安定した状態から投下, 十数秒間底を引きずったあと, 1 分後巻き上げ開始。約 1 cm 以下の磨耗した軽石(石英質)亜円礫, を数個体採取された。またドレッジサンプラー脇に取り付けた柱状採泥器において, 黄褐色(10YR5/2)粘土質泥が約 10 cc 採取された。

D-4 (DT-13C):

ドレッジサンプラー(ステンレスメッシュに一辺 2 mm のナイロンメッシュを挟んで使用)を離底前に投下。明灰色の泥がサンプラーをほぼ満たし回収された。水深 3,709 m。船上 2×2 mm メッシュのネットで洗浄, 残査試料を自然乾燥。洗浄後の残査試料は約 30 cc。褐

表 2 調査船「かいよう」の K96-09 航海中、室戸沖南海トラフ陸側斜面で採取された堆積物試料

Table 2 Sediment samples collected during the R/V Kaiyo's cruise K96-09 from the land side slope of Nankai Trough off Murot.

Line	Site	Equipment	Sampler	Date	Time	Latitude	Longitude	CTD Depth	Recovery	Remarks
DT-2C	C-1	6K Camera	gravity corer	96.10.07	13:57:04	32' 26.8' N	134' 22.3' E	1760.0 m	0 cm	plankton foraminifera bearing midium sand
DT-3C	C-2	6K Camera	gravity corer	96.10.07	17:41:27	32' 24.1' N	134' 25.7' E	2140.0 m	0 cm	plankton foraminifera bearing midium sand
DT-4C	C-3	6K Camera	gravity corer	96.10.08	16:03:00	32' 16.8' N	134' 30.7' E	4021.0 m	none	
DT-5C	C-4	6K Camera	Fhleger corer	96.10.09	15:16:00	32' 19.6' N	134' 33.5' E	4235.0 m	0 cm	volcanic glass, radiolarian bearing diatomaceous mud
DT-6C	C-5	6K Camera	Fhleger corer	96.10.10	13:16:35	32' 16.8' N	134' 25.3' E	3676.0 m	core length =21cm.	light olive gray (5Y5/2-5Y5/1) foraminifera veering mud.
DT-7C	D-1	6K Camera	dredge	96.10.10	17:19:00	32' 21.2' N	134' 32.2' E	3531.0 m	1 cc	pebble to cobble size (0.5-5cm) silt stone and pumice, etc.
DT-9C	D-2	6K Camera	dredge	96.10.11	17:53:00	32' 25.5' N	134' 33.7' E	3537.0 m	2 cc	pumice, brachiopods? fragments.
DT-12C	D-3	6K Camera	dredge	96.10.14	13:10:33	32' 24.1' N	134' 33.9' E	3639.6 m	20 cc	quartz pumice.
DT-13C	D-4	6K Camera	dredge	96.10.14	18:20:19	32' 24.4' N	134' 35.0' E	3709.0 m	4.5 g	dark gray mud with scoria, pumice, and limonite fragments.

System: GPS Tokyo Datum

鉄鉱に置換された巣穴（径約 1 mm×長さ約 1 cm）、ゴカイ類（？）が大半を占め、約 1 cm 以下の軽石（石英質）、スコリア等の亜円～亜角細礫が少量含まれる。

6. まとめと考察

天海海丘・南室戸海丘周辺で行われた合計 10 測線の曳航体カメラ観察の結果、室戸沖南海トラフ陸側斜面の海底表層地形の特徴として、トラフ軸側がせり上がる数 10 cm から 10 数 m の急崖が卓越することが明らかになった。急崖の走向方向はトラフ軸に平行ないし斜交（NE-SW 方向）する。こうした特徴はこれまで行われてきた南海トラフ陸側斜面調査では観察されていない（Kobayashi, *et al.*, 1992; Le Pichon *et al.*, 1992; Lallemant, *et al.*, 1994）。また南室戸海丘南方の急崖では大規模な海底地滑り地形が少なくとも 3 ヶ所（DT-4C, 3,300 m 付近; DT-6C, 3,100 m 付近, 3,400 m 付近）で見つかった。これらはいずれも斜面中下部に位置する。第一南室戸海丘東側斜面はトラフ軸に直交する NW-SE 方向の走向を持つが、斜面上部の DT-8C 測線では土石流堆積物が卓越し、斜面下部から緩斜面にかけての DT-9C, -13C, -12C（北から南の順番）測線では傾斜変換点付近で崩落物を伴う急崖（DT-9C, 3,550 m 付近; DT-12C, 3,400~3,450 m 付近）、緩斜面内の崩落崖（いずれの測線も 3,600 m 付近）が認められた。シロウリガイは DT-5C, -7C, -9C で、いずれも水深 3,600 m 前後に認められた。産状はパッチ状（直径 30~60 cm 程度）あるいは遺骸の散在を示し規模は大きくない。

日仏 KAIKO 計画では東部南海トラフ陸側斜面のス

ラスト帯において潜航調査が行われ、shallow detachment fault（水深 3,800 m 付近）が front thrust（水深 4,000 m 付近）の上位斜面に露出していることが見いだされ（Le Pichon *et al.*, 1992）、冷湧水群集は shallow detachment fault 付近あるいは overthrust した堆積物のうえに生息していると位置づけられた（Chamot-Rooke *et al.*, 1992; Lallemant, *et al.*, 1994）。日本海溝陸側斜面でメガシア帯に密接な関係で産出するナギナタシロウリガイを見いだした藤岡ほか（1993）は、1）地下からの pathway としての逆断層、2）堆積物の被覆、が冷湧水群集形成の条件と考えた。

今回見いだされた南室戸海丘東側斜面傾斜変換点付近の急崖（DT-9C, 3550 m 付近; DT-12C, 3,400~3,450 m 付近）、南側斜面の地滑り崩落崖（DT-4C, 3,300 m 付近; DT-6C, 3,100 m 付近, 3,400 m 付近）は、シービーム地形記録（KAIKO I Research group, 1986; K96-03, K96-09, 未公表データ）・サイドスキャンソナー音響反記録（Ashi and Taira, 1992）から一連のスラストないし派生スラストの可能性が指摘される。南室戸海丘南側の急斜面には大規模地滑りが存在するが、スラストの潜在に起因する断層地形の一つと理解できよう。

また本地域に特徴的に認められたトラフ軸側がせり上がる急崖群は、一部スライディングしたスランプ堆積物の可能性もあるが、多くは側方へ連続的かつ繰り返しくりこみしているように見受けられる。DT-5C ではスラストを示唆する大規模地滑り地形は認められないものの同層準にシロウリガイが認められ湧水循環が示唆される。この地点では 1997 年 3 月先端ステーションが設置

され初島ステーション (門馬ほか, 1994, 1995, 1996) に続き観測が開始された。構造地質的位置づけをより明確なものにするため海底観測ステーションケーブル敷設域について音響断面データを取得したうえで総合的に解釈することが今後望まれる。

謝 辞

本研究は平成8年度受託研究 (代表: 岡村眞, 高知大学理学部) 「室戸沖南海トラフ域における海底変動と生物物質循環システムに関する基礎調査」の成果の一部である。海洋科学技術センター深海研究部岩瀬研究員には曳航体データから調査測線での地形断面を作成していただいた。船上カメラ観察記録には複数乗船者の手を煩わせた。底生生物について教示して下さった遠藤広光博士 (高知大学理学部) はじめ高知室戸プロジェクトチームの関係者には種々ご教授いただいた。本調査研究を進めるにあたり調査船「かいよう」の石田貞夫船長をはじめとする乗組員, 海上支援員, 乗船研究者の協力に負うところは計り知れない。関係者各位に感謝する。

K96-09 調査参加者:

門馬大和 (主席研究員), 岩瀬良一, 川口勝義, 鈴木伸一郎 (以上海洋科学技術センター深海研究部), 岩井雅夫, 赤坂知信, 富永好明 (以上高知大学理学部), 挾間美恵 (高知女子大学家政学部), 山本博, 青木美澄, 観田悟, 菅原敏勝 (以上日本海洋事業), 鹿野勝彦 (日本電気海洋エンジニアリング), 大鋸朋生 (三洋テクノマリン), 成田幸弘, 石森英俊 (古野電気) [所属は航海乗船時のもの]

引用文献

- Ashi, J., and Taira, A. (1992): Structure of the Nankai accretionary prism as revealed from IZANAGI side-scan imagery and multichannel seismic reflection profiling. *The Island Arc*, 1, 104-115.
- Chamot-Rooke, N., Lallemand, S. J., Le Pichion, X., Henry, P., Sibuet, M., Boulegue, Foucher, J.-P., Furuta, T., Gamo, T., Glaçon, G., Kobayashi, K., Kuramoto, S., Ogawa, Y., Schultheiss, P., Segawa, J., Takeuchi, A., Tarits, P., and Tokuyama, H. (1992): Tectonic context of fluid venting at the toe of the eastern Nankai accretionary prism: Evidence for a shallow detachment fault. *Earth and Planetary Science Letters*, 109, 319-332.
- 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。第9回しんかいシンポジウム報告書, 1-26.
- Hill, I. A., Taira, A., Firth, J. V., et al. (1993): *Proc. ODP, Scientific Results*, 131: College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T., et al., 1986, *Init. Repts. DSDP*, 87: Washington (U. S. Govt., Printing Office).
- KAIKO I Reserch Group, (1986): Topography and Structure of Trenches Around Japan-Data Atlas of Franco-Japanese Kaiko Project, Phase I. Taira, T. and Tokuyama, H., eds., 305pp. University of Tokyo Press, Tokyo.
- Kobayashi, K., Ashi, J., Boulegue, J., Cambray, H., Chamot-Rooke, N., Fujimoto, H., Furuta, T., Iiyama, J. T., Koizumi, T., Mitsuzawa, K., Monma, H., Murayama, M., Naka, J., Nakanishi, M., Ogawa, Y., Otsuka, K., Okada, M., Oshida, A., Shima, N., Soh, W., Takeuchi, A., Watanabe, M., and Yamagata, T. (1992): Deep-tow survey in the KAIKO-Nankai cold seepage areas. *Earth and Planetary Science Letters*, 109, 347-354.
- Le Pichion, X., Kobayashi, K., and KAIKO-Nankai Scientific Crew (1992): Fluid venting activity within the eastern Nankai Trough accretionary wedge: A summary of the 1989 KAIKO-Nankai results. *Earth and Planetary Science Letters*, 109, 303-318.
- 門馬大和・堀田 宏 (1989): 深海曳航体用ドレッジと潜水船用サンプラの試作。海洋科学技術センター試験研究報告, 21, 251-257.
- 門馬大和・岩瀬良一・藤原義弘・満澤巨彦・海宝由佳 (1996): 初島沖における海底ケーブル式多目的観測システムと VENUS マルチセンサ。月刊海洋, 28 (4), 247-252.
- 門馬大和・満澤巨彦・海宝由佳・堀田 宏 (1994): 相模湾初島沖「深海底総合観測ステーション」の設置と長期観測。JAMSTEC 深海研究, 10, 363-371.
- 門馬大和・満澤巨彦・海宝由佳・岩瀬良一・藤原義弘 (1995): 相模湾初島沖の深海底総合観測—シロウリガイ群生域の1年間。JAMSTEC 深海研究, 11, 249-268.
- 岡村行信・田中武男・中村光一 (1986): 高知沖 trench

slope break 上の海丘群の潜航調査。第2回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書（海洋科学技術センター試験研究報告，2），173-192.

Taira, A. and Ashi, J. (1993) : Sedimentary facies evolution of the Nankai forearc and its implications for the growth of the Shimanto accretionary prism. *In* Hill, I. A., Taira, A., Firth, J. V., *et al.*, *Proc. ODP*,

Scientific Results, 131 : College Station, TX (Ocean Drilling Program). 331-341.

Taira, A., Hill, I., Firth, J. V., *et al.* (1991) : *Proc. ODP, Init. Repts.*, 131 : College Station, TX (Ocean Drilling Program).

(原稿受理 : 1997年7月7日)