

慶良間堆岩礁底の刺胞動物群集

藤岡 義三*1

1994年11月10日、慶良間堆南西斜面水深185~310mにおいて、遠隔操作無人探査機「ドルフィン3K」および潜水調査船「しんかい2000」を用いて、刺胞動物を中心とした深海性底生動物群集の生態観察を行った。海綿動物と刺胞動物が優占する生物群集の存在が確認されたが、これは岩礁域における重要な特徴であると考えられる。刺胞動物ではサンゴモドキ類、ヤギ類、ツノサンゴ類の3分類群が卓越しており、水深265~275m付近においては *Stylaster* および *Stenohelia* が、水深250~265m付近においては *Plumarella* が、それぞれ優占していた。刺胞動物と海綿動物の密度はそれぞれ11.0~14.6、49.6~87.4 N/m²で、被度や推定現存量と共に比較的高い値を示したが、この生産性は動物プランクトンやセストンにより維持されているものと推察される。刺胞動物と海綿動物の分布様式はランダム分布で特徴づけられ、付着場所が十分に供給されていることが示唆された。

キーワード：刺胞動物、海綿動物、サンゴ、底生生物、群集

Cnidarian Communities on the Rocky Bottom of the Kerama Bank

Yoshimi FUJIOKA*2

An underwater survey of deep-sea cnidarians was carried out by means of the submersible "Shinkai 2000" in 245-302m deep waters and by the remotely operated vehicle "Dolphin-3K" in depths of 185-310m of Kerama Bank (25°53'N, 127°14'E).

A unique benthic community, in which cnidarians and sponges are predominantly distributed, has been observed at the rocky bottom. Among the cnidarians, families Stylasteridae, Primnoidae, and Antipathidae were recognized as the dominant or subdominant taxa. Stylaster and *Stenohelia* were mainly distributed at 265-280m depths, while *Plumarella* was seen within 260-265m. It is assumed that the relatively high density, coverage, and standing crop were supported by the abundant distribution of planktonic organisms and seston around this area. The distribution patterns both in the cnidarians and the sponges were characterized as randomly, suggesting the presence of their rich settlement sites.

Key words : Cnidaria, Porifera, Coral, Benthos, Community

* 1 水産庁南西海区水産研究所

* 2 Nansei National Fisheries Research Institute, Fisheries Agency

1. はじめに

深海性底生生物の研究は、グラブサンプラーやコアサンプラーなどの採泥器および各種のドレッジを用いた海洋調査、あるいは底びき網やトロール網による漁業調査、等によって得られた採集物に基づいて実施されてきた。これらの調査は、サンゴ網のような例外を除けば、採集機器の性格上、砂底や泥底の生物群集を対象とすることが多く、したがって岩礁域の生物群集についての知見は極めて限られたものとなっていた。またその底質にかかわらず従来の方法ではそれらの生息環境に関する情報は水深や底質程度の定性的なものが主体となっていたため、生態分布や群集構造といった生息状況に関する知見はほとんど明らかにされていなかった。

深海性底生生物の研究において採集物が重要な役割を演じていることは現在においても変わりはないが、近年飛躍的に向上した潜水技術とこれと並行して登場した潜水調査船は、採集物だけに依存せざるを得なかった従来の研究手法の欠点を補ううえで大きく貢献した。潜水球「くろしお1号」に始まったわが国深海調査は、深海作業潜水船「よみうり号」を経て、1969年の潜水調査船「しんかい」をもって本格化した。その後を受けて1983年より「しんかい2000」が、1991年より「しんかい6500」が、それぞれ調査を開始し、現在においても精力的な調査活動を行っている。潜水調査船による調査では深海底の生物群集をありのままに生態観察することが可能となり、これによりこの分野における研究に質的な変革をもたらした。

これまでの潜水調査船による底生の無脊椎動物に関する生態調査として、琉球列島のサンゴ属(上地, 1967; 西島ほか, 1969)のほか、日向灘沖(黒木, 1986; 栗田, 1986; 橋本・松澤, 1986)、相模湾(大森, 1986; 松澤・橋本, 1986; 青山, 1989)、鬼界カルデラ(徳留, 1986)、最上トラフ(松澤・橋本, 1987; 山洞, 1988)、駿河湾(村中, 1987; 村中, 1988; 河尻, 1991)、津軽海峡(涌坪・黄金崎, 1987; 涌坪, 1988)、小笠原(岡村, 1989; 岡村, 1990)、伊是名堆(川崎, 1990)、隠岐堆(藤倉ほか, 1990)、北海道西方(藤倉ほか, 1990; 藤倉ほか, 1991)、鳥取沖(小林・永井, 1991)、若狭湾(領家, 1991; 粕谷, 1993)、鳥根沖(安達, 1991; 金丸・安達, 1992; 安達, 1993)、佐渡海峡(柿元・浜渦, 1992)、加賀沖(大橋, 1993)、宮古沖(堀内ほか, 1994)などの各海域における調査があげられる。また近年わが国周辺のプレート境界などで熱水噴出孔生物群集や冷水湧出帯生物群集の存在が次々と明らかにされ、これに関連して数多くの報告がなされている

(Okutani and Egawa, 1985; 橋本ほか, 1987; 橋本ほか, 1988; 橋本ほか, 1990; 金・太田, 1991; 太田, 1991; 橋本ほか, 1993a; 橋本ほか, 1993b; 橋本・堀田, 1994)。

これらの調査報告中には刺胞動物に関する記述がいくらか存在するが、2, 3の例外を除けば刺胞動物に主眼を置いていなかったため比較的簡単な記述にとどまっている。刺胞動物を主体とした本格的な潜水調査に限定すると、約30年前に「よみうり号」により実施された琉球列島のサンゴ属(*Corallium*)に関する調査(上地, 1967; 西島ほか, 1969)にまでさかのぼらなければならない。

本研究ではこれらの現状を踏まえ、潜水調査船「しんかい2000」を用いて深海性刺胞動物の生態観察を行い、その分布や生息状況に関する生態学的知見を得ることを目的としている。

2. 方法

沖縄本島南西の慶良間堆南方斜面において、遠隔操作無人探査機(ROV: Remotely Operated Vehicle)「ドルフィン3K」および潜水調査船「しんかい2000」による観察を行った(図1)。慶良間堆は慶良間諸島南方に位置し、最浅部は水深74mの台地状構造を呈している。北側は比較的ゆるやかな起伏を伴って慶良間諸島に接続し、他の三方、すなわち東側、西側、南側は急傾斜面となつて水深数百m以深の慶良間海底谷群へと続く。さらに南西方向に向かつては、宮古島との中間地点に水深2,000mにも及ぶ慶良間海裂(ギャップ)があつて、これが琉球弧を分断している。

宮古島にほど近い宝山曾根や大丸曾根はサンゴ漁場として知られている(糸溝, 1990)が、慶良間堆も含めてこの付近の生物相は全く未知であった。このため「しんかい2000」潜航に先だつて、1994年11月9日に運航チームにより「ドルフィン3K」による事前調査を実施した。この結果、水深200-250m前後の海底に岩礁地帯が存在していることが確認できたので、この付近を「しんかい2000」の潜航場所に決定した。「しんかい2000」の潜航は翌日の11月10日に実施した。

水深、水温、塩分の3項目については、「しんかい2000」搭載のSTD測定器(鶴見精機製)により全潜航期間中を通して1秒ごとに測定を行った。海底における流向流速については、「しんかい2000」上面に取り付けてあるサホニアスロータ式流向流速計を用いて測定したが、測定に際して艇を完全に静止させる必要があるため潜航中数回実施したのみである。「しんかい2000」の航走位置については、母船「なつしま」の音響航法システムにより

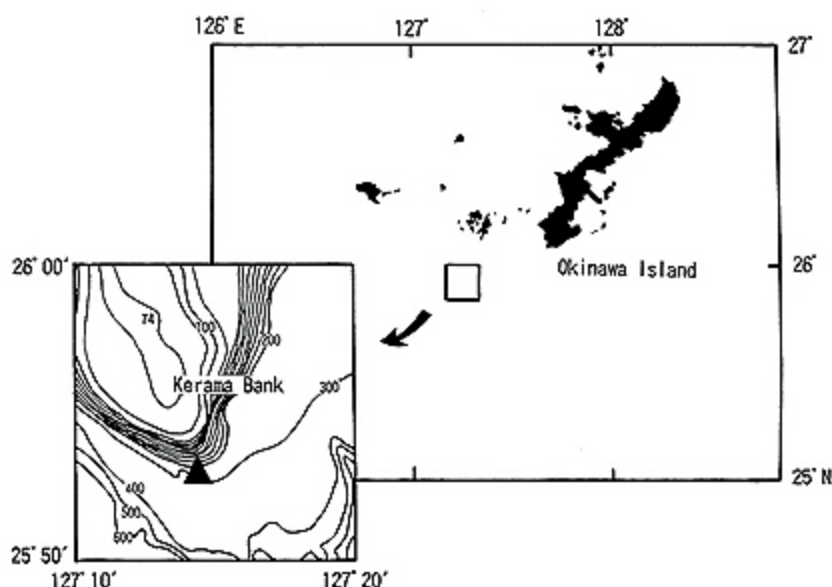


図1 慶良間礁の位置、および「しんかい2000」と「ドルフィン3K」の潜航地点。

Fig. 1 Topographic Map of the Kerama Bank off Okinawa Island, and location of dive site of "Shinkai 2000" and "Dolphin-3K".

随時確認し、これを基に運航チームが作図したものを転写した。

潜航中の観察は、「しんかい2000」前方下部に開口した直径12cmの2つの視窓を通して目視により行った。「しんかい2000」前方に付属してある水中テレビカメラ画像は、潜航から浮上までビデオ収録し、必要に応じてこれを解析した。この画像には記録日時のほか、深度、船首方位、カメラ方位、カメラ俯仰角が記録されている。

また「しんかい2000」前方上部に備え付けてあるステレオカメラにより、随時撮影を行った。ステレオカメラは視窓直下の垂直画像の撮影が可能のため、これに基づいて密度や被度などの群集構造の定量解析を行った。しかしステレオカメラの画像からは1~2cmに満たない小型の生物は判別が難しく、またそれより大きい生物でも場合によっては判別困難なことがあった。したがってこれらのデータは過小評価している可能性がある。刺胞動物と海綿動物の現存量については、「しんかい2000」による採集物の中からそれぞれ任意の10群集（個体）ずつを選択し、その湿重から単位面積当たりの現存量を試算した。

船内においては、35mm スチールカメラを用いて視窓からの状況を随時撮影した。以上の水中ビデオ画像、ステレオカメラ写真、スチールカメラ写真はいずれも観察記録を補ううえで重要な資料となった。

一方「ドルフィン3K」については運航チームがビデオ収録を行ったが、やはり潜航から浮上までの全潜航記録を含んでいた。これについても非常に鮮明な映像が得られていたため、有用な資料となった。

刺胞動物の採取は「しんかい2000」前方に搭載してあるマニピュレータによって行った。採取した刺胞動物は採集物入に収納してそのまま浮上し、母船「なつしま」の実験室内においてホルマリンで固定した後、持ち帰って観察した。標本の査定については Kishinouye (1903)、岸上 (1904)、内田 (1961)、岡田 (1965)、生物学御研究所 (1968)、内海 (1975)、西村 (1992) などを参考にしたが、それぞれの種の原記載を確認する機会はなかった。

3. 結 果

「ドルフィン3K」および「しんかい2000」の航走軌跡を図2に、潜航記録を表1に、それぞれ示した。「ドルフィン3K」は北緯25°52.90'、東経127°13.82'の水深310m地点に着底し、これよりほぼ北東方向にゆるやかな斜面を上昇した後、水深185mの台地状地形の縁辺部を経て、北緯25°53.76'、東経127°15.10'の水深260m地点にて離底した。この間の航走距離は約9,000mに達した。一方「しんかい2000」は、「ドルフィン3K」の着底地点に近い北緯25°52.83'N、東経127°13.86'Eの水深302m地点に着底し、東北東方向に緩斜面を駆け上がりながら約1,500m

表1 「ドルフィン3K」および「しんかい2000」の潜航記録。
Table 1 Outline of submersible survey of "Dolphin-3K" and "Shinkai 2000".

	ドルフィン3K	しんかい2000
通算潜航番号	第198回	第769回
潜航年月日	1994年11月9日	1994年11月10日
潜航海域	慶良間堆南西斜面	慶良間堆南西斜面
底地点	25°52.90'N 127°13.82'E	25°52.83'N 127°13.86'E
離底地点	25°53.76'N 127°15.10'E	25°53.19'N 127°14.35'E
航走距離	約9000m	約1500m
最大潜航深度	310m	302m
最小潜航深度	185m	245m
潜航開始時刻		08:46
着底時刻	08:54	09:20
離底時刻	11:08	13:56
潜航終了時刻		14:06
潜航時間		5時間20分
底質	岩盤, 砂, 泥	岩盤, 砂, 泥
流向流速		300°方向へ0.2~0.45knot

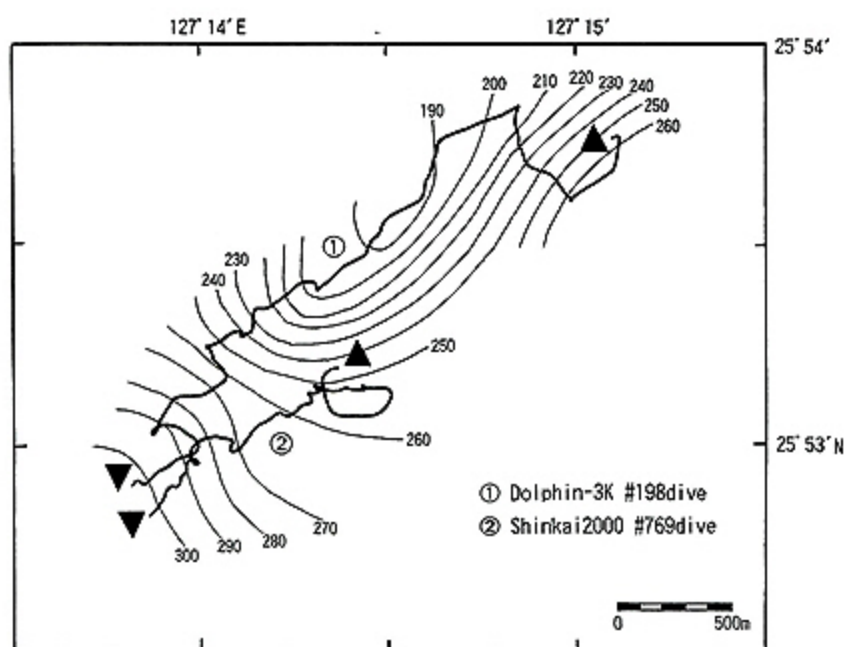


図2 「しんかい2000」および「ドルフィン3K」の潜航航跡図。
Fig. 2 Track line of dives of "Shinkai 2000" and "Dolphin-3K".

航走した。最終的には北緯25°53.19'N, 東経127°14.35'E, 水深245mにて離底した。潜航開始から浮上までの潜航時間は5時間20分であった。

「しんかい2000」の潜航開始から着底までの、各水深

に対する水温と塩分の鉛直変化を図3に示した。表示に際して、潜航停止時(主として200m, 280m, 300m付近)に発生した塩分スパイクは除去してある。水温に関しては、表層から水深90m付近までは24~25°Cで安定してい

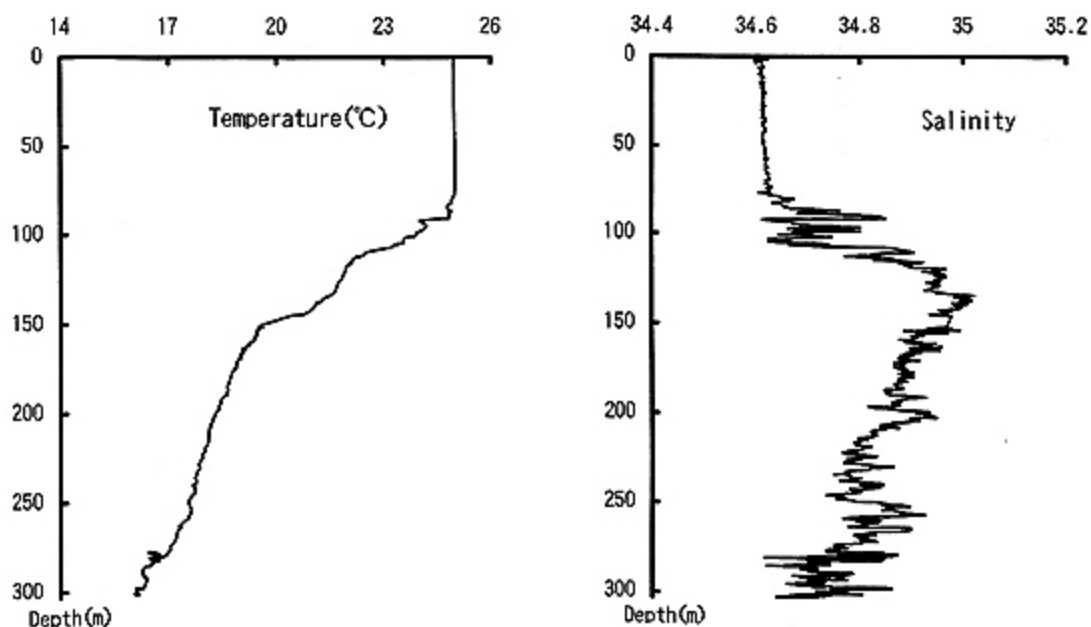


図3 「しんかい2000」の潜航から着底までの水温(左)と塩分(右)の鉛直変化。STDにより1秒ごとに測定したものを、塩分スパイクを除去したうえで、全点プロットした。

Fig. 3 Vertical changes of water temperature (left) and salinity (right) recorded by STD installed "Shinkai 2000".

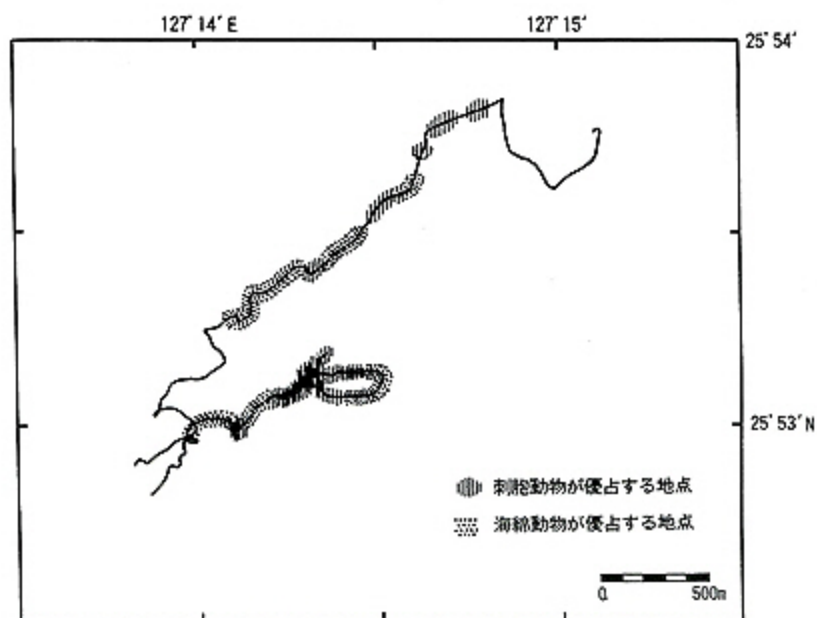


図4 「しんかい2000」および「ドルフィン3K」の潜航航跡線。刺胞動物が優占する地点と海綿動物が優占する地点を区別して示した。

Fig. 4 Track line of dives of "Shinkai 2000" and "Dolphin-3K". The sites where cnidarians or sponges predominantly distributed are shown.

るが、水深90~150m間では急速に、水深150~300m間では緩やかに低下し、底層では16.1°C前後であった。一方塩分についてはやはり表層から水深90m付近までは34.6前後で安定しているが、90mを過ぎると急速に増加し、水深147mをピークとして底層に至るまで再び減少傾向をたどり、底層では34.7前後の値を示した。

「ドルフィン3K」および「しんかい2000」の各航走において、海綿動物が優占して観察された地点と刺胞動物が優占して観察された地点を区別して図4に示した。その際の観察結果を以下に記述した。

(1) 「ドルフィン3K」による観察

着底地点は岩盤が主体であったが、その表面を砂や泥が覆っていたり、所によっては岩盤間のくぼみに厚く砂泥が堆積していた。地形は平坦ではあるが、しばしば小さな石板状の起伏が認められるほか、直径数cm~10cm程度の浅い凹凸が随所に見られた。この付近では高さ2~3cm以下の小型多毛類の棲管が認められ、最大密度は約20個/m²にも達したが、総じて生物相は貧弱であった。多毛類の棲管は特に泥底に多い傾向があり、砂の割合が増すにつれ出現頻度は小さくなった。数cm以下の小型海綿動物や2~3cm以下の小型刺胞動物が数種類観察されたが、これらは特に岩盤の露出した部分に多く見られる傾向があった。魚類については水深280~260m付近でキントキダイ類(*Priacanthus* sp.)数個体、ヤリイカ類(*Loligo* sp.)2個体のほか、ヒレナガカンパチ(*Seriola rivoliana*)数個体を視認した。

水深250m付近より砂泥が減る一方で岩盤が露出した。岩盤上は平坦だが細かな凹凸があり、凹部には砂泥が厚く、凸部には薄く堆積していた。凸部の最大は高さ約10cmであり、その基底に隙間が認められる場合があった。この地点では圧倒的に海綿動物が優占し、その多くは岩盤や転石の上に付着していた。海綿動物に混じって、ケツノサンゴ(*Parantipathes tenuispina*)、サンゴモドキ類(*Stylasteridae*)、イトスギ類(*Stichopathes* sp.)、トゲハネウチワ類(*Plumarella* spp.)等の刺胞動物がしばしば観察された。水深231mの地点においてサンゴ船のアンカーと思われるものが確認された。

海綿動物は水深190mまで出現するが、これに混じって多数の刺胞動物が観察され、水深190~200mの地点においては刺胞動物が優占する場合があった。このような地点では砂泥が少なく、さらに岩盤が露出する傾向にあった。岩盤上には高さ数cm以下の平坦な石板状の起伏があり、薄く砂泥が覆っていた。「ドルフィン3K」が着底すると高さ1.5~2mまで砂泥が舞い上がって視界

を遮るが、数秒以内の比較的短時間で視界は回復した。また「ドルフィン3K」が搭載している注状採泥器によりコアサンプリングを行うと、底質には約10cm程度容易に挿入できるものの、海底より持ち上げた直後に採取物がすぐに脱落してしまった。これらのことからこの地点の底質は比較的粗いものと推察される。岩盤が露出するほど刺胞動物は多く、逆に砂泥の割合が増すにつれ生物量が少なくなる傾向にあった。刺胞動物の中ではトゲハネウチワ類が最も多く、サンゴモドキ類、イトスギがそれに次いで見られた。

「ドルフィン3K」は水深185mの最小潜航深度に達した後、慶良間堆の南東斜面を駆け降りるコースをとった。水深は200~260mの範囲で、斜面上には岩盤が少なく、代わって砂底が出現した。砂底には小さなくぼみがあるほか、緩やかなリップマークが認められた。この地点では生物相が極めて貧弱で、海綿動物、刺胞動物はもとより環形動物もほとんど観察されなかった。水深262mの地点においてアカエイ類を一尾視認した。

(2) 「しんかい2000」による観察

午前8時46分より潜航を開始し、約34分かけて同9時20分に水深302mの地点に着底した。透明度は10~20mと比較的良好で、表層から底層に至るまでわずかではあるが懸濁粒子が確認された。潜航中はプランクトンが頻りに観察されたが、深度により量的な差異が認められた。特にプランクトンが多く見られたのは水深278~282mの地点であり、極めて高密度の層状分布が確認された。このプランクトン層は海底より20~24mに相当していた。組成は甲殻類が圧倒的に多く、他にクラゲなども視認された。甲殻類はオキアミ類の可能性はあるが、現場において正確な同定は困難であった。甲殻類は最大1cmにも達するものがあり、運動している様子が肉眼でも十分観察できた。

着底地点は「ドルフィン3K」の場合より南東に150m程離れた地点であった。底質は岩盤で、その表面を砂や泥が覆っていた。地形は平坦ではあるが、小さな起伏が認められるほか、表面がざらざらしていてそのくぼみに砂や泥が堆積していた。水質は良好で透明度は20m以上あるものと推定された。流速は0.2knotで、120°方向から300°方向に向かって流れていた。この付近の生物相は概して貧弱で、砂泥底には多毛類の棲管が、岩盤上にはサンゴモドキ類(*Stylasteridae*)やヤギ類(*Gorgonacea*)等の小型刺胞動物が視認される程度であった(写真1)。その他の生物としてはウミユリ、ナマコ、ヒトデが各々1個体ずつ、ウミシダが数個体視認された。

水深291mの地点で高さ50~60cm程度の段差が走向80~90°で延びているのが視認された。段差の基部にはくぼみが出来、空洞になっている場合と砂泥が堆積している場合があった。一方段差上には岩盤が露出しており、海綿動物と刺胞動物が多数生息していた。この段差の周辺には比較的魚類が豊富に見られ、アカマツカサ (*Myripristis cf. murdjan*) やチカメキントキ (*Priacanthus boops*) などが観察された。流速はやや早く、0.35~0.4 knot に達した。

この段差付近から岩盤の露出が顕著になり、逆に砂泥の被覆量は少なくなった。水深275mまでは小型の海綿動物が優占し、ビデオ映像によると最大被度は局所的ではあるが10%を超える場合もあった。形態は塊状、円筒状、杯状、壺状、と様々であり、その大きさが1cm程度の小型のものから直径10cmを超えるものまで数多くの種類が出現した(写真2)。海綿動物は岩盤上に付着していたが、これに混じってサンゴモドキ等の小型刺胞動物が頻繁に見られた。またチョウジガイ科(Caryophylliidae) に属する単体サンゴが1個体視認された。

水深285~290mの岩盤上では軟体動物のベニオキナ

エビスガイ (*Mikadotrochus hirasei*) が視認され、またその死殻は随所で見られた。ベニオキナエビスガイは岩盤上に軟体部をやや広げて静止しており、互いに近接することなく約100mの間に3個体分布していたものを含め、潜航中に合計6個体が視認された。

水深275mからはさらに岩盤が露出し、砂や泥は極めて薄くその表面を覆っている程度であった。水深265~275mでは刺胞動物の中でもサンゴモドキ類 (*Stylaster* spp.) とキセルサンゴ (*Stenohelia yabei*) が優占し、また海綿動物も非常に多く見られた(写真3)。これらは共に岩盤上に付着しているが、海綿動物が他の海綿動物や刺胞動物の付着基質となっている例も見られた。この地点は非常に流速が早く0.45knotにも達した。

水深250~265mにおいてもやはり底質は岩盤で、刺胞動物と海綿動物が優占した。しかしながら刺胞動物の中では、サンゴモドキ類に代わってトゲハネウチワ (*Phumarella* spp.) 等のウミウチワ類が卓越し、他にイソハナビ類 (*Acabaria* sp.) やトゲヤギ類 (*Acanthogorgia*) などが多数見られるなど、群集構造に顕著な変化が認められた(写真4~6)。トゲハネウチワ類の群体は

表2 「しんかい2000」により採集した主な刺胞動物リスト。
Table 2 List of cnidarians collected during the dive #769 of "Shinkai 2000".

Phylum Cnidaria (Coelenterata)		刺胞動物 (腔腸動物)
Class Hydrozoa		ヒドロ虫綱
Order Stylasterina		サンゴモドキ目
Family Stylasteridae		サンゴモドキ科
①	<i>Stylaster</i> aff. <i>profundiporus</i> <i>typica</i> Broch	ダメサンゴの近縁種
②	<i>Stenohelia yabei</i> (Eguchi)	キセルサンゴ
Class Anthozoa		花虫綱
Subclass Octocorallia		八方サンゴ亜綱
Order Gorgonacea		ヤギ目
Suborder Holaxonia		角軸 (全軸) 亜目
Family Primnoidae		オオキンヤギ科
③	<i>Phumarella</i> spp.	トゲハネウチワの近縁種
Subclass Hexacorallia		六方サンゴ亜綱
Order Antipatharia		ツノサンゴ目
Family Antipathidae		ウミカラマツ科
④	<i>Parantipathes tenuispina</i> Silberfeld	ケツノサンゴ
⑤	<i>Stichopathes</i> sp.	イトスギの一種

しばしば一定の方向を向いて林立していた。例えば水深260m付近においては群体の正面を300°方向に向けて群生しており、一方水深250m付近においては270°方向に向けて群生していた。イトスギ類(写真4左下)やケツノサンゴ(写真5右下)が散見されたが、いずれも最大密度が2~3群体/m²以下であり、決して優占種になることはなかった。

水深250~260mのより東側の斜面においては、「ドルフィン3K」の場合と同様に、砂泥底の割合が増加し、これに伴って生物相が貧弱になる傾向にあった。その中にもあっても局部的にはあるが、依然として海綿動物や刺胞動物が生息する場所が存在した。

(3) 主な刺胞動物

「しんかい2000」による潜航で採集された刺胞動物は5科7属8種にのぼる。本報ではそのうちの表2に示した5種について取扱い、その形態、分類、生態的特徴を以下に記載した。これらはすべてこの海域における深海性刺胞動物群集の優占種またはこれに準じるものである。

① *Stylaster* aff. *profundiporus typica* Broch

ダメサンゴの近縁種(写真7)

形態：群体は樹枝状で扇形に広がる。もろく壊れやすい。枝は細かく分岐し、各基部で太く先端ほど細くなる。細枝は例外なく主枝の左右側面より規則正しく分岐し、したがって全体として群体は平坦状となるが、枝の先端が群体の前面に向かってわずかに湾曲する傾向がある。枝の前面と背面との区別は明らかで、前面ではやや膨らみを帯びているのに対して、背面は完全に平坦となる。表面は平滑であるが、微細な顆粒状突起を有する。色は淡い桃色または赤橙色で、各枝の先端になるほど淡く、最先端は白色となる。円孔系は円形または卵形、直径0.8~1.0mmで枝の左右両側に互生する。指状個員数は8~12だが、10~11が圧倒的に多い。群体は高さ55~80mm、幅50~70mm程度だが、幅100mm前後の大型群体も少なくない。主枝の太さは通常5~6mmだが、群体の付着基部においては最大15mmにも及ぶことがある。

分類：本種はダメサンゴ(*Stylaster profundiporus typica* Broch)に近縁であると考えられるが、枝の断面が円形ではなく前後軸に沿ってやや平滑になっているという点で異なっている。なお近縁種エノシマサンゴ(*S. profundiporus crassicaulis* Broch)は円孔系が前面にも多く分布することや、その配列が不規則になる点で区別できる。ナンヨウギサンゴ(*S. elegans* Verrill)は円孔系が小さく、指状個員数が11~14と多い。

生態：本種は「しんかい2000」潜航地点の水深265~280mの岩礁域に次種と共に多産し、優占種となっている場所もあった(写真3)。主枝は通常露出した岩盤に固着しているが、海綿動物の群体に付着している例も見られた。

② *Stenohelia yabei* (Eguchi)

キセルサンゴ(写真8)

形態：群体は樹枝状でほぼ一平面に扇形に広がる。もろく壊れやすい。枝は細く長く伸びる。円孔系はすべて群体の前面に分布し、左右交互に規則正しく配列する。一方背面は平滑で、前面との区別が明瞭である。表面は平滑であるが、枝に先端付近では極めて細かい溝状彫刻によって覆われる。色は白色で、死後も色あせることはない。円孔系はほぼ円形で直径0.9~1.1mm、柄よりも大きいため一見してキセル状を呈している。指状個員数は12~18で、14~16のものが多く。群体は高さ60~65mm、幅50~75mm。主軸は太く通常5~6mm、最大10mmに及ぶこともある。

分類：本種は円孔系がすべて前面を向かうという点でキセルサンゴ属(*Stenohelia*)に属する。円孔系の大きさの点では亜種コモンキセルサンゴ(*S. yabei minor* (Eguchi))に近似するが、指状個員数ではキセルサンゴ(*S. yabei*)に一致する。

生態：本種は「しんかい2000」潜航地点の水深265~280mの岩礁域に生息し、前種と共に頻りに視認された。しかし群体数は前種ほど多くはなく、単独で優占種になることはなかった。主枝は通常岩盤に固着しているが、海綿動物を基質にしている場合もあった。

③ *Plumarella* spp.

トゲハネウチワの近縁種(写真9~10)

形態：群体は樹枝状で一平面状を扇形に広がる。もろく壊れやすい。主茎は基部近くで数個の側茎に分岐し、副茎の左右両側には多数の側枝が対生または互生となって羽状分岐し、その先端にポリプがある。群体の高さ90~170mm、幅130~300mm、側枝の長さは8~40mmで茎の根元で長く先端になるにつれ短くなる。ポリプは長さは0.7~1mmで、枝の左右両側に1~1.5mm間隔で規則正しく配列される。ポリプの周囲では鱗状突起の先端が棒状になって突出する。全面微細な鱗状突起で覆われるが、その大きさや形、配列は不規則である。色は全面肌色。

分類：本種はウミハネウチワ属(*Plumarella*)に属し、トゲハネウチワ(*P. spinosa*)、オウギハネウチワ(*P. flabellata*)などに近似すると思われるが、種小名につい

ては検討を要する。茎から枝が単純に互生する群体(写真9)と、互生した枝がさらに分岐を繰り返す群体(写真10)がある。前者はポリプが完全に枝の側面から派生し、また枝の分岐も茎の側面からに限られるため、群体が非常に平面的になる。一方後者ではポリプが枝の側面よりやや前方向けに付き、一部の枝も群体の前方に向かって分岐することがあるため、群体にはやや厚みが生じる。以上の相違からこれらは別種あるいは別亜種の可能性がある。

生態：本種は水深250~265mの岩礁域に多産し、優占種となる(写真4)。主幹は通常岩盤に固着しており、群体の先端付近にはしばしばウミシダが付着していた(写真5)。平面的に広がる群体(写真9)の方が大型化する傾向があった。数多くの群体が一定の方向を向いて林立している例がしばしば観察された。

④ *Parantipathes tenuispina* Silberfeld

ケツノサンゴ(写真11)

形態：群体は瓶洗ブラシ状で細長く直立する。群体は高さ約20cmで、弾力性のある主幹が基部から先端まで群体の中央を支えており、ほとんど分岐しない。色は褐色~黒褐色で、死後も色彩が変化することはない。高さ170mm。主幹の周囲に細かい剛毛状の側枝が多数密生し、主幹中央付近で8~12mm、先端付近で1~数mm前後となる。主幹基部には側枝がなく、露出している。側枝表面は微細な棘で覆われる。

分類：本種は次種と同様ウミカラマツ科に属し、極めて特徴的な形をしている。

生態：本種は水深200~270mの岩礁域でしばしば視認された(写真5右下)。出現頻度は少なく、また集合して見られることもなく、優占種となることは決してなかった。主幹はその基部にある被膜状構造物で岩盤に固着している。ほとんどの場合、群体の先端付近にウミシダ類が付着していた。

⑤ *Stichopathes* sp.

イトスギの一種(写真12)

形態：群体は極めて細く長い糸状。主幹は分岐せず、付属枝もない。群体は高さ約500mm以上に達するが、幅は基部から先端に至るまで直径1mm前後でほとんど変化がない。主幹の基部から半分位までは直立し、中央から先端に向かって反時計回りのゆるやかな螺旋構造を描く。主幹の内部には固いコルク質の骨軸を持つ。色は桃色~淡橙色で、死後も色彩が変化することはない。表面は平滑。ポリプは大きさ1mm前後で、1~1.5mm間隔で主幹左右に互生し、先端部ではやや小さくなる。基部

付近の約100mmにはポリプはなく、主幹が露出する。

分類：本種は前種ケツノサンゴと同様ウミカラマツ科のイトスギ属(またはハリガネサンゴ属 *Stichopathes*)に属するが、種小名については検討を要する。

生態：本種は水深190~270mの広範囲にわたって岩礁域でしばしば視認された(写真4左下)。基底より垂直に立ち上がっている場合と、やや斜めに立ち上がっている場合があった。投影面積が小さいため、被度で見た場合優占種となることはないものの、極めて特徴的な様相を呈していた。他の刺胞動物と異なり、岩礁域の露頭ばかりでなく多少砂泥が堆積する場所でも見られることがあった。ただし付着基質はあくまで岩盤である。特に「ドルフィン3K」による調査の水深200m付近では数多く見られ、その最大密度は5群体/m²に達した。

(4) 刺胞動物と海綿動物の群集構造

ステレオカメラで撮影した画像の中から、刺胞動物と海綿動物が高密度で分布するものを各々3例ずつ選択した。刺胞動物の優占する地点は写真13~15であり、これをトレースして図5に順に示した。一方海綿動物の優占する地点は写真16~18であり、同じくトレースして図6に順に示した。

画像の実寸については「しんかい2000」潜航中の海底からの高さ、すなわち海底~カメラ間の距離により異なる。ステレオカメラの画像より計算したところ、ここで扱った6枚の写真の面積は1.45~3.19m²の範囲であった(表3)。

これに基づいてそれぞれの密度、被度、現存量、分布様式について解析し、その結果を表3に示した。表3中の刺胞動物①~③は前述した写真13~15およびそのトレース図5に対応し、一方海綿動物①~③は同じく写真16~18とトレース図6に対応している。刺胞動物が優占する地点では密度が1m²当たり11.0~14.6群体、被度は1.23~2.56%であった。一方海綿動物が優占する地点では密度が1m²当たり49.6~87.4群体(個体)、被度が5.30~8.33%であった。ステレオカメラではとらえられていなかったが、ビデオ画像によると最も密度の高い地点では被度が10%を超えることがあった。刺胞動物は海綿動物ほど高被度で分布することはなかったが、これは群体の形態が扇形または紐状であるため、垂直画像ではほとんど線状にしか認識できなかったためである。

現存量については実際に採集した刺胞動物と海綿動物の湿重量を測定し、これに基づいて試算した。種や群体(個体)の形状については特定していないので、あくまでも概算ではあるが、湿重の点で片寄りがないように注意し

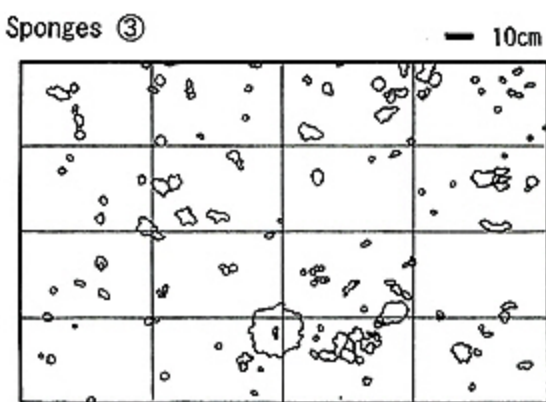
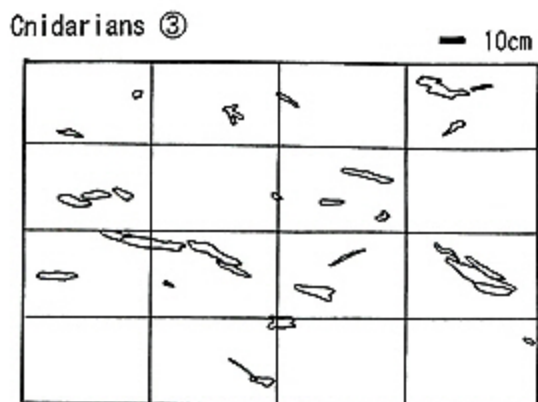
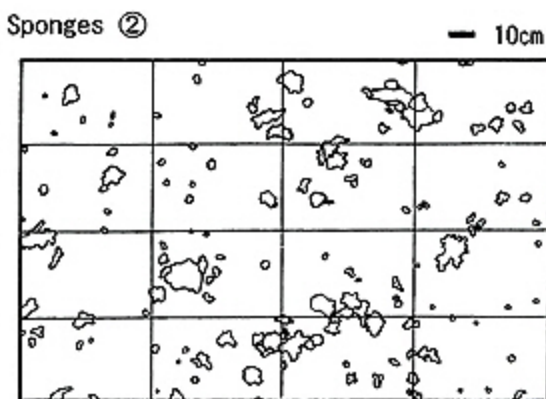
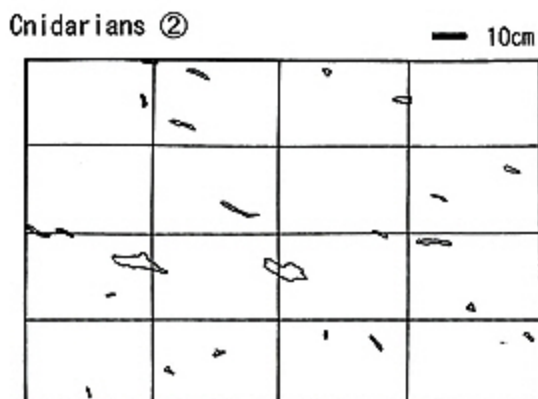
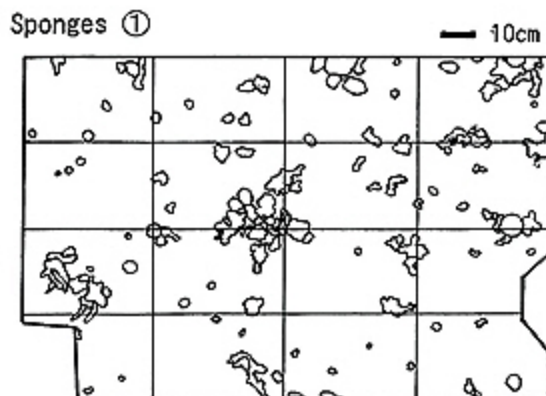
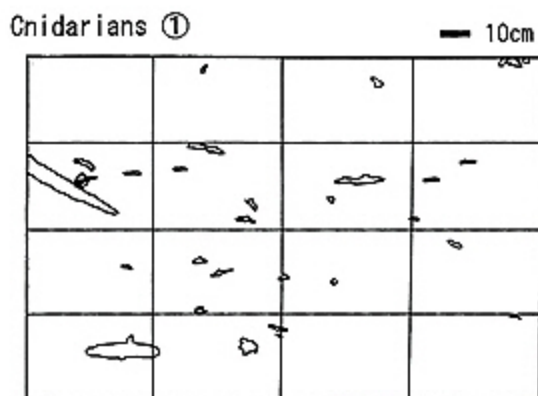


図5 刺胞動物の分布様式。ステレオカメラ写真13~15に基づいて作成した。

Fig. 5 Distribution pattern of cnidarians. Each figure was drawn from Photos 13-15 in this order.

図6 海綿動物の分布様式。ステレオカメラ写真16~18に基づいて作成した。

Fig. 6 Distribution pattern of cnidarians. Each figure was drawn from Photos 16-18 in this order.

た。測定結果は刺胞動物で $0.497\text{g}/\text{cm}^2$ ($n=10$)、海綿動物で $1.0682\text{g}/\text{cm}^2$ ($n=10$)であった。これに被度を乗じた結果、刺胞動物で $61.1\sim 127.2\text{g}/\text{m}^2$ 、海綿動物で $566.1\sim 889.8\text{g}/\text{m}^2$ という値が得られた。

表3にはまた、各々の写真を16等分したコドラートに含まれる群数数の平均値(\bar{x})と分散(s^2)、およびその比

の値(\bar{x}/s^2)を示した。 \bar{x}/s^2 値は刺胞動物では $0.83\sim 1.06$ の範囲で1に近い値を示し、ポアソン分布またはそれよりやや小さい値であることが明らかになった。一方海綿動物では \bar{x}/s^2 比の値が $1.37\sim 2.21$ の範囲で、ポアソン分布またはそれよりやや大きい値であることが明らかになった。

表3 刺胞動物および海綿動物の密度、被度、現存量、分布様式。ステレオカメラ画像をトレースして各数値を試算した。コドラート当たりの群体数については、画像を16等分した後、各コドラート内の群体(個体)の平均と分散を求めた。刺胞動物①~③は写真13~15およびそのトレース図5に対応し、一方海綿動物①~③は写真16~18およびそのトレース図6に対応している。

Table 3 Density (N/m²), coverage (%), standing crop (g/m²), and distribution pattern (s²/x) of cnidarians and sponges. Refer Photos 13-15 and fig. 5 for Cnidarians ①~③, Photos 16-18 and fig. 6 for Sponges ①~③.

	調査面積 (m ²)	密度 (N/m ²)	被度 (%)	現存量 (g/m ²)	コドラート当たりの群体(個体)数			
					平均(x)	分散(s ²)	s ² /x	F検定
刺胞動物								
Cnidarians ①	2.13	14.6	2.19	108.8	1.94	2.01	1.06	<F(0.05)
Cnidarians ②	1.61	14.3	1.23	61.1	1.44	1.19	0.83	<F(0.05)
Cnidarians ③	2.73	11.0	2.56	127.2	1.88	1.58	0.84	<F(0.05)
海綿動物								
Sponges ①	1.45	87.4	8.33	889.8	7.94	17.53	2.21	>F(0.01)
Sponges ②	3.19	49.9	6.78	724.2	9.94	13.66	1.37	<F(0.05)
Sponges ③	2.76	49.6	5.30	566.1	8.56	14.93	1.74	>F(0.05)

4. 考 察

(1) 岩礁域における深海性底生生物群集の特徴

今回の「ドルフィン3K」および「しんかい2000」による潜航調査で明らかになったように、水深200~300m前後の岩礁域においては刺胞動物と海綿動物が卓越した極めて特徴的な生物群集が展開していた。棘皮動物、軟体動物、魚類、等の生息も確認されたが、種類数の上でも量的にもこれら二つの分類群は突出した存在であった。有光層限界を超えていることと関連して、植物は全く確認されず、このことが群集の特異性を際立たせていた。刺胞動物と海綿動物は共に砂泥の堆積が少なく岩盤が露出するほど高い頻度で認められたが、刺胞動物は海綿動物に比べて特にその傾向が顕著であった。

水深30~50mを超える底生生物相は海藻に代わって樹状の刺胞動物が主体となることが指摘されている(堀越・菊池, 1976)にもかかわらず、深海性の刺胞動物や海綿動物に関する知見は極めて限られたものであった。このため従来からの潜水調査においても、この現象はあまり注目されることはなかった。表4に潜水調査船によって何らかの定量的なデータが得られた大型底生無脊椎動物をまとめた。これによると従来の調査対象は、①甲殻類を中心とした資源生物、②シロウリガイやハオリムシなどの化学合成生物群集、③魚類を含む底生生物全般、の3つに類型化される。このうち②は別として、①や③の調査は多くの場合砂泥底において実施されているのが特徴であり、出現する生物は節足動物、軟体動物、

棘皮動物が主体となっていた。このことは、深海岩礁域における刺胞動物群集や海綿動物群集の重要性が強調されなかった原因のひとつになっていると考えられる。またサンゴ属(*Corallium*)を除けば、刺胞動物や海綿動物は資源生物としてほとんど認知されてこなかったということの影響も否定できない。

こうした現状にもかかわらず、実際にはこれまでの潜水調査の中で、極めて断片的ではあるけれども刺胞動物や海綿動物に関する知見が得られている。中でも琉球列島において深海作業潜水船「よみうり号」を用いて実施されたサンゴ漁場調査は、刺胞動物の深海調査としては非常に体系だったものである(西島ほか, 1969; 上地, 1967)。これ(西島ほか, 1969)によるとサンゴ属(*Corallium*)は砂礫、岩塊、岩盤などの底質にのみ分布している。また砂礫底には他にヤギ類、クロサンゴ類、サンゴモドキ類など多様な刺胞動物が生息し、砂質底にはトゲトサカやウミエラなどが出現するものの動物相は貧弱であることなどが明らかになっている。岩礁域において刺胞動物が多く見られ、種数や現存量が大きくなる点は今回の調査結果とよく一致している。また底質により出現する刺胞動物の種類が異なる点は、一般に浅海域で観察される状況と類似している。その他の潜水調査において、津軽海峡ではヤギ類と海綿動物(涌坪, 1988)、小笠原海域ではヤギ類やハネガヤ類(岡村, 1989; 岡村, 1990)、伊豆名堆ではヤギ類、イソギンチャク類、海綿動物が(川崎, 1990)、北海道西方ではオオキンヤギ類、

表4 潜水調査船によって明らかにされたわが国周辺の主な大型底生無脊椎動物の密度と現存量。
Table 4 Density (N/m²) and standing crop (g/m²) of the deep-sea benthic invertebrates around Japan.

海域	水深 (m)	底生生物	密度 (N/m ²)	現存量 (g/m ²)	出典
相模湾	450-560	トゲエビ (<i>Glyphocrangon hastacauda</i>)	0.39-1.40		松澤・橋本(1986)
日向灘	320-350	ジンケンエビ (<i>Plesionika martia</i>)	0.14-0.35	1	橋本・松澤(1986)
		ヒゲナガエビ (<i>Parahaliporus sibogae</i>)	0.06-0.12	0.8	
駿河湾	310-330	ナマコ類	4-5		村中(1987)
相模湾	900-1200	シロウリガイ (<i>Calyptogena soyoeae</i>)	500-1000	10000	橋本ほか(1987)
最上トラフ	540-780	トゲクロザコエビ (<i>Argis dentata</i>)	0.25		松澤・橋本(1987)
		ハサミモエビ (<i>Eualus biunguis</i>)	0.17		
		ベニズワイガニ (<i>Chionoecetes japonicus</i>)	0.0015		
津軽海峡	569-580	クモヒトデ類 (ヒトデ類を含む)	2.6638		涌井・黄金崎(1987)
		エビ類	0.1685		
最上トラフ	785	フサトゲニリンクモヒトデ (<i>Crossaster papposus</i>)	0.0837		山洞(1988)
		ハサミモエビ (<i>Eualus biunguis</i>)	0.0648		
		ベニズワイガニ (<i>Chionoecetes japonicus</i>)	0.0027		
相模湾	750-1300	シロウリガイ (<i>Calyptogena soyoeae</i>)	600-700	5000-9000	橋本ほか(1988)
	1130	オウナガイ類 (<i>Conchocela</i> sp.)	1-1.5		
相模湾	310-340	アカザエビ (<i>Metanephrops japonicus</i>)	0.0046		青山(1989)
南奄西海丘	650-780	ハオリムシ類	10		橋本ほか(1990)
隠岐堆	1571-1595	ベニズワイガニ (<i>Chionoecetes japonicus</i>)	0.046	20	藤倉ほか(1990)
奥尻海嶺	1246-2800	ベニズワイガニ (<i>Chionoecetes japonicus</i>)	0.054	23	藤倉ほか(1990)
駿河湾	230	タカアシガニ (<i>Macrocheira kaempferi</i>)	1.2-1.6		河尻(1991)
伊平屋海盆	1400	シロウリガイ類 (<i>Calyptogena</i> sp.)		10000	金・太田(1991)
		ハオリムシ類	20		
		エビ類 (<i>Ateuchocaris</i> が80-90%)	200		
鳥取沖	220-239	クモヒトデ類	25		小林・永井(1991)
若狭湾	232-237	ズワイガニ (<i>Chionoecetes opilio</i>)	0.005		領家(1991)
島根沖	250-260	ズワイガニ (<i>Chionoecetes opilio</i>)	0.00046-0.0007		安達(1991)
島根沖	250-260	ズワイガニ (<i>Chionoecetes opilio</i>)	0.0056		金丸・安達(1992)
鹿兒島湾	82	ハオリムシ類 (<i>Lamellibrachia</i> sp.)	3000	9000	橋本ほか(1993a)
加賀沖	228-242	ズワイガニ (<i>Chionoecetes opilio</i>)	0.000313		大橋(1993)
		クモヒトデ類	8.19		
若狭湾	415-449	ホッコクアカエビ (<i>Pandalus borealis</i>)	0.025-0.053		粕谷(1993)
		ズワイガニ (<i>Chionoecetes opilio</i>)	0.006-0.011		
宮古沖	6000-6500	ウシナマコ (<i>Peniagone</i> sp.)	0.011-0.255		堀内ほか(1994)
		センジュナマコ (<i>Scotoplanes</i> sp.)	0.0-0.052		
慶良間堆		刺胞動物 (Cnidarians)	11.0-14.6	61.1-127.2	本研究
		海綿動物 (Sponges)	49.6-87.4	566.1-889.8	

サンゴモドキ類、海綿動物が(藤倉ほか,1991)、それぞれ岩礁域などの露頭に多く生息する例が観察されている。また金ほか(1991)は沖縄背弧海盆で岩盤上に海綿動物が優占する場所があることを指摘している。

刺胞動物は場所により出現する種類がやや異なっており、水深265-275m付近においては *Stylaster* および *Stenohelia* が、水深250-265m付近においては *Plumarella* が、それぞれ優占していた。一般に深海性の底生生物の垂直分布は非常に広いことが知られており、例えばトゲハネウチワ (*Plumarella spinosa*) の分布範囲は100-320mにも及ぶことが知られている(内海,1975)。したがって、今回観察された状況がただちに垂直的な帯状分布構造を表しているとは考え難く、今後の調査によりその生息環境と分布密度との関係を明らかにしていく必要がある。

山下(1980)は19年間にわたって288地点より採取された東海・黄海産の海綿動物と刺胞動物をとりまとめている。これによると刺胞動物は3綱6目19科37種9,596群(個体)にのぼっている。イシサンゴ目が最も出現頻度が大きく、刺胞動物全体の56.9%を占め、イソギンチャク目やウミケイトウ目がこれに続いた。イシサンゴ目のほとんどはチョウジガイ科に属するムシノスチョウジガイ (*Heterocyathus aequicostatus*) やスジチョウジガイ (*H. japonicus*) 等であった。本調査でチョウジガイ類がほとんど確認できなかったのは、これらが主として砂泥底に多いという理由のほか、柄の部分堆積物に埋没しているためポリプを伸ばしている状態では目視による識別が困難であるといった理由が考えられる。岩礁域においても多かれ少なかれ堆積物は存在するため、今回の調査地点でも実際にはいくらか分布していたという可能性は否定できない。

一般に岩礁域に多いことで知られるサンゴ属 (*Coralium*) については、本調査では観察されなかった。西島ほか(1969)によればサンゴ属の生息最適水温は18-21°Cであるため、本調査での底層水温16°Cはその生息限界を超えていたものと考えられる。

(2) 底生生物群集の生産性とその維持

表4に深海性大型底生無脊椎動物の密度と現存量を示した。対象とした種類や生息環境によりこれらの値は大きく異なるが、エビ類では日向灘や最上トラフで1m²当たり0.2個体前後(橋本・松澤,1986;松澤・橋本,1987)、ズワイガニなど大型カニ類では隠岐堆や奥尻海嶺などの主要生息地で1m²当たり0.05個体前後(藤倉ほか,1990)の数値が得られている。棘皮動物についても多くの観察

報告があるが、最大密度はクモヒトデ類 (*Ophiuroidea* sp.) で1m²当たり25個体以上という値が得られている(小林・永井,1991)。一方、熱水噴出孔や冷水湧出帯などの化学合成生物群集においては非常に高い密度や現存量が報告されており、シロウリガイ類 (*Calyptogena soyoe*) で1m²当たり最大1,000個体、10,000g(橋本ほか,1987)、ハオリムシ類 (*Lamellibrachia* sp.) で同じく3,000個体、9,000g(橋本ほか,1993a)にも達する。

堀越・菊池(1976)は浅海域において採泥器で採集される1個体1g以上の大型底生生物の湿重量を計算しているが、これによると仙台湾で63.9-82.4g/m²、相模湾で5.6-16.8g/m²、東京湾で78.2g/m²、瀬戸内海で7.0-43.7g/m²などとなっている。原田(1972)もわが国沿岸の浅海域における大型底生生物の現存量をとりまとめているが、調査した16海域中12海域で10g/m²を超え、さらに6海域で100g/m²を超えている。また彼は深海砂泥底においては深さと共に種類組成が変化し、深くなるほど種類数や現存量が減少することを指摘している。Ohta(1983)は駿河湾全域において海底写真を用いた詳細な調査を実施し、底生生物の現存量の垂直的変化を明らかにしている。これによると現存量は水深130m以浅で2-3g/m²、130-200mでは3-10g/m²、200m以深は10g/m²で、2,000mを境に急激に減少する。大型底生生物の現存量は採集時の偶然性に左右されることが多いため、採集器具や調査対象範囲によって著しく異なり、また季節や時間によっても変化することが予想されるが、上記の知見に基づけばおおむね10-100g/m²前後であることが推定される。

これに対して Fujita and Ohta (1983) はキタクシノハクモヒトデ (*Ophiura sarsi*) などのクモヒトデ類が高密度ベッドを形成することを明らかにしており、岩手県大槌沖における現存量を12,400g/m²と推定している。

今回観察された慶良間堆岩礁底の海綿動物群集や刺胞動物群集は、化学合成生物群集やクモヒトデの高密度ベッドには及ばないものの、沿岸域や浅海域で得られた値よりも大きな値を示している。本研究では海綿動物や刺胞動物が高密度で分布する地点を調査対象として選んでいる点に注意する必要があるが、いずれにせよ深海の岩礁域においてかなりの現存量が認められることは注目すべき現象である。刺胞動物や海綿動物は固着性生活を営んでいるので、海藻などと同様に現存量がそのまま生産量、すなわち単位空間内で単位時間に形成される有機物量に相当するものと考えられ、この意味において深海の岩礁域において比較的高い生産性が維持されているも

のと考えられる。

刺胞動物は主として動物食であり、群体を形成するものではポリプが小さいため小形のプランクトンなどを摂取し、特にヒドロ虫類では甲殻類を捕食することが多い(内田, 1961; Barnes, 1974)。一方、尋常海綿類では鞭毛により水中の微細な食物を細胞体や髄の外面に付着させ、これを細胞体内に摂取する(谷田, 1961)。今回の「しんかい2000」による観察では、底層よりやや上方でオキアミを中心とした高密度のプランクトン層が確認された。オキアミ類などの動物性プランクトンは日周鉛直移動することが知られており(Hirota, 1987)、有光層で植物プランクトンによって生産されたエネルギーが、捕食活動を介して動物プランクトンに蓄積され、これが日周鉛直移動により底層へと能動的に輸送される。この流れは海産生物の生産性維持のうえで非常に重要であり、例えばオキアミ類は陸棚縁辺部における底魚群集の維持に貢献している(Horikawa, 1993)。

先に述べた深海性刺胞動物群集や海綿動物群集の比較的高い生産性に、これらの動物プランクトンが餌としてのように関与しているかという点については議論を要する。まず本調査で見られたような群体性の刺胞動物が、オキアミ類をそのまま捕食するためには大きさ上の制約がある。また高密度のプランクトン層は海底より20~24 mに位置しており、刺胞動物や海綿動物が直接到達できる状況ではなかった。したがって刺胞動物や海綿動物の餌となり得るのは、捕食可能な大きさの小形の動物プランクトンで、底層近くに分布するものに限られる。しかしながら生物そのものに限定しなければ、オキアミ類の排泄物や遺骸が貢献している可能性は高い。さらに「しんかい2000」潜航時や浮上時には海水中に粒子が浮遊しているのが観察されたが、表層で生産された有機物は様々な大きさのセストンとなって深海へと沈降することが知られており(乗木, 1991; 谷口, 1991)、これも深海性の刺胞動物や海綿動物の生産性に貢献していることが考えられる。以上の3つの要素、すなわち、①底層付近に分布する小形の動物プランクトン、②日周鉛直移動するオキアミ類などの排泄物や遺骸、③表層より沈降するセストン、がそれぞれの程度深海性底生生物群集の生産性に関与しているかについては、今後の研究を待たねばならない。

堀越・菊池(1976)は深海性底生生物群集の食性について検討し、深海堆や陸棚縁辺部などの肩状部や高まりにはセストン食性が多く、一方陸棚斜面のような平坦部にはデトライタス食性のものが多いことを明らかにしてい

る。さらに彼らはこの分布の相違が底質や底層流と密接に関係しており、セストン食者がデトライタス食者より粒度組成が粗い底質を好む傾向があることを指摘している。今回の結果はこの見解を支持しており、砂泥が少なく岩盤が露出している地点ではプランクトンやセストンを摂食する刺胞動物と海綿動物が優占し、一方砂泥の堆積が著しい地点ではこれらの生物が減少するとともに多毛類の棲管が数多くみられるなどの相違が認められた。

(3) 刺胞動物と海綿動物の分布様式

群体数の平均値(\bar{x})と分散(s^2)の比は刺胞動物においては1またはそれよりやや小さい値を示し、一方海綿動物においては1またはそれよりやや大きい値を示した。 \bar{x}/s^2 比の値が1の場合はポアソン分布に一致して群体(個体)がランダムに分布することを意味しており、 \bar{x}/s^2 比の値はそれより小さい場合は一様分布、大きい場合な集中分布と判断できる(伊藤・村井, 1977)。したがって刺胞動物ではランダム分布またはわずかに一様分布、海綿動物ではランダム分布またはわずかに集中分布であると解釈される。海綿動物がわずかに集中分布を示すのは、大きな群体(個体)が互いに近接したり、またその周囲に複数の群体(個体)が付着する場合があるためである。写真13では対象とした調査面積が他の写真に比べて小さかったため、特にその傾向が顕著に現れたものと考えられる。

慶良間堆周辺海域は、沖縄トラフ形成後の第四紀更新世以降に発達したさんご礁が基盤となっており、岩盤や生物痕と見られるくぼみが散在するなど、さんご礁地形当時の特徴を色濃く反映している。木村ほか(1989, 1992)は海底地形が現在の潮間帯のものに類似していることに着目し、「堆積物に被覆されない程度に新しい時代に、サンゴ礁が発達する間もないようなスピードで急速に沈下した」と述べており、この年代を2万年前ころと推定している。

本調査でも造礁サンゴそのものの痕跡は観察されなかったが、このようなさんご礁起源の基盤は現在においても刺胞動物や海綿動物の付着基質として適したものであると考えられる。浅海域では海藻に覆われると思われる岩盤表面は、ほとんどの場合深海底では露出したまま残されている。それにもかかわらず刺胞動物や海綿動物がランダムに近い分布を示したのは、この生態系において付着場所をめぐる競争が少なく、空間的ニッチェが十分に供給されているという可能性を示唆するものである。

謝 辞

今回の潜航を実施するにあたり、海洋科学技術センターの「ドルフィン3K」および「しんかい2000」運航チーム、ならびに母船「なつしま」の乗組員の皆様方には多大な便宜を図っていただきました。また本研究を推進するにあたっては、南西海区水産研究所外海調査研究部の小坂淳部長および広田祐一室長には調査の企画から本稿の添削に至るまでご援助いただきました。以上の方々に感謝申し上げます。

引用文献

- 安達二郎 (1991) : 島根県日御碕沖ズワイガニ保護礁設置海域におけるズワイガニの分布, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 259-266.
- 安達二郎 (1993) : 島根県日御碕沖ズワイガニ保護礁設置海域におけるズワイガニの分布密度と集中度の関係, しんかいシンポジウム報告書, 9, 367-376.
- 青山雅俊 (1989) : 相模湾熱海沖におけるアカザエビの生態・分布密度及び籠に対する行動の観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 5, 31-36.
- Barnes, R.D. (1974) : Invertebrate Zoology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 870pp.
- 藤倉克則・橋本 惇・堀田 宏 (1990) : 隠岐堆及び奥尻海嶺におけるベニズワイガニ *Chionoectes japonicus* の分布, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 6, 327-334.
- 藤倉克則・橋本 惇・田中武男・堀田 宏 (1991) : 北海道西方の後志海山の生物群集, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 283-291.
- Fujita, T. and S. Ohta (1989) : Spatial structure within a dense bed of the brittle star *Ophiura sarsi* (Ophiuroidea: Echinodermata) in the bathyal zone off Otsuchi, Northeastern Japan. J. Oceanogr. Soc. Japan, 45, 289-300.
- 原田英司 (1972) : "II 海洋の生物生産". p81-185. In : 生態学研究シリーズ第3巻 海の生態学, 沼田真監修, 築地書館, 東京, 318pp.
- 橋本 惇・松澤誠二 (1986) : 日向灘における深海エビ類の分布特性, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 2, 167-172.
- 橋本 惇・田中武男・松澤誠二・堀田 宏 (1987) : 相模湾初島沖におけるシロウリガイ群集の調査, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 3, 37-50.
- 橋本 惇・松澤誠二・堀田 宏 (1988) : 相模湾沖ノ山における深海生物群集の探索, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 4, 177-188.
- 橋本 惇・藤倉克則・堀田 宏 (1990) : 南奄西海丘における深海生物群集の観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 6, 167-179.
- 橋本 惇・藤倉克則・三浦和之・小坂丈予 (1993a) : 有光層におけるハオリムシの発見, しんかいシンポジウム報告書, 9, 321-326.
- 橋本 惇・藤倉克則・太田 秀・三浦和之 (1993b) : 南奄西海丘における熱水噴出孔生物群集の観察II, しんかいシンポジウム報告書, 9, 327-336.
- 橋本 惇・堀田 宏 (1994) : 「しんかい2000」からみた相模湾の生物相—化学合成生物群集, 水産海洋研究, 58(3), 194-198.
- Hirota, Y. (1987) : Vertical distribution of euphausiids in the western Pacific Ocean and the eastern Indian Ocean. Bull. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab., 37, 175-224.
- Horikawa, H. (1993) : Bathymetric gradient analysis of demersal fish fauna across the continental shelf and slope of Tosa Bay, south-western Japan. Doctoral dissertation, University of Tokyo, 226pp.
- 堀越増典・菊池泰二 (1976) : "第II編 ベントス", p149-437. In : 海洋科学基礎講座5 海藻・ベントス, 東海大学出版会, 東京, 451pp.
- 堀内一穂・門馬大和・満澤巨彦 (1994) : 宮古沖日本海溝海側斜面における地形・底質・生物の関係 (予察), JAMSTEC 深海研究, 10, 425-436.
- 伊藤嘉昭・村井 実 (1977) : 動物生態学研究法(上), 古今書院, 東京, 268pp.
- 糸満盛健 (1990) : "第5項 さんご漁業", p359-368. In : 沖縄県農林水産行政史第8・9巻(水産業編), 沖縄県.
- 柿元 晴・浜渦 清 (1992) : 佐渡海峽におけるホッコクアカエビ *Pandalus borealis* 対象漁礁の安定と生物分布の観察, しんかいシンポジウム報告書, 8, 297-304.
- 金丸信一・安達二郎 (1992) : 島根県日御碕沖ズワイガニ保護礁設置海域におけるズワイガニ群集状況の観察 (1), しんかいシンポジウム報告書, 8, 305-312.
- 粕谷芳夫 (1993) : 若狭湾沖の耕うんされた海底の形状とホッコクアカエビ及びズワイガニの生息密度について, しんかいシンポジウム報告書, 9, 361-366.

- 河尻正博 (1991): 「しんかい2000」によるタカアシガニの生態観察結果, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 73-77.
- 川崎一男 (1990): 伊是名堆での底魚類と底生生物の観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 6, 139-144.
- 木村政昭 (1989): 「しんかい2000」による沖縄県慶良間諸島南方海域の潜航調査, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 5, 259-266.
- 木村政昭・松本 剛・中村俊夫・大塚裕之・西田史朗・青木美澄・小野朋典・段野州典 (1992): 沖縄トラフ東縁ケラマ鞍部の潜水調査—ウラム氷期の陸橋か?—, しんかいシンポジウム報告書, 8, 107-133.
- 金 東成・太田 秀 (1991): 沖縄背弧海盆伊平屋海凹のシロウリガイサイトとピラミッドサイトの熱水噴出孔生物群集の生態学的観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 221-233.
- Kishinouye, K. (1903): Preliminary note on the coralliidae of Japan. Zoologischer Anzeiger, 26, 623-626.
- 岸上鎌吉 (1904): さんごノ研究, 水産調査報告, 14(1), 1-31, pls.1-9.
- 小林啓二・永井浩爾 (1991): 鳥取県沖合におけるズワイガニ保護礁と底生生物群集の観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 267-275.
- 栗田寿男 (1986): 「しんかい2000」による日向灘中部大陸棚斜面域の底生生物生態調査, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 2, 157-165.
- 黒木敏行 (1986): 「しんかい2000」による日向灘沖合域における底生魚介類の分布・生態と海底地形および底質調査, 南西外海の資源・海洋研究, 2, 63-70.
- 松澤誠二・橋本 惇 (1986): 深海調査船「しんかい2000」によるトゲエビ分布密度の推定, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 2, 47-53.
- 松澤誠二・橋本 惇 (1987): 日本海最上トラフ海域における表在性底生生物, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 3, 251-260.
- 村中文夫 (1987): 駿河湾奥部におけるサクラエビを中心とした深海生物の観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 3, 31-36.
- 村中文夫 (1988): 駿河湾西部におけるサクラエビを主体とした深海生物の観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 4, 119-127.
- 西島信昇・山里 清・香村真徳 (1969): 琉球近海のサンゴ魚場の特性に関する2, 3の知見, 水産海洋研究会報特別号・宇田道隆教授退官記念論文集, 291-297.
- 西村三郎 (1992): 原色検索日本海産動物図鑑(I), 保育社, 大阪, 425pp.
- 乗木新一郎 (1991): “海の花形役者マリンスノー”, p193-198. In: 海と地球環境, 日本海洋学会編, 東京大学出版会, 東京, 411pp.
- 岡田 要 (1965): 新日本動物図鑑(上), 北隆館, 東京, 679pp.
- 岡村陽一 (1989): 小笠原海域における底魚類と底生生物の観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 5, 67-72.
- 岡村陽一 (1990): 小笠原海域における底魚類と底生生物の観察(II), 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 6, 239-247.
- Okutani, T. and K. Egawa (1985): The first underwater observation on living habit and thanatocoenoses of *Calyptogena soyoe* in bathyal depth of Sagami Bay. Venus (Jap. Jour. Malac.), 44(4), 285-289.
- 大橋洋一 (1993): 石川県加賀沖のズワイガニ保護漁礁周辺海域における底生生物の観察, しんかいシンポジウム報告書, 9, 351-359.
- 大森 信 (1986): オトヒメハナガサ(腔腸動物ヒドロ虫目)の観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 2, 43-45.
- Ohta, S. (1983): Photographic census of large-sized benthic organisms in the bathyal zone of Suruga Bay, central Japan. Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo, 15, 1-244.
- 太田 秀 (1991): “海底の温泉に群がる生き物”, p309-315. In: 海と地球環境, 日本海洋学会編, 東京大学出版会, 東京, 411pp.
- 領家一博 (1991): 「しんかい2000」による若狭湾の保護区周辺におけるズワイガニ *Chionoectes opilio* の生態観察, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 7, 277-282.
- 山洞 仁 (1988): 最上トラフ平坦部における深海動物群集—「しんかい2000」第247回潜航調査, 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 4, 41-52.
- 生物学御研究所編 (1968): 相模湾産ヒドロ珊瑚類および石珊瑚類, 丸善, 東京, 382pp.
- 谷口 旭 (1991): “海は微小生物の世界”, p234-238. In: 海と地球環境, 日本海洋学会編, 東京大学出版

- 会, 東京, 411pp.
- 谷田専治 (1961): "II 海綿動物", p15-54. In: 動物系統分類学(2). 内田亨監修, 中山書店, 東京, 233 pp.
- 徳留陽一郎 (1986): 鬼界カルデラ縁辺の生物観察. 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 2, 133-136.
- 内田 亨 (1961): "III 腔腸動物", p55-204. In: 動物系統分類学(2). 内田亨監修, 中山書店, 東京, 233 pp.
- 内海富士夫(1975): 学研中高生図鑑9 水生動物. 学習研究社, 東京, 342pp.
- 上地清吉 (1967): 深海作業船「よみうり号」によるサンゴ漁場調査と漁場開発について. くろしお (琉球水産研究所), 14, 65-70.
- 涌坪敏明・黄金崎榮一 (1987): 日本海深海生物の分布と生態 津軽海峡西口海域. 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 3, 261-266.
- 涌坪敏明 (1988): 松前海釜における環境と生物分布について. 「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 4, 59-66.
- 山下秀夫 (1980): 東海・黄海産底生生物の研究-X 海綿動物および腔腸動物の分布について. 西海区水産研究所研究報告, 55, 13-31.

(原稿受理: 1995年6月19日)

(注) 写真は次ページ以降に掲載

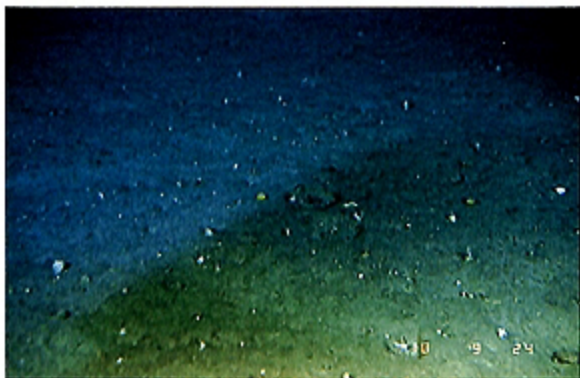


写真1 「しんかい2000」着底地点の海底。岩盤上を砂泥が覆っており、多毛類の棲管のほか、小型の刺胞動物や海綿動物が分布する。水深302m。

Photo 1 Bottom of Kerama Bank. 302m depth.



写真2 岩礁底で観察された海綿動物群集。
Photo 2 Sponge community observed on the rocky bottom.

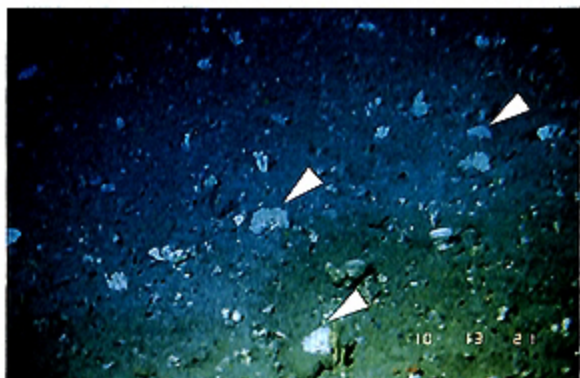


写真3 岩礁底で観察された刺胞動物群集。サンゴモドキ類の群集が多数分布する。

Photo 3 Cnidarian community observed on the rocky bottom. *Stylaster* sp.

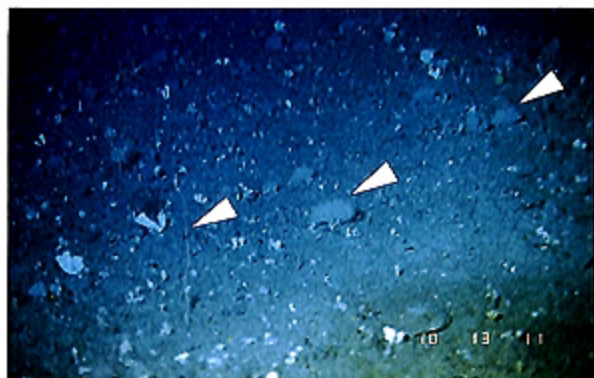


写真4 岩礁底で観察された刺胞動物群集。トゲハネウチワ類の群集が多数分布する。写真左下にはイトスギの群集が見られる。

Photo 4 Cnidarian community observed on the rocky bottom. *Plumarella* spp. (center and right) and *Stichopathes* sp. (left).

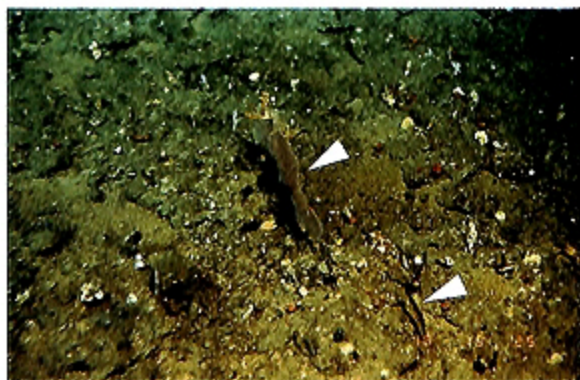


写真5 トゲハネウチワ類の群集(中央)。先端付近にはウミシダ類が付着していることが多い。写真右下にはケツノサンゴの群集が見られる。

Photo 5 *Plumarella* sp. (center) and *Parantipathes tenuispina* (right).



写真6 イソハナビの一種の群集。
Photo 6 *Acabaria* sp.



写真7 グメサンゴの一種。
Photo 7 *Stylaster* aff. *profundiporus typica* Broch.

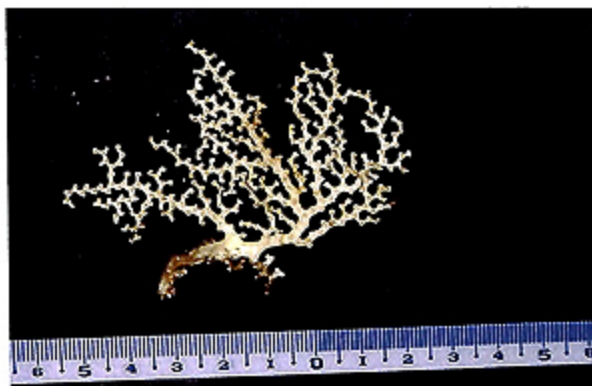


写真8 キセルサンゴ。
Photo 8 *Stenohelia yabei* (Eguchi).



写真9 トゲハネウチワの近縁種。
Photo 9 *Plumarella* sp.

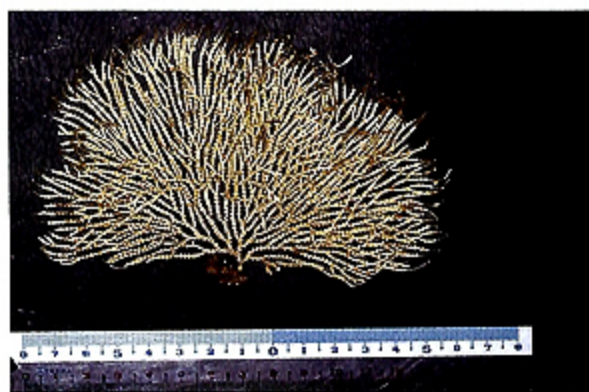


写真10 トゲハネウチワの近縁種。
Photo 10 *Plumarella* sp.

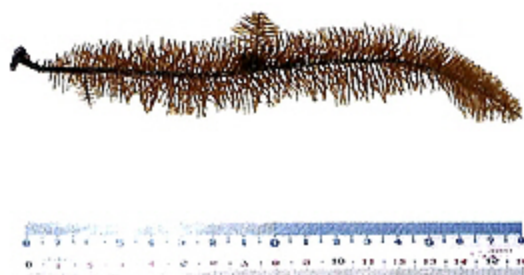


写真11 ケツノサンゴ。
Photo 11 *Parantipathes tenuispina* Silberfeld



写真12 イトスギの一種。
Photo 12 *Stichopathes* sp.



写真13 ステレオカメラにより撮影した刺胞動物群集の垂直画像。この写真をトレースして図5上に示した。
Photo 13 A vertical view of cnidarian community. The top of Fig. 5 was drawn from this picture.



写真14 ステレオカメラにより撮影した刺胞動物群集の垂直画像。この写真をトレースして図5中に示した。
Photo 14 A vertical view of cnidarian community. The middle of Fig. 5 was drawn from this picture.

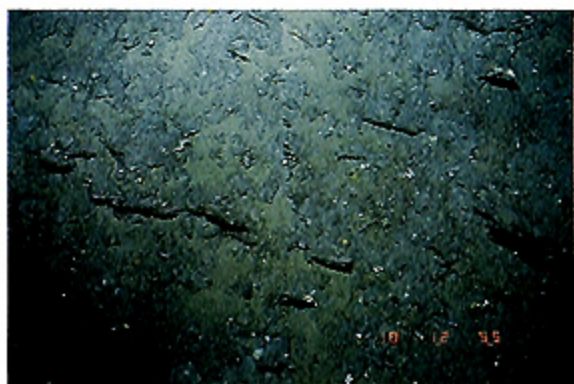


写真15 ステレオカメラにより撮影した刺胞動物群集の垂直画像。この写真をトレースして図5下に示した。
Photo 15 A vertical view of cnidarian community. The bottom of Fig. 5 was drawn from this picture.



写真16 ステレオカメラにより撮影した海綿動物群集の垂直画像。この写真をトレースして図6上に示した。
Photo 16 A vertical view of sponge community. The top of Fig. 6 was drawn from this picture.



写真17 ステレオカメラにより撮影した海綿動物群集の垂直画像。この写真をトレースして図6中に示した。
Photo 17 A vertical view of sponge community. The middle of Fig. 6 was drawn from this picture.



写真18 ステレオカメラにより撮影した海綿動物群集の垂直画像。この写真をトレースして図6下に示した。
Photo 18 A vertical view of sponge community. The bottom of Fig. 6 was drawn from this picture.