

南奄西海丘における深海生物群集の観察

橋本 惇^{*1} 藤倉克則^{*1} 堀田 宏^{*1}

1988年から1989年にかけて中部沖縄トラフに位置する南奄西海丘において、シービーム、ディープ・トウ、潜水調査船「しんかい2000」による一連の深海調査が実施された。

その結果、南奄西海丘の西側斜面に存在する凹地の露岩の割れ目や灰白色に変色した粗粒砂底から、周囲の環境温度よりも最高で8.8度高い摂氏15度の温水湧出現象と、海綿類・二枚貝類・ハオリムシ類・長尾類・異尾類および魚類から成るおびただしい量の深海生物群集が発見された。

この発見は、最近我が国周辺海域から報告されている熱水噴出現象や冷水湧出現象に伴う深海生物群集と同様、西部太平洋海域におけるこの種の生物群集の動物地理学的考察を行う上で極めて重要である。

Observations of Deep Sea Biological Communities at the Minami-Ensei Knoll

Jun HASHIMOTO^{*2} Katsunori FUJIKURA^{*2}
and Hiroshi HOTTA^{*2}

From 1988 to 1989, a series of deep sea surveys were conducted at the Minami-Ensei Knoll with Sea Beam, Deep Tow and the submersible "SHINKAI 2000". The study site was at the depressions of the western slope at the Minami-Ensei Knoll, approximately 140km westward of the Amami-Oshima Islands.

Results included observations of hydrothermal fluid pouring from fissure in rock outcrops, coarse sandy bottom showing grayish white alteration in color, and dense deep sea biological communities of sponges, deep sea mussels, vestimentiferan tube worms, shrimps, anomuran stone crabs, vesicomysid clams and tonguefishes.

These discoveries, as well as other more recent findings around Japan, contribute significantly to the zoogeography of hydrothermal vents communities in the western Pacific Ocean.

* 1 海洋科学技術センター、深海研究部

* 2 Japan Marine Science and Technology Center

1. はじめに

ガラバゴス沖の熱水噴出孔深海生物群集が発見されて以来 (Corliss and Ballard, 1977: Corliss *et al.*, 1979), 東太平洋海膨 (Rise Project Group, 1980: Desbruyeres *et al.*, 1982), オレゴン沖 (Suess *et al.*, 1985), マリアナ背弧海盆 (Hessler and Ohta, 1988) 北フィジー海盆 (橋本ほか, 1989: Jollivet *et al.*, 1989) などテクトニカルに活動的な海域のみならず, フロリダ沖 (Paull *et al.*, 1984), ルイジアナ沖 (Kennicutt II *et al.*, 1985) などテクトニカルに非活動的な海域からも, 化学合成細菌を基礎生産者とする同様な深海生物群集が報告されている。

我が国周辺海域においても南海トラフや日本海溝 (Ohta *et al.*, 1987), 相模湾 (橋本ほか, 1987: 橋本ほか, 1988: Hashimoto *et al.*, 1989), 海形海山 (橋本ほか, 1988) などから同様な深海生物群集が報告されている。

沖縄トラフにおいては, その南西部で温水湧出現象に伴うと推定される深海生物群集が, 中部では活動的な熱水マウンドが確認されている (桂ほか, 1986: Kimura *et al.*, 1988)。

さらに, 1986年には, 南奄西海丘の西側斜面に点在する一つの凹地から海上保安庁水路部により, 石英閃緑岩・角閃石花崗岩・泥岩及びシロウリガイ類 (*Calyptogena* sp.) の死殻が採集された (海上保安庁水路部岩測洋氏私信)。

シロウリガイ類は, 熱水活動に伴う深海生物群集を構成する生物の一つでもあり, 南奄西海丘においても同様な深海生物群集の存在が期待され, 1988年から1989年にかけて, シービーム, ディープ・トウ, 「しんかい2000」などによる一連の深海調査を実施した。

ここでは, 主としてディープ・トウと「しんかい2000」による調査で得られた熱水活動に伴う深海生物群集に関する若干の知見について報告する。

2. 調査海域

沖縄トラフは, 我が国南西部に位置する幅約100km, 長さ約1000kmの細長い凹地であり, その中軸部では第三紀の広域不整合, 高い地殻熱流量, 新鮮な火成岩の貫入, グラーベン構造や熱水

活動が確認されていることなどから, 琉球弧の未発達型から活発拡大型に転じつつある背弧海盆であると考えられる報告が多い (Kimura, 1985: Japanese DELP Research Group on Back-arc Basins, 1986: 桂ほか, 1986: Sibuet *et al.*, 1987)。しかしながら, 最近の研究によると, 地形, 全磁力異常・重力異常などのデータから, 沖縄トラフは東海陸棚から続く伸張帯と島弧が重なる位置に地形された, 未だ背弧海盆にまで発達していない背弧凹地であると報告されている (加藤ほか, 1989)。現在のところ, 沖縄トラフの成因については未だ論議的ではあるが, いずれにせよ注目されている (木村, 1989)。

奄美大島西方の沖縄トラフ中軸周辺には, 多くの不規則な形をした海丘部がNE-SW方向に連なっており, 極めて複雑な海底地形を呈している。南奄西海丘は, 奄美大島西方約140kmに位置するその海丘群の中の一つであり, 長径約2kmの楕円形海丘である。その頂部の水深は約550mであり, 西部は緩やかに傾斜し水深約1150mの沖縄トラフ中軸部へと続いている (図1)。今回報告する熱水活動とそれに伴う深海生物群集は, 南奄西海丘の西側斜面域で確認された。

3. 結果

1988年, 他の調査に先立ち海中作業実験船「かいうよう」装備のシービーム (G. I. 社製) による海底精密地形マッピング作業を実施した。図2に調査海域のシービーム・マップを示す。今回の調査海域である南奄西海丘の西部斜面域の海底地形を全体的にみると, その北西部と南東部がENE-WSW方向の構造線により2箇所切断されているように見える。このことは, 工業技術院地質調査所が指摘していた本海域のNEからENE方向の逆断層の存在を裏付けるものである (Tamaki *et al.*, 1976)。そして, そこには直径が100mから1000m程度で, 周囲を比高約100mの急斜面で囲まれた数個の凹地が点在している。今回の調査では, それら凹地の中から図2に示すA, B, Cの3つの凹地を主な調査地点として選定し, 1988年6月と1989年6月に各1回のディープ・トウ調査 (DK88-2-OKN, DK89-1-OKN) を, また, 1988年8月に2回, 1989年7月に1回, 「しんかい2000」による潜航調査 (第357・

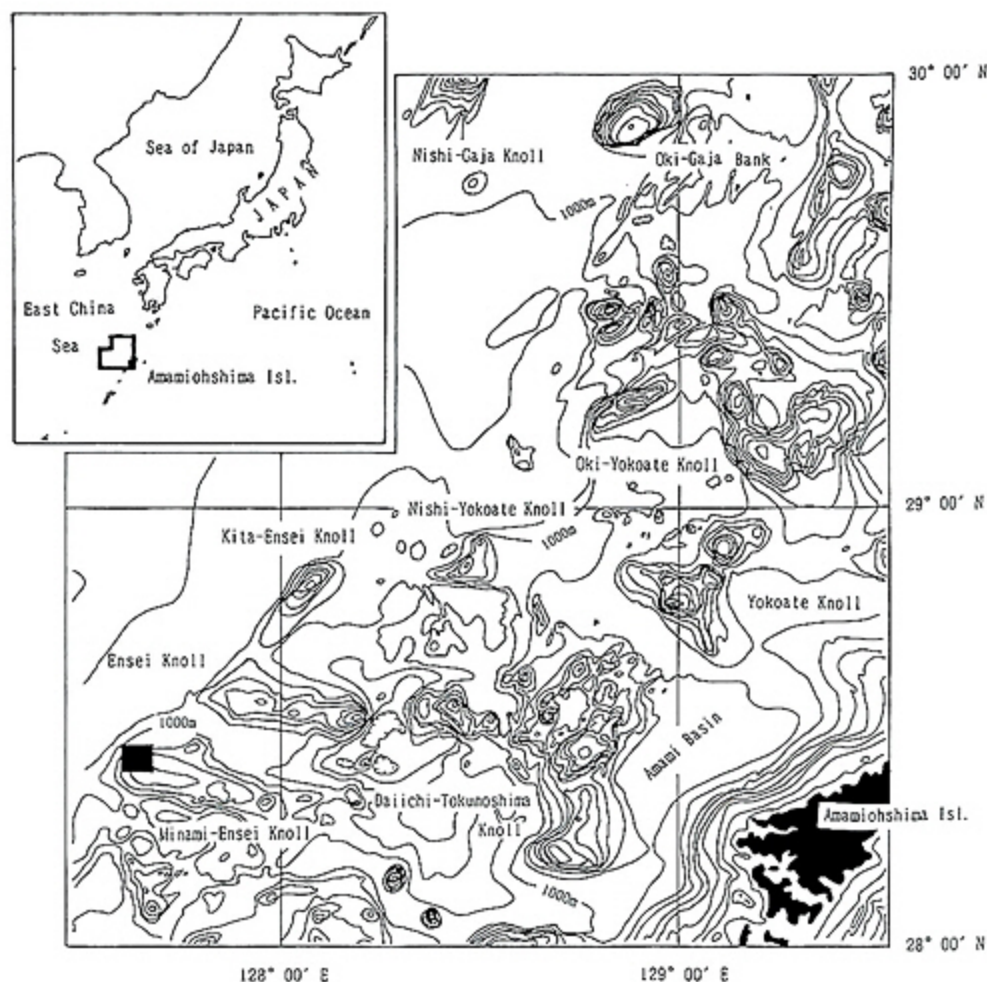


図1 奄美群島北西方海底地形図

Fig. 1 Topographic Map of northwestern part of the Amami archipelagos.

358・428回潜航)を実施した。

3. 1 ディープ・トウ調査

ディープ・トウ調査は、南奄西海丘西側斜面部における熱水活動とそれに伴う深海生物群集の探索を目的とし、まずディープ・トウ ソナーにより調査海域の微細地形を確認した後、ディープ・トウ TV による観察を行った。

3. 1. 1 A 凹地

1986年に海上保安庁水路部により、シロウリガイ類の死殻が大量に採集されたのはこの凹地である。この凹地は直径が約600m のきれいな楕円形を呈しており、縁辺部の水深は670m、中央最

深部の水深は780m である。ディープ・トウ ソナー調査の結果、凹地の外側には大きな岩石の露頭が点在しており、凹地の周辺は高低差約100m の急斜面に取り囲まれていることが判明した。中心の平坦部は細粒堆積物に厚く覆われ、中心部から水深750m 前後にある周縁の急斜面に近づくにつれ、海底上に黄褐色もしくは灰白色の小規模な変色域が多く観察されるようになる。急斜面裾部付近には、黄褐色に変色したかなり古いシロウリガイ類の死殻が合併もしくは離弁状態で多数散乱していた(写真1)。このシロウリガイ類の死殻散乱場所は水深750m の急斜面裾部に沿うように点在していたが、生貝を確認することはできなかった。

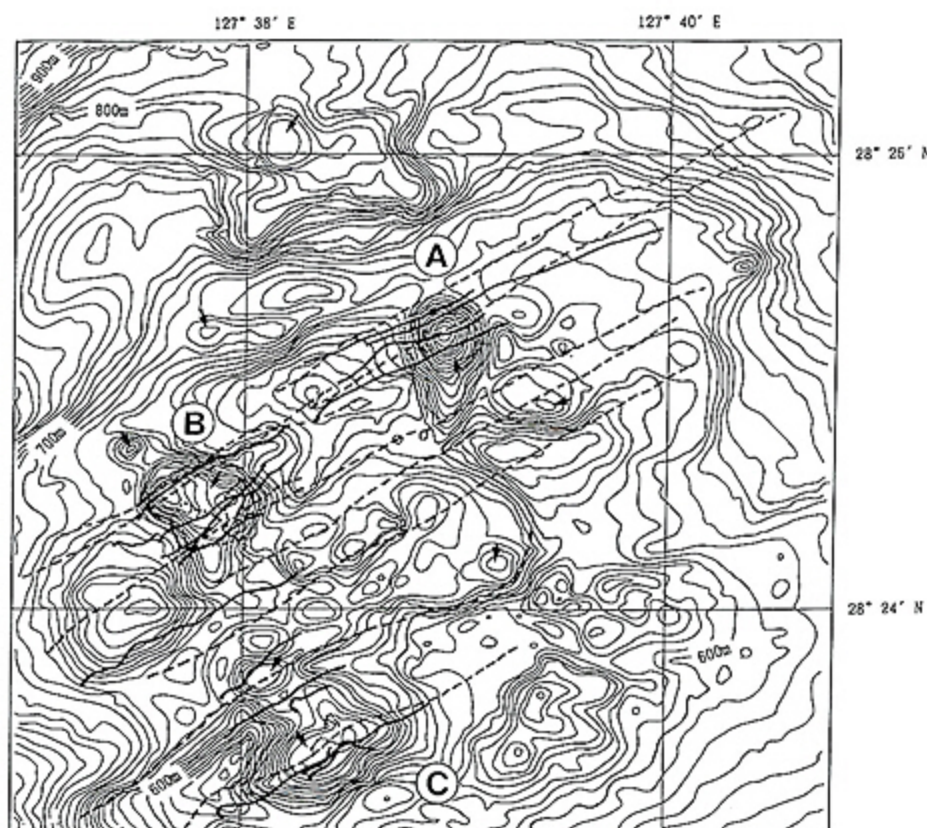


図2 調査海域と調査測線

破線、実線、点線は各々ディープ・トウ ソナー、ディープ・トウ TV、「しんかい 2000」の調査測線を示す、矢印は凹地

Fig. 2 Survey Area with Surver Tracks.

Dashed lines, continuous lines and dotted lines indicate the deep tow sonar tracks, the deep tow TV tracks and the "SHINKAI 2000" tracks, respectively. The arrows represent the depressions.

3. 1. 2 B凹地

この逆洋梨型の凹地は、海洋科学技術センターが実施した1988年のシービーム調査により発見されたもので、その直径は最大で約1000m、縁辺部の水深は約650m、最深部の水深は約780mである。この凹地の外側には、細粒堆積物に薄く覆われた巨大な露頭が観察され、露頭の間には角礫や粗粒砂が堆積していた。この凹地も周縁は高低差約100mの急斜面で取り囲まれている。この急斜面は、直径数10cmから数mの巨礫が玉垣状に積み重なっており、水深約720mの急斜面裾部はガリ状となって厚く細粒堆積物や粗粒砂に覆われた平坦部へと続いている。凹地底には多くの小規模な灰白色の変色域が点在しており、特に周縁の急

斜面裾部付近に多い傾向を示した。そして、細粒堆積物上には直径数mmの軽石が広範囲にわたり散らばっていた。

A凹地と同様、この凹地においても急斜面裾部に沿ってシロウリガイ類の死殻散乱場所があり、数個体の生貝も観察された。また、凹地周辺の粗粒砂や細粒堆積物に覆われた平坦部においても、死殻が散乱している場所が確認された。平坦な凹地底の北東部から南部域にかけて、多くのハオリムシ類（Vestimentifera）が単体毎に生管のおよそ2/3を堆積物中に埋め、立った状態で生息しており、その生息域周辺の底質は褐色の細粒堆積物に薄く覆われていた。このハオリムシ類群生地は、ディープ・トウの測線に沿って200m以上に

わたり連続的に観察され、ステレオ写真解析により、その分布密度は10個体/m²以上であると推定された。灰白色の変色域周辺にはエゾバイ科(Buccinidae)に属すると思われる大型腹足類が散見された。ディープ・トウ調査では、明かな熱水噴出現象は確認できなかったが、熱水活動に伴うと考えられる深海生物の分布状態からして、B凹地では部分的にはあるが熱水活動が起きていることが推定された。

3. 1. 3 C凹地

B凹地と同様、1988年のシービー調査により発見された直径約1300mの凹地であり、その北西部と南東部にある二つの凹みが連なって一つの凹地を形成している。北西部の凹みの最大水深は約710m、南東部の凹みの最大水深は約720mで、その中間に水深約670mの平坦部が広がっている。他の凹地と同様、その周縁は急斜面で取り囲まれており、急斜面の中腹には巨礫が玉垣状に積み重なっている場所がある。北西部に凹みの中心部は粗粒砂に厚く覆われ、その上には多くの礫が散在していた。周縁の急斜面には薄く細粒堆積物に覆われた露頭が連なり、その表面には高密度で付着する直径3cmから10cm程度の大きさのガラス海綿類(*Phoronema* sp.?)やカイロウドウケツ類(*Euplectella* sp.)が観察されたが、この北西側の凹みでは、変色域など熱水現象の兆候は確認されなかった。

二つの凹みの間の平坦面には、多くの巨礫が散在しその間を粗粒砂が埋め尽くした場所と、厚く粗粒砂に覆われた場所があり、共に多くの小規模な灰白色の変色域が点在していた。粗粒砂上にはリップルマークが観察されることがあり、場所によってはかなり強い底層流が有ることが推定された。急斜面裾部や凹地の周縁にシロウリガイ類の死殻散乱場所が連続していた。平坦面の中央部には小さな露頭の高まりがあり、その周辺では灰白色の変色域と若干のシロウリガイ類生息とハオリムシ類が確認され、急斜面裾部や凹地の縁辺部にはシロウリガイ類の死殻が散乱していた。

南東側の凹みの中心部の平坦地は、その様相が一変する。周縁の急斜面で水深が640mを越す辺りには薄く細粒堆積物を被った巨大な露頭があ

り、その上にはガラス海綿類が極めて高密度に付着成育している。露頭と露頭との間には粗粒砂もしくは細粒堆積物が堆積しており、灰白色の変色域が所々に観察された。そして、水深700mを越す凹地中心の平坦部には巨大な礫もしくは露頭があり、その表面には粗粒砂が堆積している。粗粒砂は黒色に変色している場所が多く、所々に灰白色の変色域も認められた。灰白色もしくは黄色に変色した礫や露岩上には海綿類が極めて高密度に付着し、その間を埋める粗粒砂上には小型の腹足類やヌタウナギ科に属する魚類(ムラサキヌタウナギ? : *Eptatretus okinoseanus*)が高密度に生息していた。また、おびただしい量のイガイ科(Mytilidae)に属する二枚貝が覆うように付着している露頭も発見された。その露頭裾部の粗粒砂上では小さな気泡を含む“ゆらぎ”と、積み重なった状態のイガイ科二枚貝の死殻が確認され、変色域周辺ではエゾイバラガニ類(*Paralomis* sp.)もディープ・トウに搭載したスティルカメラにより撮影された。写真2に典型的なC凹地南東部の海底を示す。

3. 2 「しんかい2000」潜航調査

潜航調査は、生物群集とその生息環境の生物学的・地球化学的特性を調べることを目的とし、主として目視・TV・ステレオカメラによる観察記録、トラップ・グラブ式採泥器・柱状採泥器・バンドン横型採水器による採集、CTD・精密温度計などによる環境計測を行った。

3. 2. 1 B凹地

この凹地では、ディープ・トウ調査の結果分布が確認された凹地中央部におけるハオリムシ類およびシロウリガイ類のコロニーを主なターゲットとし、1988年に2回の潜航調査を実施した。

凹地東側縁辺部の急斜面に連なる緩斜面途中の浅い窪地において、2種類のハオリムシ類200ないし300個体からなるコロニーに遭遇した(写真3)。この窪地は露頭に取り囲まれており、角礫がガリ状に積み重なった場所である。角礫の間には粗粒砂が厚く堆積しており、灰白色の変色域が多く観察された。このコロニーを中心として直径15mないし20m程度の範囲の角礫や露頭は、おび

ただし量の海綿類やケヤリムシ科 (Sabellidae) の多毛類に覆われており、海底が真っ白に見える程であった。ハオリムシコロニーの中心部の粗粒砂上や角礫の割れ目などからは、目視で確認できる程度の“ゆらぎ”が認められ、周囲海水温度より約2.9度高い摂氏9.9度の冷水が湧出していた。この湧出水をサンプリングしたところ強い硫化水素臭がし、分析した結果、2.6ppmの硫化水素と2200nl/kgのメタンが検出された (Kim et al., 1989)。コロニーを形成するハオリムシ類は、相互に絡み合い角礫の割れ目や下側に根付くような状態で生息していた。ハオリムシ類の生管の表面には海綿類と白色の繊維状物質が付着しており、特に群落の中心部の生管は白色の繊維状物質で真っ白であった。2種のハオリムシ類のうち少なくとも1種は、柔らかくラッパを積み重ねたような生管や、vestmentum, obturacularの形態的特徴などから、相模湾などで報告されているハオリムシ類 (*Lamellibrachia* sp.) とは別種であろうと推定される (東京大学海洋研究所太田秀教授私信)。写真3にも撮影されているが、ハオリムシ類の生管上や周辺の角礫上には、多くの小型腹足類が認められる。採集されたサンプルから、この腹足類はリュウテンサザエ科に属する新属・新種の腹足類であることが判明し、シンカイサンショウガイ (*Thermocollonia jamasteci*) として記載された (Okutani and Fujikura, 1990)。“ゆらぎ”周辺には2個体のシロウリガイ類 (*Calyptogena* sp.) が、相模湾初島沖や沖ノ山堆と同様 (橋本ほか, 1987; 橋本ほか, 1988; Hashimoto et al., 1989)、殻の1/3から1/2を粗粒砂中に埋め立った状態で生息していた。また、“ゆらぎ”の近くにある角礫上には2個体のシンカイヒバリガイ (仮称) 類が付着していた。このシンカイヒバリガイ類はガラバゴスリフトなどから報告されている *Bathymodiolus thermophilus* とは鰓や後取足節痕に共通点はあるが、外套膜の形態などに相違点があることなどから、亜科レベルで異なる新種のイガイ科二枚貝類と考えられる。そして、このシンカイヒバリガイ類は、同じく中部沖縄トラフに位置する伊是名海穴・伊平屋小海嶺で優占的に生息するシンカイヒバリガイ類 (加藤ほか, 1989; 木村ほか, 1989; 田中ほか, 1989) と

は別種であると思われる。その他、この群集では白色のシンカイコシオリエビ類 (*Munidopsis* sp.), イバラガニ類 (多分, *Paralomis* sp.), ゲンゲ科 (Zoarcidae)・カジカ科 (Cottidae) に属する魚類が観察された。

凹地周縁の急斜面裾部の粗粒砂底にも灰白色の変色域があり、その周辺にはシロウリガイ類の生貝と多量の死殻およびエゾボラ科腹足類類 (*Neptunea insularis robusta*) が観察された。採集されたシロウリガイ類とシンカイヒバリガイ類の透過型電子顕微鏡観察により、鰓に内部共生している化学合成細菌の存在が確認された。

ディープ・トウ調査で観察された凹地東側底の平坦部のハオリムシ群生地は、分布密度の高低はあるものの、200m×200m以上にわたり分布していることが確認された。海底下30cmの温度計測を行ったところ、周囲海水温度より0.1度以上高い温度異常が確認され、海底下からの冷水湧出現象の可能性が示唆された。写真4にハオリムシ類の群生状態を示す。

3. 2. 2 C凹地

この凹地では、ディープ・トウ調査の結果分布が確認された南東側のシンカイヒバリガイ類の群生地を主なターゲットとし、深海生物群集の種構成を調べるための観察とサンプリングを主な目的として、1989年に1回の潜航調査を実施した。

この凹地の南東側凹みの底部は1000m×1200m程度の広さを有し、その高低差は約10mで比較的平坦であり、表面におびただしい量の海綿類が付着する露頭や巨大な角礫が散在していた。露頭や角礫の隙間に堆積している粗粒砂は灰白色に変色しているところが多く、至るところから気泡を伴う温水が湧出していた。湧出孔直上の海水温度は摂氏6.2度の周囲海水温度に比べ8.8度高い摂氏15.0度を示した。その後、湧出孔付近の海底下約20cmの温度計測を試みたところ、摂氏50度まで計測可能な精密温度計を使用していたため、センサーが底質中に挿入されると同時にオーバーフローしてしまった。この時記録された最高温度は、摂氏55.7度であった。

温水湧出孔周辺の露頭や角礫上には、B凹地で採集されたものとは異なると推定されるシンカイ

ヒバリガイ類が最密充填状態で付着し、その上にはモエビ科 (Hippolytidae, *Lebbeus* sp. ?) に属する2種の長尾類、シンカイコシオリエビ類 (*Munidopsis* sp.), エゾイバラガニ類が多く生息していた (写真5)。

このシンカイヒバリガイ類は、伊是名海穴・伊平屋小海嶺で優占的に生息するシンカイヒバリガイ類と同種であると思われる、現在、分類学的検討を行っている。このシンカイヒバリガイ類のうち大型個体の鰓には、きわめて高い確率で *Srachi-polymoe* 属に属する新種のウロコムシ類 (鹿児島大学三浦知之博士私信) が外部寄生していた。

また、2種のモエビ科長尾類の内の1種は、伊平屋小海嶺で採集されたモエビ科長尾類と同種であると考えられている (東京大学海洋研究所太田秀教授私信)。この長尾類は極めて敏捷であり、シンカイヒバリガイ類などをマニピュレーターで潰すと、すぐにそれに群がり捕食を開始するのが観察された。

採集されたエゾイバラガニ類は、甲殻に小さな粒状突起があること、前鰓域・肝域の側縁には鋸状歯があることおよび後鰓域側縁に鳥冠状突起があることなどといった特徴から、新種のエゾイバラガニ類 (エンセイエゾイバラガニ: *Paralomis jamsteci*) として記載された (Takeda and Hashimoto, 1990)。

更に、温水湧出孔の周辺の粗粒砂底では、小笠原諸島父島の西方にある海形カルデラ KC 峰中央火口丘で確認された熱水活動に伴う深海生物群集 (橋本ほか, 1988) を構成する生物の一つと同様な、ウシノシタ科 (Cynoglossidae) 魚類が数10個体観察された (写真6)。その他、湧出孔周辺ではハオリムシ類、シンカイサンショウガイ、ヌタウナギ科 (Eptatretidae)・ゲンゲ科 (Zoarcidae)・カジカ科 (Cottidae) に属する魚類が観察された。

湧出孔から離れた急斜面裾部の粗粒砂上にも灰白色の変色域が多く認められ、そこにはシロウリガイ類の生貝と死殻およびエゾボラ類 (*Neptunea insularis robusta*) が確認された。シロウリガイ類生息はパッチを形成しておらず変色域のすぐ近くに点在しており、その分布密度は4~5個体/m²程度であった。そして、変色域の海底下約

20cmでは、周囲海水温度摂氏6.4度に比べ1度以上高い温度異常が計測された。

温水湧出域から離れた地点の海底付近には、ギンザメ科 (Chimaeridae)・チゴダラ科 (Moridae)・ソコダラ科 (Macrouridae) に属する魚類が、中層にはソトオリイワシ科 (Neoscopelidae) 魚類が散見された。

4. おわりに

今回の調査の結果、南奄西海丘においても中部沖縄トラフに位置する伊是名海穴や伊平屋小海嶺と同様、熱水現象とそれに伴う深海生物群集の存在が確認された。

南奄西海丘西側斜面域における熱水性深海生物群集の特徴は、温水湧出孔を中心とした広い範囲にわたり海綿類が優占的に分布しており、湧出孔周辺の狭い範囲には熱水性生物群集を構成する生物として知られるハオリムシ類、シロウリガイ類、シンカイヒバリガイ類などがパッチを形成し優占的に生息していることである。そして、マリアナ海域や北フィジー海盆の熱水噴出孔周辺で優占的に生息している腹足類や短尾類 (bythograeid crabs) を欠くが、伊平屋・伊是名海域で観察されているモエビ科長尾類やシンカイコシオリエビ類、海形海山海域で観察されたと同様なウシノシタ科魚類など共通の生物も生息していることにある。南奄西海丘における温水湧出現象に伴う深海生物群集は、その種構成からして既に報告されている我が国周辺の同様な生物群集の特徴を合わせ持っており、分類学的観点のみならずその伝播機構解明のための手掛かりとしても極めて興味深い。

南奄西海丘西側斜面北部に位置するA凹地で採集されたシロウリガイ類の死殻のC¹⁴年代は、1170±80年との報告 (加藤ほか, 1989) があり、また、観察された深海底変色域の状況や熱水活動に伴うと推定される生物の生息が確認されなかったことなどから、本調査海域北部の熱水活動はほぼ停止もしくは停止しつつあるものと推定される。そして、図3に示す生物群集の分布状態や湧出する温水の温度計測結果などから、本調査海域では南部に行くに従って、その活動度が高くなる傾向にあることが明らかとなった。

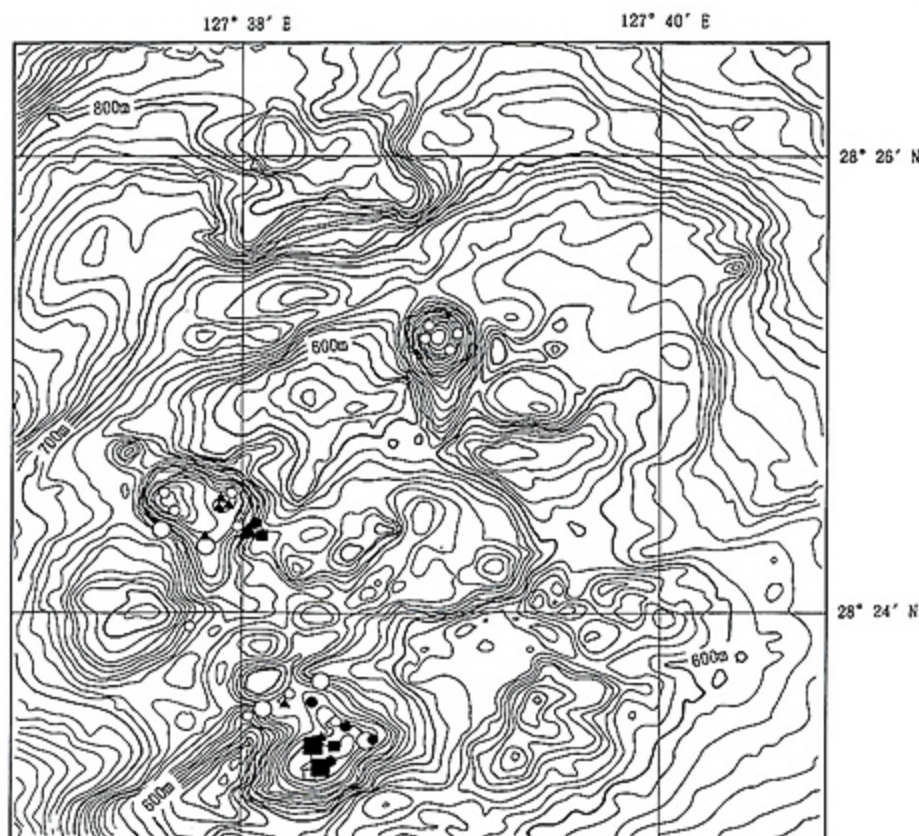


図3 南奄西海丘西側斜面行きにおける温水湧出現象に伴う深海生物群集の分布

- ：シロウリガイ類死殻散乱場所
- ：シロウリガイ類生息場所
- ▲：ハオリムシ類生息場所
- ：シンカイヒバリガイ類生息場所

Fig. 3 Distribution of the deep sea biological communities with warm seep on the western slope of the Minami-Ensei Knoll.

- ：Thanatocenoses of *Calyptogenia*
- ：Living *Calyptogenia*
- ▲：Vestimentiferan tube worms
- ：Dense beds of deep sea mussels

今回の調査で観察された生物のうち、ゲンゲ科魚類は、硫化水素など一般の生物にとって毒性を示す物質の含まれる熱水噴出孔や冷水湧出域周辺に生息する生物として知られている。しかし、C凹地の温水湧出孔周辺には偶来性と推定されるヌタウナギ科・カジカ科・ウシノシタ科に属する魚類が温水湧出孔周辺に数多く生息していた。C凹地における湧出水の化学分析は行っていないが、このことは、底層流により有毒物質が拡散するためと考えられる。

今後、更に詳細な生物学的調査を継続する予定

であるが、化学・地質学など他分野の研究者の参加が望まれる。

5. 謝 辞

本調査を実施するにあたり終始御支援戴いた海中作業実験船「かいよう」および潜水調査船支援母船「なつしま」の船長ほか乗組員の方々や「しんかい2000」運航チームの方々に御礼申し上げます。また、深海曳航調査の際御協力戴いた海洋科学技術センター深海研究部大塚清副主幹はじめ乗船研究者の方々、シービームデータ処理をして下

さった同じく深海研究部松本剛研究員にも併せて謝意を表します。

参考文献

- 青木正博・中村光一, 1989. 伊是名海穴, 鉦床サイト 2 のチムニー群の産状及び硫化物チムニーの組成と鉦物組成, 第 5 回「しんかい 2000」研究シンポジウム報告書, 197-206
- Corliss, J. B., and R. D. Ballard, 1977. Oases of life in the cold abyss. *National Geographic Magazine*, 152, 441-453.
- Corliss, J. B., J. Dymond, L. I. Gordon, J. M. Edmond, R. P. von Herzen, R. D. Ballard, K. Green, D. Williams, A. Bainbridge, K. Crane, and T. H. Van Andel, 1979. Submarine thermal springs on the Galapagos Rift. *Science*, 203, 1073-1083.
- Desbruyeres, D., P. Crassous, J. Grassle, A. Khripounoff, D. Reyss, M. Rio, and M. Van Praet, 1982. Donnees ecologiques sur un nouveau site d'hydrothermalisme actif de la ride du Pacifique oriental. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences*, Paris, 295, 489-494.
- 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. 第 3 回「しんかい 2000」研究シンポジウム報告書, 37-50.
- 橋本惇, 松澤誠二, 堀田宏, 1988. 相模湾沖ノ山堆におけるシロウリガイ群集の探索, 第 4 回「しんかい 2000」研究シンポジウム報告書, 177-188
- 橋本惇, 堀田宏, 深海調査グループ 1988. 小笠原父島西方海形カルデラ中央火口丘周辺で発見された生物群集について, 第 5 回「しんかい 2000」研究シンポジウム 予稿集, 87-88
- Hashimoto, J., S. Ohta, H. Hotta, S. Matsuzawa, H. Sakai, 1989. Deep-Sea communities dominated by the giant clam, *Calyptogena soyoe*, along the slope foot of Hatsushima Island, Sagami Bay, central Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 71, 179-192.
- 橋本惇, D. Jollivet, KAIYO 88 乗船研究者,

1989. 北フィジー海盆における熱水噴出孔生物群集: 日仏共同研究 KAIYO 88 の成果. *La Mer*, 27, 62-71.
- Hessler, R. R., and S. Ohta, 1988. Microcosmos at the depth 4 000m-New hydrothermal vent communities found in the Mariana Back-Arc Basin. *Newton*, 8, 4, 32-53.
- Japanese DELP Research Group on Backarc Basins, 1986. Report on DELP 1984 cruise in the middle Okinawa Trough. *Bull. Earthquake Res. Inst. Univ. Tokyo*, 61, 159-310.
- Jollivet, D., J. Hashimoto, J. M. Auzende, E. Honza, E. Ruellan, S. Datt, Y. Iwabuchi, P. Jarvis, M. Jyoshima, T. Kawai, T. Kawamoto, K. Kishimoto, Y. Lafoy, T. Matsumoto, K. Mitsuzawa, T. Naganuma, J. Naka, K. Otsuka, A. Otsuki, B. Lao, M. Tanahashi, T. Tanaka, J. S. Temakon, T. Urabe, T. Veivau, and T. Yokokura, 1989. Premieres observations de communautes animales associees a l'hydrothermalisme arriere-arc du bassin Nord-Fidjien. *C. R. Acad. Sci. Paris*, T. 309, Serie III, 301-308.
- 加藤幸弘, 大島章一, 高梨政雄, 加藤茂, 岡崎勇, 春日茂, 林田政和, 金子康江, 瀬田英憲, 1989. 南西諸島周辺の地球物理学的特徴. 月刊 地球, 11, 10, 597-603
- 加藤幸弘, 中村光一, 岩渕洋, 橋本惇, 金子康江, 1989. 沖縄トラフ中部, 伊是名海穴の地形と地質——1987, 88 年の潜航結果——. 第 5 回「しんかい 2000」研究シンポジウム報告書, 163-182
- 桂忠彦, 大島章一, 荻野卓司, 池田清, 永野真男, 内田摩利夫, 林田政和, 小山薫, 春日茂, 1986. 沖縄トラフ南西部の地質・地球物理学的諸特性. 水路部研究報告, 21, 21-47
- Kennicutt II, M. C., J. M. Brooks, R. R. Bidigare, R. Fay, L. Wade, and T. J. McDonald, 1985. Vent-type taxa in a hydrocarbon seep on the Louisiana slope. *Nature*, 317, 351-353.
- Kim, E. S., H. Sakai, J. Hashimoto, F. Yanagisawa, S. Ohta, 1989. Sulfur isotopic ratios of hydrothermal vent-animals at Ogasawara Arc and Mid-Okinawa Trough-evidence for microbial

- origin of hydrogen sulfide at lowtemperature submarine hydrothermal areas. *Geochem. J.* 23, 195-208.
- Kimura, M., S. Ueda, Y. Kato, T. Tanaka, M. Yamano, T. Gamo, H. Sakai, S. Kato, E. Izawa, and T. Oomori, 1988. Active hydrothermal mounds in the Okinawa Trough backarc basin, Japan. *Tectonophysics*, 145, 319-324.
- 木村政昭, 田中武男, 許正憲, 安藤雅孝, 大森保, 井沢英二, 嘉川郁朗, 1989. 「しんかい2000」による沖縄トラフ中部熱水域の地形・鉱床・生物の観察, 第5回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 223-244
- Okutani T. and K. Fujikura, 1990. A new turbinid gastropod collected from the warm seep site in the Minami-Ensei knoll, west of the Amami-Oshima Island, Japan. *Venus (Jap. Jour. Malac.)* 49, 2, 89-90.
- Ohta, S., and L. Laubier, 1987. Deep biological communities in the subduction zone of Japan from bottom photographs taken during "Nautil" dives in the Kaiko project. *Earth and Planetary Science Letters*, 83, 329-342.
- Psall, C. K., B. Hecker, R. Commeau, R. P. Freeman-Lynde, C. Newmann, W. P. Corso, S. Golubic, J. E. Hook, E. Sikes, and J. Curray, 1984. Biological communities at the Frolida escarpment resemble hydrothermal vent taxa. *Science*, 226, 965-967.
- RISE Project Group; Spiess, F. N., K. C. Macdonald, T. Atwater, R. Ballard, A. Carranza, D. Cordoba, C. Cox, V. M. Diaz Garcia, J. Francheteau, J. Guerrero, J. Hawkins, R. Haymon, R. Hessler, T. Juteau, M. Kastner, R. Larson, B. Luyendyk, J. D. Macdougall, S. Miller, W. Normark, J. Orcutt, C. Rangin, 1980. East Pacific Rise: Hot springs and geophysical experiments. *Science*, 207, 1421-1433.
- Suess, E., B. Carson, S. Ritger, J. C. Moore, L. D. Kulm, and G. R. Cochrane, 1985. Biological communities at a vent site along the subduction zone off Oregon. *Bull. Biol. Soc. Wash.*, 6, 453-464.
- Takeda M., and J. Hashimoto, 1990. A new species of the genus *Paralomis* (Crustacea, Decapoda, Lithodidae) from the Minami-Ensei Knoll in the mid-Okinawa Trough. *Bull. Natn. Sci. Mus., Tokyo, Ser. A.* 12(2), 79-88.
- Tamaki K., K. Onodera, and E. Honza, 1976. 3.5 kHz echo sounder profiling survey. *Geol. Surv. Japan, Cruise Rept.*, 6, 40-43.
- 田中武男, 満澤巨彦, 堀田宏, 1989. 沖縄トラフ伊平屋小海嶺頭部の1988年潜航調査について, 第5回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 267-281

(原稿受理 1990年6月27日)

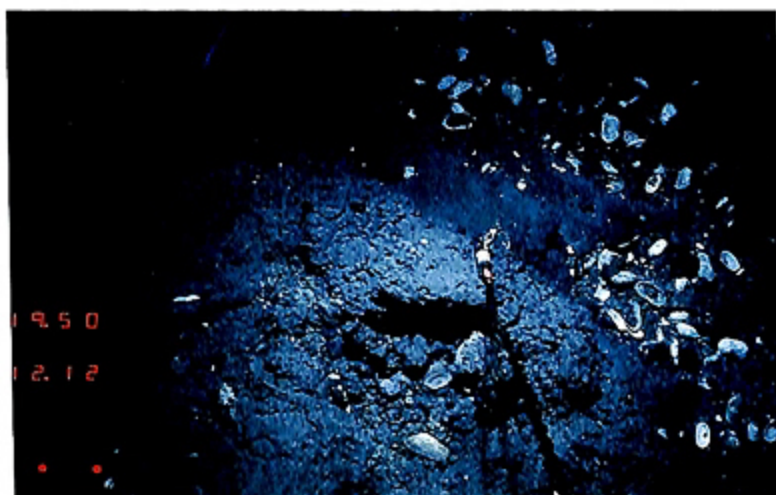


写真1 シロウリガイ類 (*Calyplogena* sp.) の死殻散乱場所は急斜面部に沿って観察された
28°25.2'N, 127°39.1'E, 750m

Photo. 1 Heaps of dead clams (*Calyplogena* sp.) were observed along the slope foot of the steep escarpment.
28°25.2'N, 127°39.1'E, 750m

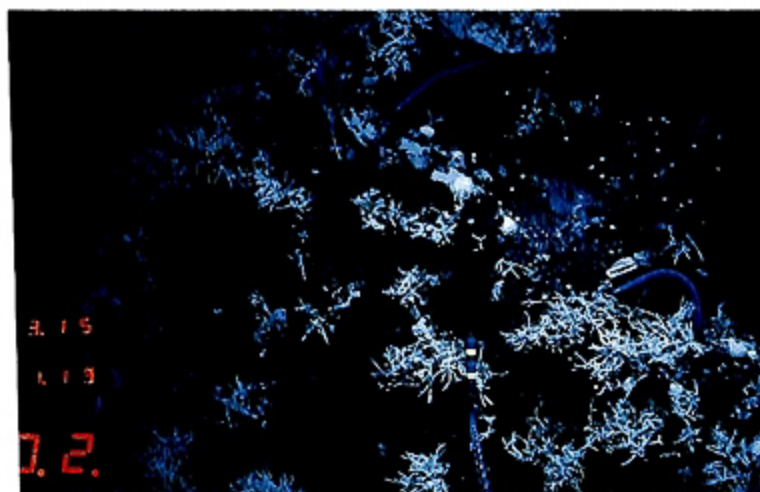


写真2 C 凹地南東部の海底

海底は黒色に変色し、多くの海綿類が付着している、写真右上部には小型のエゾイバラガニ類 (*Paralomis* sp.), スタウナギ科魚類 (多分、ムラサキスタウナギ) および小型腹足類が認められる。

28°23.3'N, 127°38.3'E, 690m

Photo. 2 Deep sea bottom of southeast part of the C-depression.

Numerous sponges are attached on the bottom showing black alteration in color. A small sized lithodid crab (*Paralomis* sp.), hagfishes (supposedly *Eptatretus okinoseanus*) and gastropods can be seen on upper right part of this photograph.

28°23.3'N, 127°38.3'E, 690m



写真3 B凹地縁辺部で観察された数100個体からなるハオリムシ類のコロニー
28°24.4'N, 127°38.0'E, 670m

Photo. 3 Dense colony of several hundreds vestimentiferan tube worms was observed at the margin of the B-depression.
28°24.4'N, 127°38.0'E, 670m



写真4 B凹地底におけるハオリムシ類の群生地
ハオリムシ類は単体で、海底に立った状態で観察された。海底下30cmでは摂氏0.1度以上の温度異常が計測され、湧水現象の可能性が示唆された
28°24.5'N, 127°37.9'E, 740m

Photo. 4 Community of vestimentiferan tube worm at the B-depression. Individual tube worms can be seen rising above sediment. Positive temperature anomaly over 0.1°C at 30cm below the bottom surface suggests hydrothermal fractures seep through the sediment.
28°24.5'N, 127°37.9'E, 740m



写真5 C凹地の気泡を伴う温水湧出孔周辺では、シンカイヒバリガイ類、エンゼイエゾイバラガニ (*Paralomis jamsteci*)、モエビ科長尾類 (*Lebbeus* sp. ?)、ヌタウナギ科魚類 (*Eptatretus okinoseanus* ?)、シンカイコシオリエビ類 (*Munidopsis* sp.) などからなる生物群集が観察された
28°23.3'N, 127°38.4'E, 720m

Photo. 5 Dense bed of the deep sea mussels (unidentified mytilid bivalves), the lithodid crabs (*Paralomis jamsteci*), the Hypolytid shrimps (*Lebbeus* sp.), the hagfishes (*Eptatretus okinoseanus* ?) and the anomuran crabs (*Munidopsis* sp.) can be observed in the vicinity of the warm seep with small gas bubbles at the C-depression.
28°23.3'N, 127°38.4'E, 720m



写真6 C凹地底で観察されたウシノシタ科魚類とエンゼイエゾイバラガニ
同様なウシノシタ科魚類は、小笠原父島西方の海形カルデラの温水湧出域においても確認された
28°23.3'N, 127°38.4'E, 720m

Photo. 6 Unidentified Cynoglossid fishes and the lithodid crab at the C-depression. Same kind of tonguefishes were also confirmed at the warm seep area of the Kaikata Caldera, west of Chichijima Island, Ogasawara.
28°23.3'N, 127°38.4'E, 720m