

沖縄海盆伊平屋海凹の熱水性生物群集

太田 秀^{*1}

海洋科学技術センターの田中らの1988年度「しんかい2000」ダイブ番号#366・#368の報告に従い、1989年6月10日と11日のダイブ#409および#410において、伊平屋 A 海域（通称伊平屋小海嶺東部：27°32.5'N;126°58.5'E：水深約1395～1425m）に潜航し、探索の結果、チムニーや“ゆらぎ”状の熱水噴出、あるいはガスの自噴は伴わないものの、著しい密度の熱水性生物群集を発見・採集した。潜航の主目的は、熱水性底生生物の観察と採集の他に、産状のステレオ写真測量とプランクトン研究者との共同の熱水性プランクトンの採集作業であった。生物群集組成はシロウリガイ属の1種、極めて古い体制を持った蔓脚類2種、イガイの仲間1種、ハオリムシ類2種、長尾類2種などを優占種とするものであった。代表的な構成生物種の産状と行動の観察結果を記載し、予備的な生物地理学的考察を加えた。

Deep-Sea Submersible Survey of the Hydrothermal Vent Community on the Northeastern Slope of the Iheya Ridge, the Okinawa Trough

Suguru OHTA^{*2}

During the Dives 409 and 410 of the Japanese submersible “SHINKAI 2000” on June 10 and 11, 1989, a thriving hydrothermal biological community was found on the northern slope of the Iheya Ridge in the Okinawa Trough (27°32.5'N;126°58.5'E; depth 1400m). The site was characterized by relatively thick blanket of sediments, pleated and/or laminated sheet flow of lava, with occasional lobate pillows and white and yellow stains. Although no remarkable shimmering water and thermal anomalies were detected during the observations and sampling of the dense patches of organisms, the extraordinarily thick community must be fueled by hydrothermal chemicals. The missions were dedicated to observations and sampling of benthic organisms of the vent field and “aerial photogrammetry” of the site. Collection of near-bottom plankton was also pursued expecting to find vent-specific plankton fauna.

The community was dominated by *Calyptogena* sp. nov. in biomass, primitive scalpellids (*Neolepas* spp.) and slender vestimentiferan tube worm in number. It must be noted that the *Calyptogena* sp. were confined to sediment bottom, and other dominant members were occupying the outcropping surface of the volcanic rocks. Two kinds of shrimps (a bresiliid *Alvinocaris* and

* 1 東京大学 海洋研究所

* 2 Ocean Research Institute, The University of Tokyo

a hippolytid *Lebbeus*), mussels, squat lobster *Munidopsis*, a stone crab *Paralomis* sp. were the representative constituents of the thick community. A larger vestimentiferan tube worm *Lamellibrachia* sp., glass sponges *Phoronema ijimai*, *Euplectella* sp. and the fishes such as *Aldrovandia*, *Chimaera* and *Synphobranchus* surrounded the field of dense patches of organisms. Observations on their life forms, behaviors, feeding habits and interspecific competitions were briefly described, and global distribution of several groups of organisms was discussed preliminarily in zoogeographical point of view.

1. はじめに

我が国の太平洋岸には、太平洋プレートとフィリピンプレートの沈み込みに関連して深海冷水生物群集が数多く発見され、その生態学的研究が盛んとなった (Ohta and Laubier, 1987; 太田ほか, 1987; Sakai *et al.*, 1987; Hashimoto *et al.*, 1989; 太田 (編), 1990)。しかし、従前はチムニーを伴う大規模な高温熱水噴出現象と、それに会合した旺盛な熱水噴出孔生物群集が本邦周辺に確認されておらず、むしろ諸外国と共同してマリアナや北フィジーなど遠隔地の背弧海盆のリフト系調査に参加することによって、観察と研究素材を得ていた (Okutani and Ohta, 1988; Hessler *et al.*, 1988; Stein *et al.*, 1988)。1988年沖縄海盆の伊平屋海嶺・伊名海穴海域に高温熱水噴出現象と豊富な生物群集の存在が報告されはじめ (加藤ほか, 1989; 青木・中村, 1989; 木村ほか, 1989; 田中ほか, 1989), プレートの収束と発散という、いずれも地球テクトニクスに支えられた深海生物群集を、統一的に研究するフィールドに恵まれることになった。

海洋科学技術センターの田中らの1988年度「しんかい2000」ダイブ#366・#368の報告 (田中ほか, 1989) にしたがって、6月10日と11日のダイブ#409および#410において、伊平屋A海域 (通称伊平屋小海嶺東部: 27°32.5'N; 126°58.5'E: 水深約1395~1425m) に潜航した (図1)。探索の結果、チムニーや“ゆらぎ”状の熱水噴出あるいはガスの自噴は伴わないものの、著しい密度の熱水性生物群集を発見・採集できた。潜航の主目的は、熱水性底生生物の観察と採集の他に、産状のステレオ写真測量とプランクトン研究者との共同で、熱水性プランクトンの採集作業を行うこと (菊池ほか, 1990: 本報告集参照) であった。

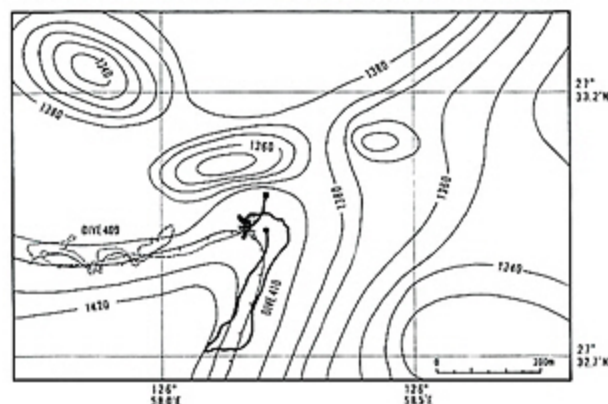


図1 Dive 409および410の航跡と概略海底地形

Fig. 1 Track lines of Dives 409 and 410 on the Sea-Beam map of the relevant site.

本ダイブは平成元年度の沖縄トラフ調査の最初の潜航であった。ロランCの測位精度の悪い海域で、「なつしま」と「かいよう」のGPSインターキャリブレーションを果たしつつ、場所の再現性に難儀した後の予定浮上時刻まぎわの発見であった。2度目のダイブについても位置修正に困難が伴った。多岐にわたる個別的な研究成果は後に譲り、産状の記載と生態観察を中心として報告する。

2. 調査地点と研究装備

図1に潜航地点の海底地形の概略図を示した (JAMSTEC 提供)。伊平屋小海嶺東端部、海嶺北側斜面の中腹にある水深約1400m前後の平坦部に位置するが、この濃密生物群集のすぐ北には比高約50mの高まりがあり、この高まり自身が全体として散開性の熱水噴出を伴う変質域であるという (田中ほか, 1989, 1990)。ダイブ#409はこの高まりの南麓を等深線沿いに東西方向に探索し

た。潜水船の水深読取値を前年度と同一値として潜航した場合、実際には約20m深い地点を探索したことが後に判明した。結果として昨年度の田中の潜航で発見した「割れ目状噴出孔」の南ほぼ150mの位置にあたる。なお、これは化学グループの“CLAM サイト”と同一のポイントである。

ダイブ#409では、群集構造の記載用に鉛直方向にセットした白黒フィルムを装填したステレオカメラ・ベイトトラップ・手網・塩ビ製密閉型サンプルボックス・採泥管2本を潜水船に装備した。ダイブ#410では、設置用マーカー・測量写真装置・塩ビ製密閉型サンプルボックスを装備した。さらに両ダイブを通じてベイロード・ラック(廊下)には開閉式近底層プランクトンネット(RMT改良型)、船のサンプルバスケット左舷側には海底直上プランクトン採集用の開閉式プランクトンネットを装着した(菊池ほか, 1990参照)。

3. 観 察

まず着底地点から1390~1410mの深度幅で、ほぼ東西に密集生物群集の探索を開始した。

1410m以深は傾斜がややきつく、粗粒堆積物に埋積されていて何となく不毛な感じを受けた。水深1395m以浅はスクリーと大塊の岩場となる。水深1400~1410mの範囲はかなり平らで、明色の細粒堆積物に覆われていた。ミツマタナマコ科の大型なまこが目だったが、これは堆積物表面に有機物が豊富であることを示している。しかし、飛来する懸濁物から推して、細粒堆積物の白さには熱水析出物質がかなり寄与しているように思われ、熱水性生物群集発見の期待が増大する。水深1400m沿いには所々に黒褐色の積層構造をもった岩、長卵形の枕状溶岩および皺くちやに揉まれたシート状のスラブが露出する。岩質は典型的な玄武岩とは異なるが、その形状やガラス質の急冷された表面を持つことなどから噴出岩である。ほぼ1400m等深線沿いに精査すること1時間、野球ボール大のガラス海綿(*Phoronema iijimai*)とカイロウドウケツ類(*Euplectella* sp.)の密集群落と、岩の表面に白変・黄変パッチを視認した。これらの指標の密度交配を辿ることによって、シロ

ウリガイの死殻の散在するキナ臭い“地獄”を過ぎ、ついにシロウリガイ・ハオリムシ・蔓脚類・長尾類の“天国”に到達した。浮上予定時刻まであまり余裕はない。熱水噴出孔の探索は諦め、ここに着座し生物サンプルを採取することにした。

全体としてスロープ上のベンチ状地形には、角礫岩滓および火山性碎屑物を思わせる粗砂粒で覆われた地質に、灰黒褐色の火山性の平板な岩(玄武岩質安山岩?)が露出し、その周辺の等深線沿いに幅約5m長さ約20mほどにわたって、著しい密度で生気に満ちた底生生物が生活していた。ただし、探索およびサンプル採集の過程ではチムニーや“ゆらぎ”状の熱水噴出、あるいはガス(ガス液)の自噴は伴わないので、厳密には“熱水噴出孔”生物群集とは断定しかねるものである。

最も密集した群集の中心部分では、長径約15cmとサイズの揃った大型で未記載種のシロウリガイ類(*Calyptogena* sp.)が、砂質の堆積物底に、1×3mおよび1×1m程の2個の明瞭なパッチをなし、最密充填状態で半身を埋めていた(写真1)。ただし、この堆積物の厚さはせいぜい10~15cmで、“コロニー”外部では5cm程度である。やや開いた殻の開口部からはピンク色の外套膜を覗かせ、不完全なサイフォンを通してゆったりと呼気を噴出している。生物量においても最も優占するのはこのシロウリガイ類であり、パッチ内の現存量は優に10kg/m²級と推定される。

二枚貝に裾野をとりまかれた近傍の露岩には、極めて古い体制を残した新種のミョウガイ類(蔓脚類)(写真1, 3, 8, 9)の集塊と、10~20cmの厚みをなして絡みあう小型で細いハオリムシ類(相模湾の細いものと共通種と思われる)が密集群落を形成する。個体数において最も優占する生物がこの大型のミョウガイ類と細いハオリムシである。

伊平屋海嶺産のシロウリガイ類は、相模湾のシロウリガイ *Calyptogena soyoe* や南奄西海域の *Akebonocha* sp. と区別される。菌はむしろ *Calyptogena* に属するものであるが、殻が大型かつ極めて厚くなることで相模湾の *C. soyoe* とは異なり、新種として報告すべきものである(堀越ほか, 1990)。ヘモグロビンに富む血液、退縮した

消化管、異常に肥厚した鰓およびその産状は、相模湾や日本海溝・千島海溝などの冷湧水帯の堆積底に棲むシロウリガイ類、ならびにEPR（東太平洋海膨）の熱水ベント域の岩盤上に生息するガラバゴスシロウリガイ（*Calyptogena magnifica*）の両者に共通した生態を有していることを示している。鰓組織に共生細菌を充満した bacteriocytes 層が観察されるが、固定サンプルの光学顕微鏡観察で、鰓組織内に多量の無機硫黄の析出結晶が見られることから、硫酸酸化型細菌を宿すものと推定される。なお、シロウリガイ類の殻内部には、撓脚類・多毛類などの外部寄生生物も多種見つけられた。撓脚類については戸田龍樹博士（東京大学海洋研究所）、多毛類については三浦知之博士（鹿児島大学）にその研究を託した。

細いハオリムシの糸玉は、あたかも牡丹雪に埋められたように化学的析出物もしくはバクテリアマットをかぶっていた（写真2）。その隙間には大型の熱水性エビ類が見え隠れする。手網の操作では殆どが逃げてしまい、マニピュレーターで破碎したシロウリガイをオトリにして、やっとのことで採集できた。破碎した二枚貝の軟体部から飛散する血液につられ、どこからともなく体長5mm～数cmの端脚類が次第に集まってくる。二枚貝の軟体部をひきちぎって摂食する姿は、これらの長尾類や端脚類が比較的小型ながら俊敏で猝猛な捕食者（消費者）であることを示している。この肉食性の長尾類は海底現場では、少なくとも乳白色半透明の体色・白い眼球・長い額角・細い歩脚を持つもの（写真6）、橙色の体色・黒い眼球・短い額角・太い歩脚を持つもの（写真7）の2種に区別された。前者はEPRの熱水で採集された *Alvinocaris* に近い新種である。後者は南奄西海域と共通のモエビ科 Hippolytidae（*Lebbeus* sp.？）に含まれるものと思われ、熱水に会合するエビとしては新しく追加すべきグループとなろう。これらの両種については菊池知彦博士（横浜国大）と共同で研究を進めている。誘引餌に対する反応には2種に微妙な差が見られた。*Alvinocaris* は遊泳して飛びつき、激しく餌を食いちぎっては持ち去ろうとする。Hippolytidae gen. sp. は太い歩脚で歩きながら *Alvinocaris* に遅れて餌に接近する傾向がある。

個体数が少ないもののヒバリガイ類の1種も、足糸で岩塊および細いハオリムシの棲管に付着して見つかる。EPR、マリアナ・北フィジー海盆のものほど大型化しない（写真4）。イガイ科に属するが外套膜が軟体部全体を袋状に包まないという点では、典型的な *Bathymodiolus* 属とは異なる。鰓糸の基本構造は糸鰓類に属するが、各ラメラは異常に幅広く発達し、シロウリガイ類と同様、鰓組織に共生細菌を保有している。消化管・鰓の解剖と光学顕微鏡観察上の印象、鰓で集めた懸濁物をかすめ取ると思われる多毛類が鰓によく外部寄生していることから、この二枚貝は周辺海水に懸濁する自由生活性化学合成細菌塊（長沼ほか、1990参照）の濾過食も同時に効率よく行う混合食者 mixotroph と考えられる。

大型の捕食者では随時イラコアナゴ類（*Synphobranchus* sp.）およびイバラガニ類などが虎視眈々とこの群集周辺に出没した。一方、この密集生物群集内に固有と思われるゲンゲ類（“eelpouts”）も2種見られた。ゲンゲ類は普段は海底にじっと着座し、摂食する様子が見られない。ちなみに、冷凍さんまを餌としたベイト・トラップへの最初の闖入者は、イラコアナゴと数種の端脚類であった。イバラガニ類（*Paralomis* sp. 歪尾類；写真1）は甲幅15cmに達する大型種で、淡黄色の体色・歩脚の各節が扁平で前後端に櫛歯状に棘がならぶことなどから、未記載新種と思われる。南奄西海域の種類とは互いに近距離であるにも関わらず別種と考えられる。相模湾の初島や沖ノ山堆のシロウリガイ群集地帯におけるエゾイバラガニ（*Paralomis multispinata*）と同様、ベントまたは浸出帯にルーズに集まり、濃密な生物群集にさらに強くひきつけられて生活する。しかし、彼らの一般的な動作の緩慢さ（「逃げ足」とは異なる）をもってしては、例の2種の長尾類と餌を競い合うことが一見して困難と思われる。おそらくイバラガニは餌に到達後、小型の捕食者を排除するか、その鉗脚を用いて貝・蔓脚類・地中の多毛類などをついばむのであろう。数は少ないが、熱水噴出孔の周辺に多いと報告されている幅広い額角を持つシンカイコシオリエビ類（*Munidopsis* sp.）もここで認められた。しかし、ほとんど動作を示さない緩慢さと無表情さから

は、かれらの食性を推定することは困難であった。

採集ポイント周辺の堆積底には、10×30cm 規模あるいは線状に並んだ白い粉末のマットが見られたが、コア・キャッチャーを備えた採泥筒で採集を試みても、bow wave で飛散し採集はできなかった。粒子の粘性性が希薄であることから、このマットは *Beggiatoa* などの糸状細菌を主体としたものではなく、炭酸塩もしくは硫酸塩を主成分とする化学的析出物と思われる。やや周辺部の粗砂に薄く覆われた堆積底には、大型（開口部の径が1cm程度、全長30~70cm）のハオリムシが、鎌首を持ち上げた蛇もしくはアスパラガスのように開口部を10~20cm 直立させて生えている（写真5）。叢状に群れることはなく、基部の大部分は堆積物の下で岩に固着しているため、無傷で虫体の全体をマニピュレーターで採集することは極めて困難である。生息密度の高い部分では20個体/m²に達する。obturaculum が細く、鰓糸も短く、軟体部が棲管の先で花開くような外観を呈しない。管の開口部の近くに何段ものラッパ状のひだを持つことも含めて、この大型のハオリムシは、明らかに相模湾の大型 *Lamellibrachia* とは別種である（写真8）。棲管には岩塊に密集するものとは別種の *Neolepas* を数個体ずつ付着させているのが見られる（写真8、9）。この種は先述した大型で密集するもう1種のミョウガガイ類（写真3）とは対照的に、突起物上に単独で生活することが多い。

露岩上にはガラス海綿類（オキナカイメン科の *Pheronema ijimai* ならびに大型で中央部に最大幅を持つカイロウドウケツの仲間 *Euplectella* sp.）・大型いそぎんちゃく類・ケヤリムシ類（*Sabellidae*：棲管径5mm程）が生え（これはシロウリガイ・サイトの周辺100m 規模の延長線に分布する）、シロウリガイ密集点に棲む3種の蔓脚類（すなわちミョウガガイ類と広義のフジツボ類）とともに懸濁細菌類を捕集している。逆にいうと、これら懸濁食者を支える有機物の供給がなければならぬ。ちなみに、蔓脚類はいずれも極めて繊細な蔓脚（つるあし）をもっており、大型の自由細菌や菌塊フロックの採捕に適応している。

4. 考 察

最も優占するシロウリガイ類・ハオリムシ類・蔓脚類については形態学的な研究の他に、ヘモグロビンのアミノ酸配列と系統的考察を、またその他の生物も含めて安定同位体比による食物連鎖の研究を進行中であるが、さしあたり最も興味がそそられるのは、生物地理学上の比較と考察であろう。

まずシロウリガイ類であるが、1985年の日仏 KAIKO 計画採集による3もしくは2新種（Okutani and Metivier, 1986; Metivier, Okutani and Ohta, 1986; Horikoshi, 1989）および1989年の日仏 KAIKO-NAKAI 計画による追加（多分）4種（未発表）を含めると、日本周辺には現生種だけでも広義のシロウリガイ類が、水深数100m から6000mの範囲にわたって10種類前後生息することになる。そのうち、南奄西海域と沖縄海盆のもの2種が熱水に会合するものであり、他は冷湧水に伴うものである。しかし、日本産の現生種がすべて堆積底に生息する種であり、ガラバゴスシロウリガイのように玄武岩の隙間に直接斧足を挿入し、堆積物を要求しないタイプ（Hessler et al., 1985）とは異なることに注意しよう。この点については後にもう一度触れることにする。中西部太平洋域のマリアナ背弧海盆、マヌス海盆や南太平洋域の北フィジー海盆、ラウ海盆などの熱水噴出孔で最も目立ち、かつ、体内に共生する化学合成独立栄養細菌を持つことで生態的に見かけ上生産者の地位を占めたのが、*Alviniconcha* や未記載種のニシキウズ科の巻貝であったが（Both et al., 1986; Ohta, 1988 in Hessler et al., 1988; Stein et al., 1988; STARMER Nautilé participants, unpublished data）、沖縄熱水海域ではEPRと同様、あるいは日本周辺のテクトニクスに支えられる特殊深海生物群集の例に漏れず、シロウリガイ類とハオリムシ類であったことに改めて注目する必要がある。

蔓脚類のうち1種は現世の普通種であるが、残りの2種が実に原始的な体制を保存した種類であった。EPRの熱水域で見つかったミョウガガイとマリアナ背弧海盆で著者も参加して採集したグループの研究を契機として、最近蔓脚類の系統分類が大幅に書き換えられた（Newman, 1979; Newman and Hessler, 1989）。伊平屋小海嶺産のミョ

ウガガイ類2種はEPRで採集された *Neolepas* 類と極めて近縁のものであり、ミョウガガイ類・フジツボ類・ハナカゴ類などの固着性蔓脚類の祖先型ともいえるべきもので、化石も含めて最古の形態を残している。同属の *Neolepas zeviniae* はこれまでEPR沿いでは極めて稀に産するものとされていたが、本海域では極めて大型化し、かつ個体数では最優占種である(写真1参照)。マリアナ背孤海盆熱水噴出孔生物群集では *Neovernica brachylepadoformis* (Newman and Hessler, 1989) が個体数で最も優占するメンバーであったが、この種はハナカゴ類に向かうべき祖先形を残しており、*Neolepas* に比べれば進化の階梯をすでに辿りはじめた種である。沖縄海盆が開き始めたばかりのリフトであると考え、最も若いリフト系に最古の形態を保存する蔓脚類がすでに到達していることは驚きである。

おなじ甲殻類でも十脚甲殻類については *Alvinocaris* 類が存在し、目の特殊化した *Rimicaris* 属(大西洋中央海嶺、マリアナ・北フィジー背孤海盆の長尾類優占種)がいないという点では、伊平屋海域の長尾類相はEPR型である。しかし、先述したようにモエビ科も参入していること、狭義のカニ(bythograeids)を欠くという点では独自である。伊平屋の2種のエビは、生態的には他の熱水噴出地帯で報告されている *Bresiliidae* に属する *Alvinocaris* および *Rimicaris* と同じニッチを占めている。

深海性のウナギ類・トカゲギスやギンザメ類の魚類は、ふつう熱水噴出孔生物に固有な生物には数えない。彼らが容易に侵入できることは、このサイトの海水の雰囲気には通常の生物に有毒な化学成分が希薄であることを示している。したがってこのサイトは他の典型的な熱水噴出孔生態系に比べ、より開放系であることを斟酌しなければならない。伊平屋小海嶺の“熱水噴出孔生物群集”の周辺には、泥表の有機デトリタスを選択的に摂食する大型ナマコ類および懸濁物を濾過食する海綿類の密度が高い。熱水噴出孔生態系と、それを取りまく外部との物質の内外フラックスの評価にも取り組まねばならないであろう。

同じレグで乗り合わせた地質調査所の中村光一(＃411)・丸茂克美(＃412)両氏の御好意で、

伊是名海穴のブラックスモーカーからの標本を扱う機会に恵まれた。ブラックスモーカーのチムニー中部から採集した鉱物標本の表面から、まず未記載種の蔓脚類と笠型の巻貝の追加標本が得られた。この蔓脚類はハナカゴ類とフジツボ類との共通の祖先形を持った、いわゆるミッシング・リンクにあたるという(山口寿之博士私信)。なお、現在のところ先述した *Neolepas* 類が伊是名海域で見つからないのは、両者間の距離を考慮すると不思議である。

耐高温性と広範な分布を持つことで有名な熱水性多毛類 *Paralvinella* spp. も発見された。これはチムニー本体に純白の苔のような棲管を付着させ(写真10)、熱水の漏出する環境にすむグループで、チムニー裾部に多いケヤリムシ科のゴカイとは異なる。この類は世界のすべての熱水チムニーから報告されており、種は異なるとしても属位では熱水噴出孔生物として最も広域に分布するグループである。このグループが棲管内部に子孫を産みつけ、稚仔の伝播拡大面からいって最も不利な機構を持つにもかかわらず(Laubier and Desbruyeres, 1985)、最も広域に分布するという謎は依然として解明されていない。

白いカニ(bythograeid crabs)を欠いていることも興味深い。なお、伊是名のブラックスモーカー周辺には伊平屋と共通の大型のハオリムシが見つかるが、シロウリガイは現在のところ纏まっては産出しないようである。これは場合によると、①「爆発的イベント」(中村, 1990)の繰り返して移動能力の低い生物が排除されているか、②クラスレート状態の二酸化炭素やハイドロカーボンがシロウリガイに不都合な条件となっているのか、もしくは、③日本産のシロウリガイは硫黄バクテリアを利用する共生細菌を鰓に持つが、たとえばメタンに富む環境で硫化水素を得ようとすれば、海水の硫酸と反応するリアクターとしてセディメント・ベッドを必要とするのかも知れない。③の機構がもっとも最初に検証されるべきものと思われるが、地球化学的研究、特に硫黄の同位体比の研究成果が待たれる(酒井ほか, 1990; 金ほか, 1990: 本号参照)。また、伊是名海穴域のブラックスモーカーに関連して濁った水には、球形の“くしくらげ類”が多数浮遊していること

に気づいた。熱水噴出環境に固有なプランクトンの存在が示唆される。

現在われわれはこの伊平屋・伊是名・南奄西を含む沖縄海盆の他に、マリアナ背弧海盆・北フィジー海盆・ラウ海盆・EPR・フアン・デ・フカ・海形海山頂等の熱水性生物群集および本邦東岸の冷湧水性生物群集とを、直接に比較することができる。分類・形態学的研究が進行した暁には、これらの熱水・湧水性生物の現在の分布パターンの地史的かつグローバルな説明が要求されることになる。

5. 謝 辞

本研究を行うに際し、段野司令以下「しんかい2000」運航チームならびに支援母船「なつしま」の運航スタッフには、すっかりお世話になった。また、海洋科学技術センター深海研究部にはシービームマップ、参考となるダイブ記録などを快く提供していただき、深く感謝いたします。林育夫博士（日本海区水産研究所）には母船上でのサンプル処理を手助けして頂いた。

本研究の実施にあたり、一部は環境庁からの委託研究「リフト系の解明に関する調査・研究：熱水性大型生物群集の生態の調査・研究」の補助を受けた。

参考文献

- 青木正博・中村光一, 1989, 伊是名海穴鉾床サイト2のチムニー群の産状及び硫化物チムニーの組成と鉾物組成, 第5回「しんかい2000」シンポジウム報告書 JAMSTECTR Deepsea Research, (5), 163-182 (in Japanese with English abstract and legends).
- Both R., Crook K., Taylor B., Borgan S., Chappell B., Frankel E., Liu L., Sinton J. and Tiffin D., 1986, Hydrothermal chimneys and associated fauna in the Manus Back-Arc Basin, Papua New Guinea. *Eos*, 67 (21), 489-491.
- Hashimoto J., Ohta S., Tanaka T., Hotta H., Matsuzawa S. and Sakai H., 1989, Deep-sea communities dominated by the giant clam, *Calypotogena soyoe*, along the slope foot of Hatsushima Island, Sagami Bay, central Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 71 (1/2), 179-192.
- Hessler R. R. and Smithey W. M., Jr. 1983, The distribution and community structure of megafauna at the Galapagos Rift hydrothermal vents. In P. A. Rona, K. Bostrom, L. Laubier and K. L. Smith, Jr. (eds.) "Hydrothermal Processes at Seafloor Spreading Centers", Plenum Press, New York, pp. 735-770.
- Hessler R. R., Smithey W. M., Jr. and Keller C. H., 1985, Spatial and temporal variation of giant clams, tube worms and mussels at deep-sea hydrothermal vents. *Bulletin of the Biological Society of Washington*, (6), 411-428.
- Hessler R. R., Lonsdale P. and Hawkins J. 1988, Patterns on the ocean floor. *New Scientist*, (24), 47-51.
- Horikoshi, M., 1989, Hinge structures, their variations and changes during growth, of some Japanese deep-sea, giant white clam, *Calypotogena*, collected during the "Kaiko" Project. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 71 (1/2), 137-160.
- 堀越増興・太田秀・橋本惇, 1990, 伊平屋小海嶺の東部海域で得たシロウリガイの1新種とその産状, 1990年度日本海洋学会春季大会講演要旨集, p. 298 (in Japanese).
- 加藤幸弘・中村光一・岩淵洋・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」シンポジウム報告書, JAMSTECTR Deepsea Research, (5), 163-182 (in Japanese with English abstract and legends).
- 菊池知彦・戸田龍樹・根本敬久・太田秀, 1990, 第6回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, JAMSTECTR Deepsea Research, (6), (本誌, 別記) (in Japanese with English abstract and legends).
- 金銀珠・酒井均・蒲生俊敬・橋本惇・太田秀・柳沢文孝, 1990, 沖縄トラフ熱水生物の炭素, 窒素および硫黄の安定同位体比, 第6回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, JAMSTECTR Deepsea Research, (6), (本誌,

- 別記) (in Japanese with English abstract and legends).
- 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」シンポジウム報告書. JAMSTECTR Deepsea Research, (5), 223-244 (in Japanese with English abstract and legends)
- Laubier L. and Desbruyères D., 1985. Oases at the bottom of the ocean. Endeavour, New Series, 9 (2), 67-76.
- Metivier B., Okutani T. and Ohta S., 1986. *Calyptogena (Ectenagena) phaseoliformis* n. sp., an unusual vesicomyid bivalve collected by the submersible *Nautila* from abyssal depths of the Japan and Kurile Trenches. Venus (Japanese Journal of Malacology), 45 (3), 161-168.
- 長沼毅・池本栄子・鋤崎俊二・辻義人・堀田宏, 1990. 沖縄トラフ熱水噴出域の化学合成細菌. 1990年度日本海洋学会春季大会講演要旨集. p. 292 (in Japanese)
- 中村光一, 1990. 沖縄トラフ伊是名海穴海底熱水性鉱床の研究 I. 新たに発見したブラックスモーカーを中心とする鉱床の分布と産状. 第6回「しんかい2000」研究シンポジウム予稿集, 海洋科学技術センター, pp. 32-33 (in Japanese)
- Newman, W. A., 1979. A new scalpellid (Cirripedia); a Mesozoic relic living near an abyssal hydrothermal spring. Transactions of the San Diego Society of Natural History, 19 (11), 153-167.
- Newman, W. A. and Hessler R. R., 1989. A new abyssal hydrothermal verrucosporan (Cirripedia; Sessilia): The most primitive living sessile barnacle. Transactions of the San Diego Society of Natural History, 21 (16), 259-273.
- Ohta, S. and Laubier L., 1987. Deep biological communities in the subduction zone of Japan from bottom photographs taken during "Nautila" dives in the Kaiko Project. Earth and Planetary Science Letters, 83, 32-342.
- 太田秀, 1988. 海底熱水系と生物過程. 地球化学 22, 87-95 (in Japanese)
- 太田秀 (編), 1990. 昭和61年, 62年度文部省科学研究費補助金 (一般研究 A) 研究成果報告書「海洋プレートの沈み込みに伴う特殊深海生態系の学際的研究」, 東京大学海洋研究所. 224 pp. [collected reprints]
- 太田秀・酒井均・平朝彦・大和田紘一・石井輝秋・前田昌調・藤岡換太郎・才野敏郎・木暮一啓・蒲生俊敬・白山義久・古田俊夫・石塚明男・遠藤圭子・角隆幸・堀田宏・橋本惇・半田暢彦・増澤敏行・堀越増興, 1987. 相模湾初島沖における「シロウリガイ群集」総合調査報告(1). 第3回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書. JAMSTECTR Deepsea Research, (3), 51-60 (in Japanese with English abstract and legends)
- Okutani T. and Metivier B., 1986. Descriptions of three new species of vesicomyid bivalves collected by the submersible *Nautila* from abyssal depths off Honsyu, Japan. Venus (Japanese Journal of Malacology), 45 (3), 147-160.
- Okutani T. and Ohta S., 1988. A new gastropod mollusk associated with hydrothermal vents in the Mariana Back-arc Basin, Western Pacific. Venus (Japanese Journal of Malacology), 47, 1-9.
- Sakai H., Gamo T., Endow K., Ishibashi J., Ishizuka T., Yanagisawa F., Kusakabe M., Akagi T., Igarashi G. and Ohta S., 1987. Geochemical study of the bathyal seep communities at the Hatsushima site, Sagami Bay, Central Japan. Geochemical Journal, 21, 227-236.
- Stein J. L., Cary S. C., Hessler R. R., Ohta S., Vetter R. D., Childress J. J. and Felbeck H., 1988. Chemoautotrophic symbiosis in a hydrothermal vent gastropod. Biological Bulletin, 174, 373-378.
- 田中武男・溝澤巨彦・堀田宏, 1989. 沖縄トラフ伊平屋小海嶺東部の1988年潜航調査について

て、第5回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書. JAMSTECTR Deepsea Research, (5), 267-282 (in Japanese with English abstract and legends)

Williams A. B. and Chace, F. A., Jr., 1982. A new caridean shrimp of the family Bresiliidae from thermal vents of the Galapagos Rift. *Journal of Crustacean Biology*, 2(1): 136-147.

Williams A. B. and Rona P. A., 1986. Two new caridean shrimps (Bresiliidae) from a hydrothermal field on the Mid-Atlantic Ridge. *Journal of Crustacean Biology*, 6(3), 446-462.

(原稿受理 1990年6月1日)

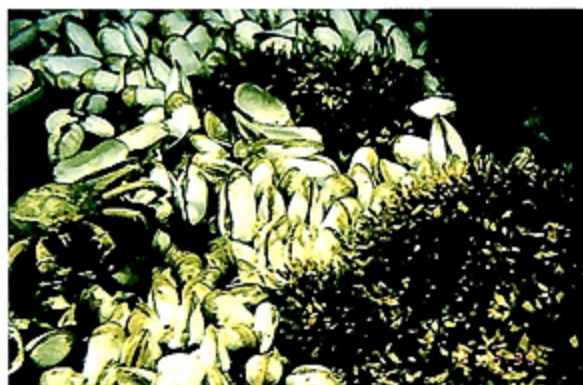


写真1 シロウリガイ類—蔓脚類の密集群落とイバラガニ

Photo. 1 *Calyptogenia* sp. colonizing on the sediment and a stone crab *Paralomis* sp. Scalpellids cover the outcropping rocks.

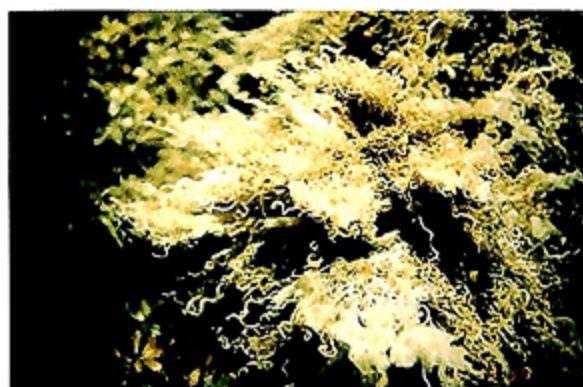


写真2 細いハオリムシの集塊。白色沈澱物と海綿の付着に注意

Photo. 2 Tangle of slender vestimentiferan tube worms with white chemical precipitates and sponges.



写真3 古い体制を残すミョウガガイの仲間 (A種)

Photo. 3 A primitive scalpellid [*Neolepas* sp. A] They dominated in number among the members of the community as seen in Photo 3.



写真4 細長く中型のシンカイヒバリガイ類

Photo. 4 Elongated type of medium size mussel. Two forms of mussels occurs in the community.

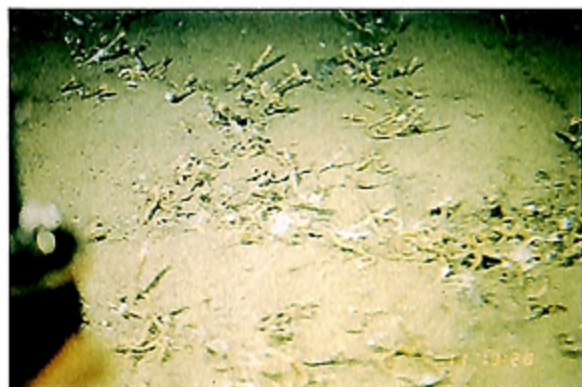


写真5 アスバラガス畑を思わせる大型ハオリムシと白色の沈殿物

Photo. 5 Larger vestimentiferan tube worms and white chemical precipitates on a sediment-covered flat rock.



写真6 熱水域に生息する肉食性の長尾類 Bresiliidae の1種

Photo. 6 Voracious bresiliid shrimp (*Alvinocaris* sp.) living among the vent community.



写真7 熱水域に生息する肉食性の長尾類、モエビ科の1種

Photo. 7 Another voracious hippolytid shrimp (? *Lebbeus* sp.) living among the vent community.

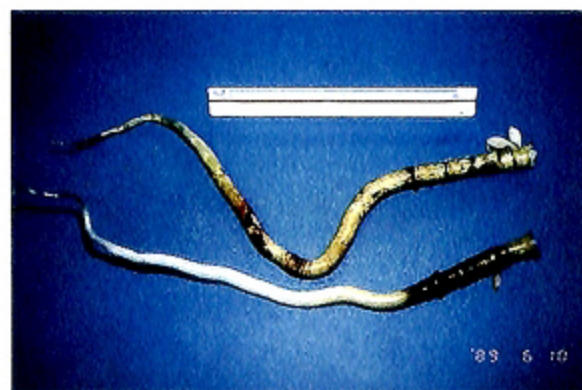


写真8 大型のハオリムシ。スケールは15cm

Photo. 8 Larger vestimentiferan tube worms bearing scalpellids. scale bar : 15cm.



写真9 古い体制を残すミョウガガイの仲間 (B種)
 Photo. 9 Another species of primitive scalpellid
 [*Neolepas* sp. B] on a tube of the larger
 vestimentifera.

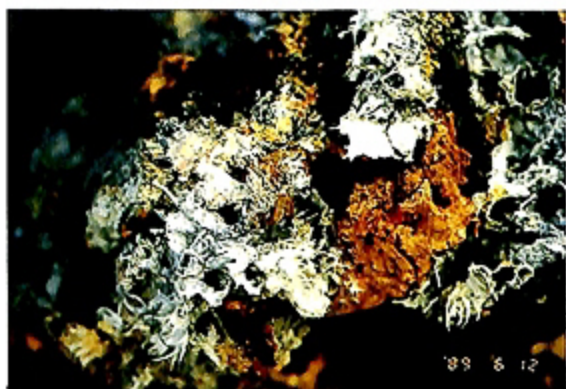


写真10 伊是名スモーカーの硫化物上のハイカブリゴ
 カイと白色苔状の棲管
 Photo. 10 Paralvinellid polychaete and their tubes on
 the polymetallic sulfide block of the Izena
 black chimney.