

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)

太田 秀 ^{*1}	酒井 均 ^{*1}	平 朝彦 ^{*1}	大和田 紘一 ^{*1}
石井 輝秋 ^{*1}	前田 昌調 ^{*1}	藤岡 換太郎 ^{*1}	才野 敏郎 ^{*1}
木暮 一啓 ^{*1}	蒲生 俊敬 ^{*1}	白山 義久 ^{*1}	古田 俊夫 ^{*1}
	石塚 明男 ^{*1}	遠藤 圭子 ^{*1}	角 隆幸 ^{*1}
		堀田 宏 ^{*2}	橋本 惇 ^{*2}
		半田 暢彦 ^{*3}	増澤 敏行 ^{*3}
			堀越 増興 ^{*4}

1986年5～6月に相模湾初島沖のシロウリガイ群集の生態学的・地球化学を主体とした総合調査を行った。冷湧水の浸出を作業仮説とし、湧水中の化学物質の分析、エネルギー転換に関与するであろう微生物の単離、主要な底生生物の組成や生理的特性の調査を主眼目とした。Dive 225～227をこの調査に当て、直上水採水器、間隙水採取装置、電動採泥器、採泥管、地中温度連続記録器、現場呼吸量測定装置等を潜水艇に搭載した。

生きたシロウリガイは表層堆積物下の地質構造を反映してか、概ね線上に配列しており、最密充填状態にあった。その生物量は殻込み湿重量で、 10 kg/m^2 以上と推定される。海底表層下30cmの地中温度は 0.5°C の正の異常を示した。直上水からは高濃度のメタンが検出されたが、硫化水素や重金属濃度には異常値は認められなかった。堆積物中には高濃度のアンモニアとATPが認められた。堆積物と間隙水から、硫酸化細菌、水素酸化細菌、メタン酸化細菌、酵母、従属栄養細菌、無色鞭毛虫と窒素固定活性が検出された。シロウリガイの鰓の組織学、透過電顕観察から、細胞内に共生細菌像が多量に認められた。また、鰓には硫黄が高濃度に蓄積されていた。潜航地点周辺で採集される管棲蠕虫は、西部太平洋地域では初報告のVestimentiferaで、未記載の*Lamellibrachia*属の一種である。シロウリガイと管棲蠕虫の安定同位体分析結果は、化学合成過程の関与を支持している。

*1 東京大学海洋研究所

*2 海洋科学技術センター

*3 名古屋大学水圏科学研究所

*4 千葉大学理学部

*5 Ocean Research Institute, University of Tokyo

*6 Japan Marine Science and Technology Center

*7 Water Research Institute, Nagoya University

*8 Faculty of Science, Chiba University

REPORT ON MULTI-DISCIPLINARY INVESTIGATIONS OF
THE *CALYPTOGENA* COMMUNITIES AT THE HATSUSHIMA SITE

Suguru OHTA*⁵ Hitoshi SAKAI*⁵ Asahiko TAIRA*⁵
Kouichi OHWADA*⁵ Teruaki ISHII*⁵
Masachika MAEDA*⁵ Kantaro FUJIOKA*⁵
Toshiro SAINO*⁵ Kazuhiro KOGURE*⁵
Toshitaka GAMO*⁵ Yoshihisa SHIRAYAMA*⁵
Toshio FURUTA*⁵ Tokio ISHIZUKA*⁵
Keiko ENDOW*⁵ Takayuki SUMI*⁵
Hiroshi HOTTA*⁶ Jun HASHIMOTO*⁶
Nobuhiko HANDA*⁷ Toshiyuki MASUZAWA*⁷
and Masuoki HORIKOSHI*⁸

A multi-disciplinary research party was organized for the investigation of the 'seep communities' of the Hatsushima site, aiming to gain evidence of seepage and determine the micro-organisms and chemical substances involved in the chemosynthetic cycles. A bottom water sampler, power-driven grab, tube corers, interstitial water samplers, long-term temperature monitors and in situ respirometer were installed in the submersible *SHINKAI 2000*.

A consistent temperature anomaly and the extremely high methane content of the bottom water supported the presence of a cold seep. However, no conspicuous anomalies were found in the hydrogen sulfide and heavy metal contents.

Living *Calyptogena soyoe* were crowded in a closest-packed structure, and the standing crop was estimated to surpass 10 kg/m² in crude wet weight. Characteristic associated organisms were vestimentiferan tube worms, solemyid bivalves and eel-like zoarcid fish. The presence of hydrogen sulfide-oxidizing bacteria, hydrogen-oxidizing bacteria and methylotrophic bacteria was demonstrated in the sediment and pore water. High ammonia and ATP concentrations could be traced deep into the sediment, and alkalinity increased with depth.

The gills of *C. soyoe*, which were unusually thick and highly vascularized with haemoglobin-rich blood, were specialized for symbiosis with bacteria. Histological observations and electron microscopy revealed many inclusion bodies within the gill cells. Sulfur and phosphorus were localized within the layer of bacteriocytes. Analysis of the stable isotope composition of representative organisms suggested the presence of peculiar chemosynthetic cycles.

Further studies are in progress in order to clarify the biological characteristics of the seep communities and their relation to the geological conditions of the study area.

1. はじめに

水深百メートルから数千メートルという太陽エネルギーの直接到達しない海底にも、ある立地条件のもとで予想を超えた密度で、しかも殆んどが未報告の生物で構成された特殊な深海生物群集の存在が続々と報告され、その後の研究から、これらの生物群集は太陽エネルギーに依存せず、テクトニカルな機構に基づくエネルギーに支えられるとされている。ガラバゴス沖や東太平洋海嶺上の13°N, 21°Nなどの大洋底拡大軸における熱水噴出孔生態系 (Rona *et al.* [ed.], 1983; Laubier and Desbruyères, 1985; Jones [ed.], 1986)、オレゴン・ワシントン沖 (Suess *et al.*, 1986) や、日本海溝に沿った大洋底沈み込帯の生態系 (Ohta and Laubier, 1987)、そしてフロリダ海底崖下水深3270mの湧水生態系 (Paull *et al.*, 1984) などがある。これらの典型として挙げられよう。

これらの特殊な深海生態系を支えるエネルギー基盤に関しては、熱水噴出地帯では硫化水素を酸化的に利用する化学合成細菌を基幹とする事が実証されたが、他では未だ明らかとなっていない。ただ、フロリダ海底崖下湧水は、プレートの発散・収束域でないにも拘らず、高かん低温の地下水に硫化水素が多量に含まれることから、前者と同一のエネルギー基盤で生物群集が支えられると類推されている。

1984~1985年に実施された日仏「海溝計画」は、大洋底の沈み込みに伴って形成される陸側付加帯の断層沿いにも、高い生物量の「深海生物コロニー」が一般的に存在するという大きな成果を挙げ、海洋生態学・地球化学に大きなインパクトを与えた。1984年、相模湾初島沖、水深約1,100m付近に見いだされたシロウリガイを主体とした生物群集は、陸に近いこと、さらに潜水艇「しんかい2000」の潜航能力の便宜からいっても格好の調査地点となった。1986年より東大海洋研・海洋科学技術センター・名大水圏研を中心に「大洋底沈み込みに伴う深海湧水生態系の総合研究グループ」が文部省科学研究費の裏付けをもって組織され、潜水艇を活用した調査が本格的に開始された。本報告では生態系を中心として、その概要と結果を速報的に紹介する。

2. 海域と調査の狙い

本報告では相模湾B点 (35°00'N, 139°13.5'E) で1986年6月に行われた「しんかい2000」のDive 255, 226, 227の3潜航を取り扱う。地点の詳細については他の報告 (橋本他, 1987) に譲る。大洋底拡大軸の熱水生態系が、枕状溶岩の累々とした岩場での高温熱水噴出環境であるのに対し、こちらは堆積物底での冷水湧出と考えられるところが大きな特徴となっている。

調査の狙いとしては、地質学の研究者が指摘する subduction-induced seepage を作業仮説とし、湧水中の化学物質の分析、この物質を生物エネルギーに転換するであろう微生物の単離、主要な底生生物の組成や生理的特性の調査を主眼目とし、表1に記したような調査・サンプリングを行った。

3. 観察と考察

東大海洋研太田 (Dive 225)、酒井 (Dive 226) および名大水圏研半田 (Dive 227) を潜航観察者とする何れの潜航も、シロウリガイ *Calyptogena soyoe* の卓越する測点に直接到達できた。

全体として巨大なシロウリガイのバッチも精しくみると (写真1)、生きたシロウリガイの分布は表層堆積物下の地質構造を反映してか、概ね線状に配列していた。生きたシロウリガイは互いに身を接する最密充填状態にあり、その生物量は、殻込みの湿重量換算で10kg/m²以上という非常に高い値となった。一般の海洋におけるほぼ同一水深のベントス現存生物量の平均的な値が湿重量で10g/m²前後であることに較べ、これだけの現存量を支えるエネルギー供給源は海底下に求めざるを得ない。陸源・表層起源物質のバックグラウンドレベルについては、名大水圏研半田・増澤により解析が進められているが、地形的にも海洋構造的にもこの地点に表層および陸上からの有機物が集積する証拠は得られていない。

生きたシロウリガイの密な群集中に実験区を設け、バッチから約20m外れたシロウリガイの視認できない箇所に対照区を設定し、3ダイブを通して種々のサンプリングと測定を行った。実験区は表層まで黒い粗粒堆積物が露出し、長石、輝石、橄欖石を主組成とし、石英に乏しいものであった。

表1 研究調査項目
Research items.

-
- * 湧水生態系全体のマッピング調査
 - * 堆積物断面の観察、湧水の直接証拠の探索
 - * ベントスの生態学的・生理学的・分類学的研究
 - ・群集の種組成、現存量解析と群集構造の研究
 - ・シロウリガイに関する生理・生態学的研究
 - ・貝の形態、相対成長、幼生生態学的研究
 - ・共生微生物の電子顕微鏡的・生理学的研究
 - ・同位体分析による食物連鎖、物質移動調査
 - ・呼吸活性現場測定と血色素の生化学的研究
 - ・放射性同位体分析による成長速度の測定
 - ・Vestimentiferan tube worm に関する研究
 - ・西太平洋産初記録種の分類・形態学的研究
 - * 間隙水および海底直上水の化学分析
 - ・ H_2S , CH_4 , Rn , He 等のガス分析
 - ・ Mn , Fe , Cl , SO_4 , 重金属等の分析
 - ・アミノ酸, NH_4 , NO_3 等窒素化合物の鉛直分布
 - ・alkalinity, DOC
 - * 堆積物の化学分析
 - ・S, Fe, Ca, Si その他の重金属の分析
 - ・有機成分(d-, l-アミノ酸, 脂肪酸, 糖)の分析
 - * 微生物の生理学的研究
 - ・堆積物内、堆積物表層、生物体内共生微生物の分離・培養・生理学的研究(特に化学合成による第一次生物生産に関与する微生物の生理学的研究)
 - ・水素細菌, メタン酸化細菌, 硫黄細菌
 - ・従属栄養細菌, 酵母, 原生動物の分離培養
 - ・ATP抽出法による微生物現存量の測定
 - * メイオベントスの生態学的研究
 - ・間隙性メイオベントス相の特異性と生理活性
 - * 「生物コロニー」内外の物理・化学的環境測定
 - ・堆積物内の温度等
 - * 湧水の変動に関する研究
 - ・設置型地中温度記録器による温度変動の測定
 - * 岩石・堆積物の鉱物学的研究
-

これに対し、実験区の海底面は灰色がかった緑褐色で、よく酸化しており、石英と長石を主な組成とする半遠洋性堆積物に覆われ(酒井他, 1987)、平滑な表面を呈していた。

電動グラブ式採泥器は、開閉が自在にできることから、堆積物採取の目的以外にも中・大型生物の採集具としても活用した。写真2の下に示した2台の機器は湧水の化学性質の分析のために作った遅延式の間隙水採取装置で、堆積物中に挿入後、約1日後から駆動し、20cc程の堆積物中の間隙水を採取する。上の二つは新たに準備したメモリー式長期記録用深海地中温度計であり、1/1000°Cの分解能を持たせた。海底表面下30cmの地中温度は、周辺の底層水温約2.9°Cに比べ、実験区で0.5°C、対照区では0.4°C高い温度を示し、明らかに地下深部からの湧水の存在を示唆している。なお、5日間の計測期間中殆んど温度の変動は認められなかった(太田:未発表)。

間隙水に加えコロニー中で海底直上の海水の採水を行った。潜水艇のペイロード・ラックに取り付けた海底直上水の採取装置は、2系統、4サンプル約4リットル程の採水ができる。「生物コロニー」中の直上水からは10,000 μ cc/kgという異常に高い濃度のメタンが検出されたが、硫化水素、硫黄や重金属濃度については特に異常値は認められなかった(酒井他, 1987)。

堆積物の分析結果では、硫黄の含量が高く、その同位体比が大変面白い(酒井他, 1987)。また、堆積物の下方に向かってalkalinityは次第に高まり、堆積物中には実験区、対照区の何れにおいてもアンモニア濃度が高く、さらにATPの垂直分布を見ると、実験区で表層下12cmまで減衰せず高い濃度であることが認められた(角:未発表)。

第一段階の培養結果では、堆積物および間隙水から硫黄酸化細菌と水素酸化細菌およびメタン酸化細菌の存在が確認された。また、泥中から酵母、従属栄養細菌、無色鞭毛虫と窒素固定活性が検出されている(大和田・前田・木暮:未発表)。堆積物中のメイオベントスについては、Nematoda/Harpacticoida比が高く、有機汚染海域の、高い有機物負荷環境を想定させる結果が得られている(白山, 1987)。

電動採泥器およびマニピュレーターにより、1

潜航につき約15個体とシロウリガイを大量に採取できた。シロウリガイは殻長で14, 5センチに達するオトヒメハマグリ科の二枚貝であり、その系統分類学的位置付けに混乱があったが、主としてヒンジ部の観察から亜属レベルの検討が開始された(堀越, 1987)。シロウリガイはヘモグロビンを含む赤い血液を多量にもっており、軟体部は鮮紅色である(遠藤他, 1987: 写真1参照)。特に鰓に注目すると、異様に厚く、本来血液が充満しているべき鰓が白っぽいのがわかる。比較のために同じく真弁鰓類であるアサリの鰓のフィラメントの横断面を見ると、1枚の半鰓 demibranch が2層のフィラメントから構成されている。この2層のフィラメントの間に隙間があり水が自由に出入りできるので、鰓の内部も海水と接していてガス交換の役割を果たしている。それに対して、シロウリガイでは2層のフィラメントが癒着し、異常に厚い demibranch となり、シート状のラミナ構造が密に積み重なり2層のフィラメント間の隙間が殆んど無くなっている。プレパラートで紫に濃く染まった部分が血液で、一枚のラミナの中央

を blood space が大きく占めている。鰓の本来の機能であるガス交換と纖毛に依る摂食活動が、鰓の表面にのみ限定され、内部は何らかの別の機能に特殊化していることが考えられる。

鰓を切り出し、グリセリンで透徹したものを写真4に示す。組織内に針状の鉍物結晶が充満しているのが見られる。種々の有機溶媒を用いた溶解と析出実験から、この針状結晶が硫黄であることの確証を得た。ただし、これはブアン固定液で処理後の像であり、生の標本でこのような結晶が形成されているか否かは未確認である。貝の各組織の化学分析の結果、鰓に大量の硫黄が集積しており、湿重量で3.5%も占めていた(酒井他, 1987)。トルイジンブルーで染めた組織切片では、血液の通る血洞に接する組織の細胞には顆粒が充満しており、アクリジンオレンジで染め、蛍光顕微鏡でみると、顆粒の充満するこの細胞は橙色の蛍光を強く発し、核酸の大量の集積を示している(遠藤他, 1987)。鰓の透過型電子顕微鏡観察では、細胞内に共生細菌と思われる原核細胞像が多量に認められる(遠藤他, 1987)。この原核細胞内の

表2 シロウリガイおよび管棲蠕虫の安定同位体分析結果。

Isotopic composition of selected tissues of the clam
Calyptogena soyoe and the vestimentiferan tube worm
Lamellibrachia sp. [undescribed].

	C/N	$\delta^{15}\text{N}^*$	$\delta^{13}\text{C}^{**}$
<i>C. soyoe</i>			
foot	4.2	-5.5	-34.8
gill	4.2	-9.6	-35.3
mantle	4.1	-6.1	-35.0
adductor	3.7	-4.1	-34.3
viscera	3.7	-6.9	-34.9
<i>Lamellibrachia</i>			
sp.			
trophosome	8.7	-4.1	-25.8
tube	4.6	-3.6	-19.9

* referenced to air

** referenced to PBR

空胞を満たす物質は現在解析中である。

鰓細胞中における元素の局在性を調べるため、X線マイクロプローブ分析器でスキャンした結果を写真5に示す(石井・太田:未発表)。下の写真が無染色の組織切片の検体試料で、点状の焦げめの列はX線マイクロビームによる走査痕を示す。薄茶色の層をはさむ暗色の2層が鰓のラミナの1単位に当たり、その間の隙間は体の外に相当する。上のグラフのうち、最下段は硫黄の挙動を示し、ラミナの表層部、即ち組織切片写真の黒色の部分で高く、中央部の色の薄い部分即ち血洞で含量が低いことを追うことができる。緑のグラフが燐の濃度で、硫黄と同様な挙動が追跡できる。燐と硫黄が集中していることより、映像からみて原核細胞を含むと考えられる鰓細胞に、核酸およびシスチンなどの含硫アミノ酸が普通の組織細胞以上に集積していると解釈してよさそうである。ちなみに、この検体試料では無機硫黄は取り除いてある。一方、鉄(FeO)は突発的な変化を示している。検体を染めて見ると、値が高くなる点が血液そのものの存在する部分に一致することから、これはヘモグロビンが含む鉄を示すと考えられる。

これらの状況証拠から、シロウリガイは周辺に豊富にあるメタンを単純には利用せず、硫黄化合物を還元もしくは酸化的に利用するサイクルのバクテリアを共生させ、エネルギーを得た上で、周囲の炭素を固定し体を維持していると考えられる。シロウリガイ体組織中の炭素および窒素の同位体分析を行った結果を表2に示す。鰓の場合 $\delta^{13}\text{C}$ 値で-35と異様に軽い炭素同位体比を持ち、光合成有機物由来の同位体比、平均-20という値とは有意に異なり、化石炭化水素に由来する軽い炭素原子の同位体比、例えばメタンの $\delta^{13}\text{C}$ の値-40~-60、に近い値を持っていた。これは、 ^{14}C datingの結果が軟体部において古い年代を示す傾向と合致し、また、 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ を表す $\delta^{15}\text{N}$ がシロウリガイの鰓で-4~-10と異常に低い(軽い)値も[註:有光層の窒素循環サイクル中の $\delta^{15}\text{N}$ は正の値を持つ]、堆積物内での窒素化合物の生成過程由来の軽い窒素化合物を利用していると結論される(才野:未発表)。つまり、少なくともシロウリガイに関しては、堆積物内部からの物質に間接的に維持されていることが確実となったわけ

で、次年度以降は生物エネルギーの生産に直接関わる微生物およびそのエネルギー代謝過程を解明する必要性がクローズアップされることになった。

潜航地点周辺で採集されるいわゆるチューブワームは、西部太平洋地域初報告の *Vestimentifera* であり、未記載の *Lamellibrachia* 属の一種であることが判明した。消化管を全く欠いたこの動物の分類、形態、生態、生理特性の研究も大変興味深く、現在太田によって研究が進められている。シロウリガイと同様な生物学的な解析を行うつつあるが、管から虫体は無傷に取り出すのが難しく、なかなか難航している。トロフォソームと呼ばれる部分(写真6)は微生物を共生させていると目されているが、この部分の炭素同位体比分析を行ったところ、 $\delta^{13}\text{C}$ 値で-25前後の光合成過程物質の炭素同位体比と差の無い値を示し、東太平洋海膨熱水噴出孔のガラバゴスハオリムシ *Riftia pachyptila* が明らかに化学合成細菌と共生しながら、-20前後の値を持つという関係(Rau, 1986)と全く対応していた。

4. む す び — 展望と課題

初島沖の生物群集で最も優占するシロウリガイは、環境にメタンガスが実に豊富にありながら、硫黄化合物の化学合成過程を直接のエネルギー獲得機構とする微生物と共生している。今のところメタンガスを直接利用する証拠は見つかっていないが、少なくとも炭素と窒素は湧出ガスもしくは堆積物由来の古い物を使っていると考えられる。

熱水噴出孔生態系は中央海嶺タイプの大洋底拡大軸の中軸にそって総延長8万kmに亘り、この他にも背弧海盆型およびマイクロプレート型のリフト系にもその存在が発見されつつあり、さらには、おなじテクトニクスで維持される島弧縁辺域の大洋底沈み込み帯の冷水湧出環境を加えると、テクトニクスに支えられた深海湧水生物群集のグローバルな物質収支への寄与は決して小さいものではない(太田, 1987a, 1987b)。わが国のこの立地条件を生かし、大洋底収束域生物群集の解析を推進することは海洋生態学、地球化学的に地球を再評価する上で極めて重要である。なお、広義の湧水生態系はこの他にも、火山性湧水、石油・天然ガス浸出地帯、また、タービダイトに埋積さ

れた地域や、人為による高汚染負荷地域に広く見いだされるものと思われるので、今後更に注目を集める現象と考えられる。

深海底の海洋生態学的研究は、大変多くの研究者と研究施設の協力で初めて実現するものであり、研究協力体制の組織化が極めて重要である。今後とも多方面の研究者の参加を待たねばならない。

参考文献

遠藤圭子・酒井 均・太田 秀 (1987): アクリジンオレンジ染色によるエポキシ樹脂包埋組織切片中の共生細菌の検索—シロウリガイ鰓組織中の共生細菌の検索を例として。海洋科学技術センター試験研究報告特集号, 「しんかい2000」研究シンポジウム特集第3号。

pp. 61-68.

橋本 惇ほか (1987):

海洋科学技術センター試験研究報告特集号, 「しんかい2000」研究シンポジウム特集第3号。pp. 37-50.

Horikoshi, M. (1987): Distinction in the hinge structure between *Akebiconcha* and *Calyptogena*, with special reference to 'subumbonal pit' and 'cardinal ligament'. *Venus [Jap. J. Malacol.]*, 45, 245-257.

Jones, M. L. [ed.] (1986): Hydrothermal Vents of the Eastern Pacific: an Overview. *Bull. Biol. Soc. Wash.*, No. 6, 545 pp.

Laubier, L. and D. Desbruyères (1985): Oases at the bottom of the ocean. *Endeavour, New Series*, 9, 67-76.

太田 秀 (1987a): 深海底のオアシス—熱水噴出孔生物群集と冷水帯生物群集の特性—。月刊「海洋科学」, 第19巻2号, pp. 89-93.

太田 秀 (1987b): 地球を食べる深海生物—テクトニクスが支える深海生物群集—。岩波「科学」, 1987年5月号 [第57巻5号] pp. 308-316.

Ohta, S. and L. Laubier (1987): Biological communities found in the subduction zone of Japan from bottom photographs ta-

ken during 'Nautila' dives during 'KAI-KO' project. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 83, 329-342.

Paull, C. K., B. Hecker, R. Commeau, R. P. Freeman-Lynde, C. Neumann, W. P. Corso, S. Golubic, J. E. Hook, E. Sikes and J. Curry (1984): Biological communities at the Florida Escarpment resemble hydrothermal vent taxa. *Science*, 226, 965-967.

Rau, G. H. (1986): $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ and $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ in hydrothermal vent organisms: ecological and biogeochemical implication. *Biol. Soc. Wash., Bull.*, No. 6, 243-247.

Rona, P. A., K. Boström, L. Laubier and K. L. Smith, Jr. [ed.] (1983): Hydrothermal Processes at Seafloor Spreading Centers. NATO Conference Series, Ser. IV: marine science, Plenum Press, New York. 796 pp.

酒井 均・蒲生俊敬・遠藤圭子・石橋純一郎・柳沢文孝・日下部実・赤木 右・石塚明男・小寺雅子・五十嵐丈夫・石井輝秋・太田 秀 (1987): しんかい2000による相模湾初島沖シロウリガイコロニーの地球化学的研究。海洋科学技術センター試験研究報告特集号, 「しんかい2000」研究シンポジウム特集第3号。pp. 75-90.

白山義久 (1987): 初島南東沖シロウリガイ群集内のメイオベントスの生態について。海洋科学技術センター試験研究報告特集号, 「しんかい2000」研究シンポジウム特集第3号。pp. 69-73.

Suess, E., B. Carson, S. D. Ritger, J. C. Moore, M. L. Jones, L. D. Kulm and G. R. Cochrane (1986): Biological communities at vent sites along the subduction zone off Oregon. *Biol. Soc. Wash., Bull.*, No. 6, 475-484.

(原稿受理1987年3月20日)



写真1 シロウリガイとゲンゲの仲間。生きた貝は線状に配列し、粗い黒色の堆積物が露出する。金属パイプは極底層採水器の先端。

Living *Calyptogena soyoe*. Note the linear arrangement of the bivalves and the coarse black-colored surface sediments within the clam bed. An eel-shaped zoarcid (?) fish can also be found.



写真2 遅延式間隙水採取装置〔下〕とメモリー式長期記録用深海地中温度計〔上〕

Delay-triggered interstitial water samplers(lower) and deep-water memory thermometers for long-term recording of sediment temperature fluctuation (upper).

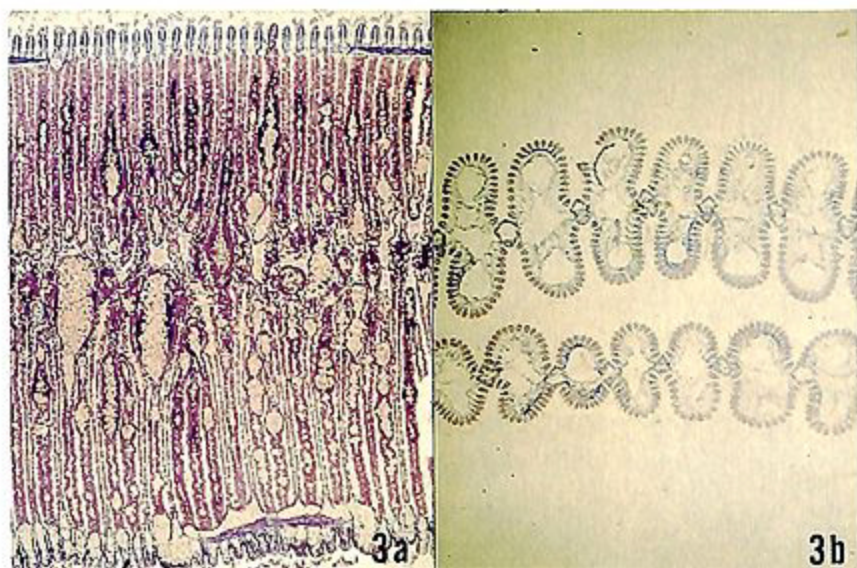


写真3 シロウリガイ〔3a〕とアサリ〔3b〕の鰓の断面（21倍）。
 典型的なアサリの弁鰓型構造に対し、シロウリガイの半鰓
 は内外の鰓糸が癒着肥厚して鰓葉となり密に積層する。血
 洞は内部の大半を占める細菌共生細胞層に接する。
 Horizontal sections of the demibranchs of *Calyptogena*
soyoe (3a) and *Ruditapes philippinarum* (3b) (×21).
 Thick gill lamellae of *C. soyoe* are highly vascularized
 and specialized for symbiosis with bacteria.



写真4 シロウリガイ鰓組織中に析出した硫黄結晶（ブアン固定標
 本、グリセリンで透徹）。（42倍）
 Spicular crystalline precipitates of elementary sulfur
 in the Bouin fixed gill tissue of *Calyptogena soyoe*
 The preparation was cleared in glycerol (×42).

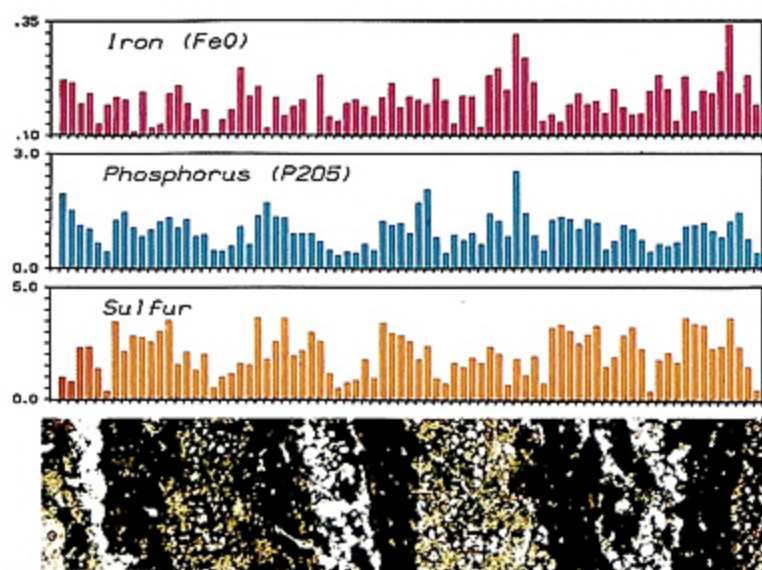


写真5 X線マイクロプローブによるシロウリガイ鰓葉内の元素分布(鉄(FeO)—最上段, 磷(P_2O_5)—中段, 硫黄—下段)。最下段の写真はX線走査を行なった鰓葉の横断薄切片。X-ray microprobe analysis of the distribution of FeO, phosphorus and sulfur in the gill lamellae of *C. soyoeae*. The lowermost photograph shows the scanning track of the probe.

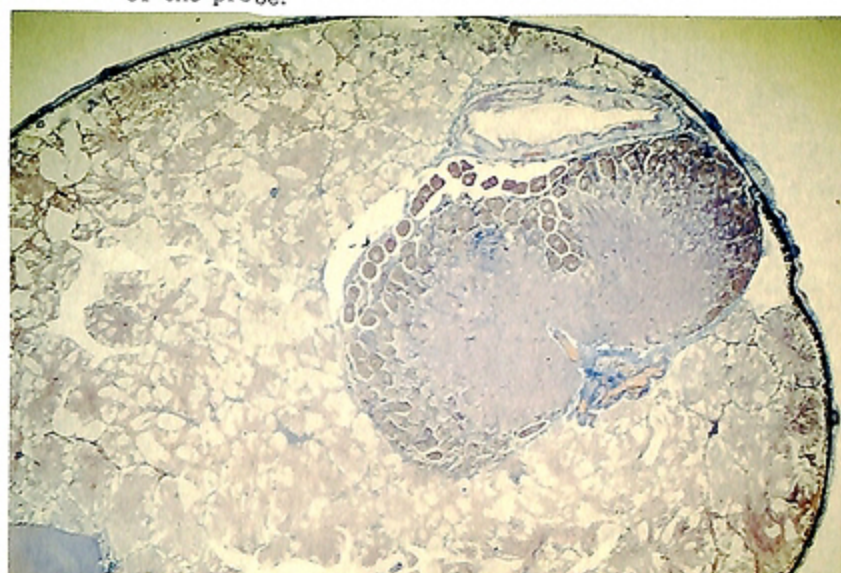


写真6 管棲蠕虫後体の横断面。消化管が無く、間充織様の組織中に血洞と雌性生殖腺のみが認められる。長径 $170\mu m$ に達する卵黄卵が見られる。(21倍)

Cross section of the trophosome of the vestimentiferan tube-worm *Lamellibrachia* sp. [undescribed] ($\times 21$). Note the absence of alimentary canal. Lecithotrophic eggs measure about $170\mu m$ in the longer diameter.