

## 第9章 日本海の希少なあるいは特殊な動物と多様性

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-05 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/2297/2480">http://hdl.handle.net/2297/2480</a>

# 第9章

## 日本海の希少なあるいは特殊な動物と多様性

金沢大学自然計測応用研究センター  
笹山 雄一  
e-mail: sasyama@sweet.ocn.ne.jp

### 1. 日本海という環境と水産資源

日本海は、今から 2,500 万年から 2,000 万年くらい前にアジア大陸の東の端がひび割れたのが始まりだと言われている。その後、1,900 万年から 1,400 万年くらい前にその割れ目が本格的に拡大して、大きな淡水湖のようになったという。しかしながら、地史的証拠によると、やがて南方の自然の堰が切れて太平洋から暖流が入り、次いで北の自然の堰が切れて寒流が入り、180 万年前に現在の形になったという説がある。従って、日本海とその周辺に生息する動物のあるものは、進化や特殊化の過程で日本海が淡水湖であった時に適応した影響とその後海水に適応した、あるいは適応できなかった影響を引きずっていると言われている。その間、氷河期になり海面が今より 100m も低い時には、アジア大陸と陸続きになり、動物が日本列島へ歩いて渡ることができたという。

日本海は、西においてはロシアのシホテ・アリニ山脈、その南の朝鮮半島、東においては日本列島とその北の樺太に囲まれた海である。中央に大和堆という盛り上がった部分があるが、その部分は水深 200m よりも浅く、氷河期には海面に出ている証拠がある。現在は水産上、有用な海産動物資源の生息場所として重要視されている。

このように日本海は閉鎖海であり、外海への海水の出入り口は 6 つ箇所しかない。藤岡 (1) の記述によると、北はロシアと樺太との間にある間宮海峡で深さは 15m 程度、また樺太と北海道との間にある宗谷海峡の深さは 55m、北海道と本州の間にある津軽海峡は水深 130m、日本海の南西を仕切っている対馬海峡はそれらよりもやや深く 200m 程度である。しかしながら、日本海の最深部は 3500m 以上ある。従って、日本海に貯まっている海水のホンの表層だけが外海とつながっていることになる。具体的には南からの対馬暖流の分派が能登半島の沖合いを北に向かって流れ、その一部は富山湾に流れ込む。これに乗ってブリを代表としてスルメイカ、サバ及びイワシなどがやってくる。一方、300m より深いところでは、海水は大幅には動かない。さらに、北ではアム

ール川から冷たい雪解け水が日本海へと注がれており、貯まった海水は常に冷やされている。実際に、太平洋側の 3000m の深さにおける水温は 1~2 度であるに対し、同じ深さで日本海では 0.14 度である (1)。このような冷たい海水の塊を日本海固有冷水塊という。ここには、やはり水産上、有用なホッコクアカエビ (いわゆるアマエビ) やズワイガニ (いわゆるマツバガニ) に加えて、種々のバイ貝、スケトウダラやホッケなどの冷たい環境を好む動物が生息する。すなわち、日本海には、暖流と寒流のどちらの生物もいるという多様性は、このような日本海の特殊な事情によるものであろう。但し、これは日本海において、この環境が保たれているからこそ成り立っている事情である。一度、日本海固有冷水塊が汚染されてしまえば、冷水にすむ種はもちろん、その上を泳ぐ種も影響を受けること必至である。

### 2. 日本海における絶滅準危惧種

石川県では県内の動植物について環境庁の基準に準じて、絶滅種、絶滅危惧種、絶滅準危惧種などを区別し、注意を喚起している (2)。絶滅危惧 I 類とは、現在、絶滅の危機に瀕している種を言い、絶滅危惧 II 類とは現在、絶滅する危険が増大している種を言う。日本海に関係する動物で一般の人が身近に感ずる種は幸いにして絶滅種あるいは絶滅危惧種としては指定されていない。しかしながら、現時点では絶滅する危険度は小さいが、生息条件の変化によっては「絶滅危惧種」に移行するという「準絶滅危惧種」まで広げると、幾つかのなじみの種名が目につく。例えば、ムツサンゴ、キクメイシモドキ、グビジンイソギンチャク、メダカラガイがあげられる。また、地域的に孤立しており、地域レベルでの絶滅の恐れのある個体群は、地域個体群として指定されており、ツクモジュズサンゴやミサキギボシムシなどがあげられる。さらに情報不足として指定までは至っていないが、実は絶滅の恐れがある動物として、タマカイメン、マシコヒゲムシ、コシダカウニ、カタユウレボヤ、ナメクジウオがあげられる。

なぜこれらの種が絶滅に向かっているのでしょうか？例えば、冬の波浪によって海岸線が削られつつある地域では、やむを得ず消波ブロックの設置をしなければならない。しかし、消波ブロックの設置は海岸の海水の流れを変えてしまう。また、石川県は海岸線が長い県であるので、例えば奥能登まで続く便利な道路を作ろうとすると、道路の整備は必然的に海岸に影響を与えてしまう。さらに、これまで遅れていた能登半島における下水の整備も海に影響をあたることになるかもしれない。山を削っての空港の開港や住宅地の造成など、社会的要請の為に、大規模な土地の改造をやらねばならないかもしれない。大都市に住む人達だけが、便利の良い快適な生活を営む権利を有するのではないからである。海岸に近い浅い海の生物は移動性が小さく、環境が変わると生きて行けなくなってしまう。現時点では人間社会と自然環境の兼ね合いの問題としか言いようが無い。外国では、過去に造ったダムや整備した川を壊し、元の環境に戻す運動があると聞く。

### 3. 日本海に生息する多様な生き物たち

以下に具体的に種名をいくつかあげて、その生き様から多様性の意味を問う。



図1. ハリナデシコ (*Delectopecten vitreus macrocheiricus*)

#### (1) ハリナデシコ

著者は2001年の7月に、日本海において深海6500mを用いたYokosuka/Shinkai 6500YK01-06という調査に参加した。位置は東経138-139度、北緯39-43度の間である。水深は3000m内外であった。そこにおいて平板な岩の上には多くの場合、二枚貝が多数存在した(図1)。本種は、分類学上はホタテガイに近い種であるが、殻径ははるかに小さく最大でも15mm程度であった。さらに殻が極めて薄く、内臓

が透けて見えた。殻はピンセットでつまむと簡単に裂けるように壊れた。本種は写真右上の貝殻の隙間から糸足という糸状のものを出して、岩肌に固着する。これまで本種は、太平洋岸の150~1,000mの半深海から報告があり、時として深海に棲むタカアシガニの殻に付着して見つかった。従って、日本海からの記載は、著者の報告が初めてであった(3)。

著者が本種に興味を持った理由は二つある。一つは3,000mという深海は光が全く届かず、水温はその時0.5度であった。流速は5cm/秒程度はあったが、これらの貝は如何にして生殖という現象をまっとうしているのだろうか？ということである。文献を調べると、そのような環境下での生殖戦略には3通りの方法が知られていた。第一の方法は、成体サイズの個体は雌雄ともに生殖巣の内部の一部に常に成熟した精子と卵子を持ち、少しずつではあるが常に卵子と精子を放出し、受精が起きている場合である。第二の方法は、環境条件が整った時にのみ成熟が進み、受精が起こる場合である。第三の方法は、周期的に成熟が起こる場合である。本種の生殖巣を組織学的に観察すると、雌雄異体であり、雌の成体と考えられる個体において成熟卵は極めて少数しかなく、退化した卵が多数認められた。雄の成体と考えられる個体において成熟した精子をもっているのは、ごく少数の個体のみで、放精後の個体が多く認められた。また、215個体について体の大きさを測ると、採集された個体は2つの集団から成っていた。

これらの事実から推測すると、本種は、深海という環境にも関わらず、周期的に成熟して個体群を維持しているように見える。何が周期を維持させているのだろうか？温度ではないし、勿論、光ではない。しかしながら、海の表面では、光によって光合成が起こり植物プランクトンが発生する。日本海表面では、4月に大々的に、11月に小規模に、植物プランクトンが繁殖することが知られている。これらの数は、莫大であるため、動物プランクトンにも捕食されるであろうが、捕食されずに残った個体はやがて死んでマリンスノーとなって海底へと降り注ぐことになる。ハリナデシコは、有機物を鰓で濾しとって食べる生き方をしている為、結局は餌と成る有機物の量に季節的変動があり、これを生殖巣は反映して周期的に成熟する、と推論される。

興味理由の二つ目は、殻が薄いことである。なぜだろうか？こちらの理由は、推論の根拠となるものが全く無い為、なおわからない。少なくとも著者が潜航した場所では、大型の捕食者はまったく見かけなかった。すなわち、この貝は防御に力を入れる必要があまりないのであろう。深海なので紫外線の防御も必要なく、殻を厚くするエネルギーを成熟の方に振り向けて個体数を増やす方が、種として生残る上で有利かもしれない。深海という低温や常に餌が来るといった保証もないので、体のサイズは大き

くない方が都合がよいとも考えられる。

## (2) 仔稚魚とトヤマサイウオなど

著者の研究室では、1998年4月24日から1999年3月19日までほぼ1年に渡って2週間に一度、金沢大学臨海実験施設前の護岸より沖へ10m、水深が6mの地点へ海面より50cmの深さに500ワットの集魚灯を下ろし、それに集まる稚仔魚の採集を行った(4)。

その結果、仔稚魚の出現種数は、4月から7月まで次第に増加するが、それ以降は冬までほとんど見られる種は変わらなかった。しかしながら、12月より再び増加し、周年を通して見られた種が最も多かった月は3月であった。この理由は、4月から5月はハゼ類の繁殖時期であり、6月ないし7月はハゼ類に加えイワシ類の繁殖時期であること、12月から3月はカジカ類やタウエガジ類の繁殖期であることを反映していると考えたと理屈に合う。但し、ベラ類は九十九湾において優先種であり、夏から秋にかけて繁殖するはずであるが、その稚魚は採集されなかった。これらの稚魚が光にどのように反応するか、すなわち、光に対して負の走行性を示すか否か興味あるところである。

その時に最も多く採集された魚種はカタクチイワシであった。本種の仔稚魚は、5月から採れ始め、8月に多く、2月まで採集された。従って、九十九湾ではほぼ周年に渡って出現すると考えられる。



図2. トヤマサイウオ (*Bregmaceros nectabanus*)

これまで日本海においてカタクチイワシは、能登半島を含む本州の日本海側沿岸のほぼ全域を産卵海域とし、春と秋、特に春に産卵盛期を持つことが知られている。他の研究でも本種の卵と稚魚が能登半島以南では、ほぼ周年に渡って出現すると報告されているのと同じである。

この時の調査によって生態学的に注目すべき魚種が幾つか採集された。例えば、クダリボウズギスの仲間は、日本海において成魚の採集記録はない。それにも関わらず、この属に属する2種類の稚魚がそれぞれ1尾ずつ採集された。この仲間は、稚魚を親

が口の中で保育するいわゆるマウスブリーダーである。従って、1尾の稚魚が長期に渡り生存し、たまたま集魚灯に寄ってきたとは、到底考えにくい。日本海の九十九湾あるいは能登半島周辺においてクダリボウズギス属が繁殖している可能性は高いと言える。

ハコダテギンポは、これまで新潟以北に分布するとされてきたが、この時の調査によって本種の稚魚が1尾採集された。

1998年5月22日に全長74mmのほぼ成魚と判断される個体が捕獲された。サイウオの仲間はすべて水深200mから500mの中層遊泳性であり、図2に示すトヤマサイウオは、富山湾、インド洋、太平洋、大西洋の広い分布を示す。近似種のサイウオは富山県魚津市付近で比較的多く採捕されることがあり、干物にされるが、文献によると不味いという。捕獲された個体は、富山湾の中の奥行き1300m深さ26m程度の小さな内湾に居た事になる。1個体だけの記録であるから、断言はできないが、サイウオの仲間の生態は今後、見直す必要があるかもしれない。

## (3) ミサキギボシムシ

ギボシとは、橋の欄干についている飾りで、仏教の宝物である宝珠に似てつくられた(擬宝珠)のでこの名があるが、ギボシムシとはそのような形に似た頭を持っているムシという意味である。

本種は、半索動物門に属するので、ムシとは言え脊椎動物に近い高等な動物である。腸鳃綱ギボシムシ科オオギボシムシ属に属する。本種は日本固有種で、太平洋岸より記載されていた。



図3. ミサキギボシムシ (*Balanoglossus misakiensis*)

しかしながら、のと海洋ふれあいセンターでは、本種が能登半島沿岸にも生息することを明らかにした(図3)。ミサキギボシムシは、ヨードホルム様の特有な臭気を発するので、その生息事態は比較的容

易に感知されるが、本種は常に海底の砂中に棲む為に、その生殖行動についてはまったく解明されていなかった。

ギボシムシは雌雄異体で、体の前方に生殖翼と呼ばれる生殖腺を持ち、成熟するとそこに卵や精子を蓄える。これまで、生殖期には生殖孔と呼ばれる穴が開くので、そこを通じて放卵・放精が起こるのではないかとかんがえられてきたが、実際には、その行動を砂の中で起こすのか、体を海底表面に出して起こすのかすらわかっていなかった。のと海洋ふれあいセンターではまず、本種の生態をよく調べた(5)。その結果、能登半島の外浦と内浦の両方に本種の生態を観察できた。ギボシムシは、砂の中約20cmの深さに、粘液で固めたもろい棲管をつくること、その前方部は緩やかに上方へ曲がって砂の表面に向かうが、中央部は上下左右に湾曲していること、後方部は常に砂の中に舞い降りていることがわかった。従って、本種の棲管は、緩やかに曲がったL字型もしくはW字型を呈するという。

棲管の前端には直径約5cm、深さ約2cmの砂の窪みが造られる。前方部の棲管は複数に枝分かれしているため、砂の窪みも分岐数に応じて作られるが、実際に使われている窪みは海水が出入りするため、中央に直径1mm、高さ2mm程度の砂の管が認められるという。但し、本種は、一定の巣に定在するのではなく、前方部の棲管を枝分かれさせて、また、次々にそれを更新させ、砂の中を移動しながら生活しているのではないかと推察されている。この報告によると、本種の成熟は6月から始まり、7月と8月にそのピークを迎えるらしい。その時は、成熟個体が3m程度の比較的浅いところまで移動してくることも明らかになった。

著者の研究室では、そのような個体を研究室に持ち帰り、低温に飼った後、自然界の温度よりもやや高い温度に飼うといういわゆる温度ショックを与えると、放卵や放精を始めることがわかった。そのような個体は、盛んに生殖翼を動かすことが知られたので、砂の入った容器に移すとすぐに潜り始めた。容器は透明なガラスまたは透明な塩化ビニルを用いたので、容器の壁にぴたりと体をくっつけた個体の行動はビデオに撮影することができた。

生殖行動を図4に示す。ギボシムシは、まず、砂の中で生殖翼から配偶子を砂の坑道の中へと出す。その時、ギボシムシは体を収縮させて配偶子を吻の直前へともってくる。配偶子がある程度貯まったら、体を伸張させて一気にそれらを坑道の先端から押し出す。その勢いが強い時は、水鉄砲から水が噴出すように見えた。この行動を繰り返すことによって配偶子を放出した。この間、体をまったく外へ出さなかった。従って、少なくとも生殖翼までを外へ出して配偶子を放出するヒメギボシムシとは生殖行動が異なることがわかった。

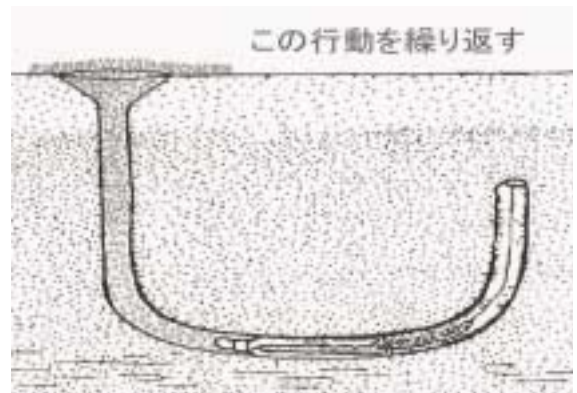


図4. ミサキギボシムシの生殖行動の模式図

放出された配偶子は水槽内では坑道口付近に貯まっていたが、自然界では、揺らぐ海水によってすぐに拡散し、受精が起こるものと思われる。なお、温度ショックを掛けた個体から放出された配偶子同士で受精しても卵発生は正常に進んだ。但し、自然界で温度ショックはありえないので、何が配偶子の引き金になるかは現在のところ、不明である。

#### (4) マシコヒゲムシ

1899-1900年にオランダの海洋探検船がインドネシア海域を調査したおり、現在のヒゲムシ類に当たる動物を発見したが、どの動物門に近いかの見当がつかなかった。1914年になって簡単な報告がなされたが、それにも所属不明となっていた。その後、1932年にレニングラード海洋研究所の調査船が、オホーツク海の水深3500mの海底から極めて奇妙な動物を見つけ、環形動物の多毛類ケヤリ科に属するとした。しかしながら、それが本当はどの動物に属するかの議論は紆余曲折があった。すなわち、その発生が知られていなかったこと、体の終体部を含む全長に渡る個体の採集が遅れた為、背腹が逆転されたまま理解されてしまった。その結果、種によってその数が異なるが、本来の触手が“あご”の位置に来ると思われたことからギリシャ語で“あごヒゲ”を表す *pogon* と“持つ”の意をあらわす *pherein* を合成した *Pogonophora* : 有鬚動物の名が付けられ、後口動物の中の半索動物に近い動物として分類された。一般にはヒゲムシ類と言うが、形態学的にも口も消化管もない特異な動物として知られた。図5にヒゲムシ類の模式図を示す。体は頭部にヒゲが生えたような形状をし、体の中央にそろばん球のような構造を持ち、最後は棘が生えたような体節様構造で終わっている。

現在は、その発生が変形したらせん卵割を示すこと、体の一番最後である終体部がゴカイに似た体節様構造をとること、口と消化管が一時的にせよ形成され、また神経系との位置関係に加えて、分子生

物学的知見からも、本動物門は将来、前口動物の環形動物門の中に移されると考えられている。

一般にヒゲムシ類は、1mm内外の自分で作った棲管に棲み、寒冷水域や深海の低温を好む底生性である。このため、通常は深い海底までドレッジを下ろさねばならず、採集は極めて難しい。これまで世界各地の海から150種ほど、ヒゲムシが知られているが、終体部まで採られているのは、わずか11種にすぎない。終体部は、進化の初期にこのムシがゴカイに似た動物であった証拠とも考えられ、体節様構造の数や剛毛の配列などが注目されている。

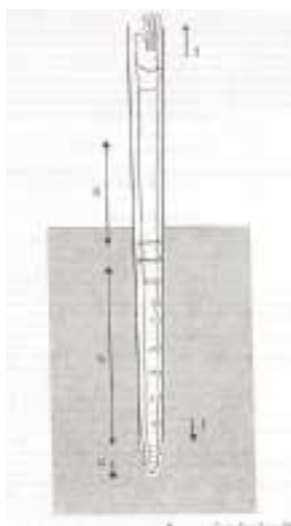


図5. ヒゲムシ類の模式図

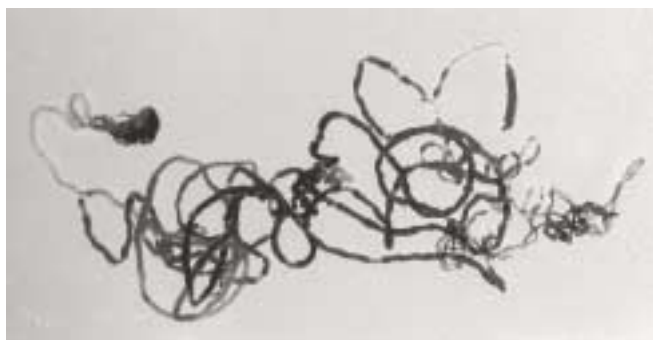


図6. 初めて最後尾まで採集された益子ひげ虫

マシコヒゲムシは、1973年に国立科学博物館の今島実博士によって石川県能登半島の九十九湾において同定され、当時、金沢大学理学部臨海実験所所長であった益子来帰也教授に献名されたものである。九十九湾はヒゲムシの生息地としてはこれまでの唯一の例外で、対馬暖流の分派が流れ込む暖かい浅い湾に生息する。従って、ヒゲムシ類の生き様を種々の観点から研究する上で、本種を用いることは種々の有利な点を持つ事になる。我々は、2002年10月に海底の泥の中から1個体の完全標本の採集に成功

した。図6にそれを示す。左やや上が頭部でそれに“ヒゲ”がからみついている。右上が今回初めて明らかになった終体部である。そこを金沢大学理学部生物学科教官梅林正芳教官に実体顕微鏡を用いて詳しいスケッチをお願いした(図7)。終体上部は、体節様構造を持つように見えるが、明瞭ではない。終体部中部には明瞭な体節様構造が認められ、その数は40を数えることが出来る。それぞれの体節様構造には背側に2本、腹側に2本、合計4本の剛毛があり、縦に列をなしている。腹側の途中から下は、縦にふくらみを生じてあり、体節様構造が消えている。これはこの個体の特徴なのか本種の特徴なのかはわからない。終体下部は、体節様構造が再び不明瞭になり、鈍い末端で終わる。末端の先には“sucker”がある。

これまで終体部が知られているヒゲムシ類11において、体節様構造の数は6~20で最多でも25であった。しかしながら、本種においては終体中部だけで40を数え、恐らく終体部全体では50以上の体節様構造を持っていると思われる。*Oligobrachia*属は、ヒゲムシ類の中で最も原始的であることを考えると、体節様構造の数が多いことは、この部分に環形動物と近い始原の状態をのこしているのかもしれない。

しかしながら、口も消化管もない動物がどのようにして生きているのであろうか?有鬚動物門は、ヒゲムシ綱とハオリムシ綱から成る。後者は、火山性の湧水口の周りに生息する巨大チューブワームとして有名になった。この動物が、消化管を欠き、体内に共生細菌をもち、其れに依存して生きていることが知られて以来、ヒゲムシ類に関しても同様な知見が集まりつつある。

最近、ヒゲムシの一種でその発生過程が電子顕微鏡によって詳しく調べられた。その結果、発生の初期では口も消化管も生じること、その時に口から細菌が感染し、消化管に入り、さらに消化管壁を通過して体内の細胞に共生することが知られた。消化管はやがて退化し、いわゆる栄養体と呼ばれる器官になる。これは図5に示す模式図のおよそ下半分を占める脂質に富んだ特殊な組織である。栄養体に接するすぐ内側の組織を透過型電子顕微鏡で見た写真を図8に示す。多数の細菌が種々の方向を向いて認められるが、右端に認められる細菌は細胞分裂直後のように見える。良く見ると、細菌は細胞壁をさらにもう一枚の膜によって包まれており、細菌が剥き出しで宿主細胞の細胞質の中にあるのではない。これは宿主の細胞膜で包むことによって細菌の増殖を調節するためかもしれない。

マシコヒゲムシの共生細菌は、恐らく生息環境にある硫化水素をヒゲムシの血流で自分まで運んでもらい、それを酸化する時に出るエネルギーで炭水化物を合成し、自らの糧とするばかりか、宿主にも分け与えているのであろう。すなわち、この動物は、

硫化水素が出る環境が必要なのであって、生きて行く上で、光も植物プランクトンも必要としない。以上の内容は日本動物学会第 74 回函館大会において発表する。

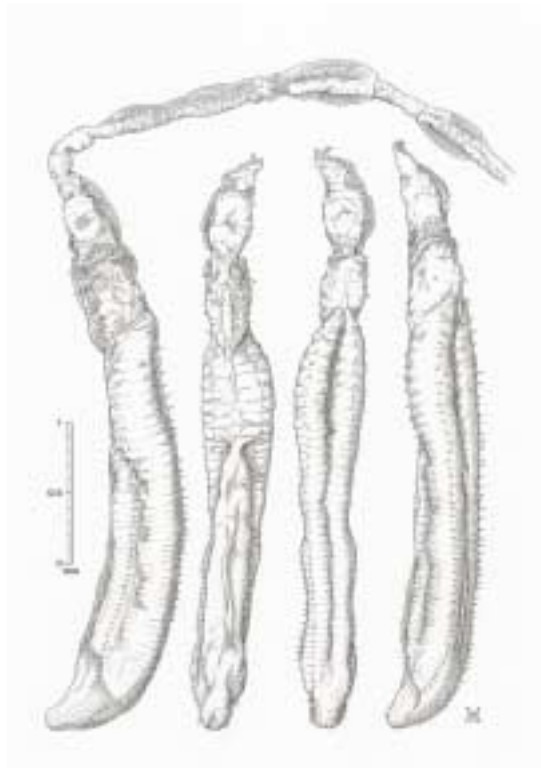


図 7. マシコヒゲムシ終体部のイラストレーション

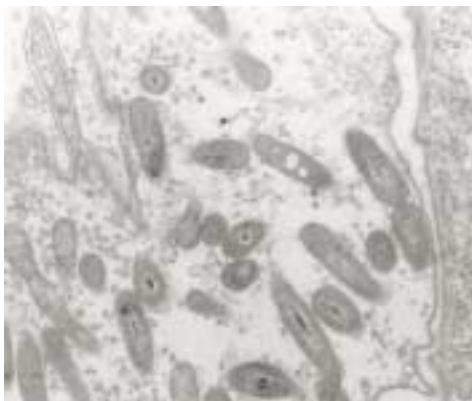


図 8. マシコヒゲムシ栄養体付近に見られる共生細菌

#### 4. 多様性の基本

本章においては、日本海に生息する水産動物は、暖流と冷水塊という二重構造が保たれている中で生存することをまず述べた。すなわち二重構造が必要なのである。次いで、深海海底に生息する二枚貝ハ

リナデシコが、日本海表面から落ちてくる有機物の量によって生殖周期を持ち、うまく繁殖していることを示した。深海海底といえども間接的には太陽のエネルギーを享受していることになる。海の表面を泳ぐ仔稚魚もまた植物プランクトンに依存し生きている。但し、仔稚魚と成魚の分布は必ずしも一致しないことも示した。これは両者で生息環境が異なるのか、片方の分布がまだ解明されていない部分があるのか、今後の研究課題である。ミサキギボシムシなどは、一般の人が一生涯、見る可能性は無いであろう。それにもかかわらず、ある場所の砂の中には比較的目につくくらいの生息数がある。彼らは砂の中の有機物を餌とするために、常に砂を飲み込みながら移動する。文字どおり砂が命なのである。最後に、太陽の光に異存しない動物であるマシコヒゲムシの例をあげた。このムシはギボシムシよりもさらに一般の人が見る機会が少ないであろう。しかもその生き方は、我々の常識を超える。

水産動物のその年による漁獲高は、社会生活にすぐに反映されるために、もし不漁であると、稚魚の数も含めて水温や気象条件が検討される。しかしながら、人間生活とは全く関係ない深海や砂の中や泥の中には、色々な生き方を持った動物がいることを知っておくべきと考える。彼らは、我々が生活環境としない環境で生きているのである。多様な環境こそ多様な生物が生きて行ける基本条件である。

#### 参考文献

- [1] 藤岡換太郎, “深海底の科学,” NHK ブックス, pp. 1-249, 1997.
- [2] 石川県環境安全部自然保護課. いしかわレッドデータブック. 2001. (株) アルカディア, 金沢市旭町 3-13-5
- [3] Y. Sasayama, A. Takeuchi, “Reproductive strategy of the tiny abyssal scallop (*Delectopecten vitreus macrocheiricolus*) collected on the bottom of the Japan Sea, surmised from histological observations of the gonads,” *Zoological Science*, Vol. 20, 759-763, 2003.
- [4] 村本宏徳・坂井恵一・又多政博・鈴木信雄・笹山雄一, “九十九湾において集魚灯で採集された仔稚魚について”, のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第 5 号, 19-30, 1999
- [5] 坂井恵一・福島広行・東出幸真・又多政博・西川輝昭, “能登半島に生息するミサキギボシムシ *Balanoglossus misakiensis* Kuwano (半索動物門, ギボシムシ綱) の生態学的知見”, のと海洋ふれあいセンター研究報告, 第 7 号 11-20, 2001.