

サンゴ礁と石灰岩 (1)

大山 桂 (地質部)

1. サンゴとサンゴ礁

腔腸動物とサンゴ。「サンゴ」とは腔腸動物に属する下等動物の骨格(殻)で もともとは宝石として扱われた装飾品に与えた名称であった。たとえば 歌の文句に「金 銀 サンゴ あや 錦」と云われたように。しかし 西洋の科学がわが国に入ってくるに及んで 古くから宝石の一つとして扱ってきたタマサンゴ precious coral には限定せず 英語で coral と云う腔腸動物の骨格(特に石灰質のもの)の総称として「サンゴ」を用いるようになった。

腔腸動物とはクラゲ・サンゴ・イソギンチャクの仲間 で 動物体は口・消化管・筋肉・触手などの簡単な構造から成っている。消化管と云っても口と肛門とが兼用で 中は腔腸または胃と云う袋(盲囊)にすぎないごく簡単なものであるが それでも口の周囲にある触手ではるかに高等な動物である魚やカニを捕えて腔腸に引き入れて食べ 消化できなかつたものは口から吐き出す。

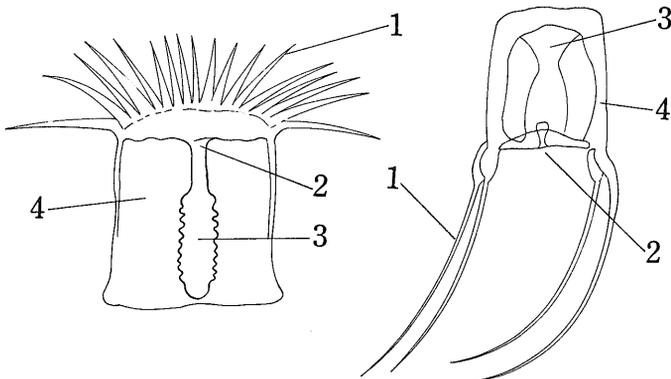
神経もごく簡単なものである。高等動物ならば 一個または一対の脳または脳神経節と云う感覚の中樞があつて 刺戟を受感するが 腔腸動物では数ヶないし数十ヶの小さい神経中樞があつて その中樞のどれか一つあればそれが脳の代りをして そこから神経が連続している部分には反応を伝えることができるものであることから 下等動物であることが解る。心臓もなければ血管もない。

しかしながら ある特定のクラゲ(ウリクラゲやオビ

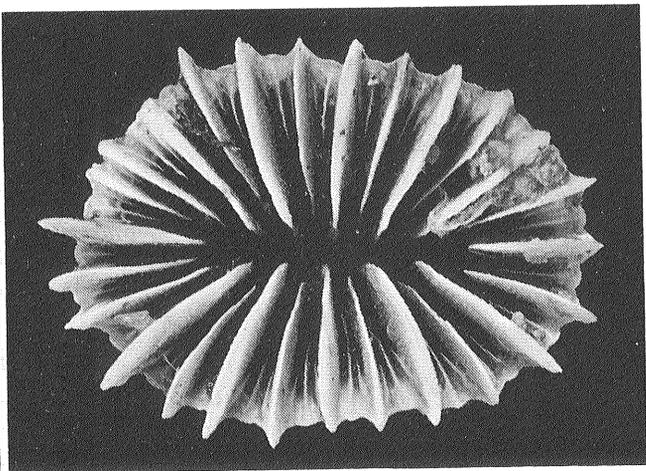
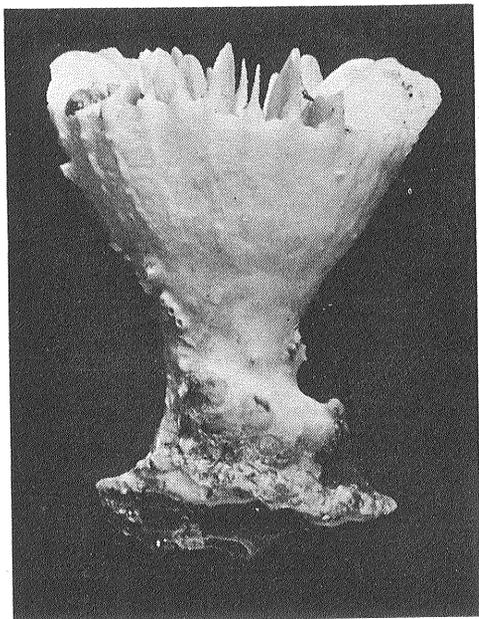
クラゲの類)を除いた腔腸動物には 他の動物には見られない刺細胞と云うものがある。これはビクリ箱に似た構造でビクリ箱の蓋についているとめ金が外れると中から人形が飛び出して来るように 与えられた刺戟で刺細胞の細胞膜を破って中の針が飛び出し 害敵につきささる。海水浴に行つてデンキクラゲに刺された話を聞くことがあるが これはクラゲの刺細胞に攻撃された結果である。また タコはエビやカニの大敵だが刺細胞を嫌うのである種のカニやヤドカリはイソギンチャクをハサミでつまむ種類 あるいは背甲や宿る巻貝の殻に着けて 刺細胞を苦手とするタコから自分を護ろうとする。

サンゴの類には刺細胞よりもっと変つた習性があるものがある。生時体内に下等藻類に属する生物を宿し サンゴの二酸化炭素を酸素に代えるなど サンゴの成長に必要な栄養を得ている。このことは後で述べる。

腔腸動物は 上にも述べたように サンゴやクラゲの類のことであるが 多くの場合 口を下に向けて浮游生活するものをクラゲと云い 口を上に向けて着生生活するものをサンゴまたはイソギンチャクと云っている。しかし 種類によって生涯のある時期にクラゲとなり他の時期に着生生活するものもある。着生生活するグループには花虫類とヒドロ虫類とがある。花虫類には宝石になるタマサンゴ サンゴ礁を造る造礁サンゴ 殻のないイソギンチャクなどがある。ヒドロ虫類にも多



第1図
イソギンチャク(左)およびクラゲ(右)縦断概念図
1.触手
2.口
3.腔腸
4.筋肉塊(生殖巣・神経は筋肉の中に)



第2図 単体サンゴ(チョウジガイ) 相模湾産

くの種類があるが 淡水産のヒドラの他は 小中学生を対象に採集の指導を目的とした図鑑類をにぎわすような種類がほとんどない。しかし ヒドロ虫類に属するウミヒドラの類は天皇陛下御自身の御研究が幾つかあることで専門家の間にはよく知られている。ヒドロ虫類には発生の初期または一生涯 クラゲで過すが 後固着生活に変わるものもある。しかし花虫類ではクラゲにならずに着生生活をするものが普通である。

腔腸動物には浮游するクラゲの類にも底棲のサンゴ類やヒドロ虫類にも 単体と云って単一個体で生活するものと 群体と云って数ヶないし数十ヶが一団となって生活するものがある。単体のサンゴを単体サンゴ 群体のを群体サンゴと云う。群体サンゴが皆サンゴ礁を形成するわけではないが 盤状または塊状に発達するものが 何度も何度も骨格を大きくしてサンゴ礁になり 時には巨塊となって船舶の航行をさまたげるものである。サンゴ礁を造るサンゴを特に造礁サンゴと云って他と区別する。

2. サンゴ礁と造礁サンゴ

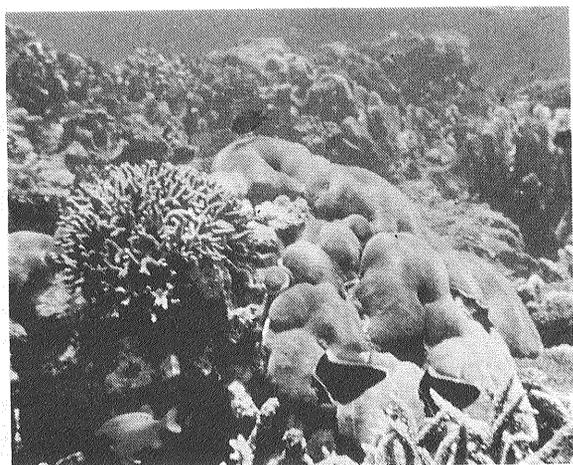
群体サンゴは多くの種類から成るが その中にはサンゴ礁を造らないものがあり たとえば タマサンゴのように樹状になるものはサンゴ礁を形成しない。造礁サンゴには盤状または塊状に岩を被うものが普通である。

造礁サンゴは海産で 熱帯地方から亜熱帯地方には広く分布してサンゴ礁を形成するが 温帯地方では造礁サンゴに属する種類がすむ所でもサンゴ礁を形成せず 寒

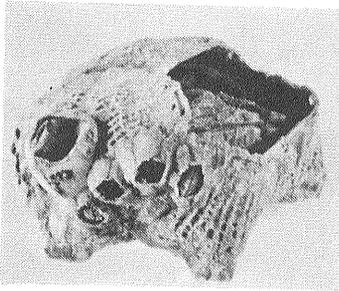
流が卓越する地方には棲まない。熱帯地方では外洋に限らず 沿岸水が発達する所にも少しは見られるが 温帯地方では暖流の影響が著しい所に限られる。

造礁サンゴがよく発達する条件は 温暖(摂氏20度以上)であるばかりでなく 日射が必要とも云われている。このことは造礁サンゴの体(サンゴ虫またはポリプ)の中に下等藻類 *Zooxanthella* を宿し その藻類が太陽光から酸素同化作用を行なって サンゴ虫に酸素を供給するから光線を必要とし 暗い所では不適當である原因となる。

浅海から深海に向って徐々に暗くなるが この光度の相異を海洋学上三帯に分ける。光明帯 Euphotic zone は明るい所で 海が澄んだ所では濁った所より深くまで及んでいる。これに反して暗黒帯 Aphotic zone は星



第3図 パラオのサンゴ礁の塊状サンゴと樹状サンゴ(いずれも群体サンゴ)



第4図
フジツボの一種
シロスジフジツボ
Balanus albico-
status PILSBRY

と云わず 夜と云わず 夏と云わず 冬と云わず 年中真くらやみである。これら両者の中間を薄暮帯 Disphotic zone と云うが 上下の両帯と漸移し 晴天と曇天 あるいは光明帯の澄んだ時と濁った時 つまり透明度の相異でも変化することがある。

造礁サンゴが棲む所は海水が澄んだ光明帯に多いので 50m以浅にみられ サンゴ礁のほとんどが20m以浅に限られることは 上に述べたように あかるい太陽光との関係であることは容易にうなづけることである。

3. サンゴ礁の発達

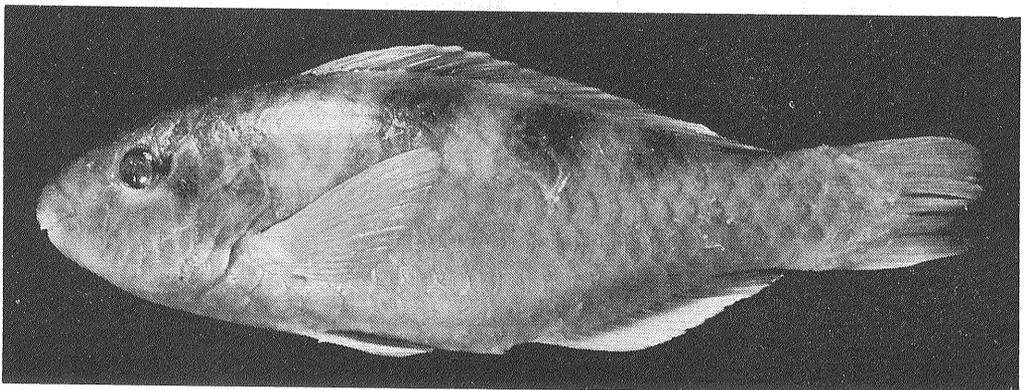
造礁サンゴが日光の照射する浅海で 下等藻類 *Zooxantella* と共生することをさきに述べたが 詳しく述べれば次のようになる。サンゴ虫も他の動物と同じく 酸素を取り入れ 二酸化炭素を排出する代謝をしているが 二酸化炭素は共生する藻類が酸素に変えるので サンゴ虫は居ながらにして酸素が得られる。また 下等藻類でも 高等植物と同様に 栄養塩類を直接摂取するから 造礁サンゴは共生藻類からグリセロール・アミノ酸・アラニンなどの供給も受ける。サンゴ虫は 自分でも 小さい浮游生物を捕食し 共生藻類からの栄養と

併せて 成長してゆくものである。サンゴ虫が繁栄すれば 骨格も延びることになるので 造礁サンゴならば サンゴ礁が発生してゆくことになる。

以上造礁サンゴの発育について述べたが 死んだサンゴ礁に附着してサンゴ礁を大きくするものについてもふれておく。石灰藻と云って 藻類にも石灰質の殻をもつものがあり この殻が岩礁やサンゴ礁に着く。またある種の貝類 カンザシゴカイ類 コケムシ類 フジツボなどもその例である。

固着する貝類の中ではカキがもっとも有名だが 二枚貝ではカキの他にウミギク類とヒレインコ類とがあり 巻貝にはヘビガイ類がその例である。カキの類には *Hytissa sinensis* (GMELIN) コロビガキと云う大成する種類もあり しかもサンゴ礁が発達する地方に棲む。その殻は高さ230mm 長さ160mmにも達し しかも殻が厚い。ウミギクの類にも *Spondylus varius* SOWERBY ミズイリショウジョウガイは大成し コロビガキと同じくらいにまで成長する。ヒレインコの類は上の両種ほどは大成しないが それでも100mmは超えるものがある。以上の類には他にも多くの種類があるが 上に述べた種類がサンゴ礁地域の最大の種類で 小さい種類も普通にみられる。これらの二枚貝は 下殻片で岩礁またはサンゴ礁に附着し 上殻片を動かして殻を開閉する。貝が死んでからは上殻片は外れることがあるが 下殻片は附着したままになり その上に造礁サンゴをふくむ他の附着生物が着いたり 穿孔生物が穴をあけたりする。

ヘビガイ類は巻貝ではありながら 規則的には巻かず 巻き解けて不定形の管状となって岩礁やサンゴ礁の上に附着する。管の太さは20mm くらいの種類が最大である。カンザシゴカイ類は貝類ではないが その殻はへ



第5図 ブダイの一種 カワリブダイ *Scarus scaber* Cuvier & VALENCIENNES

ビガイ類に近似し 混同しやすい。ヘビガイ類の殻は他の貝類と同じく 三層から成るが カンザシゴカイ類の殻は 二層しかない。しかし なれた人は 殻の形を見てヘビガイ類か カンザシゴカイ類かを区別できる。

コケムシ類も 多くの種類から成り 全部の種類が礁を大きくさせるわけではないが 盤状 樹状 塊状に発達する種類が 小さいながらも 礁の発達に役立っている。コケムシ類は全部が石灰質ではないので 角質あるいは 膠質のものは除外して考えられることになる。

フジツボ類も コケムシ類と同様に 小さいながらも礁を大きくするものである。フジツボは エビヤカニの仲間の甲殻類に属するものであるが 石灰質の殻を岩礁 または サンゴ礁に あるいは 貝類 または カニの甲などの堅い地物に固着させ 頂部にある孔から 体の一部を出したり 殻の中に収縮させたりして 海水中の酸素を鰓に入れ 入って来た小さい浮游生物を捕えたりする。フジツボ類にあまり大きい種類はないが それでも 底面の径 100mm 近いものもある。

以上 サンゴ礁の上に着く石灰質の生物の例を並べたが その生物の死後 その上に造礁サンゴその他の着生生物が着いて 礁は次々にその大きさを増してゆく。

4. サンゴ礁の破壊

サンゴ虫の害敵。サンゴ礁の形成と発展については上に述べてきたが 発達と同時に破壊も行なわれているので これについても述べておく必要があるかと思われる。

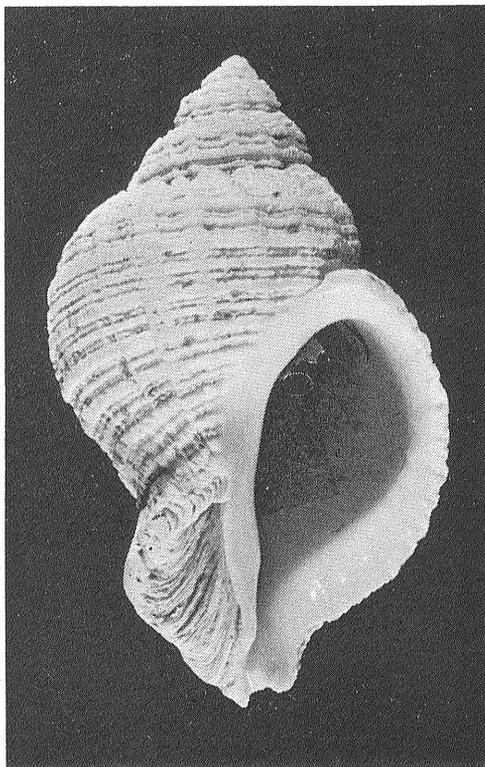
オニヒトデ *Acanthaster planci* (LINNAEUS) がサンゴ虫を食害することは 新聞やテレビにまで出るくらい有名になった。しかしサンゴ虫の害敵はオニヒトデに限らず また天災によっても死滅に導くことがある。

オニヒトデと並んで ブダイと云う魚もサンゴの大敵である。ブダイとは スマートなタイに比べてブスだから ぶおとこにぶの字がつくように かつこ悪いブダイにもぶの字がついていると 三崎の臨海実験所の名物男だった故人の熊さんこと 青木熊吉氏が説明したと伝っている。ブダイ類の顎や歯は堅固で サンゴ虫も殻も遠慮なしにと云いたいくらいに大きな音をたててポリポリこわして食べてしまう。モンガラカワハギの類 チョウチョウウオの類 スズメダイの類は ブダイと相異して口は小さいが みるからに歯が堅固で この類にはサンゴ虫を食べる種類があると云われている。

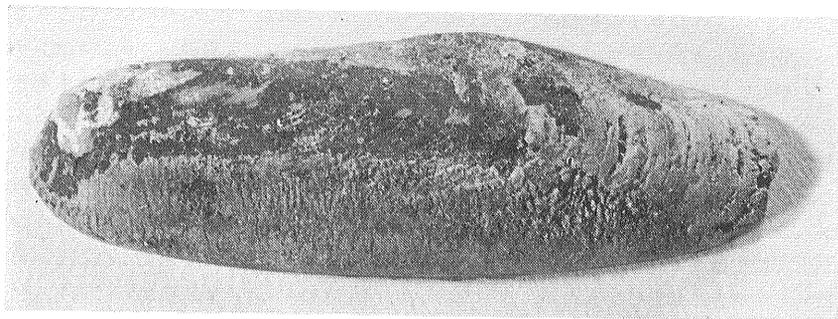
サンゴ虫の敵にはサンゴヤドリと云う巻貝もあり その名が示すように 腔腸動物に寄生するグループである。たとえばカプトサンゴヤドリ *Coralliophila erosa* (RÖDING) は造礁サンゴに ヒトハサンゴヤドリ *Coralliobia*

(*Quoyula*) *monodonta* (BLAINVILLE) はエダミドリイシ類 *Acropora* に外部寄生する。サンゴヤドリの類には 外部寄生するものも内部寄生するものもあり またサンゴに限らず イソギンチャクにも寄生する。カゴメサンゴヤドリ *Coralliophila stearnsi* (PILSBRY) はヨロイイソギンチャク *Anthopleura japonica* (VERRILL) に外部寄生するが 低潮時 岩とヨロイイソギンチャクとの間にひそんでいるところを発見したことがある。カブラガイ類 *Rapa* spp. は殻の無いソフトコーラルと云われる腔腸動物の体内に寄生し ムロガイ *Leptoconchus striatus* (RÜPPELL) はキクメイシ *Fovia* sp. などの造礁サンゴの殻の中に空間を作って棲んでいる。ホソムロガイ *Leptoconchus* (*Magilopsis*) *lamarcki* DESHAYES はミドリイシ *Acropora* spp. の根に近い幹に相当する部分に内部寄生するが 空洞は作らない。イシカブラ *Magilus antiquus* (MONTFORT) はナガラサンゴ *Platygyra phrygia* (ELLIS & SOLANDER) に内部寄生しサンゴの成長と共にサンゴの骨髄を削って殻を延ばし 巻き解けてヘビガイのようになることが普通である。

動物によるサンゴ礁の破壊。ブダイなどの魚類とムロガイ イシカブラなどの貝類とは 生きたサン

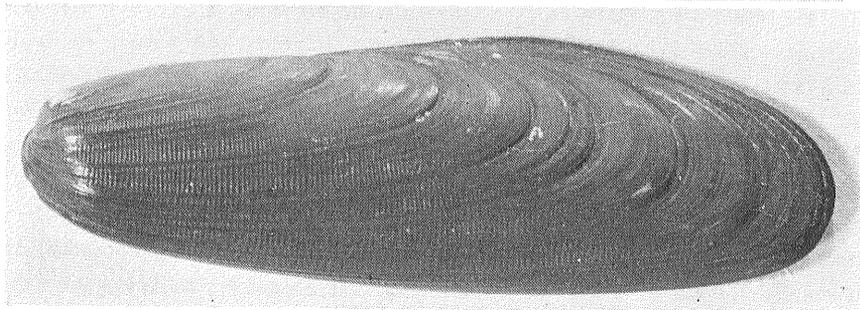


第6図 カゴメサンゴヤドリ



第7図
シギノハシノ類

上
イシマテ (岩に穿孔
セメントで穴を固め
る)



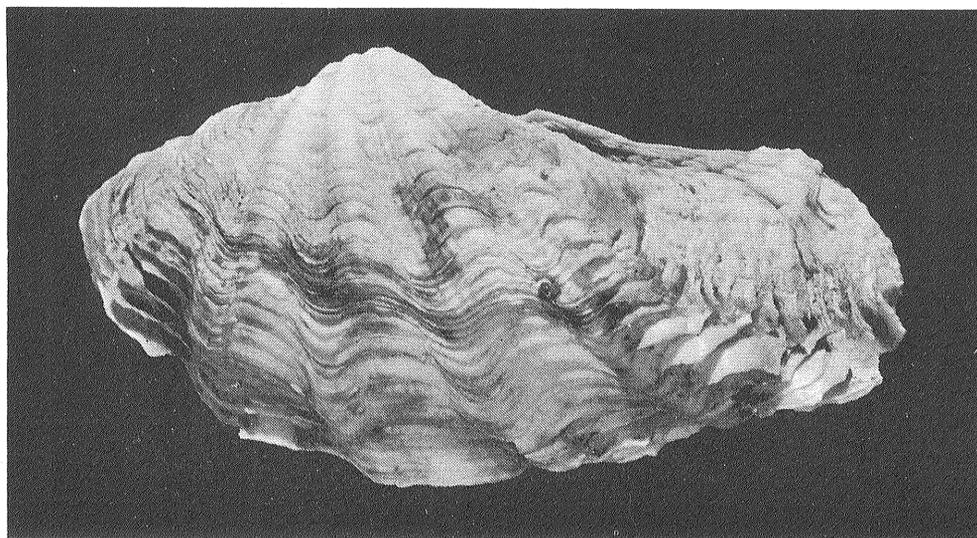
下
チャイロシギノハシ
(タヌキ掘りする)

ゴ虫の害敵であると同時に 造礁サンゴの殻の破壊者でもあることは 上の解説から明らかであろうが死んだサンゴの殻を破壊する動物も少なくない。

シギノハシ *Lithophaga* の類は石灰質の物体に穿孔する貝類である。この類は多くの種類から成るが チャイロシギノハシ *Lithophaga (Lithophaga) zitteliana* (DUNKER) クロシギノハシ *L. (Lithophaga) teres* (PHILIPPI) ワライロシギノハシ *L. (Lithophaga) straminea* (REEVE) のような模式的グループ つまり属名も亜属名も *Lithophaga* の名を用いる諸種は 石灰質の

物体に穴をあける時に穴をあけるだけで穴の周囲にセメント物質で固めない タヌキ掘りをする種類である。

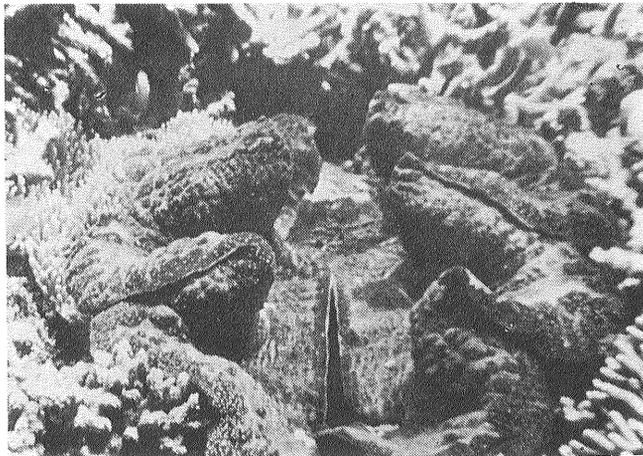
しかも 殻の表面も表皮のままの状態 他のグループでは殻の後部に石灰質の沈着物を付ける特徴との相異は明白である。その模式的グループの諸種がこの類としては大成しチャイロシギノハシでは殻の長さが90mm 高さが30mm 幅27mm クロシギノハシでは殻の長さが133mm 高さ30mm 幅26mm ワライロシギノハシでは殻の長さが102mm 高さ25mm 幅20mm に達する。この類は穴の中で殻より少し大きいスペースしか



第8図 ナガシヤコ

ないので 上に掲げた大きさより少々広い穴をあけるわけである。

上に述べたタヌキ掘りをする3種は この類としては大成する種類だが 周囲に石灰質の沈着の壁を造るものでも本邦産の一種だけはかなり大成する。その種はセキトリイシマテ *Lithophaga (Leiosolenus) obesa* (PHILIPPI) と云って造礁サンゴなどの石灰質の物体に穿孔し殻の長さが97mm 高さ41mm 幅25mmに達する。この属には模式的亜属の他にも幾つかの亜属があり 少数の例外の他は石灰質の物体特に造礁サンゴの遺骸に穴をあけるが セキトリイシマテの他は殻の幅が10mmを超えない。



第9図 パラオのサンゴ礁のシヤコガイ

岩石に穿孔する貝類の代表的な他の例は ニオガイ科 Pholadidaeである。この類は上に述べたシギノハシ属の大形種ほどは長くならないが 太さ(高さと幅)を比べる限りさほど見劣りはしない。普通は軟かい岩に穿孔するが 石灰質の遺骸に穿孔する種類もある。岩石に穿孔する諸種には殻の長さの何倍にもなる穴を掘り進む種類があるが 石灰質の物体に穿孔する種類には カモメガイモドキ *Martesia striata* (LINNAEUS) とスズガイ *Jouannetia cumingii* (SOWERBY) とが知られ いづれもあまり深くは穿孔しない。これらの他にもツクエガイ *Rocellaria cuneiformis* (SPENGLER) も石灰質の物体に穿孔する種類である。

シヤコガイ *Tridacna* の類も石灰質の物体 特に造礁サンゴを削ってすみかとする種類である。このすみかは単なるくぼみにすぎないが 殻の表面にある波状の彫刻が 結果的には大根おろしの作用を行ない 殻の周囲を機械的に磨滅して その貝が棲むくぼみができあがってしまう。

以上の他にもカイメンの類・フジツボに近い類・2～3のゴカイの類などにも石灰質の物体に穿孔する種類があるが 少ししか破壊しないから省く。

自然の現象によるサンゴ礁の破壊。自然現象にもサンゴ虫やサンゴ礁を破壊その他の都合の悪いことを行なうことがある。たとえば 大潮は正午前後の最もよく照る時間が 何日も連続するが 熱帯地方の強い日射が 干出するサンゴ虫に照りつけるのだから 照らされるサンゴ虫はたまったものではない。特に満月のころの大潮ならば干出時間が長いから 日射の影響が著しいことになる。熱帯地方にも特に暑い日とさほど暑くない日もあることであり またスコールの雲が来て日射を防ぐこともある。しかしながら ハワイ諸島

のような大陸から遠い洋上の島々では 高潮線と低潮線との間隔 つまり潮差はあまり著しくない。また 海岸によっては 急傾斜と遠浅との相異があり 風が沖に向って吹くが岸に向って吹くかによって潮が引いている時間 あるいは潮が満ちてくるまでの時間が少しは変わってくる。たとえば 熱帯地方の大陸の沿岸における大潮で 日射が続いて昼には雲もスコールもなく 遠浅の地形で波があまりたたず風が沖に向って吹いた時には 朝引いた潮が満ちてくるまでに時間がかかる。潮が引いてから 満ちてくるまで 日光の直射を受けるが これが4～5日続くのだからサンゴ虫が健康を保持し続けることは容易ではなく 中には死んでしまうものも出てくる。しかし 潮がよくひく春の大潮でも 遠洋の島で 時々曇ったり スコールが来たり 地形は急傾斜で波が立って時々サンゴ虫をぬらすこともあり しかも風が陸に向って吹くときには サンゴ虫は逆の条件のときほど日射でいためつけられない。つまり 大潮の時の干出と云っても いろいろの段階があって サンゴ虫の死活問題に係るほどの日射と あまり問題にならない日射とがある。

日射そのものは どの干出するサンゴ礁にも関係があるが 突発的に起る現象には サンゴ礁を著しく破壊することがある。その一例として 1918年(大正7年)の1月下旬にオーストラリアの北東部(クインズランド)を襲ったマッケー旋風 Mackay Cyclone を紹介しよう。その旋風には豪雨を伴ったので 風が衰えてから ドン河から流れ込んだ河川水が 北風にあおられてストーン島におしよせ 島を淡水で取り巻いてしまった。その時の降雨量は マッケーで1月22日から24日までの3日



第10図 パラオのサンゴ礁の間を遊ぎまわるチョウチョウウオの類 (ハナダグロチョウチョウウオ)

間に216mmにも達したから いかによく降ったかが解る。この地方 つまりクインスランドの東海岸は 沖に点々と島があって 本土との間に一種の内海を形成し 外洋と違って 淡水が太平洋中に溶けこんでしまうまでには 幾日もかかるわけである。このような状況であったので 本土から10km 以上も離れた地点で 淡水が桶で汲めたと云うから 流入した雨水の量がいかく莫大であったかがうかがえる。海水が淡水に置き変わったのだから サンゴ礁と周辺の生物が無事ですむわけはなく ほとんどが死滅してしまった。

わずかに生き残った生物には 小さいサンゴの群体 貝類 ナマコ フジツボ ヤドカリ カイメン等が少数生き残ったにすぎなかった。おもしろいことに平常はサンゴに生活場所を取られているので ほとんどみつけれられない海藻が この時とばかりに わがもの顔に繁茂した。

サンゴ礁が津浪で破壊された例もある。津浪の営力が直接サンゴ礁を破壊することは当然であろうが サンゴ礁の周辺の堆積物を移動させ その結果 生物学的環境も変化することになる。堆積物の移動に関する極端な例をあげれば 今から200余年前の明和8年(西歴1771年)に 沖縄県の八重山群島および宮古群島に 地震に伴う大津浪がおしよせた。この地震のマグニチュードは7.4と云われており 関東大震災のマグニチュード7.9に近いことから いかにも大きな地震であったかが推察できる。この地震に伴う津浪の営力で 重さ約750トンのサンゴ礁塊が 海岸から約2.5km も離れた標高約30mの高台に運び上げられたと 記録されている。

この例で示されるように 津浪の運び上げる営力が大

きいことは 明らかだが 引く力も同様に強烈である。サンゴ礁 あるいはサンゴ礁周辺の岩石が 津浪の営力で陸に向っても 深海に向っても運ばれることがありうると云うことであるが このことは今まで問題にされていない重大な構想に発展することを特に指摘しておく。

5. サンゴ礁周辺の生物と遺骸

一般に 岩盤が露出する所や サンゴ礁が発達している所では 物質の循環が速い。堅い底質に流れが当たる所では 流線が収斂し その底質を離れる所で流線が発散する。岩礁やサンゴ礁にはサンゴなどの固着生物や穿孔生物が 餌になるプランクトンを待っているが 収斂線が形成されるので 水中にとけている酸素もプランクトンもかなりよく供給される。

サンゴ礁を生ずる環境では その周辺を含めて 多くの生物が棲み サンゴ礁を破壊する生物 あるいは サンゴ礁または付近の岩石の陰に逃げこむもの その他種々の生物の棲みかとなっている。魚類だけをとりても チョウチョウウオの類 モンガラカワハギの類 ニザダイの類 スズメダイの類 ベラの類などと 色とりどりの美しさは まるで竜宮城に行ったかの錯覚におちいりそうである。サンゴ虫の強敵のオニヒトデは色は良くないが コバルト色のアオヒトデにはむしろ毒々しさを感じず。金魚鉢になる大きな二枚貝のシャコガイも サンゴ礁に伴う種類である。その他 エビ類 カニ類 ナマコ類 ウニ類 タコ類の種類も豊富で サンゴ礁の間にはウツボと云うウナギを太くしたような魚の中のギャングがひそみ 時にはウミガメが出現するなど 話題はつきない。これらの動物が あるいは昼間あるいは夜に 食物をあさる行動をとる。

岩礁やサンゴ礁に棲む生物の遺骸は その周辺に棲む動物がよってたかって 腹をみたすが あまり好かれないものもある。餌にならなかった動物は 堅い部分を残して バクテリアによる分解が進み 海中に溶け込んで 植物プランクトンの餌になる。また小さい殻や骨は その場で堆積することもあるが 運び去られることも少なくない。

いずれにせよ サンゴ礁の周辺では 生物が生れ 育ち 死んで遺骸を積たえ 石灰質の部分を残して分解してゆく経過の繰り返しは 毎日毎日 毎年毎年 続いている。サンゴ礁は外洋に面した所が多いので 軽い遺骸は 荒れた日には荒波によって運ばれるが 深海にまで運ばれることもある。