



### 3. 頭足類の心臓・血液・感覚器

頭足類の心臓は体心臓(一心室二心房からなり、本物の心臓に相当する)の他に、各鰓の基部に鰓心臓があって、鰓に静脈血を送り込みます。イカ・タコ類は鰓が2枚あるので、二鰓類と呼ぶことがあります。石灰質の厚い殻を持ったオウムガイ類は鰓(図3のa)が4枚あるので、四鰓類として他と区別されています。余談ですが、筆者の観察したオウムガイの鰓に線虫が寄生していて、驚いたことがあります(図3のb)。

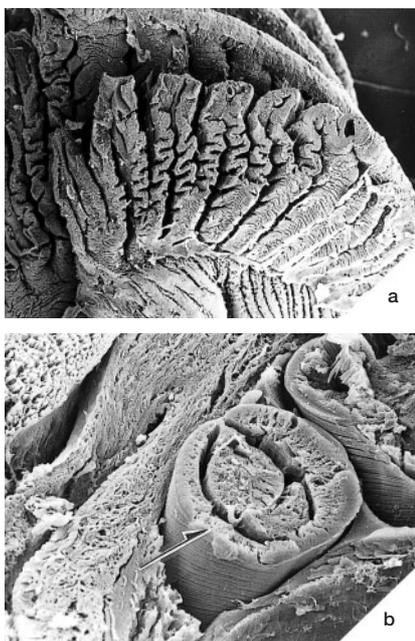


図3 オウムガイの鰓 aは鰓の一部、ガス交換に与る多数の襞が認められる。bは鰓組織の基部に侵入した線虫、矢印は虫体断面を示す。

頭足類の血液中には、銅を含んだ呼吸色素タンパクの一種ヘモシアニンが溶け込んでいて、酸素と結合します。脊椎動物のヘモグロビンの様に、血球中に存在することはありません。酸素と結び付いたヘモシアニンは青色を帯びています。それで、血青素と呼ばれることがあります。血液の流れに乗って、ゆっくりと身体各部に運ばれます。それは、毛細血管を介することが無いので、開放血管系に属し、血液も血リンパという特別な呼称が与えられています。

このヘモシアニンは、軟体動物の多くに見ることができます。その他、エビ・カニなどの甲殻類も呼吸は、専らヘモシアニンに依存しています。

この様なヘモシアニンは頭足類の場合、身体どこで生成されるのでしょうか。頭足類の鰓の背側には、鰓腺

と呼ばれる大型の分泌組織の塊があります。イカ・タコの鰓腺について、その微細構造と化学組成を調べたドイツの動物学者シッフ博士のグループは、腺細胞の粗面小胞体の内部に大量の銅が蓄積しているのを認め、それらがタンパク質と結び付けられ、直接血リンパ中に放出されることを突き止めました。その観察結果を踏まえて、鰓腺が頭足類の主要な造血器官であると結論を下しました。

無論、この銅は頭足類が独自に生産したものではありません。海水中に溶け込んでいる微量の銅を、鰓腺で濃縮したものです。

軟体部を伴った保存の良いイカ・タコの化石が、ドイツやフランスのジュラ紀層からしばしば発見されています。なかには、鰓の痕跡を止めているものさえあります。こういうのは例外ですが、かつて鰓の存在していた部分の母岩について、その元素組成を調べ、そこに銅の高いピークを認めた時、鰓腺があった可能性極めて大ということになります。

次に感覚器について述べましょう。頭部にある一対の大きな眼、海水の出入りする漏斗の付根にある嗅検器、遊泳時の姿勢を制御する一対の平衡胞が頭足類の主要な感覚器ということになります。

まず眼は軟骨製の被膜に包まれ、全体に球形をしています。そして、角膜やレンズ、網膜があり、脊椎動物の眼と比較しても、少しも遜色がありません。ただ、オウムガイの眼は角膜もレンズも存在せず、縦にスリットが入っているだけの、ひどく簡単なものです(図4)。



図4 オウムガイの眼と触手 aはピンホールカメラの様なオウムガイの眼、アンモナイトもオウムガイ型の眼を持っていたとする復元図があるが、あくまで想像の域を出ない。bは触手を伸ばして餌を探すオウムガイ、触手は鞘(さや)の中に収めることができる。



眼の窪みの底部に網膜があります。その様子は、ピンホールカメラと言ってもよいでしょう。それで、オウムガイの眼をスリット眼と呼ぶことがあります。

嗅検器ですが、これは海水中に溶存する化学物質の検出装置です。有害物質や獲物の匂いを嗅ぎ分けます。人間の鼻に例えることができます。

深海に生息するオウムガイ類は、嗅検器が発達しています。海中に設置したトラップの内部に、腐敗した魚や鶏肉を入れて置くと、新鮮な肉に比べて、集まってくるオウムガイの個体数が増加します。それは、強い匂いに誘引されたからでしょう。オウムガイの眼が未発達なのは、餌を探索する際、嗅検器に依存する度合いが高いからかもしれません。

袋状の平衡胞は精巧なもので、内部に線毛(感覚毛)を備えた物理的受容器が規則正しく並び、石灰質の微小な平衡砂があります。この平衡砂の動きを感覚毛が捕え、姿勢の変化を知ります。

ヤリイカの場合、平衡砂は数100マイクロン単位の大きさがあり、水滴の様な形をしています。これなどは平衡石の部類に入れても、的はずれではないでしょう。イギリスの新生代の地層からは、ヤリイカ類の平衡石が多産します。これは微化石のカテゴリーに入ります。

#### 4. 移動と捕食・体内の甲と殻

移動は頭部下側(腹側)の外套膜が筒状に巻いた漏斗より、飲み込んだ海水を勢いよく噴出する、いわゆるジェット推進によっています。ところで、イカ刺しは外套膜の部分を縦に切断したものです。横方向に包丁を入れたのでは、筋線維に平行になるので、噛み切るのに苦労することになります。リング揚げの固い理由がお分かりになりましたか?

さて、足のある体前方に進む際は、漏斗を後方に向け、腹部のある体後方に向う時には、先の逆を行けばよい訳です。胴体を包む外套膜やひれも、移動時の補助装置として立派に機能しています。殻に包まれたオウムガイでは、ジェット推進が主力となっています。

食物は小魚やエビ・カニなどの甲殻類、貝類です。イカの仲間は、伸張した一对の捕獲腕表面の鈎や吸盤を用いて獲物を捕えます(図1)。オウムガイでは、腕が60本から90本近くあります(図4)。腕は大変細く、釣の餌に使用するゴカイの様な感じですが、腕の内側に多数の横走する

粘膜襷を備えています。その表面に粘液を分泌して、獲物を捕えます。この細い腕は触手と呼ばれています。オウムガイも、小魚やエビを好んで捕食します。

イカ類は腕が10本あるので十腕目、8本あるタコは八腕目と呼ぶことがあります。

さて、獲物はカラス・トンビと呼ばれる顎で切断され(図5)、おろし金の様な歯舌で細片にして、食道に送られます。

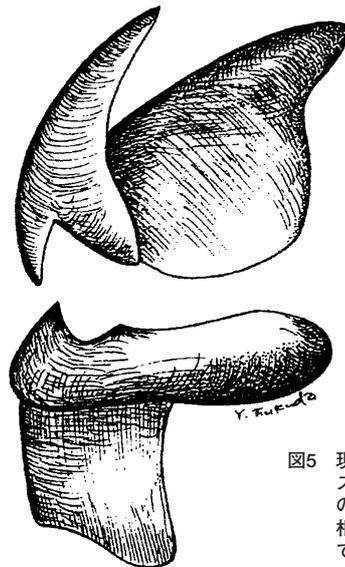
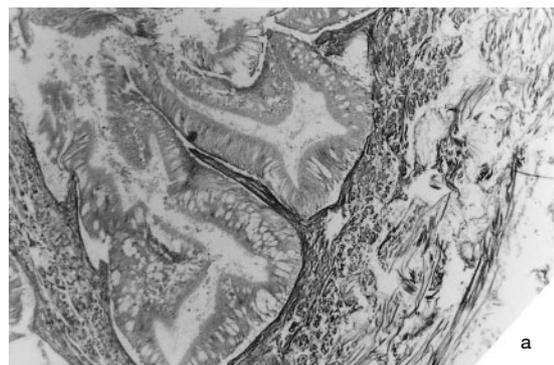


図5 現生のコウイカの顎 俗にカラス・トンビと呼ばれているもの。図の上方がカラス、下方がトンビに相当する。鋭く尖った顎先端部で獲物に大きな損傷を与える。

イカ・タコの食道内側は、キチン質の薄い被膜で覆われています。それは歯舌が小型であるため、食物を粉末状にできないのでしょう。それ故、食物片が食道の粘膜上皮を破壊する危険があります。その損傷を防ぐ目的で、キチン質の被膜を持つようになったのかもしれませんが。

一方、オウムガイはどうでしょうか。食道には全くキチン質の保護膜がありません(図6)。その代わりに、下顎先端には石灰質の鋭い鋸歯が並び、その奥に頑丈な9列の突起を備えた歯舌があります(図7)。この歯舌はベルトコンベヤーの様に、後方から押し出されるようにして、絶えず新しいものと交代します。



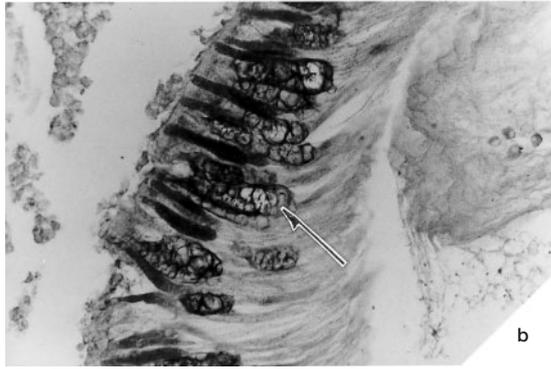


図6 オウムガイの食道断面を示す光学顕微鏡像 aは低倍率像で、食道上皮表面にキチン質の保護膜を認めることができない。bは内皮の一部拡大、粘液分泌細胞(矢印)は、PAS染色に陽性反応を示し、ムコ多糖類の存在を窺わせる。

オウムガイの場合、獲物は大形の顎と歯舌によって、粉末状にすることが可能です。それ故、食道の粘膜上皮は食物が通過する際、傷付けられることが無い訳です。それで、オウムガイではキチン質の保護膜が無くても平気なのでしょう。さらにオウムガイでは、食物の通過をスムーズにするため、粘液を分泌していることも見逃せません(図6のb)。

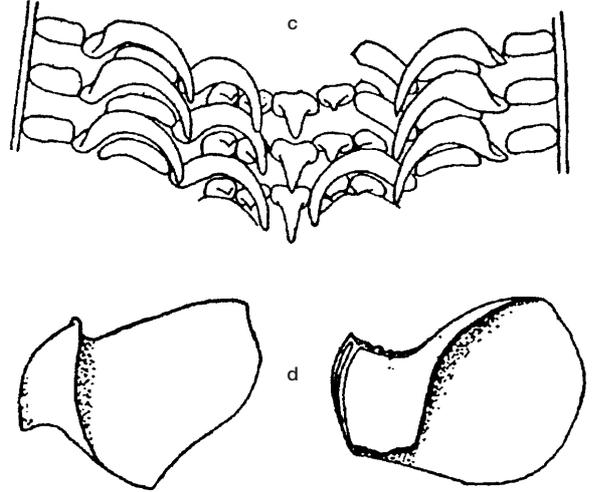
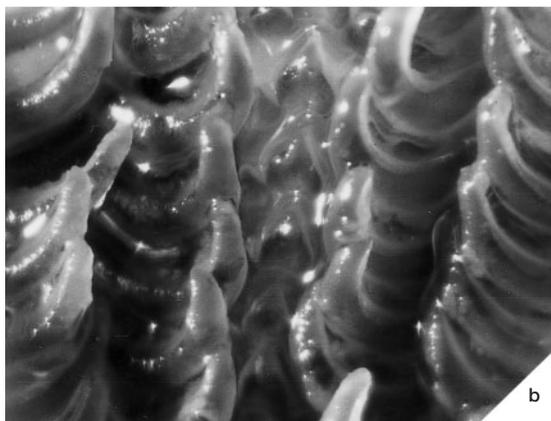


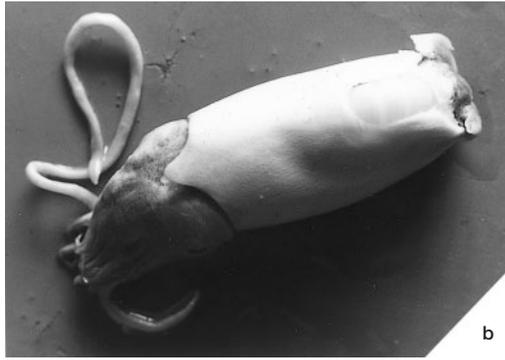
図7 現生のオウムガイの顎と歯舌 aはオウムガイの顎を開いて、口内の歯舌を示す。下顎内側に鋭い鋸歯が並ぶ。bは歯舌の拡大 cは歯舌のスケッチ dは上・下の顎を示す(c~dはA.ナエフによる)

海底の忍者タコは、ホタテガイやエビが大好きです。ホタテガイを見つけると、吸盤を備えた太い腕で貝を支え、貝柱の真上を狙って、殻に直径0.1ミリメートルから0.2ミリメートルほどの小さな孔をあけます。

この小孔からチラミンと呼ばれる麻痺物質を貝柱に注入します。かくして、貝柱の緊張が解けて殻が開くと、たちまち内部の柔らかい肉を平らげてしまいます。甲殻類も同様な方法で仕留めます。

次に体内の甲と殻について説明しましょう。オウムガイの殻(図2,4,図8のd)は連室細管の項で、紹介することにします。まず、十腕目のなかでもコウイカ(図8のa)は、舟形をした石灰質の甲を持っています。ヤリイカの仲間はキチン質の細い羽根ペン状の楯があります。スピルラは巻きの緩い螺旋状の殻が筒形の胴体末端にあります(図8のb~c)。これらはいずれも外套膜内であって、生涯露出することがありません。





b



c



d

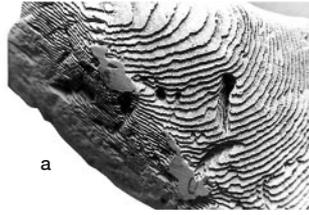
図8 殻を持つ頭足類の仲間  
aはコウイカ 腹部(胴体)背側に隙間の多い石灰質の甲がある。b~cはスピルラ(和名グロコウイカ)腹部末端に巻きの緩い殻を持つ。cはX線像で、矢印はスピルラ独特の殻、多数の気室に分かれている。dはオウムガイ 美しい火焰状の斑紋で飾られた殻を持つ。殻内に大形の気室がある。

八腕目のタコ類では、アオイガイの雌だけが体外に半月形の薄い殻を持ち(図9)、卵の保育室として機能します。繁殖期を過ぎると、殻を捨て去ります。この殻は単なる卵の容れ物というにすぎません。アオイガイという名称は、殻の形が徳川家の葵の御紋に似ているからだとする説があります。

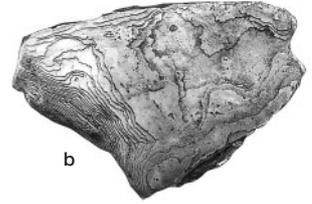


図9 アオイガイ(別名タコブネ)の化石 薄手の殻が溶け去り、その鑄型が残されたもの。房総半島の中新世末(約500万年前)の地層より産出した。

さて、舟形をしたコウイカの甲は、しばしば海岸の波打ち際に転がっているの、御記憶の方も多と思います(図10のa)。コウイカの甲の化石(図10のb~c)は、既に1億8000万年ほど以前のジュラ紀初期の地層から発見されています。



a



b

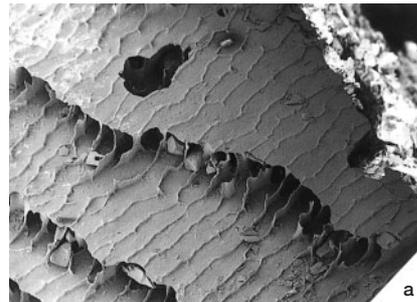


c

図10 コウイカの甲 aは現在の海岸で得たもの bは10万年前の化石種、房総半島北部の成田層から産出した。甲の前半部(左側)は失われている。cは北米サウスダコタ州の白亜紀後期の地層より得た。甲の大きさは40センチメートル近くある、写真下が甲の前方。

現生のコウイカの甲を細かく調べてみると、波型の垂直な石灰板と平らな石灰板が交互に重なり合って、構成されていることが分かります(図11)。この石灰層の間をゆっくりと水が通過します。

この構造はオウムガイやアンモナイトの隔壁襟と呼ばれる部分が、特別に発達したのではないかとする意見があります。この隔壁襟と連室細管のお陰で、アンモナイトやオウムガイ、スピルラでは独特の気室が形成されると言っても過言ではないでしょう。隔壁襟や連室細管の構造と機能について、オウムガイの項で詳述します。



a



b

図11 コウイカの甲の微細構造 aは低倍率像で、甲は水平な石灰板と波形の垂直な石灰板の互層から成っていることが分かる。bは波形の垂直板の部分を拡大して示す。写真右側は水平板の一部。