

Superclass Radiolaria

Takahashi, Kozo
Faculty of Science, Kyushu University

Anderson, O. R.

<https://hdl.handle.net/2324/12445>

出版情報：日本産海洋プランクトン検索図説，pp. 347-372，1997．東海大学出版会
バージョン：
権利関係：

Superclass RADIOLARIA レディオラリア上綱

レディオラリア (RADIOLARIA) は、主として外洋域や半外洋域に生息する単細胞の海洋浮遊性原生動物であり、浮遊性有孔虫 Planktonic FORAMINIFERA およびアカンサリア ACANTHARIA とともに海洋における三大有殻原生動物群を構成している。レディオラリアは、一部の特殊な例を除いては、沿岸域の浅い海域には生息しない。レディオラリアは、分類学上アクティノゾア ACTINOPODA に属し、ポリシスチナ綱 POLYCYSTINEA とフェオダリア綱 PHAEODAREA の二つの大きなグループに大別され、それぞれのグループはポリシスティン・レディオラリア、フェオダリアン・レディオラリアという一般名称で呼ばれている。かつては、セレストタイト (SrSO_4) の骨格をもつアカンサリアもレディオラリアの一分類群として認識されていたが、最近では、その生態、形状、行動などから別群として区別されている。レディオラリアは細胞質内に、中囊 (central capsule) を有する。この中囊とは、核を含む細胞中央部の物質を囲む球状の構造物で、他の分類群には見られないレディオラリアのみの形態的特徴である。中囊の形状は、ポリシスティン・レディオラリアとフェオダリアン・レディオラリアでは大きく異なり、分類学的特徴の一つとして利用できる。

地球上の生物進化の観点からみると、レディオラリアはもっとも古い浮遊性の海洋生物群であり、古生代カンブリア紀 (5億4000万年前-5億年前) にはすでに出現していた。中生代ジュラ紀 (2億1000万年前-1億4000万年前) に出現したとされる浮遊性有孔虫、円石藻、珪藻、さらに中生代白亜紀に出現した珪質鞭毛藻などの浮遊性海洋生物群と比較して、レディオラリアはその進化の歴史も格段に古く、古生代から現世まで通して栄えた唯一の有殻浮遊性生物である。このようなレディオラリアの長期間の進化の結果、多様なニッチェが獲得された。とくに深海にまでおよぶレディオラリアのニッチェ (RESHETNYAK, 1955) は、他の浮遊性原生動物群と比較して特徴的である。また、種の多様性も大きく、化石種も含めると、現在までに数万種の記載がなされている。レディオラリア上綱は2綱9目33科226属で構成されており、また、熱帯域では一度の分類学的な研究で420種が出現した (TAKAHASHI, 1991) ことから、現在世界中の海洋には総計でおおよそ1000をこえる種が生息していると考えられる。

このようにレディオラリアは多様性が大きいことから、生層序 (SANFILIPPO *et al.*, 1985) や古環境の研究のよい材料となる。他方、このように大きな多様性のため分類が複雑となり、研究者の育成に多大な努力を必要とするレディオラリアの研究の進展は、海洋学や古海洋学の分野ではたとえば浮遊性有孔虫など他の分野に先行されている現状である。種や属の同定は、生物学や生層序学の基本であるにもかかわらず、レディオラリアのための適切な分類用ハンドブック (ANDERSON *et al.*, in press; TAKAHASHI & ANDERSON, in press) があまり多く存在しない。このような現状をふまえ、ここではレディオラリア上綱のポリシスチナ綱について概論を述べた上、フェオダリア綱の検索方法を記載し、今後のレディオラリア研究の発展に期待したい。

Class POLYCYSTINEA ポリシスチナ綱

ポリシスチナ綱は2目15科115属で構成されており、フェオダリア綱とならんで多様性が高い。

現在世界の海洋には、僅に600をこす現生種が生息していると考えられている。ちなみにTAKAHASHI (1991) は、熱帯大西洋と太平洋から得たセディメント・トラップ試料から357種にわたるポリシスチナ綱を見だしている。ポリシスチナ綱の検索分類に関する出版物としては、ANDERSON *et al.* (in press) がある。これは、現在世界の第一線でポリシスチナ綱分類に関して活躍中の学者（アメリカ合衆国、アルゼンチン、日本、ノルウェー）がまとめた、かなり普遍的な分類体系でもあるため、ここではポリシスチナ綱の検索分類は割愛した。

ポリシスチナ綱に属するレディオラリアの多くの種は骨格を有し、ごく限られた種のみが骨格なしの細胞体をもつ。その骨格は、珪酸塩 ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) の固体でできており、多孔質なフェオダリアン・レディオラリアの骨格とは根本的に異なる。また、ポリシスティン・レディオラリアの細胞には、フェオダリアン・レディオラリアに特徴的に見られるような褐色体は存在しない。ポリシスティン・レディオラリアの細胞および骨格の大きさは、通常30 μm から数百 μm 程度である。特殊な例として、群体をなすポリシスティン・レディオラリアの場合、1 mをこえる長さをもつものもあるが、この場合の一群体内の細胞数は、たとえば数万をこえる (ANDERSON, 1983)。ポリシスティン・レディオラリアの生態の詳細は、生活史等不明な事例が多い。彼らの寿命は通常数週間から数か月程度と考えられている (TAKAHASHI, 1983; ANDERSON, 1983)。彼らの食性は多様であり、バクテリア等の微生物や、デトリタス等の有機物を摂取する種もいれば、植物性プランクトン、そしてときには動物性プランクトン等を捕食するような摂餌態もある (ANDERSON, 1983)。主として海洋表層近くで生産されたポリシスティン・レディオラリアの多くは、死後に海洋の深海まで沈降するが、この過程では彼らの骨格はあまり溶解の影響を受けないことが最近のセディメント・トラップを用いた研究からわかっている。海底に到達したポリシスティン・レディオラリアの骨格は、表層堆積物中で溶解等の著しい続成作用を受ける。通常の堆積状態では、表層海水中で生産される1%程度が海洋堆積物中に化石として保存される。この初期続成作用をきりぬけたポリシスティン・レディオラリア化石の多くは、保存されて堆積物中に残る。

表層堆積物中のポリシスティン・レディオラリア化石を解析した生物地理学の研究は、大西洋においてはGOLL & BJØRKLUND (1971, 1974) が、インド洋ではJOHNSON & NIGRINI (1980, 1982) が、また北太平洋では、NIGRINI (1970) がある。さらにLOMBARI & BODEN (1985) は、アメリカ合衆国のCLIMAP計画のデータを用いてレディオラリア種の分類を世界地図上に表現した。これらの研究の基礎となる分類学に関する研究としては、現世ポリシスティン・レディオラリアに関しては、NIGRINI & MOORE (1979) が、また新生代中新世ポリシスティン・レディオラリアに関しては、NIGRINI & LOMBARI (1984) がある。これらの研究は有用ではあるが、多様性の高いポリシスティン・レディオラリアすべてを学ぶには十分ではなく、DSDP および ODP 国際深海掘削計画の報告書などの多数の文献が必要である。

Class PHAEODAREA フェオダリア綱

フェオダリアには骨格(または殻)をもつものもたないもの両方がある。骨格をもたないフェオダリアは、多くの場合細胞の外側を囲むようにして体外の硬い物質(珪藻、珪質鞭毛藻、渦鞭毛藻等の殻)を取りつけて細胞を覆う(たとえばフェオバイラ属, plate 5)。フェオダリアが骨格を有する場合それらは多孔質であり、細胞死後の溶解速度は、ポリシスティン・レディオラリアに比較して速い。この特性が、深海に沈降するフェオダリア骨格の溶解を促し、また、堆積物中での化石としての保存をまねなものとしている。フェオダリア骨格のサイズは種によってさまざまであり、直径で50 μ mから数cm程度におよぶが、多くの種は数mm以下のサイズである。

フェオダリアの中嚢は、ポリシスティンのそれと比べて大きく、二重の膜で囲まれており、通常一つの中嚢主孔と二つの中嚢副孔で中嚢外部と通じている(図1)。また、フェオダリアの殻の内部には、フェオダリアの名前の由来となる特徴的な褐色体フェオディウム(phaeodium)と呼ばれる褐色の粒状物質が存在する。

フェオダリアは、外洋域には広くどこにでも生息し、4000-8000mの深海でも発見されている(RESHETNYAK, 1955)。また、まれな例ではあるが、比較的低塩分濃度(25%)のノルウェーのフィヨルドでもその生息が知られている(SWANBERG & BJORKLUND, 1987)。しかし、フェオダリアの大部分は、ポリシスティン・レディオラリアと同様に外洋域の表層から水深数百mに生息している。

通常フェオダリアの分類は、骨格の形状を観察して行われる。現行のフェオダリアの分類体系は、19世紀末から今世紀初頭に活躍したドイツの自然学者 ERNST HAECKEL, A. BORGERT, VALENTIN HAECKER 達バイオニアの貢献によるところが大きい。これは、現在知られている数多くのフェオダリア類のうち、ほとんどの種が彼らによって最初に記載されていることから理解できよう。多孔質のフェオダリアの骨格は固体のポリシスティン・レディオラリア骨格と根本的に異なっているため、その分類体系はポリシスティン・レディオラリアのそれ(ANDERSON *et al.*, in press)と大きく異なる。

フェオダリアの研究は、今世紀に入ってからしばらく停滞していたが、1950-1960年代にかけて RESHETNYAK (1955, 1966) により行われた。その後 KLING (1976) はカステネリッド・フェオダリアの分布を東部北太平洋で調べている。最近では、TAKAHASHI *et al.* (1983), TAKAHASHI & HONJO (1983), および HURD & TAKAHASHI (1983) によりフェオダリアの多孔質骨格の詳細および沈降と溶解のメカニズムが明らかにされた。さらに、生態の研究(GOWING, 1989)、沈降フラックス(TAKAHASHI & HONJO, 1981; TAKAHASHI, 1987, 1991; GOWING, 1986)、そして生息深度(GOWING, 1993)などの研究も行われつつある。

最近、今までに蓄積された知識にもとづいて、分類のための検索法が紹介された(TAKAHASHI & ANDERSON, in press)。しかしながら、分類体系はさらに改善が必要であり、今後の研究者の一層の努力が期待される。なお、本章で扱われる分類体系、とくに検索の部分は、TAKAHASHI & ANDERSON (in press) にしたがった(plate 2-plate 13)。下記の「フェオダリアン・レディオラリアの分類体系」には、知られているすべての目と科を提示し、属に関してはできるかぎり普遍的に属名を盛り込んだ。この分類体系のリストは、HAECKEL (1887), CAMPBELL (1954), TAKAHASHI (1991), および TAKAHASHI & ANDERSON (in press) を主として参考にしてまとめた。

リストにはそれぞれの分類群の著者名と発行年を示したが、それらの文献はTAKAHASHI (1991)を参考にされたい。このリストの内訳は、7目、18科、111属におよぶ。したがって、現在世界の海洋にはおよそ500をこえるフェオダリアに含まれる種が生息していると考えられる。TAKAHASHI (1991)は熱帯域の一研究で66種のフェオダリアを記載している。このように膨大な数の属や種が生息するなかで、本検索では熱帯域(太平洋および大西洋)で多く出現する属を中心に扱った。「フェオダリアン・レディオラリアの分類群説明」では、本検索で扱う目、科、および属の説明にとどめた。

[フェオダリアン・レディオラリアの分類体系]

Superclass RADIOLARIA MÜLLER 1858 レディオラリア上綱

Class PHAEODAREA HAECKEL 1879 フェオダリア綱

Order PHAEOGYMNOCELLIDA CACHON & CACHON 1982 フェオジムノセラ目

Family PHAEOSPHAERIDAE CACHON-ENJUMET 1961 フェオスフェラ科

Genus *Phaeosphaera* CACHON-ENJUMET 1961 フェオスフェラ属

Genus *Phaeopyla* CACHON-ENJUMET 1961 フェオピラ属

Genus *Phaeodactylus* CACHON-ENJUMET 1961 フェオダクティラス属

Family PHAEO DINIDAE HAECKEL 1879 フェオダイナ科

Genus *Phaeodina* HAECKEL 1879 フェオダイナ属

Genus *Phaeocolla* HAECKEL 1879 フェコーラ属

Family ATLANTICELLIDAE BORGERT 1905 アトランティセラ科

Genus *Atlanticella* BORGERT 1906 アトランティセラ属

Genus *Cornucella* BORGERT 1907 コーニユッセラ属

Genus *Globicella* BORGERT 1907 グロビセラ属

Genus *Halocella* BORGERT 1907 ハロセラ属

Genus *Lobocella* BORGERT 1907 ロボセラ属

Genus *Miracella* BORGERT 1911 マイラセラ属

Genus *Gymnocella* CACHON-ENJUMET 1961 ジムノセラ属

Genus *Planktonetta* BORGERT 1902 プランクトネッタ属

Order PHAEOCYSTIDA HAECKEL 1879 フェオシスティナ目

Family AULACANTHIDAE HAECKEL 1862 オーラカンサ科

Genus *Aulacantha* HAECKEL 1860 オーラカンサ属

Genus *Aulographis* HAECKEL 1887 オーログラフィス属

Genus *Aulagraphonium* HAECKEL 1887 オーラグラフォニウム属

Genus *Auloceros* HAECKEL 1887 オーロセロス属

Genus *Aulokleptes* IMMERMANN 1904 オーロクレプテス属

Genus *Aulodendron* HAECKEL 1887 オーロデンドロン属

Genus *Aulopetasis* HAECKER 1908 オーロベタサス属

Genus *Aulospathis* HAECKEL 1887 オーロスパシス属

Genus *Aulactinium* HAECKEL 1887 オーラクティニウム属

Family ASTRACANTHIDAE HAECKER 1908 アストラカンサ科

- Genus *Astracantha* HAECKER 1908 アストラカンサ属
- Order PHAEOSPHAERIDA HAECKEL 1879 フェオスフェラ目
- Family SAGOSPHAERIDAE HAECKEL 1887 サゴスフェラ科
- Genus *Sagosphaera* HAECKEL 1887 サゴスフェラ属
- Genus *Sagena* HAECKEL 1887 サゲナ属
- Genus *Sagenoarium* BORGERT 1891 サゲノアリウム属
- Genus *Sagenoscena* HAECKEL 1887 サゲノセナ属
- Genus *Sagoscena* HAECKEL 1887 サゴセナ属
- Genus *Sagmarium* HAECKEL 1887 サグマリウム属
- Genus *Sagmidium* HAECKEL 1887 サグミディウム属
- Genus *Sagoplegma* HAECKEL 1887 サゴブレグマ属
- Family AULOSPHAERIDAE HAECKEL 1862 オーロスフェラ科
- Genus *Aulosphaera* HAECKEL 1860 オーロスフェラ属
- Genus *Aulatractus* HAECKEL 1887 オーラトラクタス属
- Genus *Aulophacus* HAECKEL 1887 オーロファカス属
- Genus *Auloplegma* HAECKEL 1879 オーロブレグマ属
- Genus *Auloscena* HAECKEL 1887 オーロセナ属
- Genus *Aulonia* HAECKEL 1887 オーロニア属
- Genus *Aulastrum* HAECKEL 1887 オーラストラム属
- Genus *Aulodictyum* HAECKEL 1879 オーロディクティム属
- Genus *Aularia* HAECKEL 1887 オーラリア属
- Family CANNOSPHAERIDAE HAECKEL 1879 カノスフェラ科
- Genus *Cannosphaera* HAECKEL 1879 カノスフェラ属
- Genus *Cannosphaeropsis* WETZEL 1933 カノスフェロプシス属
- Genus *Coelacantha* HERTWIG 1879 コエラカンサ属
- Order PHAEOCALPIDA (CACHON & CACHON 1982参照) フェオカルピス目
- Family CASTANELLIDAE HAECKEL 1879 カスタネラ科
- Genus *Castanidium* HAECKEL 1879 カスタニディウム属
- Genus *Castanissa* HAECKEL 1879 カスタニッサ属
- Genus *Castanella* HAECKEL 1879 カスタネラ属
- Genus *Castanarium* HAECKEL 1879 カスタナリウム属
- Genus *Castanea* HAECKER 1906 カスタニア属
- Genus *Castanopsis* HAECKEL 1879 カスタノプシス属
- Genus *Castanura* HAECKEL 1879 カスタニューラ属
- Family CIRCOPORIDAE HAECKEL 1879 シルコポーラス科
- Genus *Circoporus* HAECKEL 1879 シルコポーラス属
- Genus *Circogonia* HAECKEL 1879 シルコゴニア属
- Genus *Circoporetta* HAECKEL 1879 シルコポレッタ属
- Genus *Circospathis* HAECKEL 1879 シルコスバシス属
- Genus *Circostephanus* HAECKEL 1879 シルコステファナス属

- Genus *Circorhagma* HAECKEL 1887 シルコーレグマ属
 Genus *Haeckeliana* HAECKEL 1887 ヘッケリアナ属
 Family TUSCARORIDAE HAECKEL 1887 タスカローラ科
 Genus *Tuscarora* MURRAY 1876 タスカローラ属
 Genus *Tuscarilla* HAECKEL 1887 タスカリラ属
 Genus *Tuscarantha* HAECKEL 1887 タスカランサ属
 Genus *Tuscaridium* HAECKEL 1887 タスカリディウム属
 Genus *Tuscarusa* HAECKEL 1887 タスカルーサ属
 Genus *Tuscaretta* HAECKEL 1887 タスカレッタ属
 Family POROSPATHIDAE BORGERT 1901 ポロスパシス科
 Genus *Porospathis* HAECKEL 1879 ポロスパシス属
 Family POLYPYRAMIDAE RESHETNYAK 1966 ポリピラミス科
 Genus *Polypyramis* DOGEL & RESHETNYAK 1952 ポリピラミス属
 Order PHAEOGROMIDA HAECKEL 1879 フェオグロミア目
 Family CHALLENGERIIDAE MURRAY 1876 チャレンジェロン科
 Genus *Challengeron* MURRAY 1879 チャレンジェロン属
 Genus *Challengerosium* HAECKEL 1887 チャレンジェロシウム属
 Genus *Challengeranium* HAECKER 1908 チャレンジェラニウム属
 Genus *Protocystis* WALLICH 1869 プロトシステイス属
 Genus *Lithogromia* HAECKEL 1879 リソグロミア属
 Genus *Pharyngella* HAECKEL 1887 ファリンジェラ属
 Genus *Entocannula* HAECKEL 1879 エントカニユラ属
 Genus *Porcupinia* HAECKEL 1879 ポーキユバイニア属
 Family MEDUSETTIDAE HAECKEL 1887 メデュセッタ科
 Genus *Medusetta* HAECKEL 1887 メデュセッタ属
 Genus *Euphysetta* HAECKEL 1887 ユーファイセッタ属
 Genus *Cortinetta* HAECKEL 1887 コーティネッタ属
 Genus *Gazelleta* HAECKEL 1887 ガゼレッタ属
 Genus *Gorgonetta* HAECKEL 1887 ゴルゴネッタ属
 Genus *Nationaletta* BORGERT 1905 ナショナルレッタ属
 Genus *Polypetta* HAECKEL 1887 ポリベッタ属
 Family LIRELLIDAE EHRENBERG 1872 リレラ科
 Genus *Borgertella* DUMITRICA 1973 ボーゲーテラ属
 Genus *Lirella* EHRENBERG 1872 リレラ属
 Order PHAEOCONCHIDA HAECKEL 1879 フェオコンカリウム目
 Family CONCHARIIDAE HAECKEL 1879 コンカリウム科
 Genus *Concharium* HAECKEL 1879 コンカリウム属
 Genus *Conchasma* HAECKEL 1887 コンカズマ属
 Genus *Neosphaeroconchidium* CAMPBELL 1952 (CAMPBELL 1954参照)
 ネオスフェロコンキディウム属

- Genus *Conchocypris* HAECKER 1908 コンコサイテイス属
 Genus *Conchomia* HAECKEL 1887 コンコニア属
 Genus *Conchellium* HAECKEL 1887 コンケリアム属
 Genus *Conchophacus* HAECKER 1906 コンコファカス属
 Genus *Conchidium* HAECKEL 1887 コンキディウム属
 Genus *Conchopsis* HAECKEL 1879 コンコプシス属
 Genus *Conchoceras* HAECKEL 1879 コンコセラス属
- Order PHAEODENDRIDA (CACHON & CACHON 1982参!!!!) フェオデンドラム目
 Family COELODENDRIDAE HAECKEL 1862 コエロデンドラム科
 Genus *Coelodendrium* HAECKEL 1860 コエロデンドラム属
 Genus *Coelodoras* HAECKEL 1887 コエロドーラス属
 Genus *Coelodrymus* HAECKEL 1879 コエロドライマス属
 Genus *Coelodusea* HAECKEL 1887 コエロダセア属
 Genus *Coelographis* HAECKEL 1887 コエログラフィス属
 Genus *Coelathenum* HAECKER 1907 コエラセマム属
 Genus *Coelodecas* HAECKEL 1887 コエロデカス属
 Genus *Coelogalma* HAECKEL 1887 コエロガルマ属
 Genus *Coeloplegma* HAECKEL 1887 コエロプレグマ属
 Genus *Coelopathis* HAECKEL 1887 コエロスバシス属
 Genus *Coelostylus* HAECKEL 1887 コエロスタイラス属
 Genus *Coelothyrsus* HAECKER 1907 コエロサイラス属
 Genus *Coelopodium* POPOFSKY 1926 コエロポディウム属
 Genus *Coelotetraceras* HAECKER 1907 コエロテトラセラス属
 Genus *Coelechinus* HAECKER 1904 コエレカイナス属
 Genus *Coelodiceras* HAECKER 1907 コエロダイセラス属
 Genus *Coelotholus* HAECKEL 1887 コエロソーラス属
 Genus *Coelothauma* HAECKEL 1879 コエロサウマ属
 Genus *Coelothamnus* HAECKEL 1879 コエロサムナス属

[フェオダリアン・レディオラリアの分類群説明]

骨格は珪質でできており、骨格内の間隙部分には有機物が存在する。骨格で囲まれた細胞内部には、レディオラリア上綱に特徴的な半閉鎖的な中囊 (central capsule) がある。フェオダリアの中囊はポリシスチンのそれとは著しく形状が異なる。中囊膜は厚く 2 種類のアキソポディア (axopodia) と呼ばれる突起をもつ。そのうちの一つは、アストロバイラム (astropylum) と呼ばれる大きな主開孔であり、通常 1 個存在する。もう 1 種類は、パラバイラ (parapylae) と呼ばれる副開孔で二つ存在する。この章で用いたフェオダリア綱に特有な主たる細胞および殻の部位を示す専門用語は、図 1, 図 2 に示した。また、殻の向きを示す専門用語は図 3 に示した。フェオダリア綱は次の 7 目を含む：フェオジムノセラス PHAEOGYMNOCELLIDA, フェオシスティナ PHAEOCYSTIDA, フェオスフェラ PHAEOSPHAERIDA, フェオカルピス PHAEOCALPIDA, フェオグロマスマ PHAEOGROMIDA, フェオコンカリウム PHAEOCONCHIDA, フェオデンドラム PHAEODENDRIDA。

Order PHAEOGYMNOCELLIDA フェオジムノセラス目

骨格をもたないか、あるいはもつ場合でもカップ状に開口部を覆うのみの単純なもの。3科を含む。

Family PHAEOSPHAERIDAE フェオスフェラ科

自己の骨格はない。この科に属する種は、細胞周囲の原形質に、珪藻、珪質鞭毛藻、渦鞭毛藻、他の原生動物などの殻を取り込んで、まとっている。細胞内部にはフェオディウム(phaeodium)と呼ばれる褐色体が大量に存在し、また中囊内部にも褐色体が存在する。

Family PHAEODINIDAE フェオディナ科

自己の骨格はない。中囊は他の原生動物の殻を含んだ原形質と無数の球状褐色体によって取り囲まれている。中囊内部に褐色体は存在しない。

Family ATLANTICELLIDAE アトランティセラ科

骨格と褐色体は通常存在しない。骨格が存在する場合にはカップ状に開口部を覆う。中囊は常に球状で、普通三つの開孔があり、核は通常主開孔に隣接する。

Order PHAEOCYSTIDA フェオシステイナ目

骨格としては細胞周囲を囲むような骨針か、あるいは根元が細胞中央部付近で結合した放射棘をもつ。2科を含む。

Family AULACANTHIDAE オーラカンサ科

骨格は単純で、細胞周囲を取り巻く無数の中空の細い骨針をもつか、あるいは中囊付近までのびた放射棘のみで構成される。また、放射状棘と細胞周囲を取り巻く骨針の両方もちあわせる場合もある。

Genus *Aulographis* オーログラフィス属

殻は大きい。部分的にしか形成しておらず開口部がない。管状の棘は途中では分岐しないが、先端付近で分岐(放射棘と直交)する。最終先端部は単純形態で、さらなる分岐や歯などの構造はない。

Genus *Aulagraphonium* オーラグラフォニウム属

オーログラフィス属に類似しており、管状の棘は先端付近で放射状に分岐(放射棘と直交)し

ていてその先端部には数多くの短い歯がある。この属は HAECKEL (1887) では、亜属であったが、HAECKER (1908) により属に変更された。

Genus *Auloceros* オーロセロス属

オーログラフィス属に類似しているが、先端付近で一度分岐（放射棘と直交）したあと、再度分岐する。

Genus *Aulospathis* オーロスバシス属

殻形成は部分的で、開口部がない、中囊に接する管状の棘は、途中で車状（放射棘と直交）に分岐する。

Family ASTRACANTHIDAE アストラカンサ科

放射状にのびた間隙をもつ管状の棘は、中囊付近で結合している。

Order PHAEOSPHAERIDA フェオスフェラ目

通常一重または二重の球形の網目骨格をもち、二枚貝状を呈さず、開口部をもたない。3科を含む。

Family AULOSPHAERIDAE オーロスフェラ科

殻は通常網目状であるが、ときにはスポンジ状を呈する。網目は三角形か多角形をなす管でできており、放射状に外にのびる副棘を支えている。

Genus *Aulosphaera* オーロスフェラ属

殻は大きく、管でできた網目からなり、開口部をもたない。網目の交点より外側にのびる放射棘をもつ。

Genus *Aularia* オーラリア属

殻は大きく、管でできた網目からなり、開口部をもたない。放射棘をもたない。

Family CANNOSPHAERIDAE カノスフェラ科

大小二つの同心球の殻が無数の骨組みで結合している。外殻は多角形の網目で構成されており、内殻は分厚く開口部がある。放射棘は外殻網目の交点から外側にのびている。

Family SAGOSPHAERIDAE サゴスフェラ科

殻は球形をなし、ほぼ三角形に近い網目で構成されており、芯状の樺棘をもつ。内殻がある場合には、開口部はない。

Order PHAEOCALPIDA フェオカルピス目

殻は、なめらかな表面をなすか、あるいは無数の小孔をもつ。殻表面の質は瀬戸物状で、ときにはディンプル (dimple) と呼ばれる凹凸をもつ場合もあり、放射棘をもつことが多い。この目には5科が含まれる。

Family CASTANELLIDAE カスタネラ科

殻は球形で開口部をもち、殻一面に散在するまるい小孔と管状の放射棘がある。5科を含む。

Genus *Castanidium* カスタニディウム属

殻の開口部には歯がなく、殻の表面にある主棘は分岐していない。

Genus *Castanissa* カスタニッサ属

殻の開口部には歯があり、殻の表面にある主棘は分岐していない。

Genus *Castanella* カスタネラ属

殻の開口部には歯があり、殻の表面に主棘はない。

Family CIRCOPORIDAE シルコポーラス科

白色瀬戸物状の質をもつ殻は球形または多角形で、通常大きな開口部をもつ。管状の主棘は、その根元をいくつかの副孔で取り囲まれている。

Genus *Circoporus* シルコポーラス属

殻は、正八面体でできており、その表面はなめらかである。

Genus *Circogonia* シルコゴニア属

殻は、正二十面体でできており、その表面はなめらかである。

Genus *Haeckeliana* ヘッケリアナ属

殻の質は白色瀬戸物状で、放射状に外にのびた主棘は5個の中孔で取り囲まれている。

Family TUSCARORIDAE タスカローラ科

殻は球形、卵形、または、紡錘形をなす。殻表面は白色瀬戸物状の質を呈する。殻はなめらかであるか、または棘のある表面をもち、分断されていない。少数の管状の棘が大きな主開口部または副開口部の周囲に規則正しく配列されている。

Family POROSPATHIDIDAE ポロスパシス科

殻は球形、または卵形をなし、なめらかな表面か、あるいは面で分断された表面をもち、管状の棘は不規則に配置されている。口は長く管状をなす。

Genus *Porospathis* ポロスパシス属

殻の表面は三角形の網目状の凹凸があり、開口部は管状を呈する。

Family POLYPYRAMIDAE ポリピラミス科

殻は球形または多面体をなし、4、5本の骨格で構成されたピラミッド状の網目で覆いつくされており、網目は多角形をなす。各ピラミッドの頂点からは放射状の管状の棘が出る。

Order PHAEOGROMIDA フェオグロミア目

殻は単純な格子状または網目骨格でできており、二枚貝状を呈さない。中軸の下部に、常に特徴的な大きな開口部をもつ。3科を含む。

Family CHALLENGERIIDAE チャレンジェロン科

殻は卵形かレンズ状で、規則正しく配列された小孔は六角形の網目を形成する。殻の内外の表面に配列する小孔は殻骨格内部に存在するびん状の中空構造に連結している。口は長く、周口部に歯をもつ。殻を回る一線には周縁棘があるか、あるいは頂棘が開口部の反対側にある。

Genus *Challengeron* チャレンジェロン属

殻の表面はなめらかで、部分的にもディンプルはない。殻の周囲にはよく発達した周縁棘があり、周口部には歯がある場合とない場合がある。

Genus *Challengerosium* チャレンジェロシウム属

殻はレンズ状で、表面はなめらかな部分とディンプルをもつ部分との両方を有する。殻には周縁棘があり、周口部には歯がある。

Genus *Challengeranium* チャレンジャーニウム属

殻は卵形で、口の周辺部には窓の形状があり、付近に2本の棘をもつ。口とは反対側の頂部には頂棘があり、しばしば副頂棘がある。

Genus *Protocystis* プロトシステイス属

殻の表面はなめらかで、口には0ないし数本の歯があり、周縁棘はない。ファリンクス（殻の内側に向けて筒状にのびた口）はない。

Genus *Pharyngella* ファリンジェラ属

ファリンクスを有し、1本または数本の歯または棘を周口部にもつ。周縁棘はない。

Genus *Entocannula* エントカニユラ属

ファリンクスを有し、周口部に棘がなく、周縁棘ももたない。

Family MEDUSETTIDAE メデューセッタ科

殻は卵形、半球状、または釣鐘状で、凹凸をなす表面には副棘があり、管状の主棘は存在する場合とない場合がある。周口部には節をもった管状の足がある。

Genus *Medusetta* メデューセッタ属

殻は釣鐘状で、開口部または周口部に同じ大きさの4本の節状足をもつ。

Genus *Euphysetta* ユーファイセッタ属

殻は釣鐘状で、開口部または周口部に節状の1本の大きな主足と3本の小さな副足をもつ。

Family LIRELLIDAE リレラ科

殻は小さく楕円体をなす。表面には畝があり、口には歯がない。深海域でもっとも多産する科の一つである。円形の管はない。

Genus *Borgertella* ボーゲーテラ属

殻は小さく、特徴的な円形の管とトランペット状の口をもつ。

Genus *Lirella* リレラ属

殻の表面には畝があり、小副棘はない。口には歯がない。円形の管はない。

Order PHAEOCONCHIDA フェオコンカリウム目

格子状骨格でできた殻は腹部殻と背部殻の二枚貝状をなし、その二殻は完全に独立して生成さ

れているが、菌によって結合している。この目は1科のみの構成である。

Family CONCHARIIDAE コナリウム科

分厚い網目をもった二枚貝状の殻は、球形かレンズ形を形成し、多くの小孔がある。殻のまわりはなめらか、あるいは棘状で、二枚貝状殻の間に開口部があり、その付近には角状の棘がある。

Genus *Conchellium* コンケリアム属

球形の二枚貝状殻は、格子状をなし、小孔は円形で、角や棘はない。

Genus *Conchophacus* コンコファカス属

四角い小孔をもった格子状の二枚貝状殻をもつ。

Genus *Conchidium* コンキディウム属

二枚貝殻はレンズ状で、竜骨をもち開口部脇に2本の角状の棘をもつ。

Genus *Conchopsis* コンコプシス属

二枚貝殻はレンズ状で、竜骨をもち、角や棘はない。

Order PHAEODENDRIDA フェオデンドラム目

殻は半球形の二枚貝状で、殻の表面には長い管状の分岐した棘があり、殻の外側にスポンジ状の非常に大きな網目骨格を形成する。殻は薄く無数の小孔があり、表面にガレア (galea) と呼ぶ円錐状突起をもち、そこから3本ないしそれ以上の分岐棘がのびる。ガレアの壁にときには鼻孔が開いており、ライノカナ (rhinocanna) と呼ばれる鼻管をもつ場合もある。この目は1科のみの構成である。

Family COELODENDRIDAE コエロデンドラム科

薄い半球形をした二枚貝状の殻には小孔がある。それぞれの殻にはガレアがあり、そこから3本またはそれ以上の本数の分岐した棘が広がって、スポンジ状の骨格ネットワークを形成している。

Genus *Coelographis* コエログラフィス属

二枚貝殻は格子状でできており、長い対になったスタイルス (styles) と呼ばれる管状の棘をもつ。

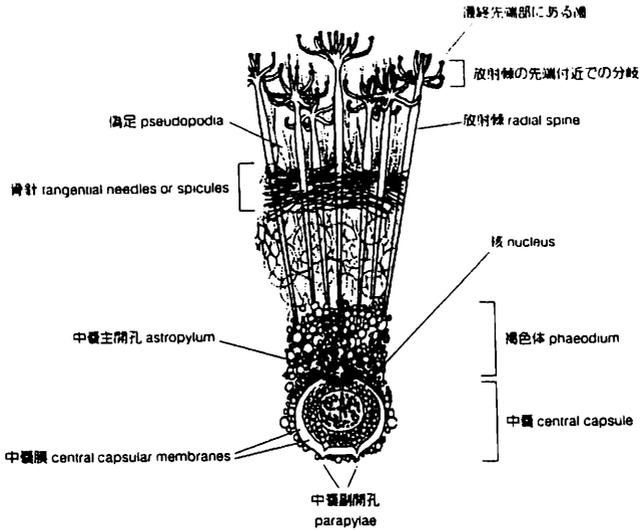


図1 フェオダリア綱に特有なおもな細胞および殻の部位を示す専門用語

Autographis candelabrum HAECKEL 1887 (線画は CAMPBELL, 1954 (原著は HAECKEL, 1887) による)

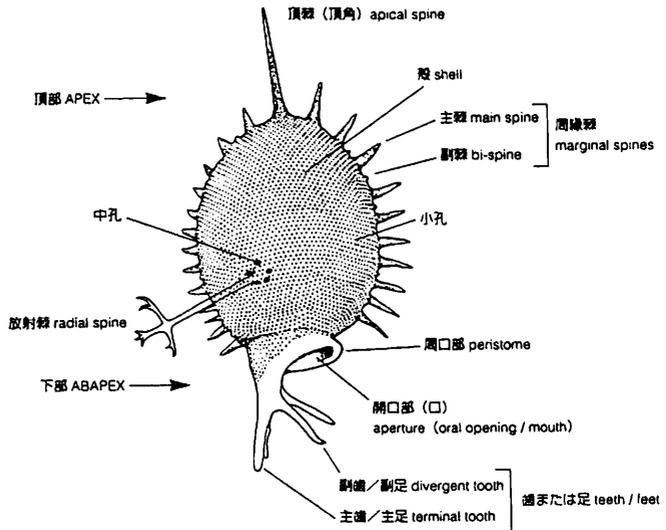


図2 フェオダリア綱に特有なおもな細胞および殻の部位を示す専門用語

Challengeron willemoesii HAECKEL 1887を基礎とした構式図 (側面図)

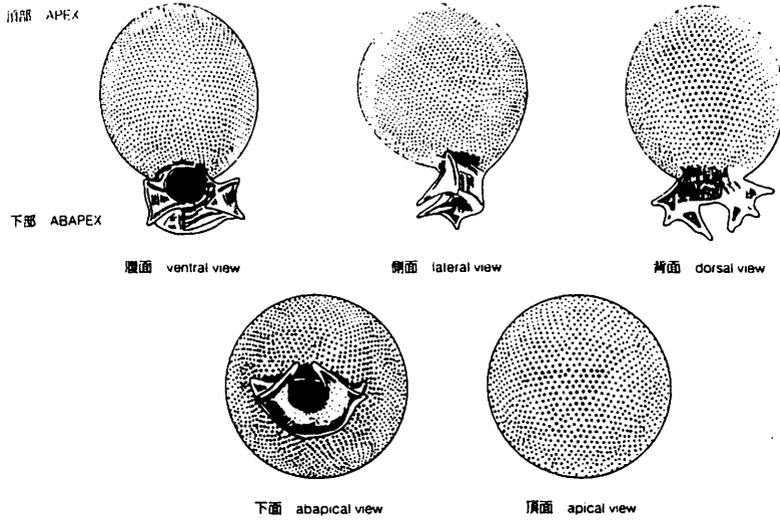
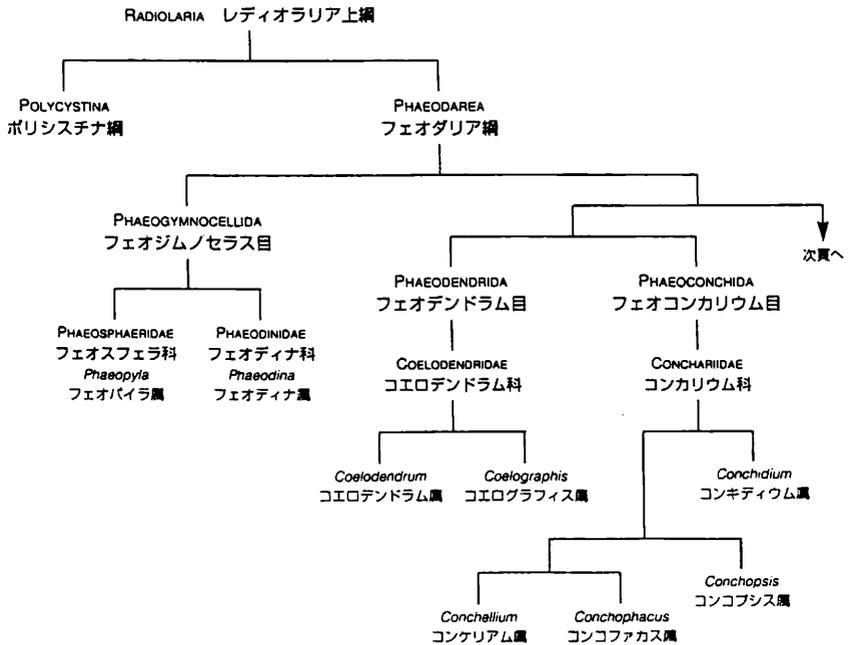


図3 フェオダリア綱の記述で使用する殻の向きを示す専門用語 (*Protocystis murrayi*)

RADIOLARIA レディオラリア上綱の系統樹



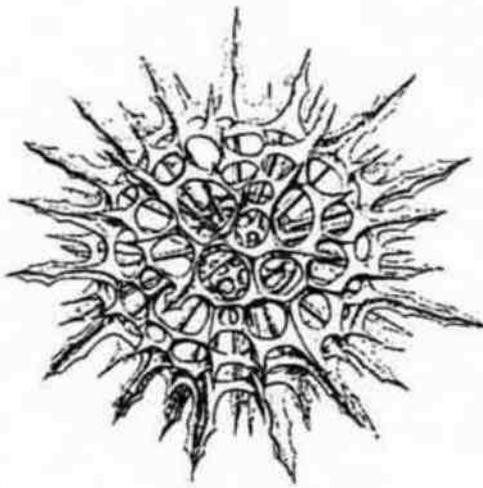
RADIOLARIA (レディオラリア上綱) の綱への検索

RADIOLARIA レディオラリア上綱

1:中囊 2:褐色体 3:殻 4:殻の開口性

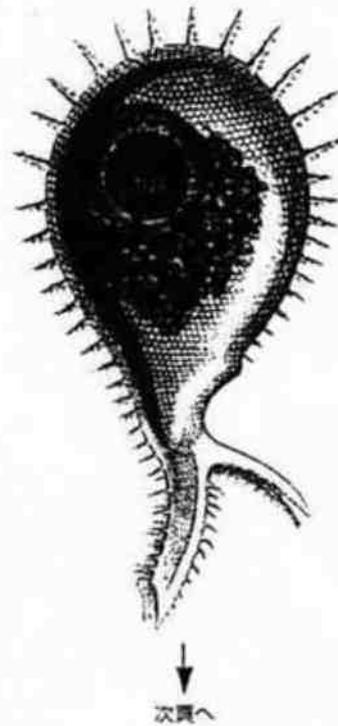
- ①中囊は一重の膜で包まれており、開孔していない
- ②通常、殻をもち、殻の位置は中囊外の場合と、その内部外部の両方にまたがって位置する場合がある。殻は通常、格子状やスポンジ状の網目骨格でできており、透明なガラス状の感触を呈する
- ③殻の下部の反縁端が大きく開いている場合（典型的なナセラリア亜目）や、上述の網目骨格をもつことが多いが、フェオダリア綱のような特徴的な開口部はない

POLYCYSTINEA



- ①大きな中囊をもち、中囊は二重の膜で包まれており、主孔一つ副孔二つが開孔して、中囊外部と通じている
- ②ある
- ③通常、殻をもち、殻は常に中囊外に位置している。殻は多くの場合、閉鎖的に細胞を包囲しており、開口部が一つある。ある科では二枚貝状の二つの殻がかみ合う形状をなす。殻は常に多孔性で、壊れやすい、白色透明で薄戸物状の感触を呈する
- ④通常、殻にはよくめだつ開口部があり、その周口部には歯がある場合とない場合がある

PHAEODAREA
フェオダリア綱



(HAECKEL, 1887より)

PHAEODAREA (フェオダリア綱) の目・科・属への検索

前頁より

PHAEODAREA フェオダリア綱

(1)殻の有無

(1)殻をもたない。骨針をもつ場合がある

PHAEOGYMNOCELLIDA
フェオジムノセラス目

(1)殻をもつ。通常は網目または格子状だが、ときには不完全 (例: オーラカンサ科)

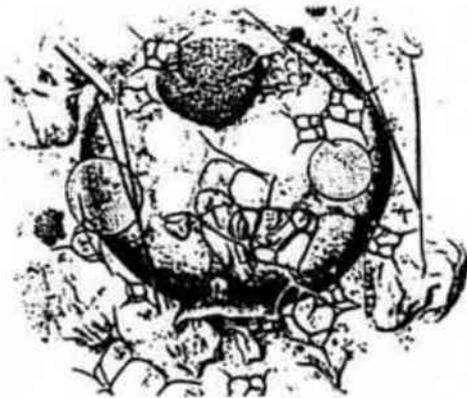
次頁へ

他の生物の殻を体にまとう。褐色体は中葉の内部または外部にあり、中葉膜は厚い

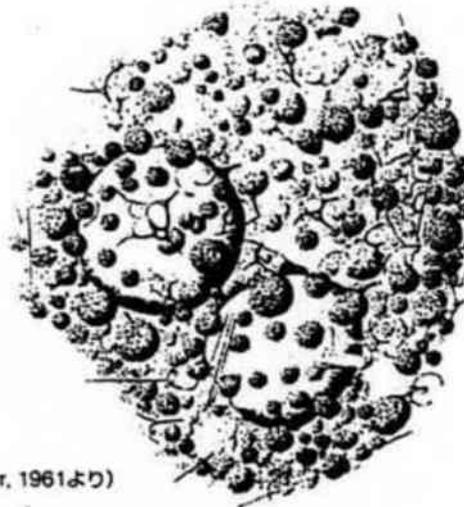
PHAEOSPHERIDAE
フェオスフェラ科
Phaeopyla
フェオパイラ属

骨針をもたず。褐色体は中葉外にある

PHAEODINIDAE
フェオディナ科
Phaeodina
フェオディナ属

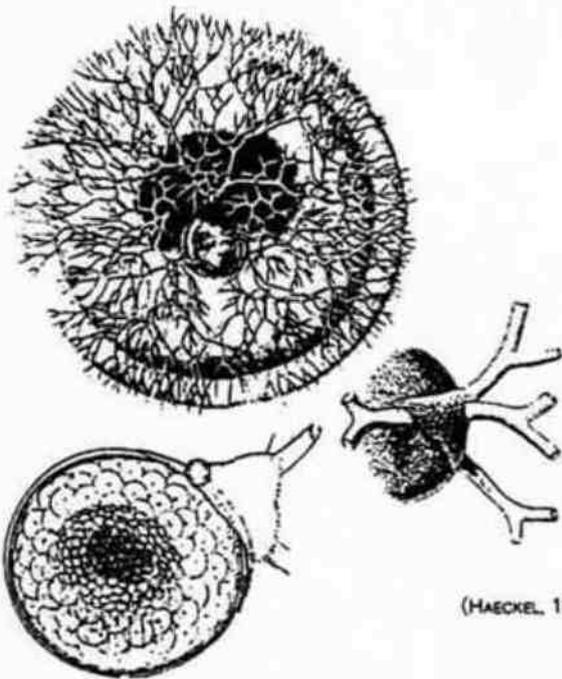
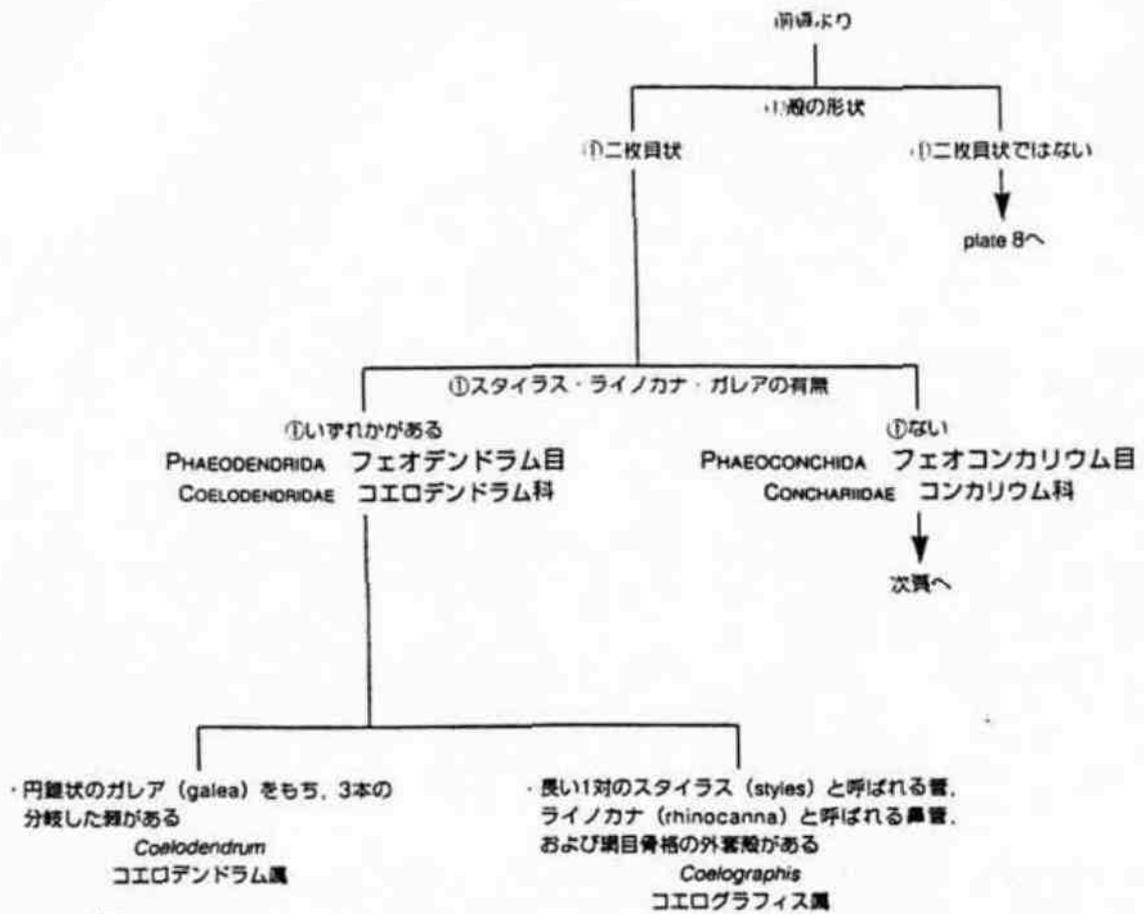


Phaeopyla sphaerica



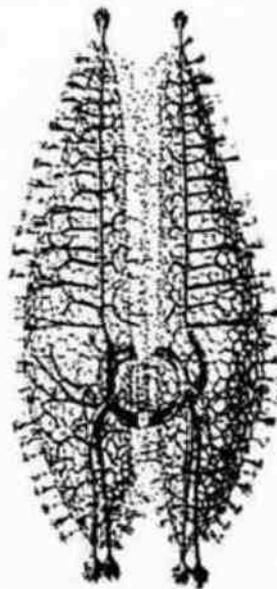
Phaeodina valdiviae

(CACHON-ENLUMET, 1961より)



Coelodendrum furcatissimum

(HAECKEL, 1887より)



Coelographis regina

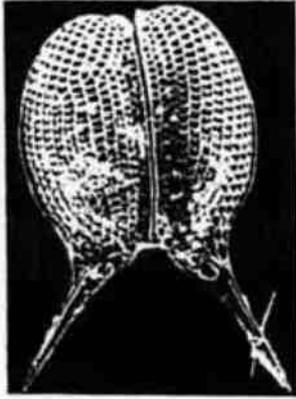
前掲より

PHAEODONCHIDA フェオコンカリウム目
CONCHARIDAE コンカリウム科

一般の形状と殻の有無

①殻はレンズ状で殻内体も 加口部わきに
2本の角状の殻がある

Conchidium
コンキディアム属

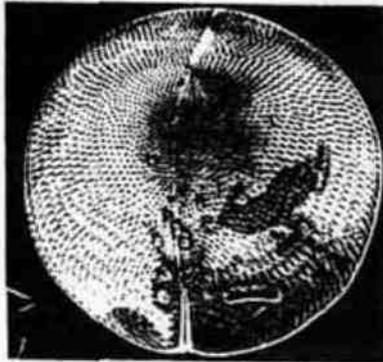


Conchidium caudatum

①角状の殻はない

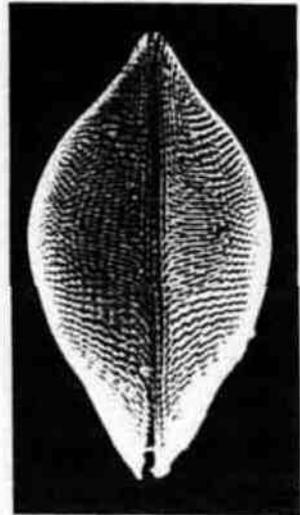
二枚貝状の殻はレンズ状で
電骨がある

Conchopsis
コンコブシス属



腹(背)面

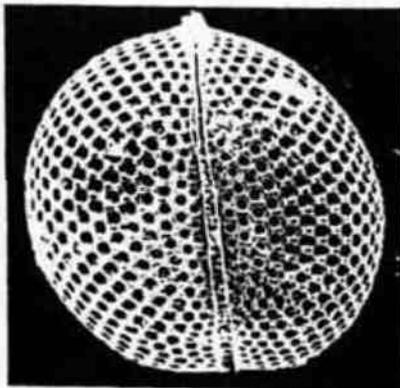
Conchopsis compressa



側面

殻は網目骨格で小孔は円形。
角状の殻はない

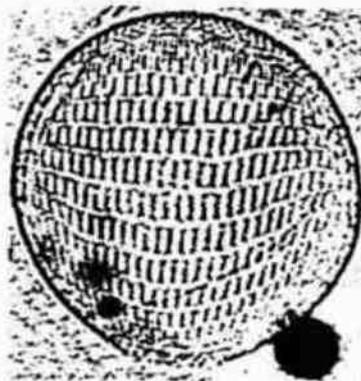
Conchellium
コンケリアム属



Conchellium capsula

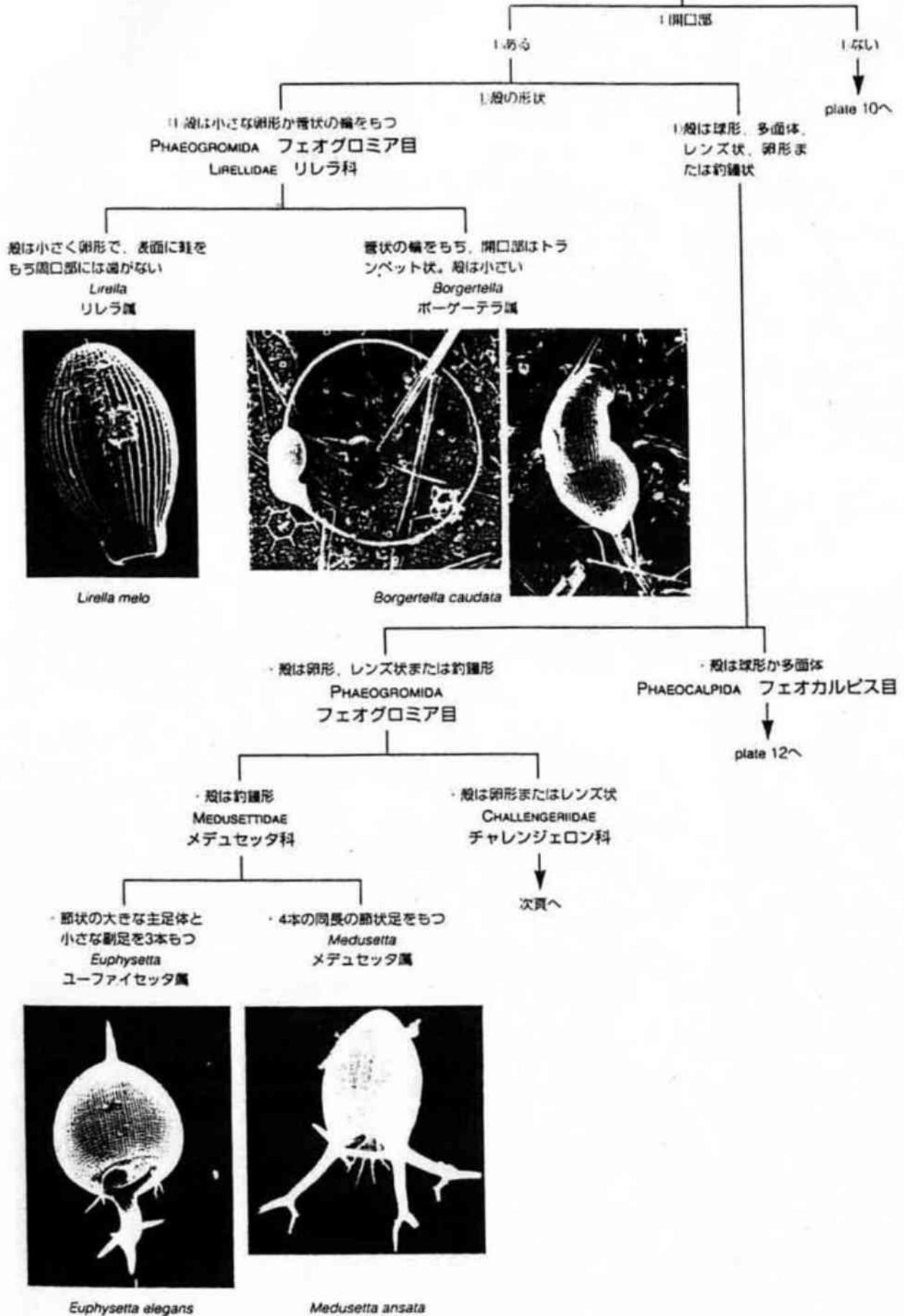
殻は網目骨格で小孔は円形

Conchophacus
コンコファカス属



Conchophacus diatomeus

plate 5より (有殻類)



図版 11

PHAEOGROMIDA フェオグロミア目
CHALLENGERIIDAE チャレンジエロン科

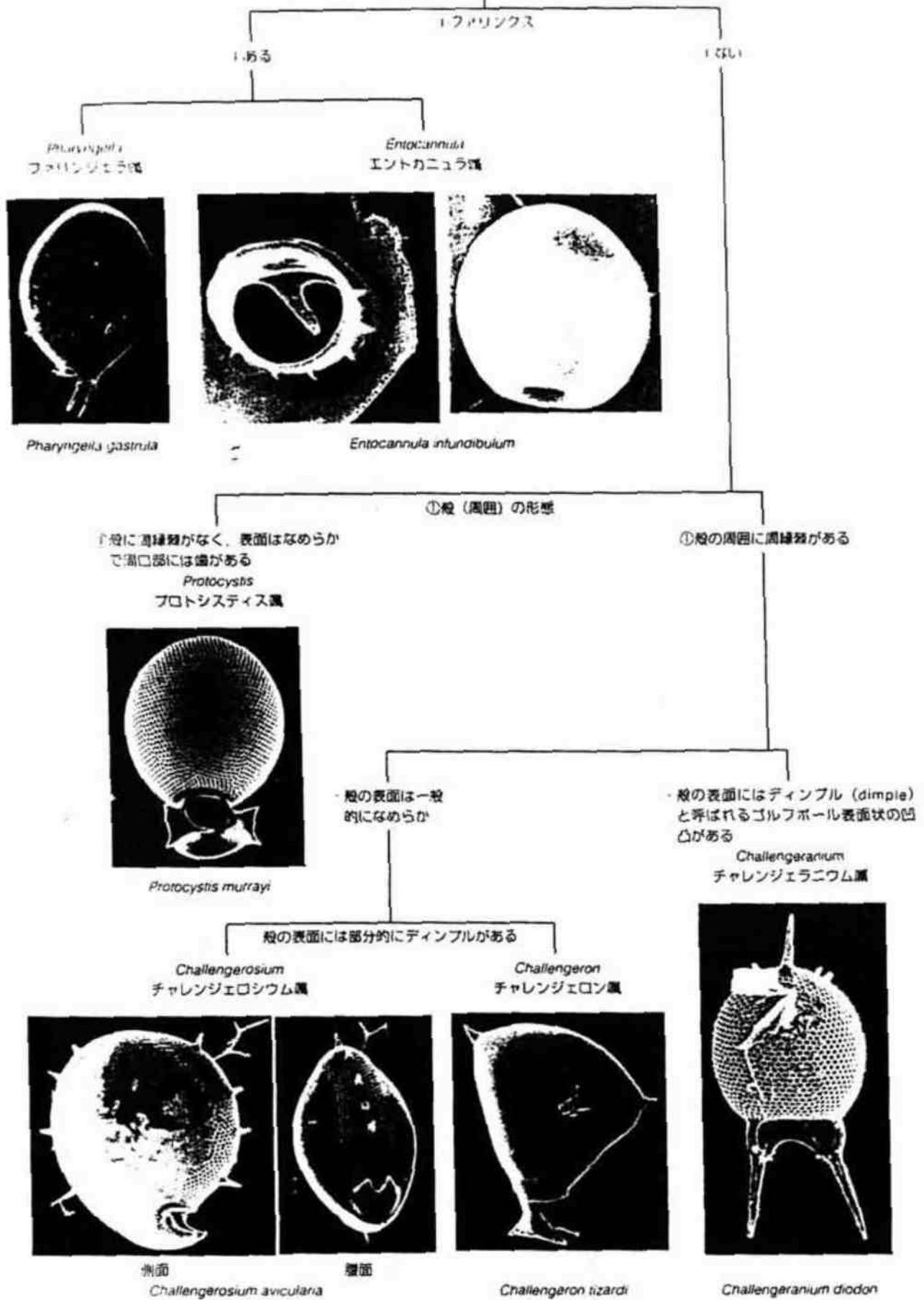


plate 8より

殻は網目または格子状で大きい、
網目は三角ないし規則的な単純系

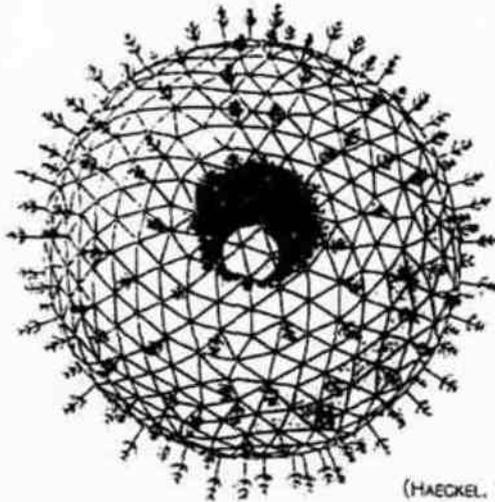
PHAEOSPHAERIDA
フェオスフェラ目
AULOSPHAERIDAE
オーロスフェラ科

殻は部分的にしか形成しておらず
不完全、管状の放射線は中盤に接
する

PHAEOCYSTIDA
フェオシスティナ目
AULACANTHIDAE
オーラカンサ科

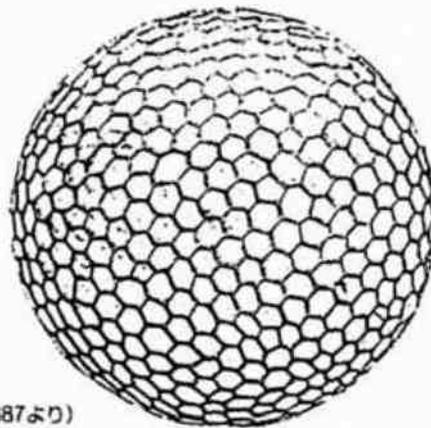
Aulosphaera
オーロスフェラ属

Aularia
オーラリア属



(HAECKEL, 1887より)

Aulosphaera dendrophora

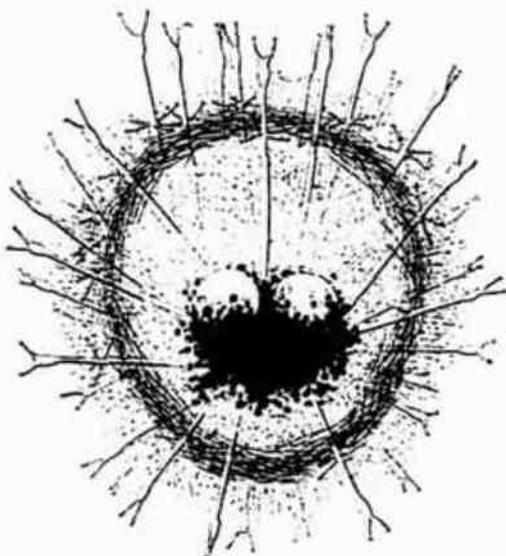


Aularia hexagonia

①放射線の分岐

①放射線は途中で環状に
分岐する

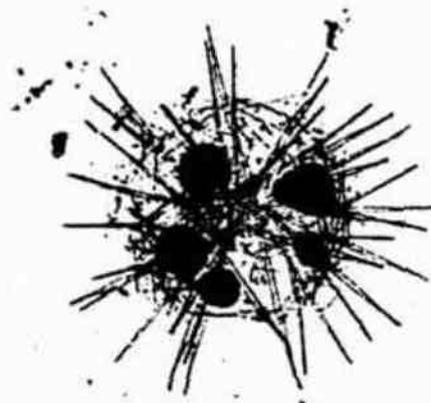
Aulospathis
オーロスパスミス属



(HAECKEL, 1887より)

Aulospathis biturca

①放射線は分岐しない
Aulacantha
オーラカンサ属



(CACHON-ENJUMET, 1964より)

Aulacantha scoiymantha

①管状の放射線は途中で
は分岐していないが、
先端付近で分岐する

↓
次頁へ

羽頭より

① 管状軸は先端付近で単純な分枝をし、最終先端には歯がない
Aulographis
 オーログラフィス属



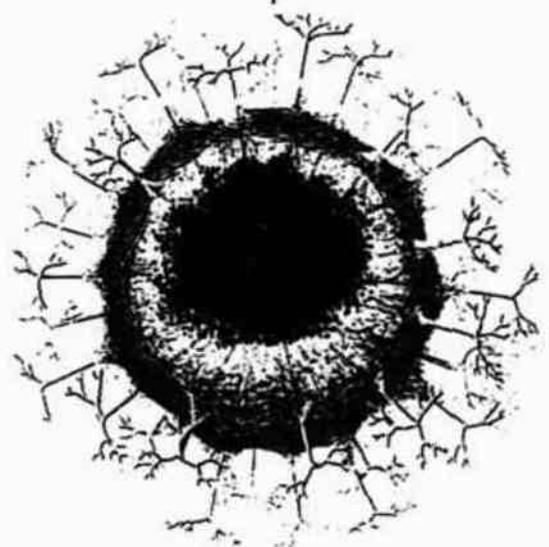
Aulographis stellata

② 枝分岐
 ① 管状先端付近に分岐があり、最終先端には数多くの歯がある
Aulagraphonium
 オーラグラフォニウム属



Aulagraphonium cundelaborum

③ 放射軸は途中では分岐しないが、先端付近で分岐し、さらにもう一度分岐する。歯はない
Auloceros
 オーロセロス属

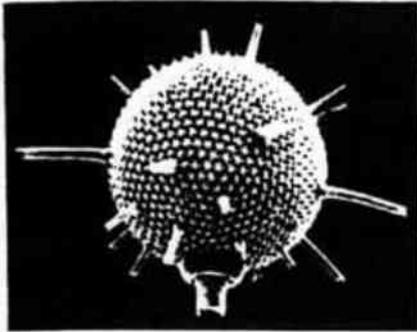
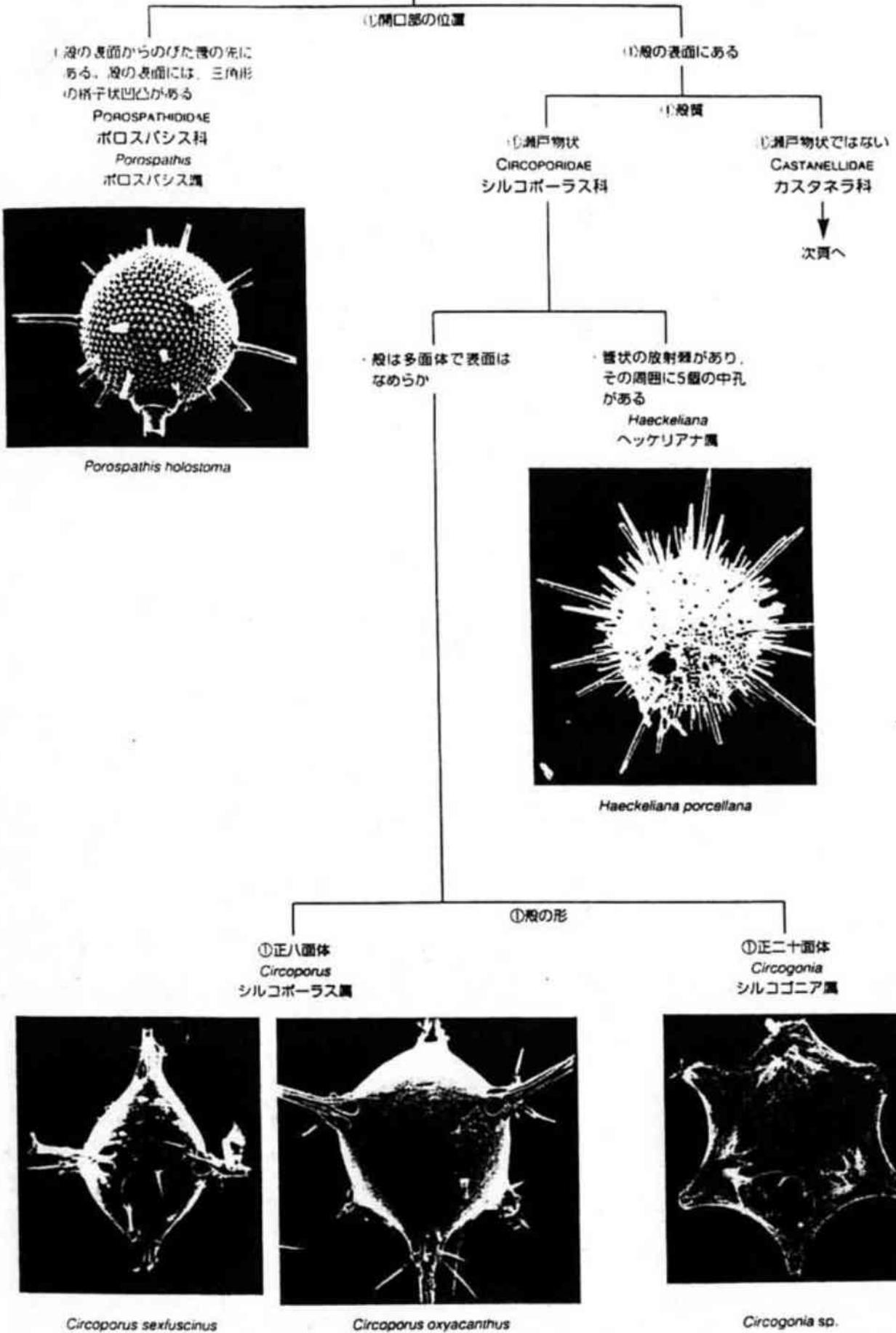


Auloceros elegans

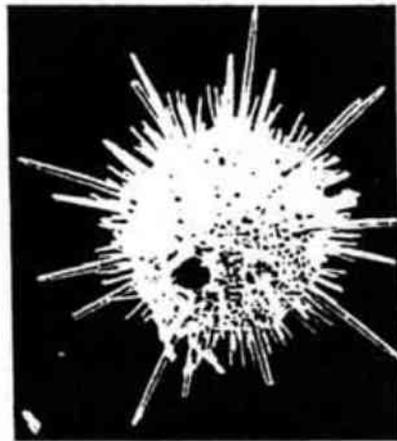
(HAECKEL, 1887より)

plate 12 (1)

PHAEOCALPIDA フェオカルピス目



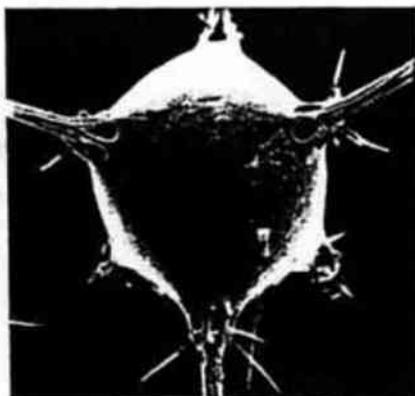
Porospathis holostoma



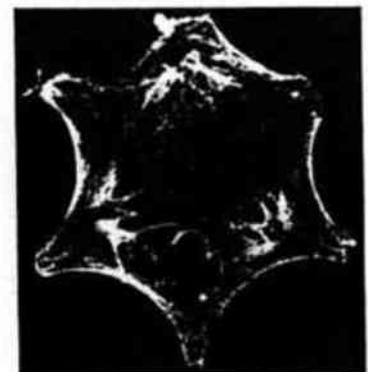
Haeckeliana porcellana



Circoporus sexfuscinus



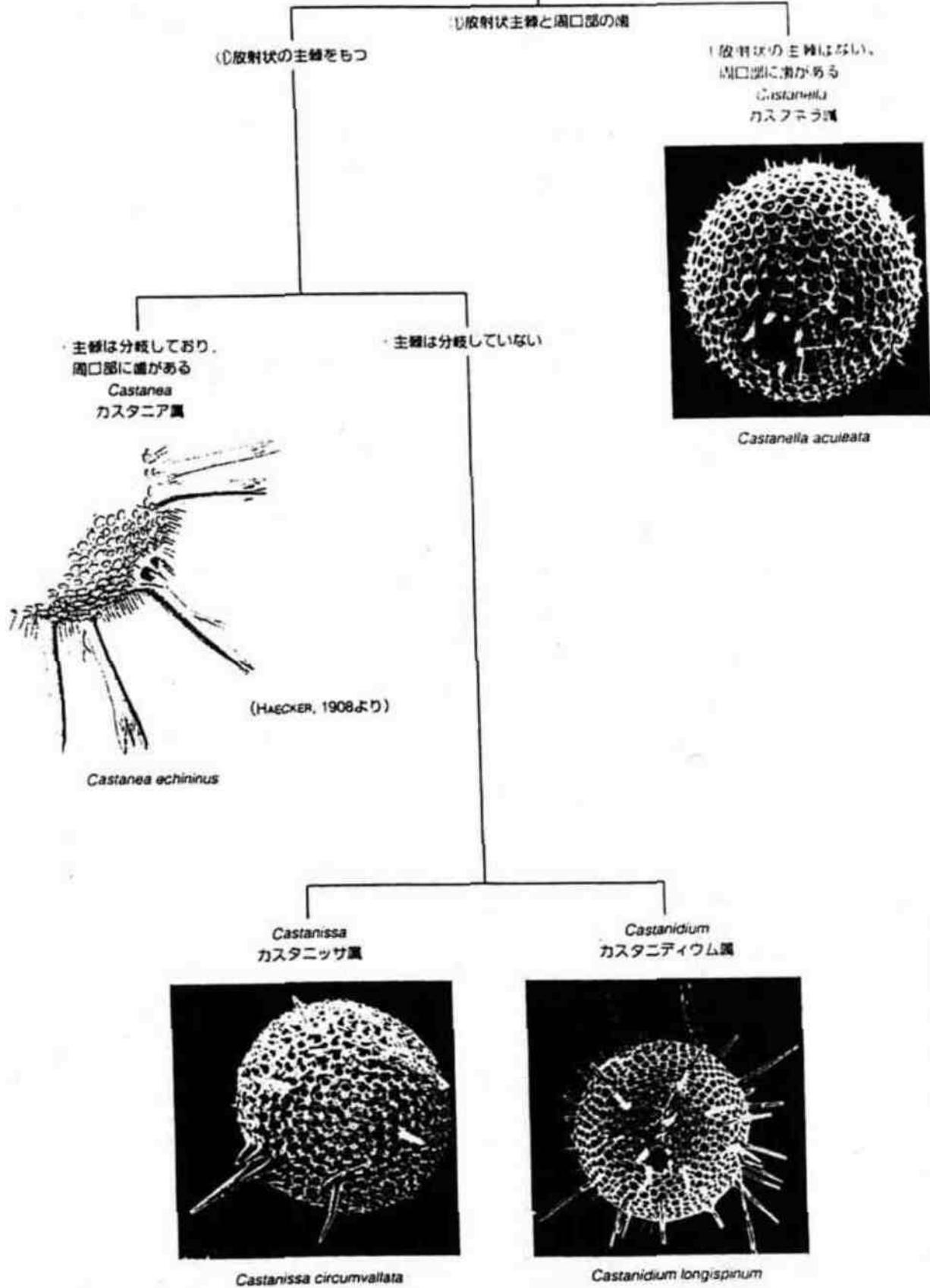
Circoporus oxyacanthus



Circogonia sp.

前頁より

CASTANELLIDAE カスタネラ科



(PHAEODAREA 編纂素部は O. ROGER ANDERSON との共著)