

福山地先で見出された渦鞭毛藻類の 休眠孢子について

佐々田憲・藤山虎也
(広島大学水畜産学部水産学科)

Preliminary Report on Resting Spores of *Dinophyceae* found in
Sea Bottom Mud and Sea Water collected from Fukuyama Area

Ken SASADA and Toraya FUJIYAMA

Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Animal Husbandry,
Hiroshima University, Fukuyama

(Table 1, Plates 1-5)

はじめに

渦鞭毛藻類は、ここ十数年来、沿岸海域の汚染などと関連して、社会問題にまで発展した“赤潮”現象の原因生物又は構成生物として非常に注目を集めており、我が国においてもその分類学的又は栄養生理学的方面からの業績には著しいものがある。しかし渦鞭毛藻類の休眠孢子に関しては、HUBER und NIPKOW¹⁾²⁾、EVITT and DAVIDSON³⁾、WALL, WALL and DALE^{4)5)~7)}等の研究を除けば、游泳体に関する報文中に、非常に簡単な記載が見られるか、微古生物学者によって花粉分析学との関連で、微化石として取り扱われているのみで、殊に我が国においては、現存の渦鞭毛藻類の休眠孢子を取り扱った報告は殆ど皆無の状態である。

著者らは予備的な仕事として福山地先の海域において渦鞭毛藻類の休眠孢子的検出を試み幾つかの個体を得たので、これらの生物に関する報告を行なう。

材料と方法

材料としては海底泥と海水を用いた。海底泥は1974年6月福山市田尻町の田尻港内において関式採泥器を用いて採取した。海水は同年7月同市鞆町仙酔島の広島大学水畜産学部水産実験所において、大型パンライト水槽に採取、そのまま貯蔵放置しその沈降物を捕集した。

これらの材料は花粉分析において普通に用いられる方法⁸⁾によって処理した。即ち、10%KOHを用いたアルカリ分解、氷酢酸と硫酸の混液によるアセトリシス、篩による選別、塩化亜鉛溶液による比重選別を繰り返して試料を分離し、顕微鏡によって観察した。

渦鞭毛藻類の休眠孢子の認定の基準

EVITT and DAVIDSON³⁾は、Oslo Fjord およびカリフォルニアの San Mateo でネットを用いて採取したプランクトン試料中に *Gonyaulax polyedra*, *G. digitale*, *Protoceratium reticulatum* および *Peridinium leonis* の休眠孢子を見出し、渦鞭毛藻類の游泳体が

1. 細胞壁は主としてセルローズによって構成されており、アセトリシス等の化学操作によって容易に破壊される。
2. 発芽孔がない。
3. 鞭毛孔を有する。
4. 鎧板上に無数の小孔を有する。

という特徴を有するのに対して、休眠孢子は以下のような諸特徴を有するとしている。即ち、

1. 細胞壁は主としてセルローズ以外の有機物によって構成されており、アセトリシス等の操作に対して抵抗性を有する。
2. 発芽の行なわれたものでは発芽孔を有する。
3. 細胞壁は発芽孔以外の部分でとぎれることはない。
4. 鞭毛孔はない。

一方、これまでに渦鞭毛藻類の休眠孢子には、

〔1〕 微古生物学で *hystrichosphere* と呼ばれている生物群に属するもの。

〔2〕 游泳体に類似の体制を有するもの。

の二つの型があることが知られている。

ここでは、〔1〕〔2〕のような体制を有する生物のうち、上記1～4に示された休眠孢子的特徴を有するものを対象として取り扱った。

結果と考察

その結果、田尻港の底泥からは1gあたり2.5個体、鞆の海水からは100ℓあたり3個体の休眠孢子が得られたが、これらは以下に示すように14の形態に分けることができた。以下これらの生物に関する説明を行なうが、先にも触れたように、現在まで渦鞭毛藻類の休眠孢子的研究は主として微古生物学の分野でなされてきたので、生物名は游泳体の命名法とは全く別個のものが用いられてきた。WALL and DALE⁶⁾は北太平洋から採取した種々の休眠孢子を発芽させて *Gonyaulax*, *Peridinium*, *Protoceratium* 等の游泳体を得ているが、彼等はこの仕事をもとに渦鞭毛藻類の命名法は、取り扱う資料が游泳体であろうと休眠孢子であろうと、一つの基準に従ってなされるべきであると主張している。しかし、今回の仕事では休眠孢子と游泳体を厳密に関連づけるという段階にまでは至らなかった。それ故、ここでは仮に得られた生物を形態Ⅰ、形態Ⅱ等と呼んで取り扱うこととする。

形 態 Ⅰ

Plate 1, Figures 1-4.

体は卵形。謂わゆる *hystrichosphere* である。体長53μ、体幅50μ。体表は多角形の鎧板状の区画に分割されている。これらの区画の周辺は隆起をなしており、この隆起の各交点に数本の、先端がT字状又はY字状に分岐した棘状の突起が生じている。突起の長さは約10μ。鎧板状の区画は游泳体における上殻、横溝、下殻、腹域の鎧板系列を示唆するような群に分かれているが、Fig. 1, Fig. 3に見られるように横溝部に相当する区画群の各区画の周囲にも隆起が発達しており、游泳体の横溝のように、鞭毛を収容するという機

能は果しえないものと考えられる。Fig. 2, Fig. 4はこの形態の背側を示した図であるが、標本の中央部に2枚の大きな鎧板状区画が認められる。これら2枚の鎧板状区画のうちの1枚(恐らく上部のもの)が離脱して発芽孔を形成するものと考えられる。以上の諸特徴は微古生物学で *Hystrichosphaera* とされている属の形態的特徴⁹⁾と合致する。WALL and DALE⁶⁾は数種類の現世の *Hystrichosphaera* を培養していずれも *Gonyaulax* 属の渦鞭毛藻類の游泳体を得ている。それ故、この形態も *Gonyaulax* 属の休眠孢子であると考えられる。鞘で採取した海水の沈降物から得られた。

形 態 II

Plate 1, Figures 5-7.

体は卵形ないし楕円形。体長30—35.5 μ 、体幅27—32 μ 。体表は游泳体の鎧板配列を比較的忠実に反映したものと考えられる区画に分かれており、横溝部は顕著に認められる(Figs. 5, 6参照)。これらの区画の周辺の隆起および突起は体の前端部、後端部および横溝部を中心にした部分で顕著である。突起は前端部では小さく指状であるが、後端部ではやや大きく翼状で、先端がT字状になったものもある。この形態でも横溝部の区画群はその周囲が隆起して、横溝としての機能は果しえなくなっている。この形態も古生物学でいう *Hystrichosphaera* 属に属するものと考えられ、それ故 *Gonyaulax* の休眠孢子であると考えられる。Fig. 7は細胞内部に焦点を合わせた図であるがこの個体では細胞内に独立した膜状の楕円形の構造が形成されているのが観察される。KLUMPP¹⁰⁾は化石 *Hystrichosphaera* にこのような構造が見られることを報告しているが、EVITT⁹⁾はこの構造を休眠孢子内に形成された第二の休眠孢子であるとしている。しかし、EVITT and DAVIDSON³⁾は *Gonyaulax digitale* の休眠孢子 (*Hystrichosphaera*) に見出されたこのような構造を単に細胞内容物 cell content としている。WALLら¹⁰⁾は Woods Hole で得た *Gonyaulax digitalis* の休眠孢子を発芽させその経過を観察しているが、この生物では発芽に際して細胞質の周囲にゼラチン状の無色の“鞘”が形成され、この鞘は細胞質が発芽孔から外部に脱出した直後に消失するとしている。我々が観察した構造は膜状でこの鞘とは多少性質が異なるようであるが、EVITT⁹⁾のように休眠孢子内に形成された第二の休眠孢子と考えるよりも、この“鞘”と関係のある構造と考える方が自然であると考えられる。しかしその性質はなお不明で本論文では仮に被囊と呼ぶことにする。田尻港で採取した底泥2gあたりほぼ1個体が得られた。

形 態 III

Plate 2, Figures 1-2.

体は卵形。この形態も典型的な *hystrichosphere* である。体長は45—50 μ と考えられ、体幅40 μ 。体は鎧板配列を示唆する構造を欠くが、横溝に相当する部分を除き、鎧板に相当する部位に、先端がT字状又はY字状になった翼状又は棘状の突起が見られる。田尻港の底泥から2個体が採取されたがいずれも頂板群に相当する部分を欠いて、この部分が発芽孔をなしており、1個体(Fig. 1)ではこの部分から被囊が一部細胞外に出ており、他の1個体(Fig. 2)では完全に外に出てしまっていてWALLら¹⁰⁾の謂わゆる“鞘”と機能的に近いものではないかということ強く示唆している。以上に示した諸特徴は基本的に微古生物学で *Hystrichosphaeridium* とされている属の或るものの形態的特徴⁹⁾とよく一致する。WALL and DALE⁶⁾は現存の生物としては *Hystrichosphaeridium* を認めていないが、化石属 *Hystrichosphaeridium* は *Gonyaulax* 科の渦鞭毛藻類の休眠孢子であるとしている。それ故この形態も *Gonyaulax* 科の渦鞭毛藻類の休眠孢子ではないかと考えられる。

形 態 IV

Plate 2, Figures 3-5.

体は楕円形。体長は40-45 μ と考えられ、体幅は38 μ 。体は鍍板配列を反映した区画には分れておらず、横溝に相当する部分を含めて鍍板に相当する部位に、先端がT字状又はY字状になった翼状又は棘状の突起が見られるが、後端部では突起の数かなり多く、鍍板との対応関係はなくなっているものと考えられる。採取された個体は形態Ⅲの2つの個体同様頂芽孔が見られ、この部分から被嚢が一部細胞外に出ている。Fig. 5に明確に示されるように発芽孔の外縁には処々に欠刻があり、この形態が部分的にはあるが游泳体の鍍板配列を直接的に反映した構造を有することがわかる。被嚢には顕著な網目状の模様が見られる。以上のような諸特徴からこの形態も *Hystriosphæridium* の或るものに該当し、それ故に *Gonyaulax* 科の渦鞭毛藻類の休眠孢子であると考えられる。

形 態 V

Plate 2, Figures 6-7. Plate 3, Figures 1-3.

体は *Peridinium* の游泳体の体制に非常によく似ており、典型的な個体では五角形で二本の平行に走る隆起によって横溝域が顕著に認められ、体の後端部に1対の大きな角状の突起が認められる (Pl. 2, Figs. 6-7)が、この両突起の間に膜状の構造が発達し(Pl. 3, Fig. 1)突起部が更に伸長して体の後端部が翼状となり、全体として五角形の外観を呈する個体 (Pl. 3, Fig. 2)もある。この種類は側面から見る (Pl. 3, Fig. 3)と、背腹方向に顕著に偏圧しており、横溝は背側から腹側に向けて斜め下方に走っている。個体によっては細胞内に被嚢が観察されるが、これはPl. 2, Fig. 6, Pl. 3, Fig. 1で認められるように休眠孢子自体とよく似た形をしており、基本的に五角形で後端部に角状の突起を有する。一方上錐背部の挿間板に相当する部分に三角形ないし五角形の発芽孔を形成している個体 (Pl. 2, Fig. 7, Pl. 3, Fig. 2)が認められるが、これらの個体では被嚢は観察されず、被嚢は発芽孔形成後、この孔から外部に脱出するものと考えられ、それ故形態Ⅲや形態Ⅳの被嚢と同様の性質のものであると考えられる。Pl. 2, Fig. 6はこの形態を腹側から見たものであるが横溝部は背側から見た場合よりもずっと下部に位置しており、腹域後端部がわずかにひっこんでいて、この部分が游泳体の縦溝を反映しているものと考えられる。この形態は田尻港の底泥から5gあたりほぼ1個体、網で採取した海水から100 ι あたり2.7個体が得られたが、殊に網で採取した海水中の休眠孢子的うちにこの形態の占める割合は非常に高く、全休眠孢子数の90%に及んだ。50個体を計測したところ体長は突起を含めて55-73 μ 、平均65 μ 、体幅50-60 μ 、平均58 μ 、体の厚さは約35 μ 、発芽孔の高さ5-12 μ 、幅15-26 μ 、被嚢の長さ31-40 μ 、幅31-42 μ であった。この形態は発芽孔の大きさを除くとWALL and DALE⁶⁾によって培養され *Peridinium leonis* を生じた休眠孢子と酷似しており (Table 1)、この種又はこの種に近縁の *Peridinium* の休眠孢子であると考えられる。

形 態 VI

Plate 3, Figures 4-5.

体は楕円形に近い五角形で後端部に二本の角状の突起を有し、全体として渦鞭毛藻類の游泳体に近い形をしているが、形態Vと異なり横溝を反映した構造を欠く。我々が得た個体では突起の部分を除き全体に細胞質が詰まっており、挿間板に相当する部分にうっすらと四角形の区画が認められ、この部分が将来発芽孔となるものと考えられる。体長は突起を含めて60 μ 、体幅62 μ 、挿間部の区画の長さ12 μ 、幅17 μ 。この形態はEVITT¹²⁾が *Peridinium sp.* の休眠孢子としている形態と酷似しており、やはり *Peridinium* の休眠孢子

Table 1. Comparison of structural features of Form V and cyst of *Peridinium leonis*.

| | Form V | Cyst of <i>Peridinium leonis</i> (WALL and DALE ⁶) |
|-------------------|---|---|
| Dorsoventral view | Pentagonal | Pentagonal to broadly ellipsoidal |
| Lateral view | Rhombic | Rhombic |
| Girdle zone | compressed dorsoventrally Relatively broad well defined by 2 ridges | compressed dorsoventrally Relatively broad well defined by 2 ridges or lines of dark spots in pentagonal cysts |
| Antapical horns | 2, with pointed tips | 2, with pointed tips |
| Wall | Smooth | Smooth, longitudinally striated in a few specimens |
| Length | 55-73 μ , av. 65 μ | 52-72 μ |
| Breadth | 50-60 μ , av. 58 μ | 53-76 μ |
| Thickness | ca. 35 μ | ca. 35 μ |
| Archeopyle | Triangular to subtriangular 5-12 μ x 15-26 μ | Subtriangular to pentagonal 20-24 μ x 24-30 μ |

と考えられる。網で採取した海水の沈降物から分離された。

形態 VII

Plate 3, Figures 6-7.

体は全体として五角形。後端部に一對の角状の突起があり、形態V、形態VIIに似ているが、これらと異なり頂発芽孔を有する。游泳体の横溝を反映した構造は認められない。体長は突起を含めて60-65 μ と考えられ、体幅は70 μ 。網で採取した海水の沈降物から得られた。

形態 VIII

Plate 4, Figures 1-2.

体は全体として六角形。後端部に一對の突起があり、全体として渦鞭毛藻類の游泳体状の形態をしているが横溝を欠き、これまでに示した諸形態と異なり体壁は柔軟な膜状で体のところどころに体制を反映したしわがよっている。Fig. 2に示すように小さな発芽孔が頂部に形成されている。被嚢はFig. 1で認められるように楕円形に近い形である。体長は突起を含めて55-60 μ 、体幅は約60 μ 。田尻港の底泥及び網で採取した海水から得られた。

形態 IX

Plate 4, Figures 3-4.

体は全体として六角形で、壁は柔軟な膜状。形態VIIIに非常によく似ており後端部に一對の角状の突起を有するが、特徴的な形態をした横溝状の構造を有する。横溝状の構造を構成する隆起はところどころで途切れており、これはこの形態の游泳体の鱗板配列を反映しているのではないかと考えられる。図に示した個体は体内に五角形の被嚢を有する。体長は約65 μ 、体幅は約60 μ 、被嚢は長さ幅ともに53 μ 。海底泥及び海水の沈降物から得られた。

形態 X

Plate 4, Figures 5-6.

体は全体として六角形。後端部に一對の角状の突起を有する。壁は形態Ⅲ、Ⅳ同様柔軟な膜状で、これらの形態に非常によく似ているが、横溝を反映した構造は形態Ⅳよりも更に明確に認められる。体長 62μ 、体幅 57μ 。挿間部に三角形の発芽孔($5\mu \times 17\mu$)が形成されており、体内に長さ 40μ 、幅 32μ の七角形の被囊が認められる。田尻港の底泥から得られた。

形態 XI

Plate 5, Figures 1-2.

体は全体として六角形。後端部は一對の角状の突起となっている。形態Ⅲ-X同様に壁は膜状で、挿間発芽孔が形成されている。游泳体の横溝を反映して環状の細い隆起構造が認められる。体長 63μ 、体幅 54μ 。鞆で採取した海水の沈降物から分離された。

形態 XII

Plate 5, Figure 3.

体は全体として五角形で、後端部は一對の角状の突起となっている。壁は膜状で体のあちこちにしわがよっているが、これらのしわは生物体自体の構造を何ら反映していないように思われる。体内には後端部に一對の角状の突起を有する被囊が認められる。体長 73μ 、体幅 67μ 。田尻港の底泥から得られた。

形態 XIII

Plate 5, Figures 4-5.

体は横に細長い楕円形。これまでに示した諸形態と異なり、游泳体状の明確な横溝、従溝、鍍板配列を有するが、体内に円形に近い形の被囊を有する。体長 36μ 、体幅 42μ 。田尻港の底泥から得られた。

形態 XIV

Plate 5, Figures 6-7.

体は形態XIII同様横に長い楕円形。明確な横溝と鍍板配列を有するが壁は柔軟な膜状で周辺部に大きなしわが入っているのが観察される。体内に円形に近い形の被囊を有する。体長 50μ 、体幅 60μ 。田尻港の底泥から得られた。

以上福山地先の海域で採取された14の形態の渦鞭毛藻類の休眠胞子に関する簡単な説明を行なったが、この海域は顕著な赤潮発生海域である。上野¹³⁾は赤潮の発生機構と関連して、栄養塩、増殖促進物質の問題とともに、赤潮種の種(たね)の問題の重要性を指摘している。しかし彼は鞭毛藻の種は浅層起源で、もともと汽水域にあるものが淡水の流入によって赤潮域に流入してくるのではないかとしており、種として游泳形態を想定しているようである。一方飯塚、入江¹⁴⁾は赤潮多発水域は種苗(胞子)が多数存在することが必要で、このような海域の海底には赤潮プランクトンの胞子が多数休眠しているはずであるとしているが、休眠胞子自体に関しては何ら記載していない。また、岩崎¹⁵⁾は赤潮鞭毛藻 *Peridinium hangoei* の培養に際して、培養条件が悪くなると、表面に多数の小突起を有する休眠胞子が形成され、沈降すると報告している。彼の

報告した休眠孢子は形態的に WALL and DALE⁶⁾ が *Peridinium trochoideum* の休眠孢子としているものと非常によく似ており、明らかに *hystrichosphere* 型の休眠孢子である。著者らは、今回飯塚らと同様の想定のもとに、この海域の底泥および海水の沈降物から渦鞭毛藻類の休眠孢子を検出することを試みその採取に成功したが、この結果は上野や飯塚らの謂わゆる赤潮の種の存在形態がどのようなものであるかということを示唆するものであると考える。しかし現段階ではこれらの休眠孢子の一部が *Gonyaulax* や *Peridinium* の休眠孢子であることを示したにとどまり、游泳体との関係を充分明確にするには至っておらず、それ故これらの休眠孢子が赤潮と直接的な関係を有するものか否かは明らかでない。また今回の仕事ではこの海域でしばしば赤潮として出現する *Gymnodinium* や *Ceratium* の休眠孢子を検出することができなかったが、WALL and DALE⁶⁾ は Paria 湾等で幾つかの形態の *Gymnodinium* の休眠孢子を得ており、著者らも本論文では示さなかったがその後の研究で、この海域でこれらの形態の或るものに近いものを得ている。また HUBER und NIPKOW¹⁾²⁾ は Zürichsee で淡水産のものであるが、*Ceratium hirundinella* の休眠孢子を採取してその発生条件を調べており、著者らは今後の研究によってはこの海域においてもこれらの属の生物の休眠孢子が見出される可能性は充分にあるものと考えている。それ故今後、赤潮の発生機構の問題とも関連して、現場海域における休眠孢子的地理的分布、季節的消長等に関する研究、休眠孢子と游泳体の対応関係の究明、休眠孢子的形成、発芽条件等に関する研究が積極的になされることが期待される。

終りに採水採泥等に際し格別の御援助を戴いた本学村上豊教授、遠部卓助教授、種々の有易な御助言を賜った三重大学水産学部岩崎英雄教授に深謝の意を表する。

要 約

1. 花粉分析学の手法により赤潮多発水域の一つである福山地先の海域の底泥、海水から渦鞭毛藻類の休眠孢子を検出することを試みた。
2. その結果、田尻港で採取した底泥からは 1g あたり約 2.5 個体、仙酔島の鞆水産実験所で採取した海水の沈降物からは海水 100 l あたり約 3 個体の休眠孢子が得られた。
3. これらの休眠孢子は、謂わゆる *hystrichosphere*、游泳体類似の体制を有するものを含め 14 の形態に分けることができたが、現段階ではこれらのうち一部が *Gonyaulax* や *Peridinium* の休眠孢子であることが解ったのみで、游泳体との関係を充分明確にするには至っていない。
4. 本論文ではこれらの諸形態を、仮に形態 I、形態 II 等として取り扱いその形態的特徴を記載した。

引 用 文 献

- 1) HUBER, G. und NIPKOW, F. : *Zeitschr. Botanik*, **14**, 337-371 (1922).
- 2) HUBER, G. und NIPKOW, F. : *Flora*, **116**, 114-215 (1923).
- 3) EVITT, W. R. and DAVIDSON, S. E. : *Stanford Univ. Publ. Geol. Sci.*, **10**, 1-12 (1964).
- 4) WALL, D. : *Grana Palynol.*, **6**, 297-314 (1965).
- 5) WALL, D. and DALE, B. : *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **2**, 349-354 (1967).
- 6) WALL, D. and DALE, B. : *Micropaleontol.*, **14**, 265-304 (1968).
- 7) WALL, D. and DALE, B. : *Micropaleontol.*, **16**, 47-58 (1970).
- 8) 中村純 : 花粉分析, pp.86-95, 古今書院, 東京 (1967).
- 9) EVITT, W. R. : *Micropaleontol.*, **7**, 385-420 (1961).
- 10) KLUMPP, B. : *Palaentologr.*, **103**, 377-406 (1953).
- 11) WALL, D., GUILLARD, R. R. L. and DALE, B. : *Phycologia*, **6**, pt. 2, 83-86 (1967).

- 12) EVITT, W. R. : *Stanford Univ. Publ. Geol. Sci.*, **10**, 1-83 (1967).
- 13) 上野福三 : 内湾赤潮の発生機構 (花岡資他), pp.5-34, 日本水産資源保護協会, 東京 (1972).
- 14) 飯塚昭二・入江春彦 : 内湾赤潮の発生機構 (花岡資他), pp.35-57, 日本水産資源保護協会, 東京 (1972).
- 15) 岩崎英雄 : 日本プランクトン学会報, **16**, 132-139 (1969).

SUMMARY

1. We tried to find resting spores of *Dinophyceae* in sea bottom mud and sea water collected from Fukuyama area, where red water often break out, with ordinary palynological method.
2. As the result of this trial, we could obtain 2.5 cells of spores from 1 gram of wet mud and 3 cells from 100 ℓ of sea water.
3. These spores could be distinguished into 14 forms, containing so-called *hystriospheres* and swarmer-like forms, but could not be correlated with their corresponding swarmers, except a few forms which were identified with the cysts of *Gonyaulax* or *Peridinium* in this preliminary study.
4. All forms were tentatively treated as Form I, Form II and so on, and their morphological features were described in this paper.

Explanation of Plates

Plate 1

- 1-4. **Form I:** length 53 μ , breadth 50 μ , Tomo, sea water. plate areas indicated with peripheral ridges. processes, *ca.* 10 μ , arise from crossing points of these ridges; 1. dorsal view, focused on ventral surface; 2. dorsal view, plate arrangement clearly visible; 3. ventral view, plates suggesting ventral area and girdle visible; 4. dorsal view.
- 5-7. **Form II:** 5-6. dorsal view. plate arrangement, girdle, processes visible. length 35 μ , breadth 30 μ , processes *ca.* 5 μ . Tajiri, bottom mud; 7. median optical focus. length 30 μ , breadth 27 μ , capsule length 26 μ , breadth 22 μ , processes 4 μ . Tajiri, bottom mud.

Plate 2

- 1-2. **Form III:** plates invisible. Tajiri, bottom mud; 1. length 745 μ , breadth 40 μ , processes 7-9 μ . inner capsule, length 40 μ , breadth 35 μ , escaping through the apical archeopyle; 2. length 747 μ , breadth 40 μ , processes 5-10 μ . capsule, length 45 μ , breadth 30 μ , escaped outside the main body.
- 3-5. **Form IV:** length 740-45 μ , breadth 38 μ , processes 5-10 μ . plates invisible. reticulated inner capsule, length 35 μ , breadth 31 μ , escaping through the apical archeopyle. Tajiri, bottom mud; 5. main body showing archeopyle margin with notches.
- 6-7. **Form V:** 6. ventral view of typical specimen. length 67 μ with antapical horns, breadth 58 μ . girdle and short shallow sulcus visible posteriorly. pentagonal inner capsule length 45 μ with antapical horns, breadth 42 μ . Tajiri, bottom mud; 7. dorsal view of typical specimen. length 68 μ with antapical horns, breadth 62 μ . rounded triangular intercalary archeopyle, height 11 μ , breadth 24 μ , with archeopyle cover still attached, girdle, width 4 μ , visible clearly. Tomo, sea water.

Plate 3

- 1-3. **Form V:** 1. median optical focus. specimen with inner capsule. membranous structure developed between antapical horns. length 62 μ with horns, breadth 56 μ . inner capsule length 36 μ , breadth 32 μ . Tajiri, bottom mud; 2. dorsal view of pentagonal-shaped specimen. triangular intercalary archeopyle and girdle visible. length 69 μ , breadth 55 μ , archeopyle height 10 μ , breadth 25 μ , girdle width 6-10 μ . Tomo, sea water; 3. lateral view. rhombic. girdle runs obliquely from dorsal to ventral side. length 65 μ , thickness 35 μ . Tomo, sea water.
- 4-5. **Form VI:** dorsal view. cell content and rounded rectangular cracking suggesting intercalary archeopyle visible. length 60 μ with antapical horns, breadth 62 μ . Tomo, sea water.
- 6-7. **Form VII:** length 760 μ , breadth 70 μ . apical archeopyle visible. Tomo, sea water.

Plate 4

- 1-2. **Form IIX:** wall membranous and wrinkled; 1. ventral view. length 55 μ with antapical horns, breadth 62 μ . inner capsule, length 27 μ , breadth 45 μ , visible. apical archeopyle beginning to open. Tajiri, bottom mud; 2. dorsal view. length 60 μ with antapical horns, breadth 59 μ . apical archeopyle visible. Tomo, sea water.
- 3-4. **Form IX:** dorsal view. wall membranous and wrinkled. girdle indicated with parallel ridges interrupted at places. pentagonal inner capsule visible. length 65 μ with horns, breadth 60 μ , capsule length 53 μ , breadth 53 μ . Tajiri, bottom mud.
- 5-6. **Form X:** dorsal view. wall membranous and wrinkled. girdle, triangular intercalary archeopyle, heptagonal inner capsule visible. length 62 μ with horns, breadth 57 μ , archeopyle height 5 μ , breadth 17 μ , capsule length 40 μ , breadth 32 μ . Tajiri, bottom mud.

Plate 5

- 1-2. **Form XI:** dorsal view. wall membranous and wrinkled. girdle, intercalary archeopyle visible. length 63 μ with horns, breadth 54 μ . Tomo, sea water.
3. **Form XII:** wall membranous, irregularly wrinkled. inner capsule with 2 horns visible. length 73 μ with horns, breadth 67 μ . Tajiri, bottom mud.
- 4-5. **Form XIII:** ventral view. girdle, sulcus, plate arrangement, inner capsule clearly visible. length 36 μ , breadth 42 μ . Tajiri, bottom mud.
- 6-7. **Form XIV:** dorsal view. wall membranous, wrinkled. girdle, plate arrangement, inner capsule clearly visible. length 50 μ , breadth 60 μ . Tajiri, bottom mud.

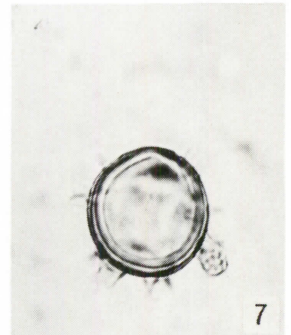
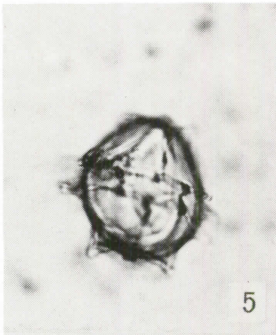
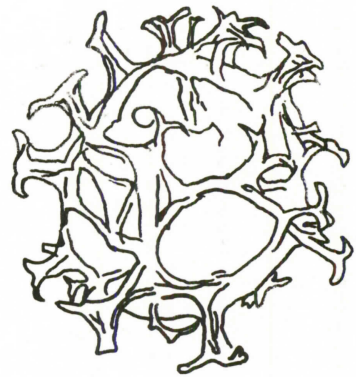
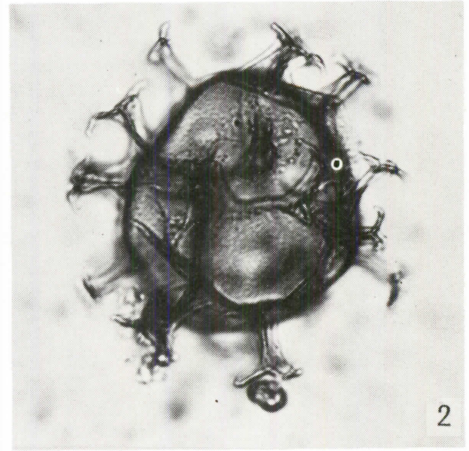
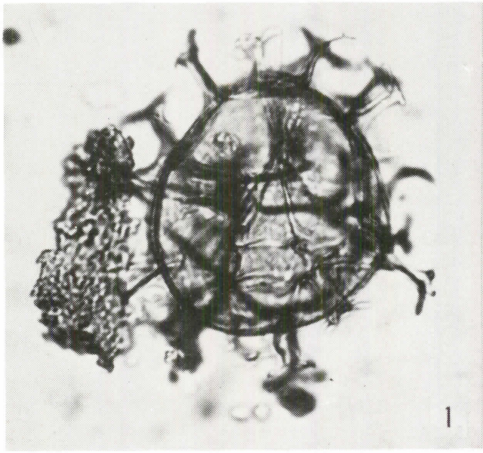


Plate 1

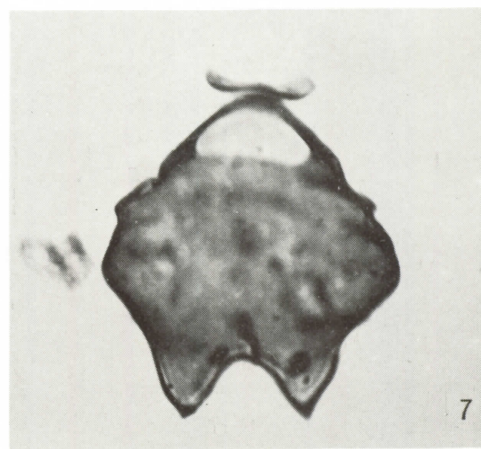
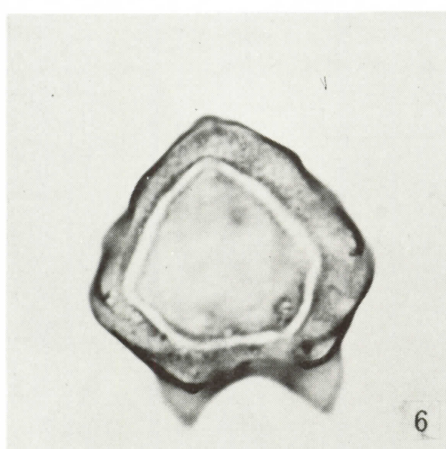
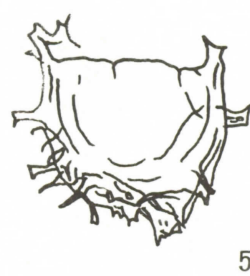
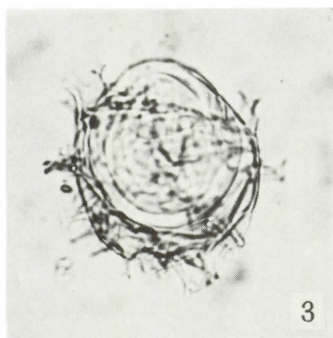
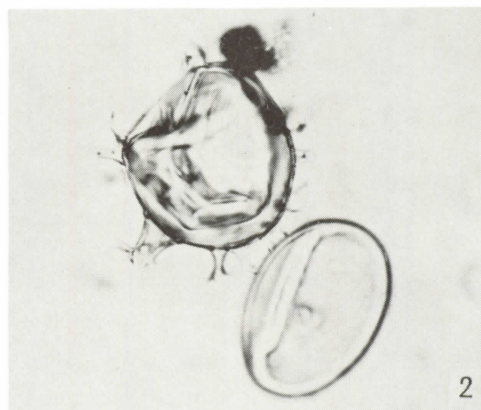


Plate 2

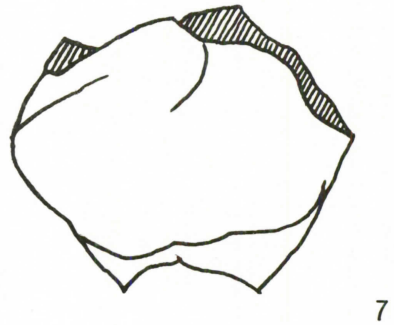
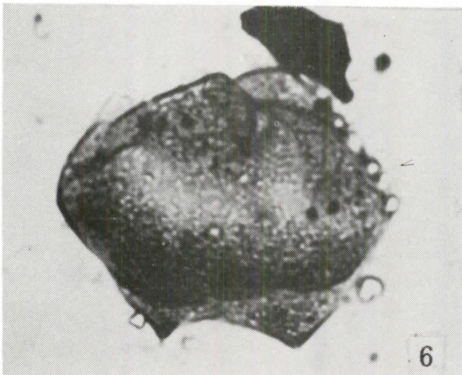
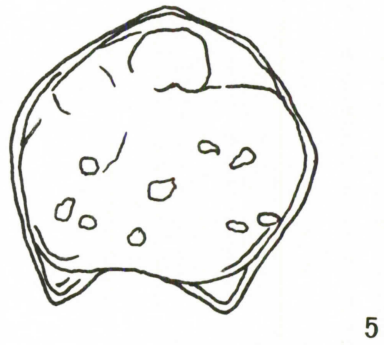
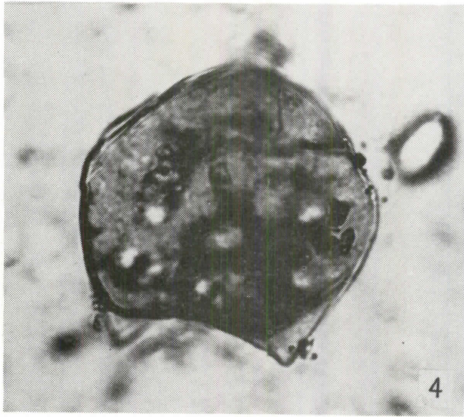
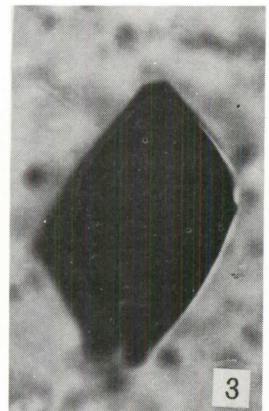
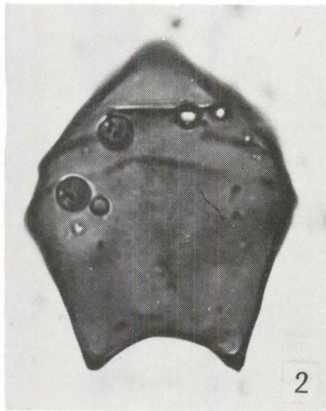
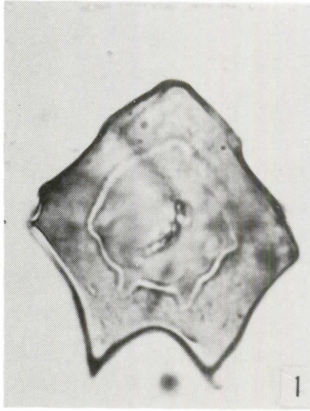


Plate 3

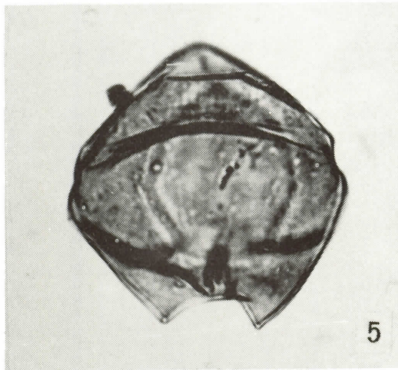
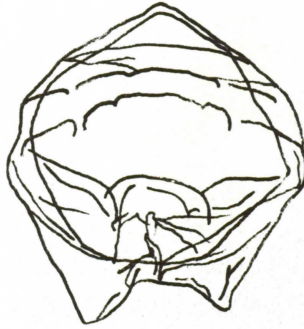
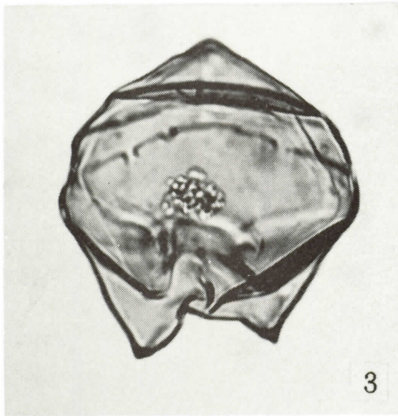
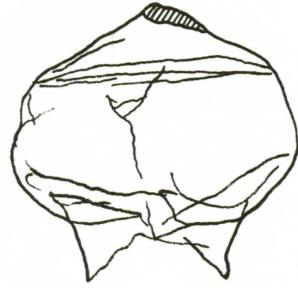
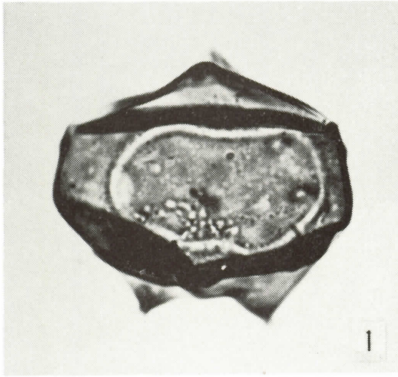


Plate 4

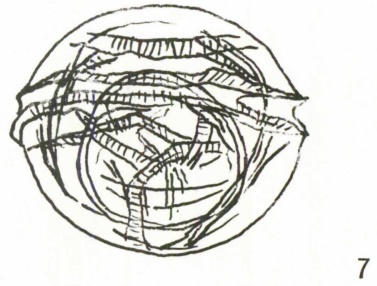
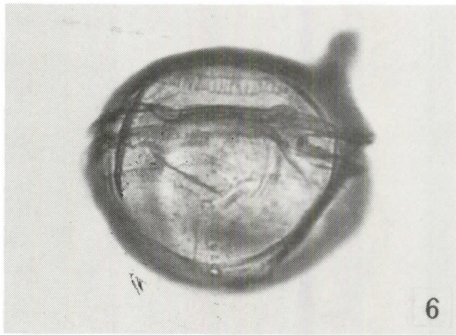
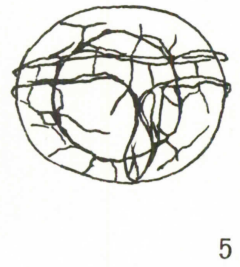
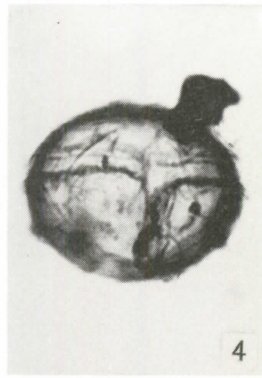
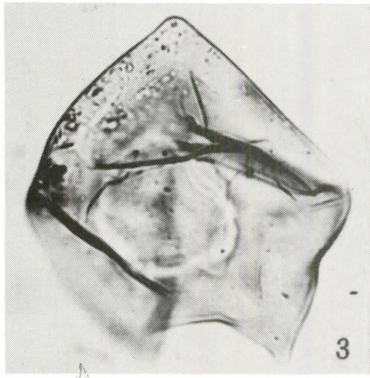
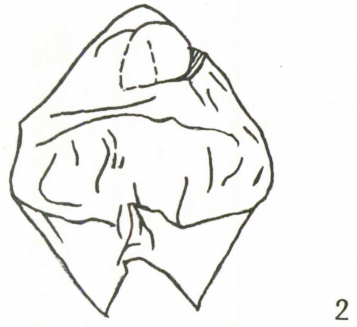
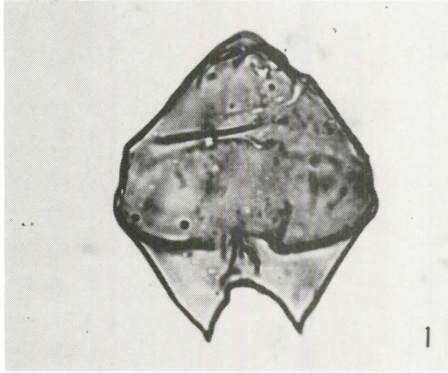


Plate 5