

走査電子顕微鏡によるGymnodinium属2種の観察

誌名	日本プランクトン学会報
ISSN	03878961
著者	高山, 晴義
巻/号	28巻2号
掲載ページ	p. 121-129
発行年月	1981年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



走査電子顕微鏡による *Gymnodinium* 属 2 種の観察¹⁾

高 山 晴 義

(広島県水産試験場)

Observations on Two Species of *Gymnodinium* with Scanning Electron Microscopy¹⁾

Haruyoshi TAKAYAMA

Hiroshima Fisheries Experimental Station, Ondo-cho, Aki-gun, Hiroshima 737-12

Abstract

Recently, the organism with the similar features to *Gymnodinium breve* has often been found in coastal waters of Japan. On the other hand, the red tide of *Gymnodinium* sp. (type '65) has often occurred in adjacent waters of Japan and has caused severe damage to coastal fisheries. Scanning electron microscopic studies on both species of *Gymnodinium* were made to observe morphological details of them.

The cells of the *Gymnodinium breve*-like species are ventrally concave and dorsally convex. The sulcus extends deeply into the epicone. And the cell has an apical overhanging process (=apical carina), an apical groove (=carinal groove) and thecal ridges. These features typify *Gymnodinium breve* (= *Ptychodiscus brevis*). In the result, the *Gymnodinium breve*-like species has morphological identity with *Gymnodinium breve* DAVIS.

The cells of the *Gymnodinium* sp. (type '65) are flattened dorsoventrally, and in extreme cases the cell thickness is about 1/2 of the width. In ventral view the epicone is hemispherical, without apical overhanging process. The sulcus is situated on the hypocone and also on the epicone. But the invasion of sulcus into the epicone is very small. As the girdle displacement of the *Gymnodinium* sp. (type '65) is relatively large, this species can be allocated in either *Gymnodinium* or *Gyrodinium*. However, inasmuch as the girdle displacement of this species is less than 1/5 of the body length in most cases, this species should be treated as a *Gymnodinium* as has been done in the past.

In addition to a sulcus and a girdle, a newly finding groove which we have tentatively named 'apical groove' is observed on the surface of the epicone of both species. This apical groove originates from immediately above or on the right side of the apical end of the sulcus, extends to the apex, and reaches the dorsal side of the epicone. As the apical groove can hardly distinguished from the sulcus by light microscopy, the sulcus is sometimes misunderstood to extend to the apex of the epicone. However, by scanning electron microscopy the apical groove appears to be a structure different from the sulcus. It is assumed that many species of unarmored dinoflagellates, for example, *Gyrodinium*, *Katodinium*, and *Polykrikos*, have an apical groove.

飯塚 (1975) は長崎県大村湾で *Gymnodinium breve* DAVIS に類似したプランクトンを採集し、今後我が国でも本種による赤潮が発生する可能性があるかと警告した。その後の調査によって本種は我が国沿岸にかなり広く出現していることが確認され、一部海域では赤潮状態にまで増殖していることが報告されている (飯塚, 1978)。*G. breve* はメキシコ湾を原産とする有毒プランクトンであり、我が国沿岸に出現するものがそれと同一種であるかどうか早急に確かめる必要がある。

一方、*Gymnodinium* sp. ('65年型種) が、我が国沿岸でたびたび赤潮を形成していることはよく知られてい

¹⁾ 1981年11月11日受理 (Accepted 11 November 1981)

る。この種による赤潮は漁業被害を伴ない、その影響は甚大である。飯塚・入江 (1966) は大村湾で採集した本種について、*Gymnodinium ochraceum* に類似するが三重大学水産学部安達六郎博士によって別種であると認定された、と述べている。その後本種は *Gymnodinium* '65 年型種と呼ばれるようになり (飯塚・入江, 1969) 今日に至っているが、未だ正式な記載が行なわれていない。

今回、前述の *Gymnodinium* 属 2 種の走査電子顕微鏡 (SEM) 観察をする機会を得たので、その結果を報告する。

材料および方法

Gymnodinium breve 類似種の観察には長崎大学水産学部平山和次教授が保存培養している株を使用させていただいた。また *Gymnodinium* sp. ('65 年型種) は、同教授の許で保存されている大村湾産の培養株と、1979 年に広島湾で赤潮を形成した際に採集した野生個体を観察に供した。

材料の固定にはオスmium酸の 2% 過海水溶液を用いた。固定後の試料はろ過海水および蒸留水でよく洗滌し、エタノールシリーズ (30, 50, 70, 90, 100%) 中で脱水した。つぎに酢酸アミル置換を行ない、液化二酸化炭素による臨界点乾燥を行なった後、金のイオンスパッタコーティングを施して観察に供した。観察には日立製作所製の S-430 型 SEM を使用した。また、光学顕微鏡を使用して生細胞の体長、体幅、体厚を測定した。*Gymnodinium* sp. ('65 年型種) については横溝両端のズレの大きさも測定したが、本報では Fig. 4 で gd と示す部分を横溝両端のズレとした (考察の項参照)。

結 果

Gymnodinium breve 類似種

Plate I, 1-6 に本種の SEM 写真を示す。観察に供した培養株の生細胞の測定では、体長 18 から 40 μ m、体幅 15 から 41 μ m で、それぞれの細胞の体長と体幅の比はほぼ 1:1 である (Fig. 1)。細胞は背腹に扁平で、厚みは体幅のほぼ 1/4 から 1/2 の範囲にあり、平均的には 1/3 程度である (Plate I, 3)。細胞の左右両側は腹側に突出しており、中央部が凹んでみえる。つまり、腹面が凹、背面が凸の形状を呈している (Plate I, 2)。細胞の頂端はやや凸出して突起状をなす。細胞の後端はくびれている。横溝は細胞のほぼ中央かやや上方を一周し、再び縦溝に戻った時の溝のズレは横溝幅の 1 ないし 2 倍ほどである。横溝の背面中央には小孔が観察されるが (Plate I, 5)、この孔の機能や内部構造については明らかではない。また横溝には Plate I, 6 に示したような縞状構造が観察される。この構造は特に横溝の終端部分で明瞭である。縦溝は左側に傾斜しながら上錐体に深く侵入している (Plate I, 4) が、本種における上錐体の縦溝は横溝の始端部が変形して体頂部付近にまで達しているという印象が強い。体頂部には縦溝とは別の溝構造 (上錐溝-考察の項参照) があり、頂端よりわずかに左にそれた部位を通して背面に達する (Plate I, 1, 2, 4)。横鞭毛はりボン状であり、横溝の始点から生じて横溝に沿って細胞を一周する。縦鞭毛は横溝の終端と縦溝との交点か、それよりやや下部から生じて体後方に伸びる。

Gymnodinium sp. ('65 年型種)

Plate II, 1-5 に本種の SEM 写真を示す。Plate II の 1 は広島湾の野生個体であり、2-5 は大村湾産の培

Explanation of Plate I.

1-6. Cultured specimens of the *Gymnodinium breve*-like species collected from Omura Bay, Nagasaki.

1. ventral view, 2. oblique right side view, 3. left side view, 4. ventral view of the epicone, 5. dorsal view, 6. high magnification of the girdle.

A: apical groove; D: dorsal side; Fl: longitudinal flagellum; Ft: transverse flagellum; G: girdle; P: pore in the girdle; R: thecal ridge; Se: sulcus on the epicone; Sh: sulcus on the hypococone; V: ventral side.

7 & 8. *Ptychodiscus noctiluca* (after BOALCH, 1969).

PLATE I

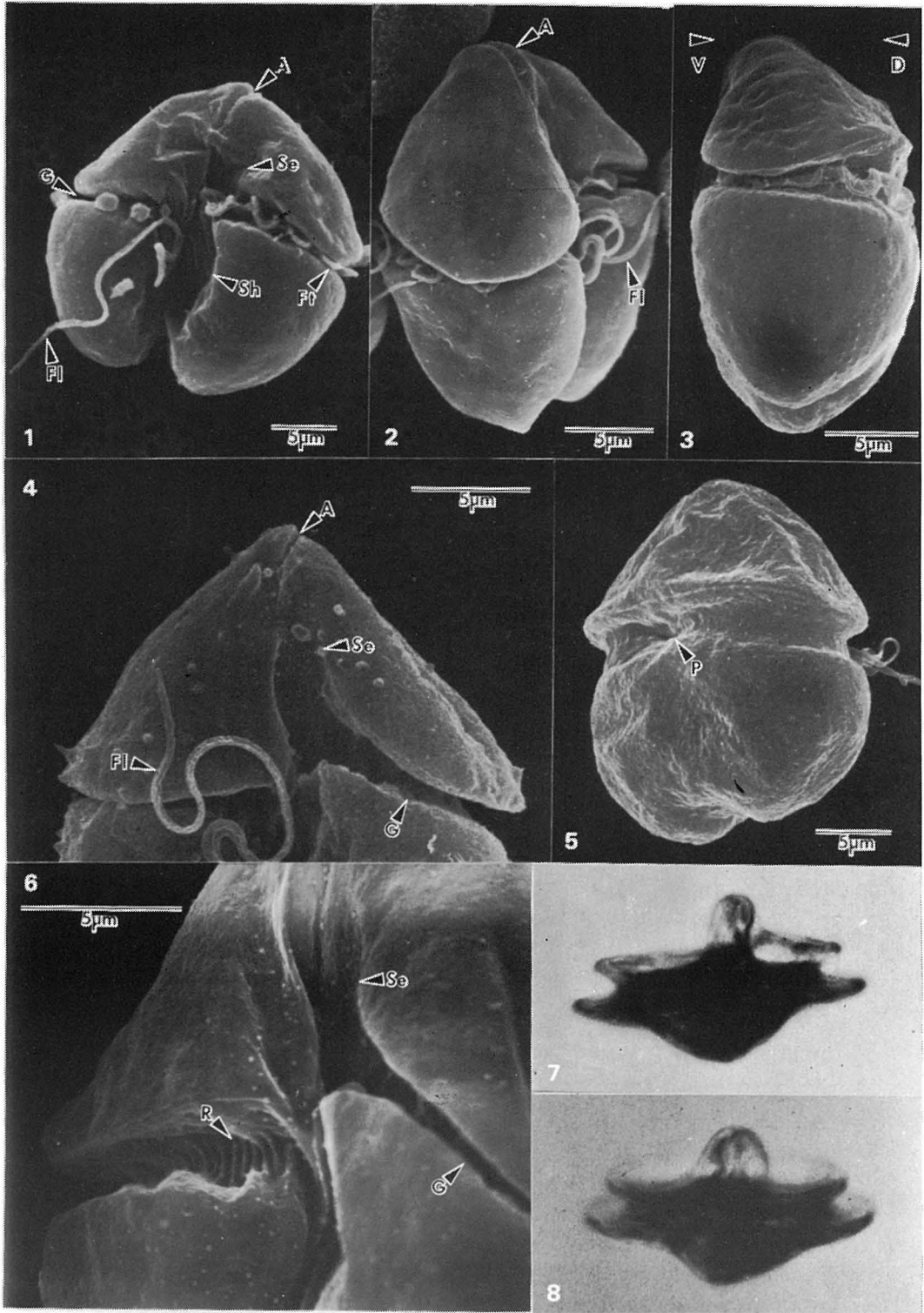
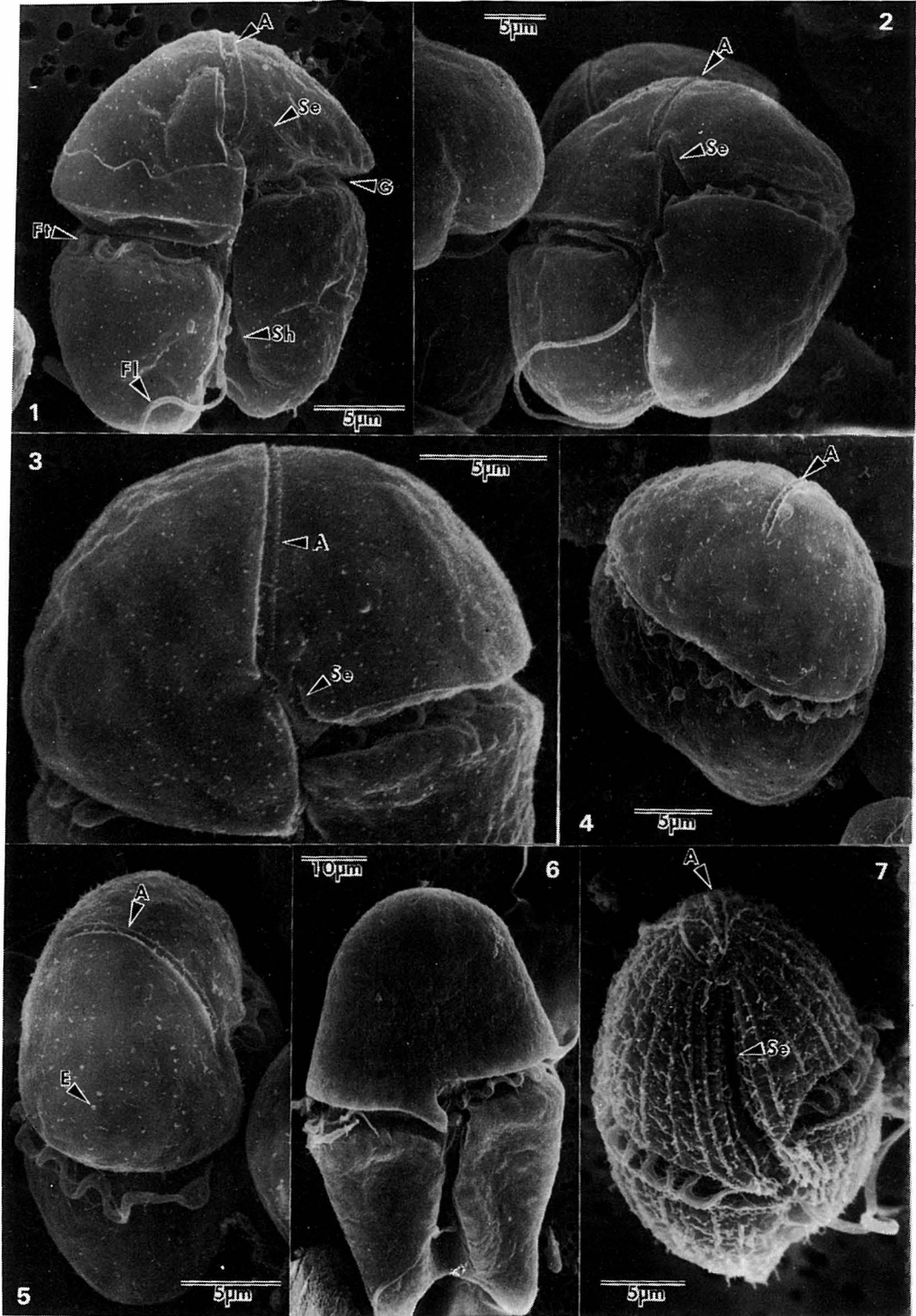


PLATE II



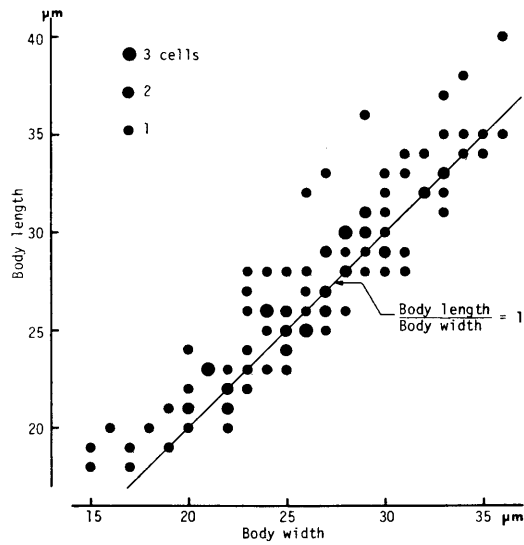


Fig. 1. Relationship between body length and body width in cultured specimens of the *Gymnodinium breve*-like species collected from Omura Bay, Nagasaki.

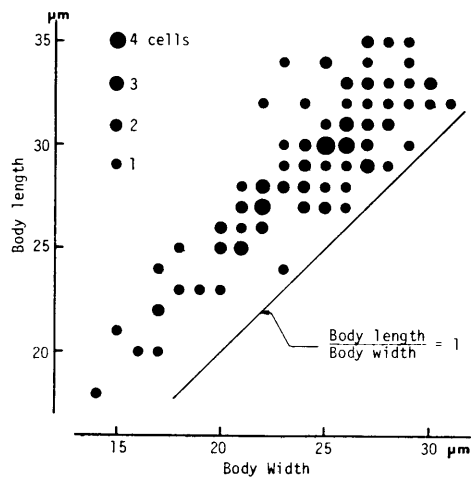


Fig. 2. Relationship between body length and body width in cultured specimens of the *Gymnodinium* sp. (type '65) collected from Omura Bay, Nagasaki

Explanation of Plate II.

1. Wild specimen of the *Gymnodinium* sp. (type '65) collected from Hiroshima Bay.
- 2-5. Cultured specimens of the *Gymnodinium* sp. (type '65) collected from Omura Bay, Nagasaki.
 2. ventral view, 3. ventral view of the epicone, 4. dorsal view, 5. oblique apical view.
6. *Gymnodinium nelsoni*.
7. *Gymnodinium fissum*.

A: apical groove; E: ejectile organelle (?); Fl: longitudinal flagellum; Ft: transverse flagellum; Sh: sulcus on the hypocone; Se: sulcus on the epicone.

養株である。野生個体の詳細な計測ができなかったので大村湾産の培養株について測定を行なったところ、体長は 18 から 35 μm 、体幅は 14 から 31 μm である。いずれの細胞においても体幅は体長より小さく、体幅が体長を越えることはない (Fig. 2)。細胞の厚みは体幅のほぼ 1/3 から 3/4 の範囲にあり、平均的には 1/2 程度である。本種も背腹に扁平なプランクトンであるが前種よりは厚みがある。上錐体は半円形またはドーム状であり、頂端が凸出することはない。下錐体の後端部は前種と同様に少しくびれている。横溝はほぼ赤道面上かそれよりやや上方を一周する。横溝両端のズレは前種より大きい、大村湾産株について光学顕微鏡で体長と横溝両端のズレとの関係を測定したところ、100 細胞のうち 3 細胞が体長の 1/5 を越えたが他は 1/7 から 1/5 以内であった (Fig. 3)。横溝には前種にみられる小孔や縞状構造は観察されないが、横溝が始まる部分に上錐体に向う小さな切れ込みがある (Plate II, 1-3)。この切れ込みの上端または右側から上錐溝が始まり、背面まで達している (Plate II, 1-5)。本種の体表には小突起状の顆粒が分布している (Plate II, 5)。これは糸胞など ejectile organelle の存在を示していると推定されるが確認できなかった。この顆粒は前種にも観察されるが、本種では特に顕著である。これら横溝始部の特徴や上錐溝、体表の顆粒などの諸構造は広島湾産の野生個体および大村湾産の培養株ともに存在し、両者に特に形態的な相違点はみつからなかった。

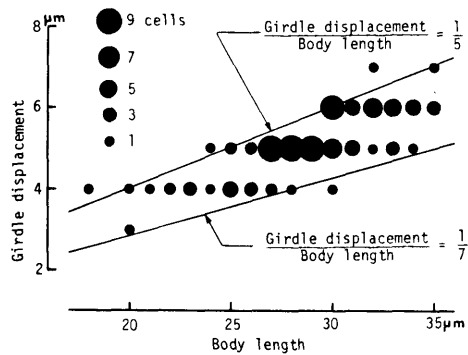


Fig. 3. Relationship between body width and girdle displacement in cultured specimens of the *Gymnodinium* sp. (type '65) collected from Omura Bay, Nagasaki.

考 察

今回 SEM 観察に供した 2 種の *Gymnodinium* は横溝と縦溝のほかに、上錐体にもう 1 つの溝構造を有することがわかった (Plate I, 1, 2, 4 および Plate II, 1-5)。この溝は上錐体の腹側から始まって上方に延びており、頂端またはそのわずかに左側を通過して背側にまで達する。その溝の幅は縦溝や横溝より小さく深さも浅いが、溝縁 (edge) は明瞭である。光学顕微鏡においてはこの溝と縦溝との区別がつきにくく、縦溝が連続して上方に延びているように観察されることもあるが、SEM においては両者は明瞭に区別される。この溝構造は *Gymnodinium* 属の全ての種に存在するわけではなく、*Gymnodinium nelsoni* では観察されていない (Plate II, 6)。*Gymnodinium* 属以外では *Gyrodinium fissum* (Plate II, 7) で同様の構造が確認され、現在調査中であるが *Katodinium* 属や *Polykrikos* 属の中にもこの溝に相当すると思われる構造を有している種が観察される。これらのことから、この溝構造は無殻渦鞭毛藻の全ての種に存在するわけではないとしても、かなり広く存在する構造ではないかと推定される。

ところで STEIDINGER (1979b) も *Ptychodiscus brevis* (= *Gymnodinium breve*) にこの溝に相当する構造を観察しているが、これに carinal groove (竜骨溝) という名称を与えている。*P. brevis* においては細胞の頂端部が凸出して apical carina (= keel 竜骨状突起) と呼ぶ構造になっているとし、その中に溝構造 (carinal groove) が存在すると述べている。ところが前記したように *Gymnodinium* sp. ('65 年型種) や他の無殻渦鞭

毛藻においても同様の溝構造が観察されるが、これらのプランクトンにおいては細胞の頂端部が必ずしも竜骨状にはならず、carinal groove (竜骨溝) という名称は普遍的ではないと考えられるので、本報では apical groove (上錐溝) と呼ぶことにした。今後、この上錐溝の機能および比較分類学的な意義などについて検討する必要があると思われる。

G. breve 類似種の横溝中には縞状構造がある。この構造は STEIDINGER et al. (1978) および STEIDINGER (1979a, 1979b) が thecal ridge (cingular ridge) と呼んでいる構造に相当する。STEIDINGER et al. (1978) は、この thecal ridge はおそらく横鞭毛を横溝中に保持する機能を持っており、また横鞭毛の運動にも関与しているのではないかと推定している。なお、この thecal ridge は *Gymnodinium* sp. ('65年型種) にはない。

観察に供した *G. breve* 類似種の体長と体幅との比がほぼ 1:1 であることを前記したが、体長が体幅よりも大きい細胞も多く観察された (Fig. 1)。STEIDINGER & JOYCE (1973) は、*G. breve* は体長よりも体幅がやや大きいと述べている。しかしながら、DRAGOVICH (1967) は *G. breve* は現場採集した試料においても形態変異が大きいとしており、体幅よりも体長が大きい細胞の図も示している。このように *G. breve* においては、体長よりも体幅が大きいことが種を決定する標徴とはならないようである。DAVIS (1948) は *G. breve* の顕著な特徴の 1 つは上錐体頂端にコブ状の凸出構造物 (overhanging process) を有することであると述べており、STEIDINGER & JOYCE (1973) における apical process や STEIDINGER (1979a, 1979b) における apical carina はいずれも体頂部のこの凸出構造を指している。今回の SEM 観察においてはこの凸出構造はやや不明瞭であったが、光学顕微鏡においてはすでに *G. breve* 類似種にも存在することが認められている (飯塚, 1975)。また、縦溝が左側に傾斜して上錐体に深く侵入している点や、細胞の背面が凸出して腹面が凹入している点も DAVIS (1948) や STEIDINGER & JOYCE (1973) の記述と一致する。さらに、STEIDINGER et al. (1978) および STEIDINGER (1979a, 1979b) が *P. brevis* (= *G. breve*) に存在すると報告している thecal ridge や STEIDINGER (1979b) の carinal groove (= apical groove) に相当する構造も認められ、今回の観察結果は STEIDINGER & COX (1980) の SEM 写真とほぼ一致する。上述のような検討の結果、これまで *G. breve* 類似種と呼んできた本種は形態的には *Gymnodinium breve* DAVIS と同一種であると同定される。しかしながら、米国産の *G. breve* には毒性物質が検出されているにもかかわらず (MARTIN & CHATTAJEE, 1970)、我が国のものには毒性の存在が認められていない (飯塚 1978, 安部・平山 1979)。また、STEIDINGER & COX (1980) は *P. brevis* (= *G. breve*) の色素体は peridinin を含有しないと報告しているので、今後生化学的な観点からも検討を加える必要があると思われる。

ところで、STEIDINGER (1979a) は *Gymnodinium breve* DAVIS を *Ptychodiscus brevis* (DAVIS) STEIDINGER と呼ぶことを提唱している。KOFOID (1907) や BOALCH (1969) は *Ptychodiscus* 属は上下に扁平な円盤様のプランクトンであり、上錐体には特殊な膜状構造 (lamella=keel) があるとしている。STEIDINGER (1979a, 1979b) および STEIDINGER & COX (1980) は apical carina が *Ptychodiscus* 属の lamella (=keel) と相同の構造であるとして、*G. breve* を *Ptychodiscus* 属に移す根拠の 1 つにしているようであるが、BOALCH (1969) が示している図 (Plate I, 7-8) から推定すると本種は *Ptychodiscus* 属とはかなり異なった形態をしており、この属名の変更には強い疑問が持たれる。このことについては今後十分に検討する必要がある。

Gymnodinium sp. ('65年型種) の横溝の起部に小さな切れ込みがあると前記したが (Plate II, 1-3)、これを *G. breve* 類似種のその部位の形態と比較した結果、この切れ込みは上錐体における縦溝の侵入であると認められた (Fig. 4)。安達 (1972) は本種と同一種であると思われる *Gymnodinium* sp. 1 について、縦溝は体上部にも認められまれに体頂に達するものもあると述べているが、これは上錐溝を観察したものである。本種においては縦溝の上錐体への侵入は非常に小さく、体頂にまで達することはない。また、上錐溝は体頂を越えて背側にまで達している。これら上錐体における縦溝や上錐溝の形態は、広島湾産の野生個体および大村湾産の培養個体ともに備えており、本種の重要な標徴である。

TANGEN (1977) は *Gymnodinium* sp. ('65年型種) の横溝両端のズレが大きいので *Gyrodinium* 属に所属させるべきではないかと疑問を投げかけている。*Gymnodinium* 属に所属させるべきか *Gyrodinium* 属に所属

させるべきかは、横溝両端のズレが体長の 1/5 以内か、またはそれを越えるかで決定される。本種の横溝の起部には上錐体に向う切れ込みがあり、横溝の幅が一部広がっているように観察されるが、前記したようにこの切れ込みは上錐体に侵入する縦溝であると認定される。本報では Fig. 4 に示したように、縦溝の左側の上縁と終端部の上縁との差を測定して横溝両端のズレとした。この基準にもとづいて大村湾産株について体長と横溝両端のズレとの関係を測定したところ、ほとんどの細胞において横溝両端のズレは体長の 1/5 以下であった (Fig. 3)。 *Gymnodinium* 属と *Gyrodinium* 属との間に厳密な区別をつけにくいこともあるが、本種はこれまでどうり *Gymnodinium* 属として取り扱った方が妥当のようである。

Gymnodinium sp. ('65 年型種) は未記載のプランクトンではないかと言われ始めて、すでに長期間が経過している。今回、外部形態が明らかになったので、今後内部形態についても観察を行ない、既存種との比較検討を行なっていきたいと考えている。

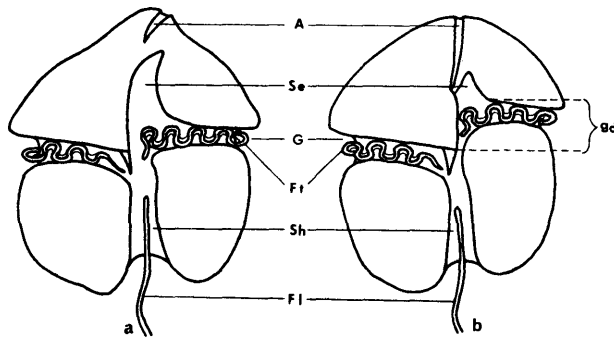


Fig. 4. Schematic representations of the *Gymnodinium breve*-like species (a) and the *Gymnodinium* sp. (type '65) (b).

A: apical groove; G: girdle; Fl: longitudinal flagellum; Ft: transverse flagellum; Se: sulcus on the epicone; Sh: sulcus on the hypocone; gd: girdle displacement measured in this paper.

謝 辞

本稿をとりまとめるに当り種々御指導をいただき草稿を校閲していただいた長崎大学水産学部飯塚昭二教授に厚くお礼申し上げます。また、観察試料を提供していただき有益な助言を賜った同学部平山和次教授に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 安部哲文・平山和次, 1979. *Gymnodinium* sp. のシオミズツボムシ *Brachionus plicatilis* に対する致死作用. 長崎大産研究報告, **46**: 1-6.
- 安達六郎, 1972. 赤潮生物の分類学的研究. 三重大水産紀要, **9**: 9-145.
- BOALCH, G. T., 1969. The dinoflagellate genus *Ptychodiscus* STEIN. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, **49**: 781-784.
- DAVIS, C. C., 1948. *Gymnodinium brevis* sp. nov., a cause of discolored water and animal mortality in the Gulf of Mexico. *Bot. Gaz.*, **109**: 358-360.
- DRAGOVICH, A., 1967. Morphological variations of *Gymnodinium breve* DAVIS. *Q. J. Fl. Acad. Sci.*, **30**: 245-249.
- 飯塚昭二・入江春彦, 1966. 1965年 夏期大村湾赤潮時の海況とその被害 一Ⅱ. 長崎大産研究報告, **21**: 67-101.
- 飯塚昭二・入江春彦, 1969. 赤潮無発生年における赤潮プランクトンの動勢. 長崎大産研究報告, **27**: 19-38.

- 飯塚昭二, 1975. 大村湾における *Gymnodinium breve* DAVIS 類似種の出現について. 日本プランクトン学会報, **21**: 109-112.
- 飯塚昭二, 1978. わが国における *Gymnodinium breve* の出現状況 (アンケートに寄せて). 日本プランクトン学会報, **25**: 85-86.
- KOFOID, C. A., 1907. New species of dinoflagellates. *Bull. Mus. comp. Zool.*, **50**: 163-207.
- MARTIN, D. F. & A. B. CHATTERJEE, 1970. Some chemical and physical properties of two toxins from the red-tide organism, *Gymnodinium breve*. *Fish. Bull., NOAA, USA*, **68**: 433-443.
- STEIDINGER, K. A., 1979a. Collection, enumeration and identification of free-living marine dinoflagellates, pp. 435-442. In *Toxic Dinoflagellate Blooms* (eds TAYLOR, D. L. & H. H. SELIGER). Elsevier/North-Holland, New York.
- STEIDINGER, K. A., 1979b. *Quantitative Ultrastructural Variation between Culture and Field Specimens of the Dinoflagellate*, *Ptychodiscus brevis*. Ph. D. Thesis, Univ. South Fl, Tampa, 70 pp.
- STEIDINGER, K. A. & E. R. COX, 1980. Free-living dinoflagellates, pp. 407-432. In *Phytoflagellates* (ed. COX, E. R.), Elsevier/North-Holland, New York.
- STEIDINGER, K. A. & E. A. JOYCE, JR., 1973. Florida red tides. *Flo. Dep. nat. Resour., Mar. Res. Lab., Educ. Ser.* **17**, 1-26.
- STEIDINGER, K. A., E. W. TRUBY & C. J. DAWES, 1978. Ultrastructure of the red tide dinoflagellate *Gymnodinium breve*. I. General Description. *J. Phycol.*, **14**, 72-79.
- TANGEN, K., 1977. Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in North European waters, accompanied by mortality in marine organisms. *Sarsia*, **63**: 123-133.