

わが国沿岸で採集された無殻渦鞭毛藻 *Gyrodinium aureolum*

HULBURT の分類学的検討¹⁾

高山晴義²⁾・松岡數充³⁾・福代康夫⁴⁾

広島県水産試験場

〒737-12 広島県安芸郡音戸町波多見6-21-1²⁾

長崎大学水産学部

〒852 長崎市文教町1-14³⁾

東京大学アジア生物資源環境研究センター

〒113 東京都文京区弥生1-1-1⁴⁾

A taxonomic study on *Gyrodinium aureolum* HULBURT (Dinophyceae) from the morphological viewpoint based on materials collected in Japanese coastal waters

HARUYOSHI TAKAYAMA²⁾, KAZUMI MATSUOKA³⁾ AND YASUWO FUKUYO⁴⁾

Hiroshima Fisheries Experimental Station

Ondo-cho, Hiroshima 737-12²⁾

Faculty of Fisheries, Nagasaki University

1-14, Bunkyo-machi, Nagasaki 852³⁾

Asian Natural Environmental Science Center, The University of Tokyo

1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113⁴⁾

Abstract: For unarmored dinoflagellates which includes harmful species, observation of fragile morphology is indispensable in arriving at correct biological names. However, the difficulties in fixation and preservation of detailed characteristics brings about confusion due to unstable taxonomic decision. This leads to the creation of new synonymous species name or innocent misuse of known species name. Repetition of this practice increases difficulty in species identification.

Gymnodinium mikimotoi Miyake et Kominami ex Oda (abbreviated as *Gym. mikimotoi*) and *Gyrodinium aureolum* Hulburt (*Gyr. aureolum*) are two major harmful unarmored species reported in several countries and these species are in state of taxonomic confusion. In Japan, *Gym. mikimotoi* is considered most noxious and had devastated the fishing and aquaculture industries since 1960's. In northern Europe, another unarmored species called either *Gyr. aureolum* or *Gymnodinium* sp. cf. *mikimotoi* is known to cause serious damages in coastal waters. Morphological similarities between these species have cause taxonomic confusion for the last two decades. This study was conducted to clarify the taxonomic problems by observation of materials collected from Japanese waters and re-interpretation of original and succeeding morphological descriptions.

After careful LM and SEM observation of the two species which occurred simultaneously in the coastal waters of Tanabe Bay, central Japan, and literature survey of these species, we concluded the separation of the two species should be based on the the following morphological characteristics and behavior.

¹⁾ 1997年7月10日受付、1997年12月22日受理

- 1) Thickness of vegetative cell: *Gyr. aureolum* is always thicker than *Gym. mikimotoi*.
- 2) Swimming manner: Cell thickness strongly affects the swimming manner of these two species. *Gyr. aureolum* invariably rotates forward and *Gym. mikimotoi* swims in butterfly motion.
- 3) Shape and position of nucleus: The nucleus of *Gyr. aureolum* is spherical to slightly elongate laterally and centrally located. However, *Gym. mikimotoi* has longitudinally ellipsoidal nucleus and found in the left lobe.

Morphological characteristics of *Gyr. aureolum* were carefully examined using publications reported from North Atlantic Ocean plankton samples. Taking the morphological variabilities of the two unarmored species shown in this report into consideration, they are subdivided into four morphotypes, although they are described under the same species name. Two of them are identical to the original description of *Gym. mikimotoi* and *Gyr. aureolum*. But the other two have different characters from the above two species.

Key words: *Gymnodinium mikimotoi*, *Gyrodinium aureolum*, morphology, taxonomy, unarmored dinoflagellate

無殻渦鞭毛藻は固定して観察することが困難であることから、その形態を的確に把握することができず、これまで多くの分類学的混乱を招いてきた。日本で甚大な漁業被害を引き起こしている *Gymnodinium mikimotoi* Miyake et Kominami ex Oda もその一つで、種々の議論が行われた末、高山・松岡 (1990) は *Gymnodinium nagasakiense* Takayama et Adachi を *G. mikimotoi* の同物異名であると報告した。ヨーロッパでは、北海を中心に *Gyrodinium aureolum* Hulburt による赤潮が発生して、水産生物に多大な被害を与えているとする報告がある (Braarad & Heimdal 1970, Ballantine & Smith 1973, Boalch 1979, Ottway et al. 1979, Pybus 1980, Potts & Edwards 1987)。Tangen (1977) はこの *Gyr. aureolum* が *Gym. mikimotoi* (論文中では *Gymnodinium* type '65 と表記) に類似するとし、Taylor (1985) も両種の横溝両端の段差の大きさが一致することなどを根拠に、両種が同一種である可能性を指摘した。その後、形態および生化学的な視点からヨーロッパ産 *Gyr. aureolum* と日本産 *Gym. mikimotoi* の比較が行われてきたが (Tangen 1977, Takayama & Adachi 1984, Partensky et al. 1989, Partensky & Vaulot 1990)、未だ明確な結論を得るまでには至っていない。

1987年7月に和歌山県田辺湾で発生した *Gym. mikimotoi* 赤潮中に、これと類似するが、細胞の厚みおよび核の形状や位置が異なることから別種とみられる無殻渦鞭毛藻が混在していたので、光学顕微鏡 (LM) および走査電子顕微鏡 (SEM) を使用してその形態を精査した。その結果、その生物の形態が北米大西洋岸 Woods Hole で採集され、Hulburt (1957) により報告された *Gyr. aureolum* の原記載にほぼ一致することが明らかになった。本論文は、その観察結果を報告するとともに、*Gyr. aureolum* と *Gym. mikimotoi* (本論文では、*Gymnodinium* と *Gyrodinium* をともに“G.”と略記すると区別ができないため、それぞれ“Gym.”および“Gyr.”と記す) について世界各地で報告されている従来の見解を整理し、両種の形態的異同を明確にすることを目的とした。

材料および方法

観察に供した試料は、1987年7月に和歌山県田辺湾 (北緯 33°42', 東経 135°23') で採集した天然細胞と、それから単一種分離した培養細胞である。

LM 観察は未固定のまま、微分干渉装置を装着した Nikon BS 型顕微鏡で行った。SEM 観察試料は Takayama (1985) および Takayama & Adachi (1984) の方法によって作成し、観察には Hitachi S-430 型

走査電子顕微鏡を用いた。

結果および考察

1) 田辺湾で採集された無殻渦鞭毛藻の形態と種の査定

この生物のLM写真とSEM写真をPlate Iに示す。

細胞長30.4–38.4 μm 、幅22.0–28.8 μm 、平均では細胞長33.3 μm 、幅26.0 μm である。細胞幅は細胞長の0.7–0.9で、常に細胞幅より細胞長が大きく、腹面観はほぼ卵形である。側面から観察すると背側がより突出する (Plate I 6)。背腹に僅かに扁平で、厚みは幅の0.7–0.9である。上錐は半球形または幅が広い円錐状をしており、頂端は尖らない。下錐の底端は平坦か、わずかに凹入する。また、下錐両側の光学断面が直線的な細胞が多く、そのような細胞では下錐が逆台形を示す (Plate I 4)。

縦溝は上錐にほとんど侵入せず、横溝の始端部から生じ、細胞底端まで伸びるが、横溝との下部交点のやや下方で、右に湾曲する (Plate I 1, 4)。縦溝は始端部では細いが、終端に近づくにつれて広がる。横溝は細胞のほぼ中央を一周し、両端の段差は横溝の幅の2倍程度で、細胞長の1/7–1/5である。SEM観察下では横溝の始端部に小突起があり (Plate I 4, 7, 9; p)、これから縦溝を後方に向かって隔壁状の構造が伸びている (Plate I 7, 9; s)。この構造は微細であるためSEMでのみ観察され、LMでは識別できない。*Lepidodinium viride* Watanabe et al.などでは、縦溝と横溝の交点の位置に棍棒状のペダングルまたは原形質突起 (cytoplasmic projection) が観察されている (Watanabe et al. 1987, 1990)。本種に見られる小突起の存在場所は*L. viride*のそれと一致するが、現段階では微細構造が明かでないので、ペダングルとの相同性は不明である。

上錐溝は直進型で、横溝始端部の右側から生じ、真っ直ぐ上方に伸びて細胞の頂端を通り、上錐背側の中央部より下方まで到達する。核はほぼ球形で、細胞の中央に位置する (Plate I 2; n)。黄褐色の色素体が20個前後有り、各色素体にはピレノイドが認められる (Plate I 1–3)。

Hulburt (1957) による *Gyr. aureolum* の原記載の要旨は次の通りである (Table 1 参照)。

『細胞は長さ27–34 μm 、幅17–32 μm である。細胞は球形で、腹面観は楕円形または紡錘形を呈し、やや背腹に扁平 (slightly dorsio-ventrally flattened) である。上錐と下錐はほぼ同じ大きさであること、上錐は半球形または幅の広い円錐型で、頂端が平坦であること、下錐は上錐とほぼ同型であるが、底端がより平坦で、時に凹入することがある。横溝は広く、両端の段差は細胞長の1/5である。縦溝は細胞頂端のすぐ後ろから細胞底端まで伸びる。上錐における縦溝は細く、下錐では広い。黄褐色をした楕円形の色素体があり、通常やや放射状に並んでいる。核は球形か、横長の楕円形である。』なお、原記載には核の位置に関する記述はないが、中央よりやや上方に描かれた図が掲載されている (Hulburt 1957, Plate 2, Fig. 8, 9)。

Hulburt (1957) の記述のうち、細い縦溝が上錐に存在し、しかも頂端の後側にも到達するとしている点は、上錐溝を誤認したものと推察される。上錐溝は縦溝より細く、これまで光学顕微鏡観察ではしばしば見落とされており、観察されたとしても縦溝として記載されることが多かった。事実 *Gym. mikimotoi* でも細い縦溝が上錐に侵入するとされてきたが (尾田 1935)、その後これは上錐溝を誤認したものであることが明らかになった (高山 1981, Takayama & Adachi 1984)。とくに *Gyr. aureolum* の原記載で縦溝が頂端の後部まで到達するとしている点は、直進型の上錐溝の存在を強く示唆するものであり、今回の観察はこれを確認したことになる。*Gymnodinium* や *Gyrodinium* においては、縦溝が背側まで達することはなく、高山 (1981) や Takayama (1985) が報告したように、

種によっては直進型の上錐溝が腹側から背側まで到達する。*Gyr. aureolum*の上錐溝は、実際には背側にもう少し長く伸びており、原記載の当時、光学顕微鏡でこの点を明らかにするのは困難であったと推察される。

これらの解釈をもとに、1987年7月に田辺湾で採集された無殻渦鞭毛藻との形態を比較した。細胞の厚みは細胞幅の0.7–0.9であり、やや扁平としたHulburt (1957) の記述に一致する。核はやや縦長のこともあったが、ほとんどは球形で、中央部に位置していた。細胞の大きさや形状、色素体の分布、直進型の上錐溝を有する点でも原記載と一致している。これらの形態的特徴に基づき、この種を*Gyrodinium aureolum* Hulburtと同定した。

なお、本種はその後の調査で広島湾を始め瀬戸内海沿岸でも採集されており、日本沿岸にも広く分布しているものと推定される。

2) *Gyrodinium aureolum* と *Gymnodinium mikimotoi* の形態比較

Gym. mikimotoi の形態学的特徴については高山・松岡 (1990) が詳述したが、*Gyr. aureolum* の原記載と比較すると、細胞の大きさや横溝段差の大きさが類似し、また直進型の上錐溝を有している (Fig. 1) などの形質が共通している。ただ、次の2点で両種は明確に区別できる。

その第1は細胞の厚みの違いである。*Gym. mikimotoi* の厚みは細胞によって差があるが、通常は細胞幅の1/2程度しかなく (高山1981, Takayama & Adachi 1984)、無殻渦鞭毛藻の中でもかなり扁平な部類に入る。一方、Hulburt (1957) は、*Gyr. aureolum* の厚みについては明記していないが、やや扁平 (slightly dorsi-ventrally flattend) と述べており、本種は *Gym. mikimotoi* よりも細胞が厚いと想像される。この相違は、両種の遊泳状態の差となってあらわれる。すなわち、両種とも時計方向に回転しながら遊泳するが、細胞厚が薄い *Gym. mikimotoi* では蝶がヒラヒラ飛ぶはばたきに似た運動をし、細胞に厚みがある *Gyr. aureolum* ではそのような運動がない。

相違点の第2は、核の形状と位置である。一般に渦鞭毛藻の核は、他の真核生物とは異なり、クロマチン粒が常に明瞭に存在するため、染色などの処理を加えなくてもLMで比較的容易に識別される。*Gym. mikimotoi* では、分裂期に核の形状と位置が通常の細胞のそれと異なるものもあるが、間期の栄養細胞の核は縦長で、常に細胞の左側に存在する (Fig. 1 C)。一方、*Gyr. aureolum* の核は

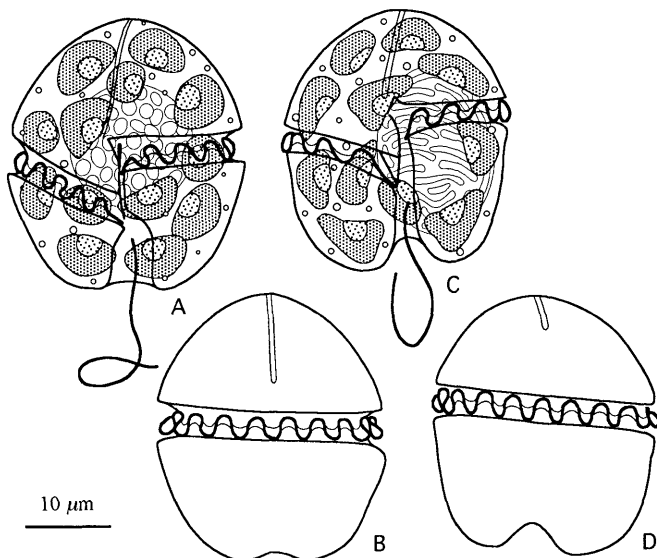


Fig. 1. Schematic representations of *Gyrodinium aureolum* and *Gymnodinium mikimotoi*. A: Ventral view of *Gyrodinium aureolum* B: Dorsal view of *Gyrodinium aureolum* C: Ventral view of *Gymnodinium mikimotoi* D: Dorsal view of *Gymnodinium mikimotoi*

球形または横長であり、細胞中央に存在する (Fig. 1 A).

また、既述のように *Gym. mikimotoi* と *Gyr. aureolum* はともに直進型の上錐溝を有するが、その長さには互いに違いがある。すなわち、*Gym. mikimotoi* の上錐溝は背側には上錐の頂端から上錐長の1/3程度までしか達しないが、*Gyr. aureolum* の上錐溝は上錐背側の中央かそれより下方まで長く伸びる (Fig. 1 B, D).

Steidinger & Tangen (1996) は *Gyr. aureolum* が *Gym. mikimotoi* の同物異名である可能性を指摘している。しかし、Woods Hole沿岸で記載された *Gyr. aureolum* と *Gym. mikimotoi* とは上述したような違いが明確であり、それぞれ別種であると考え、従って、Steidinger & Tangen (1996) の見解は支持できない。

3) 大西洋およびその周辺海域に出現する *Gyr. aureolum* に関する考察

Gyr. aureolum の形態については Hulburt (1957) の他に、Campbell (1973) が米国 North Carolina 州にある Gales Creek で採集した標本の記載があり、その記載の概要は次の通りである (Table 1 参照)。

『細胞長27–30 μm 、幅25–28 μm で、厚みは22 μm 、細胞は垂五角形を呈するものから幅の広い楕円形のものまであり、背腹に扁平でその横断面は楕円形である。横溝の段差は横溝幅の2倍程度で、細胞長の1/7ほどである。縦溝は上錐において細く、間横溝部でやや屈曲し、下錐では広がっている。黄褐色をした楕円形の色素体が多数存在し、核は球形で細胞中央のやや後方に位置する。』

以上の Campbell (1973) の記述では、細胞が背腹に扁平で横断面が楕円形である点が、Hulburt (1957) の記述と異なり、これについてはかなり厚みの少ない細胞の横断面図 (Campbell 1973, Plate 8, Plate I 51b) が示されている。しかし、細胞の測定結果を計算すると、細胞の厚みは細胞幅の0.8–0.9の範囲にあり、平均的な細胞は図示されたものよりは厚みがあると判断される。また、横溝段差の大きさが細胞長の1/7であるとしながら、*Gyrodinium* 属と同定している点に疑問が残るが、細胞の形状、核の形状や位置、縦溝に関する記述が原記載 (Hulburt 1957) と一致していることから、Campbell (1973) が観察した種は *Gyr. aureolum* であると判断される。

また、Chang & Carpenter (1985) は、Long Island に出現した赤潮生物を Hulburt が直接観察し、*Gyr. aureolum* であると同定したと記述しており、米国東海岸には *Gyr. aureolum* が広く分布していると見てよい。

ヨーロッパ産の *Gyr. aureolum* の形態については、Braarud & Heimdal (1970), Ballantine & Smith (1973), Drebes (1974), Ottway et al. (1979), Tangen (1979), Tangen & Björnland (1981), Dodge (1982), Partensky et al. (1988), Partensky & Vaulot (1989) が報告している。その要約を Table 2 に示すが、これらの間には、著者によって相違がある。

ヨーロッパ沿岸域の *Gyr. aureolum* の形態は、1966年にノルウェー沿岸で赤潮を形成した標本に基づき Braarud & Heimdal (1970) によって最初に記載された。それには細胞長は26–40 μm 、細胞幅は25–32 μm とあるだけで、細胞の厚みや核の位置については記載されていない。さらに、細胞は容易に変形するが、正常な細胞の外形は Hulburt (1957) の原図とは異なっており、むしろ Silva (1959) がポルトガルの Obidos lagoon から報告した *Gyrodinium* sp. によく似ているとしている (Braarud & Heimdal 1970)。この *Gyrodinium* sp. は、培養中に小型 (細胞長34 μm) になることもあるが通常は細胞長44–50 μm 、細胞幅32–36 μm であり、かなり大型の生物であることを示唆している。また、楕円形の核が上錐の中央部に位置するとされ、掲載された写真 (Silva 1959, Plate II–IV) から判断するとむしろ *Gyrodinium instriatum* Freudenthal et Lee に近いものである。したがって、Braarud & Heimdal (1970) が *Gyr. aureolum* としたノルウェー沿岸産の渦鞭毛藻は *Gyr. instriatum* か、もしくはそ

Table 1. Morphological description on *Gyrodinium aureolum* and *Gymnodinium mikimotoi* reported from North America and Australia.

Author	Hulburt (1957)	Campbell (1973)	Hallegraeff (1991)
Species name	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gymnodinium mikimotoi</i>
Length	27–34 μm	27–30 μm	18–37 μm
Width	17–32 μm	25–28 μm	14–35 μm
Thickness	slightly flattened	22 μm	flattened
Cingulum	displaced 0.2 of cell length	displaced about 1/7 of cell length	displaced 2 times the girdle width
Sulcus	reaching to just behind apex		
Nucleus	spherical or ellipsoidal	spherical, slightly anterior of center	often located in the left bottom lobe of the cell
Chloroplasts	numerous, yellow brown	numerous, yellow brown	numerous, rod-shaped or round
Location	Woods Hole (U.S.A.)	Gales Creek (U.S.A.)	Tasmania (Australia)
Type	A	A	A

の近似種である可能性が強い。

Ballantine & Smith (1973) は、イギリス North Wales 沿岸の River Conway で赤潮を形成した無殻渦鞭毛藻を *Gyr. aureolum* と同定した。River Conway 標本は細胞長 20–30 μm 、細胞幅 16–30 μm 、厚み 11.5–20 μm で、核はほとんど上錐に位置するが、掲載された図 (Ballantine & Smith 1973, Plate I 1 and 4) から判断すると、細胞中央かそれよりやや上方に存在する。River Conway 標本は、上錐右側と下錐左側が突出している点に特徴があり、これは Hulburt (1957) の原記載にはない形態の特徴で、外形はむしろ Braarud & Heimdal (1970) が示した図 (Fig. 2) に似る (Ballantine & Smith, 1973)。ただし、原記載と 2, 3 の相違点はあるものの、彼らは基本的な形態は *Gyr. aureolum* と一致すると報告している。

Drebes (1974) は、ドイツ Helgoland 沿岸に出現した *Gyr. aureolum* を、細胞長 24–40 μm で、背腹に扁平であると報告している。Helgoland 沿岸標本については核の記載がないが、掲載された写真 (Drebes 1974, Fig. 100) では、細胞中央に色素体を欠いてやや透明になっている部分があり、この位置に核が存在すると推測される。

1976年11月にノルウェー Stavanger で赤潮を形成した *Gyr. aureolum* は、細胞長 19–37 μm 、細胞幅 19–35 μm で、細胞の厚みは細胞幅の 1/2 しかないと報告されている (Tangen, 1977)。Stavanger 標本の核は、分裂期前期には下錐左側に存在するが間期細胞では中央に位置すると記述されている。掲載された写真 (Tangen 1977, Fig. 1) にも、細胞のほぼ中央部に色素体を欠いて透明となっている空間があり、この位置に核が存在すると思われる。

Ottway et al. (1979) がアイルランド南海岸から記載した *Gyr. aureolum* は、平均で長さ 21.5 μm 、幅 18 μm で、Hulburt (1957) の記載より小さい。アイルランド標本は背腹にやや扁平で、大きな核が細胞中央に存在し、また、上錐右側と下錐左側が突出とする。このような形態は Ballantine & Smith (1973) の記述と一致する。

Tangen & Björnland (1981) は、1977年10月にノルウェー Steilene で採集した *Gyr. aureolum* は核が縦長で細胞の左に存在すると述べている。この点は、原記載とも、Tangen (1977) の記述とも相違している。

Dodge (1982) が英国沿岸から採集した標本に基づいて記載した *Gyr. aureolum* の細胞長は 24–40 μm 、細胞幅 17–32 μm で、細胞は背腹の方向にやや扁平である。

Partensky & Sournia (1986) は、大西洋をはさんでヨーロッパ側とアメリカ側に出現する *Gyr. aure-*

Table 2. Morphological description on *Gyrodinium aureolum* and its related species reported from Europe.

Authors	Braarud & Heimda (1970)	Ballantine & Smith (1973)	Dreves (1974)	Tangen (1977)	Ottway et al. (1979)	Tangen & Björnland (1981)	Dodge (1982)	Partensky et al. (1988)
Species name	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium aureolum</i>	<i>Gyrodinium cf. aureolum</i>
Length	26–40 μm	20–30 μm	24–40 μm	19–37 μm	21.5 μm (mean)		24–40 μm	16–37 μm*
Width	25–32 μm	16–30 μm		19–35 μm	18 μm (mean)		17–32 μm	13–36 μm*
Thickness		11.5–20 μm	flattened	flattened 1/2 of the width	slightly flattened	broad and flattened	somewhat flattened	flattened
Cingulum				displaced 1/4–1/7 of cell length	displaced about 0.2 of cell length		displaced 0.2 of cell length	displaced 0.17–0.27 of cell length
Sulcus		extend to halfway of the epicone		extend to halfway of the epicone	extend over the antapex		extend to 1/2–3/4 of the epicone	
Nucleus		spherical, situated in the epicone		spherical, situated subcentrally	large, situated centrally	elongate, situated in the left side	situated in the girdle region	elongate, in the left lobe of the cell
Chloroplasts		very numerous, elliptical or irregular	numerous, yellow brown	elliptical to globular or irregular	numerous, small	numerous	numerous, yellowish-brown	1–40 in number
Location	south Norway	River Conway (U. K.)	Helgoland (Germany)	Stavanger (south west Norway)	south coast of Ireland	Steilene (Norway)	west and south of U.K., west of Ireland	Plymouth (U.K.), Brittany (France)
Type	D	B	B	B	A or B	C	A or B	C

* cited from Partensky and Voulot (1989)

*olum*の生態が異なっている可能性があることを示唆し、ヨーロッパ沿岸に出現するものを *Gyrodinium cf. aureolum* と呼称することを提唱した。Partensky et al. (1988) はこの点を明らかにするため、ヨーロッパ沿岸で採集された *Gyrodinium cf. aureolum* 4株と、日本沿岸で採集された *Gym. nagasakiense* (= *Gym. mikimotoi*) 3株とを、形態学および核の特性から比較検討した。その結果、日本産株とヨーロッパ産株はDNA含有量が異なっていることから別種である可能性があることを示唆したうえで、ヨーロッパ産の *Gyrodinium cf. aureolum* は細胞が背腹に扁平であること、楕円形の核が細胞左に存在することなどから、形態学的には *Gyr. aureolum* よりはむしろ日本産の *Gym. nagasakiense* に類似していると述べ、これを *Gymnodinium cf. nagasakiense* (現在の表記に従えば *Gymnodinium cf. mikimotoi*) と改称することを再提案した。

上記の通り、欧米の研究者によって記載された北大西洋およびその周辺海域に分布する *Gyr. aureolum* の形態はそれぞれ違いがある。それらは細胞の厚みと、核の形および位置の違いに基づき、下記の4つのタイプに分類できる (Table 1, 2 参照)。

タイプA: Hurburt (1957) の原記載に一致する標本。細胞がわずかに扁平で、核が細胞のほぼ中央に位置する点に特徴がある。Campbell (1973) の Gale Wales 標本がこれに相当する。

タイプB: 核の形状と位置は一致するものの、細胞が原記載より扁平な標本。Tangen (1977) がノルウェー Stavanger 標本で記述したように、厚みが幅の1/2しかないとすれば、原記載との違いは無視できない。Tangen (1977) 以外では、River Conway 標本 (Ballantine & Smith, 1973)、Helgoland 標本 (Drebes, 1974) にも模式標本とは異なった点があり、タイプBに区分できる。

タイプC: 縦長の核が細胞左に位置する。細胞もかなり扁平で、Partensky et al. (1988) が述べているように、形態学的には *Gyr. aureolum* よりはむしろ *Gym. mikimotoi* (= *Gym. nagasakiense*) に一致する。Partensky et al. (1988) 以外に、ノルウェー Steilene 標本 (Tangen & Bjørnland, 1981) がほぼ同様の形態を備えている。

タイプD: Braarud & Heimdal (1970) によって記載されたノルウェー標本は、細胞の厚みや核に関する記述が欠如しており不明な点が多い。しかし、Silva (1959) が記載した *Gyrodinium* sp. に類似しているとするこの記述を尊重すると、*Gyr. instriatum* またはその近似種である可能性が強く、上述の3タイプとは別種であるとみられる。

そのほか、アイルランド南岸標本の細胞はやや扁平であり (Ottway et al., 1979)、その点ではタイプAに所属させるべきものと思われる。しかし、この標本は上錐右翼と下錐左翼が突出するなど、タイプBに区分したRiver Conway沿岸標本 (Ballantine & Smith, 1973) と共通した特徴も認められる。イギリス沿岸の標本も、細胞が背腹にやや扁平であり (Dodge, 1982)、原記載と共通する特徴を示す一方で、タイプBに相当するRiver Conway標本 (Ballantine & Smith, 1973) と Helgoland 標本 (Drebes, 1974) の図が引用掲載されている。したがってアイルランド南部標本とイギリス標本は、AかBかどちらに区分すべきか判断できない。

Hallegraeff (1991) はオーストラリア沿岸で採集した *Gymnodinium mikimotoi* の形態について、細胞長18-37 μm 、細胞幅14-35 μm で、背腹に扁平であり、核がしばしば細胞左の底端に位置すると述べている。しかし、掲載されている写真にはTakayama & Adachi (1991) が分類形質として用いた横溝始端部の山形の切れ込みが認められない代わりに、*Gyr. aureolum* のSEM観察で認められた小突起の存在が示唆されている。さらに同じ論文に添えられた写真 (Hallegraeff 1991, Fig. 8 C-D) を見る限り、上錐溝は上錐背側の中央より下方まで達していること、また、*Gym. mikimotoi* と判断できるほど細胞が扁平であるとは認められないことから、Hallegraeff (1991) が記載した *Gym. mikimotoi* は *Gyr. aureolum* に極めて近似しており、*Gyr. aureolum* のタイプAとしたほうが妥当である。

上述したように、これまで *Gyr. aureolum* として記載された種は、その形態的特徴に基づく限り4タイプに区分される。特に *Gym. mikimotoi* とは、両種が互いに誤って同定された例もみられるなど混迷が著しい。このまま放置すればますます混乱を増幅させることになり、現地で標本を観察比較などして、早急に整理する必要がある。

謝 辞

本研究で観察に供した *Gymnodinium aureolum* の天然細胞は、和歌山県水産試験場竹内照文博士から、また培養細胞は東京水産大学石丸隆教授からそれぞれ供与された。快く材料を提供下さった両氏に対し、衷心よりお礼申し上げる。

英文abstractの校閲を賜ったフィリピン大学水産学部の Arnulfo Marasigan 博士と長崎大学水産学部の W. G. Gallardo 氏にお礼申し上げる。

文 献

- Ballantine, D. & F. M. Smith 1973. Observation on blooms of the dinoflagellate *Gyrodinium aureolum* HULBURT in the River Conway and its occurrence along the North Wales Coast. *Br. phycol. J.* **8**: 233–238.
- Boalch, G. T. 1979. The dinoflagellate bloom on the coast of south west England, August–September 1978. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **59**: 515–517.
- Braarud, T. & B. R. Heimdal 1970. Brown water on the Norwegian coast in Autumn 1966. *Nytt Mag. F. Bot.* **17**: 91–97.
- Campbell, P. H. 1973. The phytoplankton of Gales Greek with emphasis on the taxonomy and ecology of estuarine phytoflagellates. Ph. D. thesis, Univ. North Carolina, Chapel Hill, 359 pp.
- Chang, J. & E. J. Carpenter 1985. Blooms of the dinoflagellate *Gyrodinium aureolum* in a Long Island estuary: Box model analysis of bloom maintenance. *Mar. Biol.* **89**: 83–93.
- Dodge, J. D. 1982. Marine dinoflagellates of the British Isles. Her Majesty's Stationery Office, London, 303 pp.
- Drebes, G. 1974. Marine Phytoplankton. Eine Auswahl der Helgoländer Planktonalgen (Diatomeen, Peridineen), Georg Thieme Verlag, Stuttgart. 186 pp.
- Hallegraeff, G. M. 1991. Aquaculturists' Guide to Harmful Australian Microalgae. Fishing Industry Training Board of Tasmania, Hobart, 111 pp.
- Hulburt, E. M. 1957. The taxonomy of unarmored Dinophyceae of shallow embayments on Cape Cod, Massachusetts. *Biol. Bull. mar. biol. Lab. Woods Hole* **112**: 196–219.
- 尾田方七 1935. *Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI n. sp. (MS.) の赤潮と硫酸銅の効果. *動物学雑誌* **47**: 35–48.
- Ottway, B., M. Parker, D. McGrath & M. Crowley 1979. Observations on a bloom of *Gyrodinium aureolum* HULBURT on the south coast of Ireland, summer 1976, associated with mortalities of littoral and sub-littoral organisms. *Ir. Fish. Invest. Ser. B.*, No. 18, 3–9.
- Partensky, F. & A. Sournia 1986. Le dinoflagellé *Gyrodinium* cf. *aureolum* dans le plancton de l'Atlantique nord: identification, écologie, toxicité. *Cryptogam. Algol.* **7**: 251–275.
- Partensky, F., D. Baulot, A. Coute & A. Sournia 1988. Morphological and nuclear analysis of the bloom-forming dinoflagellates *Gyrodinium* cf. *aureolum* and *Gymnodinium nagasakiense*. *J. Phycol.* **24**: 403–415.
- Partensky, F. & D. Vaulot 1989. Cell size differentiation in the bloom forming dinoflagellate *Gymnodinium* cf. *nagasakiense*. *J. Phycol.* **25**: 741–750.
- Potts, G. W. & J. M. Edwards 1987. The impact of a *Gyrodinium aureolum* bloom on inshore young fish populations. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **67**: 293–297.
- Pybus, C. 1980. Observation on a *Gyrodinium aureolum* (Dinophyta) bloom of the south coast of

- Ireland. *J. mar. biol. Ass. U.K.* **60**: 661–674.
- Silva, E. S. 1959. Some observations on marine dinoflagellate cultures. I. *Prorocentrum micans* Ehr. and *Gyrodinium* sp. *Notas Estudos Inst. Biol. Marit.*, No. 21, 1–15.
- Steidinger, K. A. & K. Tangen 1996. Dinoflagellates. pp. 387–584, In *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates* (ed. Tomas, R.). Academic Press, San Diego.
- 高山晴義 1981. 走査電子顕微鏡による *Gymnodinium* 属2種の観察. *日本プランクトン学会報* **28**: 121–129.
- Takayama, H. 1985. Apical grooves of unarmored dinoflagellates. *Bull. Plankton Soc. Japan* **32**: 129–140.
- Takayama, H. & R. Adachi 1984. *Gymnodinium nagasekiense* sp. nov., a red-tide forming dinophyte in the adjacent waters of Japan. *Bull. Plankton Soc. Japan* **31**: 7–14.
- 高山晴義・松岡数充 1991. *Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA と *Gymnodinium nagasakiense* TAKAYAMA et ADACHI の種形質の再評価. *日本プランクトン学会報* **38**: 53–70.
- Tangen, K., 1977. Blooms of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in North European waters, accompanied by mortality in marine organisms. *Sarsia* **63**: 124–133.
- Tangen, K., & T. Björnland 1981. Observations on pigments and morphology of *Gyrodinium aureolum* Hulburt, a marine dinoflagellate containing 19'-hexanoxyloxy-fucoxanthin as the marine carotenoid. *J. Plankton Res.* **3**: 389–401.
- Taylor, F. J. R. 1985. The taxonomy and relationships of red tide flagellates. pp. 11–26, In *Toxic Dinoflagellates* (eds. Anderson D. M., A. W. White & D G. Baden), Elsevier, New York.
- Watanabe, M. M., Y. Takeda, T. Sasa, I. Inouye & M. Chihara 1987. A green dinoflagellate with chlorophylls A and B: Morphology, fine structure of the chloroplast and chlorophyll composition. *J. Phycol.* **23**: 382–389.
- Watanabe, M. M., S. Suda, I. Inouye, T. Sawaguchi & M. Chihara 1990. *Lepidodinium viride* gen. et. sp. nov. (Gymnodiniales, Dinophyta), a green dinoflagellate with a chlorophyll A- and B-containing endosymbiont. *J. Phycol.* **26**: 741–751.

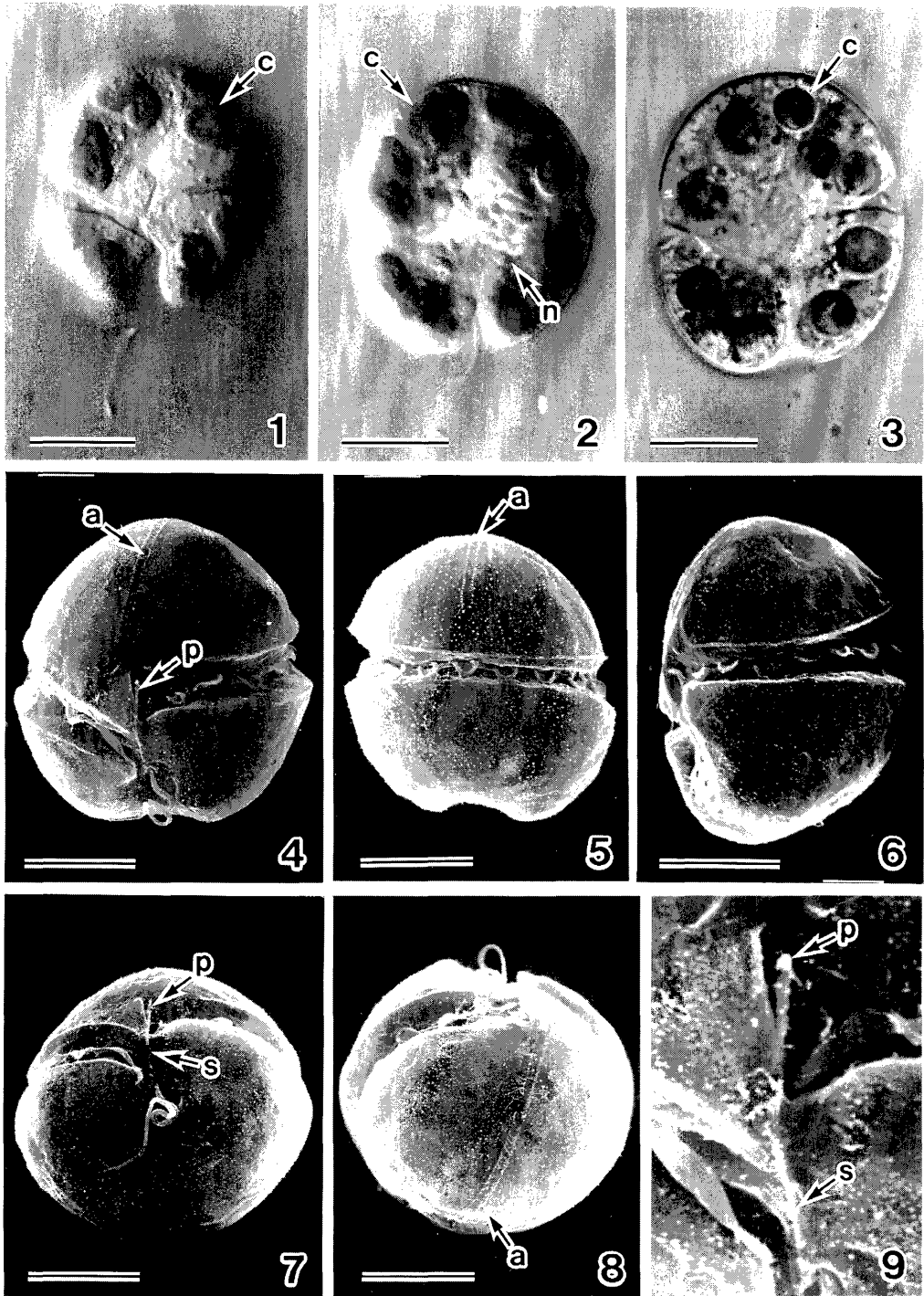


Plate I. Light micrographs and scanning electron micrographs of *Gyrodinium aureolum*.
 1-3: Ventral view (LM). 4: Ventral view (SEM). 5: Dorsal view (SEM). 6: Right side view (SEM). 7: Antapical view (SEM). 8: Apical view (SEM). 9: Close up of sulcal part (SEM).
 (a: apical groove, c: chloroplast p: small projection in sulcus s: septum in sulcus)