Gymnodinium mikimotoi MIYAKE et KOMINAMI ex ODA と *Gymnodinium nagasakiense* TAKAYAMA et ADACHI の種形質の再評価[1)]

高山 晴義[2)]・松岡 數充[3)]
広島県水産試験場淡水魚支場[2)]・長崎大学教養部[3)]

A Reassessment of the Specific Characters of *Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA and *Gymnodinium nagasakiense* TAKAYAMA et ADACHI

HARUYOSHI TAKAYAMA[2)] AND KAZUMI MATSUOKA[3)]

Fresh-water Fish Branch, Hiroshima Fisheries Experimental Station, Kawate-cho, Shobara-shi, Hiroshima 727, Japan[2)] and Department of Geology, Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University, Bunkyo-cho, Nagasaki 852, Japan[3)]

Abstract

Gymnodinium nagasakiense TAKAYAMA et ADACHI was collected from seven embayments along the west Japan as well as Gokasho Bay. The latter is the type locality of *Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA. The morphological and physiological features of the two species are herein reassessed on the basis of light and scanning electron microscope observations along with a detailed literature survey. Both species are characterized by the following features. (1) Each species is approximately the same size in cell length, width and thickness. (2) Their cells are both flattened dorso-ventrally. (3) Their nuclei are ellipsoidal and located in the left lobe of the cell. (4) The epicone of each species has a linear apical groove, which was previously misunderstood to be an extension of the sulcus into the epicone. (5) Their cingular displacements are relatively large, approximately one fifth of the cell length. (6) Numerous chloroplasts are randomly distributed in the cell. (7) Both species make red tides not only in the spring-summer but also in the winter. As a result, we conclude that *G. mikimotoi* is conspecific with *G. nagasakiense* and that the former is a senior synonym for the latter.

The cingular displacement of this species varies from one ninth to one quarter of the cell length. However, most cells observed in this study and in former records have the displacement in less than one fifth of the cell length. This feature suggests that it should belong to *Gymnodinium* rather than *Gyrodinium* on the basis of the criterion for both genera.

As a result of re-evaluation of description of this species in red tide records, the geographical distribution of *G. mikimotoi* is wider than in the previous reports.

Gymnodinium nagasakiense TAKAYAMA et ADACHI, 1984 は，1965年8月に長崎県大村湾で赤

1) 1991年6月27日受理

潮の形成が記録されて以来（飯塚・入江 1966, 1969），西日本各地および韓国南岸に出現し，(TAKAYAMA & ADACHI 1984, LEE & KWAK 1986, 本城 1987, MATSUOKA et al. 1989)， しばしば異常増殖して漁業に甚大な影響を与えてきた．本種は当初，未記載の生物と考えられ，T AKAYAMA & ADACHI (1984)が新種として記載するまで *Gymnodinium* '65年型種（飯塚・入江 1969, 飯塚 1972）や *Gymnodinium* sp. 1 （安達 1972)， *Gymnodinium nagasaki* （飯塚・中島 1975)， *Gymnodinium nagasakii* (水産庁漁場保全課 1979) などと仮称されてきた．一方，尾田 (1935) は，1934年1月－2月に三重県五ヶ所湾で *Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA, 1935が大規模な赤潮を形成したことを述べ，漁業被害の状況や原因生物の形態についても詳しく報告した．これらの生物の分類に関してTAYLOR(1985)は，*G. nagasakiense* は *G. mikimotoi* との形態上の類似点が多く，TAKAYAMA & ADACHI(1984)の種の新設は不適切であるとした．MATSUOKA et al. (1989) も両種の異同については再検討が必要であると述べ，高山 (1990) も形態上の変異幅や生態的特徴などの比較から，*G. nagasakiense* と *G. mikimotoi* をそれぞれ独立した種としては認められないと主張している．著者らは瀬戸内海，静岡県浜名湖，和歌山県田辺湾および *G. mikimotoi* の模式地である三重県五ヶ所湾などから採取した試料をもとに，改めて *G. nagasakiense* の形態観察を行い，さらに *G. nagasakiense* や *G. mikimotoi* を取り扱った文献の調査を通じ，本種の分類学的再検討を行った．その結果，*G. nagasakiense* は *G. mikimotoi* の同種異名であり，前者は後者の新参シノニム (junior synonym) であるとの結論を得た．この見解はすでに高山 (1990) に述べられているが，本論文ではそれに至る経緯の詳細を述べ，さらに文献調査によって得られた本種の新たな地理的分布についても議論する．

材料および方法

本研究で観察に用いた試料はTable 1 のとおりである．

広島湾では，1973年から毎月1－3回行っている赤潮プランクトン調査の際に採取した標本について，形態観察を実施した．1987年には1月に福岡県の豊前海で，7月に和歌山県の田辺湾および静岡県の浜名湖で相次いで *G. nagasakiense* による赤潮が発生したので，それぞれの原因生物の観察を行った．また，1990年4月には三重県五ヶ所湾に出現した *G. nagasakiense* の形態観察を行っ

TABLE 1. MATERIALS OBSERVED IN THIS STUDY.

Collected Area	Year & month	Note
Hiroshima Bay	1973 April-1989 March	wild
Kushimoto Port	1986 July	cultured (KS-1)
Tokuyama Bay	1986 August	cultured
Buzen Sea	1987 January	cultured (BZ-1)
Buzen Sea	1987 February	wild, red tide
Tanabe Bay	1987 July	wild, red tide
Lake Hamana	1987 July	wild, red tide
Gokasho Bay	1990 April	wild

た．さらに，山口県の徳山湾，福岡県の豊前海および和歌山県の串本港から採集，分離・培養した *G. nagasakiense* についても観察した．

観察は光学顕微鏡(LM)と走査電子顕微鏡(SEM)で行い，LM 観察は未固定のまま Nikon BIOPHOT 型顕微鏡に微分干渉装置を装着して行った．SEM 観察試料は TAKAYAMA (1985) および TAKAYAMA & ADACHI (1984) の方法によって作製し，観察には Hitachi S-430 型 SEM を使用した．

また，既刊の研究論文や報告書に現われた本種の類似種の形態や生態を再評価し，本種との異同について検討した．

結果および考察

1. 三重県五ヶ所湾に産する *G. nagasakiense* の形態

五カ所湾は *G. mikimotoi* の模式地であり，この種と *G. nagasakiense* の異同を論じるには見落とすことができない海域である．

1990 年 4 月に五ヶ所湾で 2m 層と 5m 層の試水を採取した．このうち 2m 層に約 10cells・ml^{-1} の密度で *G. nagasakiense* が含まれていたので，微分干渉装置を装着した LM による観察を行った．細胞長は 23.2－37.6 μm，細胞幅は 20.8－36.0 μm で，ほぼ TAKAYAMA & ADACHI(1984)が報告した範囲内にあった．細胞は背腹に偏平で，上錐には直線型の上錐溝が確認された (Plate I, 1-2)．また，細胞内には色素体が散在し，縦長の核が左側に存在した (Plate I, 2-4)．

五カ所湾で採集された *G. nagasakiense* の細胞長に対する横溝両端の段差の比の頻度分布をヒストグラムに示す (Fig. 1)．横溝両端の段差は細胞長の 0.12－0.22 であり，平均では 1/5 をわずかに下まわった．高山 (1981) も，本種の横溝の段差は細胞長の約 1/5 であるが，これより小さいものの方が多いと述べている．本種は横溝の段差に基づけば *Gymnodinium* 属と *Gyrodinium* 属の境界

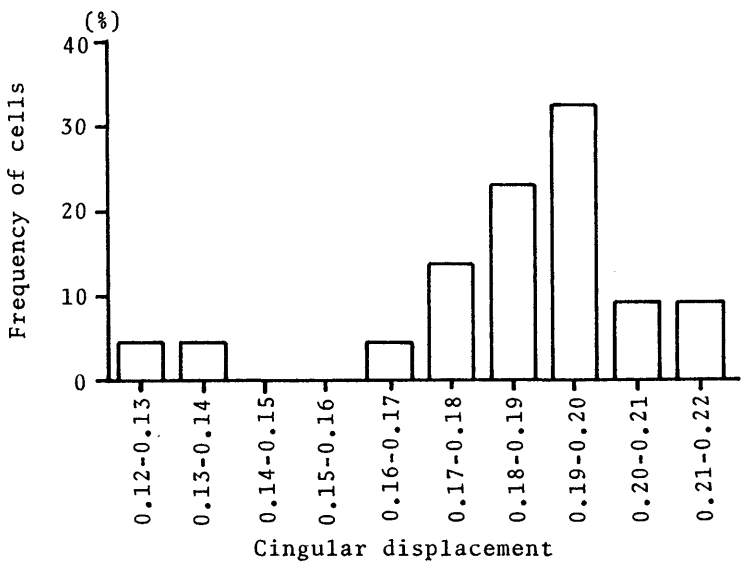


Fig. 1. Frequency of cingular displacement against cell length in *Gymnodinium mikimotoi* collected from Gokasho Bay in April 1990.

線上にあるが，これまで観察した限りでは *Gymnodinium* 属として扱った方が妥当である．

ところで，*Gyrodinium* 属は KOFOID & SWEZY (1921)によって創設された属であり，*Gymnodinium* 属とは横溝両端の段差の大きさが細胞長の 1/5 を超えることで区別される．ギムノディニウム目に属するほとんどの渦鞭毛藻は横溝の終点は始点より下方に位置しており，両端に段差がある．段差の大きさは同じ種でも細胞ごとに変異があり，本種のように変異の幅が細胞長の 1/5 をはさんで分布している種も少なくない．PARTENSKY et al. (1988) はこの分類基準を廃止し，先に創設された *Gymnodinium* 属に統一してはどうかと提言している．著者らも *Gymnodinium* 属と *Gyrodinium* 属を明瞭に区別し得る基準がこの形質以外に認められないことから，彼らの提言を支持するものであり，少なくとも境界線上にある種については *Gymnodinium* 属のメンバーとして扱っても良いと考える．

2. *G. nagasakiense* と *G. mikimotoi* の分類学的関係

2-1. 形態学的検討

G. nagasakiense には生息環境や培養条件の違いにより形態変異が生じる．Plate II, 1-9 には，特に形態変化が著しい細胞を示す．形態変異には細胞全体の形状が楕円形から丸みを帯びた菱形にまで変化するほか，色素体の数にも変異がみられる．Plate II, 3 に色素体を 2 個しか有していない細胞を示したが，全くこれを欠く細胞も出現する．本種にはこのような変異が認められるが，細胞背腹方向に偏平であることや直線型の上錐溝を有すること，核が細胞左側に位置することなどの特徴はそれぞれの細胞に共通しており，これらは他の類似種からの識別点として重要な形質である．本研究では各産地の *G. nagasakiense* の形態を比較したが，これら基本的な形質に相違はなく，地域的な変異は認められなかった．また，これらの特徴は，高山 (1981) および TAKAYAMA & ADACHI (1984)が観察した長崎県大村湾から分離・培養した細胞とも一致した．

G. nagasakiense は上述のような形態的特徴を持つが，TAYLOR (1985) は，*G. nagasakiense* と *G. mikimotoi* は細胞の大きさ，背腹に偏平であること，細胞内に分散する色素体を有すること，横溝段差の程度，核の形状および位置が共通していることに基づき，両種を別種とすることに異論を唱えた．

G. mikimotoi の形態については尾田 (1935) および山路 (1966) が述べでいる．Table 2 に *G. mikimotoi* と *G. nagasakiense* の形態の比較を示す．

尾田 (1935) による *G. mikimotoi* の形態に関する報告の要点は，(1) 細胞は背腹に偏平で，背面は腹面より突出する，(2) 横溝は中央より少し前方にあり，両端の段差は細胞長の約 1/5 である，(3) 縦溝は上錐頂部の小突起から始まって下錐底部まで達し，上錐部の縦溝は細く，かすかに認められる程度である，(4) 細胞表面は平滑で条線がない，(5) 縦鞭毛は細胞長よりやや長い，(6) 細胞の中央左側に卵円形の核がある，(7) 10－20 数個の黄色葉状の色素体と緑青色の顆粒を有する，と整理できる．

山路 (1966) は，*G. mikimotoi* の横溝はわずかに右旋すると述べ，尾田 (1935) の図よりは横溝両端の段差が小さい図 (山路 1966, 第 34 図版 13) を示している．また，尾田 (1935) が色素体は葉状であるとしているのに対し，小盤状とするなど，山路 (1966) の記述には尾田 (1935) の記述とわずかな違いがみられる．しかし，横溝が細胞のやや前方に位置し，細胞が偏平である点では一

致している．また，山路（1966）に示されている図は，細胞の外形や色素体および核の配列などが尾田（1935，第3図D-E）とほぼ一致しており，おそらくそれから引用したものと推察される．ただし，山路（1984，第35図版16）では，核が細胞のほぼ中央にあり，上錐の頂部がかなり顕著に突出するなど，原記載とは異なった図になっている．

尾田（1935）の記述のうち，上錐における縦溝については，上錐溝を誤認したものと推察される．上錐溝は細く浅いためLMでは見落とされることが多く，観察された場合でも縦溝の延長と誤認されることが多い．安達（1972）も，*G. nagasakiense* と同一種である *Gymnodinium* sp.1 の縦溝が上錐へも侵入し，細胞頂端にまで達するものもあると誤認している．また，尾田（1935）は縦溝は上錐の小突起から始まると述べているが，*G. nagasakiense* の上錐頂部では上錐溝が通過する位置に小さい刻みができ，その右側が突出して小突起状をなすことがある（Plate Ⅰ, 7 および Plate Ⅱ, 6）．この点からも尾田（1935）の記述は，*G. mikimotoi* に上錐溝が存在することを示唆しているとみてよい．無殻渦鞭毛藻に，縦溝および横溝以外にこのような溝構造が存在することは Biecheler（1934）によってすでに発見されていた．しかし，多くの種に普遍的に存在することが明らかになったのは，近年の SEM 観察（高山 1981, Takayama 1985）に負うところが大きい．したがって，このような知見が乏しかった当時としては，やむを得ない判断であったと思われる．

G. mikimotoi の原記載では細胞の幅が最も広い部分が上錐にあり，上錐が円錐状で腹面観が五角形を呈している（Fig. 2 I）．近年，我国沿岸で採集される *G. nagasakiense* の腹面観は，Plate Ⅰ, 5 に示すように外形が丸みを帯ていることが多いので，Takayama & Adachi（1984）はその差異を両者が別種である根拠の一つと考えた．しかし，注意して観察すると *G. nagasakiense* の中にもかなり直線的な光学断面を持つ細胞が存在する（Plate Ⅱ 7-9）．ところで原記載には，線画（尾田 1935, 第3図 D, E）以外に *G. mikimotoi* の細胞の3葉の写真（尾田 1935，第3図 A-C）がある．横溝の状態などから，これらはいずれも背面方向から観察されており，一つの細胞を段階的に焦点を変えて撮影したと判断される．下錐の左側光学断面は線画（尾田 1935，第3図D）で示されているとおり直線的であるが，上錐や下錐の右側光学断面はこれより丸みがあり，細胞全体も丸みを帯ている（Plate Ⅱ, 10）．さらに，シンジュガイの鰓に密集する *Gymnodinium mikimotoi* と題する写真（尾田 1935，第6図）では，細胞に丸みがあり，*G. nagasakiense* と極めて類似した形態を示している（Plate Ⅱ, 11）．

以上のような比較の結果，両者の特徴的な形質は一致すると認められ，Takayama & Adachi（1984）が *G. nagasakiense* の holotype として示した図（Takayama & Adachi 1984, Figs. 1, 2）は，*G. mikimotoi* の形態変異の範囲内に含めてよいと判断できる．

2-2. *Gymnodinium mikimotoi* の生理・生態学的検討

Takayama & Adachi（1984）は *G. mikimotoi* が *G. nagasakiense* と異なる他の特徴の一つに，尾田（1935）が *G. mikimotoi* は燐光を発すると記述している点を挙げた．*G. nagasakiense* には発光性が認められていないので，これが両者を別種とする根拠になると考えたのである．ところが尾田（1935）の報告によると，五カ所湾で発生した *G. mikimotoi* 赤潮中に *Alexandrium* と思われる種や，*Polykrikos* が混在していた．今日では，*Alexandrium* や *P. schwartzii* が発光することはよく知られている（Tett 1971）．観察された燐光は *G. mikimotoi* 自身によるものではなく，これら渦鞭毛藻に起因していた可能性もあると考えられる．もし，この推察が許されるならば，*G. nagasa-*

TABLE 2-1. MORPHOLOGICAL COMPARISON OF *GYMNODINIUM MIKIMOTOI* AMONG DESCRIPTIONS BY PAST AND PRESENT AUTHORS.

	Oda(1935)	Yamazi(1966)	Takayama & Adachi(1984)	Takayama & Matsuoka(1991)
Species name	*Gymnodinium mikimotoi*	*Gymnodinium mikimotoi*	*Gymnodinium nagasakiense*	*Gymnodinium mikimotoi***
Length	28−32 μm	*	18−37 μm	23.2−37.6 μm
Width	*	*	14−35 μm	20.8−36.0 μm
Thickness	Compressed	Slightly compressed	Compressed, 1/3 to 3/4 of width	Compressed
Cingular displacement	1/5 of length	Slightly displaced	1/9 to 1/4 of length	0.12−0.22 of length
Sulcus on epicone	Reaching to apex	Reaching to apex(from fig.)	Slightly invading	Slightly invading
Apical groove	Linear***	Linear***	Linear	Linear
Nucleus	Ellipsoidal, left	Ellipsoidal, left (from fig.)	Ellipsoidal or reniform, left	Ellipsoidal or reniform, left
Chloroplasts	10−20, yellow, leaf-like	Discoidal	Yellow brown, 10−20, shapeless	Yellow brown, shapeless

* Data not available ** Collected from Gokasho Bay
*** Probably misobserved apical groove as sulcus

kiense が *G. mikimotoi* と別種であるとする根拠の一つを失うことになる．また，多くの渦鞭毛藻は発光能力を持つが，同じ種であっても系統の違いや生息状況の違いによって発光能力に違いがあることが知られており（Tett 1971），たとえ上記の推察が正しくないとしても発光の有無を重要な分類基準として採用することには危険を伴う．

尾田（1935）の記録では，*G. mikimotoi* はほとんど冬季に赤潮を形成している．最近20数年間の *G. nagasakiense* の赤潮発生記録はほとんど夏季に限られており，このこともTakayama & Adachi（1984）に *G. nagasakiense* と *G. mikimotoi* とが同一種であると判断することを躊躇させる要因の一つになっていた．しかし，寺田ほか（1987）や山口県内海水産試験場（未発表）により，*G. nagasakiense* が冬季の低水温期でも赤潮を形成することが確認されるにいたり，異常増殖時期も重複することになった．

さらに尾田（1935）は，この *G. mikimotoi* 赤潮中には *Polykrikos* のほかに *Heterocapsa* と *Diplosalis* が混在していたと報告している．尾田（1935）が記載した図から判断すると *Heterocapsa*

TABLE 2-2. MORPHOLOGICAL COMPARISON OF *GYMNODINIUM MIKIMOTOI* AMONG DESCRIPTIONS BY PAST AUTHORS.

	NAKAZAWA (1911)	OKAMURA (1916)	HADA (1966)	ADACHI (1972)
Species name	*Spirodinium*?	*Gymnodinium* sp.	*Gymnodinium mikimotoi*	*Gymnodinium* sp. 1
Length	25 μm	*	15−25 μm	18−30 μm
Width	25 μm	*	15−24 μm	16−26 μm
Thickness	1/2 of width	Compressed	Compressed	Compressed, 10−16 μm
Cingular displacement	Displaced	Slightly displaced	Not displaced (from fig.)	Displaced a spiral degree
Sulcus on epicone	Reaching to apex	Invading (from fig.)	Not invading (from fig.)	Reaching to apex in some cells
Apical groove	Linear**	*	*	Linear**
Nucleus	Spherical, left (from figs.)	Spherical, left (from fig.)	Spherical, central (from fig.)	Central
Chloroplasts	10−, Greenish yellow, oval	Greenish brown, oval	Many, yellowish green, oblong	Four, yellow brown

* Data not available ** Probably misobserved apical groove as sulcus.

は *Ensiculifera carinata* で，*Diplosalis* とあるのは *Alexandrium tamarense* または *Alaxandrium catenella* と思われる．最近でも *Ensiculifera carinata* が五ヶ所湾に出現することが報告されており（MATSUOKA et al. 1990），著者の一人松岡（未発表）は，*Alexandrium* が生息することも確認した．尾田（1935）以後に *G. mikimotoi* だけがこの海域から消滅したとは考えにくい．

これらの形態学的および生理・生態学的検討を重ねた結果，高山（1990）の結論と同様に *Gymnodinium nagasakiense* は，*Gymnodinium mikimotoi* と同一の生物と判断され，前者は後者の同種異名の新参シノニムであり，TAKAYAMA & ADACHI（1984）による種の新設は無効であると判断する．

尾田（1935）は，*Gymnodinium mikimotoi* は三宅・小南によって新種として記載される予定になっていると述べている．三宅・小南（1934）は日本植物学会，三宅（1934）は日本水産学会の年会でそれぞれ口頭発表を行い，*Gymnodinium mikimotoanum* と命名したとしている．その講演要旨（三宅・小南 1934, 三宅 1934）には形態記述も図も掲載されていないので，分類学上の原典とは認められず，また，その後両氏によって正規な分類学的記載は行われていない．尾田（1935）の記

載が和文でしか行われていないことから，羽田（1976）は英文で記載されたHADA（1967）の報告が動物命名規約上の新種記載規定を満たしているとして，本来なら *Gymnodinium mikimotoi* (MIYAKE, KOMINAMI & ODA) HADA とすべきであると述べている．国際動物命名規約（I. C. Z. N. 1985）では，新しいタクソンの記載が英語，フランス語，トイツ語，イタリア語またはラテン語以外の言語で行われている場合には，記載や図の説明をこれら五カ国語の中の1カ国語に翻訳して添えることを勧告している（I. C. Z. N. 1985, General recommendations 4, 5）．しかし，尾田（1935）は本種を独立の1種と認めるに足る記述を行うなど，動物命名規約上の新種記載に必要な基本的な要件（I. C. Z. N. 1985, Art. 7-11）を満たした報告と認められる．また，動物命名規約では，原著者名に円括弧を付けるのは属の変更を行った時だけに許されている（I. C. Z. N. 1985, Art. 51 (c), Rec. 51C）．HADA（1967）は模式地とは異なった産地から得た標本の記載を行っただけであり，属の変更を主張したわけではないので，羽田（1976）が提唱したタクソンの著者名の表示は，動物命名規約上正しくない．

一方，国際植物命名規約（I. C. B. N. 1988）では，新しいタクソンを記載する際にはラテン語の記述を掲載することが義務づけられている（I. C. B. N. 1988, Art. 36.1）．しかし，この規定は，現生の藻類については1958年以降に記載されたものに適用され，それ以前に発表されたタクソンについては，ラテン語の記述を欠いている場合も合法として容認されている（I. C. B. N. 1988, Art. 36.2）．高野（1971）は尾田（1935）をタクソンの原典とし，*Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA と表記すべきであると述べている．以上のことを考え併せて，著者らも，植物命名規約上においても動物命名規約上においても，尾田（1935）をタクソンの原典とするこの高野（1971）の見解を支持する．

植物命名規約では，正当な手続きを踏んでタクソンの名前を公表した著者が，それが他の人物が付した名前であるとみなした場合には，著者名の前に“ex”を挿入し，その人物の名前を連結して併記しても良いとされている（I. C. B. N. 1988, Art. 46.3）．従って，本種を植物として扱う場合は，*Gymnodinium mikimotoi* ODA, 1935 とするか，高野（1971）が述べているように *Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA, 1935 と表記する．動物命名規約（I. C. Z. N. 1985）では Rec. 51A に従って *Gymnodinium mikimotoi* [MIYAKE et KOMINAMI] ODA, 1935 または，Rec. 51B に従って *Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI in ODA, 1935 と表示して，このタクソン名が最初は三宅・小南両氏によって提唱された無資格名であったことを示すこともできるが，*Gymnodinium mikimotoi* ODA, 1935 と表示するのが一般的である．著者らは，植物命名規約による *Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA, 1935 とする表示法が，本種が命名された経緯をより正確に示すと考えたので，本報ではその表示法を採用した．

近年，欧米に出現する *Gyrodinium aureolum* と我国の *G. mikimotoi*（＝*G. nagasakiense*）との異同についても議論が行われている（TANGEN 1977, PARTENSKY & SOURNIA 1986, PARTENSKY et al. 1988）．PARTENSKY et al.（1988）は，北ヨーロッパに産する *Gyrodinium* cf. *aureolum*（＝*Gymnodinium* cf. *nagasakiense*）と *G. nagasakiense* は形態的にはほぼ一致するが，DNA 含有量が異なるとして，両者を同一種とすることには消極的である．今後，*G. aureolum* についても分類学的検討が必要である。

3. 日本近海における *G. mikimotoi* の出現記録

文献調査の結果，尾田（1935）の報告以前にも *G. mikimotoi* と思われる赤潮生物が我国沿岸に出現していることが明らかになった．本種を扱ったと思われる研究を Table 3 に示す．また，Table 3 では前出の Table 2 とともに，これらの研究のうち形態に関する記述からその種の特徴を比較した．

中澤（1911）は三重県五ヶ所湾で *Spirodinium* 赤潮が発生して魚介類をへい死させたと報告し，

TABLE 3. SYNONYM LIST OF *GYMNODINIUM MIKIMOTOI* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA, 1935.

Gymnodinium mikimotoanum
MIYAKE & KOMINAMI 1934: p. 8.
MIYAKE 1934: p. 52.
Gymnodinium mikimotoi
ODA 1935: pp. 38-39, figs. 3A-E, 6.
YAMAZI 1966: p. 74, pl. 34 fig. 13.
Fisheries Agency of Japan 1979.
TAYLOR 1985: pp. 21-22, fig. 4C.
TAKAYAMA 1990: pp. 48-49, figs. A-G.
Cyst of *Gonyaulax polygrawma*(=*G. polygramma*)
OKAMURA 1907: p. 2, with one figure.
Gymnodinium sp.
OKAMURA 1911: pp. 3-4, fig. 1.
OKAMURA 1916: pp. 32-33, figs. 4-5.
MAEKAWA 1961.
IIZUKA & IRIE 1966: pp. 85-87, fig. 10.
Spirodinium
NAKAZAWA 1911: p. 305, figs. 1-3.
OKADA, 1934: figs. 1-3.
Gymnodinium type- '65
IIZUKA & IRIE 1969: p. 23, pl. II, figs. 30-46.
IIZUKA 1972: p. 23, figs. 1-2.
Fisheries Agency of Japan 1979.
TAKAYAMA 1981: pp. 122-128, fig. 4B, pl. II. 1-5.
Gymnodinium sp. 1
ADACHI 1972: pp. 64-65, pl. 7 A-D.
Gymnodinium nagasaki
ADACHI 1973. *
IIZUKA & NAKAJIMA 1975: fig. 1C.
Gymnodinium nagasakii
Fisheries Agency of Japan 1979.
Gymnodinium nagasakiense
TAKAYAMA & ADACHI 1984: pp. 8-11, pl. I, figs. 1-6, pl. II, figs. 1-5.
TAYLOR 1985: 21-22, fig. 4B.
PARTENSKY & SOURNIA, 1986: p. 253.
PARTENSKY et al. 1988: figs. 1, 4, 6, 8 & 11.
TAKANO 1988: photograph 8.
MATSUOKA et al. 1989: pp. 101-104, fig. 1.

* Communication presented at the autumn meeting of the Japanese Society of Scientific Fisheries, October 1973.

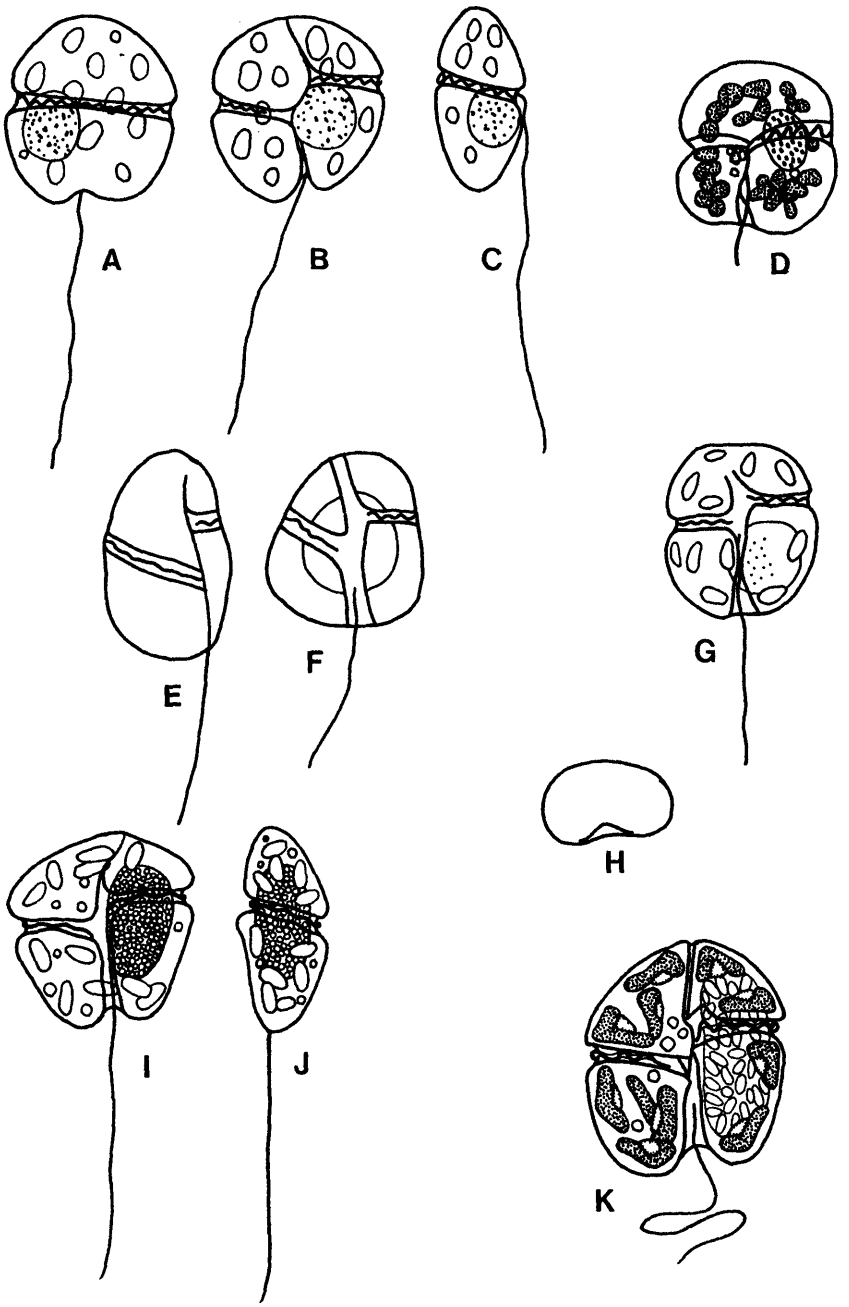


Fig. 2. Schematic illustrations of synonymous species with *Gymnodinium mikimotoi*.
A–C: *Spirodinium* redrawn from NAKAZAWA (1911), D: Cyst of *Gonyaulax polygrawma* redrawn from OKAMURA (1907), E, F: *Gymnodinium* redrawn from OKAMURA (1911), G, H: *Gymnodinium* sp. redrawn from OKAMURA (1916), I, J: *Gymnodinium mikimotoi* redrawn from ODA (1935), K: *Gymnodinium nagasakiense* redrawn from TAKAYAMA & ADACHI (1984).

この生物の形態について，(1) 細胞長は幅とほぼ同じで，大型のものは 25 μm に達する，(2) 背腹に偏平で，細胞の厚みは幅の 1/2 である，(3) 縦溝は，細胞の頂端まで伸びており，上錐における縦溝は浅い，(4) 細胞内にはやや緑色を帯びた淡黄色で楕円形の色素体が十数個ある，と述べている．この記述の中で，大型の細胞で体長が 25 μm とあるのは，尾田 (1935)，高山 (1981)，TAKAYAMA & ADACHI (1984) の測定結果と比較するとやや小さいが，本報で述べた *G. mikimotoi* の体長変異の範囲内にある．また，上錐の縦溝は尾田 (1935) と同様に，上錐溝を誤認したものと思われ，細胞が偏平であること，色素体の数および配列状態は，*G. mikimotoi* と一致する．核に関する記述はないが，掲載された図には細胞の左側に存在することが明示されている (Fig. 2A-C)．この核は球形でやや小さく描かれているものの，存在位置は *G. mikimotoi* のそれと一致する．これらの特徴から，この *Spirodinium* に分類・記載されている生物は *G. mikimotoi* と同定される．なお，この *Spirodinium* の図は岡田 (1934) に引用されている．

岡村 (1907) は東京湾内の木更津沖に赤潮が発生したことを報告した．当初，岡村はこの赤潮の構成種は *Gonyaulax polygrawma* (=*G. polygramma*) の胞子と推定したが，西川 (1907) はそれが *Gonyaulax* の胞子ではなく *Gymnodinium* の誤りであると指摘した．岡村 (1911, 1916) はこの指摘を認め，当時木更津沖に出現した赤潮は *Gymnodinium* であったと改めている．岡村 (1911) は *Gymnodinium* の図を示しているが，核が細胞中央にあること，太い縦溝が頂端まで伸びているなど *G. mikimotoi* とはかなり異なっている (Fig. 2E-F)．むしろ岡村 (1907) の図 (Fig. 2D) の方が細胞全体の形状，色素体の配列，横溝の位置および両端の段差の程度など *G. mikimotoi* に類似している．岡村 (1916) は，再び同じ *Gymnodinium* について記載し，細胞が偏平であること，大きな核が細胞の左側にあることを明示している (Fig. 2 G-H)．この記述は，明らかにこの生物が *G. mikimotoi* であることを示すものである．

西川 (1903, 1907) は，*Gymnodinium* が 1903 年に三重県下の英虞湾で赤潮を形成したことを報告している．この *Gymnodinium* は岡村 (1907) が記載した *Gymnodinium* と同一種とみられる (西川 1907) ので，これが我国沿岸における *G. mikimotoi* の最も古い出現記録である．

尾田 (1935) が報告した後 *G. mikimotoi* の出現記録はしばらく途絶えるが，前川 (1963) は 1957 年に徳山湾に *Gymnodinium* 赤潮が発生したことを報告している．安達 (1972) は写真資料に基づいて，この時の赤潮原因種を *Gymnodinium* sp. 1 (= *G. mikimotoi*) と同定した．

HADA (1966) は，1962 年 8 月に広島県内の三津湾に面したフグの養殖池に，また，1965 年 5 月に広島湾にそれぞれ本種による赤潮が出現したと報告した．しかし，HADA (1967) には，細胞が偏圧していることがわずかに記述されているものの形態に関する記載が不十分であり，また，掲載されている図も横溝両端のズレがほとんど認められず，核が細胞中央部に描かれており，多数の色素体が放射状に配列するなど，不正確な点が多い．

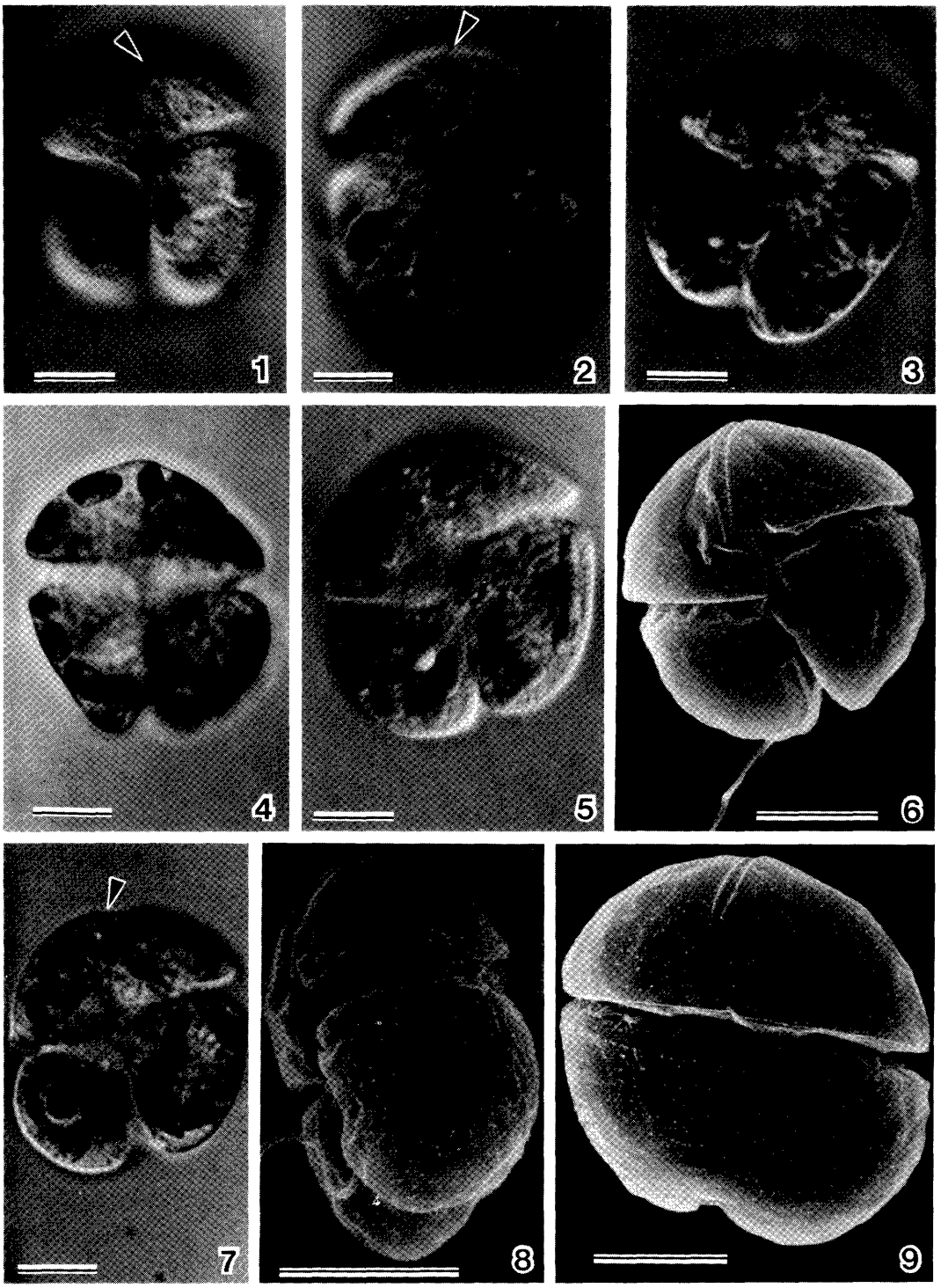
水産庁漁場保全課 (1979) は，1970 年から 1978 年までの我国における *Gymnodinium* 属赤潮の発生および漁業被害についてアンケート調査を実施している．その中では *G. mikimotoi* のほかに *Gymnodinium* '65 年型種および *Gymnodinium nagasakii* (*Gymnodinium nagasaki*) の名がみられる．これらはいずれも *G. mikimotoi* を指しているとみなしてよい．*Gymnodinium* '65 年型種 (*Gymnodinium* type-'65) は，飯塚・入江 (1969) が命名規約に基づく命名が行われるまでの仮称として提唱したもので，我国では広く使用された．安達 (1972) は，それを *Gymnodinium* sp. 1 と

Explanations of Plate I.

Light and scanning electron micrographs of *Gymnodinium mikimotoi.*

1. Ventral surface of wild cell collected from Gokasho Bay (LM). Arrow shows apical groove.
2. Dorsal surface of wild cell collected from Gokasho Bay (LM). Arrow shows apical groove.
3. Optical cross section of ventral view of wild cell collected from Gokasho Bay (LM).
4. Optical cross section of dorsal view of wild cell collected from Gokasho Bay (LM).
5. Ventral surface of wild cell collected from Laka Hamana (LM).
6. Ventral view of wild cell collected from Buzen Sea (SEM).
7. Optical cross section of ventral view of wild cell collected from Lake Hamana (LM). Arrow shows indentation at apex passed by apical groove.
8. Left side view of wild cell collected from Hiroshima Bay (SEM).
9. Dorsal view of wild cell collected from Buzen Sea (SEM).

Scale bar: 10 μm

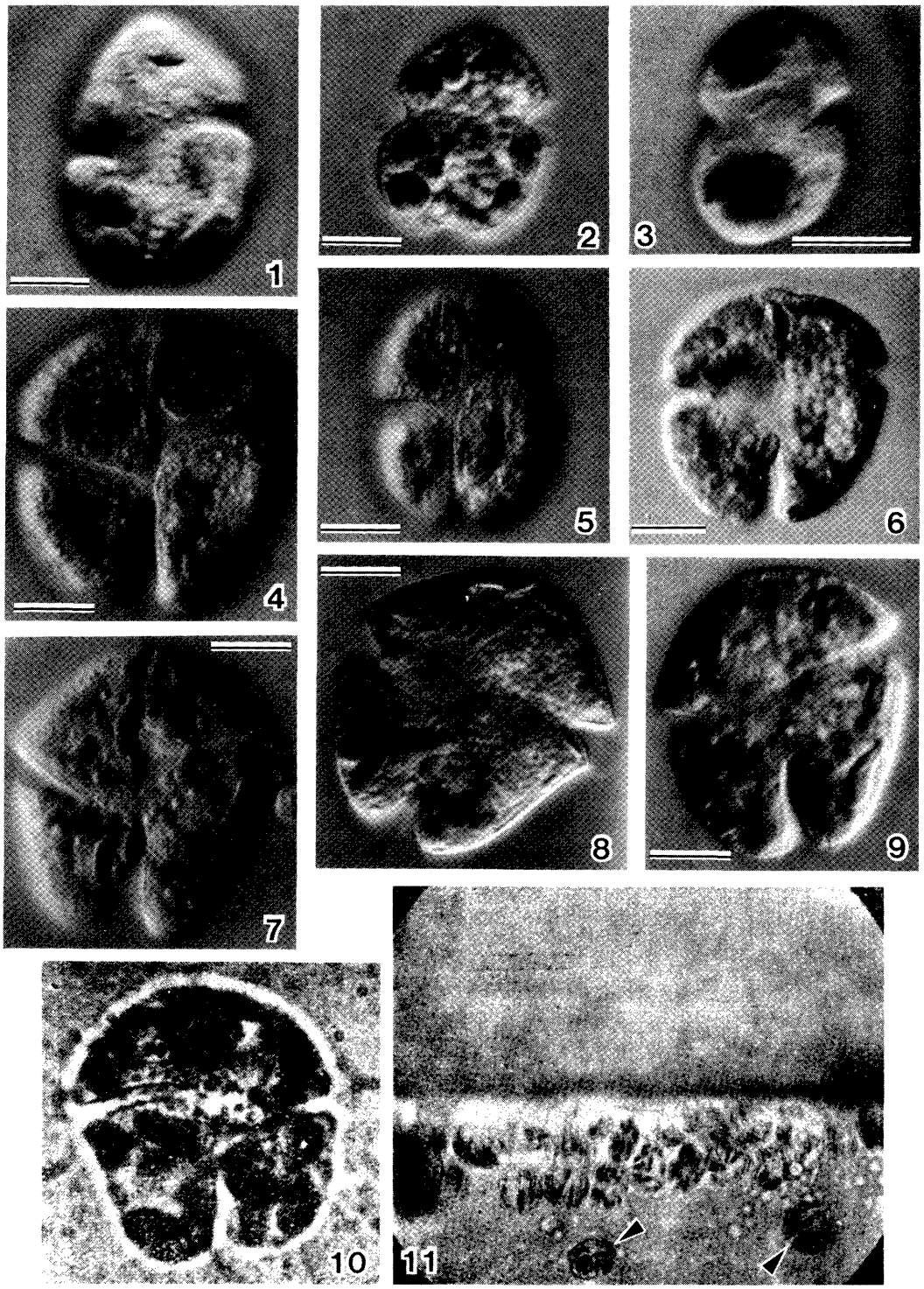

1
2
3
4
5
6
7
8
9

Explanations of Plate II.

Morphological variations of *Gymnodinium mikimotoi.*

1. Ventral surface of cultured cell isolated from Tokuyama Bay.
2. Optical cross section of ventral view of cultured cell isolated from Kushimoto Port, Wakayama Prefecture.
3. Optical cross section of ventral view of cultured cell isolated from Buzen Sea. Showing smaller cell and fewer chloroplast in number.
4. Ventral surface of wild cell collected from Tanabe Bay.
5. Ventral surface of wild cell collected from Hiroshima Bay.
6. Optical cross section of ventral view of wild cell collected from Tanabe Bay.
7. Ventral surface of wild cell collected from Buzen Sea, having rather straight outline.
8. Optical cross section of ventral view of wild cell collected from Hiroshima Bay, having rather straight outline.
9. Optical cross section of ventral view of wild cell collected from Tanabe Bay.
10. Optical cross section of *Gymnodinium mikimotoi* (from ODA 1935, Fig. 3C).
11. *Gymnodinium mikimotoi* adhered on the gill of pearl oyster (from ODA 1935, Fig. 6). Arrow shows cells of *Gymnodinium mikimotoi.*

Scale bar: 10 μm


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11

して形態を記録した．その後，安達*は国際植物命名規約もしくは国際動物命名規約に基づいた記載を行わないまま *Gymnodinium nagasaki* と呼称し，この種名が飯塚・中島 (1975) などにも引用された．水産庁漁場保全課 (1979) の報告には，同じ海域内でもこれら三つの種名が混同して使用されているところもあり，当時，同定にかなり混乱があったことを示している．

Matsuoka et al. (1989)では，本種の分布は浜名湖以西の西日本に限られているが，高野 (1988)，Takano (1989) および保坂 (1990) は東京湾に本種が出現することを認めている．前述の岡村 (1907, 1911, 1916) の記録も考慮すると，本種 (*G. mikimotoi*) は Matsuoka et al. (1989) の報告よりも広い分布範囲を持つことになる．以上述べたことを整理すると，本種の生物名，模式地および地理的分布は次のとおりとなる．

Gymnodinium mikimotoi Miyake et Kominami ex Oda, 1935.

Zool. Mag., 47(555): 35-48, figs. 3A-E and 6, 1935.

Type locality. Gokasho Bay, Japan.

Geographical distribution. Japan: Tokyo Bay (Nishikawa 1907, Okamura 1907, 1911, 1916, Takano 1988, 1989, Hosaka 1990), Lake Hamana (Matsuoka et al. 1989), Mikawa Bay (Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989), Ise Bay (Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989), Gokasho Bay (Nishikawa 1903, 1907, Okamura 1911, 1916, Nakazawa 1911, Miyake 1934, Miyake & Kominami 1934, Oda 1935, Takayama & Adachi 1984, Honjo 1987, Matsuoka et al. 1989), Ago Bay (Okamura 1916, Oda 1935), Owase Bay (Takayama & Adachi 1984), Furuwa-ura, immediate west of Gokasho Bay (Oda 1935), Kumanonada (Honjo 1987), Kii Channel (Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989), Inland Sea of Japan (Maekawa 1963, Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989), Bungo Channel (Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989), Uranouchi Bay, the south coast of Shikoku (Matsuoka et al. 1989), Hakata Bay (Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989), Karatsu Bay (Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989), Omura Bay (Iizuka 1972, Iizuka & Irie 1966, 1969, Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989), Kagoshima Bay (Matsuoka et al. 1989), Maizuru Bay, the coastal area of the Sea of Japan (Matsuoka et al. 1989), Aso Bay, Tsushima Island (Takayama & Adachi 1984, Matsuoka et al. 1989).

Korea: Jinhae Bay (Takayama & Adachi 1984, Lee & Kwak 1986, Matsuoka et al. 1989).

謝　辞

本研究を進めるにあたり，有益な助言を賜った長崎大学水産学部の飯塚昭二教授と東京大学農学部の福代康夫助教授に厚くお礼を申し上げる．観察資料を提供していただいた東京水産大学石丸隆助教授，和歌山県水産試験場竹内照文氏，山口県内海水産試験場池田武彦氏，元福岡県豊前水産試験場寺田和夫氏，東京大学農学部付属水産実験所岡本研氏，三重県南勢町種苗センターの中村治氏に

* 安達六郎　1973年度日本水産学会秋季大会で口頭発表

お礼申し上げる．五ヶ所湾の試料入手に際し助力いただいた南西海区水産研究所の本城凡夫博士と，英文要旨について助言を得た長崎大学教養部の R. P. W. STANCLIFFE 博士にお礼申し上げる．国際動物命名規約および国際植物命名規約に関し，種々有益な教示を賜った比治山女子短期大学の稲葉明彦教授と日本大学農獣医学部の高野秀昭教授にお礼申し上げる．

引用文献

安達六郎，1972．赤潮生物の分類学的研究．三重県大水産紀要，**9**(1): 9-145.

BIECHELER, B., 1934. Sur le réseau argentophile et la morphologie de quelques Péridiniens nus. *C. R. Soc. Biol.*, **115**: 1039-1042.

Hada, Y., 1967. Protozoan plankton of the Inland Sea, Setonaikai. I. The Mastigophora. *Bull. Suzugamine Women's Coll., Nat. Sci.*, **13**: 1-26.

羽田良禾，1976．赤潮プランクトン．広島修道大学商業経済研究所報，**13**: 23-48.

本城凡夫，1987．"赤潮種と発生環境，ギムノディニウム"．赤潮の科学（岡市友利編）: pp. 229-237，厚生社恒星閣，東京．

保坂三継，1990. 東京湾における *Gymnodinium nagasakiense* TAKAYAMA et ADACHI の出現．日本プランクトン学会報，**37**: 69-75.

飯塚昭二，1972．大村湾における *Gymnodinium* '65 年型種赤潮の発生機構．日本プランクトン学会報，**19**: 22-33.

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－II．後期赤潮とその生物学的特徴について．長崎大学水産学部研究報告，No. 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．1966 年大村湾の場合．長崎大学水産学部研究報告，No. 27: 19-37.

飯塚昭二・中島敏光，1975．赤潮鞭毛藻の硫化物に対する反応．日本プランクトン学会報，**22**: 27-32.

International Code of Botanical Nomenclature Adopted by the Fourteenth International Botanical Congress, Berlin, July-August 1987. 1988. eds. GREUTER, W. et al., Koeltz Scientific Books, Königstein, 475 pp.

International Code of Zoological Nomenclature Third Edition Adopted by XX General Assembly of the International Union of Biological Sciences. 1985. eds. RIDE, W. D. L. et al., International Trust for Zoological Nomenclature, London, 338 pp.

KOFOID, C. A., & O. SWEZY, 1921. The free-living unarmored Dinoflagellata. *Mem. Univ. Calif.*, **5**: 1-564.

LEE, J. H., & H. S. KWAK, 1986. A study on the *Gymnodinium nagasakiense* red-tide in Jinhae Bay of Korea. *Korean J. Ecol.*, **9**: 149-160.

前川兼佑，1963．瀬戸内海，特に山口県沿海における漁業の調整管理と資源培養に関する研究．山口内海水試調査研究業績，**11**: 1-483.

MATSUOKA, K., S. IIZUKA, H. TAKAYAMA, T. HONJO, Y. FUKUYO & T. ISHIMARU, 1989. Geographic distribution of *Gymnodinium nagasakiense* TAKAYAMA et ADACHI around West Japan. In *Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology* (eds. T. OKAICHI et al.), pp. 101-104, Elsevier, New York, Amsterdam, London.

MATSUOKA, K., S. KOBAYASHI & G. GAINS, 1990. A new species of the genus *Ensiculifera* (Dinophyceae); its cyst and motile forms. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **37**: 127-143.

三宅驥一，1934．最近三重県五ヶ所湾に発生したる赤潮に就て．日本水産学会誌，**3**: 52.

三宅驥一・小南　清，1934．赤潮の生物に就いて．植物学雑誌，**48**(567): suppl., 8.

中澤毅一，1911．赤潮に就て．動物学雑誌，**23**(272): 304-308.

西川藤吉, 1903. 再び赤潮に就て. 動物学雑誌, **15**(180): 347-353.
西川藤吉, 1907. 木更津沖に現われたる赤潮と題する岡村博士の説を読みて. 水産研究誌, **2**: 1-3.
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**(555): 35-48.
岡田彌一郎, 1934. 赤潮. 植物及動物, **2**: 690-696.
岡村金太郎, 1907. 木更津沖に現れたる赤潮に就て. 水産研究誌, **2**: 1-5.
岡村金太郎, 1911. 赤潮に就て. 植物学雑誌, **25**(288): 1-9.
岡村金太郎, 1916. 赤潮に就て. 水産講習所試験報告, **12**: 26-41.
PARTENSKY, F. & A. SOURNIA, 1986. Le dinoflagellè *Gyrodinium* cf. *aureolum* dans le plancton de l'atlantique nord: identification, ècologie, toxicitè. *Cryptogamie, Algologie,* **7**: 251-275.
PARTENSKY, F., D. VAULOT, A. COUTÈ & A. SOURNIA, 1988. Morphological and nuclear analysis of the bloom-forming dinoflagellates *Gyrodinium* cf. *aureolum* and *Gymnodinium nagasakiense. J. Phycol.,* **24**: 408-415.
水産庁漁場保全課, 1979. *Gymnodinium* 属赤潮の発生と被害に関する情報の整理解析. *Gymnodinium* 属赤潮の挙動と増殖機構の解明に関する研究報告書, 水産庁・環境庁, pp. 9-45.
高野秀昭, 1971. 渦鞭毛藻 *Gymnodinium mikimotoi* の原記載. 日本プランクトン学会報, **18**: 102-103.
高野秀昭, 1988. 隅田川の赤潮. さかな, No. 40: 13-18.
TAKANO, H., 1989. Red-tide at the mouth of Sumida River, Tokyo, during the eleven years, 1976-1986. In *Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology* (eds. T. OKAICHI et al.), pp. 117-120, Elsevier, New York, Amsterdam, London.
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.
高山晴義, 1990. "*Gymnodinium mikimotoi* MIYAKE et KOMINAMI ex ODA". 日本の赤潮生物－写真と解説－ (福代康夫ほか編): pp. 48-49, 内田老鶴圃, 東京.
TAKAYAMA, H. & R. ADACHI, 1984. *Gymnodinium nagasakiense* sp. nov., a red-tide forming dinophyte in the adjacent waters of Japan. *Bull. Plankton Soc. Japan,* **31**: 7-14.
TANGEN, K., 1977. Bloom of *Gyrodinium aureolum* (Dinophyceae) in north European waters, accompanied by mortality in marine organisms. *Sarsia,* **62**: 123-133.
TAYLOR, F. J. R., 1985. The taxonomy and relationships of red tide flagellates. In *Toxic Dinoflagellates* (eds. D. M. ANDERSON et al.), pp. 11-26. Elsevier, New York, Amsterdam, Oxford.
寺田和夫・池内 仁・高山晴義, 1987. 冬季の周防灘沿岸で観察された *Gymnodinium nagasakiense.* 日本プランクトン学会報, **34**: 201-203.
TETT, P. B., 1971. The relation between dinoflagellates and the bioluminescence of sea water. *J. mar. biol. Ass. U. K.,* **51**: 182-206.
山路 勇, 1966. 日本海洋プランクトン図鑑. 保育社, 大阪, 369 pp.
山路 勇, 1984. 日本海洋プランクトン図鑑 (第3版). 保育社, 大阪, 537 pp. (初版発行 1966).