

瀬戸内海長島周辺海域における黄緑藻綱フシナシミドロ属 日本初記録種 *Vaucheria piloboloides* の分布

山本正之^{*1}・志田尾耕三^{*2}・富田伸明^{*2}・菊本憲文^{*2}・
下西 孝^{*3}・二宮早由子^{*4}・長井 隆^{*5}・香村眞徳^{*6}

A New Record of *Vaucheria piloboloides* (Xanthophyceae) in Japan and Its Distribution in the Waters around Nagashima Is., Seto Inland Sea

Masayuki Yamamoto^{*1§}, Kouzou Shidao^{*2}, Nobuaki Tomita^{*2}, Norifumi Kikumoto^{*2},
Takashi Shitanishi^{*3}, Sayuko Ninomiya^{*4}, Takashi Nagai^{*5} and Shintoku Kamura^{*6}

要約: 瀬戸内海西部の長島周辺海域において、黄緑藻綱フシナシミドロ属の*Vaucheria piloboloides* の生育が確認された。同時に、底質から同種の卵が採集されたことから、この海域で繁殖していることが明らかになった。本邦における本種の生育は、これまで知られていなかったことから、これが日本初記録となった。成体と卵は、ともに水深2~8mの静穏な砂泥底海域でみられた。成体は、雌雄同株、直径30~60µmの糸状藻体で海底の砂泥を嚙むように直径数cmの小さなパッチを成して生育していた。造精器は枝の先端に空細胞を介して形成され、生卵器は造精器に近い短い枝に形成されていた。接合子(卵)は、直径130µm前後の凸レンズ状で、角度によって楕円形や円形にみえた。

キーワード: *Vaucheria piloboloides*, 日本初記録, 成体, 卵, 生育環境

Abstract: Mature thalli of a yellow-brown alga *Vaucheria piloboloides* were commonly observed in the waters around Nagashima Is., west part of Seto Inland Sea, Japan, and zygotes were also collected from the bottom sediment in the same area. This is a new record of this species in Japan. Both of mature thalli and zygotes inhabit the calm sandy and muddy bottom at the depth from 2 to 8 m. Mature thalli are monoecious, filamentous, 30 – 60 µm in diameter, and forming small patches of several cm in diameter. Antheridia attach to the empty supporting compartment at the terminal of branches. Oogonia are on branches near antheridia. Zygotes are convex-shaped and about 130 µm in diameter.

Key words: *Vaucheria piloboloides*, Japanese new record, mature thaluss, zygote, habitat condition

まえがき

黄緑藻綱Xanthophyceaeフシナシミドロ属

*Vaucheria*には、71種が認められており (algaeBASE, <http://www.algaebase.org/>, 2012年7月4日閲覧), 海産種と淡水産種がある。本邦では、19種 (変種,

(2012年9月13日受付, 2012年12月4日受理)

*1 公益財団法人 海洋生物環境研究所 事務局 (〒162-0801 東京都新宿区山吹町347番地 藤和江戸川橋ビル 7階)

E-mail : yamamoto@kaiseiken.or.jp

*2 中国電力株式会社 環境部門 (〒730-8701 広島県広島市中区小町4-33)

*3 中電環境テクノス株式会社 環境部 (〒730-0041 広島県広島市中区小町4-33)

*4 株式会社東京久栄 環境科学部 (〒333-0866 埼玉県川口市芝6906-10)

*5 一般財団法人 沖縄県環境科学センター 環境科学部 (〒901-2111 沖縄県浦添市字経塚702)

*6 琉球大学 名誉教授 (〒901-2213 沖縄県宜野湾市志真志4-8-7)

品種を含む)の生育が知られ、このうち、ウミフシナシミドロ *V. longicaulis* と *V. vipera* が海産で、ほかは汽水ないし淡水産である(山岸, 1959, 1965)。

ウミフシナシミドロは、カリフォルニア州では潮間帯の泥面に普通に見られるとされ(Abbott and Hollenberg, 1976)、本邦では静岡県(山岸, 1959)、淡路島(山岸, 1963)、福岡県(瀬川・太田, 1951)、沖縄県(瀬川・香村, 1960)で生育の記録がある。

ウミフシナシミドロは、環境省のレッドリスト(2007年公表, http://www.biodic.go.jp/rdb/rdb_f.html)において、沿岸の干潟が減少して生育地が失われていることから、絶滅危惧Ⅱ類(VU)とされた(環境省, 2010)。また、沖縄県のレッドデータでは、埋め立てによる生育地の消滅によって減少したとされ、絶滅危惧Ⅰ類(CR+EX)となっている(沖縄県, 2006)。

筆者らは、瀬戸内海西部の長島周辺海域で、ウミフシナシミドロと見られる藻体が生育していたとの情報を受けて、分布状況と生育環境に関する現地調査を実施したところ、ウミフシナシミドロの生育は確認されず、同属の日本未記録種 *V. piloboloides* の生育がみられたので報告する。

方法

調査海域と調査時期 瀬戸内海西部の長島周辺海域の6地区18地点に調査範囲と調査地点を設定し(第1図)、2011年4月26日～5月12日に現地調査を実施した(第1表)。沖縄県では、潮間帯から水深5mくらいの砂泥底域の波当たりが弱く静穏な場所で、11～5月頃までウミフシナシミドロの成体がみられる。また、陸域からの淡水の流入があるところに本種の生育が特に良くみられる(嘉村, 未発表)。これらのことを考慮して、調査地点と調査時期を設定した。

成体の生育状況 各調査地点において、成体の生育状況を確認するため、探索範囲を概ね水深6～7m以浅の砂泥底海域とし、潜水による生育範囲および周辺状況の目視調査を行った。なお、各調査範囲の水深は、室津基本水準標(第1図)における平均水面を基準として示した。

成体の生育を確認した場合は、写真撮影を行い、分布水深を測定するとともに、船上よりGPSを用いて

出現位置を測位した。そして、少量の藻体を採取し、ホルマリン固定を行った後に持ち帰り、種の査定を行った。

また、調査地点の周辺状況を把握するため、陸域からの淡水の流入、水深0～6mの水深帯での海底の状況および海藻・草類の分布について目視観察による記録を行った。

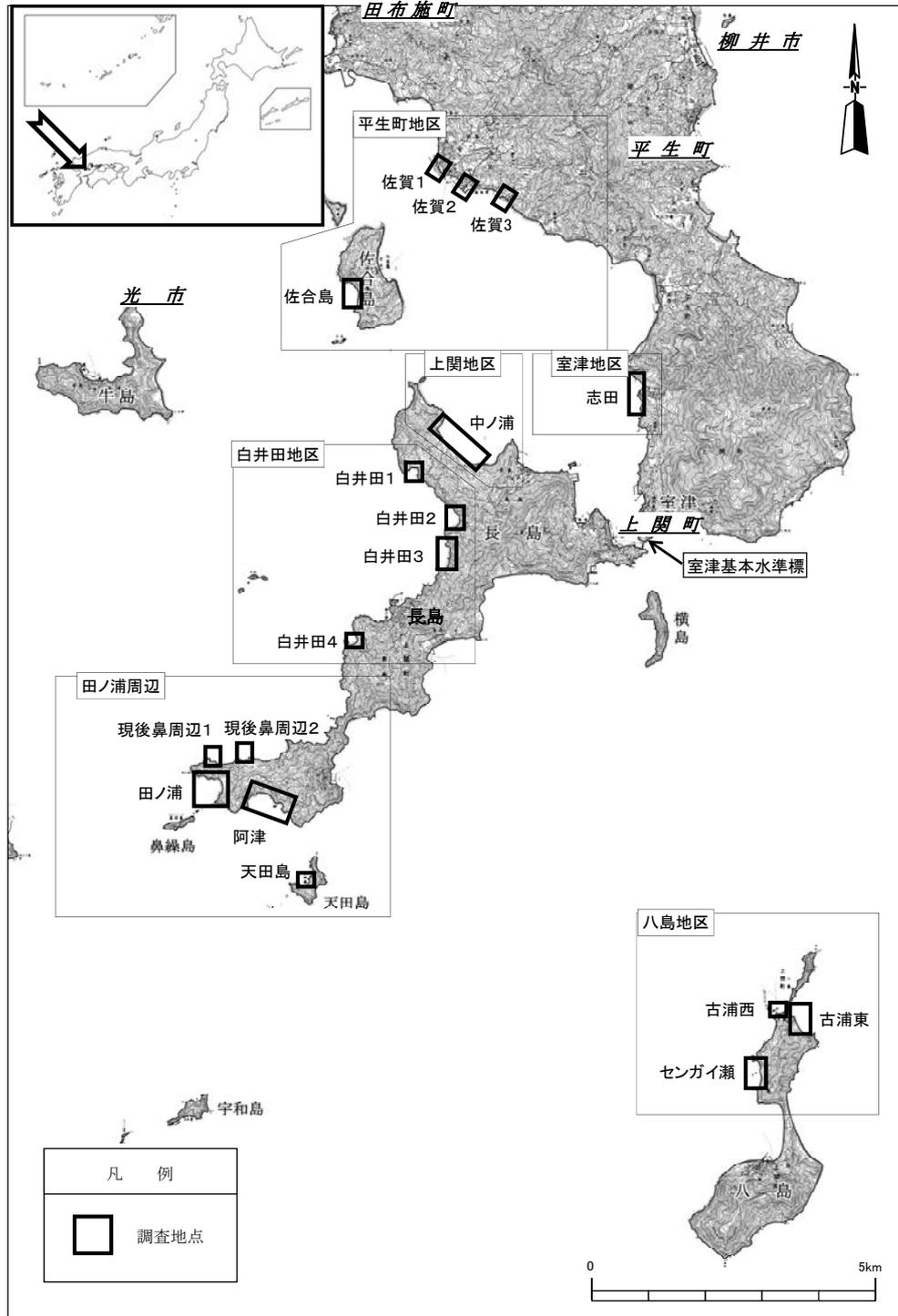
卵の分布状況 卵の分布を確認するために、成体の生育がみられた地点では生育個所付近、生育がみられなかった地点では底質条件等が生育個所と類似の個所において、0.01m²(10cm×10cm)の表層の砂泥を採取して、試料とした(第2図)。試料はホルマリンで固定して持ち帰り、約1mm目合いの篩にかけて大型の砂粒などを除去した後、0.1mm目合いの篩にかけ、篩上に残ったものについて分析を行った。まず、実体顕微鏡下でフシナシミドロ属の卵に大きさや形が似ているものを取り出し、光学顕微鏡下で精査して、査定、写真撮影、計数を行った。

生育環境 成体の生育がみられた地点では生育個所付近、生育がみられなかった地点では底質条件等が生育個所と類似の個所において、水質と底質の分析を実施した(第2図)。

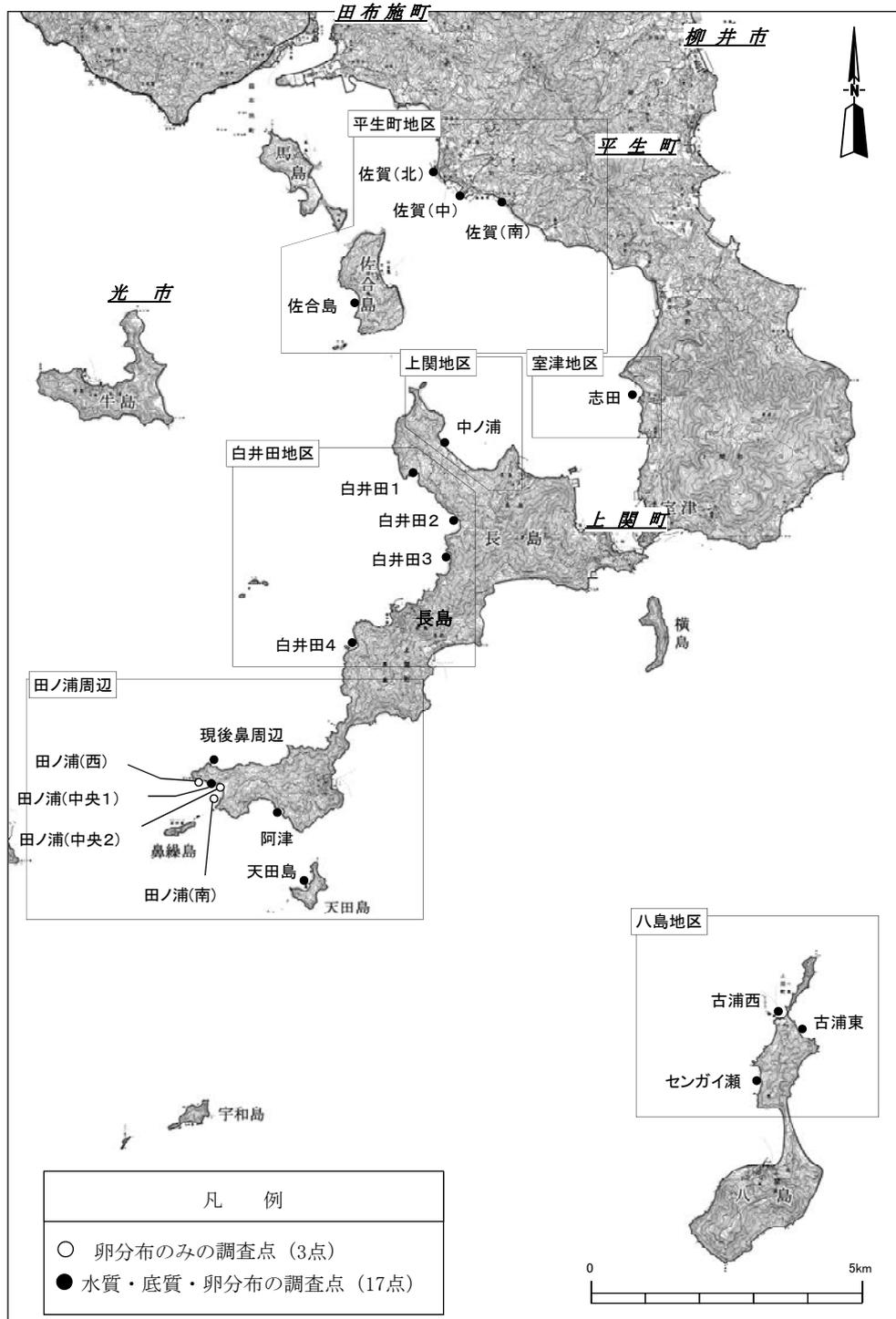
海底上0.1m層の海水と海底の砂泥を潜水士が直接容器に採取して、水質は水温、塩分、水素イオン濃度(pH)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)、アンモニア態窒素(NH₄-N)、亜硝酸態窒素(NO₂-N)、硝酸態窒素(NO₃-N)、リン酸態リン

第1表 長島周辺海域におけるフシナシミドロ属植物の調査時期

調査地点		調査日
田ノ浦周辺	田ノ浦	2011年 5月10日
	阿津	5月10日
	天田島	5月10日
	現後鼻周辺1,2	5月11日
上関地区	中ノ浦	4月27日, 5月11日
室津地区	志田	4月27日
白井田地区	白井田1	5月11日
	白井田2	5月11日
	白井田3	5月11日
	白井田4	5月11日
八島地区	古浦東	4月26日
	古浦西	5月12日
	センガイ瀬	4月26日, 5月12日
平生町地区	佐賀1,2,3	4月29日
	佐合島	4月29日



第1図 長島周辺海域におけるフシナシミドロ属成体の調査地点



第2図 フシナシミドロ属卵, 水質, 底質の調査地点

(PO₄-P) を、底質は粒度組成、化学的酸素要求量 (CODsed)、全硫化物 (T-S)、強熱減量 (IL) を測定した。各項目の測定方法を、第2表、第3表に示した。

結果

種の査定 フシナシミドロ属は卵生殖で、生育域 (淡水産、海産の別)、形態 (特に生卵器と造精器の大きさと形) 等に基づいて種の査定がなされて

第2表 水質測定・分析の項目と方法

項目	測定・分析方法	定量限界値	準拠元
水温	電気抵抗温度計	—	海洋観測指針 (1999)
塩分	サリノメーター	—	海洋観測指針 (1999)
PH	ガラス電極法	—	JIS K 0102 (2008)
T-N	ペルオキシニ硫酸カリウム分解後、銅・カドミウムカラム還元ナフチルエチレンジアミン吸光光度法	0.05 mg/L	JIS K 0102 (2008)
T-P	ペルオキシニ硫酸カリウム分解後、アスコルビン酸還元—モリブデン青吸光光度法	0.003 mg/L	JIS K 0102 (2008)
NH ₄ -N	インドフェノール青吸光光度法	0.003 mg/L	海洋観測指針 (1990)
NO ₂ -N	スルファニルアミド・エチレンジアミン吸光光度法	0.001 mg/L	海洋観測指針 (1990)
NO ₃ -N	銅・カドミウムカラム還元—スルファニルアミド・エチレンジアミン吸光光度法	0.002 mg/L	海洋観測指針 (1990)
PO ₄ -P	アスコルビン酸還元—モリブデン青吸光光度法	0.002 mg/L	海洋観測指針 (1990)

第3表 底質測定・分析の項目と方法

項目	測定・分析方法	定量限界値	準拠元
粒度組成	フルイ分けおよび沈降法	—	JIS A 1204 (2000)
CODsed	過マンガン酸カリウムによる酸素消費量	0.1 mg/g乾泥	環水管127号 (昭和63年)
T-S	蒸留—滴定法	0.01 mg/g乾泥	環水管127号 (昭和63年)
IL	600°C強熱による重量法	0.10 %	環水管127号 (昭和63年)

いる (Abbott and Hollenberg, 1976)。

持ち帰った藻体試料は、海産種であり、雌雄同株であることおよび接合子が凸レンズ状 (角度によって楕円形や円形に見える) であることなど (第3図, 第4表) から, *V. piloboloides* と査定された。

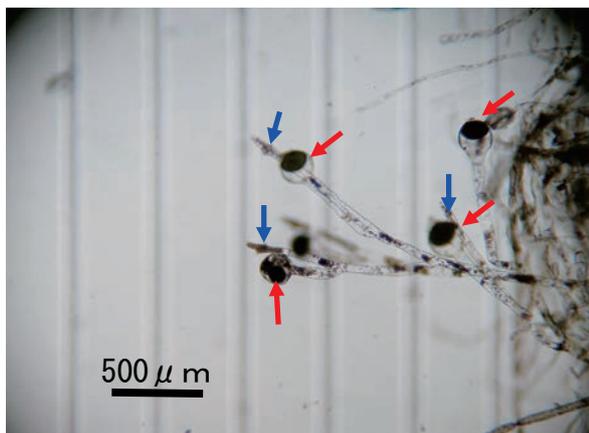
今回の調査海域で採集された藻体試料は、全て *V. piloboloides* であり、先に生育していたと情報のあったウミフシナシミドロ *V. longicaulis* は、今回採集した試料からは確認されなかった。

成体の生育状況 全18調査地点 (第1図) のうち12調査地点 (田ノ浦周辺の田ノ浦, 阿津, 天田島, 現後鼻周辺1, 2, 上関地区の中ノ浦, 白井田地区の白井田1, 八島地区の古浦西, 平生町地区の佐賀1, 2, 3) で *V. piloboloides* の生育が確認された (第5表)。分布水深は、概ね2~8mであったが、田ノ浦では水深16m以深においても生育がみられた。生育個所の周辺には、アマモ *Zostera marina* およびコアマモ *Z. japonica* が群落を形成

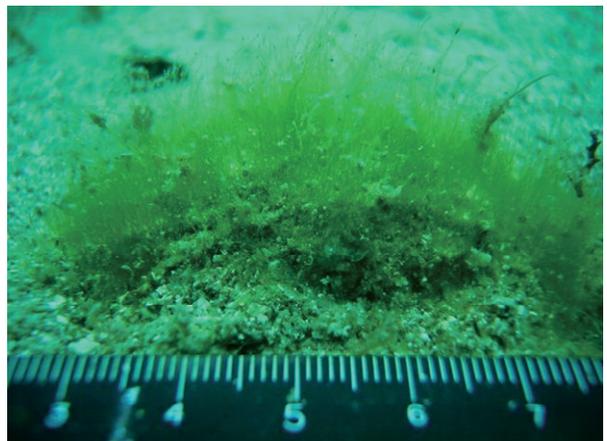
第4表 調査範囲で採集したフシナシミドロ属植物とウミフシナシミドロ *V. longicaulis*, *V. piloboloides* の形態比較

形質	<i>V. longicaulis</i>	<i>V. piloboloides</i>	採集試料
生育域	海産	海産	海産
藻体	直径33~60 μ mの糸状藻体	直径40~60 μ mの糸状藻体, わずかに分岐	直径30~60 μ mの糸状藻体
雌雄性	雌雄異株	雌雄同株	雌雄同株
造精器	直径45~60 μ m, 長さ336~730 μ mの円筒形, 枝の先端に支持細胞を介して形成	円筒形ないし円錐形で, 枝の先端に空細胞で分離されて形成	円錐形で, 枝の先端に空細胞で分離されて形成
生卵器	直径110~165 μ m, 長さ275~440 μ mのこん棒状, 側枝の先端に形成	直径140~210 μ m, 長さ320~500 μ mのこん棒状, 先端ないしは造精器に近い短い枝状に形成	造精器に近い短い枝に形成
接合子	ほぼ球形, 肥大した生卵器の末端部に形成	直径105~145 μ m, 長さ75~110 μ mの凸レンズ状, 厚い膜, 生卵器末端に着く	直径130 μ m前後の凸レンズ状, 角度によって楕円形や円形に見える
文献	Abbott and Hollenberg, 1976	Taylor, 1957	—

第3図 長島周辺海域で採集したフシナシミドロ属藻体; 青矢印は造精器, 赤矢印は接合子を持つ生卵器



第4図 長島周辺海域の調査地点でみられた *V. piloboloides* のパッチ



していることが多かった。

また、海底に砂漣がみられた場所では、*V. piloboloides* の生育はみられなかった。生育の有無と淡水流入の有無との間に特に注目される関係はなかった。

調査海域における本種の成体は、糸状の藻体が海底の砂泥を噛むように生育し、直径数cmのパッチとなって点在していた（第4図）。

卵の分布状況 採集された卵は、いずれも凸レンズ状(角度によって楕円形や円形に見える)であったことから、*V. piloboloides* のものと判断した（第5図）。

卵が採集されたのは、全20調査地点（第2図）のうち、9調査地点（田ノ浦周辺の田ノ浦（西）、田ノ浦（中央1）、田ノ浦（中央2）、阿津、現後鼻周辺、白井田地区の白井田1、平生町地区の佐賀（北）、八島地区の古浦東、センガイ瀬）であつ

第5表 調査地点における *V. piloboloides* 成体の生育の有無と生育地の状況

調査地点	生育	水深 (m)	生育場の特徴	淡水流入	砂漣
田ノ浦周辺 田ノ浦	有り	6.2 ~ 16.0	ガラモ場と砂地の境界から沖側	有り	無し
阿津	有り	5.8 ~ 6.2	ガラモ場と砂地の境界	有り	有り (一部)
天田島	有り	4.0 ~ 5.5	アマモ場内	無し	無し
現後鼻1,2	有り	5.5 ~ 8.1	ガラモ場と砂地の境界	無し	無し
上関地区 中ノ浦	有り	2.5 ~ 2.9	アマモ場縁辺部	無し	無し
室津地区 志田	無し	—	—	有り	有り
白井田地区 白井田1	有り	4.9 ~ 5.0	ガラモ場と砂地の境界	無し	無し
白井田2	無し	—	—	無し	有り
白井田3	無し	—	—	無し	有り
白井田4	無し	—	—	無し	有り
八島地区 古浦東	無し	—	—	無し	有り
古浦西	有り	2.9 ~ 4.3	アマモ場内から沖側	無し	無し
センガイ瀬	無し	—	—	無し	有り
平生町地区 佐賀1,2,3	有り	2.9 ~ 5.7	アマモ、コア アマモ場内から 縁辺部	有り	無し
佐合島	無し	—	—	無し	有り

た(第6表)。このことから、*V. piloboloides* が、この海域の広範囲で繁殖していることが明らかになった。

卵が採集された9地点のうち、6地点では、同時に成体の生育が確認された。成体の生育がみられず、卵のみがみられた3地点では、成体の流失、他所からの卵の移送などが考えられた。

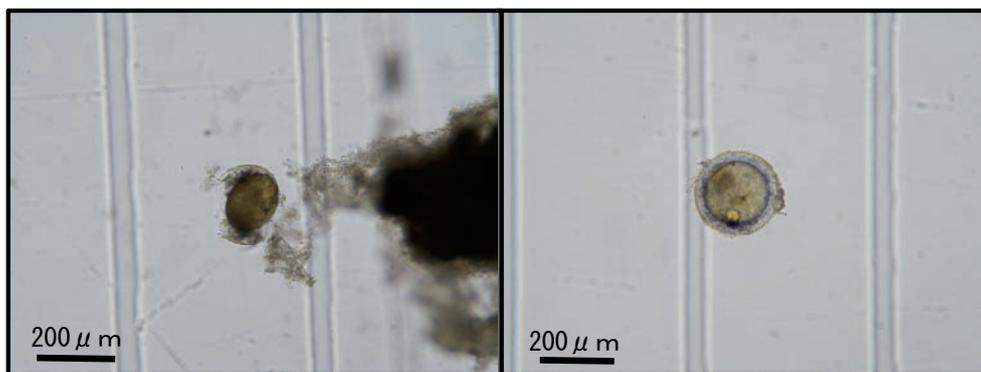
第6表 長島周辺海域の底質から採集した *V. piloboloides* 卵数

調査点		卵数 /0.01m ²	成体
田ノ浦周辺	田ノ浦		
	田ノ浦(西)	16	有り
	田ノ浦(中央1)	24	有り
	田ノ浦(中央2)	8	無し
	田ノ浦(南)	0	有り
	阿津	8	有り
	天田島	0	有り
	現後鼻周辺	16	有り
上関地区	中ノ浦	0	有り
室津地区	志田	0	無し
白井田地区	白井田1	16	有り
	白井田2	0	無し
	白井田3	0	無し
	白井田4	0	無し
八島地区	古浦東	8	無し
	古浦西	0	有り
	センガイ瀬	8	無し
平生町	佐賀		
	佐賀(北)	16	有り
	佐賀(中)	0	有り
	佐賀(南)	0	有り
	佐合島	0	無し

生育環境 各調査地点の海底上0.1m層において、水温は12.6~16.0℃、塩分は32.92~34.00、水素イオン濃度(pH)は8.1~8.2、全窒素(T-N)は0.13~0.48mg/L、全リン(T-P)は0.014~0.056mg/L、アンモニア態窒素(NH₄-N)は0.004~0.060mg/L、亜硝酸態窒素(NO₂-N)は検出限界(0.001mg/L)未満、硝酸態窒素(NO₃-N)は0.004~0.009mg/L、リン酸態リン(PO₄-P)は0.004~0.018mg/Lであった。これらの水質項目と *V. piloboloides* の成体の生育および卵の存在の間に、特に注目される関係はみられなかった。

底質の粒度組成は、いずれの調査地点とも粗砂分(粒径0.425~2.000mm)と細砂分(粒径0.075~0.425mm)が大きな割合を占め(粗砂分+細砂分割合66~99%)、調査地点によって礫分(粒径2.000mm以上)ないしはシルト分(粒径0.005~0.075mm)が混じったが、粒度組成と *V. piloboloides* の成体の生育の間に、特に注目される関係はみられなかった。

各調査地点の底質において、化学的酸素要求量(CODsed)は0.4~3.7mg/g乾泥、全硫化物(T-S)は定量限界(0.01mg/g乾泥)未満~0.05mg/g乾泥、強熱減量(IL)は1.3~4.7%であった(第7表)。粒度組成以外の底質の各値は、*V. piloboloides* の成体の生育がみられた調査地点で、比較的高い値を示す傾向があった。



第5図 長島周辺海域の底質から採集した *V. piloboloides* 卵

考 察

瀬戸内海西部の長島周辺海域で成体の生育と繁殖が確認された *V. piloboloides* は、本邦ではこれまでに生育が知られていないことから、今回の調査結果が日本初記録となる。

V. piloboloides の基準産地はフランス（ノルマンディー）で、他にヨーロッパ（アイルランド、イギリス、イタリア、ノルウェー、ルーマニア、スペイン、フランス）、北アメリカ（アメリカ合衆国コネチカット州）、北大西洋島嶼（バミューダ諸島）、南アメリカ（ベネズエラ）、アフリカ（ジブチ）、南西アジア（インド、クエート、パキスタン）、オーストラリア（南オーストラリア州）で生育の記録がある（algaeBASE, <http://www.algaebase.org/>, 2012年7月4日閲覧）。このように多様な海域で記録されていることから、水温等の生育条件はある程度の広い範囲に及ぶと推察された。

今回の調査海域における生育地では、砂漣の形成がみられなかった。また、底質の化学的酸素要求量等が比較的高い値を示し、有機物等が堆積しやすい場所とみられた。このことから、*V. piloboloides* の生育には、波浪等の海水の動きによる砂泥の動きが大きいところではなく、静穏な海域が適すと考えられた。

V. piloboloides は、小さなパッチをなして、砂泥底に点在して生育することから、通常的环境調査で用いられる藻場分布の測線調査法等では把握され難いとみられ、これまでに実施された環境調査等では、本種の生育が記録から漏れている可能性が考えられた。

以上のことから、今後、静穏な砂泥底海域を中心に、*V. piloboloides* に焦点を絞った調査が実施されれば、これまで生育が知られていない本邦の海域でも、広く生育が確認される可能性は高いと考えられた。

第7表 調査地点の底質における化学的酸素要求量（CODsed）、全硫化物（T-S）、強熱減量（IL）

調査点	CODsed (mg/g乾泥)	T-S (mg/g乾泥)	IL (%)	水深 (m)	成体	
田ノ浦周辺	田ノ浦	2.2	0.01	4.1	6.7	有り
	阿津	2.0	0.01	3.5	6.2	有り
	天田島	3.1	0.03	3.9	4.5	有り
	現後鼻周辺	2.9	0.01	4.7	5.5	有り
上関地区	中ノ浦	1.7	ND	1.8	2.9	有り
室津地区	志田	0.5	ND	2.2	3.5	無し
白井田地区	白井田1	2.6	0.03	2.8	4.9	有り
	白井田2	0.4	ND	2.8	3.3	無し
	白井田3	0.8	ND	2.8	3.2	無し
	白井田4	0.5	ND	1.3	2.4	無し
八島地区	古浦東	1.1	ND	1.9	2.0	無し
	古浦西	3.7	0.04	2.5	4.3	有り
	センガイ瀬	0.8	ND	2.6	6.5	無し
平生町	佐賀（北）	1.8	ND	1.6	4.6	有り
	佐賀（中）	3.7	0.05	1.9	2.9	有り
	佐賀（南）	3.3	0.01	2.1	5.6	有り
	佐合島	0.5	ND	1.6	2.1	無し

ND：検出限界（0.01mg/g乾泥）未満

謝 辞

筆者らは、初期の原稿の段階から有益なご助言をくださった（公財）海洋生物環境研究所中央研究所太田雅隆博士、道津光生博士に謹んで感謝の意を表す。

引用文献

Abbott, I. A. and Hollenberg, G. J. (1976). *Marine Algae of California*. 827 pp. Stanford University Press, Stanford, California.
環境省 (2010). 改訂レッドリスト付属説明資料藻類, 38 pp.
沖縄県 (2006). 改訂・沖縄県の絶滅のおそれのある野生生物(菌類編・植物編)ーレッドデー

タおきなわー, 510 pp.

瀬川宗吉・太田国光 (1951). 博多湾の海藻についての二三の知見. 九州大学農学学藝雑誌, 13, 282-285.

瀬川宗吉・香村眞徳 (1960). 琉球列島海藻目録. 琉球大学普及叢書, 17号, 72pp. (沖縄県(2006)より再引用)

Taylor, W. R. (1957). *Marine Algae of the Northeastern Coast of North America*, rev. ed. 509pp. The University of Michigan Press.

山岸高旺 (1959). 日本産フシナシミドロ属. 植物研究雑誌, 34, 72-85.

山岸高旺 (1963). 淡路島産フシナシミドロ属. 植物研究雑誌, 38, 334-336.

山岸高旺 (1965). 数種の塩田産フシナシミドロについて. 植物研究雑誌, 40, 148-155.