

和歌山県沿岸域における麻ひ性貝毒プランクトン *Protogonyaulax catenella* の分布と出現[※]

竹内 照文

Protogonyaulax 属のうち日本で確認されている種は6種あり¹⁾、このうち、*P. tamarensis* と *P. catenella* が麻ひ性貝毒プランクトンとして各地でモニタリングされている。分布域は概ね *P. tamarensis* が東日本沿岸域、*P. catenella* が西日本沿岸域と区分され¹⁾、そして、この2種による貝毒事例が全国各地で起っている²⁾。*P. tamarensis* が低密度の出現で貝類を毒化させている^{3,4)}のに対して、*P. catenella* では赤潮を形成する密度に達し⁵⁻⁷⁾、貝類事例のみならず、養殖魚に被害を及ぼすこともある⁸⁾。

そこで、この種の出現を監視することは食品衛生面だけでなく、養殖業の振興にとっても重要なことである。しかし、*P. catenella* の分布域や出現状況については詳細に報告された例はあまりみない^{5,6,9)}。

筆者らは1980年以来、水産庁の委託による重要貝類等毒化点検調査事業や重要貝類毒化対策事業を行い県下の沿岸域における *Protogonyaulax* 属の出現状況を調査してきた。

ここでは沿岸域で多く出現した *P. catenella* の分布状況、出現時期及び本種の出現と水温、塩分の関係について検討したので報告する。

方 法

調査は図1に示す6水域で行った。各水域には定点とともに分布状況を知るための補助点を設置した。

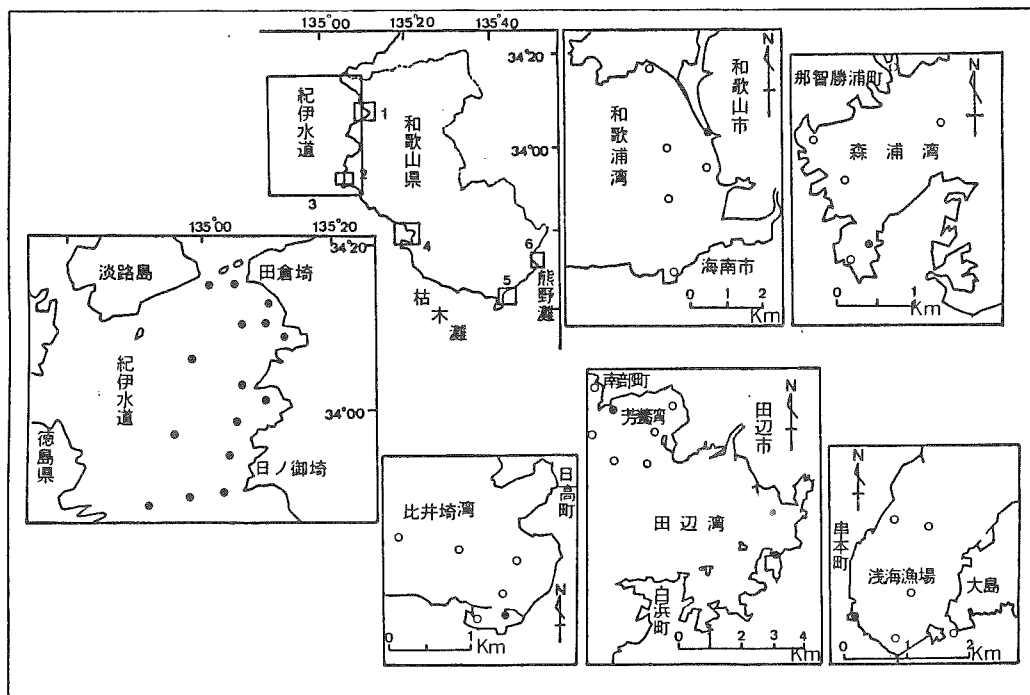


図1 調査水域と定点
○：補助点

※ 重要貝類等毒化点検調査事業費と重要貝類毒化対策事業(毒化モニタリング調査)費による。

表1 調査の実施状況

水域	調査期間	調 査 回 数											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
和歌浦湾	1981~1987年	1	1	5	7	8	10	7		1	1	1	1
比井崎湾	1983、1984年			1	2	2	3	2					
紀伊水道	1980~1983年	3	3	3	3	3	4	4	2	2	3	2	3
芳養湾	1981~1987年	4	5	10	9	15	19	16	5	5	5	3	4
串本浅海漁場	1983~1987年			4	4	4	2	5	1	1	1		
森浦湾	1981~1987年	1	2	6	7	12	10	10	1	1	1	1	1

調査の実施状況は表1に示したが、調査頻度は水域により若干異なっており、紀伊水道は毎月1回の割合で調査したが、その他の水域では3~7月頃に集中して行った。

調査項目は水温、塩分と*P.catenella*であり、採水は紀伊水道では0、10mの2層、また、その他の水域は0mと3.5、Bottom-1mのうち1~3層を組み合わせて行った。

P.catenella は海水1ℓを採水後、20~30mlに濃縮し、1ml中の細胞数を計数した。濃縮は1983年までのサンプルでは1%ホルマリンで固定後、静置と上ずみ液の除去をしながら、また、1984年以降はろ過器(5μmのフィルター使用、重力落下)を用いて行った。

細胞の観察は位相差顕微鏡で行った。

結 果

1. 細胞の観察

P.catenella は体長24~38μm、体幅24~43μm、体長と体幅の比が0.8~0.9でやや横長の扁平な細胞である(Plate No.1)。細胞質には黄褐色の色素体が多数あり、赤道面に核が観察された。横溝は腹側中央で横溝1個分の上下のズレがみられた(Plate No.2,3)。細胞表面には鎧板があり、配列は1^{po}、4'、6''、6^c、5'''、2''''、1^{sp}であった。鎧板の頂上には腹側に尖った五角形の頂小板があり、その中に釣針形をした頂孔、閉鎖小板と前部接続孔が認められた(Plate No.6)。また、最下部の後縦溝板には後部接続孔が観察された(Plate No.7)。頂板1'には腹孔が認められなかった。

出現初期で低密度のサンプルには単細胞のものが多かったが、盛期には2連鎖や4連鎖の細胞が多く、最高8連鎖細胞まで観察された(Plate No.5)。このようなサンプルには栄養細胞に混じって、濃黄褐色で体長41~49μm、体幅37~41μmの縦長の大型細胞(Planozygote^{10,11})が観察された(Plate No.4)。更に、消滅直前の末期の群集では単細胞が多くなった。

なお、*Protogonyaulax* 属のうち*P.catenella*の他に*P.fratercula*(Plate No.8)が1981年9月の紀伊水道のサンプルから、 $1.6 \times 10^2 \sim 3.2 \times 10^3$ cells / ℓ 検出された。

2. 各水域での*P.catenella*の出現状況

(1) 和歌浦湾

P.catenella は3~5月と10月に出現していたが、 10^3 cells / ℓ以下(Max 3.9×10^3 cells / ℓ)の密度であった(図2)。出現時の水温は12.5~22.2℃、塩分は32.6~33.8‰であった(図3)。しかし、この出現範囲内でも検出されない時の方が多かった。

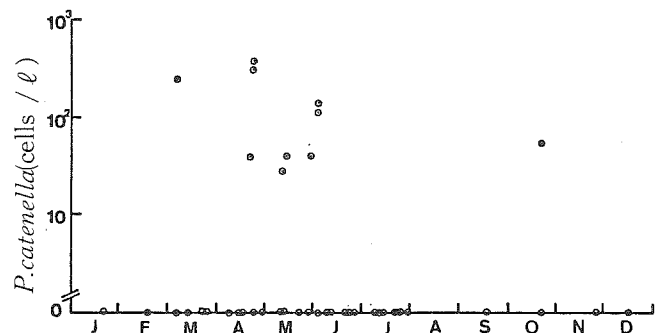


図2 和歌浦湾での*P.catenella*の出現状況

※ 5m以浅水による。

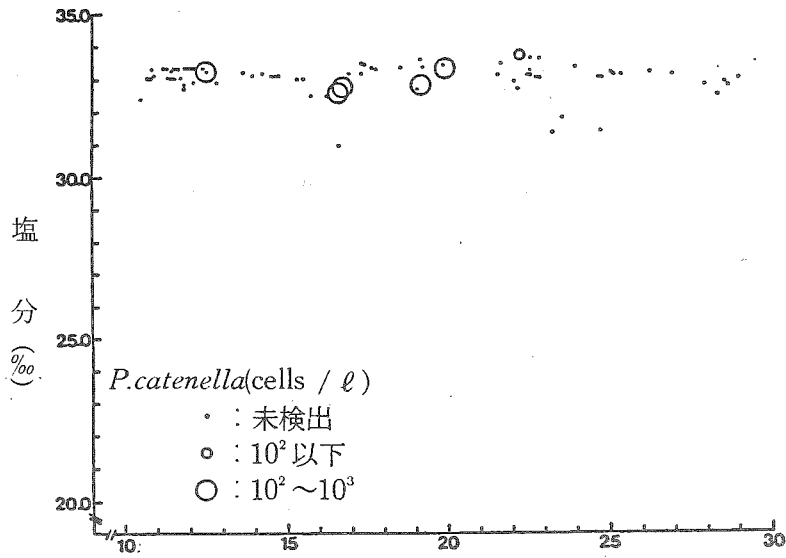


図3 和歌浦湾における *P. catenella* の出現と水温、塩分の関係
 ※ 5m以浅水による。 ※※ 1981~1983年の値を使用

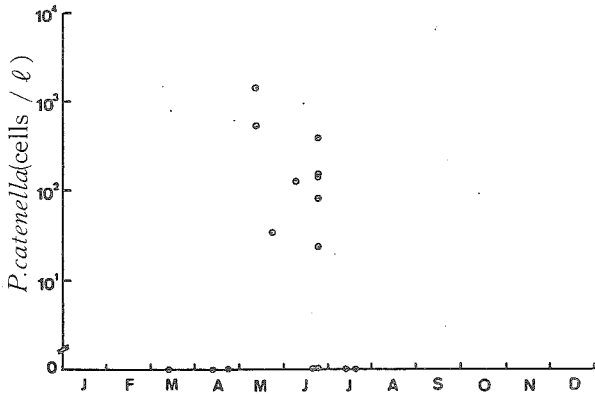


図4 比井崎湾での *P. catenella* の出現状況
 ※ 5m以浅水による

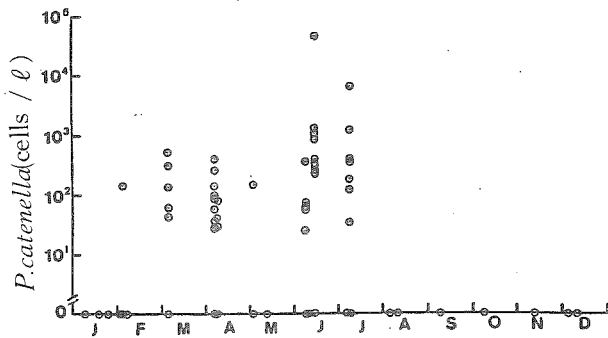


図5 紀伊水道での *P. catenella* の出現状況
 ※ 0、10m層の値による

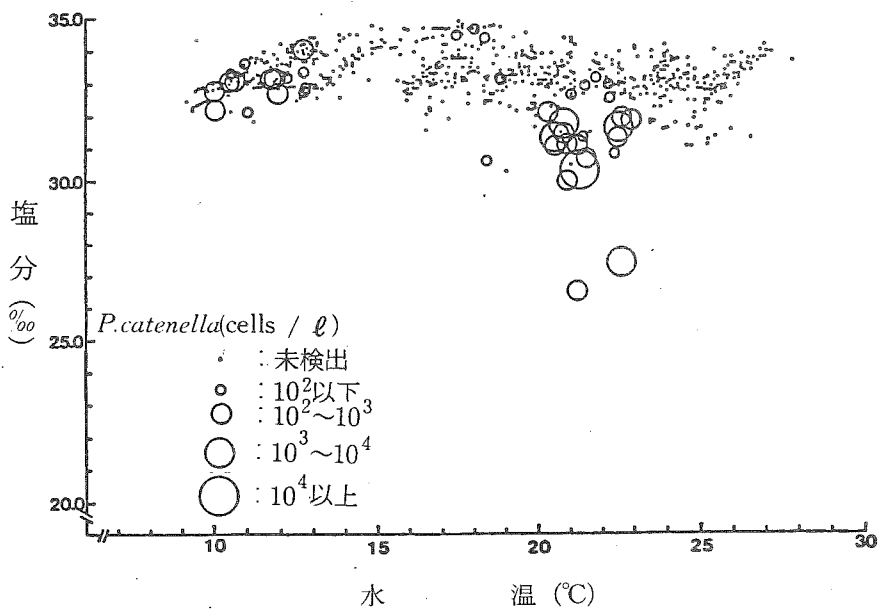


図6 紀伊水道における *P. catenella* の出現と水温、塩分の関係
 ※ 0、10m層の値による

(2) 比井崎湾

P. catenella は5、6月に出現し、最高は 1.2×10^3 cells / ℓ であった。また、5、6月は80%以上のサンプルで出現し、本種の出現頻度は非常に高かった(図4)。

(3) 紀伊水道

P. catenella は2月から7月まで出現し、6、7月が出現頻度と密度(Max 4.8×10^4 cells / ℓ)が最も多かった(図5)。出現時の水温は $10.0 \sim 23.0^\circ\text{C}$ であったが、このうち、 $20.0 \sim 23.0^\circ\text{C}$ で高密度に出現する傾向がみられた。また、塩分は $26.5 \sim 34.7\text{‰}$ であったが、 $20.0 \sim 23.0^\circ\text{C}$ の範囲では 32.0‰ 以下の低塩分域で高密度に出現していた(図6)。

出現頻度の高かった4回について *P. catenella* の出現と表面塩分の分布を図7に示した。1980年6月には表面塩分が $30.0 \sim 32.0\text{‰}$ の内湾域で高密度に出現し、 32.0‰ 以上の定点では検出することができなかった。また、和歌浦湾では 4.8×10^4 cells / ℓ になっていたが、この調査から2日後の6月14日には湾奥南部域で 3.5×10^6 cells / ℓ に達して赤潮を形成していた¹²⁾。1980年7月は徳島県側から中央部に向けて低塩分水が浸入し、この影響域でやや高密度に出現する傾向がみられた。一方、1982年の4月と6月は 10^3 cells / ℓ 以下で分布し、出現数は少なかったが、北東部の低塩分域で出現頻度が高かった。

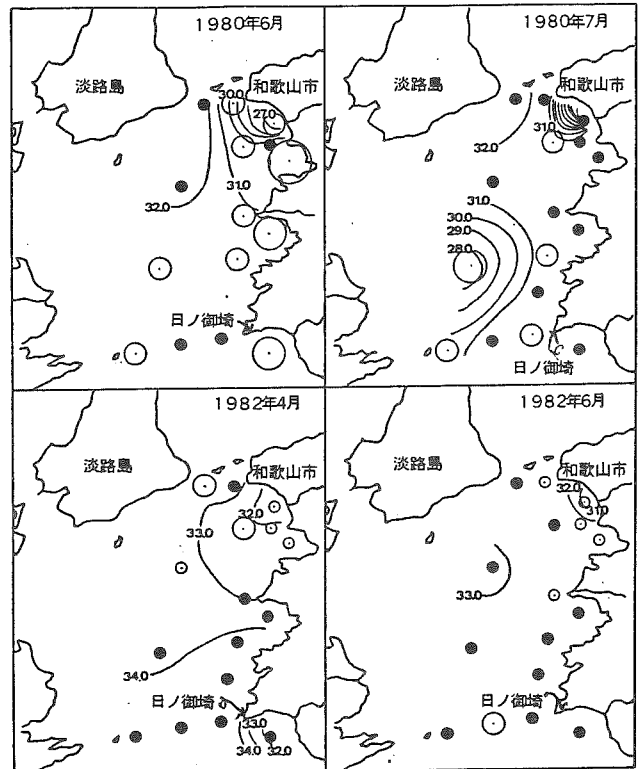


図7 *P. catenella* の出現と表面塩分の分布

(4) 芳養湾

P. catenella は3月頃から徐々に増加しはじめ、5月には出現頻度が高く、最も高密度(Max 3.2×10^3 cells / ℓ)になった。その後、急激に減少し、夏場の高水温期(8、9月)には検出できなかった。また、秋季(10月)には1例だけ出現していた(図8)。

出現時の水温は $13.0 \sim 25.9^\circ\text{C}$ で、 24.0°C 以上になると検出されないことが多かった。また、 10^3 cells / ℓ 以上の出現は $20.1 \sim 24.1^\circ\text{C}$ であった。塩分は $26.1 \sim 34.7\text{‰}$ であり、 33‰ 台で最も高密度に出現していた(図9)。

P. catenella (cells / ℓ)

- : 未検出, ○ : 10^2 以下, ○ : $10^2 \sim 10^3$
- : $10^3 \sim 10^4$, ○ : 10^4 以上

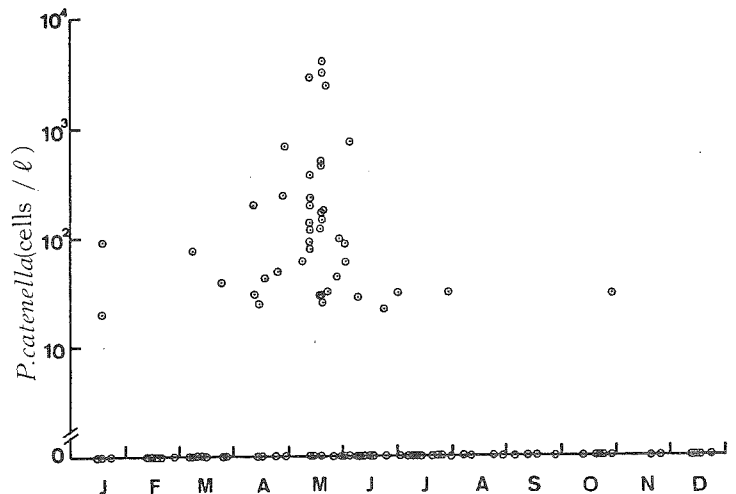


図8 芳養湾での*P. catenella* の出現状況

※ 5 m以浅水による

(5) 串本浅海漁場

P. catenella は4月から7月に出現

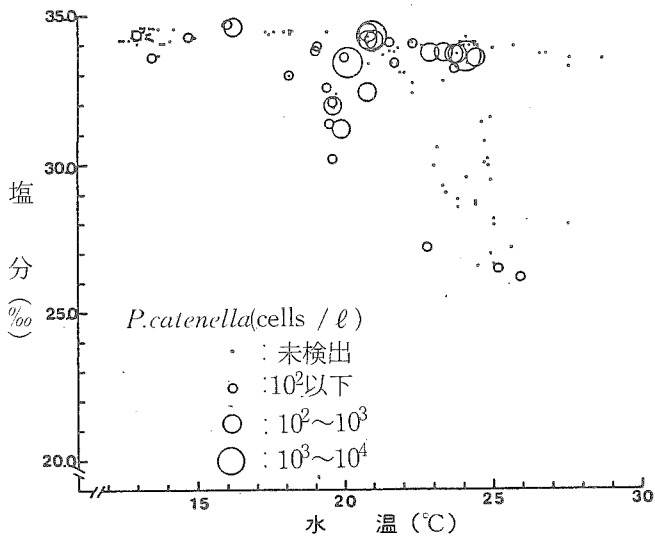


図9 芳養湾における*P. catenella*の出現と水温、塩分の関係
※ 5 m以浅水による。 ※※ 1981~'84年の値を使用

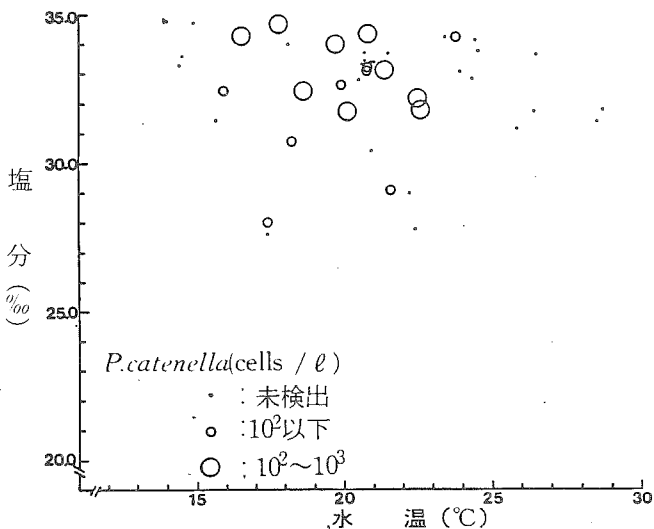


図11 串本浅海漁場における*P. catenella*の出現と水温、塩分の関係
※ 5 m以浅水による

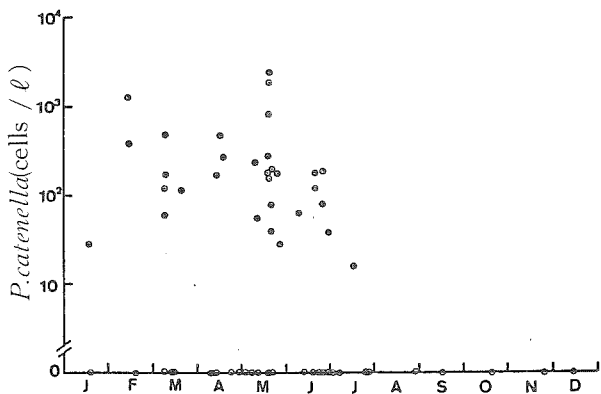


図12 森浦湾での*P. catenella*の出現状況
※ 5 m以浅水による

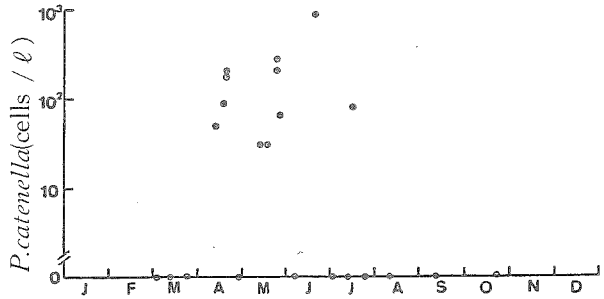


図10 串本浅海漁場での*P. catenella*の出現状況 ※ 5 m以浅水による

していたが、すべて 10^3 cells / ℓ 以下(Max 9.0×10^2 cells / ℓ)の密度であった。しかし、4、5月は出現頻度が90%で非常に高かった(図10)。出現時の水温は15.4~23.8℃、塩分は28.0~34.7‰であった(図11)。

(6) 森浦湾

P. catenella は1月から7月に出現し、3月から6月の間に出現頻度が高かった。また、2月と5月には最高で 10^3 cells / ℓ 以上になっていた(図12)。出現時の水温は14.4~26.8℃であったが、15℃付近と19~22℃の範囲で出現頻度が高く、しかも、高密度に出現する傾向がみられた。また、22℃以上になると検出できないことが多くなった。塩分は17.3~34.7‰で、水温の上昇とともに低塩分域で出現頻度の高くなる傾向がみられた。

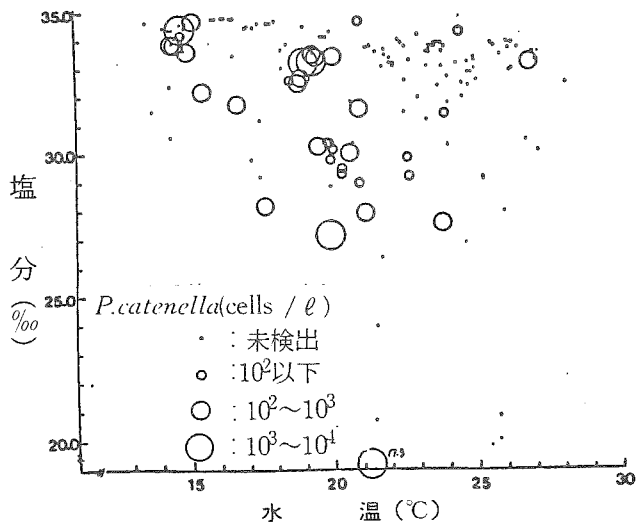


図13 森浦湾における*P. catenella*の出現と水温、塩分の関係
※ 5 m以浅水による

考 察

Protogonyaulax 属のうち *P.catenella* と *P.fratercula* が出現していたが、隣接水域である徳島県沿岸¹⁾や播磨灘⁷⁾で確認されている *P.tamarensis* は検出されなかった。*P.tamarensis* の出現水温は15°C以下^{3,4,13)}であることが多く、当県沿岸域の北部では冬季の水温が若干この範囲に入るが、短期間であり、しかも、周年にわたって高水温に推移していることが *P.tamarensis* の出現しない原因になっていると考えられ、また、和歌浦湾と田辺湾で採取したシストはすべて *P.catenella* であり、*P.tamarensis* は発芽してこなかった¹⁴⁾。

P.catenella の形態は福代^{1,9)}により詳細に観察され、日本の沿岸各地から採集した細胞では体長21~48 μm 、体幅23~48 μm 、体長と体幅の比が0.65~1.14で上下に扁平された形をしていると報告している。また、小野¹⁵⁾は播磨灘から採取したものでは体長26~42 μm 、体幅29~34 μm であると報告しており、ここでの標本もこれらとほぼ一致していた。また、鑑板の数や形(特に、頂小板、後縦溝板と腹孔の有無)は福代¹⁾の示している分類基準を満足するものであった。

P.catenella 6水域すべてに出現していた。これは隣接する徳島県沿岸⁶⁾や香川県沿岸⁷⁾での状況とほぼ一致していた。

また、*P.catenella* の分布密度を検討するため6水域以外の所(田辺湾[※]と紀伊水道外域から枯木灘^{※※})も含めて図14に最大出現数の分布を示した。

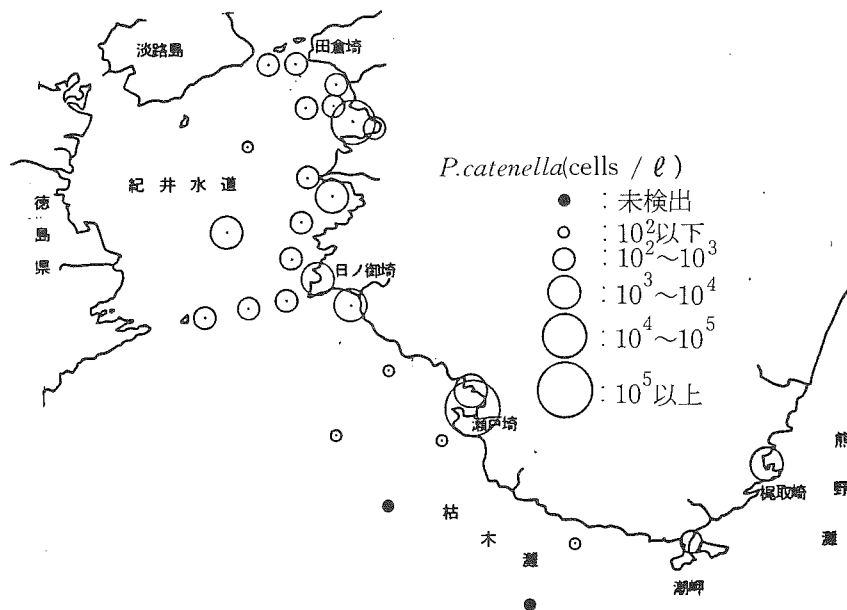


図14 県下沿岸域における *P.catenella* の分布密度
※ 各水域、定点とも最大出現数で示す。

内湾域では田辺湾が最も多く、ここではほぼ毎年のように赤潮状の密度に達している⁵⁾。和歌浦湾は通常は 10^3 cells / ℓ 以下の出現であったが、1980年6月(図7)にみられるように 10^4 cells / ℓ 以上の密度で出たり、また、赤潮を形成したこともある¹²⁾。次に、比井崎湾、芳養湾や森浦湾では 10^3 cells / ℓ 、串本浅海漁場では 10^2 cells / ℓ のオーダーで出現していた。一方、沿岸域では紀伊水道域が多く、ここでは 10^3 cells / ℓ 以上に出現する定点もみられた。また、紀伊水道外域から枯木灘に面した水域でも 10^2 cells / ℓ 以下の密度で出現していることが確認された。徳島県沿岸域では太平洋岸も含めて

※ 重要貝類毒化対策事業(毒化予知手法開発研究)による。

※※ 重要貝類毒化対策事業(広域分布調査)による。

多くの水域で 10^5 cells / ℓ 以上で出現していることが知られており⁶⁾、田辺湾を除くと当県沿岸域での分布密度は少なかった。

また、*P. catenella* は田辺湾では湾奥東部域が種場になり、この水域で増殖し、湾中央、湾口へと輸送、拡散されることが知られている⁵⁾。ここでの結果、*P. catenella* は内湾域に多く、沿岸域で少なくなる分布傾向がみられたが、このことは田辺湾⁵⁾と同様に、本種が各地先ごとに内湾域で増殖し、沿岸、沖合域へと拡散されているのではないだろうか。

次に、*P. catenella* が赤潮を形成したことのある田辺湾と和歌浦湾を比べると周年を通しての出現量では両水域の間に2~3オーダーの差があった。一方、シスト分布は和歌浦湾が $21\sim 105$ cells / cm^3 であるのに対して田辺湾は $463\sim 21,631$ cells / cm^3 であり¹⁴⁾、両水域には明瞭な差がみられる。*P. catenella* のシスト発芽は水温に強く支配され、適水温になると高い発芽率を示すことが知られており(竹内、未発表)、シストの分布密度が両水域での周年をとおしての栄養細胞の出現量の差を決定しているように思われる。ただ、福代ら¹⁶⁾は本種の増殖がシストの発芽数よりも水域での環境要因が重要であると報告しているし、筆者らも田辺湾での調査から同様の結果を得ている(竹内、未発表)。また、*P. catenella* 自然群集は好適条件がととのえば1日1回程度分裂することが知られている¹⁷⁾。赤潮形成には好適環境の持続することが必要であるが、和歌浦湾のように 10^3 cells / ℓ レベルの分布水域では約10日間で赤潮密度の 10^6 cells / ℓ に達することになる。一方、田辺湾のようにシストの多く分布する水域¹⁴⁾では発芽細胞による水域への補給も無視できないものと考えられ、その結果、好適環境の持続期間が短くてもよく、また、赤潮状の密度に達する回数も増加することになると推察される。

図15 水域別の*P. catenella* の出現状況

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
和歌浦湾	●	●	⊖	⊖	⊖	⊖	●	—	●	⊖	●	●
比井崎湾	—	—	●	●	⊖	⊖	●	—	—	—	—	—
紀伊水道	●	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	●	●	●	●	●
芳養湾	⊖	●	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	●	●	⊖	●	●
田辺湾	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
串本浅海漁場	—	—	●	⊖	⊖	⊖	⊖	●	●	●	—	—
森浦湾	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	●	●	●	●	●

※ 重要貝類毒化対策事業(毒化予知手法開発研究)による。

※※ *P. catenella* : cells / ℓ →

— : 未検出、● : 10 以下、⊖ : $10^1\sim 10^2$ 、⊖ : $10^2\sim 10^3$ 、⊖ : $10^3\sim 10^4$ 、● : 10^4 以上

各水域毎の出現の季節性を検討するため図15に水域毎の毎月の最大出現数を示した。田辺湾では周年にわたって出現し、しかも、出現数が他の6水域に比べて1~2オーダー多かった。また、田辺湾を除く6水域では夏~冬季にかけて検出されないこともあったが、季節変動は全水域とも似ており、概ね、次のようなパターンがみられた。すなわち、1~4月頃から出現しはじめ、昇温に伴って増加し、5、6月頃にピークを示していた。この時期には全水域で出現していた。過去の赤潮発生例をみると和歌浦湾¹²⁾や田辺湾⁵⁾では5月に出現している。また、県外では1975年1~2月に発生した三重県尾鷲¹⁸⁾のものを除くと、1976年徳島県小松島湾¹⁹⁾や1980年の香川県津田町¹⁵⁾での赤潮が6月に発生しており、当県沿岸域のピーク時期とほぼ一致していた。このことは西日本の沿岸域では5~6月頃が*P. catenella* の増殖するために最も良好な環境の形成されることを示唆している。

また、夏季の7、8月には消滅していたが、水温下降期に入って秋季には和歌浦湾や芳養湾にみられるように一時的に低密度出現していた。

次に各水域での*P.catenella* の出現水温と塩分を表2に示した。出現水温は紀伊水道が10.0~23.0°C、また、森浦湾が14.4~26.8°Cで水域毎に若干異なっていた。出現水温の下限は10.0~15.4°Cであり、紀伊水道や森浦湾ではこの付近でも多数出現していた。また、下限域は北上するに従い低下する傾向がみられたが、図3、6、9、11、13にみられるように各々がその水域での最低水温にあっていた。このことから*P.catenella*

表2 各水域ごとの*P.catenella* の出現する水温と塩分の範囲

水 域	水温 (°C)	塩分 (‰)
和歌浦湾	12.5~22.2	32.6~33.8
紀伊水道	10.0~23.0	17.0~34.7
芳養湾	13.0~25.9	26.1~34.7
串本浅海漁場	15.4~23.8	28.0~34.7
森浦湾	14.4~26.8	17.3~34.7

は本県沿岸域の温度範囲では最低水温期まで出現できる種であるといえよう。また、上限は22.2~26.8°Cであったが、森浦湾(図13)や芳養湾(図9)の数例を除くと、概ね23~25°Cであり、各水域ともこれ以上の水温になると検出されないことが多くなった。*P.catenella* の出現水温については13.7~28.3°C⁶⁾、18~26°C⁷⁾と報告されており、ここでの値は若干低水温側に偏っていた。一方、伊勢湾では11.1~11.4°Cの時に数百cells./mlの出現が観察されており¹⁸⁾、本種は水温に対して広い適応範囲をもつ種であるといえよう。田辺湾では図15に示したように*P.catenella* が周年にわたって出現していた。これは高密度に分布するシストの発芽も原因と考えられるが、本種の適応性を示すものでもあり水温に対しては広い適応範囲のもつた種であることが裏付けられた結果である。

一方、塩分は17.0~34.7‰で出現していた。これは佐々木ら⁶⁾、吉松・小野⁷⁾や河合¹⁸⁾とほぼ一致しており、水温と同様に広い適応範囲をもつことが示唆された。また、紀伊水道(図6)や森浦湾(図13)にみられるように若干低塩分域で高密度に出現する傾向がみられたが、このことについては佐々木ら⁶⁾も指摘している。

以上のように*P.catenella* の本県沿岸域における出現状況を検討してきたが、まず、本種は県下一円にわたって広く分布していることが把握された。そして、田辺湾のようにしばしば赤潮を形成する水域⁵⁾から、和歌浦湾のように通常は10³cells / lまでの密度であるが、時には赤潮を形成するような水域もある¹²⁾。このことは10³cells / l程度の出現がみられた比井崎湾、芳養湾や森浦湾などは好適環境の形成された時に赤潮を形成する可能性のあることを示唆している。更に、赤潮形成時期としては5~6月頃で20°C付近の低塩分化した環境条件が考えられ、このような時には十分に注意する必要がある。

稿を終えるにあたり*Protogonyaulax* 属の分類に関して御指導いただいた東京大学農学部・福代康夫博士に心から厚くお礼を申し上げる。また、電子顕微鏡写真の提供をいただいた水産試験場・芳養晴雄氏、現場調査と*P.catenella* の計数に協力をいただいた内水面漁業センター・中西一氏、水産試験場・小久保友義氏、現場調査に協力をいただいた水産課・吉田誠氏、山崎公男氏、宇野悦央氏と調査船「わかやま」の乗組員のみなさんに心からお礼を申し上げる。

要 約

1980年から1987年にかけて重要貝類等毒化点検調査事業と重要貝類毒化対策事業等を行い、その中から県下における*P.catenella* の出現状況を検討し、以下のことがわかった。

1. *Protogonyaulax* 属のうち*P.catenella* は県下一円にわたって分布していた。また、*P.fratercula* は1981年9月紀伊水道で出現していた。
2. *P.catenella* は和歌浦湾、比井崎湾、芳養湾と森浦湾などの内湾域で濃く、沿岸域は10¹~10³cells / lまでであった。また、黒潮系水の影響域である枯木灘でも低密度(10²cells / l)出現していた。
3. *P.catenella* は田辺湾では周年にわたって出現していたが、その他の水域では1~7月と10月に

出現していた。また、5、6月には全水域で出現し、しかも、最も高密度になっていた。

4. *P. catenella* の出現水温は10.0~26.8°Cで水域により若干異なっていた。また、20°C付近が最も高密度になり、しかも、出現頻度が高かった。塩分は17.0~34.7‰で若干低塩分域で高密度に出現する傾向がみられた。

文 献

- 1) 福代康夫、1985：貝毒プランクトンの生物学——分類と分布、貝毒プランクトン——生物学と生態学、福代康夫編、水産学シリーズNo.56、恒星社厚生閣、東京、19-30.
- 2) 橋本周久、1982：プランクトンの毒性に関する諸問題、有害プランクトン—発生・作用機構・毒成分、日本水産学会編、水産学シリーズNo.42、恒星社厚生閣、東京、9-21.
- 3) 西浜雄二・新杉新弥・佐藤七七郎、1980：1979年噴火湾における有毒渦鞭毛藻プロトゴニオラクタス(*Protogonyaulax* sp.)の消長とホタテガイによる麻痺性貝毒の蓄積と減少、北水試月報、37(6)、105-113.
- 4) Ogata, T., M. Kodama, Y. Fukuyo, T. Inoue, H. Kamiya, F. Matsuura, K. Skiguchi and S. Watanabe 1982 : The occurrence of *Protogonyaulax* spp. in Ofunato Bay, in association with the toxification of the scallop *Patinopecten yessoensis* Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., 48(4), 567-571 .
- 5) 竹内照文、1985：貝毒プランクトンの生態学—紀伊半島西岸域、貝毒プランクトン—生物学と生態学、福代康夫編、水産学シリーズNo.56、恒星社厚生閣、東京、98-108.
- 6) 佐々水正雄・秋月友治・北角 至、1981：有毒プランクトン*Protogonyaulax catenella* の出現と二枚貝の毒化現象について、昭和54年度徳島県水試事業報告、181-191.
- 7) 吉松定昭・小野知足、1983：香川県沿岸における渦鞭毛藻*Protogonyaulax* 属の出現、香川県水試試験報告No.20、23-34.
- 8) 児玉正昭・緒方武比古・山下ゆりか・古谷正美、1984：*Protogonyaulax* spp. の魚毒性、昭和59年度日本水産学会春季大会講演要旨集、P.45.
- 9) 福代康夫、1982：日本沿岸における*Protogonyaulax* の分類と生態に関する研究、東京大学博士論文、PP.220.
- 10) 吉松定昭、1981：培養による*Protogonyaulax catenella* の有性生殖1. 異株接合、日本プランクトン学会報、28、131-139.
- 11) 竹内照文・福代康夫、1984：田辺湾における*Protogonyaulax catenella* の出現生態に関する研究—II. 野外におけるシストの形成時期について、昭和59年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、P.55.
- 12) 竹内照文・中西 一、1982：和歌山県沿岸での*Protogonyaulax* sp. の出現状況—予報、昭和55年度赤潮予察調査報告書(瀬戸内海ブロック)水産庁、159-160.
- 13) 石丸 隆、1985：貝毒プランクトン—生物学と生態学、福代康夫編、水産学シリーズNo.56、恒星社厚生閣、東京、40-46.
- 14) 福代康夫、1982：昭和56年度赤潮対策技術開発試験報告書、6—内湾海域赤潮生物挙動試験(10貝毒原因渦鞭毛藻のシスト(休眠孢子)の分類及び分布に関する研究、PP.6.
- 15) 小野知足、1981：香川県沿岸で観察された*Protogonyaulax catenella*(Whedon & Kofoid)Taylor. 香川県水試試験報告第18号、21-25.
- 16) 福代康夫・渡辺 信・渡辺正孝、1982：赤潮鞭毛藻類のシスト形成と発芽II *Protogonyaulax* t-

amarensis と *P.catenella* におけるシストの発芽の季節性、国立公害研究所研究報告、30、43-52.

- 17) 竹内照文・小久保友養、1986：田辺湾における *Protogonyaulax catenella* の出現生態について — IV *P.catenella* 自然群集の増殖について、昭和61年度日本水産学会秋季大会講演要旨集、P.63.
 18) 河合 博、1976：伊勢湾における *Gonyaulax catenella* について — 1、1976年4月の発生状況、昭和51年度三重県伊勢湾水試事業報告、184-188.
 19) 佐々木正雄、1979：元根井港(小松島湾)における *Gonyaulax catenella* 類似種の発生状況について



P.catenella (No.1~7)と*P.fratercula* (No.8)

Plate の説明

1. *P.catenella* の自然群集
2. 横溝のズレ
3. 鎧板、横溝のズレ
4. Planozygote と栄養細胞
5. 8連鎖細胞
6. 頂小板
7. 後縦溝板
8. *P.fratercula*