

貝毒被害防止対策事業*

竹内 照文

目 的

田辺湾では *Alexandrium catenella* が毎年4月頃から増え始め、5月に最も高密度に出現するが、この増殖に若干遅れてヒオウギガイが毒化し始め、規制値を超えることが多い¹⁾。*A. catenella* の出現とヒオウギガイの毒化との関係を1年のスケールでみると両者は概ね対応しているが、4、5月頃に限定すると、*A. catenella* の最高密度とヒオウギガイの最高毒力の出現時期が一致しないことや、*A. catenella* の減少時に毒力が上昇することがあり、両者は必ずしも対応しない¹⁾。このようなことから二枚貝の毒化については *A. catenella* の発生量だけでなく、多くの要因が関与し、複雑な機構のもとに起こる現象であることが指摘されている^{2, 3)}。しかし、田辺湾では *A. catenella* が 10^3 cells/l 以上に増加した時にヒオウギガイの毒力が上昇し始めることや、 10^4 cells/l 以下の発生であった1988、'89年にはヒオウギガイの麻痺性貝毒 (PSP) が規制値を超えることがなかった^{4, 5)}。

現時点でヒオウギガイの毒化を予測するには *A. catenella* の発生量が重要な指標になると考えられる。そこで、*A. catenella* の発生機構を明らかにするため、今年度は、1本種の発生期における生活史各期の細胞形態である栄養細胞、運動性接合子とシストの量的関係、2本種の増減と海水交換の関係について検討したので報告する。

方 法

1 *A. catenella* の発生とヒオウギガイの毒化に関する調査

調査は図1に示す田辺湾内ノ浦のSt.Aで1月から7月まで合計20回行った。調査項目は水温、塩分と *A. catenella* の栄養細胞、運動性接合子の発生量、底泥中のシストの分布密度、トラップで採集したシスト量 (シスト形成量) およびヒオウギガイのPSPである。

採水はバンドーン採水器を用いて0、2、4、6 m と海底上1 m の5層で行い、水温 (棒状水銀温度計) と塩分 (ヨーカル社製サリノメーター Model 601 MK-III) を測定した後、*A. catenella* の検鏡に供した。*A. catenella* は採水した1 l を $5 \mu\text{m}$ のフィルターを用いて重力ろ過し、約20 ml まで濃縮した後、その1 ml 中の栄養細胞と運動性接合子を計数した。

トラップは口径85 mm の2 l 広口ポリビンを用い、海底上1 m 層に垂下した。このトラップを5~20日間隔で取り替えて試料とし、ろ過海水と超音波洗浄器を用

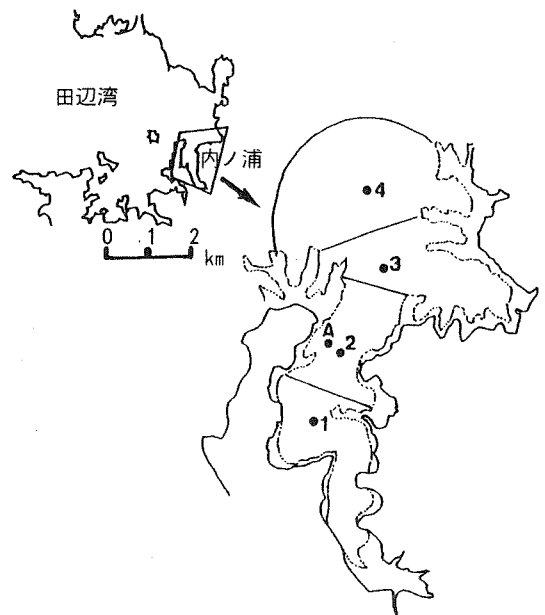


図1 調査定点

* 貝毒被害防止対策事業費による。

いて洗浄して37~125 μm画分の洗浄物を得た。これを20mlのろ過海水に懸濁させ、0.2mlずつ3~5回(合計0.6~1.0ml)計数し、計数值から1日1cm²当たりのシスト量(cells/cm²・day)に換算した。

採泥はTFO式採泥器(ポアサイズ11mm)で行い、表面泥(0~1cm深)を採取した。これらの試料はトラップの採集物と同様に洗浄処理した後、シストを計数した。

2 海水交換量調査

調査は図1のSt.1~4で、上記の調査時に同時に行った。調査項目は水温、塩分でSTD(アレック電子社製AST500-PK)を用いて、表層から底層まで0.5m間隔に測定した。

ボックスモデルは1層ボックスモデルを用い、調査水域の4定点を内ノ浦の内側(Sts.1、2)と外側(Sts.3、4)の2ブロックに区分し、この間の海水交換量を杜多ほか^{6,7)}や木村ほか^{8,9)}に従って求めた。各定点の支配領域を図中の実線で、深度別面積と容積を表1に示した。また、後背地面積

表1 定点ごとの層別面積と容積

	St.1	2	3	4
面	0.16	0.14	0.22	0.23
積	5m	0.09	0.08	0.14
	10m	0.04	0.06	0.12
	12m	0.005	0.02	0.04
容積	0.997	0.992	1.605	1.763

面積：×10⁶ m²
容積：×10⁶ m³

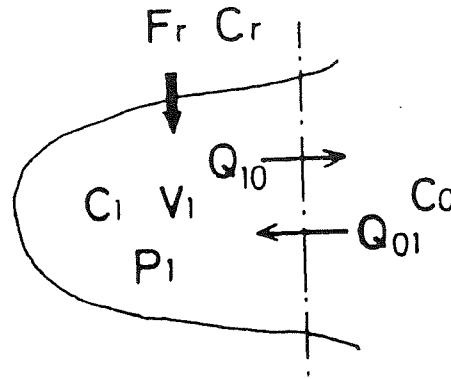


図2 塩分の収支を示す模式図⁶⁾

- Q₁₀: 湾内から湾口に向かう輸送係数 (m³/hr)
- Q₀₁: 湾口から湾内に向かう輸送係数 (m³/hr)
- Fr: 湾内への淡水流出入量の総和 (m³/hr)
- V₁: 湾内の容積 (m³)
- C₁: 湾内の塩分
- C₀: 湾口の塩分

は2.36 km³とした。ここで、湾内の物質収支を図2に模式的に示し、海水と物質の保存式は以下のとおりである。

$$Q_{10} = Q_{01} + Fr \quad \dots\dots\dots 1$$

$$V_1 \cdot dC_1 / dt = C_0 \cdot Q_{01} - C_1 Q_{10} + Fr \cdot Cr + P_1 \quad \dots\dots\dots 2$$

1、2より

$$Q_{10} = 1 / C_0 - C_1 \{ V_1 \cdot dC_1 / dt + (C_0 - Cr) Fr - P_1 \}$$

$$Q_{01} = Q_{10} - Fr$$

ここで、塩分の保存を考えると、P₁=0、Cr=0となり、

$$Q_{10} = 1 / C_0 - C_1 (V_1 \cdot dC_1 / dt + C_0 \cdot Fr)$$

また、湾内での物質の滞留の長さ、滞留時間(T)は

$$T = V_1 / Q_{10}$$

結果および考察

田辺湾内ノ浦における水温、塩分の推移を図3、また、*A. catenella*の発生量とヒオウギガイのPSPの推移を図4に示す。水温が16°C以下で推移していた4月上旬までは*A. catenella*はコンスタントに出現していたものの、発生量は 10^3 cells/l以下であった。水温は4月下旬から緩やかに上昇していたが、この時期に本種が増え始め、下旬には全層平均値が 5.5×10^3 cells/lの密度になり1回目のピークを示した。5月上旬から中旬にかけて本種はいくぶん減少したが、水温が22°C前後に達した5月下旬に再び増加して 1.1×10^4 cells/l (Max: 3.2×10^4 cells/l)になり2回目のピークを示した。また、ピーク後には、本種は緩やかに減少し、水温が25°C以上となる7月下旬には検出されなくなった。このように*A. catenella*は例年と同じ発生傾向を示し、 10^3 cells/l以上の密度で出現していた水温範囲は17~23°Cで、25°C以上では消滅していた。一方、ヒオウギガイのPSPは4月下旬までは20MU/g以下の範囲で推移していたが、*A. catenella*が 10^3 cells/l以上に増加した5月上旬から上昇し始め、規制値を超えた。また、*A. catenella*がピークを示した1週間後の5月28日に最高毒力(177 MU/g)に達したが、その後、急速に低下していた。

田辺湾内ノ浦における*A. catenella*の栄養細胞、運動性接合子の発生量とシスト形成量および底泥中のシストの分布密度の推移を図5に示す。

*A. catenella*の栄養細胞が増加し始めた4月中旬から運動性接合子が出現し、4月下旬から5月下旬には $10^2 \sim 10^3$ cells/lの密度になったが、この時、運動性接合子が全細胞中に占める割合は5.6~18.6%であった。また、5月下旬からの栄養細胞の減少期には運動性接合子も減少したが、出現率は最高48.5%で、運動性接合子が高い割合で形成されていた。シストの形成は4月中旬から認められるようになり、5月下旬には230 cells/cm²・dayの割合で形成されていた。また、底泥中のシストは4月上旬までは100 cells/cm²以下の密度で推移していたが、トラップでシストが採集されるようになった4月中旬から底泥中のシストの分布密度が増え始め、6月には450~600 cells/cm²の密度になった。

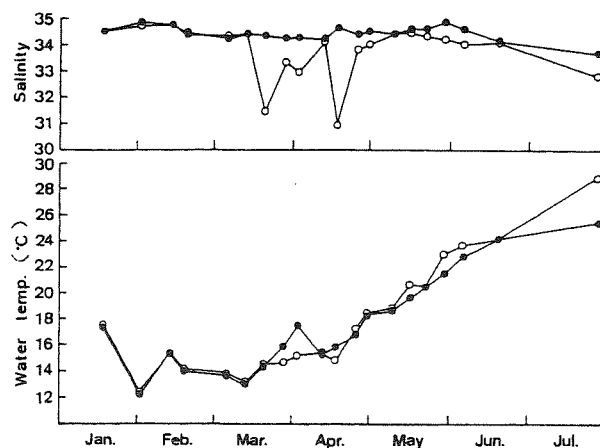


図3 田辺湾内ノ浦における水温と塩分の推移(1996年) ○: 表面水、●: 底層水

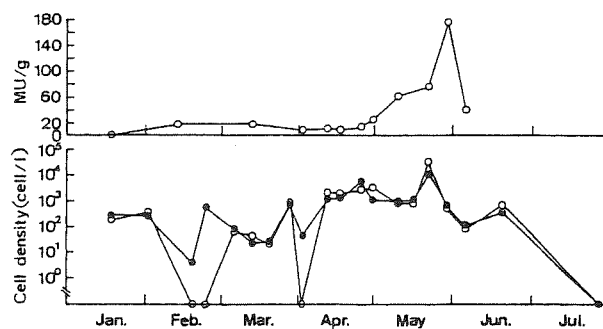


図4 田辺湾内ノ浦における*Alexandrium catenella*の発生量とヒオウギガイのPSPの推移(1996年) *A. catenella*は表面(○)と水柱平均値(●)で示す。

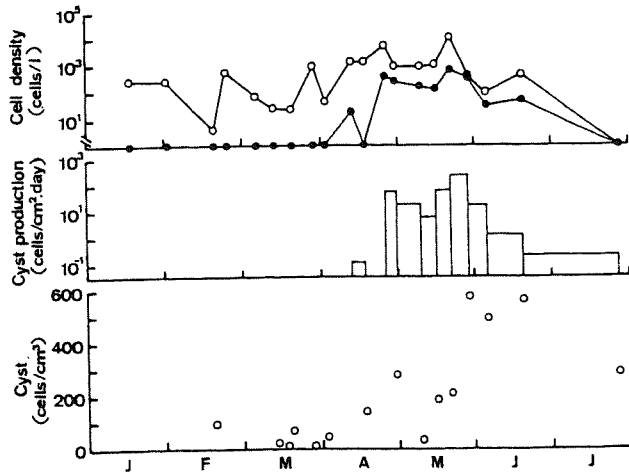


図5 田辺湾内ノ浦における *Alexandrium catenella* の生活史各期の細胞形態の推移
 上段：○栄養細胞 ●運動性接合子
 中段：シスト形成量
 下段：シストの分布密度

今年度の結果は過去の結果¹⁰⁻¹²⁾と一致するものであり、田辺湾内ノ浦では *A. catenella* の発生期に、「栄養細胞の出現、増殖→有性生殖→運動性接合子の出現→シストの形成→シストの分布密度の増加」といった生活史に関連した一連の現象が観察された。

ボックスモデルにより海水交換量を求めた結果を表2に示す。調査期間中の海水交換量は $1.4 \times 10^4 \sim 2.2 \times 10^6$ トン、滞留時間は0.6~10.5日で、3月中旬から4月上旬と5月中旬から6月上旬に滞留時間が長く、海水が停滞していたが、4月下旬から5月中旬には滞留時間が短く、海水交換が大きくなった。

また、本種の増減と海水交換量の関係を検討するため、*A. catenella* の発生量と滞留時間および水温、塩分の垂直分布

表2 海水交換量計算結果

期 間 (月 日)	塩 分 内 側	塩 分 外 側	容 積 (トン)	期 間 (時間)	海水交換量 (トン)	滞留時間 (日)
3. 19-4. 2	33.56	33.95	3.59×10^6	336	2.58×10^4	5.8
4. 2-4. 17	33.91	34.07	〃	360	8.26×10^4	1.81
4. 17-4. 25	34.23	34.30	〃	192	8.6×10^4	1.74
4. 25-4. 30	34.38	34.40	〃	120	1.85×10^5	0.80
4. 30-5. 9	34.43	34.52	〃	216	2.18×10^5	0.68
5. 9-5. 15	34.46	34.55	〃	144	-3.49×10^3	-42.9
5. 15-5. 21	34.48	34.51	〃	144	7.43×10^4	2.01
5. 21-5. 28	34.45	34.50	〃	168	5.73×10^4	2.61
5. 28-6. 5	34.44	34.48	〃	192	1.42×10^4	10.49

の推移を図6に示す。本種は4月中旬から増加し始めたが、この頃には滞留時間が1.5日以上で比較的長かった。5月上旬から中旬にかけて本種はいくぶん減少しており、この時には水温が18℃台で上昇することがなく、塩分34.50以上の値が中、底層に出現していた。また、滞留時間は1.0日以下で、調査期間中最も短くなった。この時には外海水の進入が盛んになり、海水交換が活発に行われ、本種の増殖群が散逸され続けたものと推察される。5月下旬には本種の細胞密度がピークに達したが、こ

の時の滞留時間は2日以上で比較的海水の停滞していたことが窺える。また、ピーク後、本種は緩やかに減少していたが、5月下旬から6月上旬の滞留時間は10日程度で、海水が停滞していたものと考えられるので、本種が増加するために必ずしも悪い環境でなかった。そこで、本種の消滅は従来から言われているように、環境要因の悪化、すなわち、化学的要因や物理的要因によるものでなく、有性生殖によるシストの形成によるものであると考えられる¹⁰⁾。

以上の結果から、本種の高密度出現期に限定すると、海水交換が停滞した時に *A. catenella* が増加し、海水交換が促進された時に本種が減少するという関係が窺え、田辺湾内ノ浦では本種の増減は海水交換と密接に関連しているものと考えられた。

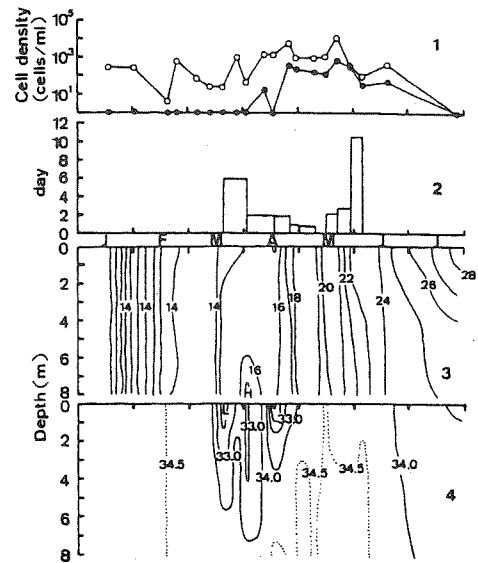


図6 田辺湾内ノ浦における *Alexandrium catenella* の発生量と海水交換量および水温、塩分の垂直分布の推移 (1996)
 1. *A. catenella* の栄養細胞 (○)、運動性接合子 (●)
 2. *A. catenella* のシスト形成量
 3. 水温
 4. 塩分

文 献

- 1) 竹内照文, 1991: *A. catenella* の出現と二枚貝の毒化. 平成3年度南西海ブロック赤潮・環境生物研究会議事録, PP.13.
- 2) 大島康克, 1982: 有毒プランクトン—発生・作用機構・毒成分. (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, PP.78-89.
- 3) 北里大学水産学部, 和歌山県水産試験場, 1991: 平成2年度貝毒安全対策事業報告書. PP.7.
- 4) 和歌山県水産試験場, 1989: 昭和63年度貝毒安全対策事業報告書. PP.16.
- 5) 和歌山県水産試験場, 1990: 平成元年度貝毒安全対策事業報告書. PP.4.
- 6) 杜多 哲, 阿保勝之, 本城凡夫, 山口峰生, 松山幸彦, 1993: 迫間浦における *Gymnodinium* 赤潮の発生に及ぼす海水交換の影響. 海岸工学論文集, 40, 996-1000.
- 7) 杜多 哲, 杉山元彦, 本城凡夫, 大和田紘一, 浅川昭彦, 田中信彦, 佐古 浩, 北村章二, 淡路雅彦, 飯倉敏弘, 熊田 弘, 山本茂也, 1990: 五ヶ所湾とその支湾における海水交換の季節変動. 養殖研報, 18, 13-29.
- 8) 木村晴保, 宗景志浩, 渡辺久芳, 1985: 講座ボックスモデル. 水産土木, 22(1), 91-95.
- 9) 木村晴保, 宗景志浩, 渡辺久芳, 1986: 講座ボックスモデル [II] —高知県古満目湾への適用例. 水産土木, 22(2), 63-73.

- 10) 竹内照文, 1992 : 田辺湾におけるアレキサンドリウムの増殖動態. 月刊海洋, 24 (1), 17-24.
- 11) 和歌山県水産試験場, 1994 : 平成 5 年度貝毒被害防止対策事業報告書. pp. 7.
- 12) 和歌山県水産試験場, 1995 : 平成 6 年度貝毒被害防止対策事業報告書. pp. 5.