

貝毒被害防止対策事業*

竹内 照文・小久保友義

目 的

田辺湾では毎年3、4月頃からの水温上昇に伴って*Alexandrium catenella*が増加し始め、5月上、中旬頃に最も高密度に出現する。*A. catenella*の増加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*の発生量とヒオウギガイの毒化は1年のスケールで見ると概ね対応しているが、4、5月頃に限定すると、*A. catenella*の最高密度と毒力の最高値を示す時期が一致しないことや、*A. catenella*の消滅時に毒力が上昇することなどがあり、両者は必ずしも対応しない。¹⁾しかし、*A. catenella*が 10^3 cells/l以上の密度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、1989年にはヒオウギガイの麻痺性貝毒(PSP)が規制値を超えていないことから、両者の間には一定の関連性は認められる。^{2、3)}

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。^{4、5)}しかし、現時点でヒオウギガイの毒化を予測するには*A. catenella*の発生量が重要な要因になると考えられる。

そこで、*A. catenella*の発生機構を究明するために、昨年度に引き続き、*A. catenella*の発生期に本種の生活史各期の細胞形態の量的関係や本種の遊泳期細胞の増減と海水交換の関係について検討した。

方 法

1 *Alexandrium 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で行った。調査項目は水温、塩分、*A. catenella*の栄養細胞と運動性接合子、底泥中の本種のシスト分布密度、トラップによる本種のシスト量(シスト形成量)、ヒオウギガイの麻痺性貝毒(PSP)である。

採水はバンドーン採水器を用いて0、2、4、6mと海底上1m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1lを5 μ mのフィルターを用いて重力ろ過し、約20mlまで濃縮した後、その1ml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85mmの2l広口ポリビンを用い、図2に示すように海底上1m層に垂下した。これを5~20日間隔で取り替えて試料とした。試料はろ過海水と超音波洗浄器を用いて洗浄し、37~125 μ m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1 cm^3 当たりのシスト形成量(cells/ cm^3 ·day)に換算した。

採泥はTFO式採泥器(ポアサイズ11mm)を用いて表面泥(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。

* 貝毒被害防止対策事業費による。

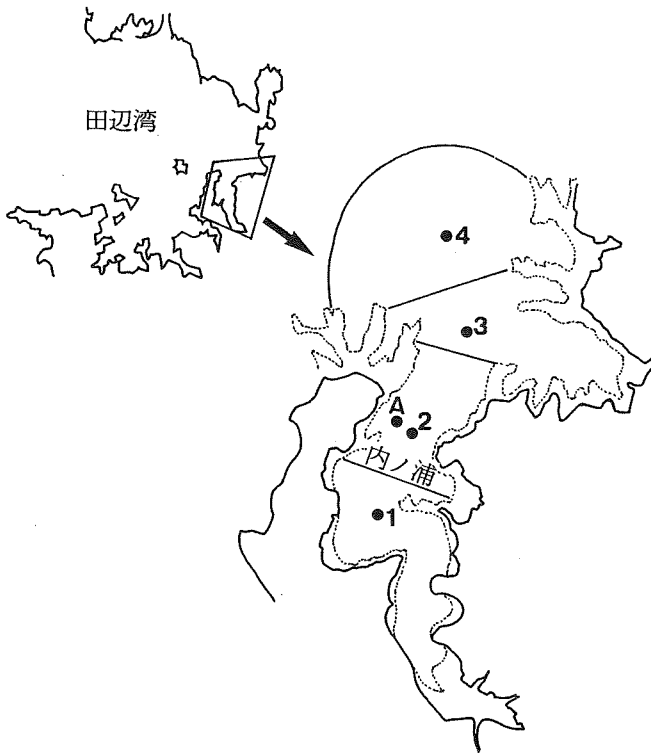


図1 調査定点

A: ヒオウギガイとトラップの垂下点
1~4: 水温、塩分精密測定点

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AST 500-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(St.1、2)と外側(St.3、4)の2ブロックに区分し、この間の海水交換量を木村ら^{6、7)}や杜多ら^{8、9)}に従って求めた。各定点の支配領域を図中の実線で、深度別水面積と体積を表1に示した。また、後背地面積は2.36km²とした。ここで、湾内の物質収支を図3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。

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

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

1、2より

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

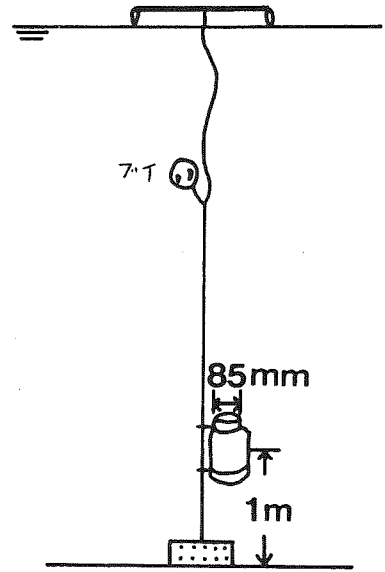


図2 トラップの設置状況

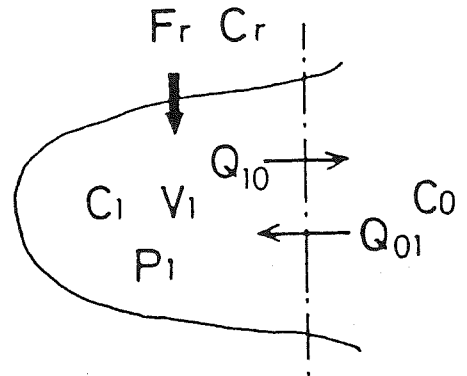


図3 物質収支を示す模式図

V₁: 湾内の容積、C: 物質の濃度
P₁: 湾内で生成される物質質量
Q₁₀: 湾内から湾外への輸送係数
Q₀₁: 湾外から湾内への輸送係数
F_r: 湾内への淡水流入量
C_r: 流入する淡水に含まれる物質の濃度

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

ここで、塩分の保存を考えると、 $P_1 = 0$ 、 $Cr = 0$ となり、

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

また、湾内での物質の滞留の長さ、滞留時間 (T) は

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

表1 定点毎の層別面積と容積 (平均潮位をもとに算出)

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

面積 : $\times 10^6 \text{ m}^2$

体積 : $\times 10^6 \text{ m}^3$

結果および考察

1 Alexandrium catenellaの発生量とヒオウギガイの毒化の関係

内ノ浦における水温、塩分、*A. catenella*の発生量とヒオウギガイの毒力の推移を図4に示した。

水温は、表、底層とも1月から3月までは14~16°Cで、例年に比べるといくぶん高めに推移していた。4月上旬から本種の好適水温帯¹⁰⁾と考えられる16°Cに入り、下旬には18°C、また、5月上旬には20°Cを超えた。5月中旬には一時的に低下したが、すぐに上昇し始め、7月上旬に本種の出現が少なくなる¹⁰⁾ 25°Cを超えた。塩分は、表層では1月から4月中旬まで34.00台で推移していたが、4月下旬からいくぶん低下し始め、5月中旬には22.00台になった。底層ではたえず34.00台で推移していた。

*A. catenella*は3月上旬から5月下旬と9月中旬に出現していたが、いずれも 10^3 cells

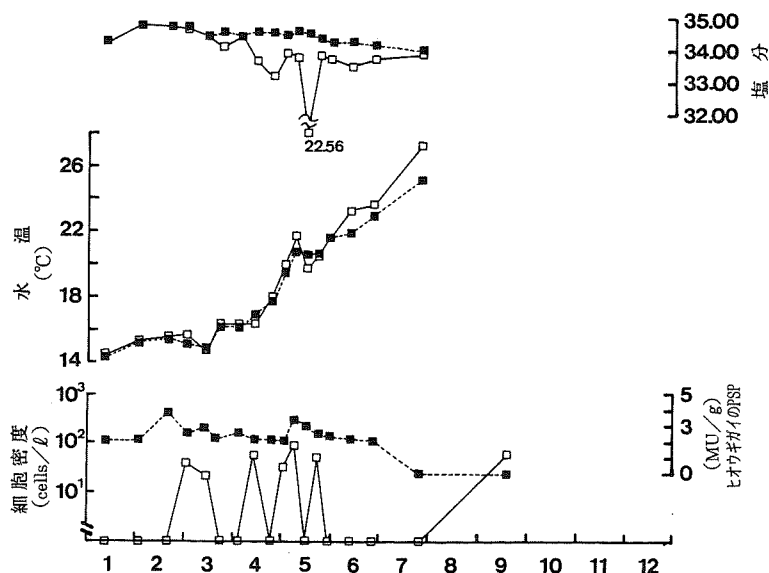


図4 田辺湾内ノ浦における水温、塩分、*Alexandrium catenella*とヒオウギガイのPSPの推移

水温と塩分は表面 (□) と海底上1 m (■)、また、*A. catenella*は表面の値で示す。

／1以下(最高密度は5月上旬の 2.6×10^2 cells／1)の密度であった。ヒオウギガイは1月から6月末まで毒化していたが、最高値は3.5 MU／g中腸腺で規制値を越えることがなかった。

このように、今年は*A. catenella*の発生量が少なく、ヒオウギガイの毒力も規制値を超えることがなかった。そこで、従来までと比較するため、各年ごとの*A. catenella*の最高密度とヒオウギガイのPSPの最高毒力の推移を図5に示した。

*A. catenella*は、1981、1984年と1987年には 10^5 cells／1を超えて、小規模な赤潮を形成し、この頃までは比較的高密度に発生していたが、1988年以降は各年の最高密度が 10^3 cells／1と 10^4 cells／1で、1オーダーほど低くなった。また、今年は 10^2 cells／1のオーダーで調査開始以来最も低密度であった。ここで示した最高密度は一断面のことであるので必ずしもその年の発生量の全てを表しているとはいえないが、ここでの結果から、近年、田辺湾の内ノ浦は*A. catenella*が高密度に増殖しにくい環境になってきたことが推察される。一方、ヒオウギガイのPSPは1983年と1984年には各々466、708 MU／g中腸腺できわめて高い年もあったが、近年はいくぶん低くなっている。また、ヒオウギガイの最高毒力と*A. catenella*の最高密度とは必ずしも対応していないが、*A. catenella*の最高密度が 10^3 cells／1のオーダーであった1988年と1989年にはヒオウギガイのPSPが40 MU／g中腸腺以下で規制値を越えることがなかったし、今年も*A. catenella*の発生量を反映してヒオウギガイのPSPは極めて低かった。

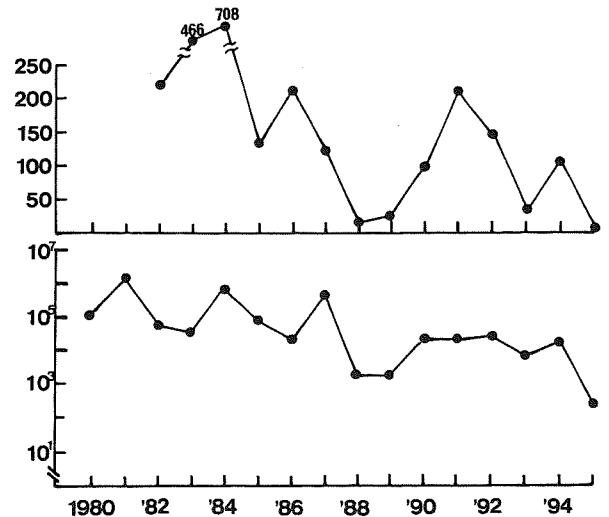


図5 田辺湾内ノ浦における*Alexandrium catenella*の最高密度(下段)とヒオウギガイのPSPの最高毒力(上段)の経年変化

※ヒオウギガイのPSPは中腸腺値による

2 *Alexandrium catenella*の発生期における生活史各期の細胞形態の量的関係

*A. catenella*の栄養細胞、運動性接合子、シスト形成量と底泥中のシストの分布密度の推移を図6に示した。

本種の栄養細胞は3月上旬から5月末まで出現していたが、 10^3 cells／1以下の密度で推移していた。運動性接合子は5月上旬にわずかに出現していたが、この時以外は出現することがなかった。また、シストは2月下旬、4月中旬と5月中、下旬にトラップに堆積していたが、最高値は5月中旬の 1.76 cells／ $\text{cm}^2 \cdot \text{day}$ で、1994年¹¹⁾や1995年¹²⁾に比べると1~2オーダー少なかった。

一方、底泥中のシストは期間中 $36 \sim 316$ cells／ cm^2 で推移し、2月下旬から3月中、下旬にかけていくぶん減少していた。その後、5月上旬にかけていくぶん低密度で推移していたが、5月中旬から増加し始めた。*A. catenella*は栄養細胞の増殖時に有性生殖を促進して、運動性接合子やシストを形成すること¹⁰⁾や運動性接合子は栄養細胞が 10^3 cells／1以上の密度になった時にコンスタントに出現することが報告されている。¹⁰⁾今年も栄養細胞の発生量が少なかったため、運動性接合子が少

なく、シストの形成も少なかったものと考えられるが、この時期、従来から知られている「シストの発芽→栄養細胞の出現→栄養細胞の増殖→有性生殖→シスト形成」といった生活史に関係した現象が一連の流れとして認められた。

3 Alexandrium catenellaの発生と海水交換の関係

ボックスモデルにより内ノ浦の内側から外側に向かう輸送係数と内ノ浦での海水の滞留時間を求め、これと水温、塩分の垂直分布の推移、更に、*A. catenella*の発生量の推移を図7に示した。2月から4月上旬までは輸送係数は $10^5 \text{ m}^3/\text{h}$ 以下、また、滞留時間は2~6日で比較的緩やかな海水交換であったが、この時期の水温は 17°C 以下で、塩分も高く、本種の増殖にとって好適な環境¹⁰⁾が形成されなかったため、*A. catenella*は 10^2 cells/l 以下の密度で推移し、高密度に増加することがなかった。4月中旬には降雨の影響で塩分が若干低下し、その後、4月下旬から5月上旬、中旬にかけて水温が $17\sim 21^\circ\text{C}$ にスムーズに上昇していた。このような変動は本種の増殖にとって好適な環境であることが知られている。¹⁰⁾ *A. catenella*は5月上旬にいくぶん増加し始めたが、この頃から輸送係数が上昇し始め、かつ、滞留時間が短くなってきた。また、5月中旬には大雨により湾内の海水交換が促進され、*A. catenella*の増殖よりも上回って、本種を拡散したものと考えられ、5月中旬には*A. catenella*は急激に減少していた。

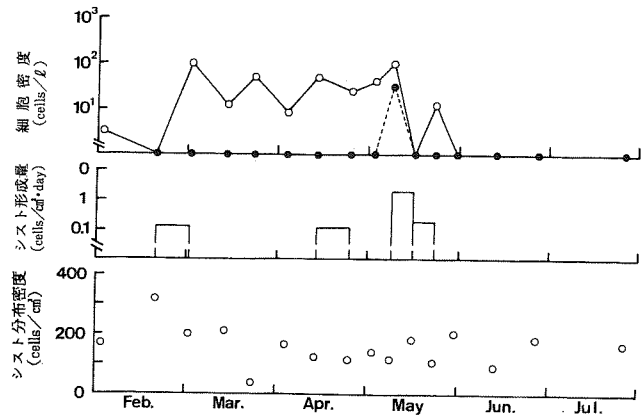


図6 田辺湾内ノ浦における*Alexandrium catenella*の栄養細胞、運動性接合子、シスト形成量と底泥中のシストの分布密度の推移
○：栄養細胞の5層平均値
●：運動性接合子の5層平均値

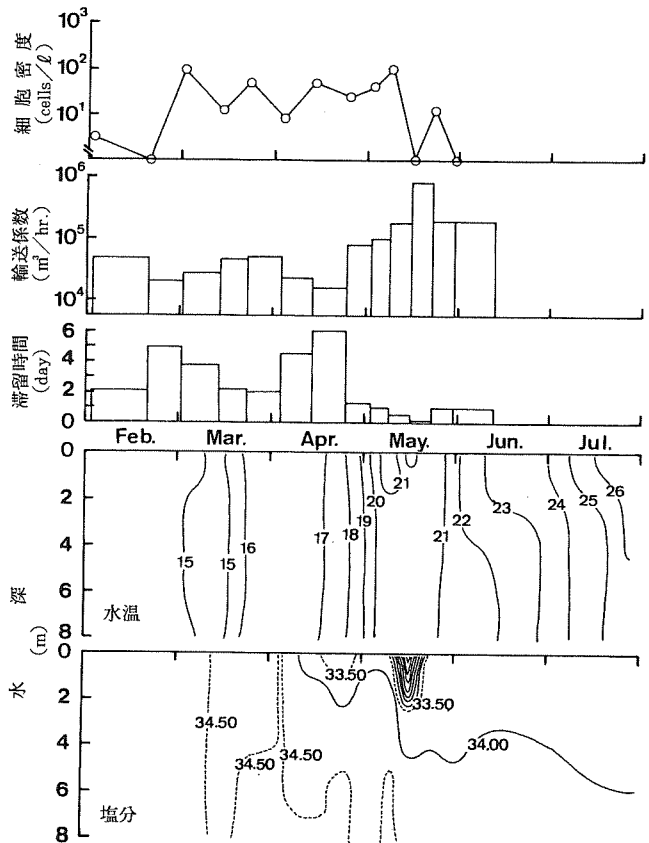


図7 田辺湾内ノ浦における*Alexandrium catenella*の栄養細胞、運動性接合子、輸送係数、滞留時間と水温、塩分の推移

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) 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.
- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) 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.
- 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: 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: 貝毒被害防止対策事業報告書. pp.5.