

図 3.6.2 浅海域 (T1、T14) と沖合域 (P1、P6) の DO 飽和度の推移

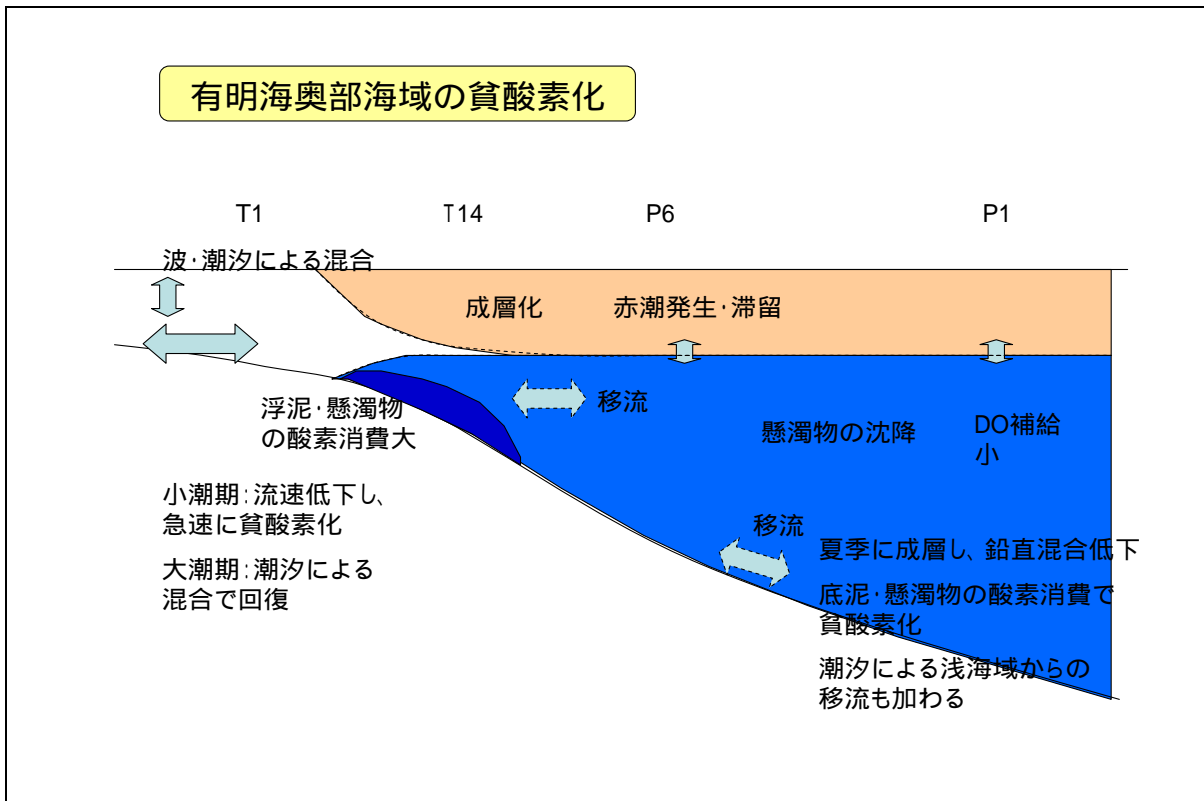


図 3.6.3 有明海湾奥部における貧酸素水塊発生の模式図

(2) 八代海

八代海では貧酸素水塊は確認されていない。熊本県が実施している八代海定線調査において、湾奥部の溶存酸素濃度は2月に増加傾向、8月に減少傾向がみられる(別添資料20)。これらの要因として、冬季の珪藻赤潮の発生、夏季の水温上昇や有機物負荷量の増加傾向が指摘されている。

また、水質断面調査の結果、2003年9月に湾奥部(St.3)の底層を中心に、溶存酸素量が4.0mg/Lを下回る値が確認されている(図3.6.4)

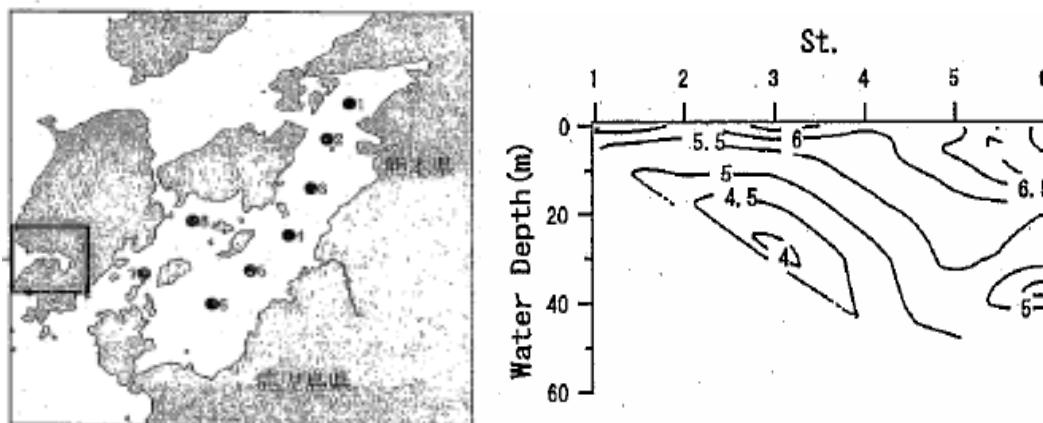


図3.6.4 水質断面調査定点(左図) 2003年9月16日のDO(mg/L)分布(右図)

7. 藻場・干潟等

(1) 有明海の藻場・干潟

環境省自然環境保全基礎調査(表3.7.1)によると、1978年度調査から1989~1991年度調査の間に、有明海の干潟は22,070haから20,713ha(6.1%減)、藻場は2,066haから1,640ha(20.6%減)に、各々減少している(諫早干拓により消失した干潟(1,550ha)を第5回調査時の干潟面積から減じると、18,841haとなり、14.6%減となる)。

(2) 八代海の藻場・干潟

同じく自然環境保全基礎調査(表3.7.1)によると、八代海の干潟は4,604haから4,405ha(4.3%減)、藻場は1,358haから1,339ha(1.4%減)に、各々減少している。

上記調査のほか、八代海においては、水産庁・関係県が詳細な調査(環境省調査では対象外となる小規模な藻場・干潟を含む)を1977~1978年度、2003年~2005年度に実施した(図3.7.1)。本調査によると、八代海の干潟は5,430haから4,689ha(14%減)、藻場(アマモ等の海草^(注))は295haから191ha(35%減)に大きく減少していた。干潟の主な減少海域は、球磨川河口域を含む東岸北部であり、全体の減少分の約6割を占めた。アマモ場は天草松島海域で減少面積が大きく、また、東岸北部では濃生していたアマモ(ナガモ)が消失し、代わってコアマモが斑状に広く疎生していた(藻場面積は増加)。

球磨川河口域にはアマモ(ナガモ)、アカモク、オゴノリが広い範囲で密生していたとされているが(聞き取り調査)現在、同海域にはコアマモが疎生しているのみである。

アマモは1970年頃から減り始め、1975年頃に急速に減少したと指摘されていることから、1977年の調査時点ではすでに藻場が大きく減少していたと推測される。

表 3.7.1 自然環境保全基礎調査（海域）結果の概要

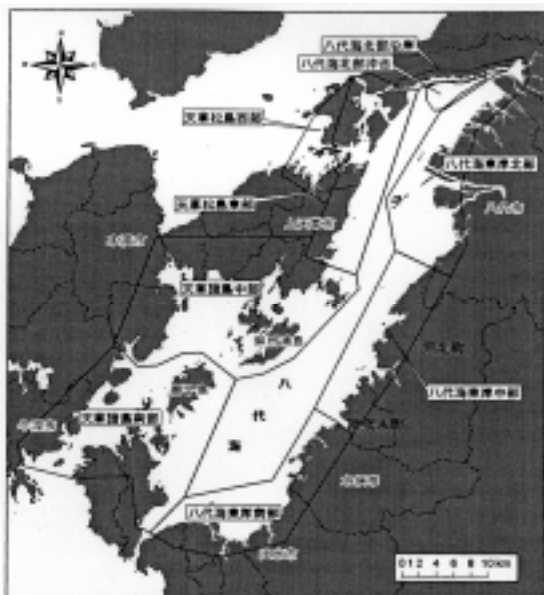
現存干潟の面積(ha)

	第4回調査				第5回調査 H8～9
	S53 (A) *1	H1～3 (B)	(A)-(B) *2	減少率	
全国	55,300 (100.0%)	51,443 (100.0%)	3,857	7.0%	49,380 (100.0%)
有明海	22,070 (39.9%)	20,713 (40.3%)	1,357	6.1%	20,391 (41.0%)
福岡県	3,137 (5.7%)	1,956 (3.8%)	1,181	37.6%	
佐賀県	9,612 (17.4%)	9,585 (18.6%)	27	0.3%	
長崎県	2,655 (4.8%)	2,606 (5.1%)	49	1.8%	
熊本県	6,666 (12.1%)	6,566 (12.8%)	100	1.5%	
八代海	4,604 (8.3%)	4,405 (8.6%)	199	4.3%	4,083 (8.3%)
熊本県	4,402 (8.0%)	4,203 (8.2%)	199	4.5%	
鹿児島県	202 (0.4%)	202 (0.4%)	0	0.0%	

現存藻場の面積(ha)*3

	第4回調査				第5回調査 H8～9
	S53 (A) *1	H1～3 (B)	(A)-(B) *2	減少率	
全国	207,615 (100.0%)	201,212 (100.0%)	6,403	3.1%	142,459 (100.0%)
有明海	2,066 (1.0%)	1,640 (0.8%)	426	20.6%	1,599 (1.1%)
長崎県	383 (0.2%)	383 (0.2%)	0	0.0%	
熊本県	1,683 (0.8%)	1,257 (0.6%)	426	25.3%	
八代海	1,358 (0.7%)	1,339 (0.7%)	19	1.4%	1,141 (0.8%)
熊本県	610 (0.3%)	593 (0.3%)	17	2.8%	
鹿児島県	748 (0.4%)	746 (0.4%)	2	0.3%	

[備考]
 ()内は全国面積に占める割合
 *1 第4回調査の調査対象に合わせて、第4回調査時に第2回調査結果を取りまとめた値
 *2 昭和53年以降、第4回調査時(平成元年～3年)までに1ha以上消滅した面積
 *3 第2回、第4回調査は水深20mまで、第5回調査は水深10mまでを対象とした。



海域	2003～2004年調査		変化量 面積(ha)	比率	増減	比率
	面積(ha)	面積(ha)				
八代海北部沿岸	244.7	254.1	+93.4	93%	-15.5	31%
八代海北部沖合	180.1	213.8	+33.7	84%	0.0	0%
八代海東岸北部	2947.8	3379.1	+431.3	87%	-82.0	15%
八代海東岸中部	122.4	170.0	+47.6	72%	-3.4	7%
八代海東岸南部	367.9	377.8	+10.0	95%	-22.0	114%
天草諸島西部	87.2	144.0	+56.8	62%	-25.0	63%
天草諸島中部	204.4	257.6	+53.2	76%	-28.2	63%
天草諸島東部	203.9	273.5	+69.6	96%	-15.1	157%
天草諸島西部	270.9	323.3	+52.4	85%	-14.0	38%
全 域	4689.2	5433.2	+744.0	86%	-208.6	27%

海域	2003～2005年調査		1971～1979年調査		変化量 面積(ha)	比率
	面積(ha)	面積(ha)	面積(ha)	面積(ha)		
八代海北部沿岸	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
八代海北部沖合	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
八代海東岸北部	132.1	53.7	78.3	246%		
八代海東岸中部	1.3	23.3	-22.1	5%		
八代海東岸南部	0.1	6.0	-5.9	2%		
天草諸島西部**	7.7	4.8	2.9	161%		
天草諸島中部	6.2	24.0	-17.9	26%		
天草諸島東部	16.3	68.5	-52.1	18%		
天草諸島西部	27.3***	64.2	-36.9	26%		
全 域	190.9	294.5	-103.6	65%		

注) 海草は沿岸部の砂泥地に自生するアマモ、コアマモ等(なお、岩礁に自生するものは海藻と定義される)

図 3.7.1 調査区分(左図)、干潟面積(右上表)、藻場(海草^(注))面積(右下表)

(3) 有明海における干拓の変遷

有明海では、江戸時代以前から干拓が続けられており(図 3.7.2) これまでに全体で 260km²を超える面積の干拓が行われてきたが、その干拓速度は昭和後期に大きく増加した。

- ・ 江戸時代：415ha/10年
- ・ 明治～昭和10年代：435 ha/10年
- ・ 昭和20年～30年代：650 ha/10年
- ・ 昭和40年～50年代：1,950 ha/10年

有明海のうち佐賀平野沖や白石平野沖の干拓面積をみると、江戸時代 5,928ha(220 ha/10年)、明治時代 924ha(231 ha/10年)、大正時代 272ha(181 ha/10年)、昭和前半(1955年まで) 730ha(243 ha/10年)と、10年当たり 200ha 前後の干拓が行われてきたが、1955年から 1980年の間は 3,209ha(1,284ha/10年)と干拓速度が急増した。

また、1997年には諫早干拓事業により約 2,100haの海域が有明海から失われ、約 1,500haの干潟が消失した。

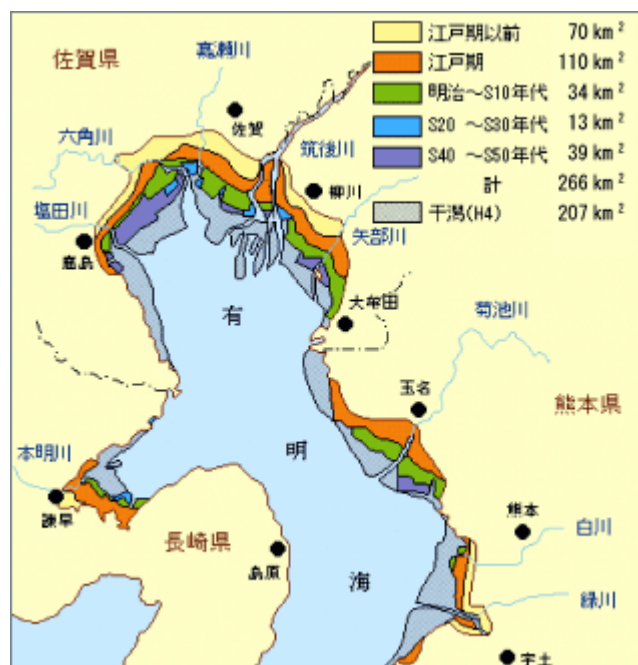


図 3.7.2 有明海における干拓の歴史

有明海の環境変化が漁業資源に及ぼす影響に関する総合研究 2 堆積物から見た中長期的環境変遷 渦鞭毛藻シスト群集に残された有明海腕奥部の中長期的変化 P 79

4) 有明海・八代海における自然海岸

有明海、八代海の自然海岸の延長は、1978年度調査時は各々100km、350kmであったが、1996～1997年度調査では 89km、315kmに減少している(別添資料 21)。八代海、有明海は人工海岸の比率が各々55%、45%と高く(全国平均 33%)特に熊本県の人工海岸線は 59%に達し、大規模な港湾、臨海工業地帯を有する福岡県(同 61%)とほぼ同じであり、人工海岸の占める比率の高さが指摘されている(別添資料 22)。

8. 赤潮

赤潮生物は、種類によってその生理的・生態的性質は異なり、水産生物への影響も違うことから、各々の特徴を記した上で、赤潮発生状況、赤潮による漁業被害の概況を以下のとおり整理した。

(1) 赤潮（種類別）の特徴について

ア) 小型珪藻（年中発生）

基礎生産者として重要であり、食物連鎖の根幹をなすので、これらの赤潮はある程度やむを得ないであろう。これらの種は、河川から栄養塩が供給されて塩分が減少し、強い照度を与える晴天が続くと底泥中の休眠期細胞が発芽、繁茂して赤潮となる。（図 3.8.1）。透明度の上昇は発芽機会の増加につながり、赤潮の増加の原因になると考えられる。

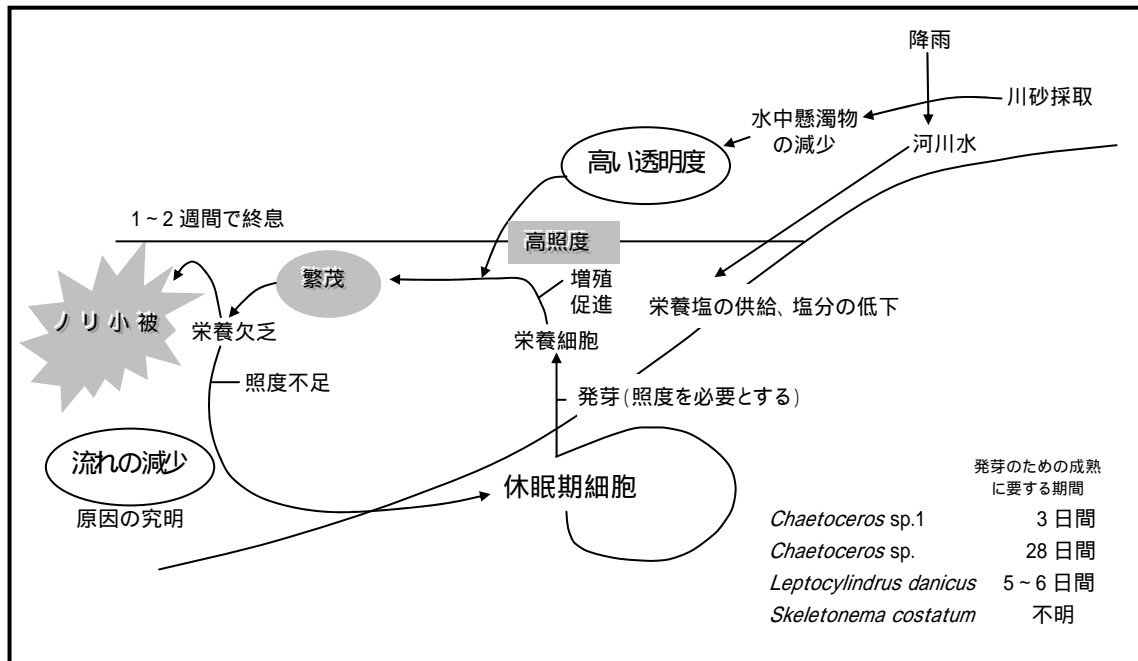


図 3.8.1 小型珪藻類の発生機構

イ) 大型珪藻 (秋季 ~ 冬季発生)

大型珪藻の *Rhizosolenia* 属は有明海において 1958 年、1965 年、1980 年、1996 年、2000 年に赤潮を形成してノリに被害を与えた。2000 年に有明海で大発生した *Rhizosolenia imbricata* は毎年観察され、2000 年前にも赤潮レベルに達した。*Rhizosolenia imbricata* は外海に生息し (休眠期細胞が発見されていない)、低塩分の夏季には湾内への進入が阻まれるが、高塩分状態 (30 ~ 35‰) になるときに湾内へ進入して高い日照条件下で大発生する。大型珪藻は特殊な環境条件が整った時に大発生する赤潮である (図 3.8.2)。

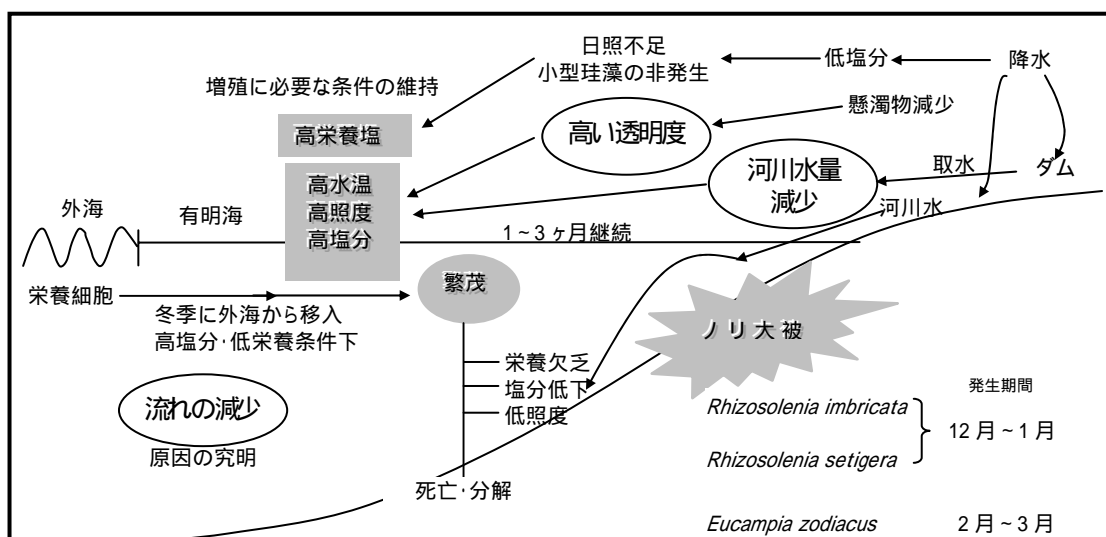


図 3.8.2 大型珪藻類の発生機構

ウ) ラフィド藻 (夏発生)

Chattonella 赤潮は、魚類と貝類に被害を与える。*Chattonella* 赤潮は有明海湾奥西部海域や諫早湾での発生が顕著であり、富栄養化や貧酸素水塊と関係している。1989 年に諫早湾で最初の *Chattonella* 赤潮が確認されたが、工事による人為的な底泥の攪拌が関係した可能性がある。貧酸素水塊の形成により底泥から鉄が溶解し、貧酸素水塊が崩壊で窒素やリンと一緒に鉄が供給されると、*Chattonella* 属の増殖が促進される (貧酸素水塊の解消のための底泥の攪拌についてはこの点への配慮が必要である)。*Chattonella* 赤潮による漁業被害を減少させるためには貧酸素水塊の形成を抑えることが重要である。

また、八代海での *Chattonella* 赤潮は 1988 年に初めて記録されたが、この頃は熊本県の宮野河内湾などの底質 COD が水産用水準を超え、養殖場の底質の硫化物濃度と水質の DIN と DIP が最高値を示した時期に当たり (別添資料 23)、富栄養化の進行時期に本属が定着した可能性を示唆している。

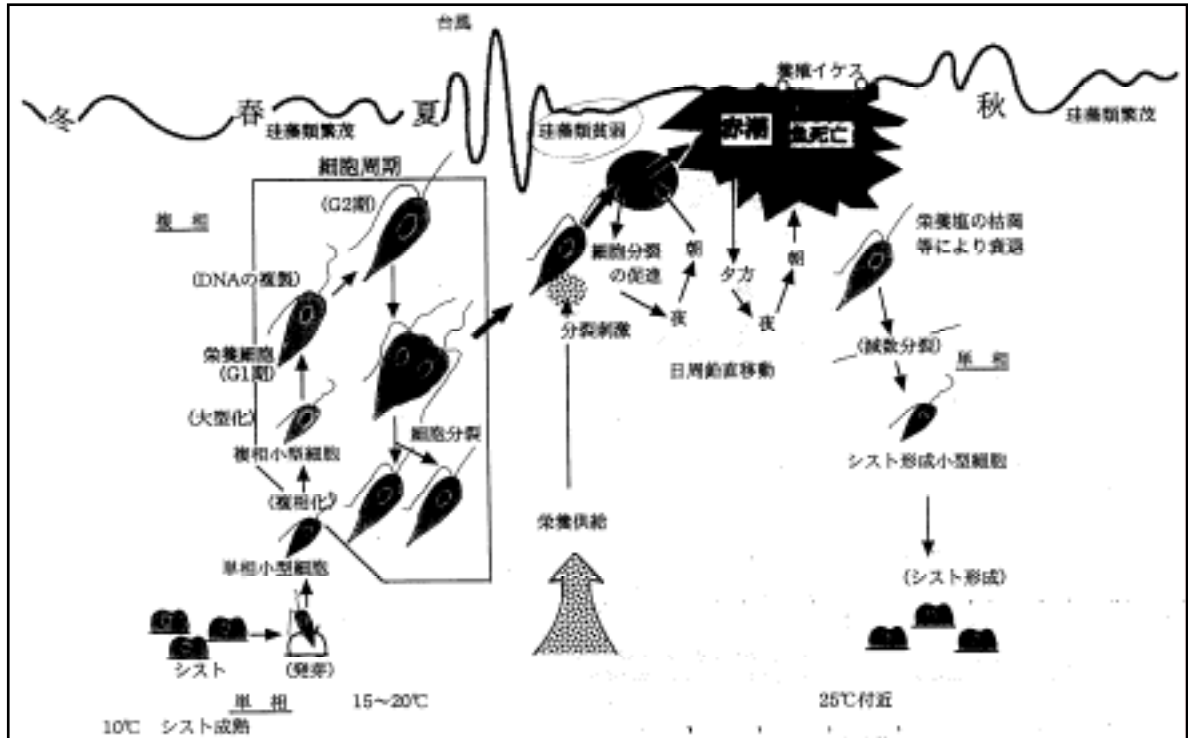


図 3.8.3 シャットネラの生活環と赤潮発生機構

エ) 渦鞭毛藻 (夏発生)

渦鞭毛藻類 *Cochlodinium* 属は八代海で大規模な赤潮となって重大な漁業被害を招き、御所浦や津奈木周辺での発生が多い (別添資料 24)。 *C. polykrikoides* のシストは八代海では確認できず、冬期に遊泳細胞 (単細胞) の存在が認められている。本種の seed population は越冬栄養細胞である可能性が高く、栄養細胞は水温と日射量の増加とともに高塩分環境下で増殖して赤潮形成すると、1.4~3.6m/h の速い日周鉛直移動により底層の栄養塩を利用して赤潮を持続すると考えられる。赤潮の消滅後、本種は栄養細胞で越冬と思われる (図 3.8.4)。

C. polykrikoides は、塩分変化に敏感 (狭塩分性種) であり、赤潮は渇水年に発生し、降雨年で非発生であることが示唆される (別添資料 25)。八代海では 2000 年夏期に *C. polykrikoides* の赤潮により約 40 億円の漁業被害が生じたが、このときの水温と塩分は 24.5~26.6、32.0~33.0psu、増殖速度は 0.37day^{-1} であり、室内実験の最適増殖速度とほぼ一致した (別添資料 26)。赤潮発達期に水深 10m 付近で水温・塩分躍層が形成され、赤潮衰退期以降は崩壊していた。赤潮形成期の底層水には高濃度の栄養塩が分布していたが、これらは底泥から溶出して貯蔵されたと考えられる。このときの *C. polykrikoides* の赤潮は御所浦、津奈木で初期発生し、その後、分布を拡大させた (別添資料 27)。

なお、本種は有明海でも出現海域が拡がり、赤潮を形成するようになっている。

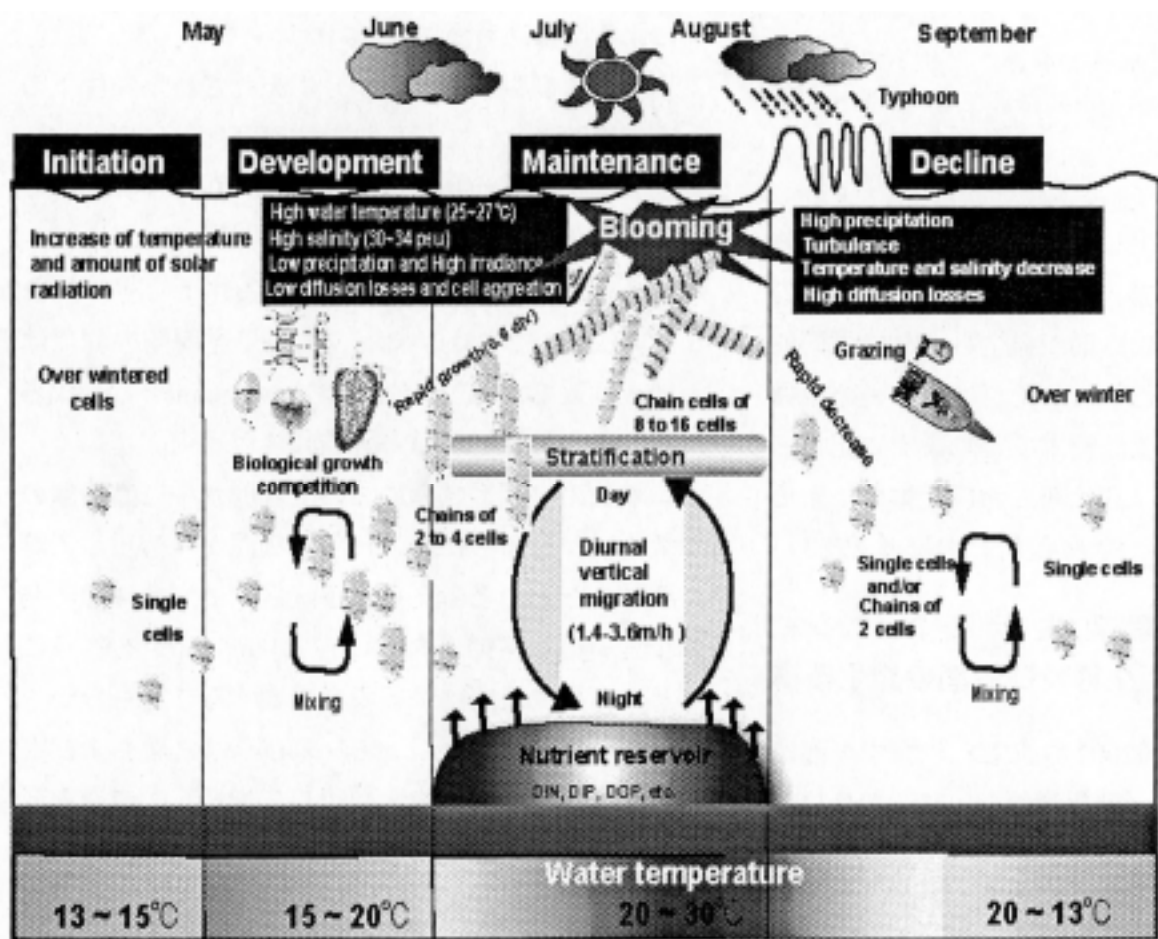


図 3.8.4 八代海における *C. polykrikoides* の赤潮発生機構模式図

(2) 赤潮の発生状況等

ア) 有明海

有明海における赤潮の年間発生件数は福岡県と佐賀県では横ばいであり、長崎県と熊本県では増加傾向である。年間発生期間は各県とも増加傾向である。1件当たりの日数は福岡県、佐賀県では増加傾向である(図3.8.5)。また、分類群別にみると年間発生件数、年間発生期間、1件当たりの日数について珪藻、渦鞭毛藻及びラフィド藻のいずれも増加傾向である(図3.8.6)。

イ) 八代海

八代海における赤潮の年間発生件数はC海域及びD海域では1990年代後半からの増加が顕著である。年間発生期間は全海域とも1990年代後半から増加傾向である。1件当たりの日数は全海域とも増加傾向である(図3.8.7)。また、分類群別にみても、年間発生件数、年間発生期間、1件当たりの日数について珪藻、渦鞭毛藻及びラフィド藻のいずれも増加傾向である(図3.8.8)。

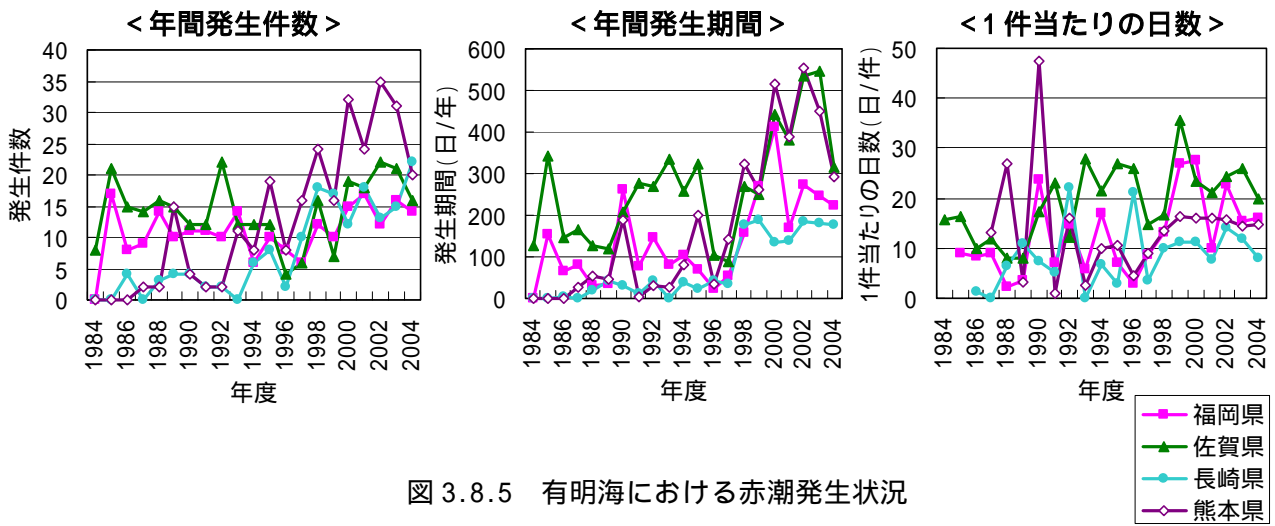


図 3.8.5 有明海における赤潮発生状況

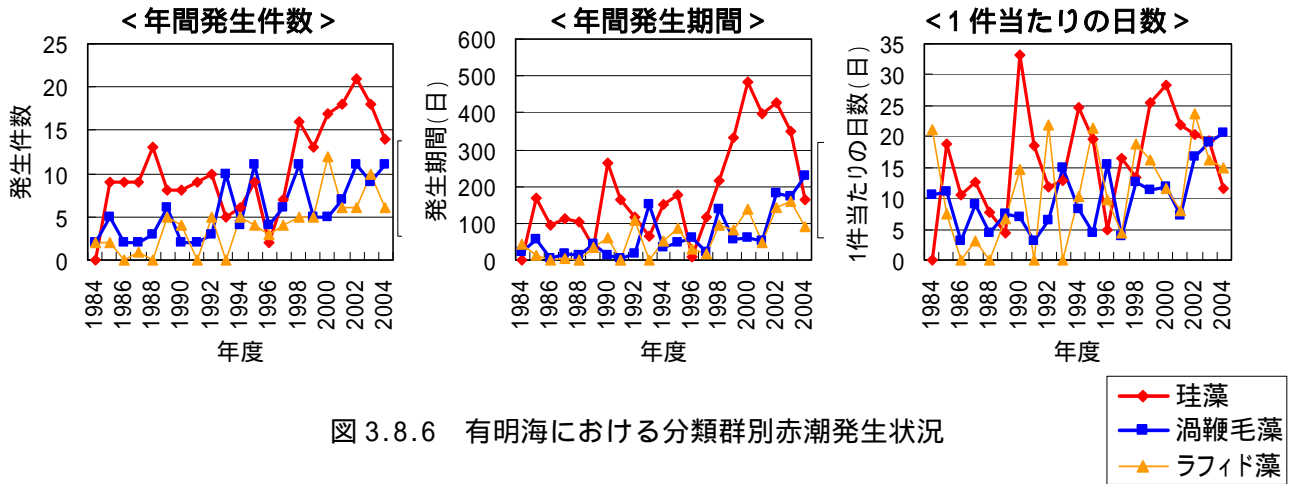


図 3.8.6 有明海における分類群別赤潮発生状況

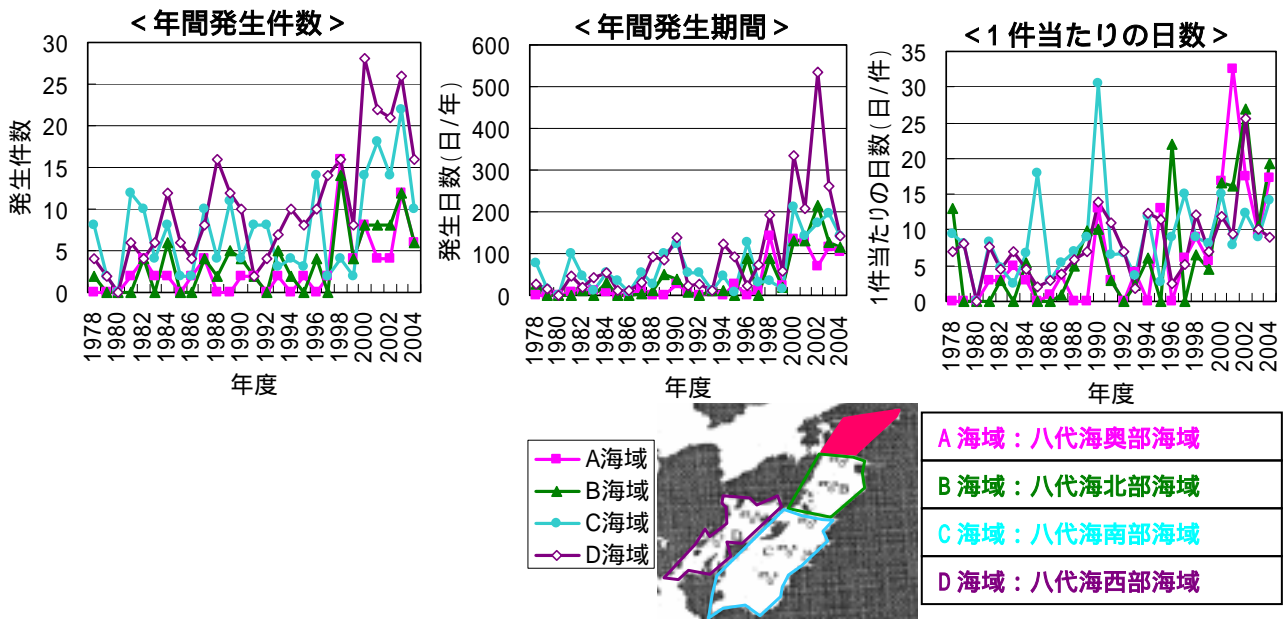


図 3.8.7 八代海における赤潮発生状況

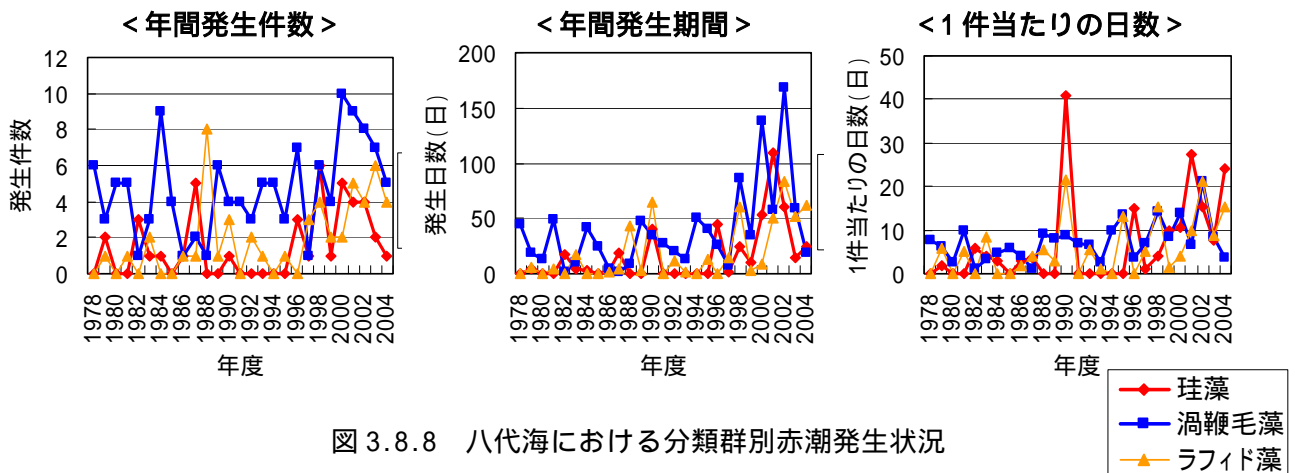


図 3.8.8 八代海における分類群別赤潮発生状況

ウ) 赤潮原因種の休眠期細胞

海底泥表面に存在する休眠期細胞は、赤潮の発生源として重要であり、同細胞の分布調査により赤潮発生履歴に関する情報を得ることも可能である。

有明海における調査結果によると、珧藻類 (*Skeletonema costatum*, *Chaetoceros* spp., *Thalassiosira* spp. が主要珧藻類) の休眠期細胞が優占し、湾奥部から湾中央部の海域において 5×10^5 MPN/cm³ を越える高密度で存在していたが、湾中央部から湾口部の海域では密度は低かった (別添資料 28)。

八代海においても有明海と同様に珧藻類の休眠期細胞が優占し (*Skeletonema costatum* が最優占種)、北部から中央部の海域において 10^5 MPN/cm³ を越える高密度で存在していたが、南部海域では密度は低かった。ラフィド藻については、*Chattonella* spp. がほぼ全地点で見られ、特に北部海域での密度が高かった。また、*H. akashiwo* は主に北部海域に分布していた (別添資料 29)。

(3) 赤潮による漁業被害

ア) 有明海

有明海における赤潮被害の年間発生件数は、増加傾向にある (図 3.8.9)。原因プランクトン別に見ると、珧藻類による被害件数が多く、ノリの色落ちにより大きな被害が発生している (別添資料 30)。

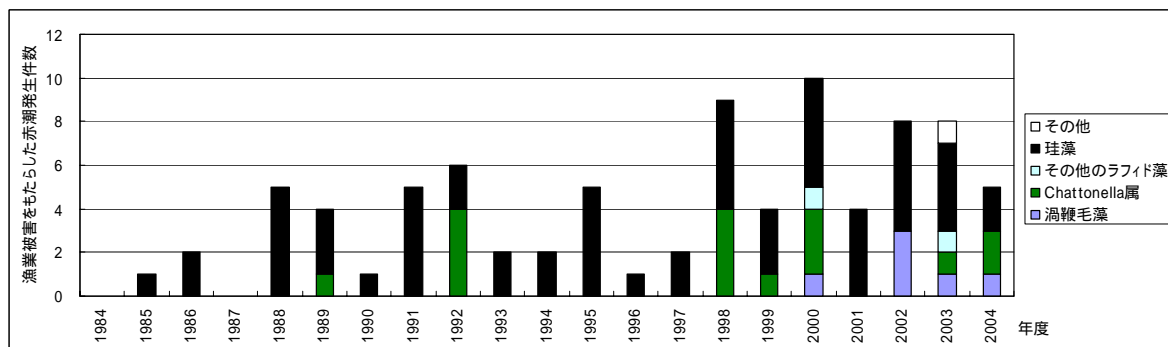


図 3.8.9 有明海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数 (年間) の推移

イ) 八代海

八代海における赤潮被害の年間発生件数は、1988～1990年に発生件数が多く、その後、減少傾向が見られたが、近年、再び増加している（図3.8.10）。原因プランクトン別に見ると、*Cochlodinium polykrikoides*と*Chattonella*属による被害件数が多く、養殖ブリやトラフグ等の斃死により特に大きな被害が発生している（別添資料31）。

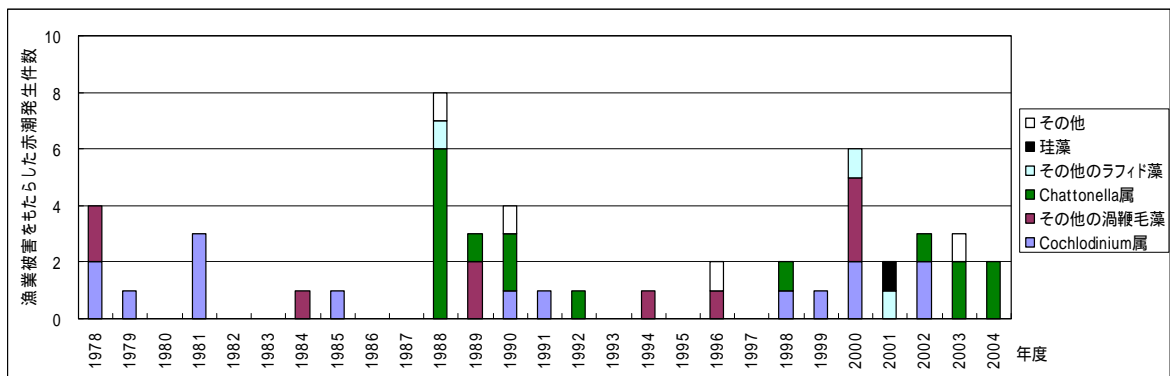


図3.8.10 八代海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数（年間）の推移