

## 8. 赤潮

### (1) 赤潮の発生状況

赤潮は主に微細藻類が異常増殖することにより、海水が変色する現象を総称する。赤潮の発生そのものは自然現象であるが、その発生頻度や規模は全海域の富栄養化の進行に伴って変化することが指摘されており<sup>1)</sup>、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海では COD、T-N 及び T-P の流入に対する水質総量削減、赤潮発生の監視が行われるようになっている。

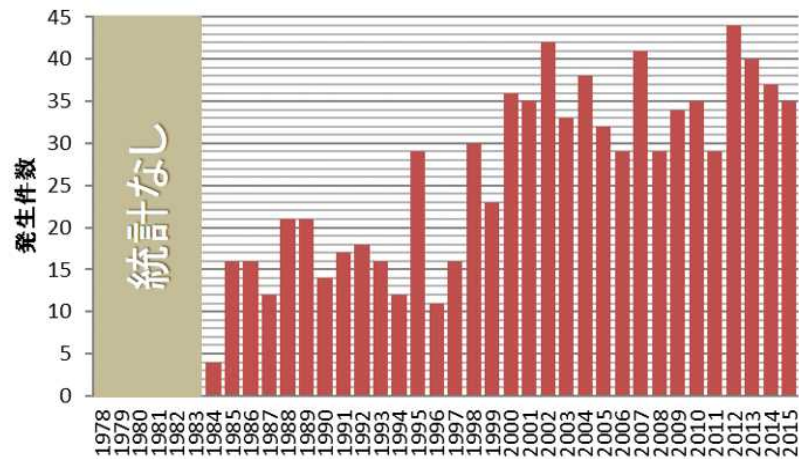
図 3.8.1 に有明海、八代海、橘湾における赤潮の発生件数を示した<sup>2)</sup>。有明海では 1998 年頃から、八代海では 1998～2000 年頃から赤潮の発生件数が増加しており、2000～2015 年までの平均発生件数（有明海 35.6 件/年、八代海 16.5 件/年）は 1970～1980 年代（有明海 15.0 件/年、八代海 8.0 件/年）のおよそ 2 倍となっている。

なお、赤潮発生は原則として海域における着色現象を集計したものであるが、1998～2000 年以降は、着色を伴わないものであっても被害（特にノリの色落ち被害）に応じて赤潮発生として扱われるため、過去と比較する場合、同じ微細藻類の出現状況であっても発生件数が多く計上されている可能性があることに留意する必要がある。

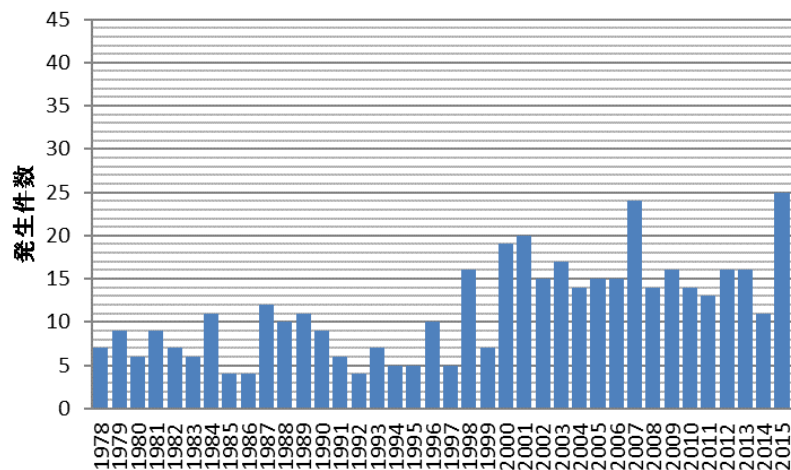
有明海における海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量（COD、T-N 及び T-P）は、1975～1980 年度は直近 5 年間（2009～2013 年度）と比較して高く、赤潮発生件数の増加時期である 1990 年代後半から減少して現在は横ばいとなっており（図 3.1.7 参照）、汚濁負荷量と赤潮発生件数の間に長期的な連動性はみられない。八代海における海域への直接負荷量を含めた汚濁負荷量については、1975～1980 年度は直近 5 年間（2009～2013 年度）と比較して、COD は高く、その後は減少しているが、T-N 及び T-P については 1990 年代中頃から増加し 2006、2009 年度頃に最大となり、直近 5 年間は 1975～1980 年度と比較して高い状態が続いている（図 3.1.8 参照）。八代海での赤潮の発生件数についても、1998 年以降増加して 2 倍程度と高い状態が続いており、負荷量の増加と赤潮発生件数との関連性について留意が必要である。

橘湾は 1991 年に 9 件、1990 年と 1993 年に 6 件の赤潮発生がみられたが、ほとんどの期間は 3 件/年前後で推移しており、増減傾向は認められない。

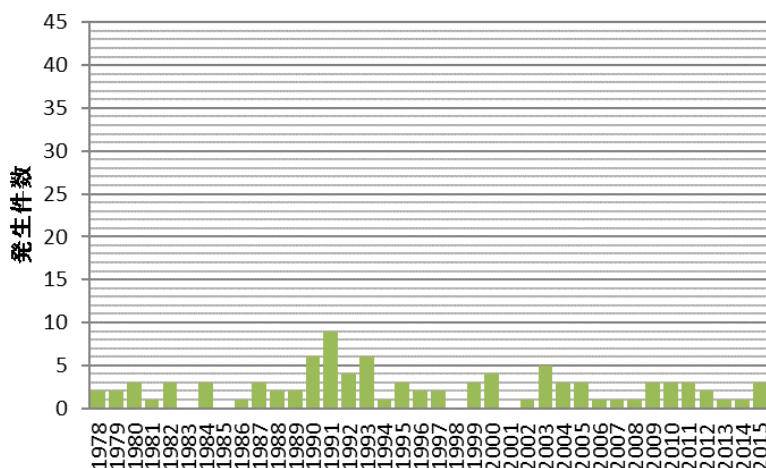
## 赤潮発生件数(有明海)



## 赤潮発生件数(八代海)



## 赤潮発生件数(橘湾)



注) 赤潮発生は原則として海域における着色現象を集計したものであるが、1998～2000年以降は、着色を伴わないものであっても被害（特にノリの色落ち被害）に応じて赤潮発生として扱われるため、過去と比較する場合、同じ微細藻類の出現状況であっても発生件数が多く計上されている可能性があることに留意する必要がある。

図 3.8.1 有明海、八代海及び橘湾における赤潮発生件数の推移

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和53～平成27年）」をもとに環境省が作成した。

## (2) 赤潮（種類別）の特徴

有明海・八代海等で発生する赤潮生物の例を図 3.8.2 に示す。

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



図 3.8.2 有明海・八代海等で発生する赤潮プランクトンの顕微鏡写真（黒棒：50 μm）

### ア) 構成種の推移

図 3.8.3 に有明海、八代海及び橘湾における赤潮の構成種数の推移を示した<sup>2)</sup>。なお、1 件の赤潮は複数種で構成されることが多いため、赤潮の発生件数と構成種数とは必ずしも一致しないことに留意することが必要である。有明海側では全期間を通じて珪藻による赤潮の発生頻度が全体の半数程度を占める等高く、渦鞭毛藻やラフィド藻がこれに続く。ラフィド藻による赤潮は 1988 年頃まではほとんど確認されていなかったが（有明海における *Chattonella* 属赤潮の初検出は 1984 年）、その後徐々に増加し、1998 年頃から、渦鞭毛藻と匹敵する頻度まで増加している。有明海で発生する代表的なラフィド藻は *Heterosigma akashiwo* と *Chattonella* 属（*C. antiqua*, *C. marina* 及び *C. ovata*）である。珪藻や渦鞭毛藻についても、1998 年頃から件数が増加していることが分かる。全体の構成割合について、1970～1980 年代と比較してラフィド藻の割合が増加した以外、基本的に構成種の大きな変化は認められない。

八代海では 1998～2000 年頃から赤潮の発生件数が増加しているものの、渦鞭毛藻やラフィド藻の割合は 6 割程度と大きく変化していない。1991 年から 1995 年にかけて一時的に珪藻による赤潮が確認されない等比率が低下しているものの、構成種の長期的な変動はほとんどみられない。

橘湾では渦鞭毛藻による赤潮が主体であり、1990 年代の初頭に弱い発生件数のピークが認められる以外、特に長期的な増加や減少傾向は認められない。なお、6～7 年おきに発生しているラフィド藻赤潮は *Chattonella* 属である。

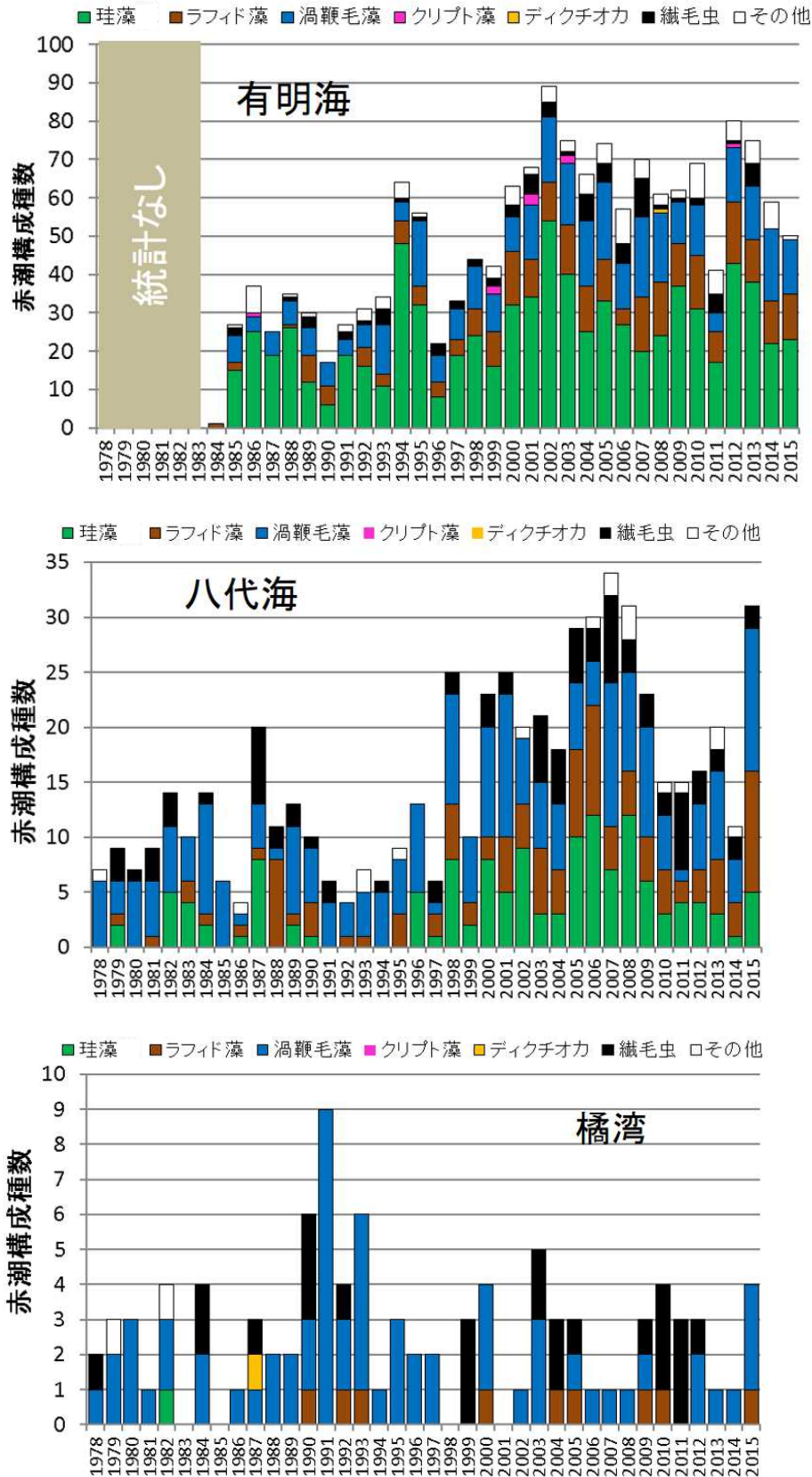


図 3.8.3 有明海、八代海及び橘湾における赤潮構成種数の推移

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和 53～平成 27 年）」をもとに環境省が作成した。

## イ) 小型珪藻 (年中発生)

珪藻は沿岸や内湾の基礎生産者として重要であり、食物連鎖の根幹をなす。これらの種の多くは、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、増殖して赤潮となる (図 3.8.4)。有明海では、河口域から供給される土砂等による濁りが植物プランクトンの光合成を抑制していることが知られており、海底泥中には休眠期細胞が常在するため、透明度の上昇によって海底面の照度増加はそれらの発芽を促進し、赤潮発生の原因になると考えられる。小型珪藻はノリ漁期に赤潮を形成すると、色落ちを引き起こす場合がある。

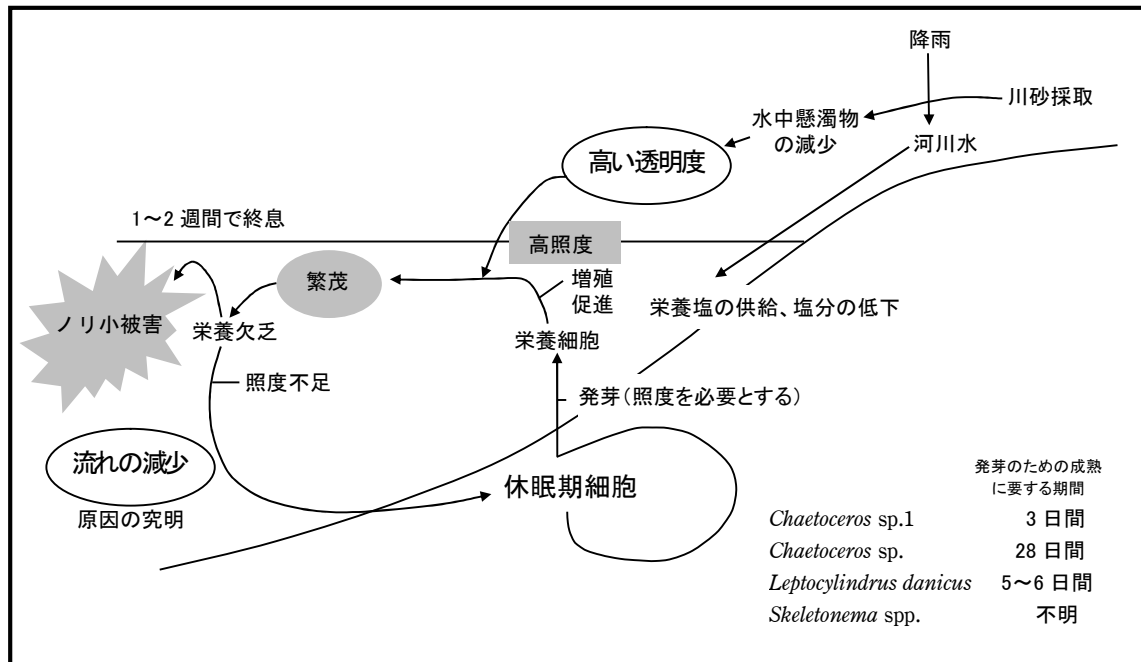


図 3.8.4 小型珪藻の発生機構

## ウ) 大型珪藻 (秋期~冬期発生)

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、ノリの色落ちによりノリ養殖業に甚大な漁業被害を与えた。2000 年に有明海で大発生した *R. imbricata* は毎年有明海において低レベルで観察されており、2000 年以前にも赤潮レベルに達した<sup>3)</sup>。*R. imbricata* は通常外海側に生息し (休眠期細胞が発見されていない)、夏期には湾内が低塩分化するために湾奥部への進入が阻まれるが、河川からの流入水が減少して高塩分状態 (30~35) になる秋期以降に湾内へ進入し、晴天が続く等高い日照条件下で大発生する<sup>4)</sup>。

また、大型珪藻のうち、*Eucampia zodiacus* についても有明海においてノリの色落ちを引き起こす頻度の高い種類である (4章4(9)ア) ノリ養殖の問題の項目を参照)。本種の発生は1~3月にみられ、日照時間の増大、小潮期の濁度低下等を引き金として大発生する。*R. imbricata* 同様に細胞のサイズが大きく群体を形成するため、小型珪藻と比較して同じ細胞密度であっても海水中の栄養塩消費量が多いと考えられており、発生時はノリの色落ち被害が顕著である<sup>5)</sup>。

大型珪藻は毎年発生するのではなく、気象や海象等、特殊な環境条件が整った時に大発生する赤潮である（図 3.8.5）。また、小型珪藻の赤潮と混在したり、時期が連続して発生したりするため、小型珪藻と大型珪藻によるノリの色落ち被害を明確に区分することは困難である。

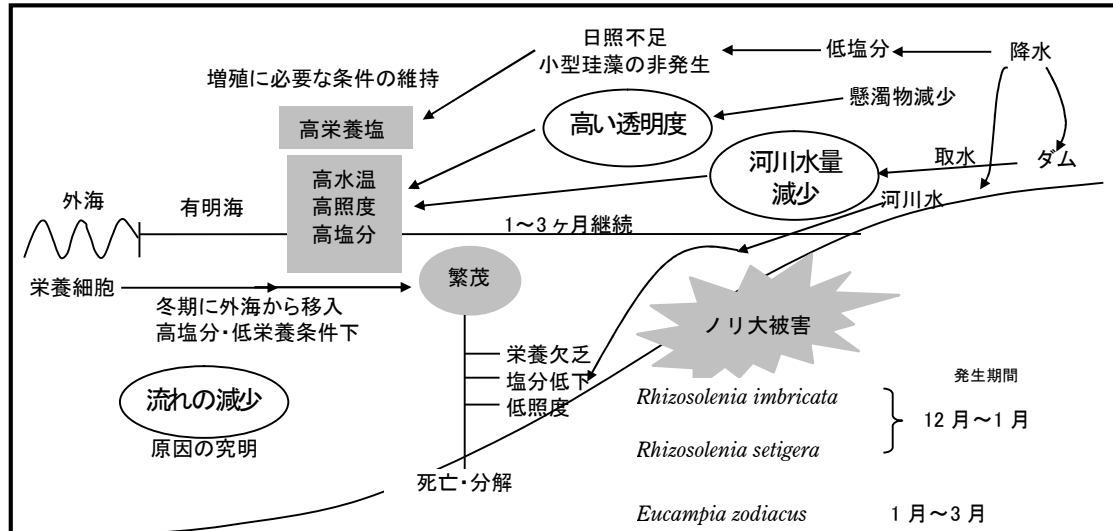


図 3.8.5 大型珪藻の発生機構

## エ) ラフィド藻（夏期発生）

有明海におけるラフィド藻赤潮としては、*Chattonella* 属と *Heterosigma akashiwo* が知られており、いずれも魚類へ被害を与える。また、過去には *Chattonella* 属赤潮発生時（図 3.8.6）にアサリ<sup>6)</sup> やサルボウ（4章で詳述）等の大量死も認められている。いずれの赤潮も有明海湾奥部海域や諫早湾で発生頻度や規模が顕著である（詳細は4章 図 4.4.150 及び図 4.4.151 を参照）。一般的にラフィド藻赤潮発生には、休眠孢子からの発芽、富栄養化や貧酸素水塊の発生、競合する珪藻の衰退等が関係している<sup>7)</sup>（図 3.8.7）。有明海における *Chattonella* 属赤潮は 1984 年に佐賀県海域で初認され、諫早湾でも 1989 年に赤潮が確認された。また、*Chattonella* 属の赤潮発生時は海底への有機物負荷が増大することにより、海域の貧酸素化が急速に進行することも知られている<sup>8)</sup>。また、遊泳能力を有して夜間海底近くへ沈降することが可能であるため、底層からの栄養塩の溶出は *Chattonella* 属赤潮の栄養源となっている。

八代海での *Chattonella* 属赤潮は 1988 年に初めて出現し、その後赤潮の発生が続いている。





図 3.8.6 2010年八代海楠浦湾口に出現した *Chattonella antiqua* 赤潮

出典：水産庁提供資料

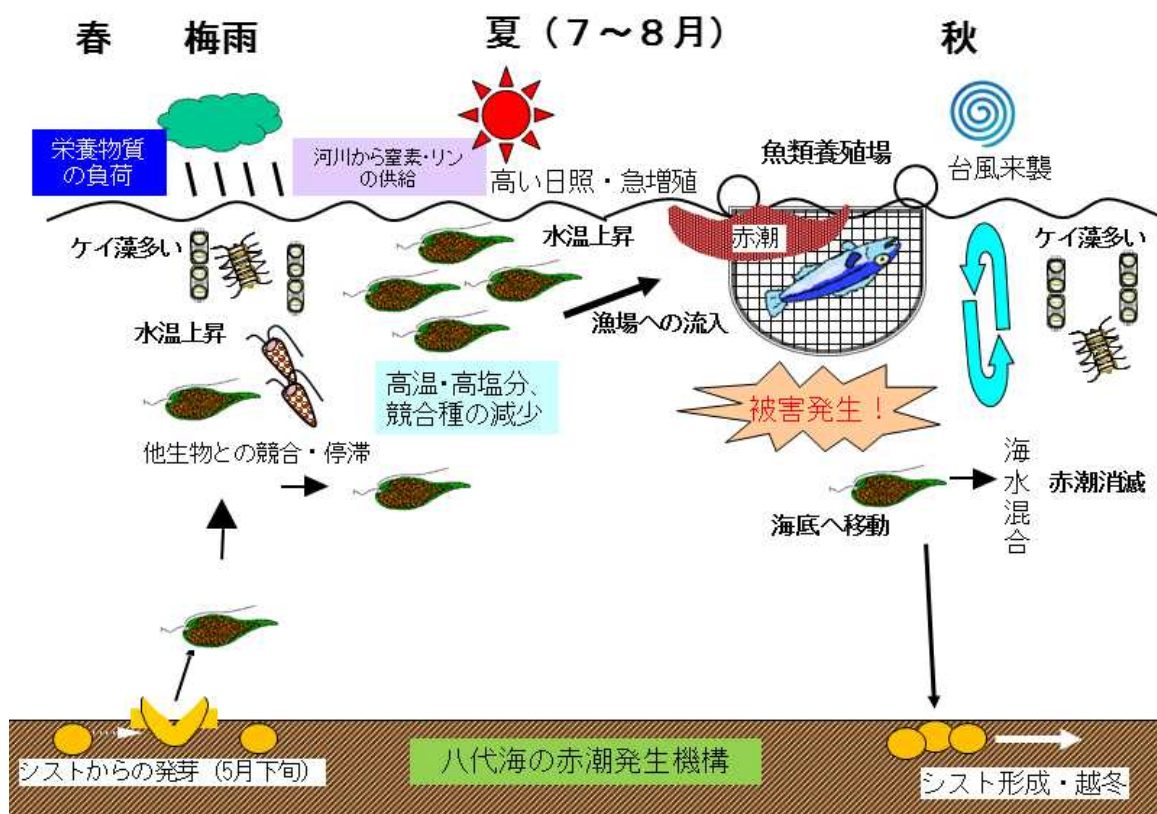


図 3.8.7 *Chattonella* 属の生活環と八代海における赤潮発生機構概念図

## オ) 渦鞭毛藻 (夏期発生)

有明海において渦鞭毛藻としては *Ceratium* 属 (*C. furca* 及び *C. fusus*) や *Akashiwo sanguinea* 等が赤潮を形成するものの、大きな漁業被害や貧酸素水塊の誘発はほとんどみられない。後者については夏期のみならず秋期から冬期にかけても赤潮を形成することがあり、希にノリの色落ち被害を引き起こすこともある (表 3.8.3)。

八代海においては、1970年代から渦鞭毛藻類 *Cochlodinium* 属 (ほとんどが *C. polykrikoides*) が大規模な赤潮を形成し、重大な漁業被害を招くことが認められている。2000年の *C. polykrikoides* 赤潮の場合、赤潮の初期発生は御所浦島及び津奈木地先周辺でから拡大した<sup>9)</sup>。*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。1.4~3.6 m/h の速い日周鉛直移動により、表層のみならず、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すると思われる (図 3.8.8)。

*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。八代海では 2000年に *C. polykrikoides* の赤潮により約 40 億円、2002年に 5 億 8,700 万円の漁業被害が生じているが、2003年以降 2015年まで漁業被害は小規模である。

このほか、魚類や貝類に被害を与える *Karenia mikimotoi* による赤潮が 1989年、2000年、2015年及び 2016年に発生し、漁業被害が、1989年、2000年、及び 2015年に生じているが、*C. polykrikoides* と比較すると赤潮発生頻度、規模、被害額とも 10分の1以下と少ない (表 3.8.3)。

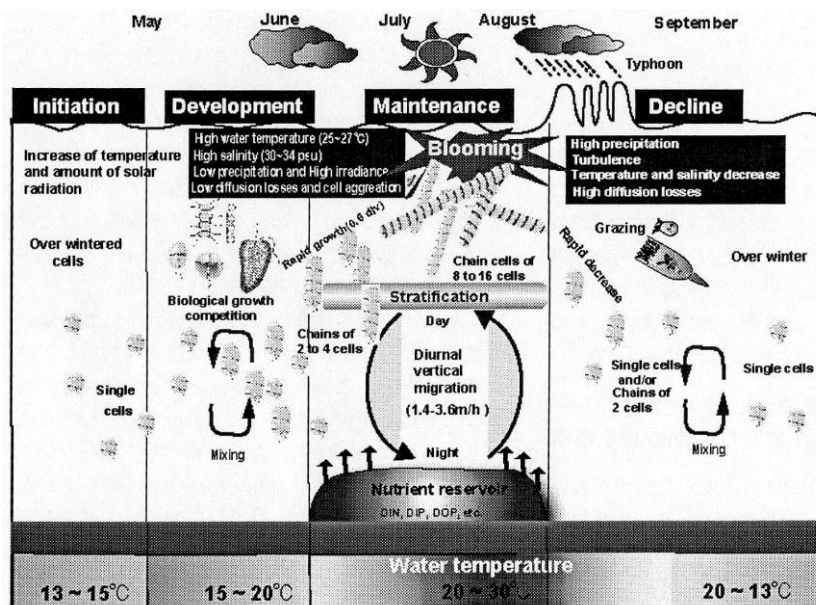


図 3.8.8 八代海における *Cochlodinium polykrikoides* の赤潮発生機構模式図



## (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、1998年から2003年の間が他の年に比べ2倍程度多い傾向がみられた<sup>2)</sup>(図3.8.9)。原因プランクトン別にみると、年による変動が大きいものの、主に珪藻によるノリの色落ち被害件数が多く発生している<sup>2)</sup>(表3.8.1、表3.8.4)。

赤潮被害発生件数(有明海)

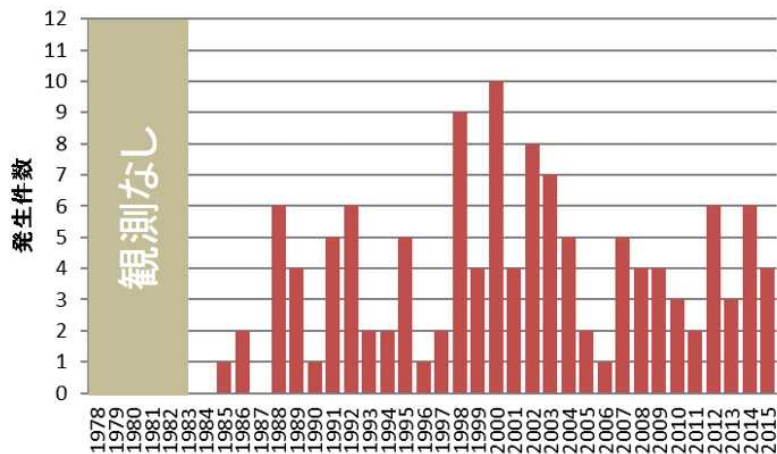


図 3.8.9 有明海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数(年間)の推移

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和53～平成27年)」をもとに環境省が作成した。

表 3.8.1 珪藻の赤潮発生による漁業被害(1978～2015年まで)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額(千円)
1985	有明海	<i>Cerataulina</i>	ノリの色落ち	不明
1986	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Asterionella kariana</i> <i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Pseudo-nitzschia pungens</i>	ノリの色落ち	不明
1988	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Asteroplanus karianus</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
1988	有明海	<i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Chaetoceros sociale</i> <i>Rhizosolenia delicatula</i> <i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
1989	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Asteroplanus karianus</i>	ノリの色落ち	不明
1989	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Prorocentrum</i>	ノリの色落ち	不明

1991	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
1991	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros curvisetum</i>	ノリの色落ち	不明
1992	有明海	<i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Lauderia</i> <i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Coscinodiscus</i>	ノリの色落ち	不明
1993	有明海	<i>Rhizosolenia fragilissima</i> <i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
1994	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Skeletonema</i> <i>Asterionella gracialis</i> <i>Leptocylindrus</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Ditylum brightwellii</i> <i>Asteroplanus karianus</i> <i>Rhizosolenia setigera</i>	ノリの色落ち	不明
1995	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Asterionella gracialis</i> <i>Rhizosolenia fragilissima</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira rotula</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Gymnodinium</i>	ノリの色落ち	不明
1995	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Akashiwo sanguinea</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Coscinodiscus</i> <i>Ditylum</i> <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
1996	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Asteroplanus karianus</i> <i>Asterionella gracialis</i>	ノリの色落ち	不明
1997	有明海	<i>Nitzschia seriata</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
1997	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Pseudo-nitzschia pungens</i> <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> <i>Akashiwo sanguinea</i>	ノリの色落ち	不明
1998	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Leptocylindrus</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明

1998	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Asteroplanus karianus</i> <i>Leptocylindrus</i>	ノリの色落ち	不明
1999	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
1999	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Asteroplanus karianus</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2000	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2000	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち・生育不良	不明
2000	有明海	<i>Rhizosolenia imbricata</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Chaetoceros debile</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Biddulphia sinensis</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち・生育不良	不明
2001	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2001	有明海	<i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros curvisetum</i> <i>Chaetoceros debile</i> <i>Skeletonema</i> <i>Asterionella gracialis</i>	ノリの色落ち	不明
2002	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Asterionella gracialis</i> <i>Asteroplanus karianus</i> <i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2002	八代海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2002	有明海	<i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2003	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Rhizosolenia setigera</i>	ノリの色落ち	不明
2005	有明海	<i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2008	有明海	<i>Asteroplanus karianus</i> <i>Skeletonema</i>	ノリの色落ち	不明
2009	有明海	<i>Thalassiosira</i> <i>Skeletonema</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Asteroplanus karianus</i>	ノリの色落ち	不明

2009	有明海	<i>Asteroplanus karianus</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2010	有明海	<i>Chaetoceros</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassionema nitzschioides</i>	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	<i>Asteroplanus karianus</i>	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	<i>Rhizosolenia setigera</i>	ノリの色落ち	不明
2011	有明海	<i>Asteroplanus karianus</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2012	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Asteroplanus karianus</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2012	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明
2013	有明海	<i>Asteroplanus karianus</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
2013	有明海	<i>Eucampia zodiacus</i> <i>Guinardia delicatula</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i>	ノリの色落ち	不明
2014	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Eucampia zodiacus</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Rhizosolenia</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
2014	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i>	ノリの色落ち	不明
2015	有明海	<i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち	不明

注) 1. 同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は合算して集計した。

2. *Asterionella karinana* として登録された種は、学名変更に従い *Asteroplanus karianus* と記載した。

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和53～平成27年）」から集計

## 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、1998～2010年及び2015年に発生件数が多く、2011年から2014年にかけては被害が発生していない<sup>2)</sup>(図 3.8.10)。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属(ラフィド藻)と *Cochlodinium polykrikoides* (渦鞭毛藻)による被害件数が多く、養殖ブリやトラフグ等のへい死により特に大きな被害が発生している<sup>2)</sup>(表 3.8.2 及び表 3.8.3)。

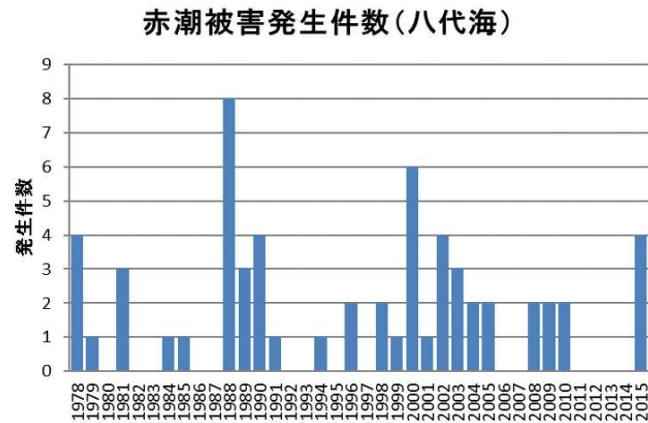


図 3.8.10 八代海において漁業被害をもたらした赤潮発生件数(年間)の推移  
出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和53～平成27年)」をもとに環境省が作成した。

## ウ) 橘湾

橘湾における赤潮被害の年間発生件数は、2000年に最大3件発生し、1978～2015年までの38年間で13件の漁業被害と、有明海や八代海の発生件数の1/5～1/10程度に留まっている<sup>2)</sup>(図 3.8.11)。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属(ラフィド藻)と *Cochlodinium polykrikoides* (渦鞭毛藻)による被害件数が多く、養殖ブリ、マダイやトラフグ等のへい死により大きな被害が発生している<sup>2)</sup>(表 3.8.2 及び表 3.8.3)。

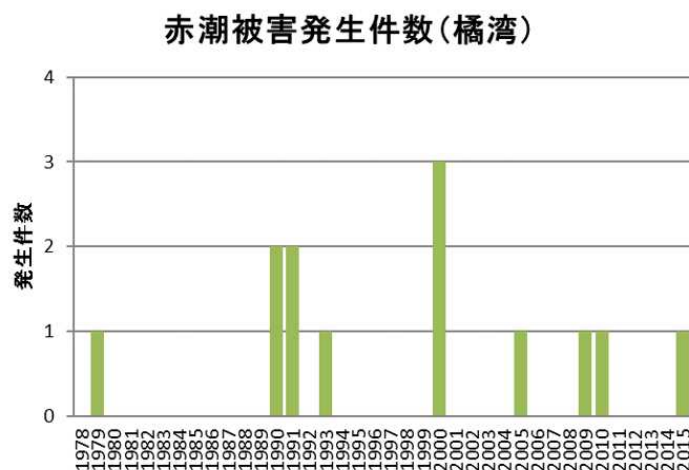


図 3.8.11 橘湾において漁業被害をもたらした赤潮発生件数(年間)の推移  
出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和53～平成27年)」をもとに環境省が作成した。



表 3.8.2 ラフィド藻類の赤潮発生による漁業被害 (1978~2015 年まで)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額 (千円)
1988	八代海	<i>Heterosigma akashiwo</i> <i>Prorocentrum</i>	ハマチ、ブリ、マアジへい死	3,453
1988	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチ、ブリ、マアジ、ボラへい死	40,766
1989	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	62,560
1989	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	コノシロ、グチへい死	不明
1990	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、マダイ等へい死	1,099,673
1990	橘湾	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	403,809
1990	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	51,585
1992	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチへい死	9,482
1992	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチへい死	366,155
1992	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Akashiwo sanguinea</i>	エソ、コノシロ、グチ、ワラスボへい死	不明
1995	橘湾	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチへい死	18,749
1998	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	12,148
1998	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ(養殖魚)、ボラ、スズキ、コチ、エイ、タコ、カニ、グチ、シラビラメ類、アカエイへい死(天然魚)	不明
1998	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Skeletonema</i>	クルマエビ衰弱	不明
1999	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Karenia mikimotoi</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Skeletonema</i>	エビ類、カニ類衰弱	不明
2000	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Karenia mikimotoi</i> <i>Heterosigma akashiwo</i>	アサリ、ボラ、スズキ、ハモ、コチ、サツパ、ウシノシタ類、ネズミゴチ、ハゼ類、エビ類、カニ類、シャコへい死	264,070
2000	有明海	<i>Fibrocapsa japonica</i>	ノリの色落ち・生育不良	
2003	有明海	<i>Heterosigma akashiwo</i>	ボラ、クロダイ、コノシロへい死(天然魚)	不明
2003	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、トラフグ、カワハギ、カンパチ、シマアジ、マダイ、ヒラマサ、クロダイへい死	363,666
2003	有明海	微細藻類 <i>Skeletonema</i> <i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i>	アサリへい死	不明
2003	八代海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ、トラフグ、カンパチ、シマアジ、ヒラマサへい死	287,382
2004	八代海	<i>Chattonella</i>	ブリ、カンパチ、シマアジ、マアジ、マダイ、トラフグ、カワハギ、クロダイ、スズキ、ガザミ、アサリへい死	226,844
2004	八代海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i>	アカエイ、コチ、ボラ、シバエビ、アサリ、グチ、クロダイ、ガザミ、スズキ、アカエイへい死	不明

2005	八代海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Cochlodinium polykrikoides</i> <i>Heterosigma akashiwo</i>	ブリ、ヒラマサ、カンパチ、シマアジ、トラフグ等へい死	94, 108
2007	有明海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリへい死	11, 455
2007	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i> (貧酸素水塊と同時発生)	ガザミ、エツ、コノシロ、スズキ、メナダ、ボラ、ワラスボ、ハゼ類、クチゾコ類、フグ、ハモ、アナゴ、ウナギ、シバエビ、シラタエビ、サルボウ、アゲマキ、シロギス、ヒラメ、キチヌ、クロダイ、マゴチ、ヒイラギ、ウシノシタ類へい死	不明
2008	有明海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Chattonella marina</i> (貧酸素水塊と同時発生)	ヒイラギ、ボラ、エビ、ガザミ、サツパ、コノシロ、ヒラ、スズキ、クツゾコ、カニ類、エビ類、サルボウ、アサリ	不明
2009	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサへい死	185, 508
2009	八代海	<i>Chattonella antiqua</i> <i>Karenia mikimotoi</i> <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサ、マダイ、トラフグへい死	2, 901, 996
2009	有明海 注1)	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチ、ヒラマサへい死	156, 050
2009	橘湾 注1)	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチ、ヒラマサ、マダイ、トラフグ、シマアジへい死	273, 915
2010	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、シマアジ、カンパチ、ヒラマサ、マダイ、ヒラメ、トラフグへい死	5, 274, 909
2010	橘湾	<i>Chattonella antiqua</i>	ハマチ、ヒラマサ、シマアジ、マダイ、トラフグへい死	86, 955
2014	有明海	<i>Heterosigma akashiwo</i>	コノシロ、グチ類(天然)へい死	不明
2015	有明海	<i>Chattonella</i> spp.	エツ、ボラ、スズキ(天然) ブリ、ハマチ、シマアジへい死	不明 3, 246
2016	八代海	<i>Chattonella antiqua</i>	ブリ、カンパチ、シマアジ	調査中

注) 1. 有明海及び八代海等を再生するための特別措置に関する法律(平成14年法律第120号)に基づく海面の区分で整理しており、漁業被害額等は出典と異なる。

2. 2016年の被害額は調査中である。

3. 同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。

4. 養殖魚の場合、被害尾数が1,000尾未満の場合は規模が小さいため割愛した。

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮(昭和53～平成27年)」から集計

表 3.8.3 渦鞭毛藻類の赤潮発生による漁業被害(1978～2015年まで)

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額(千円)
1978	八代海	<i>Gymnodinium</i> sp.	マダイ、ブリへい死	30, 220
1978	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリへい死	44, 537
1978	八代海	<i>Gymnodinium</i> sp.	ブリ、ボラへい死	26, 990
1979	橘湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ハマチ、マダイ等へい死	1, 242
1981	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ハマチ、マダイ、マアジへい死	32, 596
1985	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	マアジ、マダイ等へい死	59, 322

1989	八代海	<i>Karenia mikimotoi</i>	マダイ、ブリへい死ブリ、トラフグ、マアジへい死	255,754
1990	橘湾	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリへい死	10,262
1990	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ、トラフグ、クロダイ等へい死	40,380
1991	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	マダイ、トラフグ等へい死	13,090
1994	八代海	<i>Heterocapsa circularisquama</i>	アコヤガイへい死・衰弱、アサリへい死	225,000
1996	八代海	<i>Karenia digitata</i>	トラフグ、ハモ、マダイへい死	不明
1999	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	トラフグへい死	57,907
2000	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	トラフグ、マダイ、ブリ、カンパチ、シマアジ、マアジ、マサバ、ヒラマサ、クロダイ、イシダイ、カサゴ、イサキ、ヒラメ	3,984,067
2000	八代海	<i>Karenia mikimotoi</i>	メガイアワビ、エゾアワビ、トラフグ、ブリ、タコ、ハモ、クルマエビ、ヒラアジへい死	29,215
2000	橘湾	<i>Karenia mikimotoi</i>	ブリ、マダイ、カンパチ、トラフグへい死	28,065
2002	有明海	<i>Ceratium furca</i> <i>Akashiwo sanguinea</i> <i>Chaetoceros</i>	ガザミ、アナゴ、スズキ、ヒラメ、アイナメ、メバル、コチへい死	不明
2002	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ、カンパチ、ヒラメ等へい死	587,808
2002	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i> <i>Fibrocapsa japonica</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Skeletonema</i> <i>Thalassiosira</i> <i>Rhizosolenia setigera</i> <i>Katodinium glaucum</i>	ノリの色落ち・生育阻害	不明
2003	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i> <i>Skeletonema</i> <i>Chaetoceros sociale</i> <i>Chaetoceros debille</i> <i>Chaetoceros</i> <i>Eucampia zodiacus</i>	ノリの色落ち・生育阻害	不明
2004	有明海	<i>Akashiwo sanguinea</i>	ノリの色落ち等	不明
2015	八代海	<i>Karenia mikimotoi</i>	(養殖)ブリ、マダイ、カンパチ、シマアジ、マガキ、アワビ (天然)、ボラ、クロダイ、カサゴ、ダツ、ヒラメ、フグ、メバル、エソ、アワビ、ウミニナ、ガンガゼへい死	28,482.6
2015	八代海	<i>Karenia mikimotoi</i>	ブリ	12,804
2015	八代海	<i>Cochlodinium polykrikoides</i>	ブリ	5,760

注) 1. 2016年の被害額は調査中である。

2. 同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。

3. 養殖魚の場合、被害尾数が1,000尾未満の場合は規模が小さいため割愛した。

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和53～平成27年）」から集計

表 3.8.4 その他赤潮生物による漁業被害（1984～2015年まで）

発生年	海域名	赤潮原因種	漁業被害種・概要	漁業被害額 (千円)
2006	有明海	<i>Eutreptia</i> (緑藻)	ノリの色落ち	不明

注) 同一海域・時期に連続して発生した赤潮と見なされる場合は各県海域における被害状況を合算して集計した。

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（昭和53～平成27年）」から集計

#### (4) まとめ

有明海における赤潮の年間発生件数（1984～2015年）は、1998年頃から増加傾向がみられ、2000年代の発生件数（約36件/年）は1980年代（約15件/年）の概ね2倍程度となっている。なお、赤潮発生は原則として海域における着色現象を集計したものであるが、1998～2000年以降は、着色を伴わないものであっても被害（特にノリの色落ち被害）に応じて赤潮発生として扱われるため、過去と比較する場合、同じ微細藻類の出現状況であっても発生件数が多く計上されている可能性があることに留意する必要がある。汚濁負荷量と赤潮発生件数とを比較すると、両者の増減傾向との間に長期的な連動性はみられない。また、原因プランクトン別にみると、珪藻による赤潮発生頻度が高く、渦鞭毛藻やラフィド藻がこれに続く。ラフィド藻の割合が増加しているものの、構成種の大きな変化はみられない。

八代海における赤潮の年間発生件数（1978～2015年）は、1998～2000年頃から増加しており、1970～1980年代（約8件/年）と比較して2000年代の赤潮発生件数（約17件/年）は概ね2倍程度となっている。汚濁負荷量及び赤潮発生件数とも1998年以前に比べて2倍程度と高い状態が続いており、負荷量増加と赤潮発生件数との関連性について留意が必要である。原因プランクトン別にみると、渦鞭毛藻やラフィド藻の割合は6割程度と大きく変化しておらず、1991～1995年に珪藻の割合が一時的に低下したものの、長期的に種類組成の変動はみられない。ただし、2015年には *Karenia mikimotoi*（渦鞭毛藻類）による規模の大きな赤潮が発生した。

橘湾における赤潮の年間発生件数は原因プランクトン別にみると、渦鞭毛藻が主体となっている。

有明海・八代海等で発生する赤潮の種類と特徴は次のとおりである。

- ・ 小型珪藻は年中赤潮を形成するが、ノリ漁期に赤潮を形成すると、色落ちを引き起こす場合がある。
- ・ 大型珪藻による赤潮は秋期～冬期に発生し、ノリの色落ちによりノリ養殖業に大きな漁業被害を与える。
- ・ ラフィド藻による赤潮は夏期に発生し、魚介類へ被害を与える。
- ・ 渦鞭毛藻による赤潮は夏期に発生し、水産生物の大量死を引き起こし大きな漁業被害を与える。

有明海における赤潮被害の年間発生件数は、1998～2003年の間が他の年に比べ2倍程度多い傾向がみられた。原因プランクトン別にみると、年による変動が大きいものの、その多くが、珪藻によるノリの色落ち被害である。

八代海における赤潮被害の年間発生件数は、1988～1990年及び1998～2010年に多く、原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属(ラフィド藻)と *Cochlodinium polykrikoides* (渦鞭毛藻類)による被害件数が多く、養殖魚(ブリ、トラフグ等)のへい死により特に大きな被害が発生している。

橘湾における赤潮被害の年間発生件数は、調査期間を通じて少なく、有明海や八代海の発生件数の1/5～1/10程度であり、長期的な発生件数の増減傾向はほとんどみられない。原因プランクトン別にみると、*Chattonella* 属(ラフィド藻)と *C. polykrikoides* (渦鞭毛藻類)による被害件数が多く、養殖魚(ブリ、マダイ、トラフグ等)のへい死により大きな被害が発生している。

#### 参考文献

- 1) 岡市友利 (1997) : 赤潮の科学 (第二版) , 恒星社厚生閣, 337pp.
- 2) 水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮 (昭和 53～平成 27 年)」
- 3) 有明海・八代海総合調査評価委員会 (2006)「委員会報告」3章 8 赤潮, p. 35
- 4) 有明海・八代海総合調査評価委員会 (2006)「委員会報告」4章 3 問題点と直接的な環境要因との関連に関する考察, p. 59
- 5) 西川哲也 (2011) : 養殖ノリ色落ち原因藻 *Eucampia zodiacus* の大量発生機構に関する. 生理生態学的研究. 兵庫県農林水産技術総合センター研究報告[水産編], 第 42 号, pp. 1-82
- 6) Daekyung Kim, Osamu Kumamoto, Kyoung-Seon Lee, Aiko Kuroda, Akihiko Fujii, Atsushi Ishimatus and Tatsuya Oda (2004) : Deleterious effect of *Chattonella marina* on short-necked clam (*Ruditapes philippinarum*) ; possible involvement of reactive oxygen species, Journal of Plankton Research, Vol.26, No.8, pp.967-971
- 7) 今井一郎 (2000) : ラフィド藻赤潮の発生機構と予知, 有害・有毒赤潮の発生と予知・防除 (石田祐三郎・本城凡夫・福代康夫・今井一郎編), 公益財団法人 日本水産資源保護協会, pp. 29-70
- 8) 松原 賢, 首藤俊雄 (2013) : 有明海佐賀県海域における *Chattonella* 赤潮及び貧酸素水塊の動態と各種環境要因との関係 (2009-2011), 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 第 26 号, pp. 57-71
- 9) 有明海・八代海総合調査評価委員会 (2006)「委員会報告」別添資料 27, p. (35)