

(15) 八代海全体

八代海における問題点とその原因・要因は海域ごとに異なるものもあると考えられたことから、前節までは環境特性により区分した海域ごとに問題点の特定及びその原因・要因の考察を進めてきた。

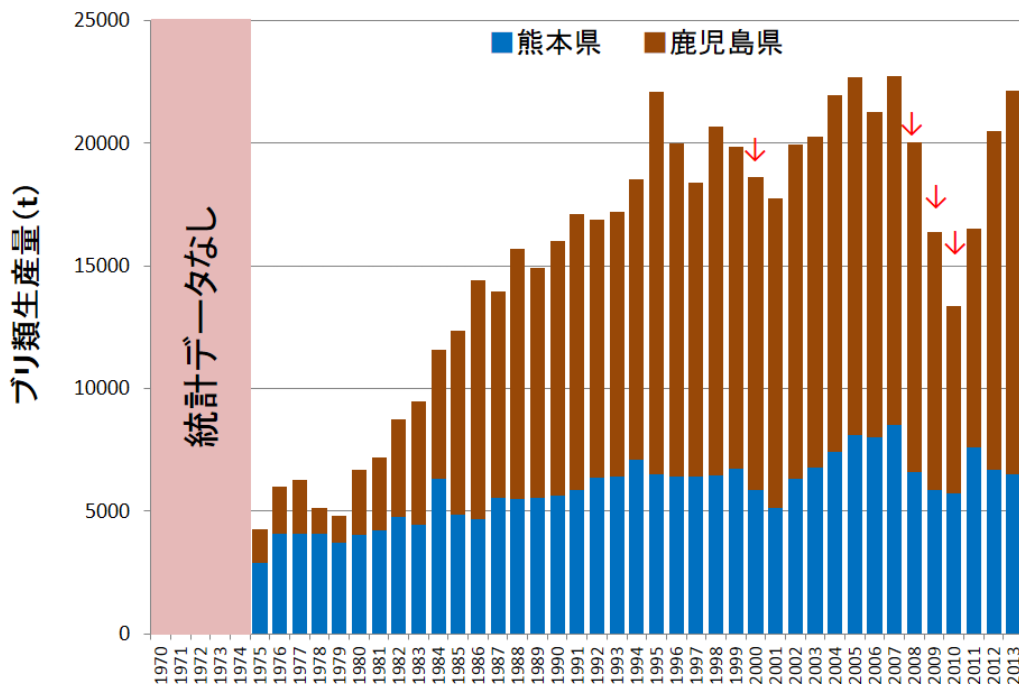
一方、八代海が抱える諸問題には、ノリ養殖に関する問題点等、環境特性による海域区分で検討しては事象を捉えることができないものや、魚類等、空間として八代海全体で捉えるべきものもある。

このため、本節では八代海全体に係る問題点として、「魚類等の変化（魚類養殖業の問題を含む。）」及び「ノリ養殖の問題」について整理し、その原因・要因について考察を行うこととした。

ア) 魚類養殖業の問題

① 現状と問題点の特定

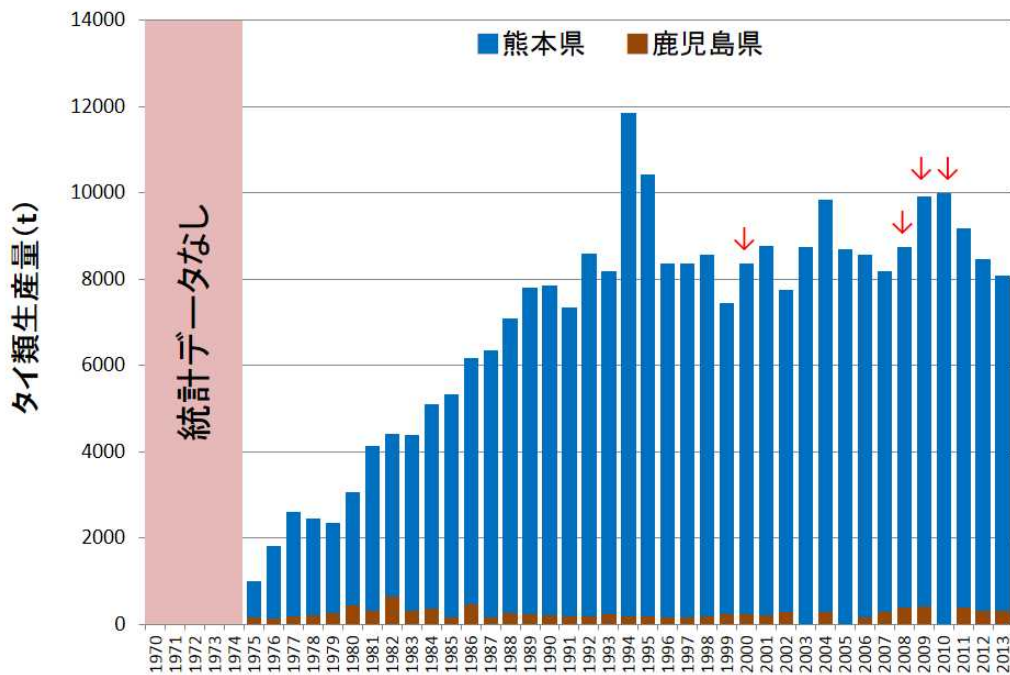
八代海では、ブリ、マダイ、トラフグ、シマアジ等の魚類養殖や真珠養殖業等が行われている。八代海における魚類養殖については、ブリ類とタイ類で全体の90%以上を占めていることから、ここでは両者の生産量と問題点について考察する。図4.4.178にブリ類の、図4.4.179にタイ類の生産量を示した。ブリ類については、生産量が横ばいに転じた1990年代中頃以降（赤潮による大きな漁業被害があった2010年を除く。）、概ね17,000～23,000tの範囲で推移している¹⁾。



注) 矢印は赤潮により1億円以上の漁業被害が発生した年を示す。

図 4.4.178 八代海におけるブリ類生産量の経年推移

出典：農林水産省「熊本農林水産統計年報（昭和50～平成25年）」
農林水産省「鹿児島農林水産統計年報（昭和50～平成25年）」をもとに
環境省が作成した。



注) 矢印は赤潮により1億円以上の漁業被害が発生した年を示す。

図 4.4.179 八代海におけるタイ類生産量の経年推移

出典：農林水産省「熊本農林水産統計年報（昭和50～平成25年）」
農林水産省「鹿児島農林水産統計年報（昭和50～平成25年）」をもとに
環境省が作成した。

タイ類については、生産量が横ばいに転じた1990年代中頃以降、概ね7,400～12,000 tの範囲で推移している。

赤潮生物のなかでも、*Cochlodinium* 属と *Chattonella* 属については、魚類、特にブリ類に対する毒性が強いため、赤潮が発生すると養殖魚類に甚大な被害を与えることが知られている。

② 原因・要因の考察

ブリ類については、2000年に *Cochlodinium* 属赤潮の発生による生産減少が生じたほか、2009年及び2010～2011年に発生した生産減少の要因として、主に *Chattonella* 赤潮による減産の影響が大きい。

八代海においては魚類養殖が広範囲に営まれていること、*Chattonella* は魚類に対する毒性が強く、赤潮が発生すると養殖魚類に甚大な被害を与えることから、この海域における2009年以降の安定した魚類養殖の生産を阻害している重要な要因であると考えられる。

八代海における *Chattonella* 属等の赤潮発生について、発生件数、最大細胞密度を図4.4.180、図4.4.181に示した²⁾。*Chattonella* 属は熱帯域から温帯域に広く分布する凡世界種であり、国内では三重県海域、瀬戸内海、舞鶴湾、有明海、八代海、鹿児島湾で赤潮の発生が知られている。瀬戸内海では1970～1980年代に赤潮が猛威をふるったが、1990年以降は減少傾向である。1980年代中頃から有明海や八代海で本種の赤潮が増加し、現在、国内でも本種の赤潮発生が多い海域となっている。

Chattonella 属による赤潮は、1998年まで散発的で規模も小さく、漁業被害はほとんど発生していなかった。しかし、2003～2010年まで発生頻度・規模が急激に拡大

し²⁾ (図 4.4.182)、漁業被害額は2008年に1.8億円(ブリ類やシマアジを中心に7.6万尾へい死)、2009年に28.7億円(ブリ類、マダイ、シマアジ、トラフグを中心に245.4万尾へい死)、2010年に52.7億円(ブリ類、マダイ、シマアジ、トラフグを中心に278.1万尾へい死)をもたらした。2016年にも4.3億円(ブリ類、シマアジ、カンパチを中心に20万尾へい死)の漁業被害が生じた。

Cochlodinium 属(ほとんどが *C. polykrikoides*) に関しては、1978~1981年、1991年、2000~2007年と一定期間ごとにまとまった出現を示していた²⁾ (図 4.4.182)。特に2000~2003年にかけての熊本県海域における赤潮発生頻度・規模は大きく、2000年の赤潮発生では魚類養殖魚へ39.8億円(ブリ類、マダイ、シマアジ、トラフグを中心に217万尾へい死)の漁業被害をもたらした。2015年にはブリが8,800尾へい死している。なお、*Chattonella* 属と *Cochlodinium* 属による魚類のへい死について、鰓機能の障害による窒息死という症状について共通している。

八代海においては、*Cochlodinium* 属と比べると *Karenia* 属による赤潮の発生頻度は少なく、1989年、2000年、2009年、2015年及び2016年に発生している。1989年の赤潮では2.5億円(ブリ類、マダイ、シマアジ、トラフグを中心に15.4万尾へい死)の漁業被害が発生している。2015年と2016年は連続して本種の赤潮が発生し、養殖ブリがそれぞれ7,800尾及び3,000尾へい死した。

Heterosigma 属(ほとんどが *H. akashiwo*) による赤潮は散発的に発生しているが、上記3種に比較すると毒性が低く、単年度で1億円を超える漁業被害は発生していない。

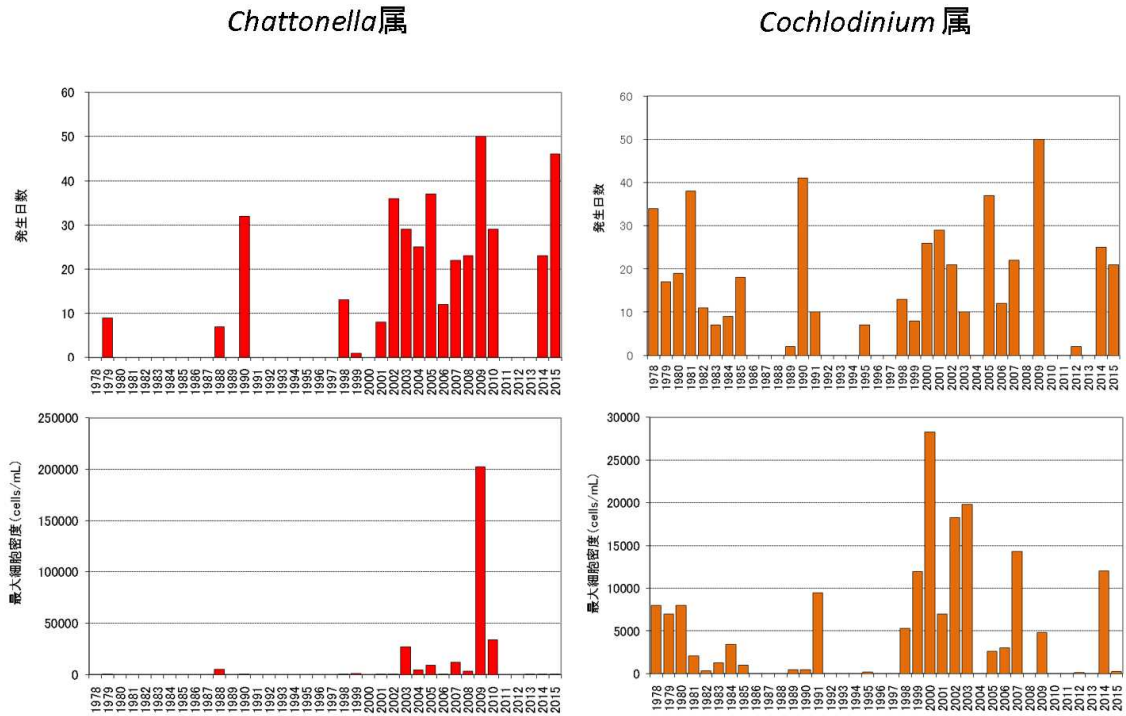


図 4.4.180 八代海（熊本県海域）における *Chattonella* 属と *Cochlodinium* 属による赤潮発生日数、最大細胞密度の経年変化

出典：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。

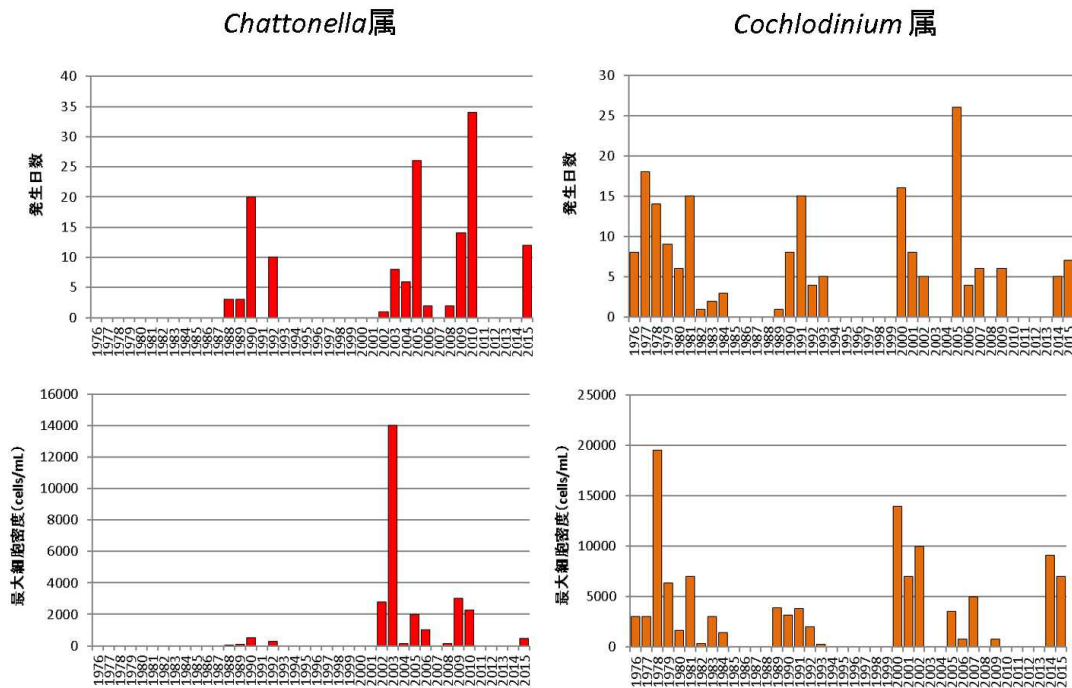
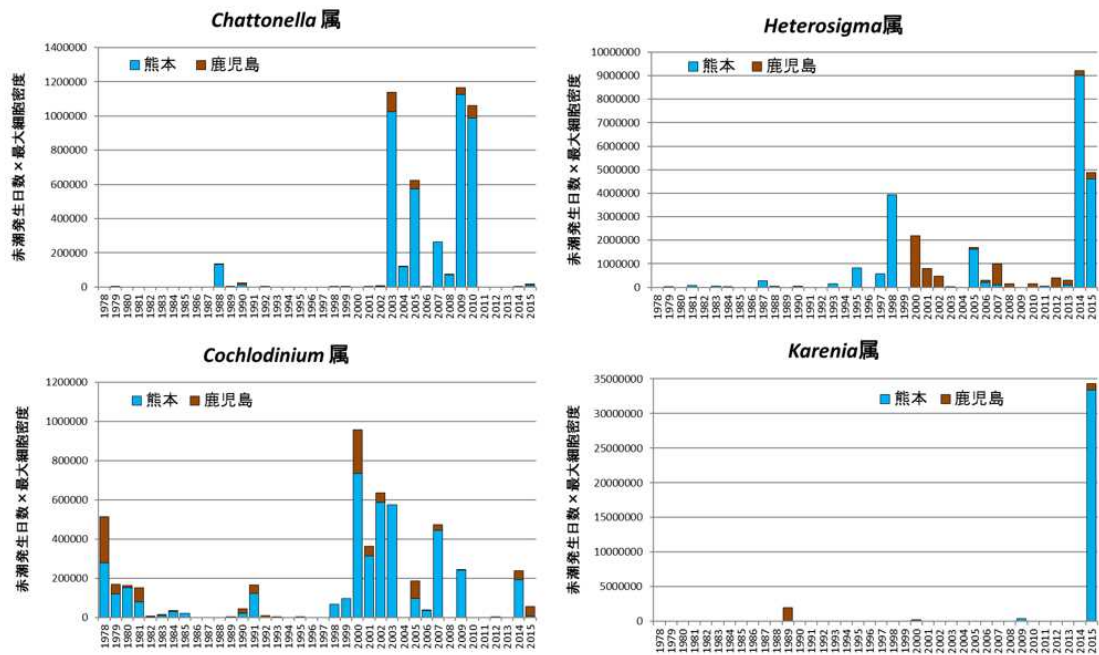


図 4.4.181 八代海（鹿児島県海域）における *Chattonella* 属と *Cochlodinium* 属による赤潮発生日数、最大細胞密度の経年変化

出典：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。



- 注) 1. 赤潮の発生規模を反映するため、以下のように総出現細胞数を算出した
 総出現細胞数 = 赤潮発生日数 × 最大細胞密度 (cells/mL)
 2. 当該年に複数回赤潮が発生した場合、発生毎に上記の計算を行って合計した

図 4.4.182 八代海における有害赤潮発生規模の推移

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。

八代海では *Chattonella* 属や *Cochlodinium* 属による赤潮発生が繰り返し発生している。ここでは、漁業被害が最も大きい *Chattonella* 属の赤潮発生状況と問題点について考察する。

表 4.4.20 に、2010 年の八代海鹿児島県海域において発生したブリの大量へい死に関する調査結果を示した³⁾。各ブリ漁場における毎日のブリ死亡（寒色系）と当日の *Chattonella* 細胞密度（暖色系）との関係を見たところ、いずれの漁場においても *Chattonella* の細胞密度が高い日あるいはそれより数日遅れてブリの死亡も発生しており、本種の細胞密度の上昇がブリのへい死に密接に関与していたことが読み取れる。

次に魚類養殖業の阻害要因である *Chattonella* 赤潮の発生と環境要因との関係について考察する。*Chattonella* 属の生活史を図 4.4.183 に示す。本属は海底泥中で耐久性の休眠孢子（シスト）を形成し、越冬した後に春先に発芽して栄養細胞となり、無性的な2分裂を繰り返すことで増殖する。従って、赤潮の発生はシストの分布と発芽、発芽した栄養細胞の増殖過程の2段階によって影響を受ける⁴⁾。

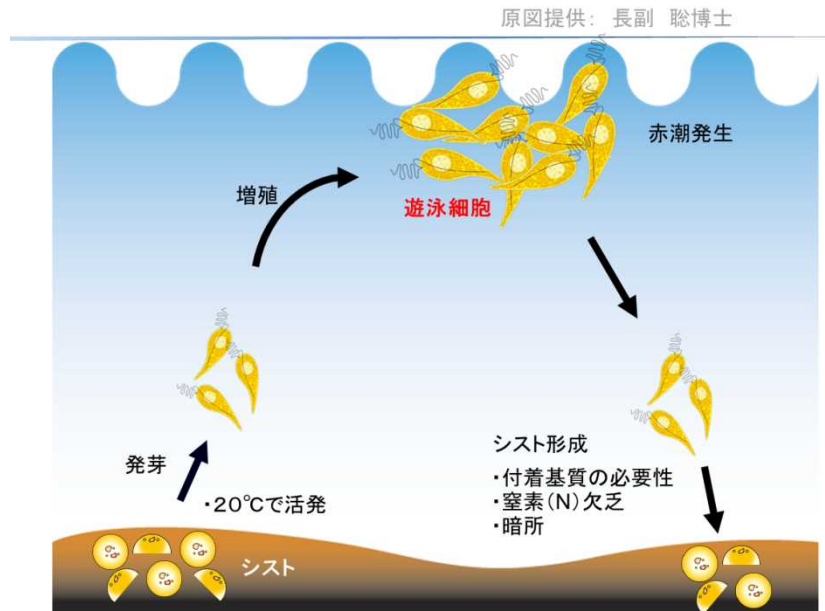


図 4.4.183 *Chattonella* 属の生活史

出典：今井一郎（2000）：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）ラフィド藻赤潮の発生機構と予知，日本水産資源保護協会，pp. 29-70 の図を改変

図 4.4.184 に八代海海域における *Chattonella* 属のシストの分布を示した。*Chattonella* 属のシストは八代海全域に分布している⁵⁾。過去の知見において、*Chattonella* 属のシストは赤潮発生規模が大きく、かつ底質の泥分率が高い海域において高密度に分布することが知られている⁴⁾（今井，2000）。

シストが広範囲に分布していること、シストの分布には年変動があること等から、このデータのみから、特定の海域が赤潮の初発海域であると断定することは困難である。

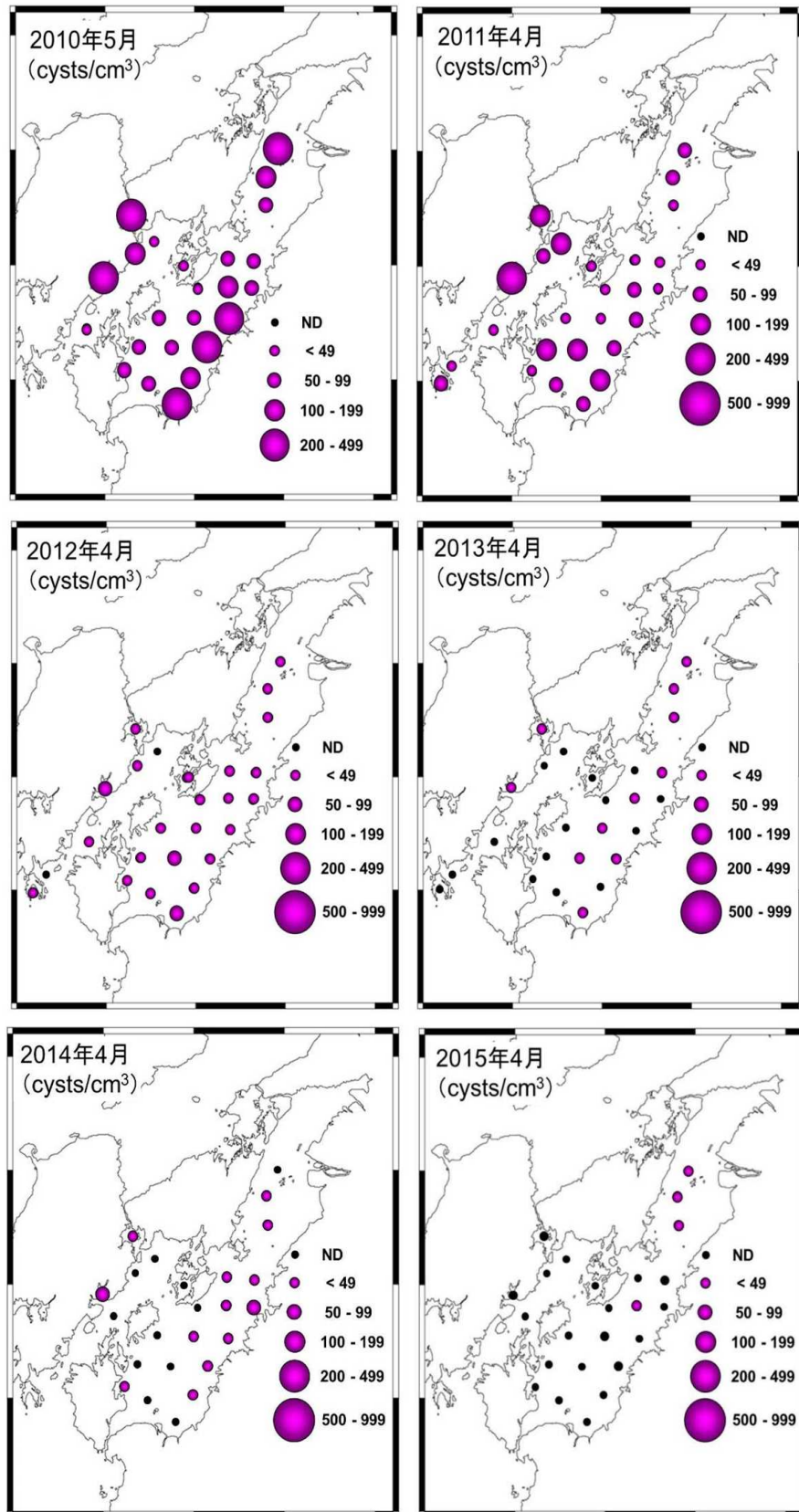


図 4.4.184 八代海における *Chattonella* 属休眠胞子（シスト）の分布状況

出典：水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所のホームページより

<http://feis.fra.affrc.go.jp/topics/230610-chattonella/230610-chattonella.html>

シストから発芽し、海域へ出現した遊泳細胞は水温の上昇とともに分裂増殖する。これら初期増殖域は通常海水の停滞性が強い海域でみられることが多い。本種は塩分 10~35 psu の範囲で増殖可能であるとの報告があり⁴⁾ (今井, 2000)、河口域等極度に低塩分化する海域では至適水温であっても増殖阻害を受ける。過去のモニタリング調査の結果から、初期増殖域はY 2 又はY 3 海域を中心とした海域であることが推定されている。

遊泳細胞の急激な増殖は水温が 20°C を超える夏期にみられ、室内培養試験から得られた至適増殖水温⁶⁾ (図 4. 4. 185) と実際の海域における高密度出現時の水温 (図 4. 4. 186) は概ね一致している。従って、本種の増殖には第一義的に水温が重要な影響を及ぼしていることが推定される。

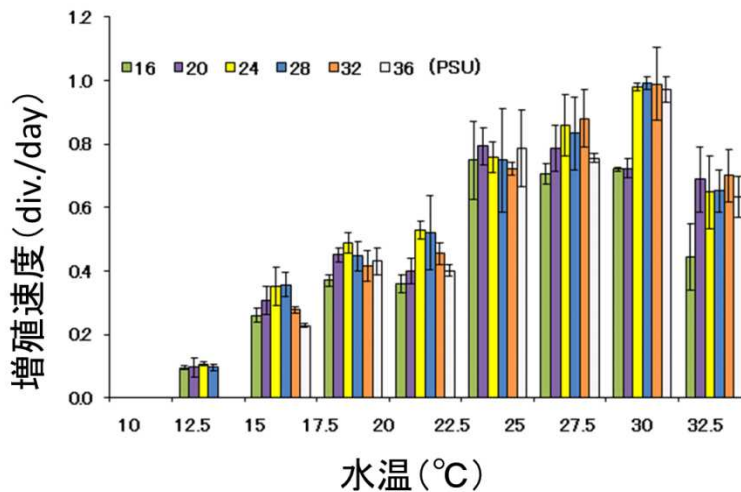


図 4. 4. 185 諫早湾産ラフィド藻 *Chattonella antiqua* の水温・塩分に対する増殖応答

出典：山砥稔文, 坂口昌生, 岩滝光儀, 松岡数充 (2006)：諫早湾に出現する有害赤潮鞭毛藻 4 種の増殖に及ぼす水温, 塩分の影響, 日本水産学会誌, 第 72 巻, 第 2 号, pp. 160-168

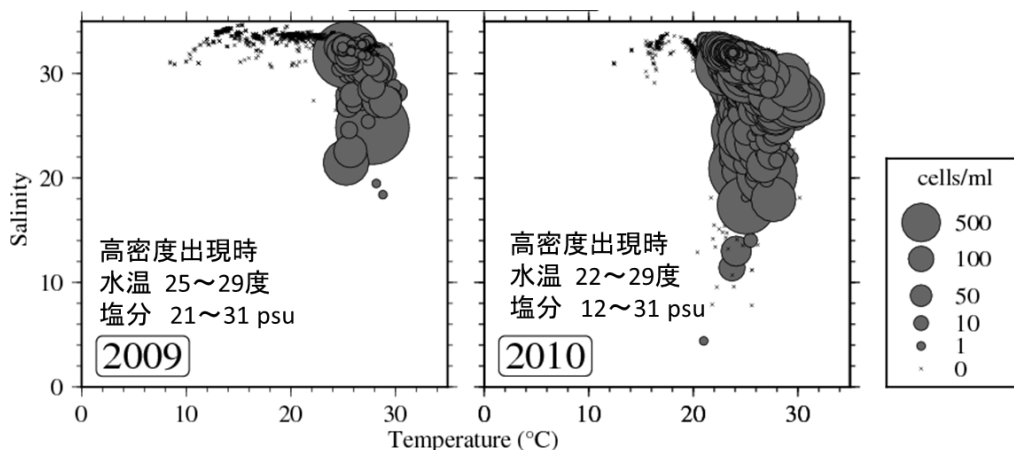


図 4. 4. 186 2009 年及び 2010 年八代海における *Chattonella antiqua* 出現密度と水温・塩分の関係

出典：熊本県及び鹿児島県による観測データをもとに環境省が作成した。

折田ら(2013)は、水温上昇期における *Chattonella* 赤潮の発生と気象の関係について、重回帰分析により検討したところ、6月中旬までの日照時間、平均風速及び入梅日の3項目が1%未満の危険率で赤潮発生率と非発生率の平均値に有意差が認められたことを示した⁷⁾。北東風の増加は海底に存在するシストからの栄養細胞の発芽量を促進し、日照時間の増加は増殖初期の光合成を促進し、平年より遅い入梅日によって赤潮発生密度に達するのに必要な栄養塩の供給タイミングが一致することで赤潮発生に影響していることが推定されている。

また、折田ら(2013)は、過去の発生状況から、八代海における赤潮について以下のI型からIII型のパターンを示している⁷⁾(図4.4.187)。I型は発生頻度が高く、漁業被害はI型とIII型で大きくなる。漁業被害が大きかった2009年に関して、折田ら(2013)は、赤潮の初発期は一枝湾である楠浦湾を中心とした出現であったためI型として区分した⁷⁾。一方、Aoki et al.(2012)に示された観測結果と漂流シミュレーションによれば、後期はIII型となって南部漁場へ流入したと推定され、観測結果とも概ね一致している⁸⁾(Aoki et al. 2012、図4.4.188)。2010年に関しては、前期のI型から、後期はIII型に移しながら赤潮水塊が八代海全域のみならず湾口部で接続する牛深町周辺の海面まで移流して被害を拡大させている⁹⁾(図4.4.189、鬼塚ら2011)。III型が発生する原因として、河口域からもたらされる豊富な栄養塩を用いてY2又はY3海域で増殖した *Chattonella* の赤潮水塊が、吹送流や密度流によって主要な漁場が存在するY4やY5海域へと移流拡散し、急激な細胞密度の上昇によって魚類のへい死を引き起こすためであると推定されている。

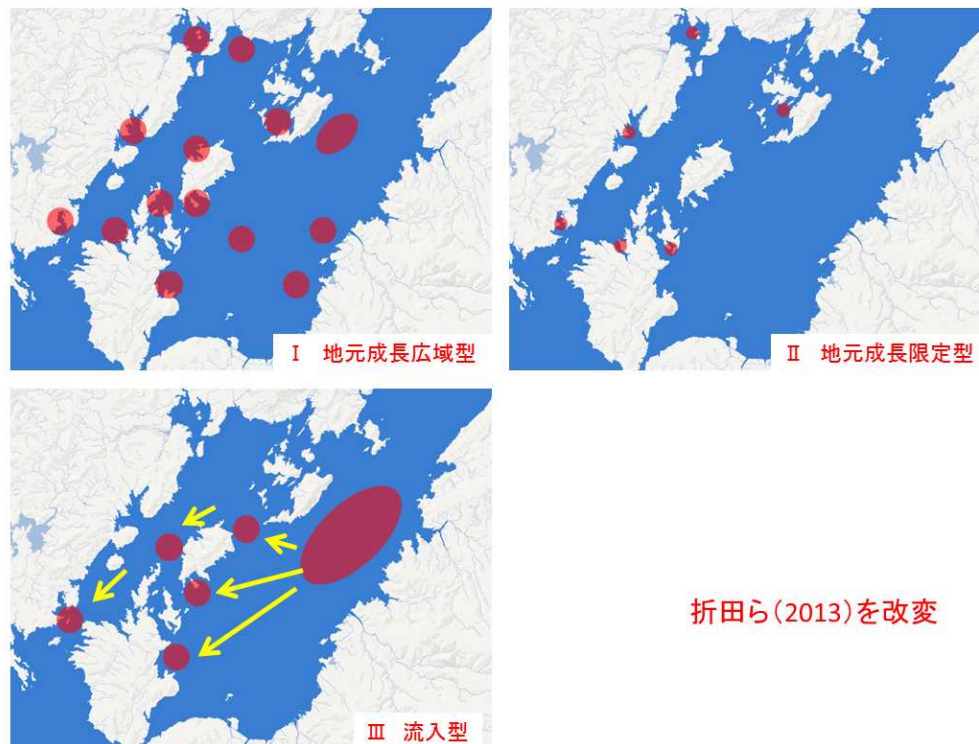


図 4.4.187 八代海における *Chattonella* 属赤潮の発生パターン

出典：折田和三，西広海，田原義雄，中村章彦(2013)：統計学的手法を用いた八代海の *Chattonella* 赤潮発生に関与する要因抽出と予察の可能性，鹿児島県水産技術開発センター研究報告，第4号，pp. 24-32の図をもとに環境省が作成した。

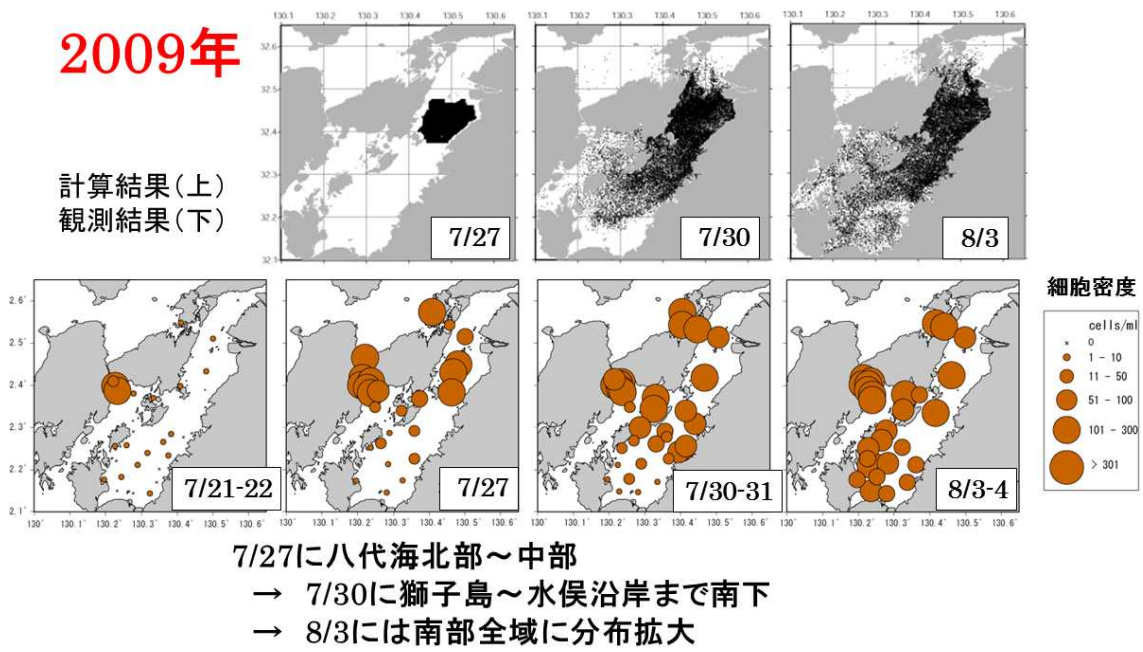


図 4. 4. 188 粒子追跡実験結果（上段）と 2009 年 *Chattonella* 属赤潮発生状況（下段）との関係

出典：Aoki, K., Onitsuka, G., Shimizu, M., Kuroda, H., Matsuyama, Y., Kimoto, K., Matsuo, H., Kitadai, Y., Sakurada, K., Nishi, H., Tahara, Y. (2012) : Factors controlling the spatio-temporal distribution of the 2009 *Chattonella antiqua* bloom in the Yatsushiro Sea, Japan. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol.114, No.1, pp.148-155

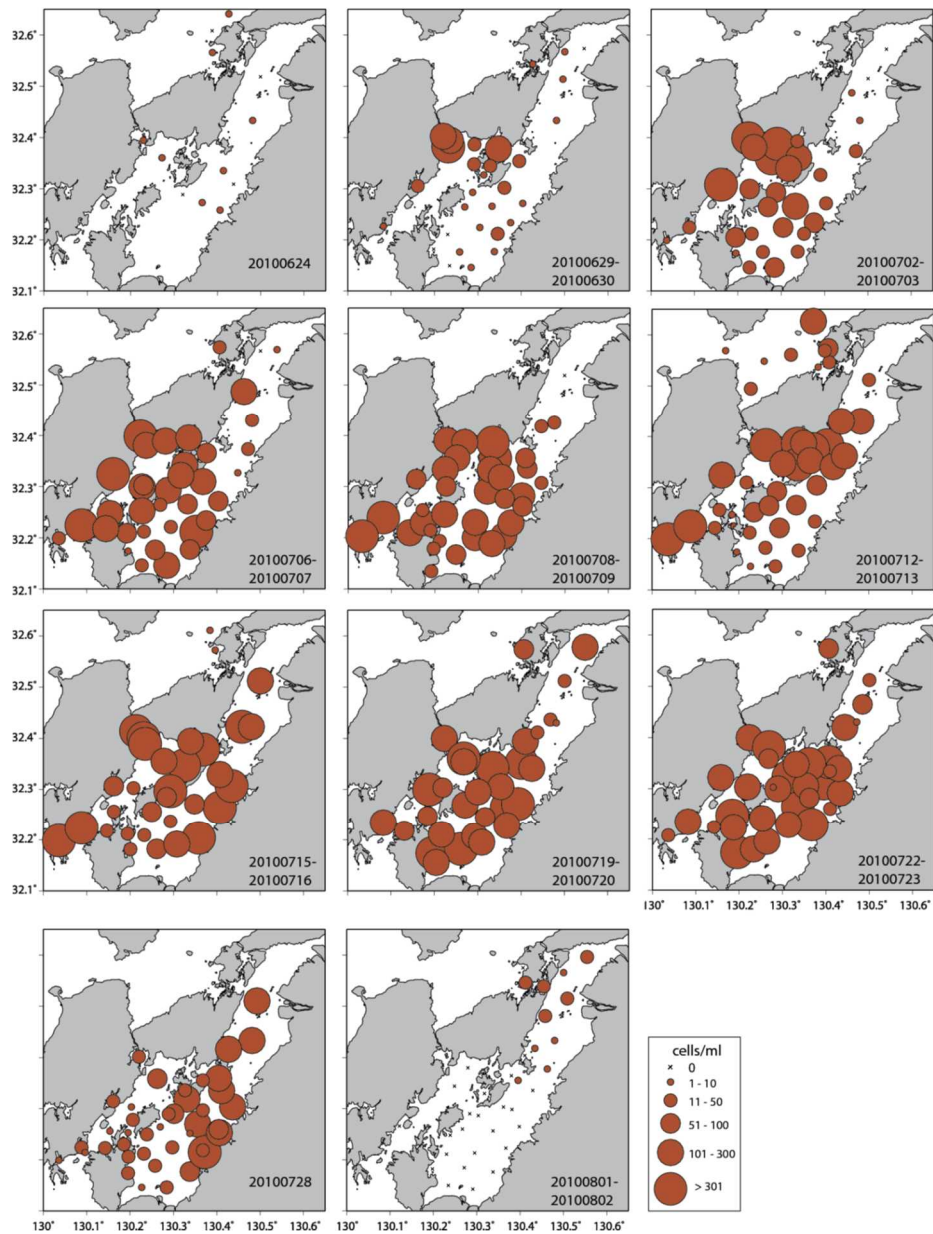


図 4.4.189 2010年 *Chattonella* 赤潮発生状況

出典：鬼塚剛，青木一弘，清水学，松山幸彦，木元克則，松尾斉，未代勇樹，西広海，田原義雄，櫻田清成（2011）：2010年夏季に八代海で発生した *Chattonella antiqua* 赤潮の短期動態—南部海域における出現特性—，水産海洋研究，第75巻，第3号，pp.143-153

赤潮の発生には、好適な物理学的環境下（潮流、日照時間・光強度、水温）において、植物プランクトンの生長に必要な栄養塩等の負荷及び競合他種との栄養競合、動物プランクトンによる捕食等、化学的及び生物学的要因も影響する。一般的に沿岸や内湾域における過度の魚類養殖業の展開は、残餌や糞尿から海域への栄養塩負荷を引き起こすことが知られており¹⁰⁾（例えば西村，1982）、*Cochlodinium* 属赤潮については、魚類養殖が盛んな海域で発生頻度が高く、魚類養殖に伴う負荷との関連が示唆されている¹¹⁾（有明海・八代海総合調査評価委員会，2006）。

八代海における2011～2015年にかけての赤潮発生件数（海域別）を図4.4.190に示した。Y1～Y4海域の夏期の赤潮発生件数は10～18件であったが、外洋水の影響が大きいY5海域では42件と最も赤潮発生件数が多かった²⁾。この海域を初発とする大規模な赤潮発生は過去にほとんど認められていないが、枝湾が多く存在

し、この湾奥部での赤潮発生件数が多いことが影響している。従って、こうした枝湾の内部では、潮流の停滞と魚類養殖に伴う負荷の影響で、赤潮発生件数が増加している可能性が示唆される。内湾奥部発生型の赤潮においては、漁場周辺の栄養塩環境も影響していることが推定される。

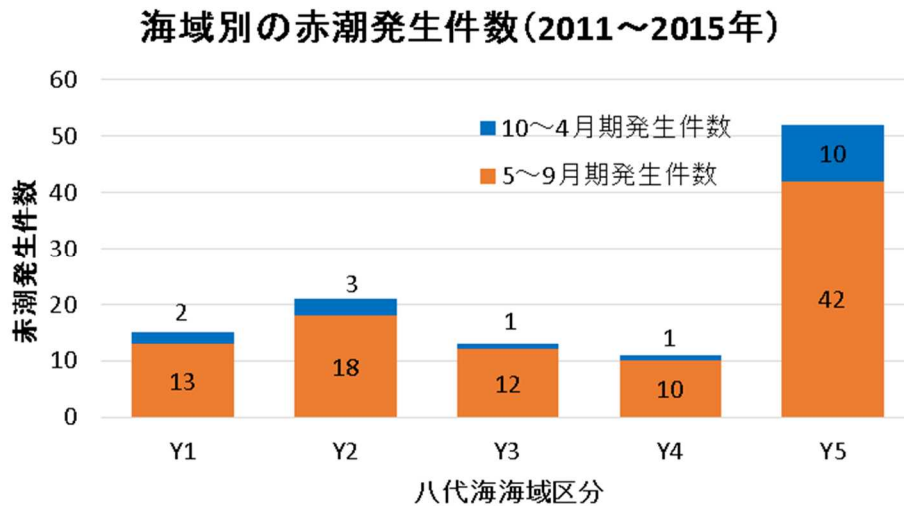


図 4. 4. 190 八代海における海域別赤潮発生件数

出典：水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮（平成 23～27 年度）」をもとに環境省が作成した。

こうした魚類養殖由来の栄養負荷を軽減するため、魚類養殖場における大型藻類のコンブや懸濁物除去のための二枚貝の混合養殖についても取組まれている（図 4. 4. 191）。

また、各漁場では、持続的養殖生産確保法に基づく漁場改善計画を策定している。



図 4. 4. 191 八代海の魚類養殖業者による藻類・貝類の混合養殖例

出典：東町漁協青壮年部提供資料

③ まとめ

八代海における魚類養殖については、ブリ類とタイ類で全体の90%以上を占めている。生産量は1975年以降の統計データから、1975年以降増加し、横ばいに転じた1990年代中頃以降にはブリ類は概ね17,000～23,000 tの範囲で、タイ類は概ね7,400～12,000 tの範囲で推移しているが、2000年には*Cochlodinium*属赤潮で、2008～2010年及び2016年には*Chattonella*属赤潮によって単年度で1億円を超える漁業被害が発生している。

*Chattonella*赤潮や*Cochlodinium*属等は、発生すると養殖魚類に甚大な被害を与えることから、八代海における安定した魚類養殖の生産を阻害している重要な要因であると考えられる。

*Chattonella*赤潮は、2003～2010年まで発生頻度・規模が急激に拡大し、2009年に28.7億円、2010年に52.7億円、2016年に4.3億円の漁業被害額をもたらした。

八代海における赤潮は、発生頻度は地元成長広域型が高く、漁業被害は地元成長広域型と流入型で高くなる。2010年には、赤潮が八代海全域のみならず、湾口部で接続する牛深町周辺の海面まで移流して被害をもたらした。

なお、八代海において、T-N、T-Pの海域への直接負荷を含めた汚濁負荷量については、2006、2009年度頃が最大であり、2010年度以降は2006、2009年度頃に比べやや少ない傾向にある。魚類養殖(2009～2013年度平均)の負荷量はT-Nでは全体の27～31%程度、T-Pでは全体の34～48%程度を占め、陸域からの流入負荷とともに大きな負荷源となっている。(図 3.1.8 参照)。

イ) 魚類等の変化

① 現状と問題点の特定

八代海では魚類資源に関する研究が少なく、漁獲努力量等の資源評価に係る情報が整備されていないため、ここでは魚類漁獲量の動向を資源変動の目安と考える。

八代海の魚類漁獲量については、有明海ほどの減少傾向はみられておらず（図 4.4.192）、1982年をピーク（19,000t 台）に変動を繰り返しながらも緩やかな減少傾向を示し、2003年及び2006年には9,000t 台まで落ち込んだ。しかし、それ以降は再び増加傾向にあり、2013年の漁獲量は18,000トンを超えている。

県別に魚類漁獲量をみると、熊本県は1980年をピークに2013年にかけて緩やかな減少傾向が認められる。一方、鹿児島県は2000年代後半より増加傾向にあり、2011年以降は熊本県を上回っている（図 4.4.192）。

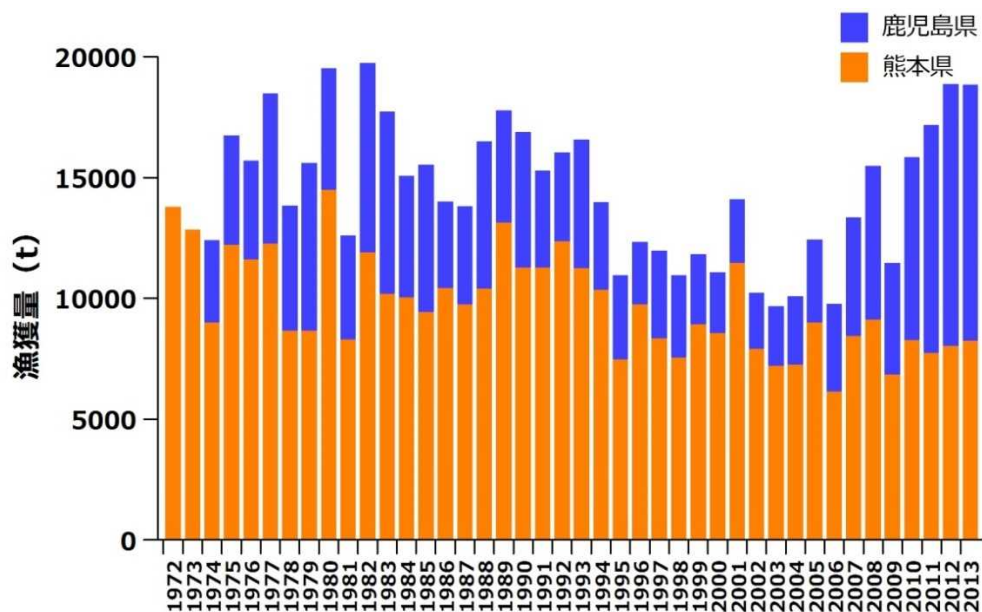


図 4.4.192 八代海の魚類漁獲量（海面漁業）の経年変化

出典：農林水産統計をもとに環境省が作成した。

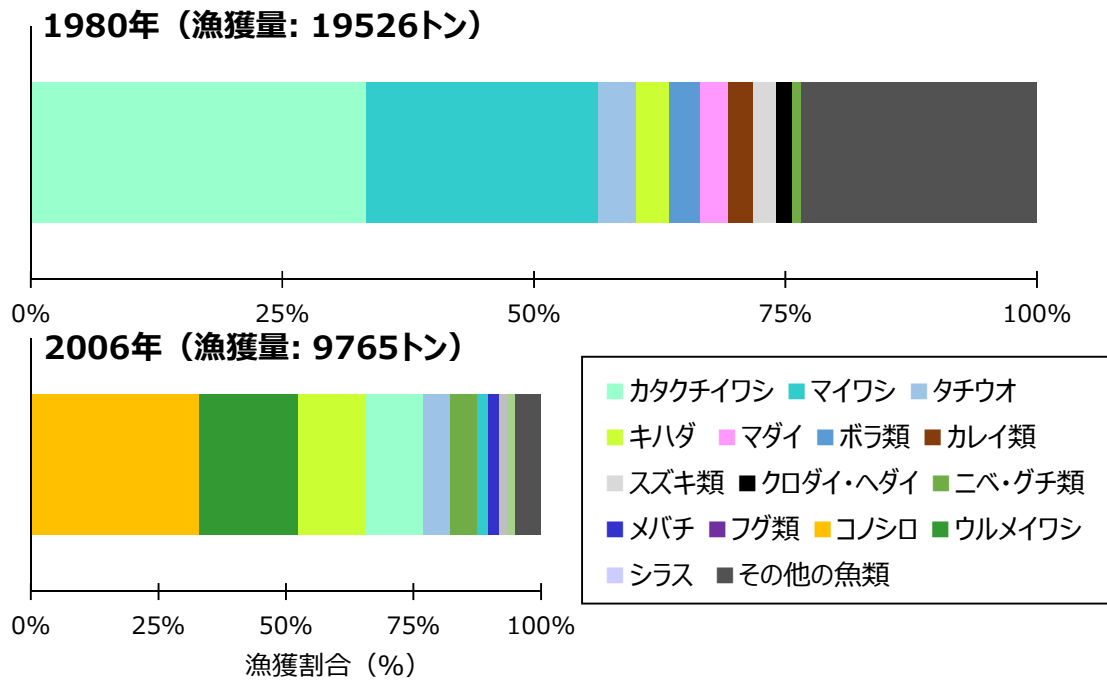


図 4. 4. 193 八代海の魚種別漁獲割合～1980年及び2006年との比較

出典：農林水産統計をもとに環境省が作成した。

八代海の主要魚種のうち、漁獲量の多くを占める分類群はニシン目の魚類（マイワシ、カタクチイワシ、コノシロ、ウルメイワシ等）であり、魚類漁獲量が最も多かった1980年には全漁獲量の50%以上を占めていた（図 4. 4. 193）。しかし、カタクチイワシやマイワシ等の漁獲量は2006年には激減しており、八代海全体の漁獲量減少をもたらしたことがわかる。カタクチイワシ等の仔魚であるシラスについても独立した銘柄で漁獲量が記録されており、重要な魚種の一つとなっている。ニシン目の浮魚類が多く漁獲されていることが八代海の特徴の一つであり、有明海と大きく異なる点である。これらの魚類は数年から数十年の周期で自然変動するため、底生魚類の変動傾向や減少要因とは異なる可能性が高い。

一方、有明海の代表的な底生魚であるウシノシタ類やニベグチ類、カレイ類等も漁獲されており、減少傾向が認められるものの、その程度は有明海ほど深刻ではない。底魚類のうち、ヒラメやマダイについては明瞭な減少傾向はみられていない（図 4. 4. 194）。

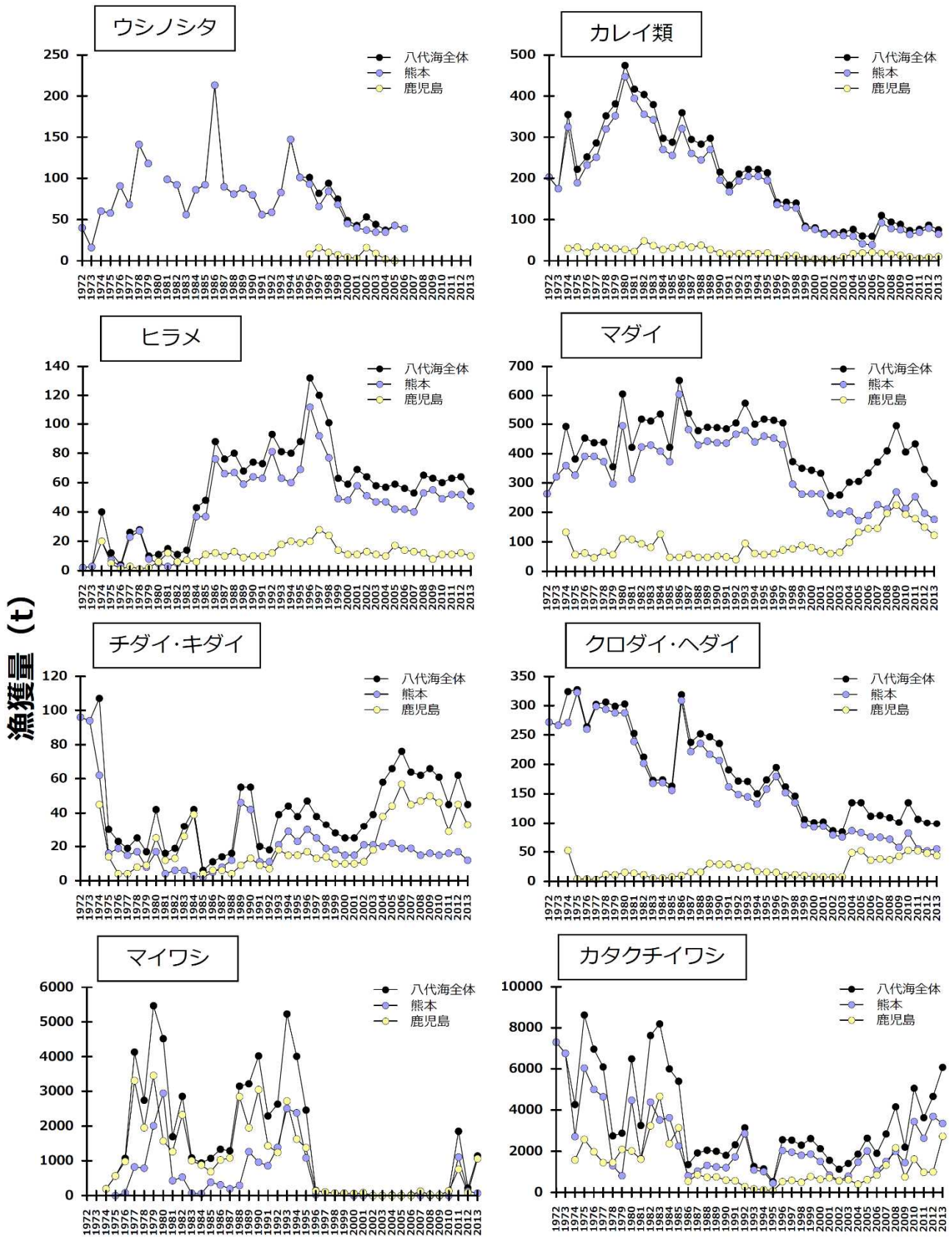


図 4.4.194 (1) 八代海における魚類漁獲量等の経年変化

出典：農林水産統計をもとに環境省が作成した。

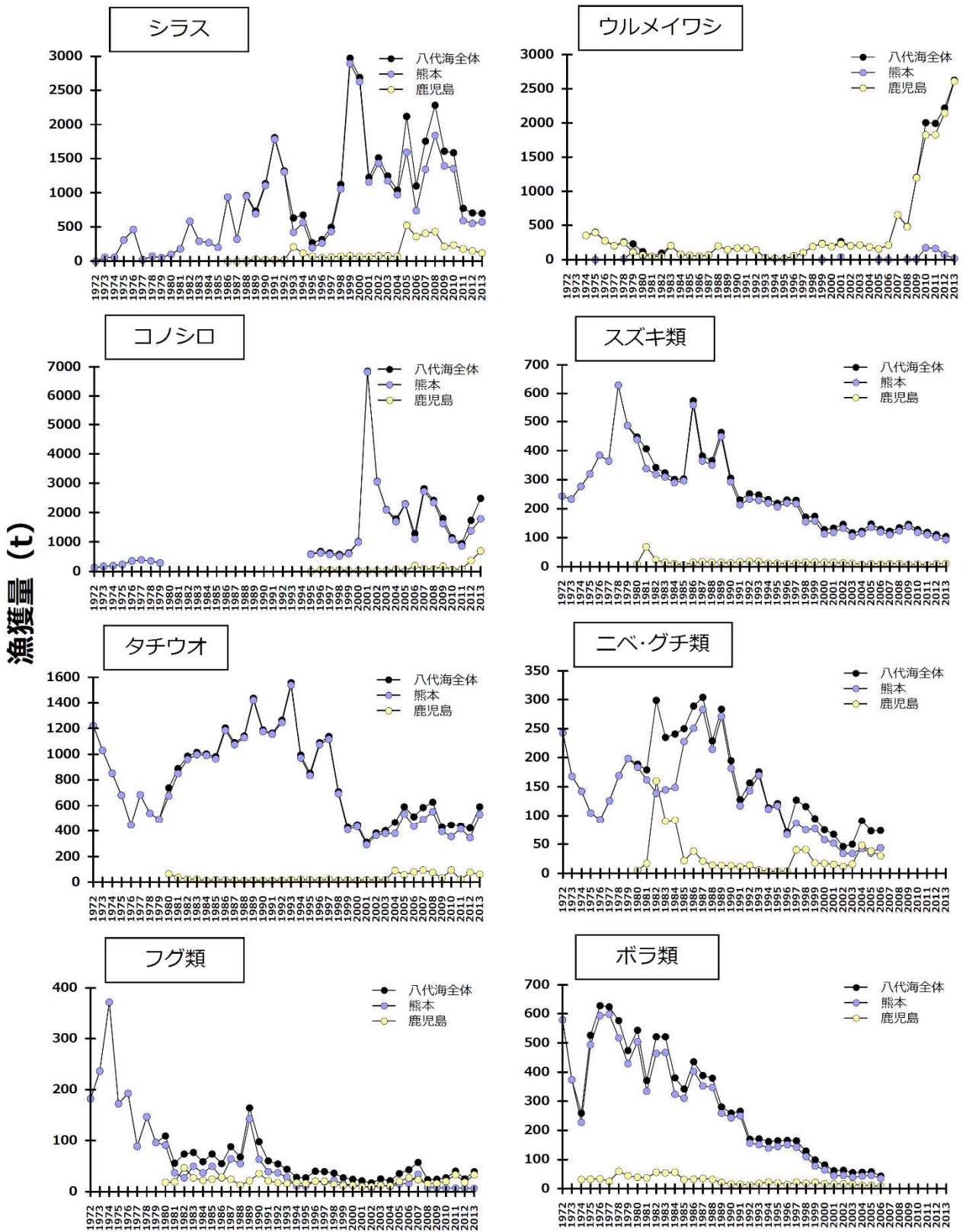


図 4.4.194 (2) 八代海における魚類漁獲量等の経年変化

出典：農林水産統計をもとに環境省が作成した。

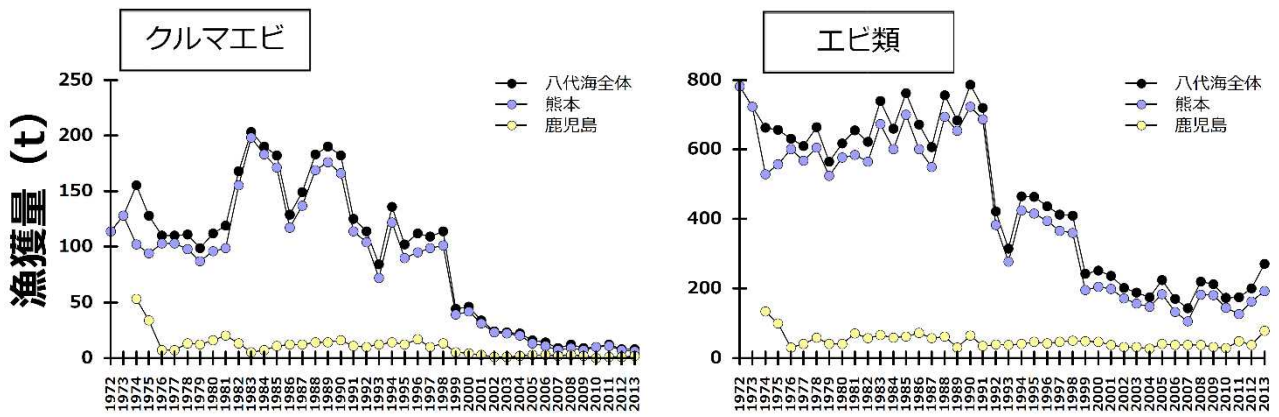


図 4. 4. 194 (3) 八代海における魚類漁獲量等の経年変化

出典：農林水産統計をもとに環境省が作成した。

魚類の動向について、八代海全域を対象とした2013年から3ヶ年の魚類相の調査結果によると、八代海では有明海の湾奥部干潟域でみられないホタテウミヘビ、ミナミホタテウミヘビ、ダイナンアナゴ、ロウニンアジ、コトヒキ等が出現することが確認されており、有明海とは隣接しているものの、魚類相は異なる可能性が高いことが示唆されている。

魚類仔稚魚の個体数密度について、3地点での調査結果を月別に地図上に示した(図4.4.195)。仔稚魚の個体数密度は年及び月により大きく変化しており、一定の傾向は認められなかった。

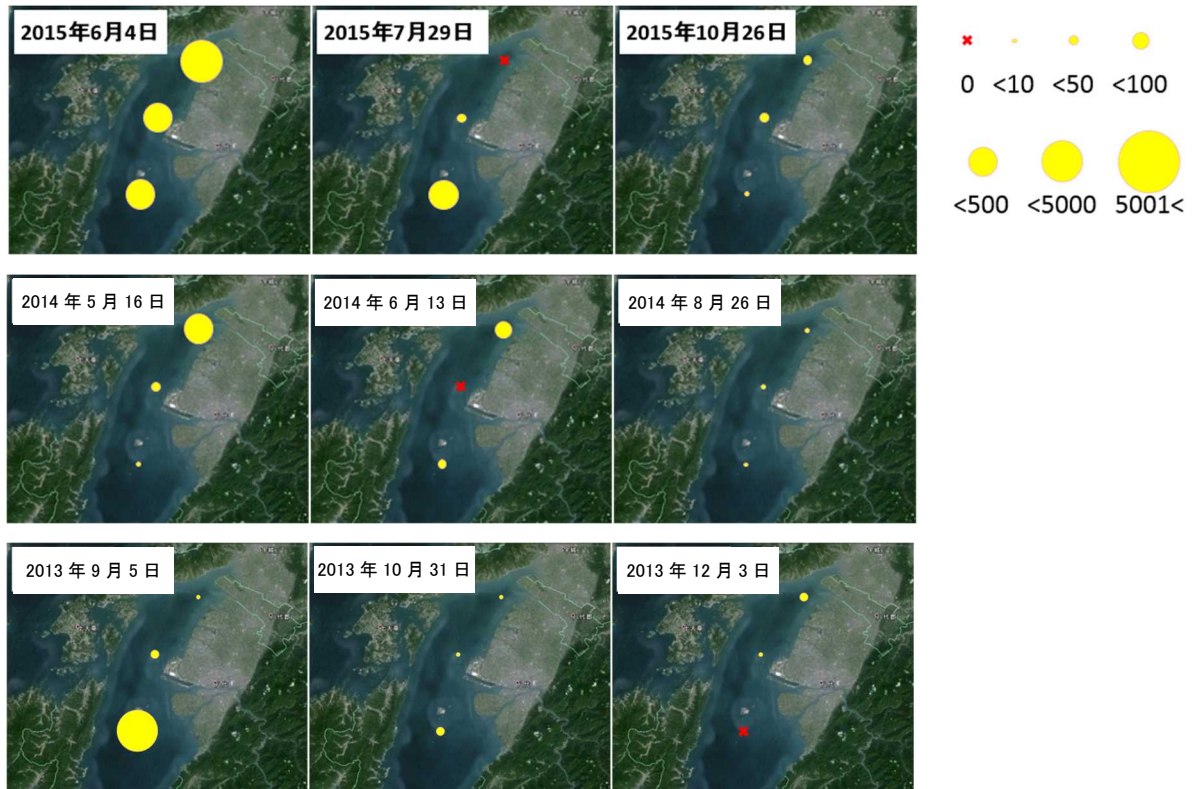


図 4. 4. 195 八代海における2013～2015年各月の一曳網あたりの魚類仔魚の採集個体数(個体数/1000 m³)

出典：環境省「有明海・八代海環境特性解明等調査」等をもとに環境省が作成した。

2015年度の仔稚魚の採集結果について、八代海ではハゼ科が優占しており、マサゴハゼとヨモウハゼが最も多くみられた。ハゼ科に次いでニシン科、イソギンポ科の仔稚魚が多く出現していた。ニシン科の中ではコノシロが最も多くみられ、次にサッパが優占していた。その他にヨウジウオやコイチ、イヌノシタ等も少数ながら出現した。

成魚については、八代海湾奥部での3回（2015年6月4日、7月29日、10月26日）の調査によって13目36科54種2,087種の魚類が採集された。全漁獲個体数は、2014年度に比べて約1割増加した。各月の採集種数は、6月と10月で33種、7月には30種であった。また、各月の魚類の漁獲個体数割合からみると、6月はヒイラギ（25.4%）が、7月と10月はコノシロ（7月41.8%、10月53.1%）が最も多く漁獲されていた。一方、平均漁獲重量割合からみると、6月はクロダイ（28.7%）が、7月と10月はアカエイ（7月25.1%、10月42.1%）が最も多かった。

大型高次捕食者（サメ・エイ類）の移動追跡結果から、有明海、八代海及び橘湾は数ヶ所で連結しており海域をまたいだ移動が可能であるにも関わらず、有明海と八代海の両海域での往来はほとんど行われていない可能性も示唆されている（図4.4.196）。



注) アルゴスタグの位置データ（平成25・26年度）に基づく有明海と八代海の移動状況を示す。

図 4.4.196 大型高次捕食者の海域利用

出典：環境省「有明海・八代海環境特性解明等調査」

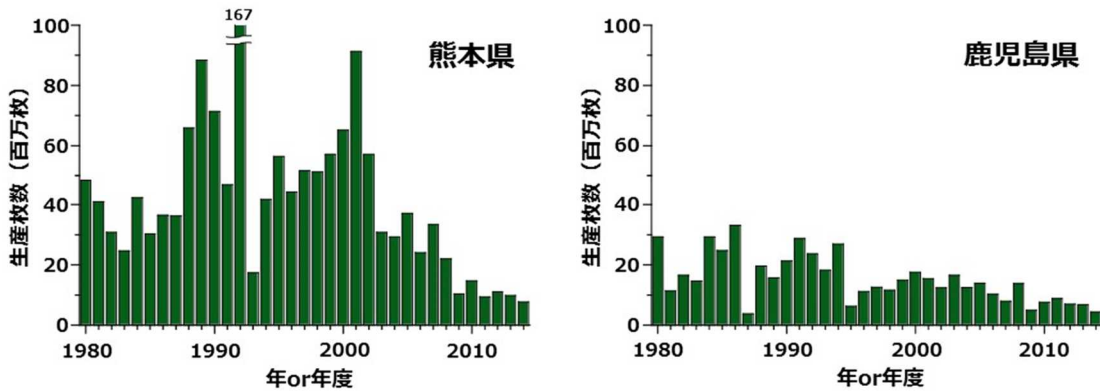
② 原因・要因の考察、まとめ

八代海では、魚類資源に関する研究が少なく、特に漁獲努力量等の資源評価を行うための長期的かつ基礎的データの蓄積が不十分である。漁獲量の動向を資源変動の目安と考えると、熊本県の漁獲量は1980年をピークに2013年にかけて緩やかな減少傾向が認められる。一方、鹿児島県の漁獲量は2000年代後半より増加傾向にあり、八代海全体でも僅かに増加傾向にある。また、魚類の動態については、基礎的知見の集積が行われている。

ウ) ノリ養殖の問題

① 現状と問題点の特定

八代海では、有明海と比較すると規模が小さいものの、湾奥部（熊本県海域）及び南東部海域（鹿児島県海域）でノリ養殖が行われている。八代海の熊本県及び鹿児島県海域における1980年以降のノリ養殖の生産枚数の推移を図4.4.197に示した。熊本県海域におけるノリ養殖の生産枚数は、2000年代前半以降、減少傾向にあり、2009年以降は概ね1千万枚前後で推移している。鹿児島県海域における生産枚数についても、2000年代前半以降、減少傾向にあり、2010年以降は概ね1千万枚弱で推移している（図4.4.197）。



注) 熊本県海域については、1988年までは暦年（1～12月）の集計値、1989年以降は年度（7～翌6月又は9～翌4月）の集計値を、鹿児島県海域については、暦年（1～12月）の集計値を示す。

図 4.4.197 八代海の熊本県及び鹿児島県海域における養殖ノリの生産枚数の推移

八代海の熊本県海域におけるノリ養殖の経営体数の推移を図4.4.198に示した。1980～90年代には100経営体前後の規模でノリ養殖が行われていたが、2000年代前半以降、経営体数は急減し、2014年度には11経営体にまで縮小した。

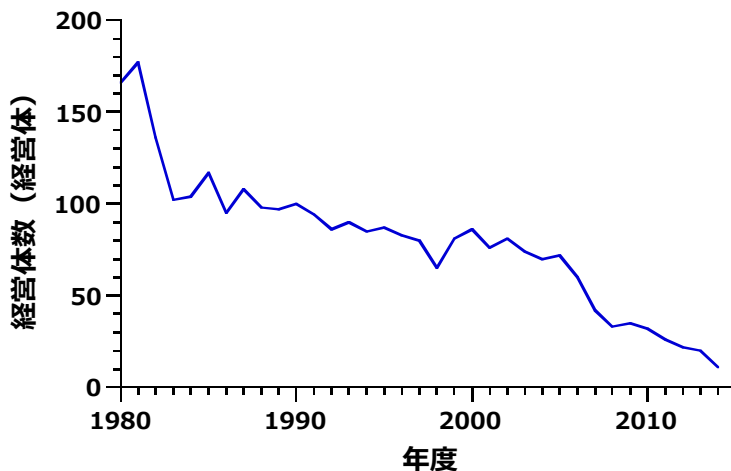


図 4.4.198 八代海熊本県海域におけるノリ養殖の経営体数の推移

出典：熊本県水産研究センター提供資料

② 原因・要因の考察

有明海における議論でも述べたように、ノリ養殖の安定した生産を阻害する要因として、病害、色落ち、秋期の水温上昇にともなう漁期の短縮等が挙げられる。八代海熊本県海域におけるデータが存在する 2000 年度以降のノリの色落ちの発生状況を表 4.4.21 に示した。本海域においては、2000 年度以降、毎年のようにノリの色落ちが発生している。

表 4.4.21 八代海熊本県海域における 2000 年度以降のノリの色落ちの発生開始時期

年 度	ノリの色落ちの発生開始時期
2000 年度	
2001 年度	1 月下旬
2002 年度	1 月上旬
2003 年度	12 月中旬
2004 年度	1 月上旬
2005 年度	12 月下旬
2006 年度	12 月下旬
2007 年度	
2008 年度	
2009 年度	11 月上旬
2010 年度	11 月上旬
2011 年度	12 月下旬
2012 年度	1 月上旬
2013 年度	1 月上旬
2014 年度	1 月上旬

出典：熊本県水産研究センター提供資料をもとに環境省が作成した。

八代海では、夏期に、*Chattonella* 属や *Cochlodinium* 属等による赤潮が発生し、しばしば魚類養殖に多大な被害を及ぼしている（3章 8. 赤潮 参照）。一方で、秋期から冬期の珪藻類による赤潮の報告は少なく、発生期間が数日のものを除くと、2000 年度以降の珪藻赤潮の報告は、2010 年 2～4 月上旬に八代市鏡町地先で発生した *Eucampia zodiacus* と *Chaetoceros* spp. による混合赤潮 1 件のみである²⁾（水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」）。

珪藻赤潮の報告は少ないものの、有明海をはじめとする他の海域でノリの色落ちの原因とされている大型の珪藻類については、八代海においても出現が確認されている。八代海の熊本県海域において、記録が残っている 2006 年度以降の *E. zodiacus* の最高細胞密度の推移を図 4.4.199 に示した。2006 年度以降、八代海湾奥部においては、ほぼ毎年、*E. zodiacus* の出現が認められている。また、八代海湾奥部における *E. zodiacus* の細胞密度と海水中の溶存態無機窒素濃度及び養殖ノリの色調（黒み度）の経時変化を、2011 年度を例に図 4.4.200 に示した。*E. zodiacus* の細胞密度の増加にともない、海水中の溶存態無機窒素濃度が減少し、養殖ノリの色調が低下していることがわかる。したがって、八代海においても、*E. zodiacus* 等の大型の珪藻類をはじめとする植物プランクトンの細胞密度が増加することによって、海水中の栄養塩濃度が急激に消費され、養殖ノリに必要なとされる栄養塩が減少する結果、色落ちが生じているものと推察される。

一方、八代海南東部の鹿児島県海域においては、これまでノリの色落ちによる被害事例は報告されていない。

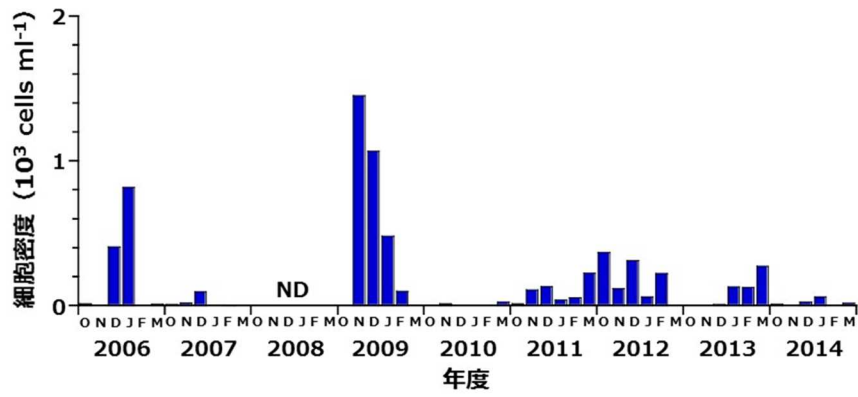


図 4.4.199 八代海熊本県海域における *Eucampia zodiacus* の最高細胞密度の経年変化 (10~3月)

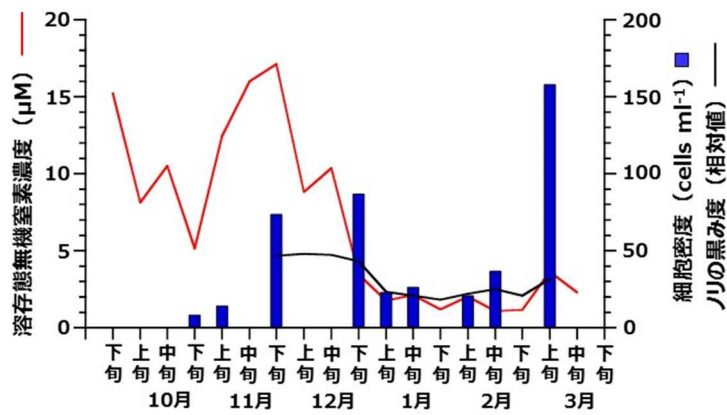


図 4.4.200 八代海湾奥部における *Eucampia zodiacus* の細胞密度と海水中の溶解態無機窒素濃度及び養殖ノリの色調 (黒み度) の経時変化 (2011年9月下旬~2012年3月)

秋期水温の上昇についても、八代海におけるノリ養殖の衰退をもたらしている重要な要因のひとつであると考えられる。ノリ養殖に用いられているスサビノリの原産地は北海道や東北地方であり基本的に高水温に弱い。特に、採苗直後の幼芽の段階で高水温にさらされると様々な生育障害が生じることから^{12)、13)、14)} (山内, 1974 ; 三根ら, 2013 ; 島田, 2014)、ノリ養殖の採苗時期は主に水温によって決定される。9月の水温の経緯をもとに、10月の大潮時期でかつ水温が23℃を下回る時期を推察し、採苗のための網の張り込み時期を決定する。八代海のノリ漁場においては、2006年までは、10月初旬に採苗を開始していたが、2007年以降は10月中～下旬に採苗を始めるようになった。八代海の湾奥部における1990年以降の10月の水温の経年変化をみると、上昇傾向にあることがわかる(図4.4.201)。また、八代地方における10月の気温についても、同様に上昇傾向にある。八代海湾奥部は、干潟漁場であり、また球磨川や氷川等の流入河川も多いため、気温の影響を受けやすい海域である。したがって、10月の気温が上昇傾向にあることが、同時期の水温の上昇をもたらし、ノリの採苗時期の遅れにつながっていると推察される。八代海南東部の鹿児島県海域においても、秋期の水温が上昇しており、ノリの採苗時期が遅れる傾向にある。なお、採苗から育苗期に高水温の傾向にあると、芽流れやアカグサレ病等も発生しやすい。

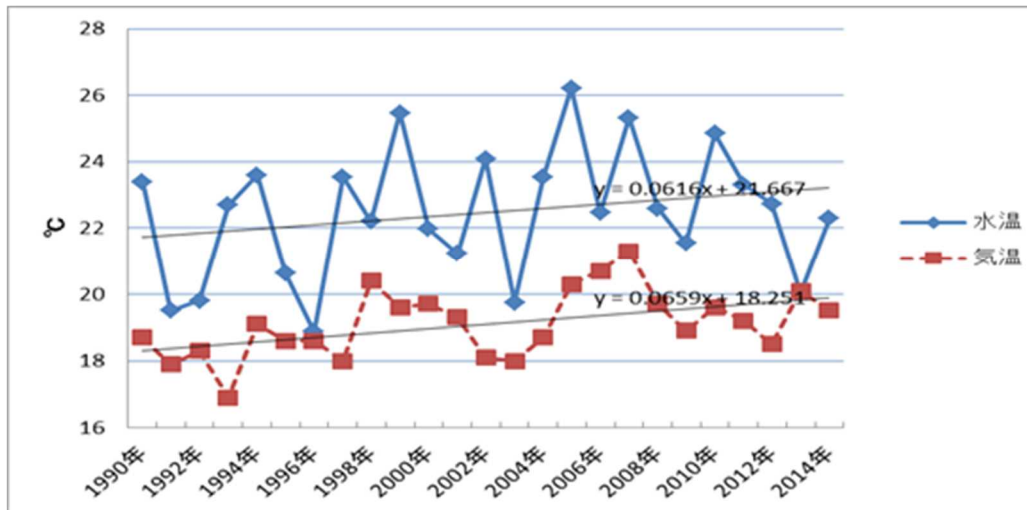


図 4.4.201 10月の八代海湾奥部における水温及び八代市における気温の経年変化

出典：熊本県水産研究センター内湾調査（水温）、気象庁ホームページ（気温）をもとに環境省が作成した。

③ まとめ

2000年代前半以降、八代海においては、ノリ養殖の生産枚数の減少が顕著に認められる。その要因として、秋期水温の上昇により、ノリの採苗時期が遅れる一方で、特に湾奥部の熊本県海域では、海水中の栄養塩が早期に枯渇することにより、ノリ漁期が短縮する傾向にあることが考えられる。

参考文献

- 1) 農林水産省「農林水産統計年報」
- 2) 水産庁九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」
- 3) 独立行政法人 水産総合研究センター西海区水産研究所, 鹿児島県, 東町漁業協同組合 (2012)「2010年の八代海海域でのシャットネラ属赤潮発生と鹿児島県海域での養殖ブリの大量へい死現象:漁業者への聞き取り調査結果の統計的解析法による被害要因解明報告書」, 52pp
- 4) 今井一郎 (2000): 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) ラフィド藻赤潮の発生機構と予知, 日本水産資源保護協会, pp. 29-70
- 5) 独立行政法人 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 (2015)「有明海・八代海におけるシャットネラのシスト分布」
<http://feis.fra.affrc.go.jp/topics/230610-chattonella/230610-chattonella.html>
- 6) 山砥稔文, 坂口昌生, 岩滝光儀, 松岡數充 (2006): 諫早湾に出現する有害赤潮鞭毛藻4種の増殖に及ぼす水温, 塩分の影響, 日本水産学会誌, 第72巻, 第2号, pp.160-168
- 7) 折田和三, 西広海, 田原義雄, 中村章彦 (2013): 統計学的手法を用いた八代海の *Chattonella* 赤潮発生に関与する要因抽出と予察の可能性, 鹿児島県水産技術開発センター研究報告, 第4号, pp.24-32
- 8) Aoki, K., Onitsuka, G., Shimizu, M., Kuroda, H., Matsuyama, Y., Kimoto, K., Matsuo, H., Kitadai, Y., Sakurada, K., Nishi, H., Tahara, Y. (2012): Factors controlling the spatio-temporal distribution of the 2009 *Chattonella antiqua* bloom in the Yatsushiro Sea, Japan. Estuarine, Coastal and Shelf Science, Vol.114, No.1, pp.148-155
- 9) 鬼塚剛, 青木一弘, 清水学, 松山幸彦, 木元克則, 松尾斉, 未代勇樹, 西広海, 田原義雄, 櫻田清成 (2011): 2010年夏季に八代海で発生した *Chattonella antiqua* 赤潮の短期動態—南部海域における出現特性—, 水産海洋研究, 第75巻, 第3号, pp.143-153
- 10) 西村昭史 (1982): 魚類養殖漁業の有機汚染が赤潮生物 *Gymnodinium* type-'65 および *Chattonella antiqua* の増殖に及ぼす影響, 日本プランクトン学会報, 第29号, pp.1-7
- 11) 有明海・八代海総合調査評価委員会 (2006)「委員会報告」
- 12) 山内幸児 (1974): ノリ幼芽の生長に及ぼす温度の影響—I 温度条件とノリ幼芽の初期生長および形態について, 日本水産学会誌, 第40巻, 第5号, pp.439-446
- 13) 三根崇幸, 横尾一成, 川村嘉応 (2013): 高水温がノリ幼芽の生育に及ぼす影響, 佐賀県有明水産振興センター研究報告, 第26号, pp.83-88
- 14) 島田裕至 (2014): アマノリ養殖品種の特性 (藤吉栄次, 玉城泉也, 小林正裕, 有瀧真人編) 3-6 高温耐性, 独立行政法人 水産総合研究センター西海区水産研究所, pp.51-56