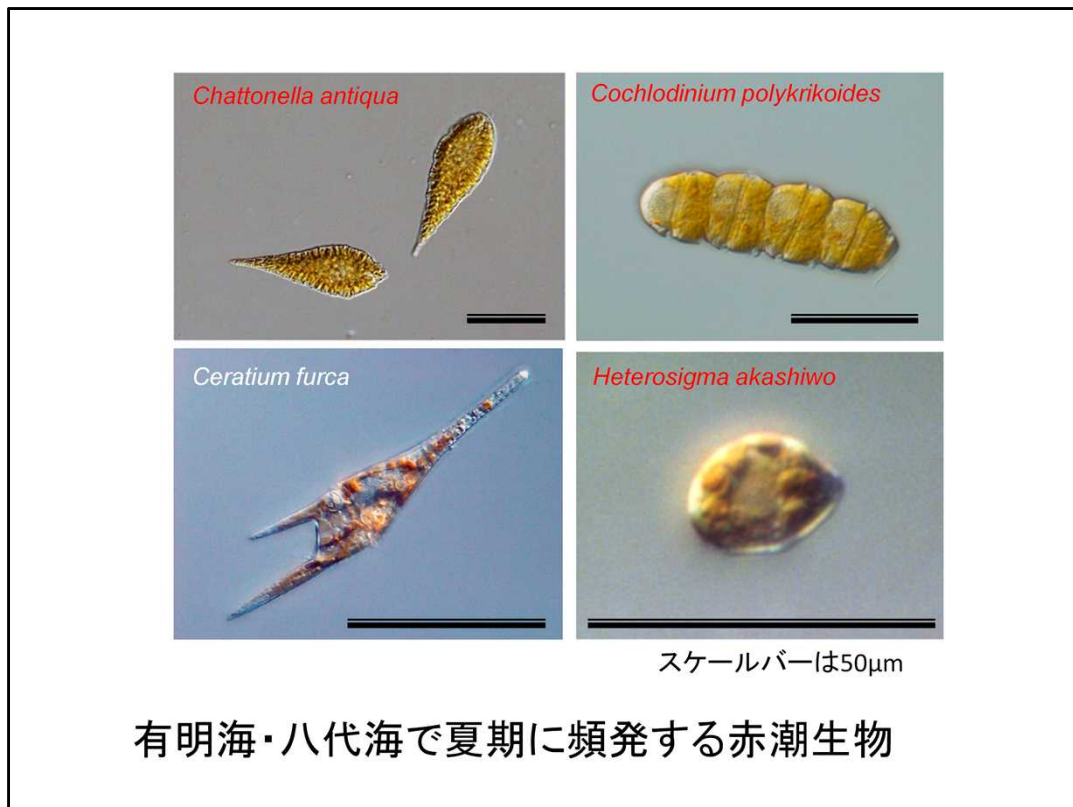


～有明海・八代海における  
夏期赤潮の発生状況の整理と検討～

八代海における  
夏期赤潮の整理と検討について

生物・水産資源・水環境問題検討作業  
小委員会(第8回)

提出資料



### *Chattonella antiqua* (Hada) Ono

ラフィド藻綱ラフィドモナス目ヴァキョウラリア科に属する無殻鞭毛藻の一種。細胞長は100μm前後の長楕円形で、細胞前端から2本の鞭毛を出して活発に遊泳する。細胞内に多数の葉緑体を保有しており、光合成で活発に増殖し、日本沿岸で頻繁に赤潮を形成する種である。生育は三河湾、瀬戸内海、九州沿岸など、西日本に広く生息する。近年有明海や八代海では頻繁に赤潮を形成している。半球形のシストを形成し、海底泥中で越冬する。本種は魚類に対して強い魚毒性を有しており、赤潮が発生する多くの魚介類がへい死して問題となる。

### *Cochlodinium polykrikoides* Margalef

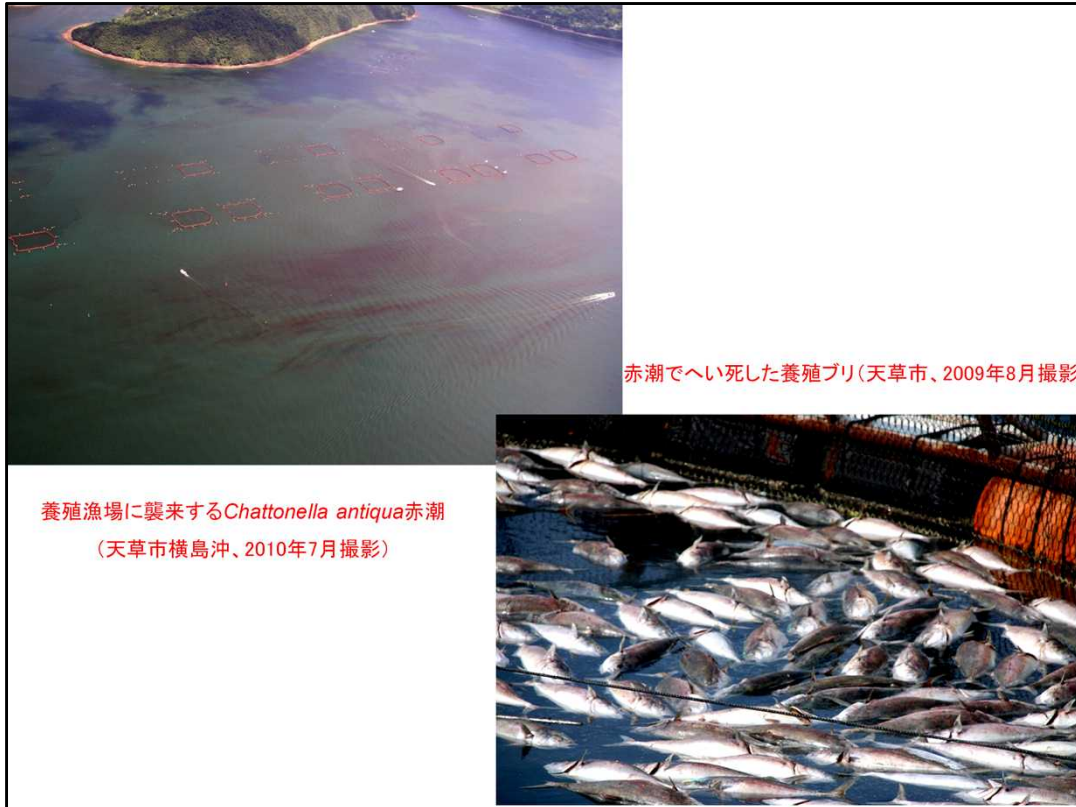
渦鞭毛藻綱ギムノディニウム目ギムノディニウム科に属する無殻鞭毛藻の一種。細胞長は30μm前後で、ほとんど4もしくは8連鎖を形成する。細胞内に多数の葉緑体を保有しており、光合成で活発に増殖し、沿岸域で頻繁に赤潮を形成する種である。生育は世界中の熱帯・温帯域に広く認められる。八代海では1970年代後半から頻繁に赤潮を形成している。本種も魚類に対して強い魚毒性を有しており、赤潮が発生する多くの魚介類がへい死して問題となる。

### *Ceratium furca* (Ehrenberg) Claparède et Lachmann

渦鞭毛藻綱ペリディニウム目ケラチウム科に属する有殻鞭毛藻の一種。細胞長は100～150μm前後で周年を通じて世界中の内湾・沿岸で卓越し、有明海では頻繁に赤潮を形成する。本種の赤潮は魚介類に対してほとんど無害である。

### *Heterosigma akashiwo* (Hada) Hada

ラフィド藻綱ラフィドモナス目ヴァキョウラリア科に属する無殻鞭毛藻の一種。細胞長は15μm前後の楕円形で、形態の変異が大きい。細胞の前端から2本の鞭毛を出して活発に遊泳する。細胞内に多数の葉緑体を保有しており、光合成で活発に増殖し、世界中の内湾・沿岸で頻繁に赤潮を形成する種である。西日本では毎年初夏から秋期にかけて赤潮の形成が認められる。本種も*Chattonella*属同様にシストを形成し、海底泥中で越冬する。本種は魚類に対して弱い魚毒性を有しており、高密度の赤潮が発生すると多くの魚介類がへい死して問題となる。



**資料： 水産庁提供**

赤潮が発生すると濃密な細胞の塊(パッチと呼ぶ)が風や潮流で漂い、養殖魚が飼育されている生簀などに来襲する。

特にブリなどの回遊魚は赤潮に対する耐性が低く、致死的密度に襲われると数時間以内にへい死する。

## 赤潮による漁業被害額

順位	発生年	発生海域	被害額 (億円)	赤潮原因 種	被害内容
1	昭和47年 (1972年)	播磨灘	71	シャットネ ラ	養殖ハマチ 1,428万尾
2	平成22年 (2010年)	八代海, 有明海, 橋湾	54	シャットネ ラ	養殖ブリ等285 万尾
3	平成12年 (2000年)	八代海	40	コクロディ ニウム	養殖ブリ等201 万尾
4	平成10年 (1998年)	安芸灘(広島湾)	39	ヘテロカ プサ	養殖マガキ 8,518万枚, 養 殖アサリ240ト ン
5	平成21年 (2009年)	八代海, 有明海, 橋湾	33	シャットネ ラ	養殖ブリ等208 万尾

水産庁とりまとめ資料

資料：「瀬戸内海の赤潮」「九州海域の赤潮」

2009年と2010年の八代海を中心とした赤潮被害は甚大で、それぞれ過去の国内の赤潮による漁業被害額の5位と2位に相当する。

また2000年には八代海における*Cochlodinium polykrikoides*による漁業被害が3位となっているように、八代海では赤潮問題が地域の養殖業の最大の懸案事項となっている。

## H18年委員会報告の概要

①冬季の水温上昇

→冬季珪藻赤潮の増大

②透明度上昇(潮流低下による)

→基礎生産の増大

③富栄養化・貧酸素化

→栄養塩供給

④浄化能力の低下(二枚貝減少による)

⑤潮流の低下

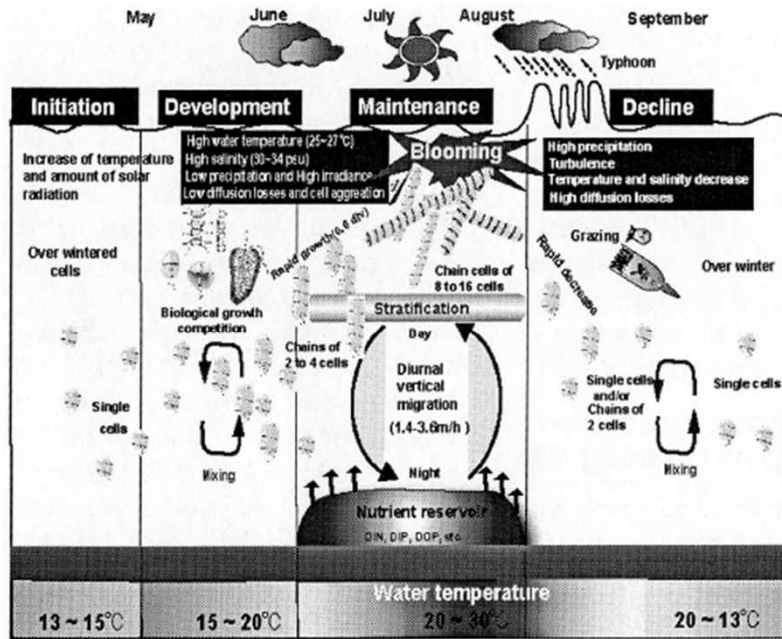
アンダーラインは八代海でも想定されるシナリオ

## 資料の収集と解析

- (1) 有明海・八代海における赤潮発生状況の概要
- (2) 有明海における赤潮発生と水質環境との関連
- (3) 有明海・八代海における夏場の鞭毛藻赤潮の発生状況
- (4) 現場海域における赤潮生物の出現特性
  - ～初期出現と赤潮の移流現象について
  - ～鉛直分布、水質(水温、塩分、栄養塩濃度)および競合生物について
- (5) 赤潮(夏場)の赤潮発生機構・予察手法に関する知見

## 海域ごとの資料収集状況

- 有明海については、既往知見が多数収集でき、水質や発生機構等も含めてかなりの知見が集約されている。
- 一方八代海については、赤潮発生が最も懸念されている海域であるが、問題となる種の変遷等もあり、収集された資料間を補完するデータが欠けている。連関図を整理するうえで、科学的俯瞰性を補強する必要がある。
- 2008年以降水産庁事業で密なデータが収集されており、2009年と2010年の大赤潮現象を捉えている。

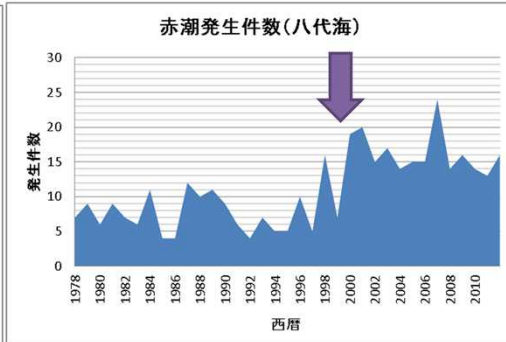
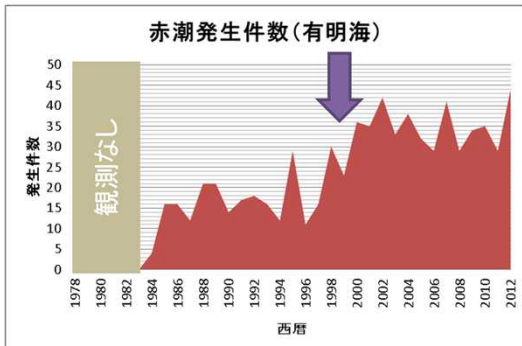


八代海における*Cochlodinium polykrikoides*赤潮発生機構模式図



(1)

有明海・八代海における赤潮発生状況の概要



## 九州西岸域における赤潮発生件数の推移

### 特徴

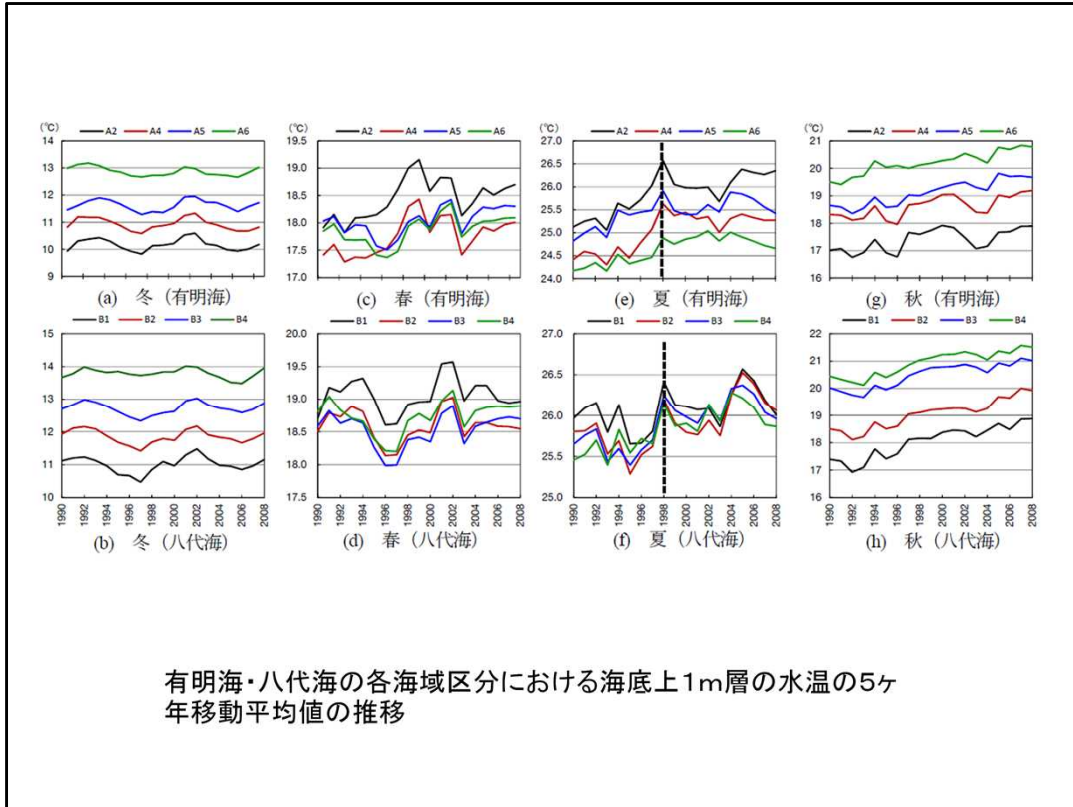
○1998年以降、有明海や八代海で発生件数の増加が顕著(冬期の珪藻赤潮件数が増大)

資料：水産庁九州漁業調整事務所 昭和53～平成24年「九州海域の赤潮」

## 八代海における2000年以降のシャット ネラ赤潮発生頻度の増加要因について

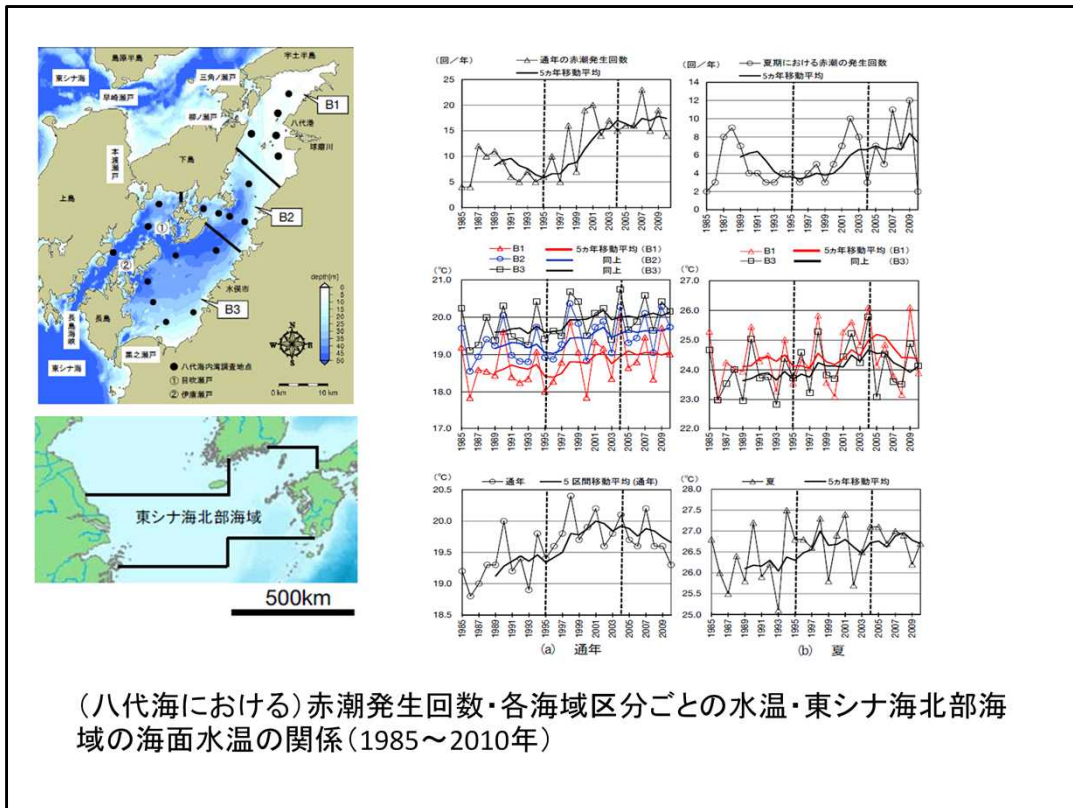
H18年の委員会報告において、1998年以降の有明海におけるシャットネラ赤潮の増大に、潮流低下と海底無酸素化との因果関係が示唆されている。

八代海でのシャットネラ赤潮が増大している理由については明確にされていない。



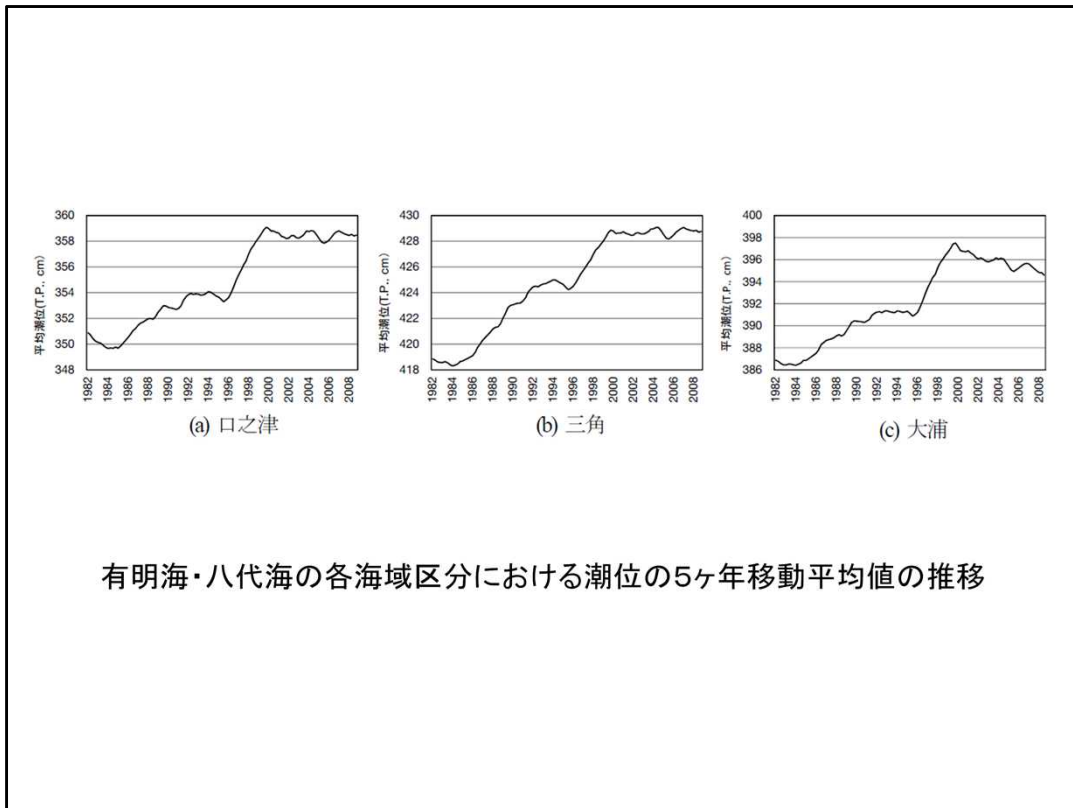
出典： 園田吉弘・滝川 清・川崎信二・青山 千春・齋藤 孝 (2013) 有明・八代海海域における海水温変動と底生生物群集の応答特性. 土木学会論文集B2(海岸工学), 69(2), 1116-1120.

有明海・八代海海域のいずれにおいても、1998年以降に底層水温が上昇傾向にある。



出典： 園田 吉弘・滝川 清・川崎 信司・青山千春・齋藤 孝 (2013) 八代海海域における水質環境特性. 土木学会論文集B3 (海洋開発), 69(2), 1240-1245.

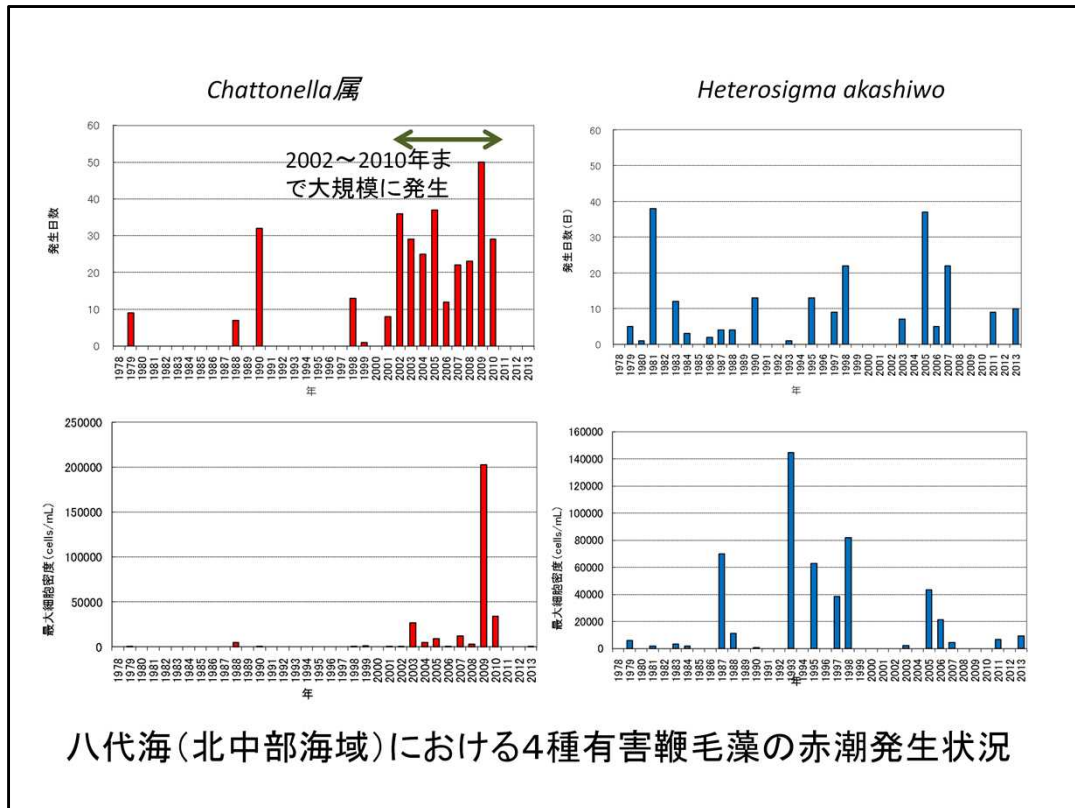
八代海における赤潮発生回数と各海域の水温上昇、接続海域である外海側の水温上昇がほぼ連動している。



資料：園田吉弘・滝川 清・荒巻智子・川崎信司・齋藤孝(2014) 観測データによる、有明・八代海海域における水産，塩分，潮位の時系列変動特性. 土木学会論文集B3 (海洋開発), 70(2), 1163-1169

海水温の上昇とともに平均潮位も徐々に高くなっており、特に2000年前後をピークに有明海も八代海も潮位が高くなっている。

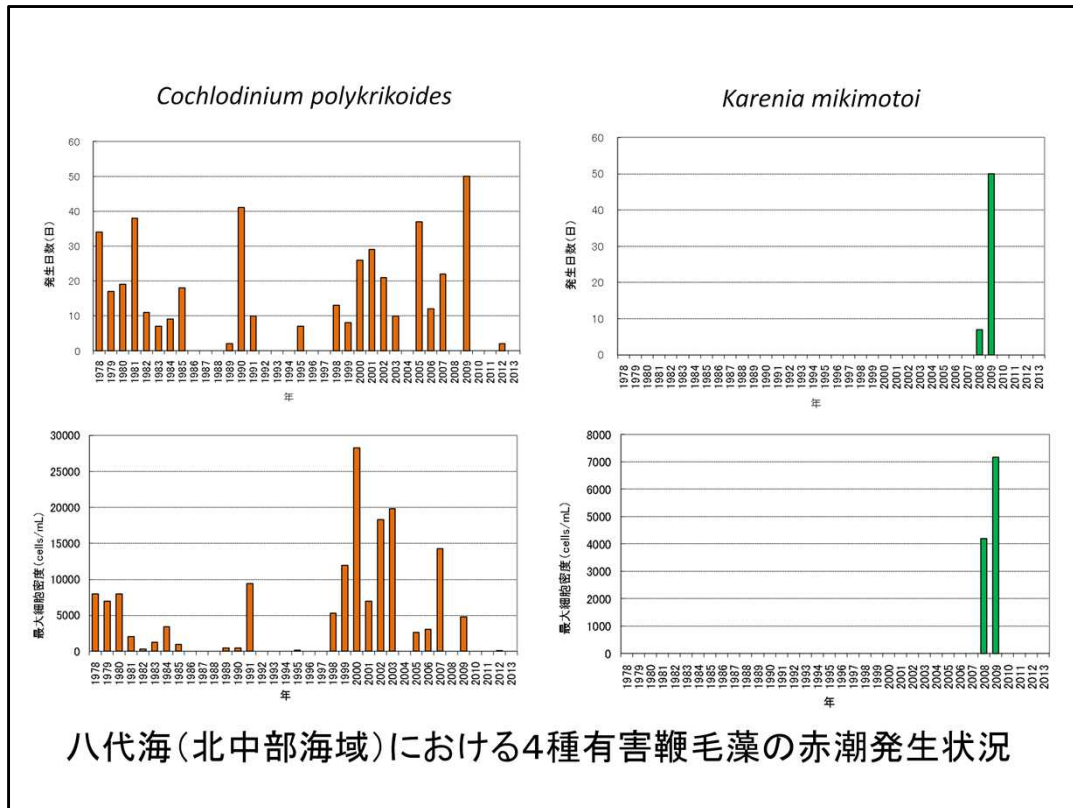




資料：水産庁九州漁業調整事務所 昭和53～平成25年「九州海域の赤潮」

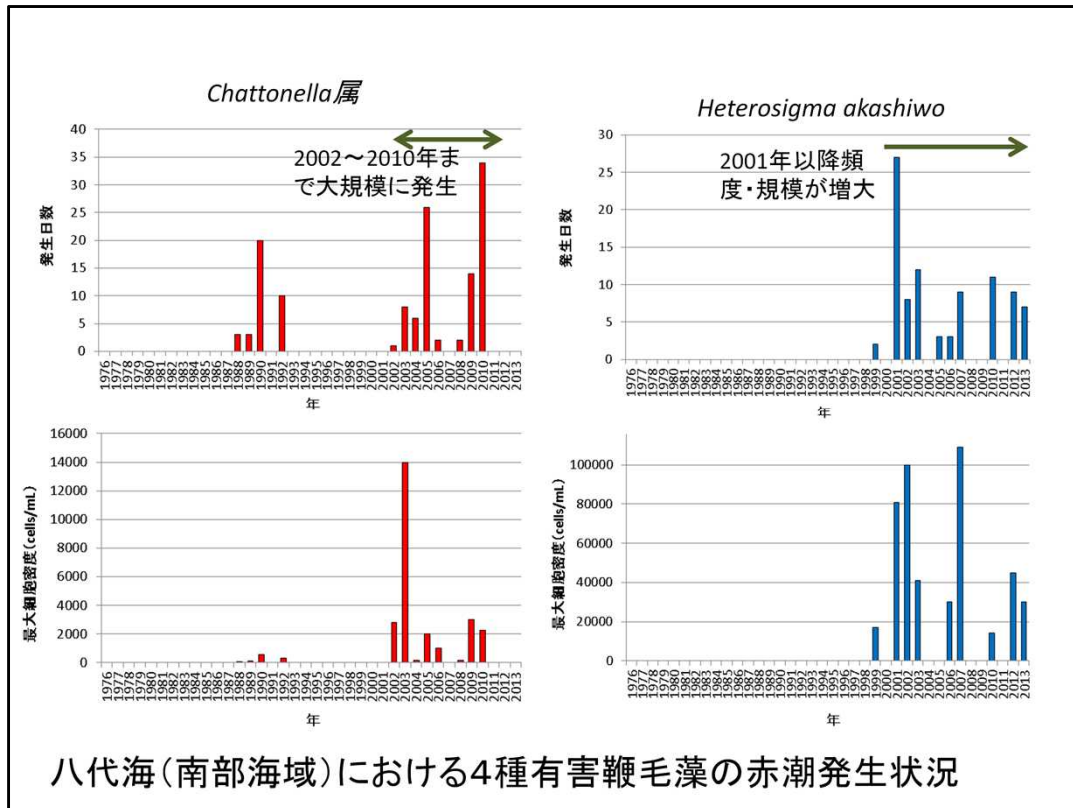
*Chattonella*属の発生頻度は2002～2010年まで大規模に発生していた。*Heterosigma akashiwo*については明瞭な傾向は見いだせない





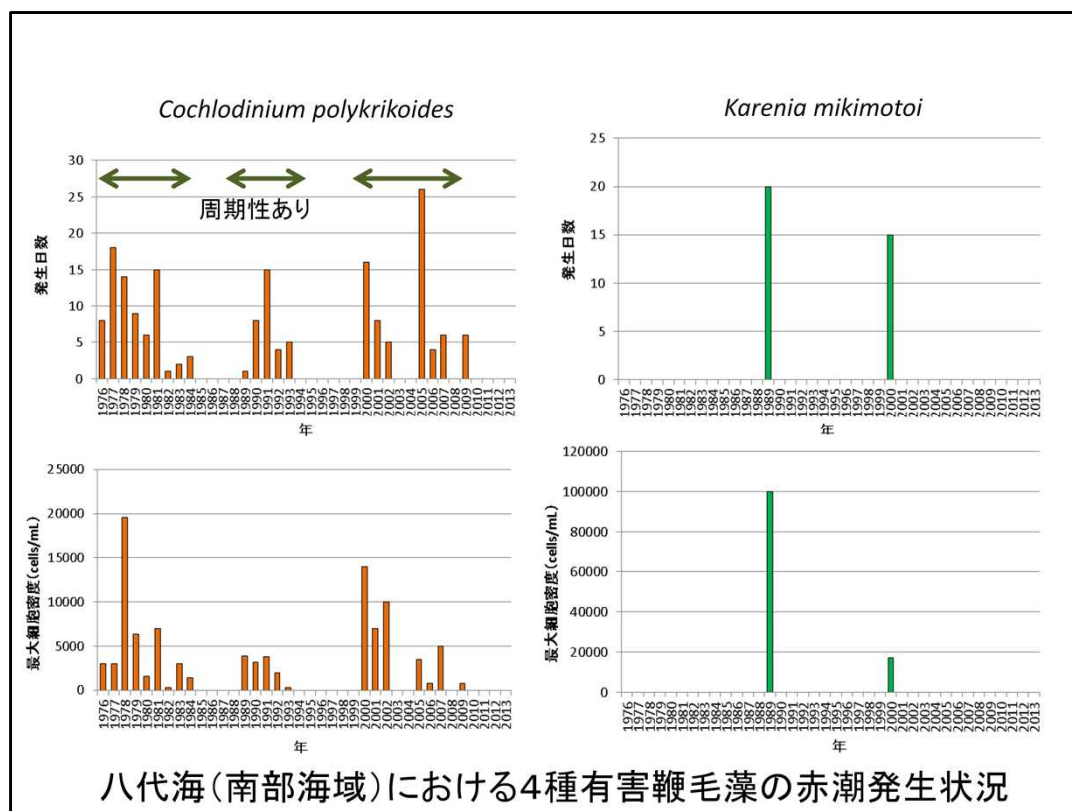
資料：水産庁九州漁業調整事務所 昭和53～平成25年「九州海域の赤潮」

*Cochlodinium polykrikoides*については、1986～1988年、1992～1997年にほとんど発生しない期間が認められる。九州西岸や瀬戸内海で問題となる*Karenia mikimotoi*については八代海での出現は低調である



資料：水産庁九州漁業調整事務所 昭和53～平成25年「九州海域の赤潮」

*Chattonella*属の発生頻度は2002～2010年の期間に顕著に発生していた。*Heterosigma akashiwo*については熊本県海域とは異なり、2000年以降に顕著に増加している



資料：水産庁九州漁業調整事務所 昭和53～平成25年「九州海域の赤潮」

*Cochlodinium polykrikoides*については、1985～1988年、1994～1999年にほとんど発生しない期間が認められる。九州西岸や瀬戸内海で問題となる*Karenia mikimotoi*については熊本県海域同様に低調である

※ 1976年と1977年には*C. polykrikoides*による赤潮発生と漁業被害が発生しているが、細胞密度の情報が不明である。このため、便宜的に魚類へい死が認められる最低細胞密度である3,000 cells/mLを入力した。

(2)

有明海における赤潮発生と水質との関連



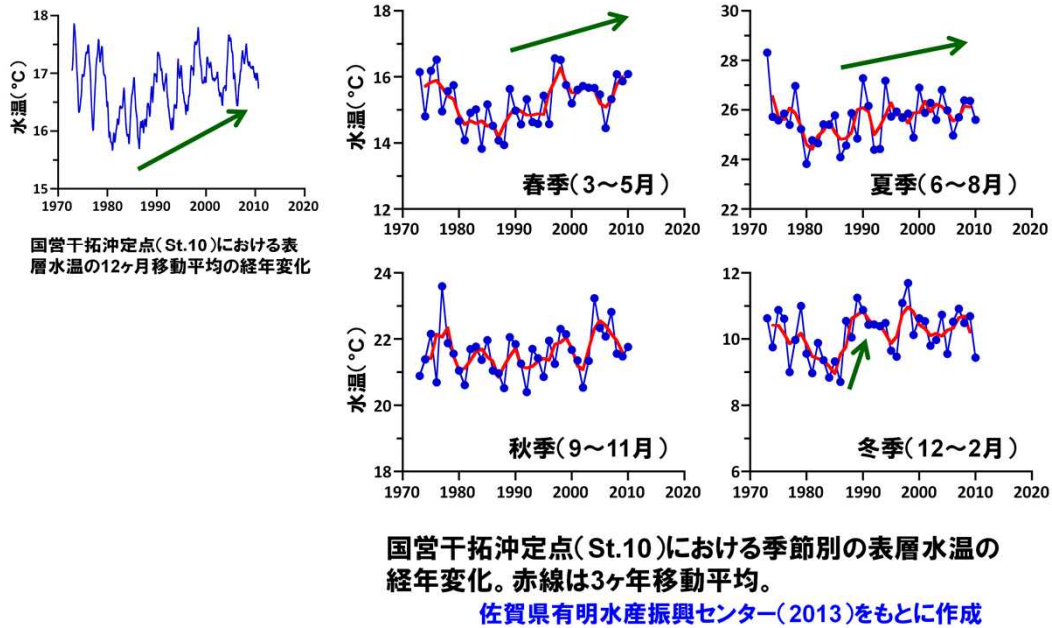
出典：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」佐賀県有明水産振興センター(2013)

本データのうち、湾奥に位置する定点10(国営干拓沖)と湾奥西部に位置する定点3(大浦沖、諫早湾口)のデータについて解析を試みた。

### 【浅海定線調査】

水産庁が推進してきた漁況海況予報事業のうち、増養殖漁場を主対象とした定点海洋観測(いわゆる浅海定線)を1972年から全国的に実施してきた。有明海での浅海定線調査は毎月1回、朔の大潮に各県一斉調査が実施されてきた。現在国内で最も長期かつ広範囲に蓄積された海洋データベースの一つである。

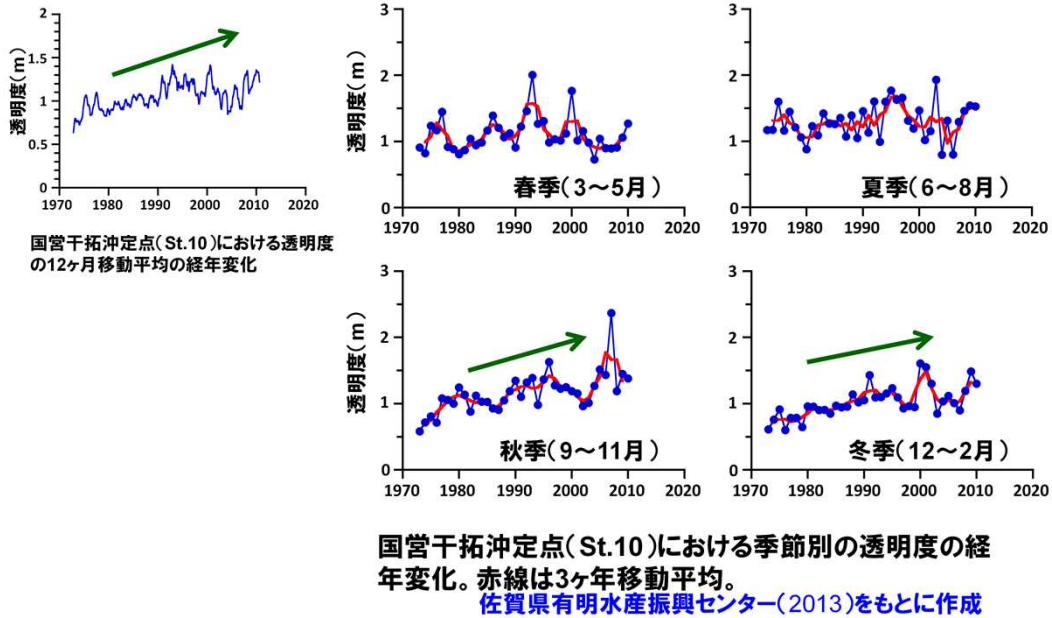
## 水温の長期変動傾向(国営干拓沖)



資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖において、1980年代後半からの水温上昇が認められ、特に冬期に顕著である。本傾向は瀬戸内海など他海域でも同様な傾向が観察されている

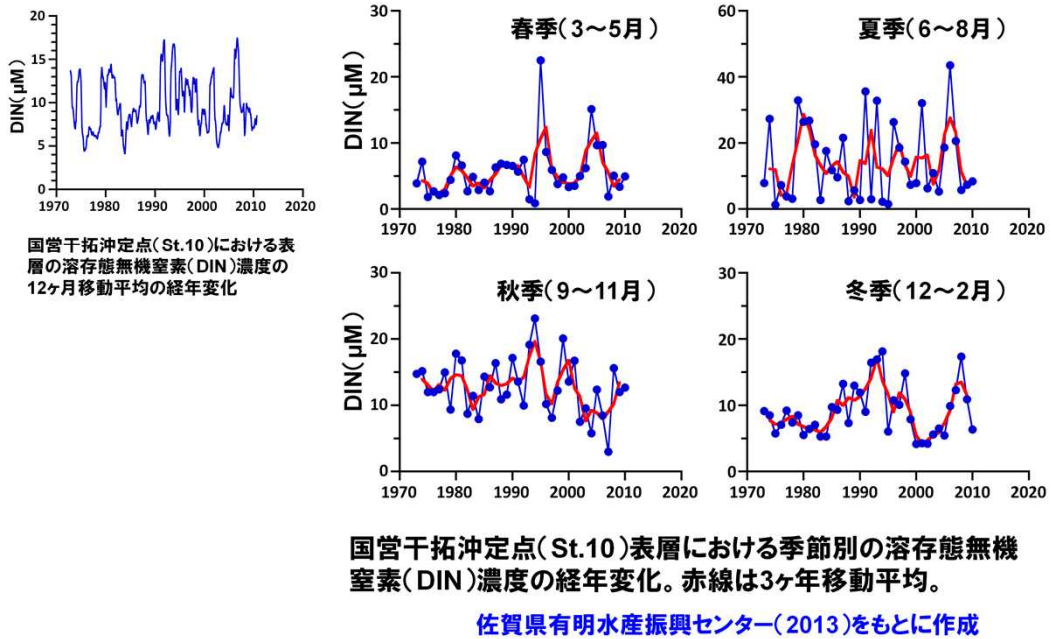
## 透明度の長期変動傾向(国営干拓沖)



資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖において、1970年代以降、透明度が長期的に上昇を続けている。春期と夏期は長期変動が認められないが、秋期と冬期に上昇が明瞭である。

## 溶存態無機窒素濃度(DIN)の長期変動傾向(国営干拓沖)



資料：「有明海佐賀県海域の海況と漁業等の現況」における佐賀県有明水産振興センターの調査データに基づく

有明海湾奥海域である国営干拓沖においては年変動が大きく、特に長期変動は認められない。



## 八代海における長期の水質変動

有明海側で整理された項目と同じ整理が八代海側でも必要。H18年委員会報告を踏まえると、水温や透明度の長期データを整理すべき

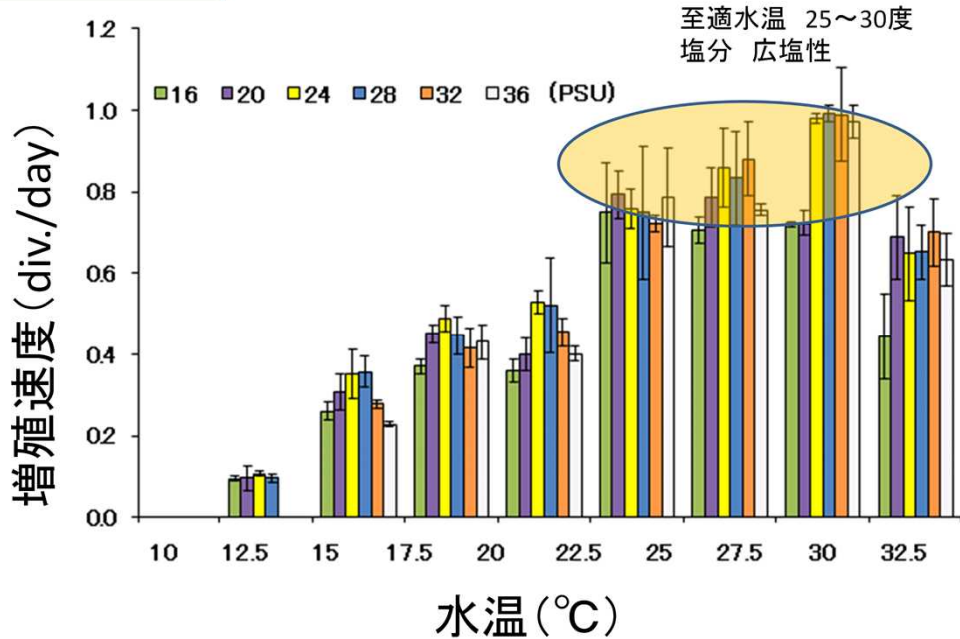
できれば八代海の海域区分ごとに水質が整理されることが望ましい

熊本県・鹿児島県で取得された長期データを活用して補完する

今後1970年代以降のデータをさらに解析する必要がある

シャットネラ発生と水温・塩分と  
の関係

生理特性と現場発生環境  
との比較検討



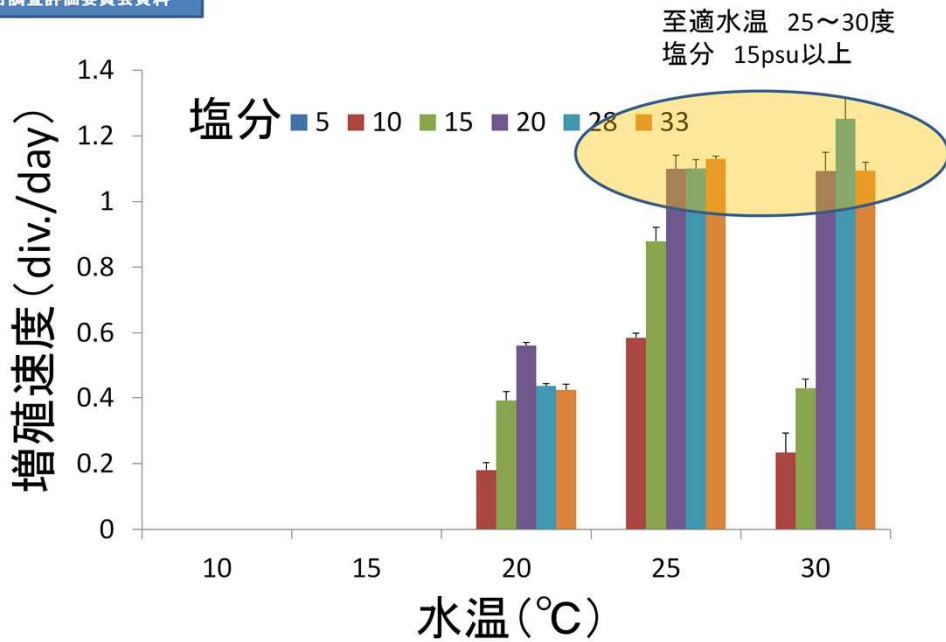
諫早湾産ラフィド藻*Chattonella antiqua*の水温・塩分に対する増殖応答  
山砥ら(2006)

出典：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, 72(2), 160-168

諫早湾から分離培養されたラフィド藻*Chattonella antiqua*の培養株を用いて、水温と塩分に対する増殖応答を調べた結果。

諫早湾産の*C. antiqua*は競合する珪藻類などの増殖が低下する水温30°Cという高水温で最も活発に増殖することが判明した。

また水温10°C以下では増殖できず、シストの形態で越冬していると推察される。



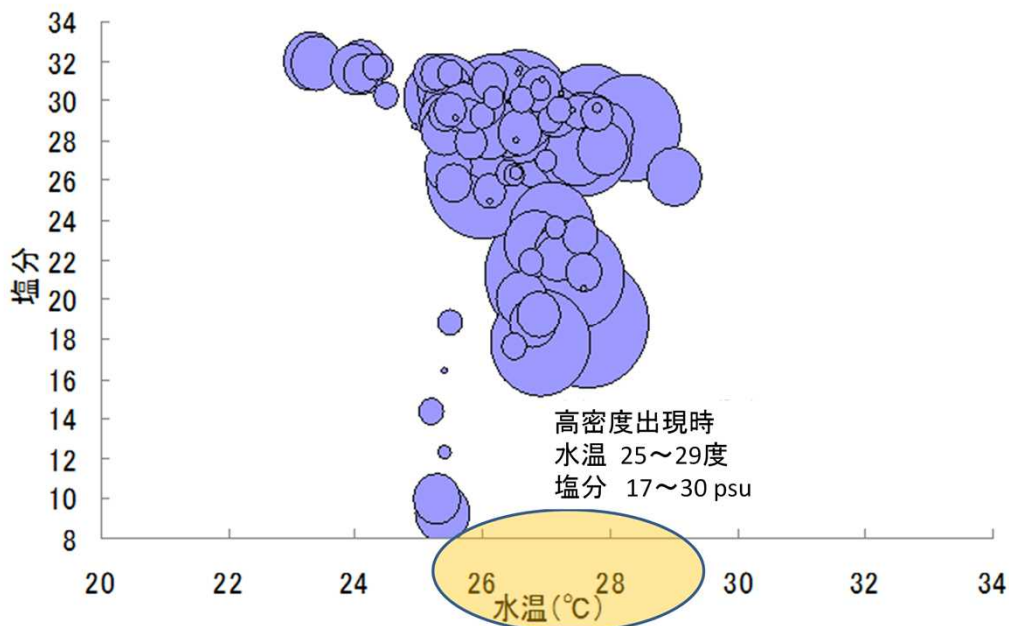
八代海産ラフィド藻*Chattonella antiqua*の水温・塩分に対する増殖応答  
紫加田ら(2006)

出典：紫加田知幸, 櫻田清成, 城本祐助, 生地 暢, 吉田 誠, 大和田紘一(2010)八代海における植物プランクトンの増殖に与える水温、塩分、および光強度の影響. 日本水産学会誌, 76(1), 34-45

八代海から分離培養されたラフィド藻*Chattonella antiqua*の培養株を用いて、水温と塩分に対する増殖応答を調べた結果。

八代海産の*C. antiqua*についても、競合する珪藻類などの増殖が低下する水温30°Cという高水温で最も活発に増殖することが判明した。

八代海産の*C. antiqua*は水温15°C以下では増殖できず、シストの形態で越冬していると推察される。

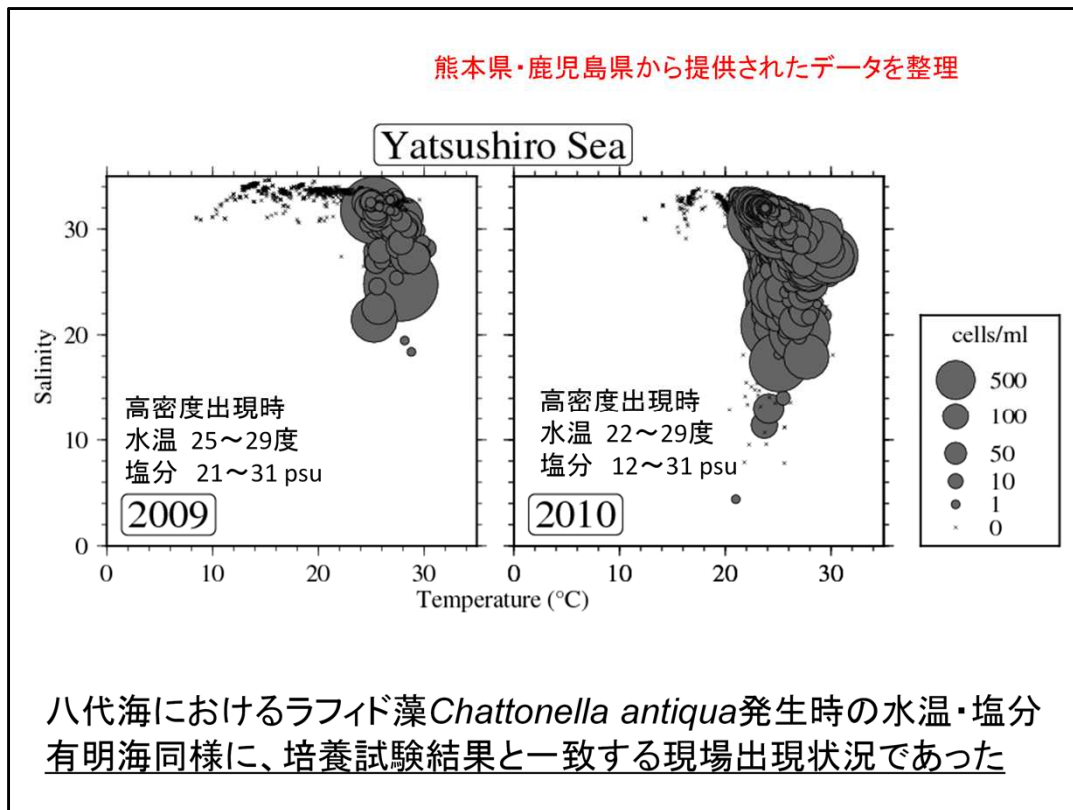


2009年有明海におけるラフィド藻*Chattonella antiqua*発生時の水温・塩分

資料： 水産総合研究センター西海区水産研究所提供

2009年に有明海沿岸4自治体と西海区水産研究所の観測結果から、出現時の水温と塩分を整理した

出現水温は23~29°Cの範囲で、高い細胞密度は26~28°Cの範囲で観察されており、培養試験における最高増殖温度付近で発生していたことが分かる



資料：水産総合研究センター西海区水産研究所提供

2009年と2010年に八代海沿岸2自治体の観測結果から、出現時の水温と塩分を整理した

いずれの年度も出現水温は23～29℃の範囲で、高い細胞密度は26～28℃の範囲で観察されており、有明海同様に、培養試験における最高増殖温度付近で発生していたことが分かる。

従って、水温と塩分については、シャットネラ赤潮発生を推定する重要因子である。