

～夏の赤潮の整理と検討～

(魚毒性の発現・被害軽減等)

生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会

提出資料

## ■ 小委員会で収集すべき項目（赤潮）

- ① 発生密度、発生時期、発生場所（種別）
- ② 発生時（発生前）の漁場環境（水温、塩分、栄養塩等）、気象条件
- ③ 被害水産生物（種類・量・サイズ・死因等）
- ④ 増殖速度・増殖条件
- ⑤ 競合生物・捕食生物
- ⑥ シスト分布・発芽条件
- ⑦ 対策技術（発生予防、被害防止・軽減）
- ⑧ その他

青字は第4回小委で収集できた資料を示す

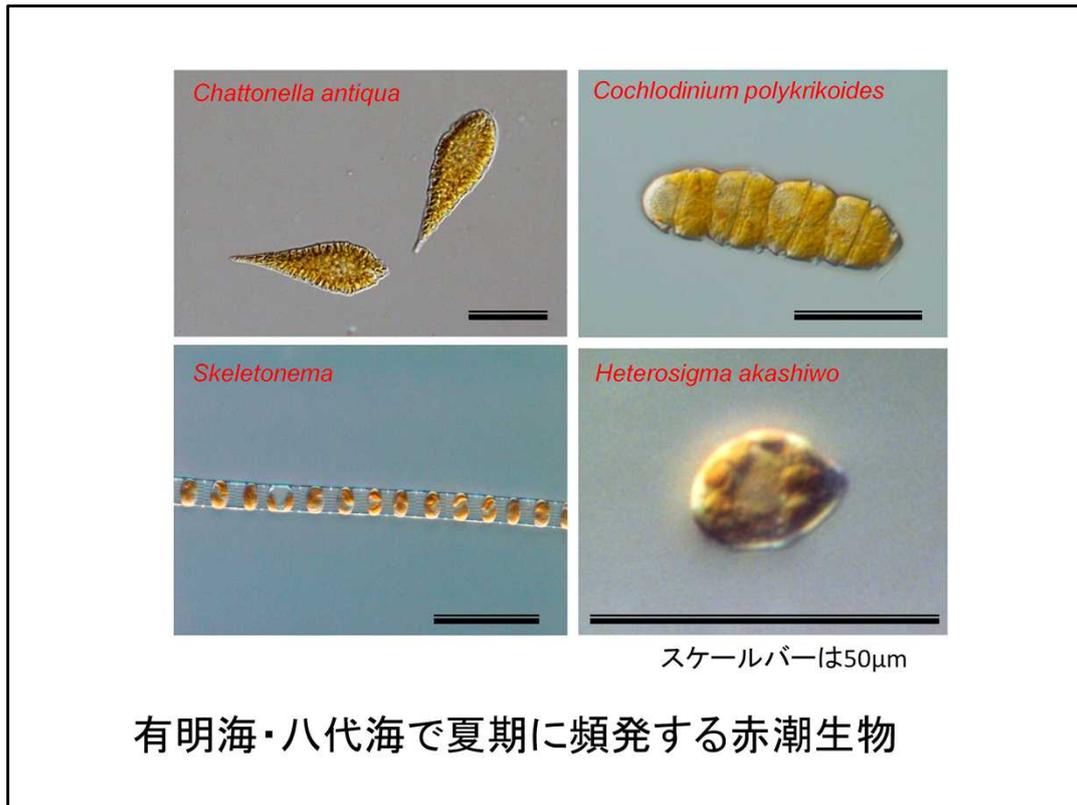
赤字は今回収集できた資料を示す

## ■ 収集した資料の概要

- ① 有明海・八代海における漁業被害の概要
- ② 赤潮プランクトン(シャットネラ)の二枚貝類に与える影響
- ③ 赤潮プランクトン(シャットネラ)の甲殻類に与える影響
- ④ 赤潮プランクトン(シャットネラ)の魚類に与える影響
- ⑤ 赤潮による被害軽減策

# 夏の赤潮

- ① 有明海・八代海における  
漁業被害の概要



### *Chattonella antiqua* (Hada) Ono

ラフィド藻綱ラフィドモナス目ヴァキユオ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、日本沿岸で頻り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り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、沿岸域で頻り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年代後半から頻り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。

### *Skeletonema*属

珪藻綱円心目コスキノディスクス亜目タラシオシーラ科に属する小型の珪藻である。形態的に類似した6種以上が存在し、通常の顕微鏡では区別が困難であることから、ここでは*Skeletonema*属とした。周年を通じて世界中の内湾・沿岸で卓越し、特に富栄養化した海域では頻りに赤潮を形成する。本種の赤潮は魚介類に無害であるが、冬期に増殖するとノリの色落ち被害を与えることがある。

### *Heterosigma akashiwo* (Hada) Hada

ラフィド藻綱ラフィドモナス目ヴァキユオ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・沿岸で頻り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。



ラフィド藻 *Chattonella antiqua* 赤潮により死亡した天然魚(コノシロやボラなど)  
(長崎県小長井町地先、2009年7月24日撮影)

**資料： 水産総合研究センター西海区水産研究所提供**

*Chattonella antiqua*の赤潮が発生すると、専ら養殖魚のへい死が問題となるが、実際の海域では多くの天然魚のへい死も確認される。ただし、これらの天然魚の被害量や天然資源に与える影響についてはほとんど調べられていない。

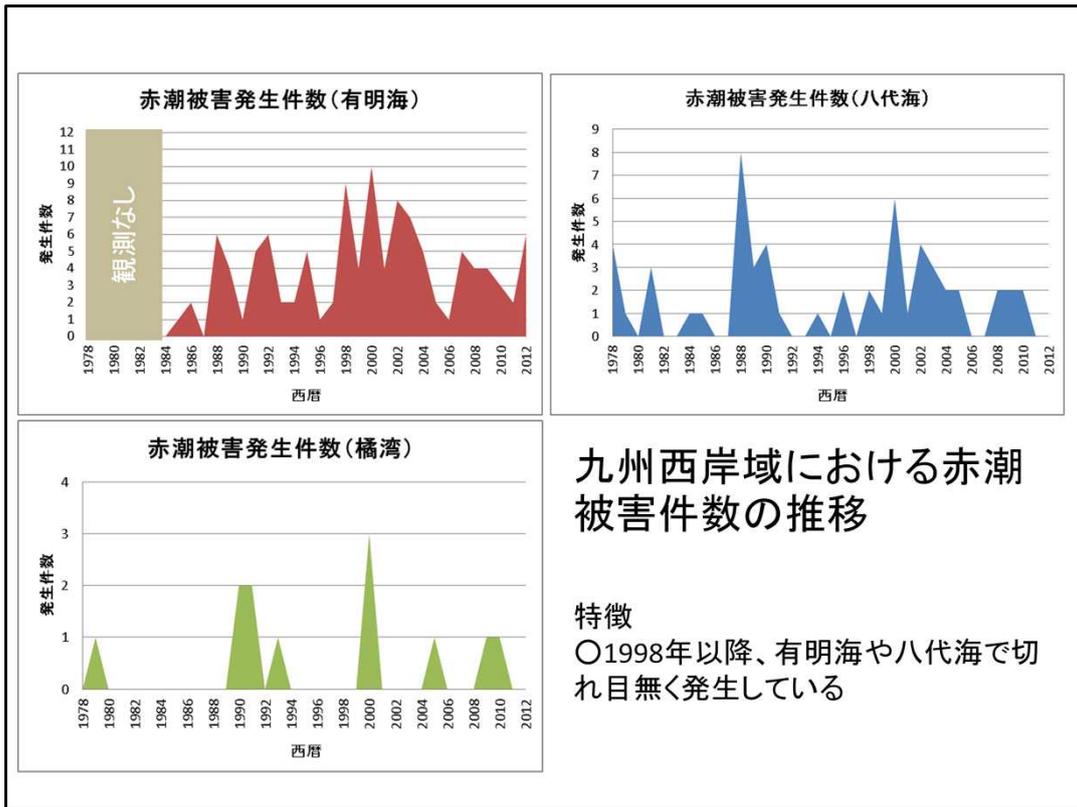


赤潮でへい死した養殖ブリ(天草市、2009年8月撮影)

**資料： 水産総合研究センター西海区水産研究所提供**

ブリについては特に赤潮に対する耐性が低く、着色が認められない30～100cells/mL程度の来襲でへい死が発生する。

へい死直後は生簀の底部に沈んでいるが、数日すると腐敗により水面に浮上して海面を死骸が埋め尽くすことになる。



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」

## 赤潮による漁業被害額(上位5位)

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 1,400万尾
2	平成22年 (2010年)	八代海, 有明海, 橘湾	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 851億枚, 養殖 アサリ240トン
5	平成21年 (2009年)	八代海, 有明海, 橘湾	33	シャットネ ラ	養殖ブリ等209 万尾

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。

## ラフィド藻*Chattonella*属の影響評価に関する学術論文数(魚種別)

- ハマチ(ブリ) 10
- マダイ 4
- ヘダイ 4
- ヒラメ 1
- ムツゴロウ 1
- コノシロ 1
- アゲマキ 1
- コウライエビ 1
- ミナミマグロ 1
- ゴマフエダイ 1
- オウモンハタ 1
- ヤイトハタ 1
- チャイロマルハタ 1
- デバスズメダイ 1
- メダカ 1

## 渦鞭毛藻*Cochlodinium polykrikoides*の影響評価に関する学術論文数(魚種別)

- ハマチ(ブリ) 1
- マダイ 1
- ヒラメ 1
- ウマズラハギ 1
- メバル 1
- イシダイ 1
- ワキヤハタ 1
- アトランティックサーモン 1
- オキヒイラギ 1
- マガキ 1
- バージニアカキ 5
- ホンアメリカイタヤ 2
- ホンビノスガイ 1
- Rose snapper 1
- カダヤシ 3

## 有明海・八代海における 赤潮発生時の漁業被害例

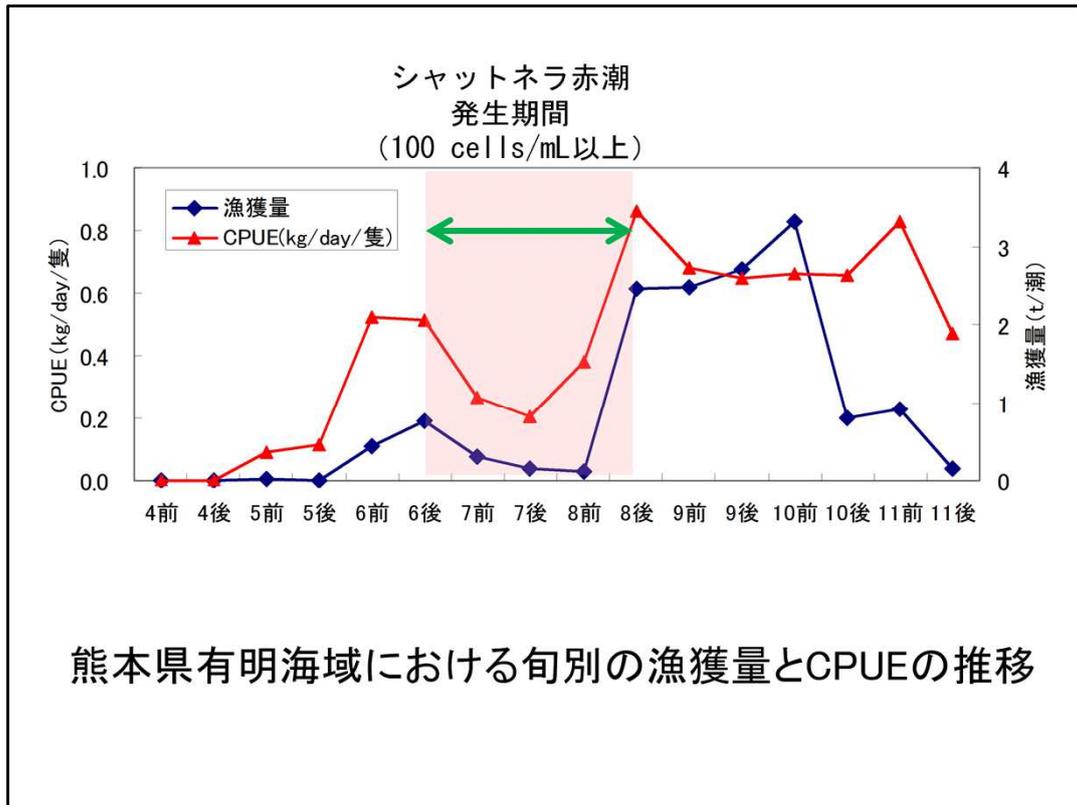
被害生物	具体例	発生海域	発生頻度・要因
養殖魚類(ブリ、マダイ、カンパチ、シマアジ等)	養殖中の魚類の大量へい死現象	八代海、牛深海域、橘湾など	発生頻度が最も高い
天然魚類(マアジ、コノシロ、ボラなど)	へい死、漁獲不振、異常漁獲(逃避行動による)	有明海、八代海、橘湾	広域な赤潮発生時は顕著
天然甲殻類(クルマエビ、ガザミなど)	衰弱、漁獲不振、異常漁獲(逃避行動による)、資源減少	有明海	広域な赤潮発生時は顕著
天然二枚貝(アサリ、サルボウ、タイラギなど)	へい死、漁獲不振、資源減少	有明海	大規模赤潮発生時に顕著、貧酸素の影響との区分が困難

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」

「シャットネラ等赤潮対策推進協議会」とりまとめ結果より

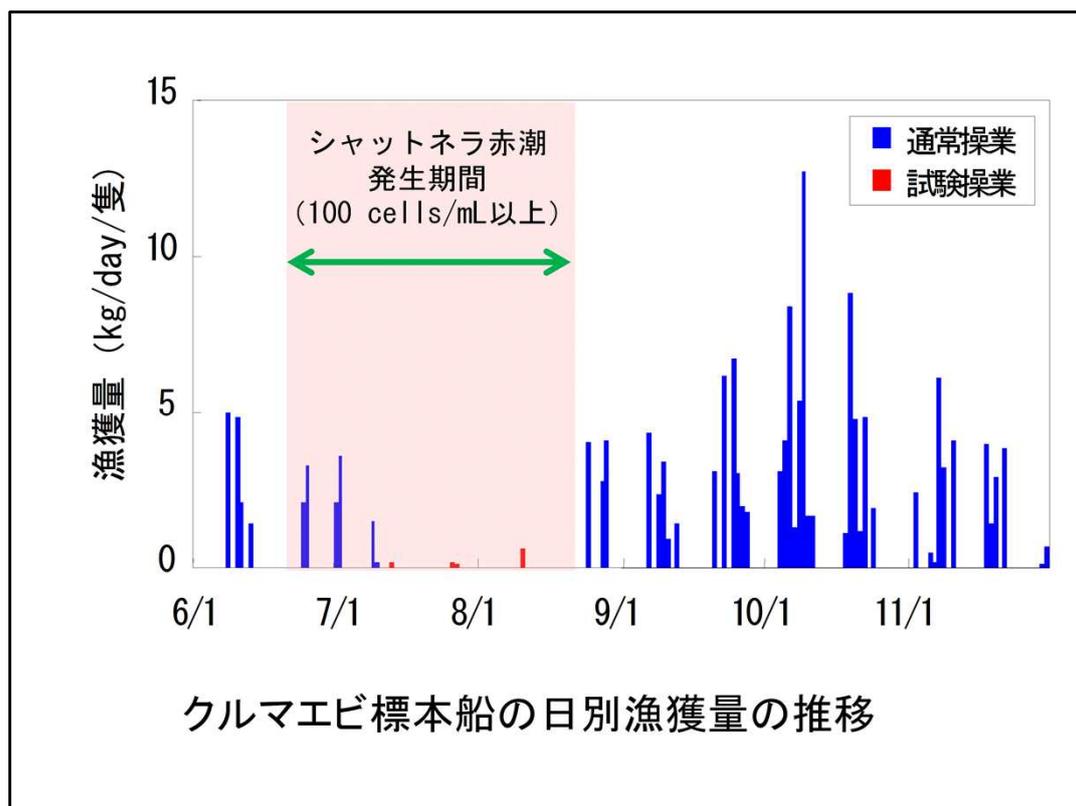


出典： 荒木希世・松岡貴浩・森下貴文・川崎信司(2013)有明海における*Chattonella*赤潮の日周鉛直移動がクルマエビに与える影響. 熊本県水産研究センター研究報告9号, 13-24



出典： 荒木希世・松岡貴浩・森下貴文・川崎信司(2013)有明海における*Chattonella*赤潮の日周鉛直移動がクルマエビに与える影響. 熊本県水産研究センター研究報告9号, 13-24

シャットネラ赤潮発生期間に、漁獲量および操業効率(CPUE)の一時的な低下が発生している。



出典： 荒木希世・松岡貴浩・森下貴文・川崎信司(2013)有明海における*Chattonella*赤潮の日周鉛直移動がクルマエビに与える影響. 熊本県水産研究センター研究報告9号, 13-24

シャットネラ赤潮発生期間中は経験的にクルマエビ漁が不漁となるため、漁業者が自ら操業しないことが多い。このため、漁獲量のみでのデータでは赤潮の悪影響を過剰評価する可能性もある。

そこで、赤潮発生時に漁業者が操業しない時期に県が独自に試験操業を行ったところ、やはり赤潮発生期間中は漁獲量の一時的な低下が発生していた。赤潮発生後に漁獲量が速やかに回復していることから、シャットネラ赤潮が発生すると、クルマエビは何らかの逃避行動あるいは忌避行動を示し、漁獲に繋がらないことが推定される。

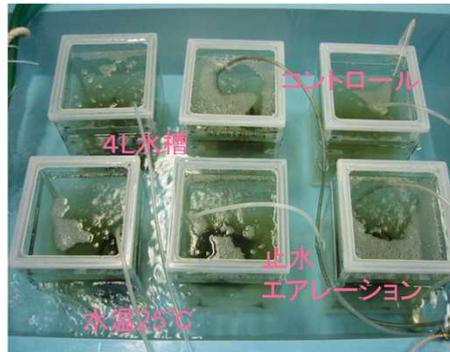
# 夏の赤潮

② 赤潮プランクトン(シャットネラ)の二枚貝類に与える影響

## マガキ、タイラギへの 培養*Chattonella antiqua*の室内曝露試験

シャットネラの細胞密度:

50  
1,000  
2,500  
5,000  
10,000 cells/mL  
の5段階に設定



曝露24時間後の生残率

マガキ: 100% (50 ~ 10,000 cells/mL 5段階)

タイラギ: 100% (50 ~ 10,000 cells/mL 5段階)

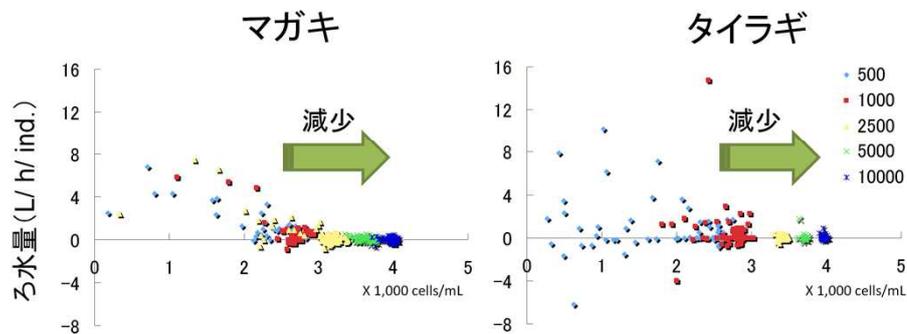
→急性毒性は確認されず

出典: 前野幸男・鈴木健吾・伏屋玲子・木元克則・塚本達也・長副 聡・深尾隆三(2009)有害藻シャットネラの重要二枚貝類に対する影響の解明. 西海区水産研究所主要研究成果集13号, p.28  
Sou Nagasoe, Kengo Suzuki, Tatsuya Yurimoto, Reiko Fuseya, Tsuyoshi Fukao, Toshifumi Yamatogi, Katsunori Kimoto, Yukio Maeno (2011) Clearance effects of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* on the fish-killing algae *Chattonella marina* and *Chattonella antiqua*. *Aquatic Biology*, 11, 201-211.

赤潮の影響を室内試験で確認するために、培養シャットネラを用いた曝露試験をマガキとタイラギを用いて実施した。

最大曝露密度であっても、少なくとも24時間内にはへい死は認められず、急性毒性は低いと判断された。

## *Chattonella antiqua*を含む飼育海水中でのマガキ、タイラギのろ水量



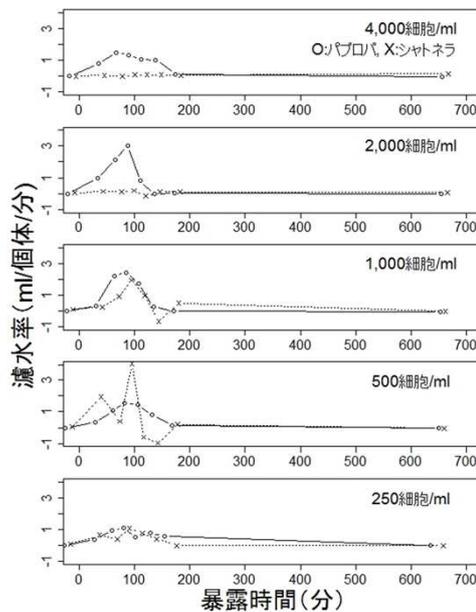
低密度実験区ではろ水率が高いが、概ね2,000 cells/mL以上でろ水活動が低調になることが明らかとなった。

出典： 前野幸男・鈴木健吾・伏屋玲子・木元克則・塚本達也・長副 聡・深尾隆三(2009)有害藻シャットネラの重要二枚貝類に対する影響の解明. 西海区水産研究所主要研究成果集13号, p.28  
Sou Nagasoe, Kengo Suzuki, Tatsuya Yurimoto, Reiko Fuseya, Tsuyoshi Fukao, Toshifumi Yamatogi, Katsunori Kimoto, Yukio Maeno (2011) Clearance effects of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* on the fish-killing algae *Chattonella marina* and *Chattonella antiqua*. *Aquatic Biology*, 11, 201-211.

曝露試験中のシャットネラ細胞密度の変化から、ろ水速度を計算した結果を示す。この結果から、マガキもタイラギも低密度のシャットネラ存在下では高いろ水量を示すものの、概ね2,000 cells/mLを越えるとほぼろ水量を停止させることが判明した。

低密度の出現時は二枚貝によるシャットネラ除去効果は期待できるが、シャットネラの細胞密度が赤潮密度にまで達すると、これら二枚貝による環境浄化能力は失われると推察された。

*Chattonella antiqua*を曝露されたサルボウのろ水率

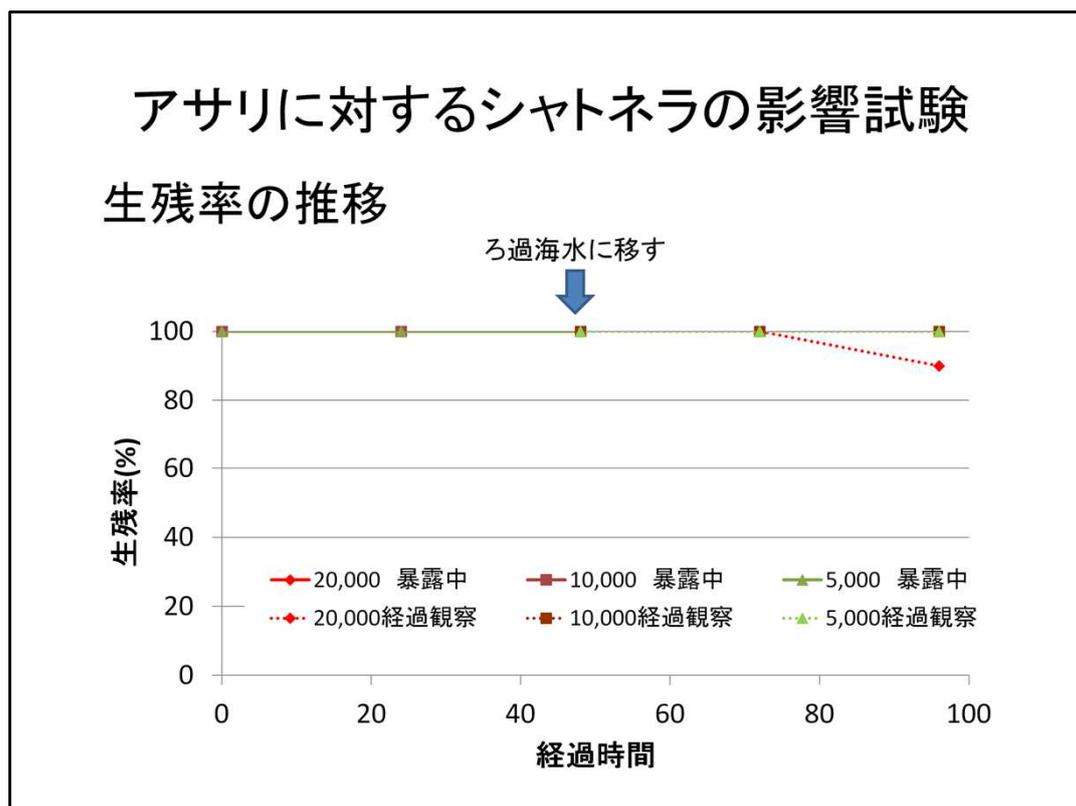


シヤットネラが高密度であると、ろ水が低下、特に2,000 cells/mL以上でろ水率がほぼ停止する

出典： 松山幸彦・吉田 誠・鈴木健吾・栗原健夫・橋本和正 (2012)シヤットネラ属に対する甲殻類、貝類および小型魚類への影響試験. 平成23年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シヤットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明に関する研究報告書」, p. 3-16.

有明海奥部の干潟域で、かつシヤットネラ赤潮の頻発地帯に生息するサルボウに対するシヤットネラの影響。

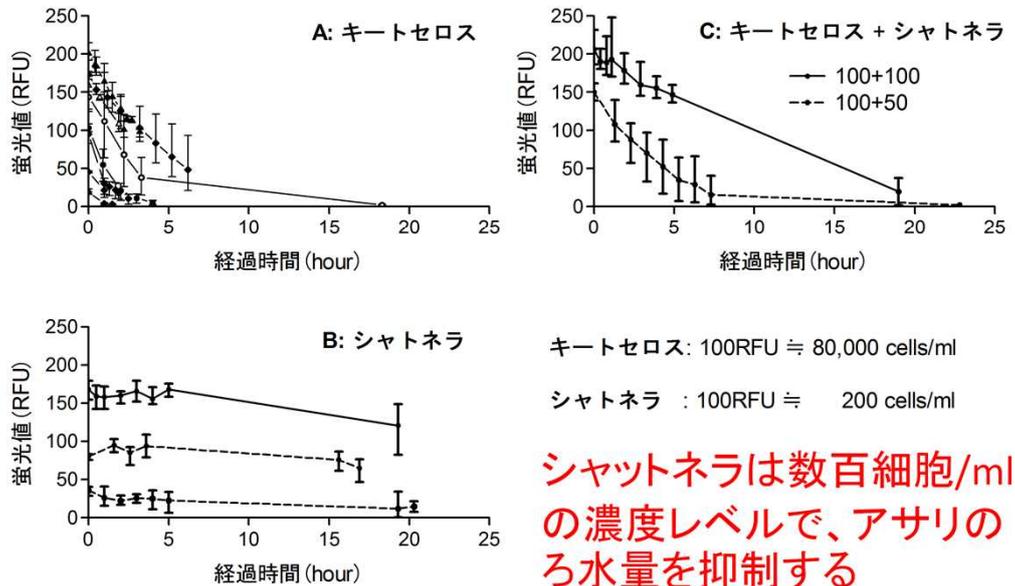
マガキやタイラギ同様、赤潮密度での急性毒性は認められなかったが、シヤットネラ密度が2,000 cells/mLを越えろ水量を停止させることが判明した。



出典：鈴木健吾・伏屋玲子・吉田 誠・松山幸彦(2011)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類の影響試験. 平成22年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明、漁業被害防止・軽減技術に関する研究報告書」, p. 27-34.

アサリに対するシャットネラの影響。他の二枚貝同様、アサリは20,000 cells/mLの高密度シャットネラ曝露によっても48時間以内にへい死は認められなかった。

## アサリに対するシャットネラの影響試験 蛍光強度の推移



出典： 鈴木健吾・伏屋玲子・吉田 誠・松山幸彦(2011)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類の影響試験. 平成22年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明、漁業被害防止・軽減技術に関する研究報告書」, p. 27-34.

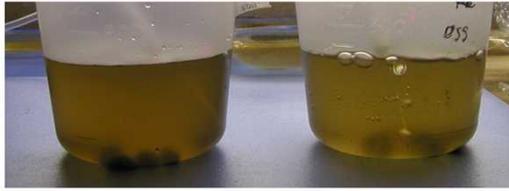
シャットネラ密度が数百 cells/mLを越えろ水量が有意に低下することが判明した。アサリについてはシャットネラに対する感受性が高いことが推定された。

高濃度のキートセロスとシャットネラに曝露されたアサリの様子

キート(360万細胞/ml)

シャットネラ:2万細胞/ml

実験開始時

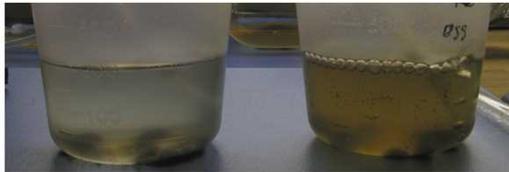


アサリは高濃度のシャットネラを全く取り込んでいない

3時間後



19時間後



出典: 鈴木健吾・伏屋玲子・吉田 誠・松山幸彦(2011)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類の影響試験. 平成22年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明、漁業被害防止・軽減技術に関する研究報告書」, p. 27-34.

この容器にはアサリが5個体收容された状態で試験が行われている。高密度のシャットネラ赤潮(右側)では、アサリはシャットネラを全く取り込んでいない。

同じクロロフィル密度である左側のキートセロス(珪藻類)は、ほぼ19時間でアサリに除去されている。

## 二枚貝に対するシャットネラの影響試験

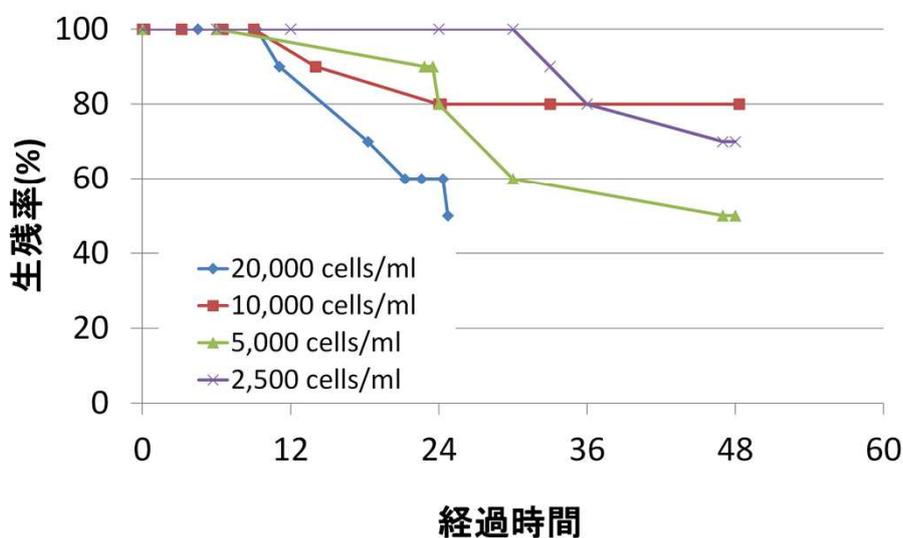
- 赤潮密度である1~2万cells/ml, 24時間曝露ではへい死は認められない
- → 魚類で認められる顕著な急性毒性は示さない
- 数百~2,000 cells/mLの細胞濃度でろ水活動が低下
  - 赤潮レベルの細胞密度に達すると、二枚貝によるシャットネラ赤潮の除去効果は期待できない

# 夏の赤潮

③ 赤潮プランクトン(シャットネラ)の甲殻類に与える影響

## クルマエビに対するシャットネラの影響試験

### 生残率の推移



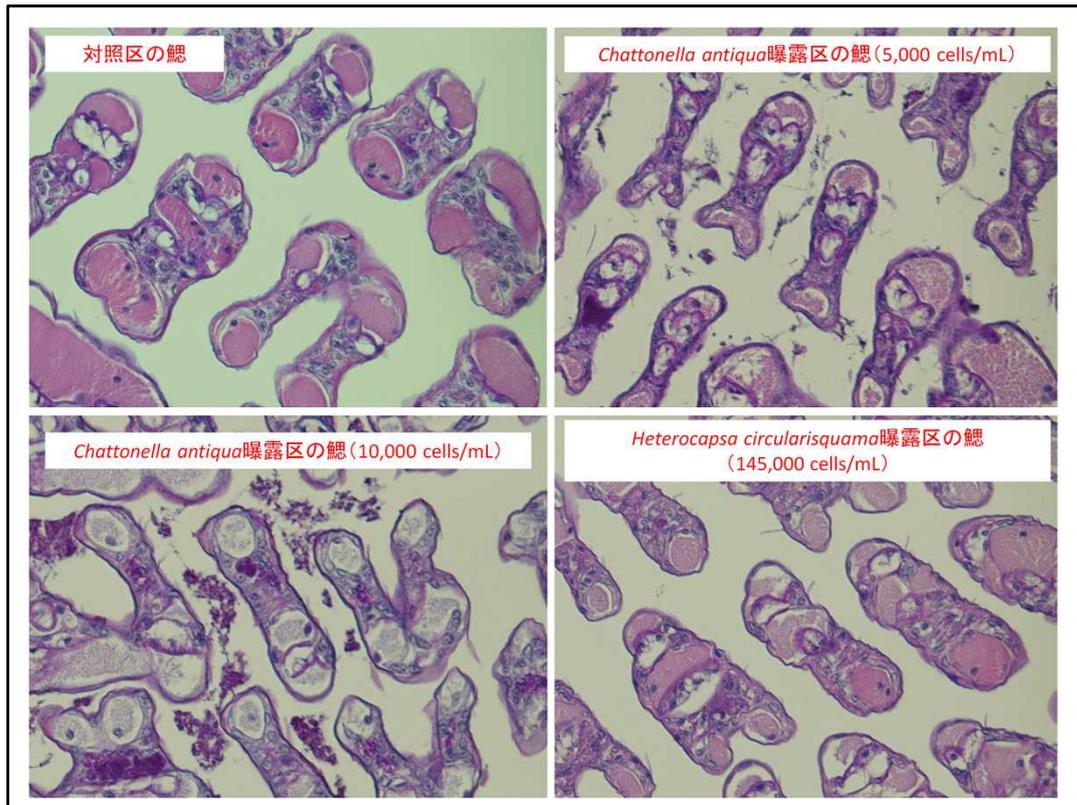
出典： 鈴木健吾・伏屋玲子・吉田 誠・松山幸彦(2011)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類の影響試験. 平成22年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明、漁業被害防止・軽減技術に関する研究報告書」, p. 27-34.

シャットネラは稚クルマエビに対して急性毒性を示すことが明らかとなった。



出典： 鈴木健吾・伏屋玲子・吉田 誠・松山幸彦(2011)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類の影響試験. 平成22年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明、漁業被害防止・軽減技術に関する研究報告書」, p. 27-34.

シャットネラを曝露されたクルマエビは、鰓の強い着色(シャットネラ細胞の付着)が認められた。

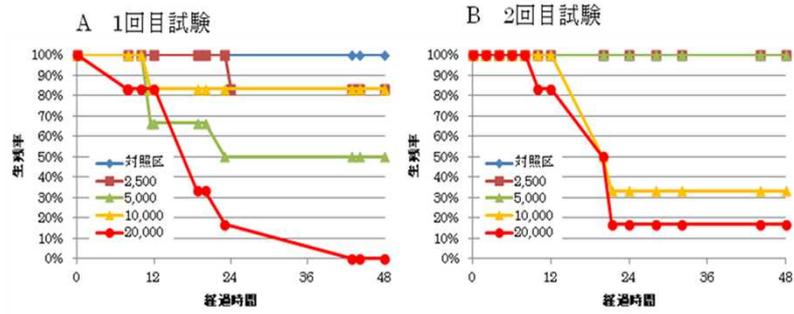


出典： 鈴木健吾・伏屋玲子・吉田 誠・松山幸彦(2011)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類の影響試験. 平成22年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明、漁業被害防止・軽減技術に関する研究報告書」, p. 27-34.

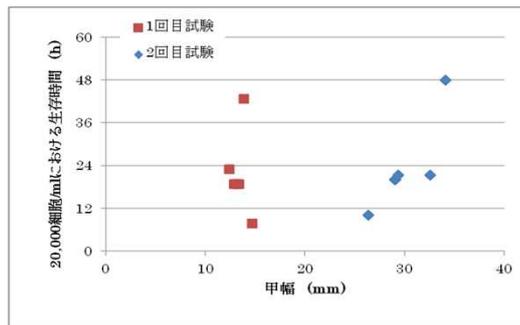
シャットネラを曝露されたクルマエビ鰓の組織切片画像。

高密度のシャットネラ曝露ほど、鰓の空隙にシャットネラ由来の粘液付着が認められた。鰓の組織そのものは傷害を受けておらず、物理的な閉塞による窒息死の可能性が示唆される。

# ガザミ



シヤットネラ曝露試験時の生残率の推移



シヤットネラ20,000 cells/mL曝露時の生存時間と甲幅の関係

出典：松山幸彦・吉田 誠・鈴木健吾・栗原健夫・橋本和正(2012)シヤットネラ属に対する甲殻類、貝類および小型魚類への影響試験. 平成23年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シヤットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明に関する研究報告書」, p. 3-16.

シヤットネラは稚ガサミに対して急性毒性を示すことが明らかとなった。

## ガザミ

### 鰓の様子



シャットネラ曝露個体(右)と対照区(左)の鰓



ヘテロカプサ曝露個体(右)と対照区(左)の鰓

出典：松山幸彦・吉田 誠・鈴木健吾・栗原健夫・橋本和正(2012)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類および小型魚類への影響試験. 平成23年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明に関する研究報告書」, p. 3-16.

クルマエビ同様に、シャットネラを曝露されたガザミは、鰓の強い着色(シャットネラ細胞の付着)が認められた。

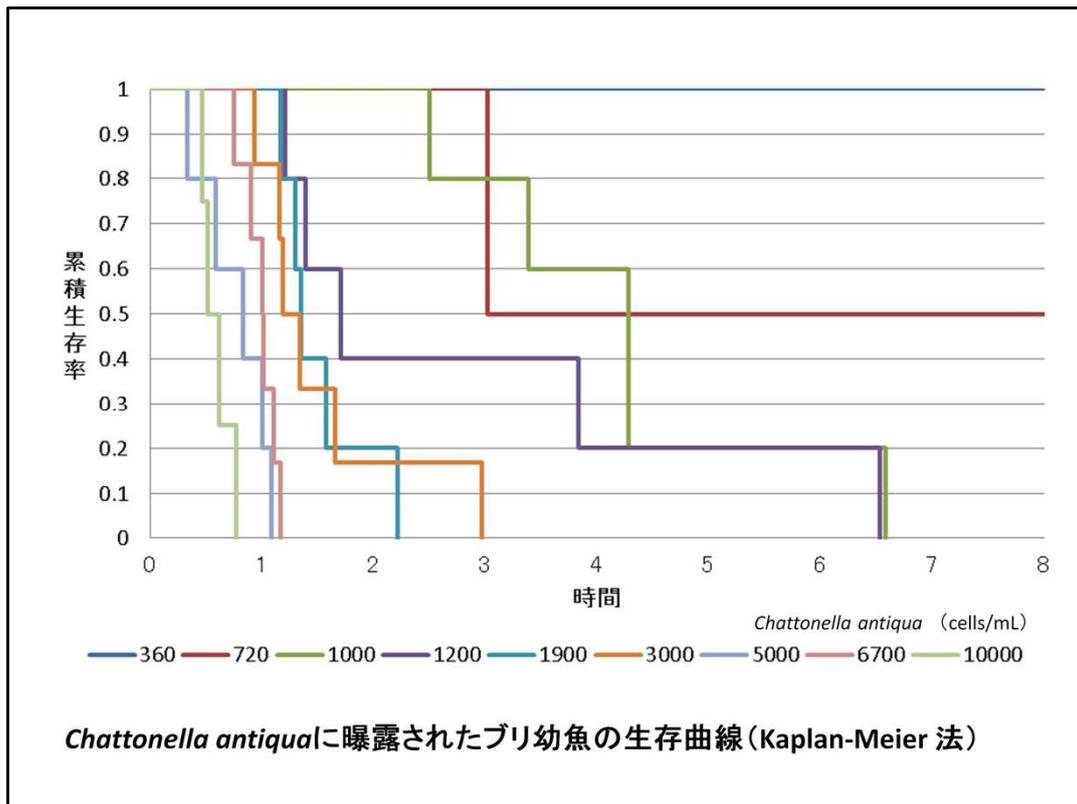
## 甲殻類に対するシャットネラの影響試験

### 結果

- 2,500 cells/mL以上, 24時間の曝露によって、クルマエビ、ガザミのいずれもへい死した  
→魚類同様に急性毒性あり
- *Chattonella antiqua*は、甲殻類の鰓に絡みついて窒息死させている可能性が高い  
→赤潮発生期の不漁との因果関係が示唆される

# 夏の赤潮

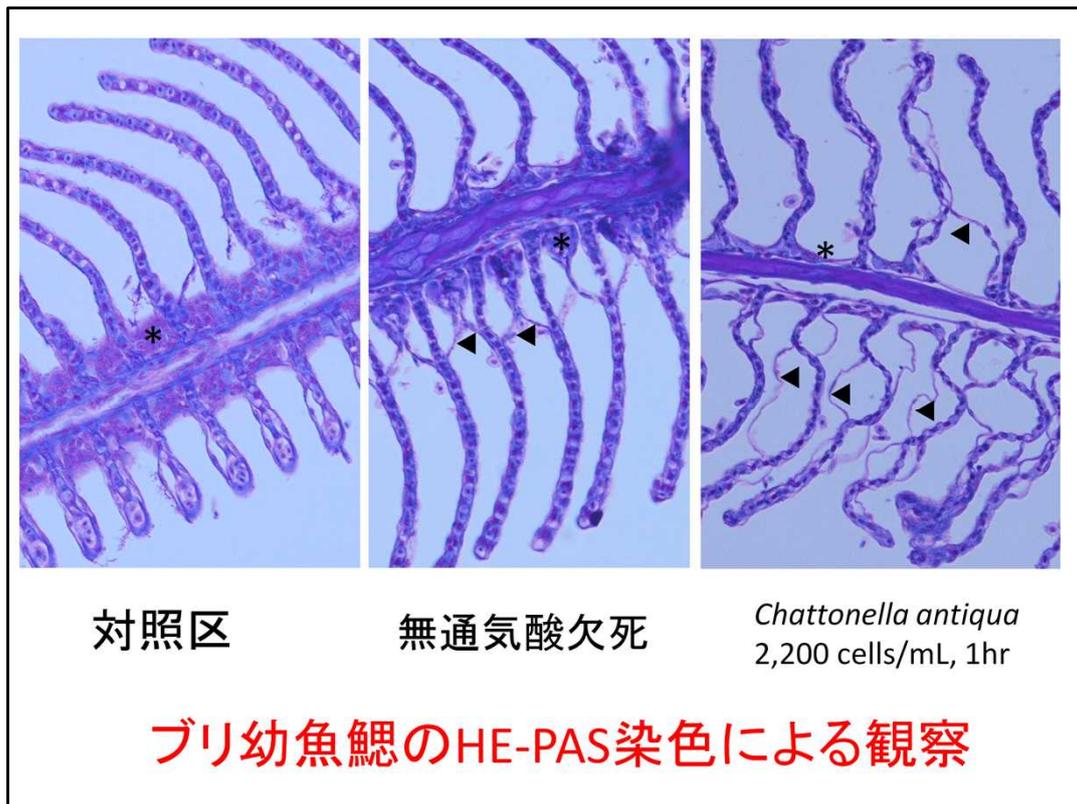
- ④ 赤潮プランクトン(シャットネラ)の魚類に与える影響



出典： 松山幸彦・吉田 誠・鈴木健吾・栗原健夫・橋本和正  
 (2012)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類および小型魚類への影響試験. 平成23年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明に関する研究報告書」, p. 3-16.

Yoshida M, Nagae A, Matsuyama Y. (2012). Effect of monoculture of raphidophyte *Chattonella antiqua* on the survival rate of the juvenile Japanese amberjack *Seriola quinqueradiata*. The 15th international conference on Harmful Algae abstract book, p.194.

培養されたシャットネラはブリ幼魚に対して濃度依存的に強い魚毒性を示す。ブリ幼魚の場合は、720 cells/mL以上でへい死が認められた。

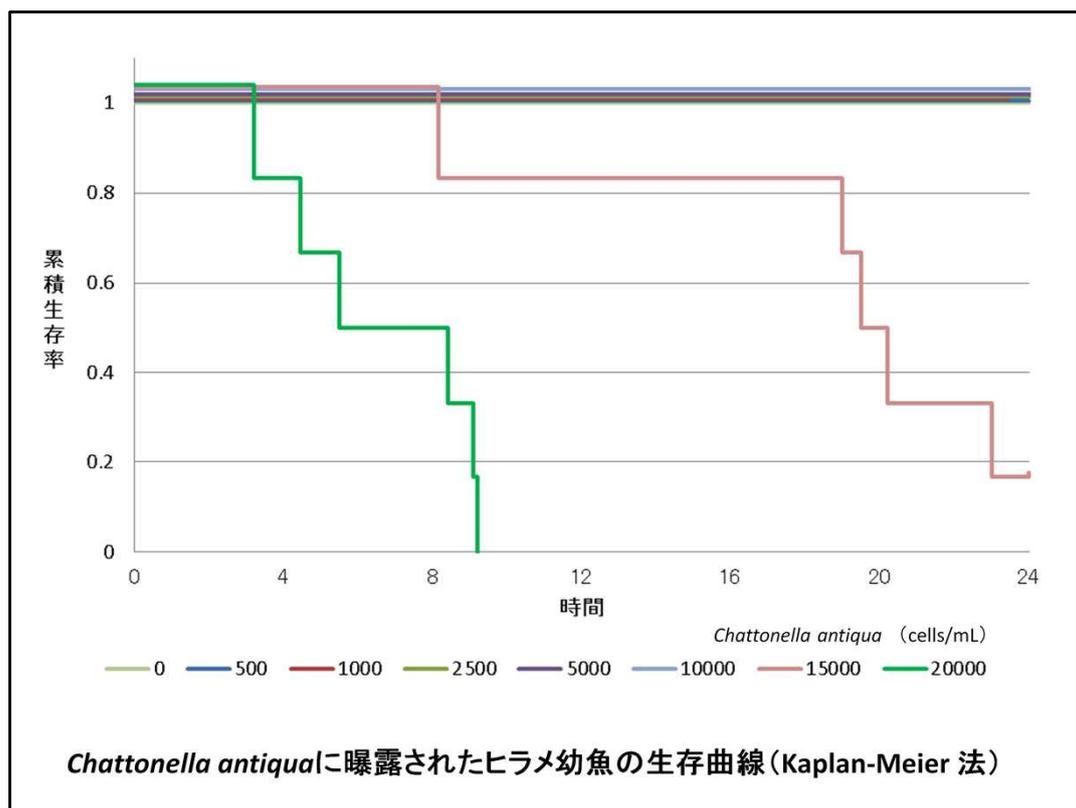


出典：松山幸彦・吉田 誠・鈴木健吾・栗原健夫・橋本和正  
(2012)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類および小型魚類への影響試験. 平成23年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明に関する研究報告書」, p. 3-16.

Yoshida M, Nagae A, Matsuyama Y. (2012). Effect of monoculture of raphidophyte *Chattonella antiqua* on the survival rate of the juvenile Japanese amberjack *Seriola quinqueradiata*. The 15th international conference on Harmful Algae abstract book, p.194.

ブリ幼魚鰓の組織切片画像。無通気へい死区では上皮細胞の浮腫(▲)が進行しつつあるが、鰓の形状はほぼ保たれている。

シャットネラ曝露区では、広範囲に上皮細胞の浮腫(▲)と二次鰓弁間細胞(\*)の消失が認められ、過去のシャットネラ曝露試験で得られた知見にほぼ合致する。



出典： 松山幸彦・永江 彬・鈴木健吾・栗原健夫・橋本和正 (2013) シャットネラ属に対する甲殻類、貝類および小型魚類への影響試験. 平成24年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明に関する研究報告書」, p. 3-10.

ブリ幼魚と同じ条件でヒラメ幼魚を用いて曝露試験を実施した。

ヒラメはブリ幼魚と異なり、15,000 cells/mL以上でのみへい死が認められるなど、シャットネラと比較すると強い耐性を示した。

既往知見でもブリが赤潮に弱く、マダイやヒラメは強いと言われているが、本試験結果はそれを支持するものである。



出典：松山幸彦・永江 彬・鈴木健吾・栗原健夫・橋本和正  
(2013)シャットネラ属に対する甲殻類、貝類および小型魚類への影響試験. 平成24年度赤潮・貧酸素水塊漁業被害防止対策事業「シャットネラ属有害プランクトンの魚介類への影響、毒性発現機構の解明に関する研究報告書」, p. 3-10.

シャットネラを曝露されたヒラメ幼魚は、鰓蓋付近にシャットネラの細胞集塊の付着が顕著であった。

同様な現象はクルマエビやガザミでも観察されていることから、シャットネラによる水産生物への死とこうした物理的閉塞との関連が疑われる。

## 魚類に対するシャットネラの影響試験

### 結果

- ブリの幼魚では740 cells/mL以上, ヒラメでは15,000 cells/mL, 24時間の曝露によってへい死した  
→急性毒性あり、ただし魚種特異性高い
- *Chattonella antiqua*に曝露された魚類の鰓は、顕著な組織傷害、粘液による閉塞現象が認められる  
→鰓の機能障害による窒息死であることが改めて確認された

### 室内曝露試験で得られたシャットネラの影響試験結果

試験生物	致死性	生理傷害	特記事項
ブリ幼魚	有(1,000 cells/mL以上)	二次鰓弁間細胞の消失、上皮浮腫	成魚と同じ症状
マアジ	有(2,000 cells/mL以上)	〃	
ヒラメ	有(15,000 cells/mL以上)	鰓の物理的閉塞	
マガキ	無(10,000 cells/mLまで)	ろ水率低下(2,000 cells/mL以上)	
タイラギ	無(10,000 cells/mLまで)	ろ水率低下(2,000 cells/mL以上)	
アサリ	無(20,000 cells/mLまで)	鰓に異常なし ろ水率低下(150-200 cells/mL以上)	珪藻混在でろ水率は若干回復
サルボウ	無(4,000 cells/mLまで)	ろ水率低下(2,000 cells/mL以上)	
クルマエビ	有(2,500 cells/mL以上)	鰓の物理的閉塞、組織傷害なし	著しい潜砂行動
ガザミ	有(5,000 cells/mL以上)	鰓の物理的閉塞、組織傷害なし	

# 夏の赤潮

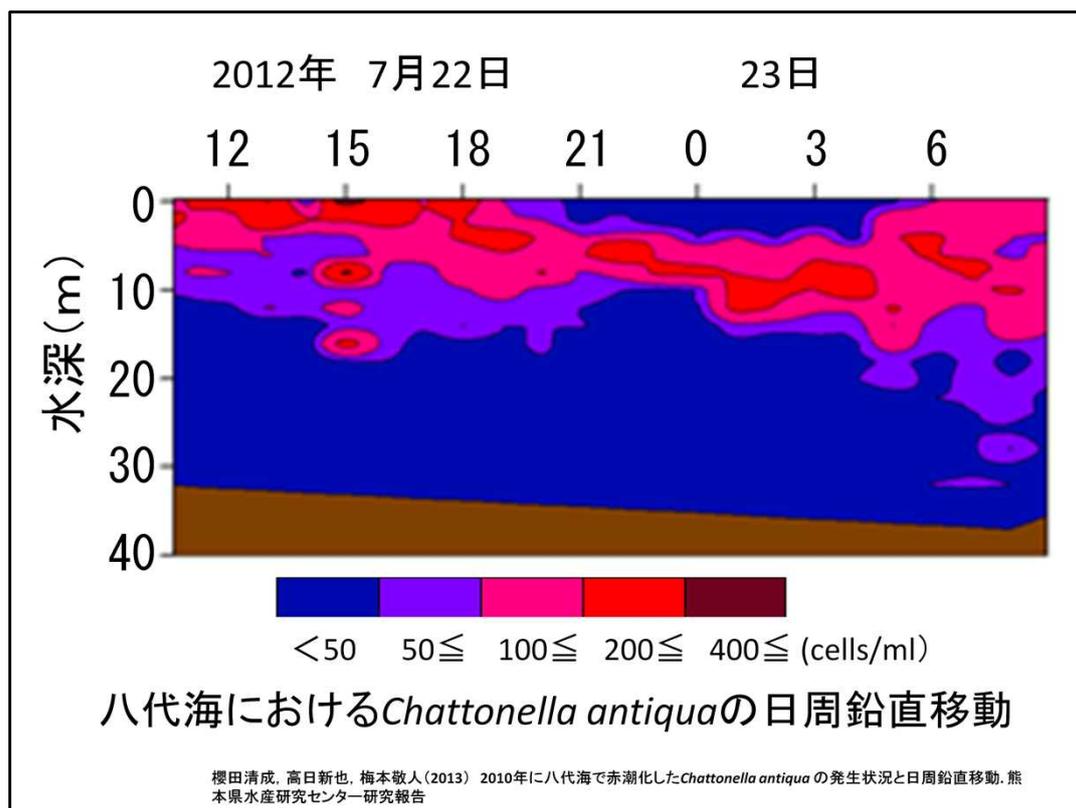
被害軽減策について

沈下式生簀を活用する場合考慮すべき項目

## 赤潮プランクトンの日周鉛直移動

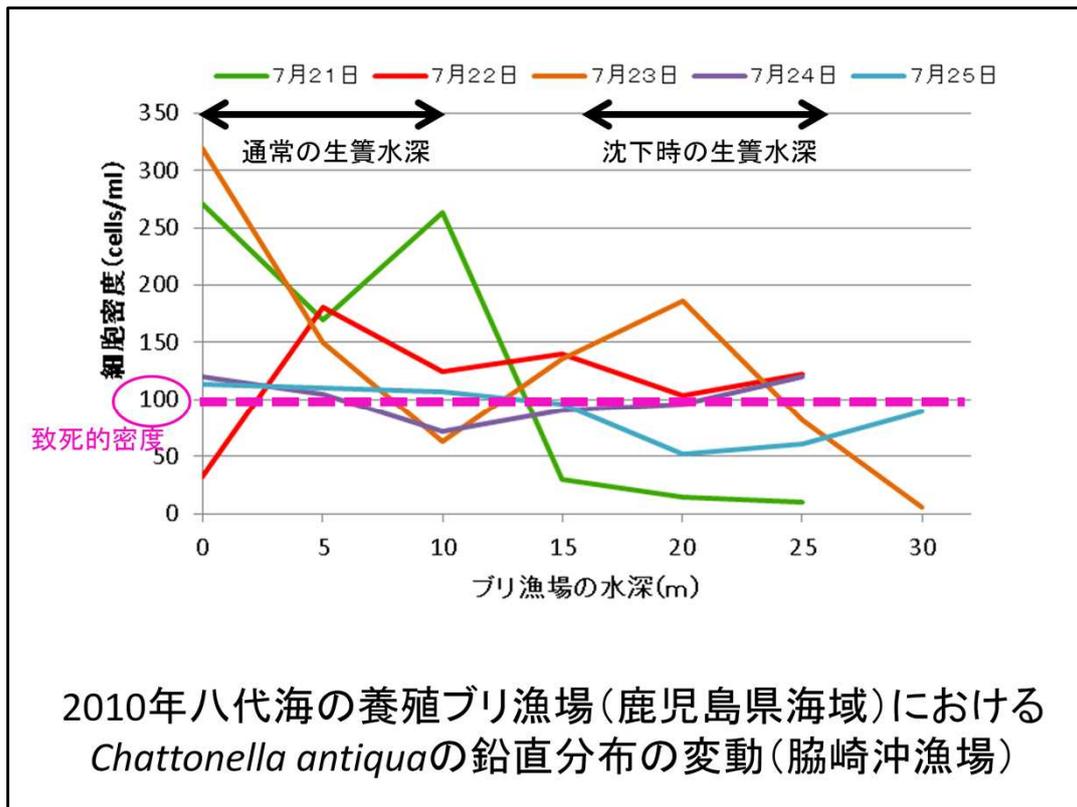
- シャットネラ、ヘテロシグマ  
7～10m
- コクロディニウム、カレニア  
15～25m程度

赤潮の盛期に盛んに上下遊泳運動を行うことが判明している。下降時は細胞の集塊がやや逸散する



出典： 櫻田清成, 高日新也, 梅本敬人(2013) 2010年に八代海で赤潮化した*Chattonella antiqua*の発生状況と日周鉛直移動. 熊本県水産研究センター研究報告9号, 85-90.

Watanabe et al. (1983) Jpn. J. Phycol. 31: 161-166において、*Chattonella antiqua*は水深7mの範囲内で日周鉛直移動を行うことが知られている。2010年の八代海における観測においても、本種の日周鉛直移動は水深10mの範囲内で起きていることが確認された。

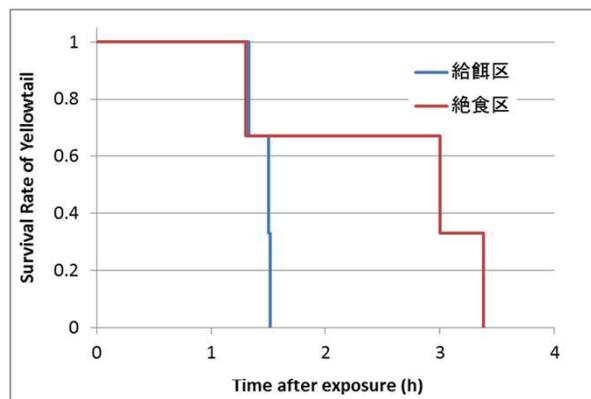


資料： 東町漁業協同組合提供

櫻田ら(2013)において、八代海での *Chattonella antiqua* は水深 10 m 以浅に大部分の細胞が分布していることが判明した。一方で、2010年の八代海南部(鹿児島県海域)での *C. antiqua* 鉛直出現特性を示す。

2010年赤潮発生時に、いくつかの養殖漁業者は通常表層から10 m 深に位置している生簀を水深15 m 以深に沈下させることで、*C. antiqua* 赤潮に曝露されることを防ぐ被害回避策を実施した。しかし、実際の漁場では水深25 m 以深まで *C. antiqua* が致死密度で分布しており、漁業被害を回避できなかった。八代海南部では、漁場周辺での鉛直的な水塊の混合が示唆される。

## 餌止め効果



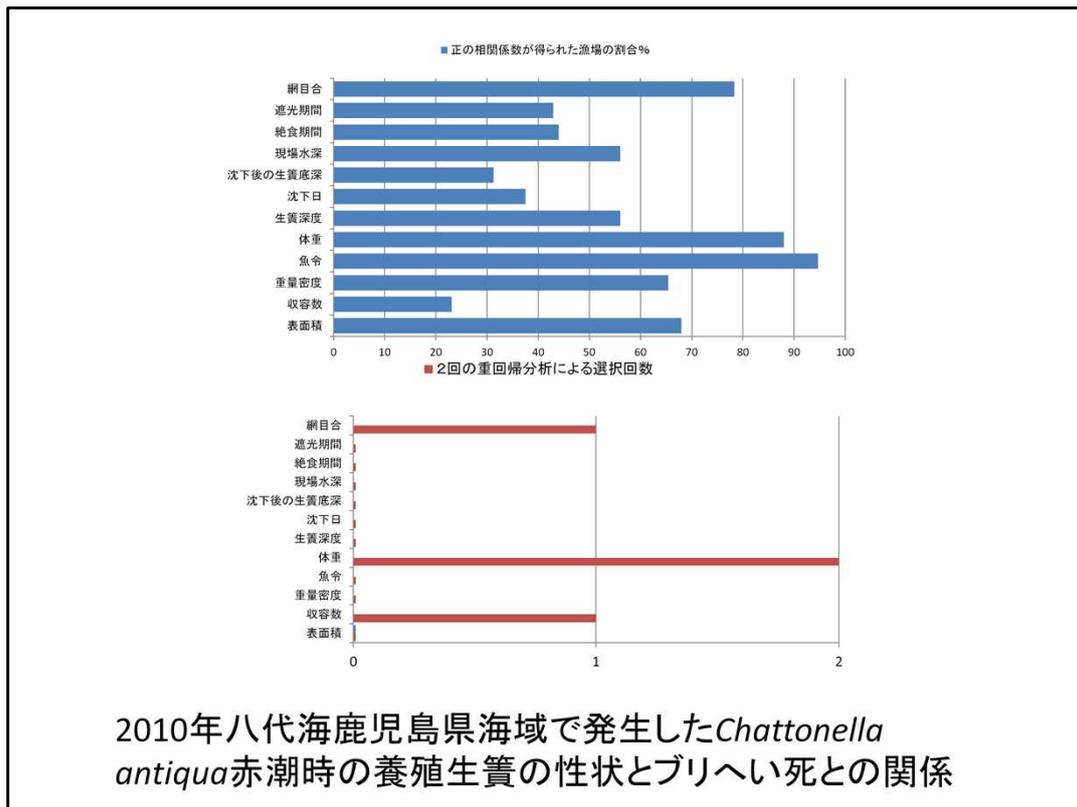
ブリ幼魚を4日間餌止めした後に*Chattonella antiqua*を曝露  
(1,300 cells/mL)

### ブリ幼魚の酸素要求量

試験区名 N=5	酸素消費速度 (mgO <sub>2</sub> /g/h)
給餌区	0.39±0.09
餌止め96hr区	0.36±0.06

資料：松山幸彦・吉田 誠・吉田一範・堀田卓郎・中川雅弘・津崎龍雄(2011)絶食がモジャコの貧酸素およびシャットネラ耐性に与える影響の予備的検討. 平成23年度日本水産学会秋季大会, 講演要旨集 p. 26.

4日間の絶食で延命効果は認められたものの、単位体重あたりの酸素消費速度に変化は認められない → 絶食の延命効果はあるが、酸素消費量の差異から、その科学的機作を明らかにできていない



出典：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, pp. 52.

シャットネラ赤潮の被害を受けた漁場において、生簀ごとの性状  
 とブリのへい死数のデータを重回帰分析を行った。

分析の結果、魚体重が重いほど赤潮でへい死しやすいことが抽  
 出された。従前から大型魚ほど赤潮に弱いと指摘されていたが、  
 それが統計的に明らかとなった。

従って、大型魚をできるだけ赤潮リスクの低い漁場で飼育するこ  
 と、また赤潮発生時は、大型魚を中心に避難や早期出荷に重点  
 を置いた対策が被害軽減に有効である。

## 赤潮プランクトンの直接防除

### 実用化が期待される技術

- 殺藻細菌、ウイルス
- 水酸化マグネシウム
- サイクロン、キャビテーション
- 光触媒殺菌器

### 検討中の技術

- 微細気泡
- オゾン
- 紫外線

### 効果的な技術だが環境への悪影響が危惧される化学物質

- 硫酸銅
- 過酸化水素
- 界面活性剤
- 次亜塩素酸(電解水)

## 赤潮被害軽減策について

○赤潮発生状況をリアルタイムで周知し、餌止め、避難、生簀沈下、早期出荷等の被害回避策を徹底する

○防除技術については、費用対効果、環境への影響を見極めて慎重に実施する必要がある

○赤潮発生海域における養殖業の場合、養殖形態の再検討(魚サイズや魚種ごとの漁場選定)は慎重に行う必要がある

○長期的には赤潮発生そのものの抑制を目指す必要があるが、何が赤潮発生抑制に有効なのか、科学的知見が不足している