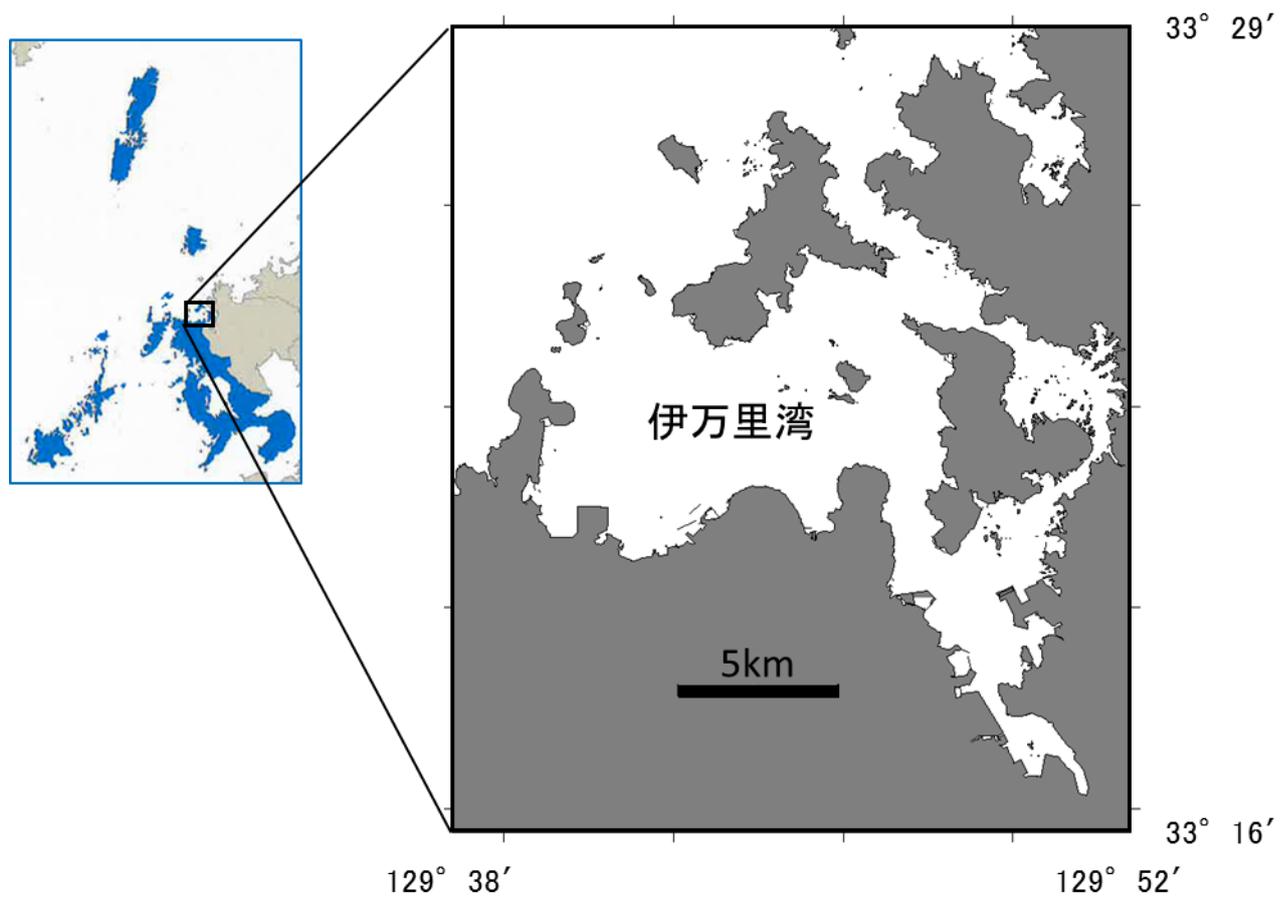


# 伊万里湾赤潮対策ガイドライン



平成30年4月

伊万里湾赤潮対策検討会議

# 目次

はじめに	1
1. 伊万里湾で発生する赤潮と漁業被害の状況	2
2. 伊万里湾におけるカレニア等有害赤潮の発生様式	4
2-1. カレニア赤潮の発生様式	5
(1) 福島南東部からの移流型	5
(2) 地場発生型	6
(3) 湾外下層水の貫入による大規模発生型	6
2-2. コクロディニウム赤潮等の発生様式	10
3. 赤潮自主監視調査(モニタリング)体制	11
(1) 現行のモニタリング体制	11
(2) モニタリング体制の強化	11
4. 具体的な赤潮被害軽減対策	12
5. 赤潮情報連絡体制	14
6. 伊万里湾における赤潮等全般的な対策について	15
(1) 今後の検討のあり方	15
(2) 湾内赤潮対策及び持続可能な養殖業の展開のための中期 的課題への対応	16

# はじめに

平成11年に発生したコクロディニウム赤潮は、伊万里湾の魚類養殖場で甚大な漁業被害(7.6 億円)を及ぼした。平成12年には、コクロディニウムなどの有害赤潮による漁業被害軽減のため、伊万里湾海域の養殖業者、漁協、市、県水産部で構成される赤潮自主監視調査体制を整備し、それ以降、コクロディニウム

赤潮による大きな被害は報告されなくなった(図 1)。一方、平成24年に発生したカレニア赤潮は伊万里湾福島東岸域から鷹島へ広範囲を移流しながら養殖トラフグ等に0.9億円の漁業被害(佐賀県・長崎県合計)を及ぼした。広域移動するカレニア赤潮



図1. 伊万里湾における赤潮被害対策に関する新聞記事

に対処するため、平成25年に佐賀県と連携し、調査や情報交換を行う広域赤潮監視体制を整備(水産庁委託事業)、赤潮の早期検出と迅速な餌止め対応を実施したことで、漁業被害は抑制されていた。そのような状況の中、平成29年に発生したカレニア赤潮は、これまでの対処法(早期検出、餌止め徹底)や防除剤散布では対抗しきれず、平成11年に匹敵する約6.1億円の漁業被害(新松浦漁協調べ)となった。

伊万里湾では、大きな漁業被害に遭遇する度に、赤潮被害軽減に地域が一体となって、立ち上がってきた。長崎県は、カレニア等有害赤潮が引き起こす漁業被害の防除を目的に、平成29年11月に「伊万里湾赤潮対策ガイドライン」を策定するための検討会を設置。養殖業者、漁業協同組合、市役所、長崎県水産部、国立研究開発法人水産研究・教育機構(西海区、中央水産研究所)で協議を重ねてきた。赤潮被害防除に最も重要なことは、有害赤潮の初期発生をいち早く捉え、赤潮が大規模化する前に防除すること、原因プランクトンの漁場への移動や増殖を予測し、状況に即した対策を講ずることである。平成11年当時には集積できていなかったコクロディニウム赤潮の知見も含め、今般、この「伊万里湾赤潮対策ガイドライン」が伊万里湾における赤潮被害の防除に役立ち、地域の養殖業の生産安定に貢献するものと期待する。

# 1. 伊万里湾で発生する赤潮と漁業被害の状況

長崎県沿岸域に分布する有害赤潮原因生物のうち、伊万里湾で赤潮を形成した有害植物プランクトンは、カレニア ミキモトイ(A)、シャットネラ属(B、C)、コクロディニウム属(D、E)、ヘテロシグマ アカシオ(F)、ヘテロカプサ サーキュラーリスカーマ(G)、ディクチオカ藻(種は不明。H、Iは参考)である(図2)。

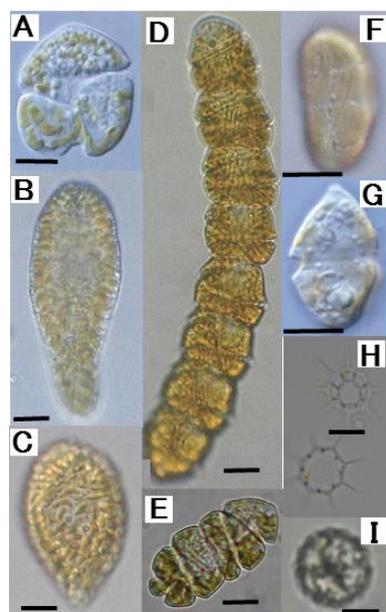


図2. 伊万里湾で赤潮を形成した有害プランクトン

- A: カレニアミキモトイ
- B: シャットネラ アンティーカ
- C: シャットネラ マリーナ
- D: コクロディニウム ポリクリコイデス
- E: コクロディニウム タイプ カササ
- F: ヘテロシグマアカシオ
- G: ヘテロカプサ サーキュラーリスカーマ
- H: ディクチオカ藻(オクタクティス オクトナリア; 骨格あり)
- I: ディクチオカ藻(オクタクティス オクトナリア; 骨格なし)

スケールバーは10 μm。

伊万里湾における赤潮は毎年のように発生し、昭和53年～平成29年の40年間に125件(3件/年)発生し、漁業被害は計10件発生しており(図3)、全て有害プランクトンを優占種とする有害赤潮によるものである。

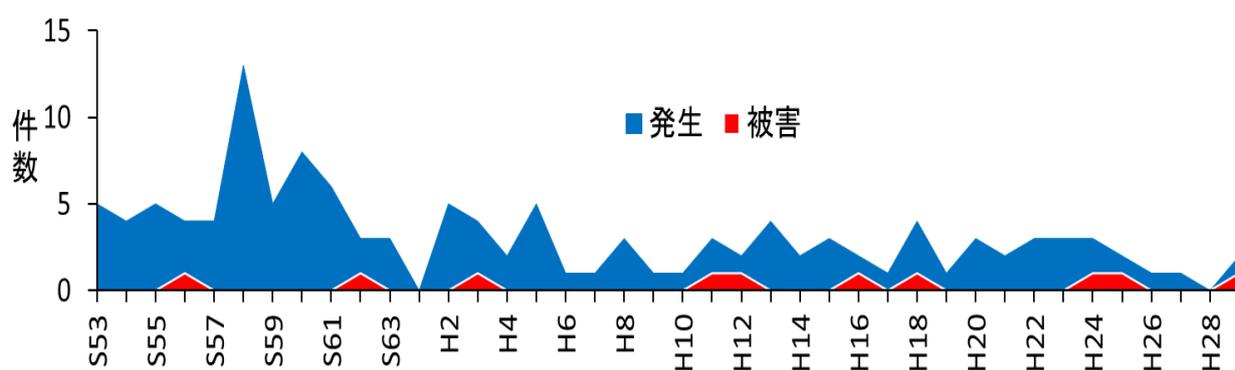


図3.伊万里湾における赤潮発生と被害件数の推移

有害赤潮は、昭和55年～平成29年の38年間に37件(1件/年)発生し、カレニアが20件と最も多く、次いでヘテロシグマ、ヘテロカプサがそれぞれ5件で、コクロディニウムが4件、シャットネラが2件、ディクチオカが1件と続く(図4)。

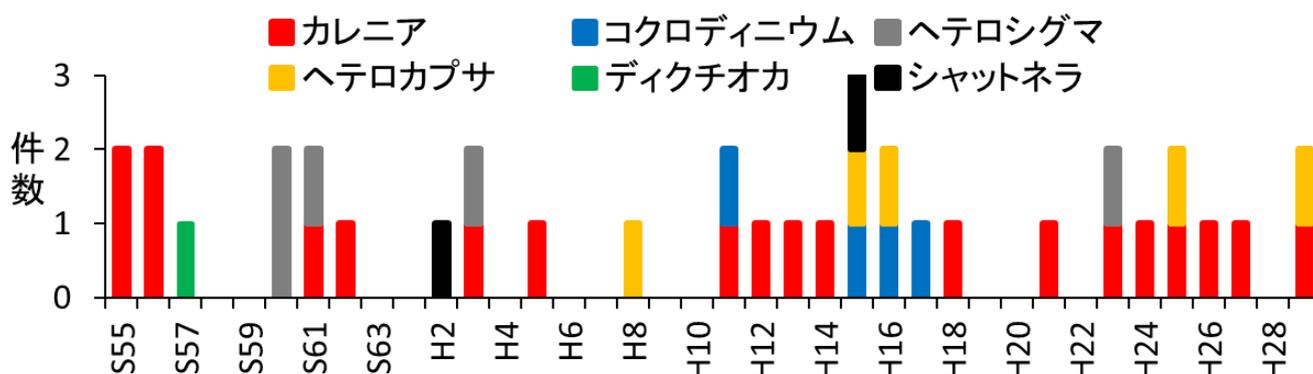


図4.伊万里湾における有害赤潮の発生件数の推移

漁業被害10件の内訳は、カレニア赤潮が8件、コクロディニウム赤潮が2件となっている。甚大な被害(1億円以上)を及ぼしたのは平成3年、平成29年のカレニア赤潮と平成11年のコクロディニウム赤潮である。(表1)。

従って、伊万里湾の赤潮被害軽減は、カレニアとコクロディニウムを主体とする有害種をターゲットとして、対策を進めていく必要があるといえる。

表1. 伊万里湾における赤潮被害状況(昭和53年以降)

年	時期	被害額(千円)	魚種	原因種
S56	8月	11,000	養殖魚(ハマチ)	カレニア
S62	9月	40	蓄養魚(マダイ、ホラ)	カレニア
● H3	8-9月	102,432	養殖魚(トラフグ、ハマチ、マダイ、シマアジ、イシダイ、マアジ)	カレニア
● H11	8月	760,000	養殖魚(ハマチ、マダイ、トラフグ、シマアジ)	コクロディニウム
H12	7月	1,600	養殖魚(トラフグ)	カレニア
H16	8月	7,241	養殖魚(トラフグ)	コクロディニウム
H18	7-8月	10,350	養殖魚(トラフグ)	カレニア
H24	7-8月	31,870	養殖魚(トラフグ、ヒラマサ、ハマチ)	カレニア
H25	7-8月	3,777	養殖魚(クロマグロ)	カレニア
● H29	7-8月	約610,000	養殖魚(トラフグ、クロマグロ、ブリ類、マダイ、シマアジ)	カレニア

●:1億円以上

## 2. 伊万里湾におけるカレニア赤潮等有害赤潮の発生様式

伊万里湾は長崎県と佐賀県の県境に位置し、鷹島、福島等の点在する島々によって袋状に閉じ、外海水との交換は湾口部3箇所のみで、湾奥では河川水の影響を受ける閉鎖性の強い海域である。このような海域特性の影響を受けて、赤潮は様々に発生するパターンを呈する。ここでは、過去に大きな漁業被害を及ぼしたカレニアとクロロディニウムを中心に、それぞれの赤潮の発生様式を記述する。

### 2-1. カレニア赤潮の発生様式

カレニア赤潮の発生は、湾東部福島南東岸で増殖・赤潮を形成した後、福島の北部や南部を經由して、西側の鷹島や福島西岸に移流する「福島南東岸からの移流型」、星鹿周辺や鷹島南岸（飛島周辺など）等で発生する「地場発生型」、湾外底層水貫入の関与によって湾全域あるいは周辺海域にまで拡大する「大規模発生型」の3つの赤潮形成パターンがあると考えられる(図5)。これら3パターンについて、以下に整理する。

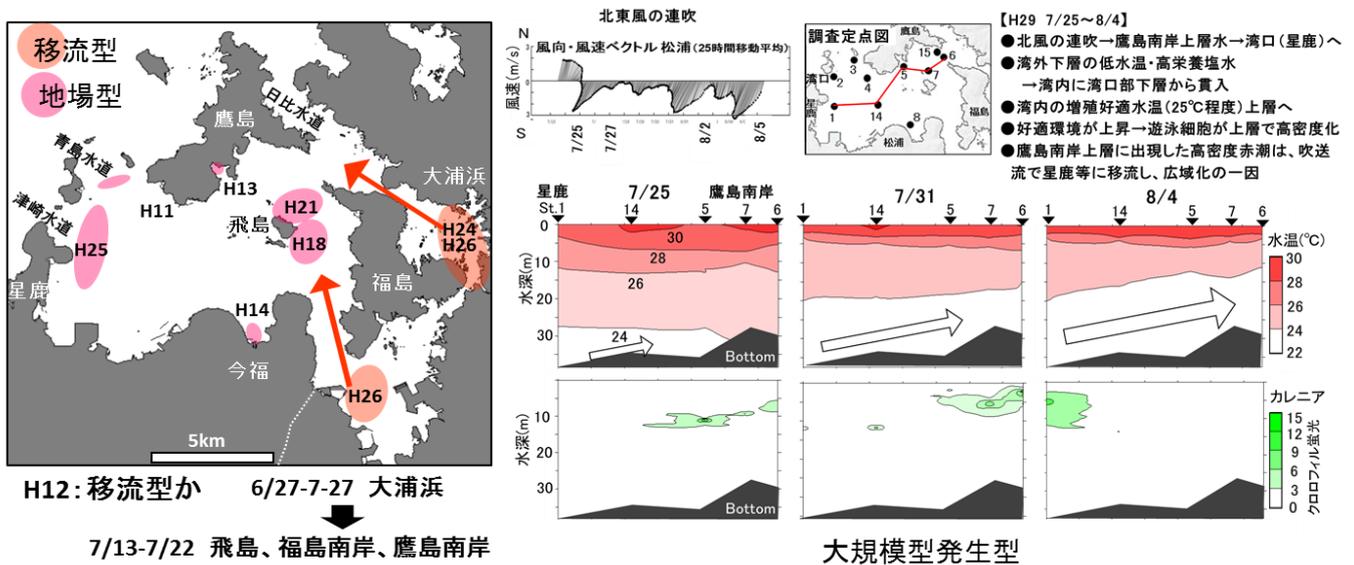


図5.伊万里湾におけるカレニア赤潮の発生パターン

# (1) 福島南東岸からの移流型

平成24、26年の夏季に伊万里湾で発生したカレニア赤潮については、福島南東岸で高密度化した水塊が大量降雨による低塩分水とともに、潮流により移流され、鷹島や福島西岸の養殖漁場に流入した可能性が高いことが判明していた(図6、7)。

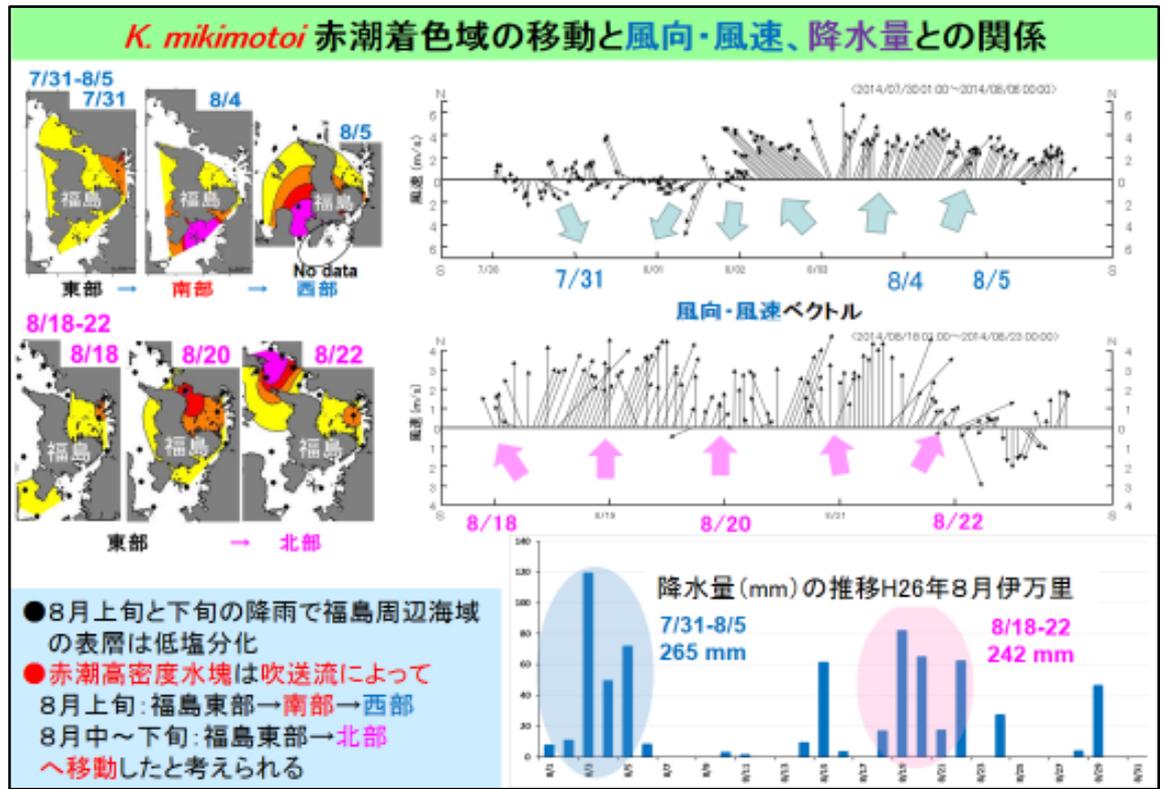
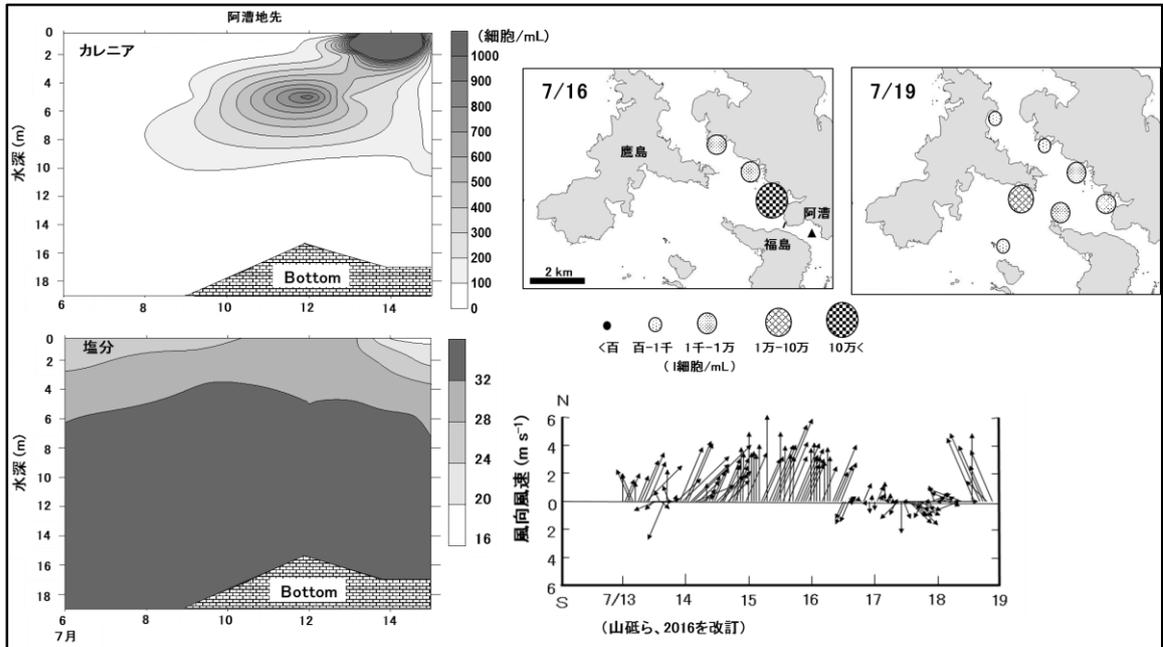


図6. カレニア赤潮の移流状況(上図:H24、下図:H26)

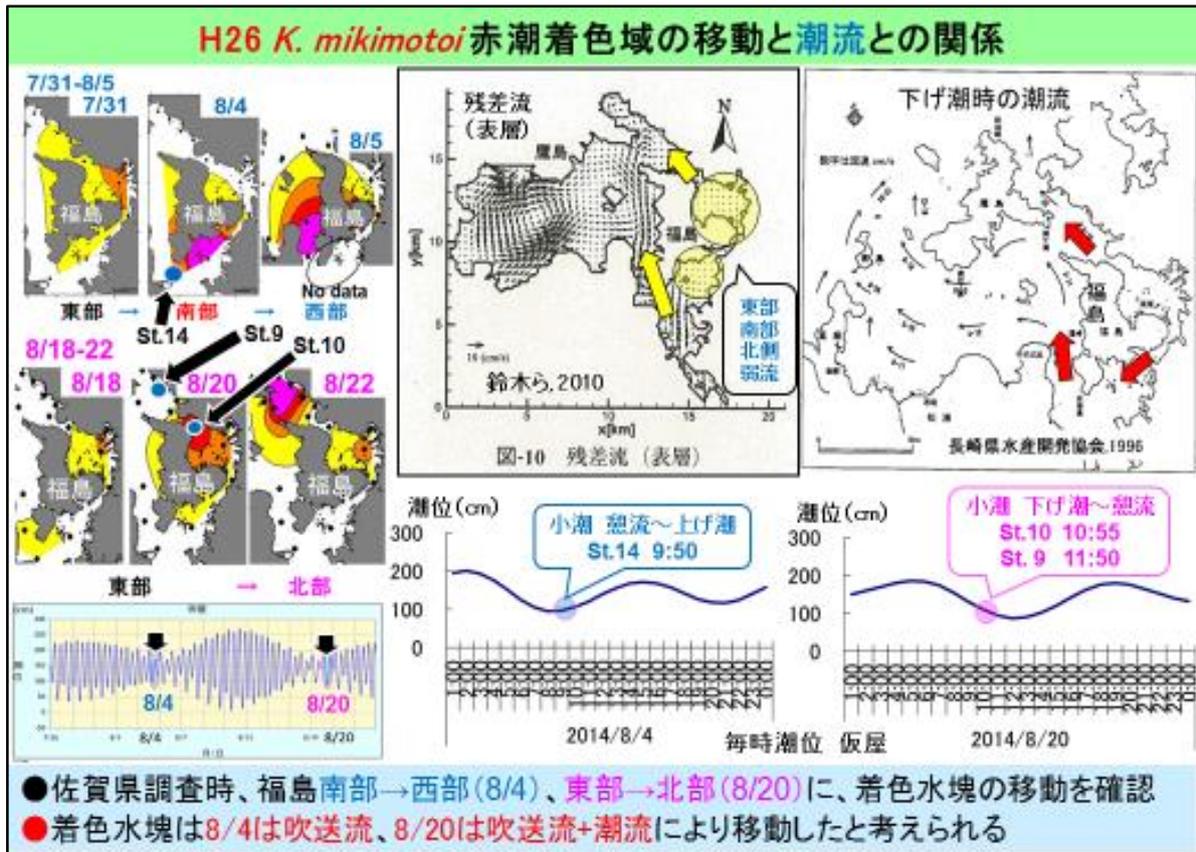


図7. カレニア赤潮の移流と潮流の関係

平成12年にも、移流により、カレニア赤潮が福島東岸から鷹島南岸へ推移したと考えられる事例があった。

## (2) 地場発生型

近年のカレニア赤潮の伊万里湾での地場発生をみると、平成11年に魚固島、平成13年に鷹島浦下、平成14年に今福、平成18、21年は飛島、平成25年に城山～青島の魚類養殖漁場の周辺海域で確認されていた(図5:左側)。つまり、伊万里湾では、養殖漁場が位置する各地先海域毎に、それぞれ独立して発生する場合があるといえる。

## (3) 大規模発生型

平成29年の夏季に、湾全域あるいは周辺海域に及ぶ大規模赤潮が発生した。この赤潮を以下に概説する(図5:右側、図8～14)。赤潮発生前の7月上旬には降水量が平年値を上回った。赤潮が形成された7月中旬以降は高気温が続き、海域では成層化がみられた(図8)。

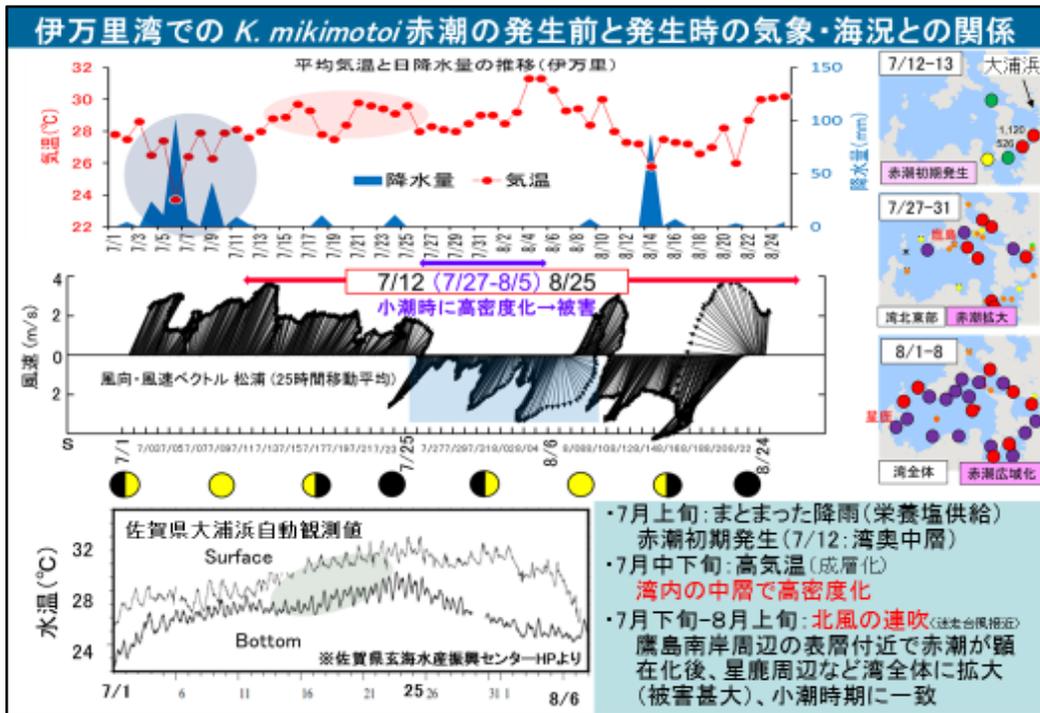


図8. カレニア赤潮と気象・海況の関係

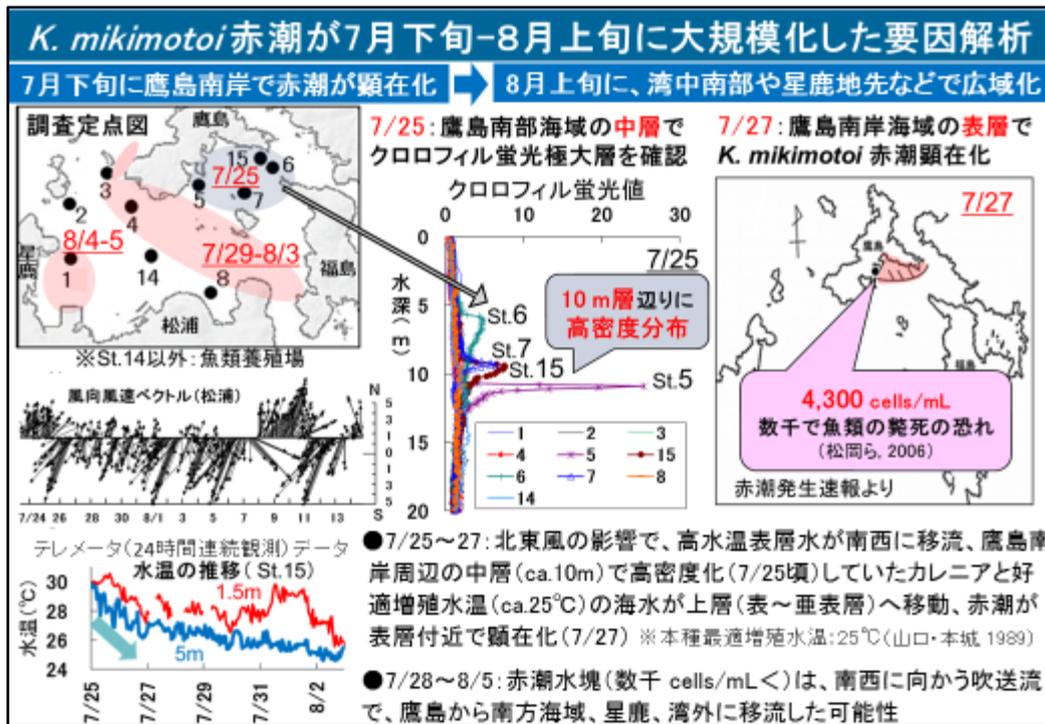


図9. カレニア赤潮大規模化の要因解析

鷹島南岸域の中層(10m層付近)でクロロフィル蛍光の高い値(カレニアが優占種)が確認された7月25日以降、風向が南風から北東風に転じ8月上旬まで連吹した(図9)。鷹島南岸域の上層水は吹送流によって西側の湾口方向へ移流し、その補償流として湾外の低温・高塩分下層水が湾口部を經由して湾内へ

流入した(図5:右側、図10)。7月25日に鷹島南岸域中層で高密度に増殖していたカレニアが好適増殖水温(25°C程度)の海水とともに上層に移動し、7月27日に高密度赤潮が顕在化した(図9)。

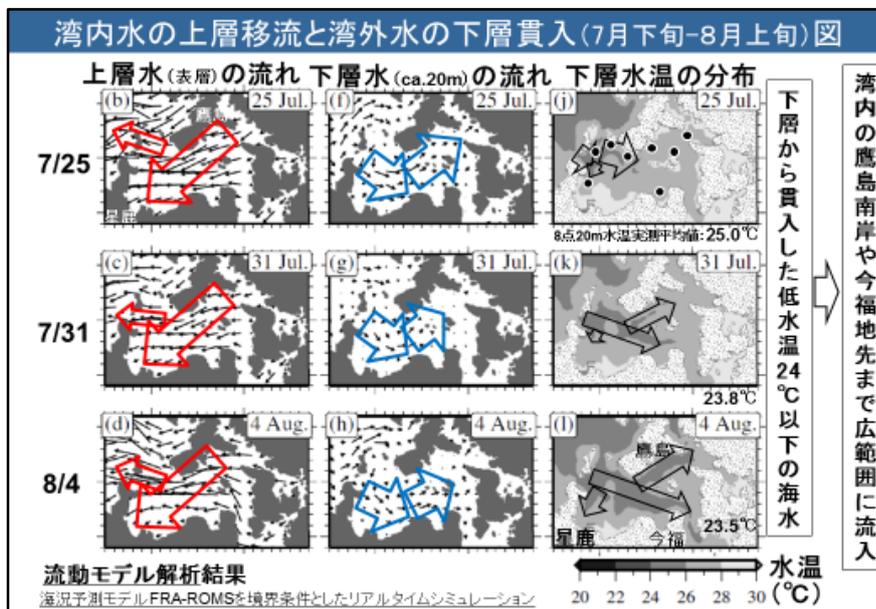


図10. 流動モデル解析

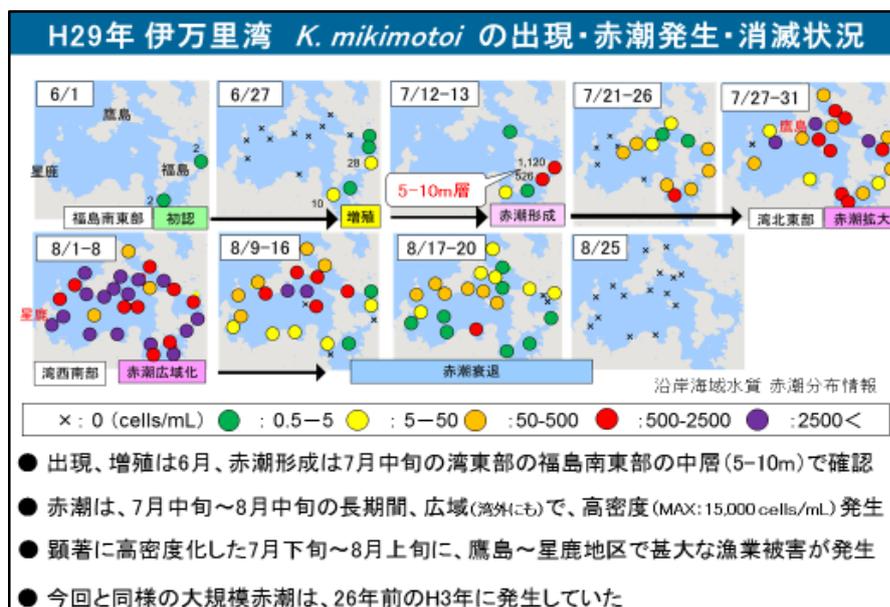


図11. カレニア赤潮の発生状況

この赤潮は吹送流によって西方向に移流し、広域化した(図11)。7月下旬~8月上旬の湾内20m層は高栄養塩であった。20m/日以上の鉛直移動能を有するカレニアは、広域化した赤潮を高密度のまま維持できる状態にあったと考えられ、赤潮が長期化する一因となった可能性がある(図12)。

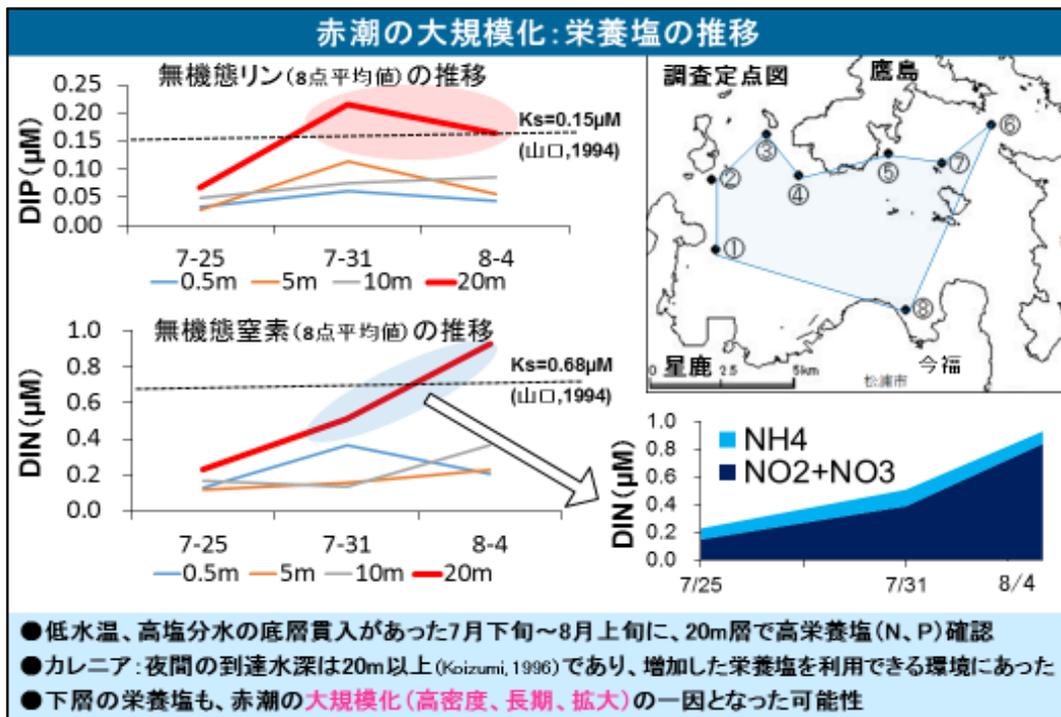


図12. 赤潮大規模化と栄養塩の関係

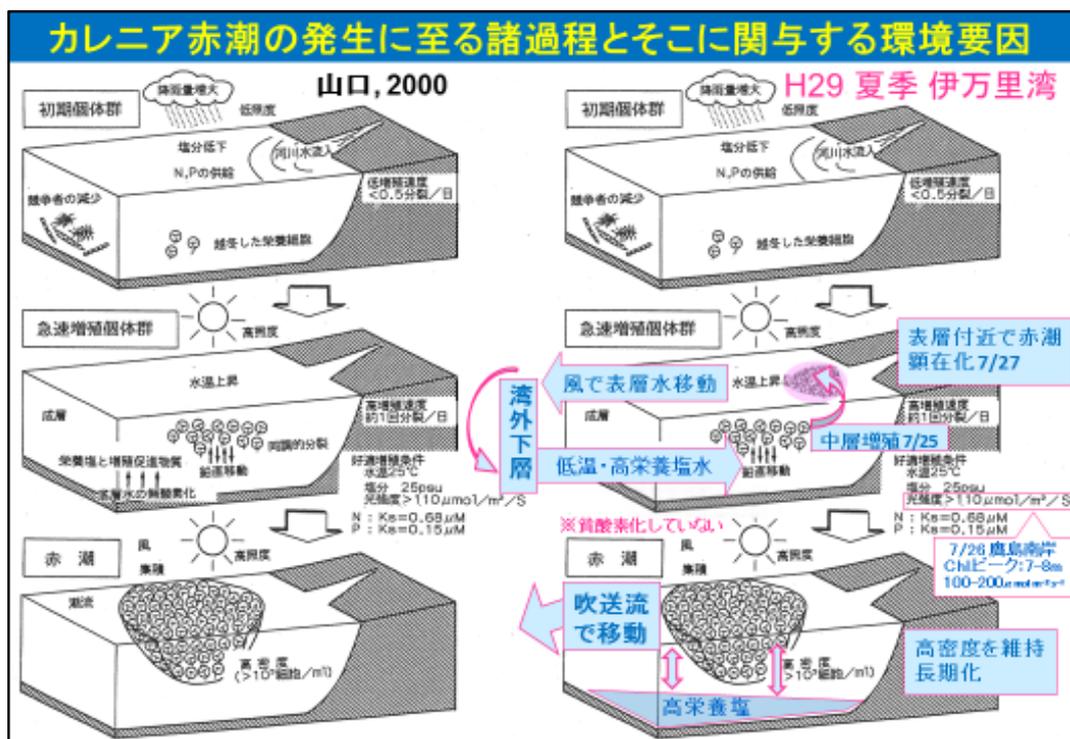


図13. 赤潮の発生過程と環境要因の関係

これらのことから、今回のカレニア赤潮の発生に至る諸要因とそこに関与する環境要因は、図13右側のとおり、模式図として整理することができる。今回と同様の大規模赤潮は平成3年にも確認されており、北風の連吹が関与していた。

## 2-2. コクロディニウム赤潮等の発生様式

コクロディニウム赤潮は、青島～鷹島南岸、星鹿地先で発生する「地場発生型」、平成16年には、佐賀県大浦浜地先(8/23発生)と鷹島南岸(8/24発生)で発生時期が同期する「同期型」の2つの赤潮形成パターンがあると考えられる(図14)。なお、同年にはヘテロカプサ赤潮でも同期発生(大浦浜8/2、福島南岸8/3)が確認されている(図15)。

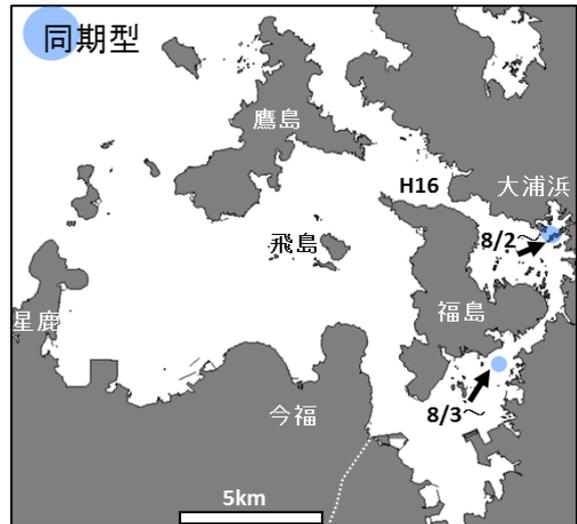


図14.コクロディニウム赤潮の発生パターン 図15.ヘテロカプサ赤潮の発生パターン

カレニア等有害赤潮の発生様式は様々であることが明らかとなった。このような多種多様な様式を持つ有害赤潮から地域の大切な財産である養殖生物を漁業被害から守るための対策を講じることは養殖業の維持・発展のために極めて重要で、かつ緊急を要する大きな課題である。この課題を解決することは非常に難しいが、伊万里湾では、これまでも大きな漁業被害を受ける度に、赤潮被害軽減を合言葉に地域が一体となって、対策法を模索し、最善手選択してきた実績がある。被害対策の定法は、まずは、標的とする有害プランクトンの動向を知るためのモニタリング(自主監視調査)を実施することである。モニタリングにより、効果的な被害軽減策を予め講じることが可能になる。幸い、伊万里湾ではモニタリング体制は既に存在しており、平成12年に整備され、平成25年には拡充している。今回は、強化することが最優先に求められる。次に、発生してしまった赤潮の有害性を効果的に減じる対策を的確に実行することである。そして、モニタリングで得られた結果や対策の実行等赤潮に関する情報を関係者間でもらさず共有することである。以後に、『モニタリング体制の強化』、『具体的な被害軽減策』、『赤潮情報の連絡体制』について述べる。

### 3. 赤潮自主監視調査(モニタリング)体制

#### (1) 現行のモニタリング体制

カレニア等有害プランクトンの発生を早期に捉え、迅速な対策を実施するために、赤潮多発期(概ね6~8月)に、伊万里湾赤潮調査マニュアル(県北水産業普及指導センター)、水産庁や農林水産省の委託事業に基づき、モニタリング調査が実施されている。テレメータ通信システムを含めた赤潮自主監視調査体制は以下のとおりである(図16)。

赤潮多発期の6~8月に、伊万里湾の沿岸海域において、広域共同監視調査(佐賀・長崎県)が概ね週1回の頻度で定期的に行われている。定期調査で、カレニア等有害プランクトンが増加した場合には、臨時で自主監視調査が実施される体制が整備されている。9~5月には、県北センターが月1回の定期調査を実施している。

#### (2) モニタリング体制の強化

平成29年のカレニア赤潮は、鷹島南岸で中層増殖していたところに、北風の連吹の影響で、湾外の低水温・高栄養水が湾口部を通じて湾内下層に広く貫入し、大規模化したものであった。そこで、平成30年には、鷹島南岸に県の調査点を追加し、湾口部にテレメータ通信システムを増設する。このテレメータには、下層の水温測定機能を付加する。また、この湾口部定点では、定期調査時に下層の栄養塩分析用サンプルを採取する。次に述べる『具体的な赤潮被害軽減対策』につなげるため、漁協、市の調査点では、中層で増殖するカレニアの分布を見逃すことのないよう直読式水質計(AAQ など)と採水器を一体化した装置を用いた調査を実施する。調査内容は、今後の伊万里湾赤潮調査マニュアル(以後「調査マニュアル」と言う)に盛り込む。

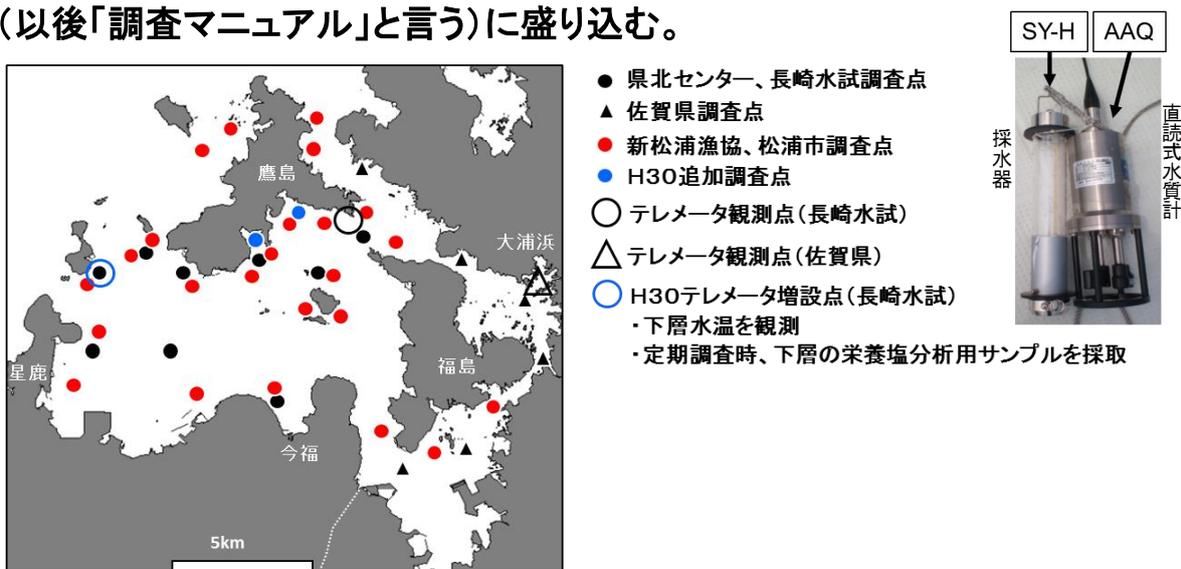


図16. 現行及びH30年追加の調査体制

# 4. 具体的な赤潮被害軽減対策

伊万里湾の有害赤潮の発生状況に関しては、前述の赤潮自主監視調査体制によって取得されたプランクトン細胞数、クロロフィル蛍光値(プランクトン量)などの情報やテレメータの監視状況を、赤潮情報連絡体制(P13や、「調査マニュアル」参照)によって、SNS(漁協作成のグループライン)、FAX、ホームページHP(テレメータ情報や赤潮分布情報)等で即座に、各漁業関係者は知ることができる。これらの情報を活用して、素早く対策を実施することが被害の防止につながる。

① 「赤潮調査結果速報」(図17)、「赤潮分布情報」(図18)、クロロフィル蛍光値等のテレメータデータ(図19)を毎日確認する。

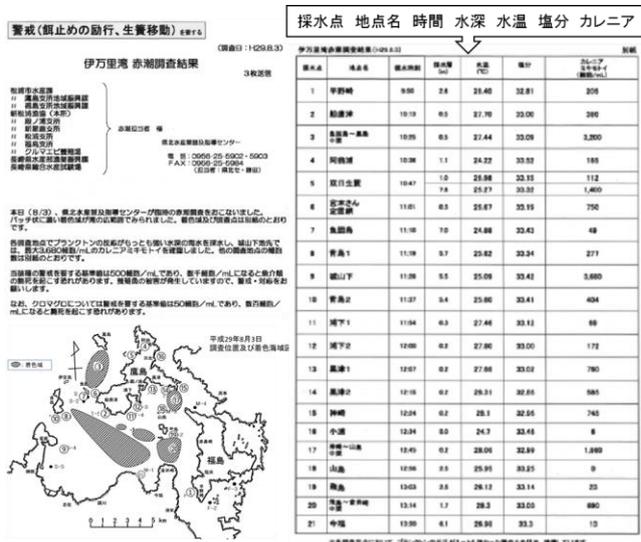


図17.赤潮調査結果速報(FAX)

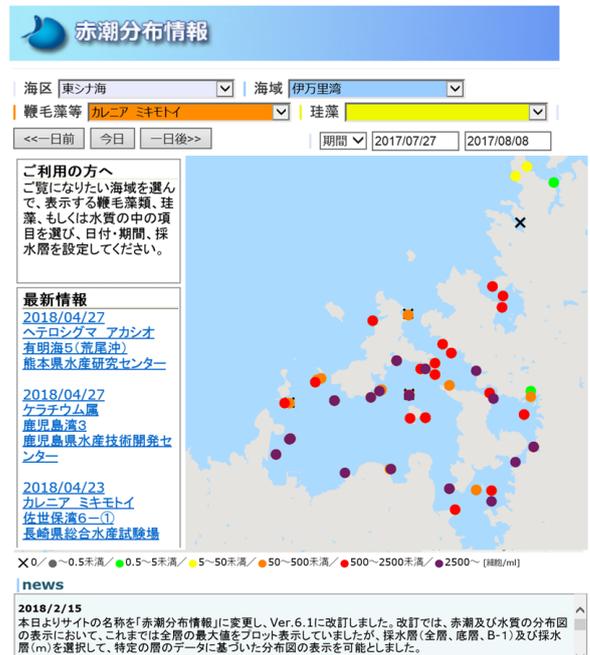


図18.赤潮分布情報(HP) <http://akashiwo.jp>



図19.テレメータ水質情報(HP)



② 赤潮調査の結果を基に、赤潮情報の発信基準(表2)を目安にして、有害プランクトンの種類や細胞数、魚種に応じた対策である「餌止め」、「粘土散布」などを各漁場で即時実施する。

## 赤潮情報の発信基準[目安]

長崎県総合水産試験場 漁場環境科  
平成30年4月27日

警戒	餌止めの励行、生簀移動、粘土散布
注意	①プランクトンの動向に注意し、餌止め、生簀移動、粘土散布の実行および準備 ②淡水浴、薬浴、喰わせ込みを控える

赤潮プランクトン	情報発信基準値(cells/mL)		増殖適水温(°C) (最適水温)
	警戒を要する	注意を要する	
シャットネラ アンティーカー <i>Chattonella antiqua</i>	10	1	20~32.5(25~30)
シャットネラ マリーナ <i>Chattonella marina</i>	10	1	20~32.5(25~30)
シャットネラ オバータ <i>Chattonella ovata</i>	100	10	15~32.5(25~30)
カレニア ミキモトイ <i>Karenia mikimotoi</i>	500	100	12.5~30(25)
カレニア デイジタータ <i>Karenia digitata</i>	100	10	17~23(出現時)
ココロディニウム ポリクリコイデス <i>Cochlodinium polykrikoides</i>	500	50	17~30(25~27.5)
ココロディニウム エスピー カササガタ <i>Cochlodinium sp. type-Kasasa</i>	500	50	17~30(27~28)
ヘテロシグマ アカシオ <i>Heterosigma akashiwo</i>	10,000	1,000	15~30(15~25)
ヘテロカプサ サーキュラーリスカーマ <i>Heterocapsa circularisquama</i>	50	10	15~30(30)
ディクチオカ <i>Dictyocha</i> 藻	400	40	15~30(出現時)

\* *C. antiqua*, *C. marina*の情報発信基準は、魚類対象

\* *H. circularisquama*の情報発信基準は、貝類対象

\* マグロに関して、情報発信基準値(cells/mL)は1/10を乗ずるものとする。

\* 珪藻類の増殖による透明度の低下がみられた場合には、給餌を控える。

\* *Dictyocha*藻(*Octactis octonaria* オクタクトイス オクトナリア、*Vicicitus globosus* ヴィシットウス グロボースス)

### 【粘土散布の実施にあたって】

- ココロディニウムは、表層付近で増殖し、粘土散布のみの散布で対処できるが、強光を避けて中層増殖するカレニアは、粘土のみでは防除効力が落ちる
  - ・ココロディニウム:海水 1トンに入来モンモリ 1kgを溶かし、着色域に散布
  - ・カレニア:海水 1トンに入来モンモリ 1kgと焼ミョウバン 0.1kgを溶かし、散布
- カレニアの除去効果を高めるため、直読式水質計でカレニアの高密度水塊の分布層を確認し、水中ポンプの出口を塩ビ管などでつなぎ、魚探で噴射口と分布層を一致させ、改良型粘土溶液を、「中層にピンポイント噴射する」、「高密度分布水塊を表層にくみ上げて散布」あるいは「浮上時(曇天、朝夕の低日射の時間帯)に散布」といった方策を試行・実施する。
- 粘土散布を素早く実施するため、入来モンモリと焼ミョウバンを備蓄する。
- 関係機関(伊万里市、唐津市、佐賀玄海漁協、大浦浜漁協)の理解と協力を求める。
- 粘土散布実施に関する内容(時期等)は、「調査マニュアル」に盛り込む。

- ③ 周辺海域で有害プランクトンの出現や赤潮の発生が確認された場合には、降雨後に、増殖や赤潮形成することが多い。また、昼間、漁場方向に向かう潮流や風によって、漁場に集積することがある(小潮時は、低い海水交換率がもたらす湾内維持効果がある)ので、気象や海況に留意する。
- ④ また、テレメータでクロロフィル蛍光値の上昇がみられた場合には、有害プランクトンが増殖している可能性がある。
- ⑤ ③、④の場合、自主監視調査の頻度を多くするなど、漁場監視を強化する。
- ⑥ 湾内で有害プランクトンの増殖や赤潮が確認されている場合、北風が連吹すると、湾外水の貫入によって、赤潮の形成や大規模化の恐れがあるため、湾口部の下層水温の変化に着目しておく。
- ⑦ 有害赤潮の高密度水塊対策として、上記に加え、養殖魚の逃げ場を確保するために、長丈の生簀網の導入を検討する。

## 5. 赤潮情報連絡体制

赤潮に関する調査結果や発生情報は以下に示す連絡体制によって、関係機関の間において、FAX等によって、迅速に伝達する(図20)。連絡体制は「調査マニュアル」に盛り込む。

各漁協から県への具体的な通報内容等については以下のとおりである。

○通報方法: 電話、ファックス等

○通報内容:

- ①発見日時 日時、期間等
- ②発生水域 具体的地名(図示)
- ③発生状況 面積、形状(帯状、楕円状)、着色時間帯
- ④水色 赤潮水塊の色相
- ⑤漁業被害 魚種名、へい死数量
- ⑥その他 赤潮発生時の気象、海象、漁業被害発生時の対処等

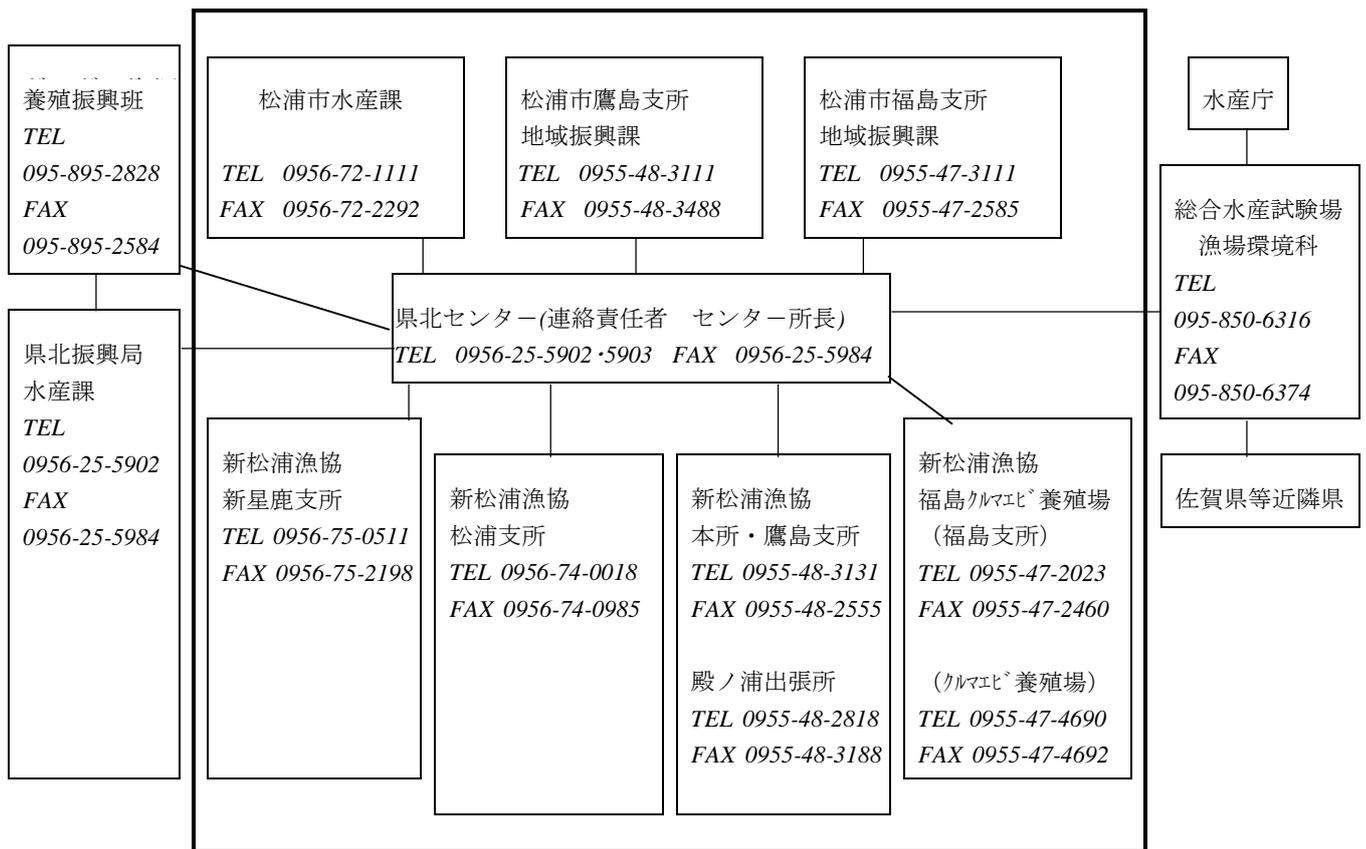


図20. 赤潮情報連絡体制図

## 6. 伊万里湾における赤潮等全般的な対策について

### (1) 今後の検討のあり方

伊万里湾の赤潮対策については、ガイドライン化された既存の知見に、今後の養殖業者による自主監視結果、試験研究機関等の調査結果を適宜追加補足していくことにより、発生様式等にかかる知見の充実につなげる。また、モニタリング体制や被害軽減対策の更なる強化につなげるべく、引き続き、科学的根拠に基づく検討を行うとともに、(2)で述べる持続可能な養殖業の展開のための中期的課題についても協議を継続する。

ガイドライン策定後の協議のあり方については、当分の間は県から呼びかけを

行い、定期的に「伊万里湾赤潮対策等ミーティング(仮称)」を開催のうえ、ガイドラインに沿った対応の徹底と、新たな知見等に基づく対策の充実強化に加え、湾内の養殖振興全般にかかる対策の検討を行う。なお、同ミーティングにおいて決定した新たな対応等は、必要に応じ、ファイル方式により当ガイドラインの更新拡充につなげることとする。

#### ○ミーティングメンバー

- ・関係地域養殖漁業者
- ・新松浦漁業協同組合
- ・松浦市役所
- ・長崎県(水産部漁業振興課、漁港漁場課、県北振興局水産課・県北水産業普及指導センター、総合水産試験場)
- ・国立研究開発法人水産研究・教育機構 中央水産研究所、西海区水産研究所 (オブザーバー)

#### (2) 湾内赤潮対策及び持続可能な養殖業の展開のための中期的課題への対応

湾内の赤潮対策及び持続可能な養殖業の展開のため、次の課題について、今後、多面的・総合的に検討を行い、養殖業の収益性の向上、競争力の強化等を推進するうえでの一助とする。

##### ①薄飼いへの移行について

過密養殖による養殖魚の病害発生、赤潮に対する抵抗力の低下等を改善し、肉質の改善に伴う市場競争力の強化、投餌量の減少等による漁場環境の改善などを目的として、収益性を加味した薄飼いへの段階的な移行について、地元養殖業者・漁協が中心となって検討する。

特に、減収対策としての、国の「漁業収入安定対策事業」が活用できるよう「持続的養殖生産確保法」に基づく養殖数量の最適化等について議論を開始する。

②潮通しの確保を踏まえた養殖施設の再配置等について

区画漁業権漁場内における漁場環境の維持・改善、養殖筏の再配置、輪番制、赤潮対策として緊急性のある新規漁場等について、漁業権管理者である漁協と行使者である養殖業者が中心となって検討する。

③赤潮被害の軽減につながる養殖施設等の導入について

カレニアの場合、水深10メートル前後の中層域で赤潮化する可能性があることから、被害軽減対策として、生簀の大型化や網丈の高い養殖網等の導入について、費用対効果の視点も加味しながら、検討する。