

図1. 瀬戸内海全域（広島湾の定点を含む, a）、広島県東部海域（備後灘, b）、瀬戸内海中央部から東部海域（c）、瀬戸内海西部海域（d）の地図および調査定点.

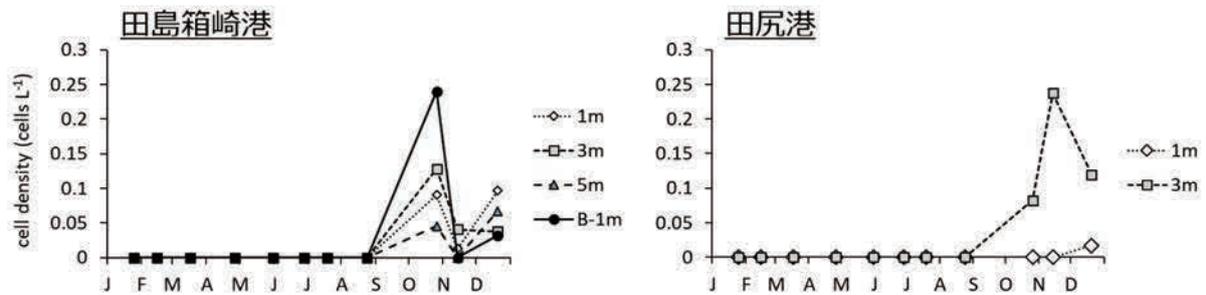


図2. 定量PCR法による2022年1~12月の田島箱崎港（左図）および田尻港（右図）における *Karenia digitata* の細胞密度（試水1Lあたりに換算）.

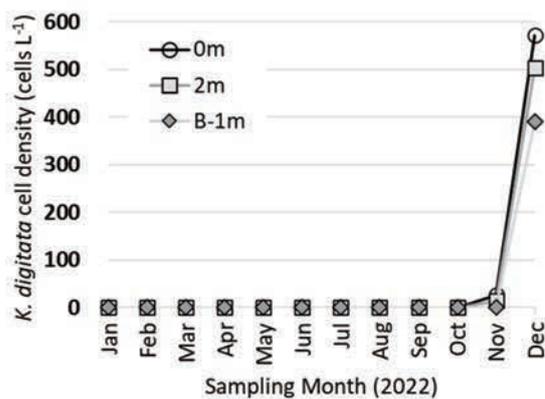


図3. 定量PCR法による2022年1~12月の広島湾における *Karenia digitata* の細胞密度（試水1Lあたりに換算）

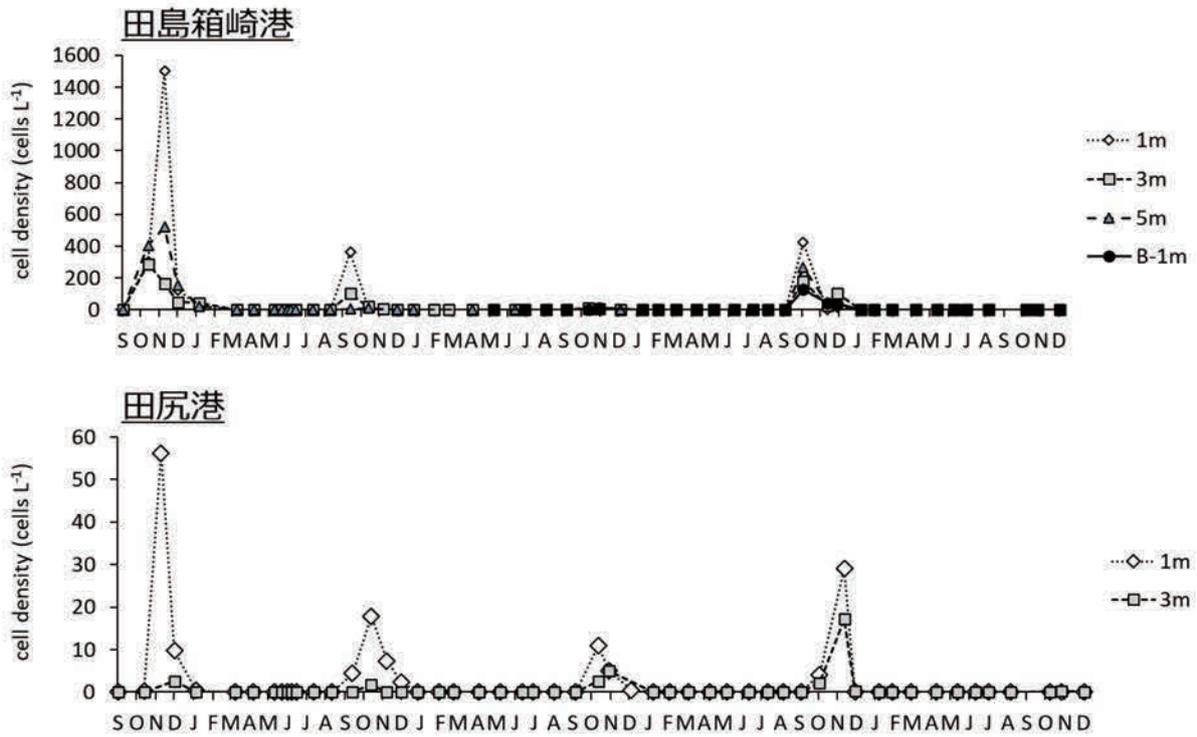


図4. 定量PCR法による2018年9月～2022年12月の田島箱崎港（上図）および田尻港（下図）における *Karenia digitata* の細胞密度（試水1Lあたりに換算，田島箱崎港と田尻港で縦軸のスケールが異なる）。

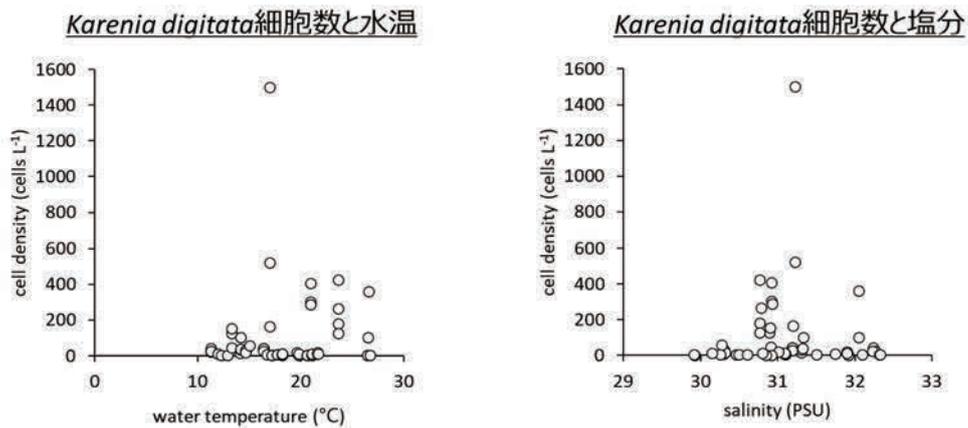


図5. 定量PCR法による2018年9月～2022年12月の田島箱崎港および田尻港における *Karenia digitata* の細胞密度と水温（左図）・塩分（右図）との関係。

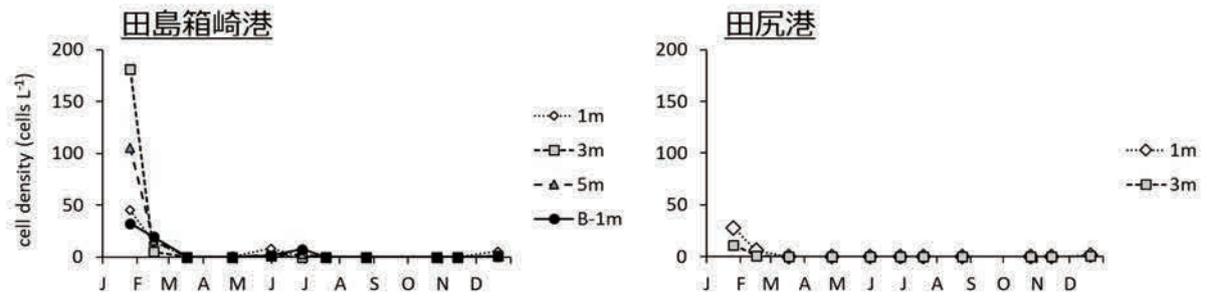


図6. 定量PCR法による2022年1～12月の田島箱崎港（左図）および田尻港（右図）における *Alexandrium leei* の細胞密度（試水1Lあたりに換算）.

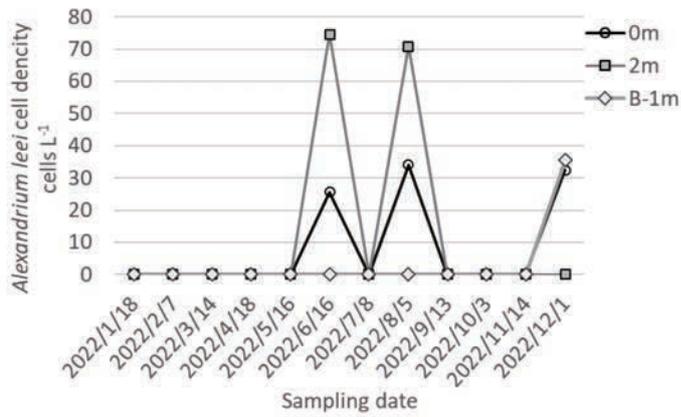


図7. 定量PCR法による2022年1～12月の広島湾における *Alexandrium leei* の細胞密度（試水1Lあたりに換算）

### 3) 有害赤潮プランクトンのモニタリング技術の開発・実証及び普及並びにデータ利活用 の促進

#### イ. 赤潮関連情報の提供及び利活用の促進

水産研究・教育機構 水産技術研究所  
杉松宏一，福岡弘紀，坂本節子，持田和彦  
いであ株式会社  
河野史郎，窪田務  
株式会社アイコック  
松尾斉，浦川俊二，一橋和子，前田亜貴子

## 1 全体計画

### (1) 目的

近年、豊後水道など西日本の沿岸域（離島のマグロ養殖場を含む）において *Karenia* 等鞭毛藻による有害赤潮が頻発しており、有害赤潮による漁業被害の防止・軽減、及び有害赤潮の迅速な把握と予察のため、水温、塩分等の連続観測及び有害赤潮プランクトンの細胞数等の現場調査による情報収集と迅速な提供が求められている。

本課題では、有害赤潮プランクトンによる漁業被害の防止・軽減、有害赤潮の迅速な把握と予察のため、漁業者や全国の都道府県等の行政担当者、試験研究機関の担当者及び広く一般に向けて、1) 水質や赤潮原因プランクトンの細胞密度等の観測情報を迅速に収集するとともに、情報を提供することを目的とする。また、2) 自動観測ブイネットワークによる広域的な水温等のリアルタイム情報の収集及び提供を継続して実施するとともに、自動観測ブイで測定された水温情報をもとにした「水温予報」の運用と予報精度の検証に取り組む。

そのために、本研究では以下のことを行う。

#### 【サブテーマ①】「赤潮分布情報」の運用と改良

瀬戸内海及び九州西岸海域を対象に「赤潮分布情報」を運用して、最新の水温、塩分、有害赤潮プランクトンの細胞密度等の観測データを多数の提供者より収集してデータベース化し、一般向けに分かりやすく迅速に提供するとともに、「赤潮分布情報」の利活用を促進するために、「貧酸素・水質情報」とのリンクさせることにより情報公表機能を改良する。

#### 【サブテーマ②】瀬戸内海・有明海の水温速報と水温予報

瀬戸内海、有明海等の複数の定点を対象に、自動観測ブイ等の水温データを迅速に収集すると共に、水温予報についても提供を行う。また、実施した水温予報の精度を検証する。

## 2 令和4年度計画および結果

### (1) 目的

全体計画と同じ

### (2) 方法

#### 1) 「赤潮分布情報」の運用と改良

瀬戸内海及び九州西岸海域を対象に「赤潮分布情報」を運用して、最新の水温、塩分、有害赤潮プランクトンの細胞密度等の観測データを多数の提供者より収集してデータベース化し、一般向けに分かりやすく迅速に提供した。また「赤潮分布情報」の利活用を促進するために、「貧酸素・水質情報」とのリンクさせることにより情報公表機能を改良した。

#### 2) 瀬戸内海・有明海の水温速報と水温予報

広域的な情報提供及び水温予報の基礎データの収集・蓄積を目的として、瀬戸内海域、有明海・八代海の関係機関が管理・運営する自動観測ブイ等から観測データを収集し、ウェブサイトを通じて、水温・塩分等の観測情報をリアルタイムで提供した。また、各機関より提供された観測データを基に、データベースを構築し、データ提供機関とデータの共有を図った。さらに、漁業や養殖業の生産管理に向けた情報提供を目的として、気象庁の観測データ（アメダスデータ等）、気象予報データ等を入手するとともに、自動観測ブイ等の観測情報を入手し、水温の1週間予報もしくは2週間予報を行った。予報情報は、利用者の利便性を考慮し、ウェブサイトにより提供した。また、水温予報の精度を検証した。

### (3) 結果および考察

#### 1) 「赤潮分布情報」の運用と改良

##### ① 「赤潮ネット（沿岸海域水質・赤潮観測情報）」

平成27年6月に開設した「沿岸海域水質・赤潮観測情報ポータルサイト」の名称を、平成30年2月に「赤潮ネット（沿岸海域水質・赤潮観測情報）」(<https://akashiwo.jp/>)に、「沿岸海域水質・赤潮分布情報」の名称を「赤潮分布情報」に改めた。本年は、「赤潮ネット」の下部サイト「貧酸素情報」を「貧酸素・水質情報」に改め、貧酸素水塊観測時の水質（水温、塩分、溶存酸素、クロロフィル蛍光、濁度）情報も表示した上で、引き続き運用した（図1）。

「赤潮ネット」では、「水温速報」、「水温予報」、「赤潮分布情報」の他、「貧酸素・水質情報」、「公共用水域水質調査情報」等の関係サイトが運用されており、赤潮及び環境データが迅速に収集、公表され、多岐にわたる情報を収集・公表する体制が整備、運用されている。「赤潮ネット」の下部サイトの概要を表1に示す。

##### ② 「赤潮分布情報」の運用

###### ア. 「赤潮分布情報」の運用

「赤潮分布情報」は、平成28年度に「赤潮情報」の適用範囲を瀬戸内海東部及び周辺海域に拡張したことにより、九州西岸域や瀬戸内海域及び周辺海域における関係県や市の機関、漁業協同組合、大学、及び水産研究・教育機構などから水質や有害赤潮等の分布情報を迅速に収集し、公表することができるようになった。「赤潮分布情報」の主な機能を表2に示す。

令和4年夏季には、伊万里湾で、有害赤潮原因プランクトンの一種の *Karenia mikimotoi* による赤潮が発生した。また八代海でも、*Karenia mikimotoi* の赤潮が発生し、八代海沿岸では大きな漁業被害が発生した。「赤潮分布情報」で収集、公表された伊万里湾、豊後水道を含む瀬戸内海西部、及び八代海における本種の細胞密度の分布情報を図2~4に例示する。

###### イ. 九州西岸における赤潮調査日一覧

「赤潮分布情報」の利活用を推進するために、令和2年度に九州西岸海域における調査日を一覧できるページを作成し、利便性を図った。本年度も引き続き運用した。

###### ウ. お知らせ機能

令和3年度に、所定の海域で所定の細胞密度を超過したデータが登録された場合にメールを送信する、お知らせ機能を開発した。本年度も引き続き運用した。

#### 2) 瀬戸内海・有明海等の水温速報と水温予報

##### ① 瀬戸内海・有明海等の水温速報

播磨灘及び周辺海域に設置されている14基の自動観測ブイ等をネットワーク化するとともに、水温観測データをリアルタイムで収集した。各自動観測ブイ等の運用期間中（メンテナンス等による休止期間を除く）に随時更新される観測情報は、自動送信メールの受信あるいはサーバ経由により収集し、観測情報データベースに蓄積した。

##### ② 瀬戸内海・有明海等の水温予報

## ア. 瀬戸内海

### a. 実施状況

明石（兵庫県）、別府（兵庫県漁連）、牛窓（岡山県）、屋島（香川県）の各予報地点において、水温予報を実施し、ウェブ上への公開を行った。本年度の水温予報には、昨年度までの観測データに基づいて算出した重回帰係数を使用した令和4年度版の予報式を用いた。

水温予報の種類は、当日から7日後までを予報期間とした1週間水温予報とし、各日の日平均水温を予報した。公開の期間は表3に示す通りであり、水温予報結果は、実施期間中毎日更新を行い、PC及び携帯電話を介して提供を行った。

### b. 予報精度の検証

瀬戸内海海域の水温予報結果の検証を実施した。本年度は、屋島（香川県）で12月21日に水温が正常に記録されなかった日を除いて予報値を提供することができた。

本年度の予報実施期間のうち公開初日からの1か月間を例にとり、水温の観測値と予報値の違いを図5a～dに示す。いずれの予報地点でも直前の予報値は観測値に比較的近いが、予報実施日と予報対象日が隔たるにつれて差は大きくなる傾向がみられた。また、7日前に予報された値は時期によって観測値を中心にその上下を推移し、概ね観測値から $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の範囲にあったが、これを超える場合もみられた。

水温予報の令和4年9月15日から令和5年1月24日までの観測値と観測日の7日前に出された予報値との差を集計した結果を表5に示す。別府（兵庫県漁連）において12月20～21日の予測値で $+2^{\circ}\text{C}$ 以上の予測値が算定された。差が $1^{\circ}\text{C}$ 以上 $2^{\circ}\text{C}$ 未満で予報値が高めとなった日が明石で4日、別府で10日、牛窓で8日、屋島で2日みられ、逆に $1^{\circ}\text{C}$ 以上 $2^{\circ}\text{C}$ 未満で予報値が低めとなった日が別府で11日発生した。 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内に含まれた割合は、明石128日（97%）、別府106日（82%）、牛窓124日（94%）、屋島121日（98%）であり、昨年度と同程度の割合であった。

2009年度以降の各予報地点での水温予報の結果について、精度の目安である観測値の $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の範囲に予報水温が含まれた割合の経年変化を表6に示す。それぞれの地点によって若干異なる経緯を示すが、いずれも80～100%の間で推移している。

## イ. 有明海

### a. 実施状況

福岡県地先、佐賀県地先、熊本市地先及び熊本県長洲の各予報地点において、水温予報を実施し、ウェブ上への公開を行った。本年度の水温予報には、昨年度までの観測データに基づいて算出した重回帰係数を使用した令和4年度版の予報式を用いた。

水温予報の種類は、当日から7日後までを予報期間とした1週間水温予報（福岡県、佐賀県、熊本県：長洲、熊本市）、ならびに8日後から14日後までを予報期間として加えた2週間水温予報（福岡県、佐賀県、熊本市）とし、各日の日平均水温を予報した。公開の期間は表4に示す通りであり、水温予報結果は、実施期間中毎日更新を行い、PC及び携帯電話を介して提供を行った。

### b. 予報精度の検証

有明海の水温予報結果の検証を実施した。本年度は、九州地方に接近した台風11号と有明海を直撃、上陸した台風14号の対策として佐賀県地先において水温ブイを引き上げたため、長期間の欠測期間が生じている。また、水温データを自動収集していた佐賀県のウェブサイトの仕様が10月に変更されたため、11月中旬まで佐賀県地先の予報の提供ができなかった期間が発生している。また、熊本県：長洲のブイが破損したため11月に長期間の欠測期間が生じ、データ送受信トラブルにより1月に欠測期間が生じたため、予報の提供ができなかった期間が発生している。

予報実施期間のうち公開開始からの1か月間を例にとり、水温の観測値と予報値の違いを図6a～eに示す。いずれの予報地点でも直前の予報値は観測値に比較的近いが、予報実施日と予報対象日が隔たるにつれて差は大きくなる傾向がみられた。また、7日前に予報された値は時期によって観測値を中心にその上下を推移し、観測値から概ね $\pm 1^{\circ}\text{C}$ の範囲にあったが、これを超える場合もみられた。

水温予報の令和4年10月1日から令和5年1月24日までの観測値と観測日の7日前に出された予報値との差を集計した結果を表7に示す。±2℃以上の差がみられた日数は、福岡県地先で7日、熊本市地先1日、熊本県地先1日があり、差が±1℃以内に含まれた割合は、福岡県地先75日(65%)、佐賀県地先50日(81%)、熊本市地先87日(75%)、熊本県長洲55日(90%)であり、昨年度と同程度の割合となっていた。

2009年度以降の各予報地点での水温予報の結果について、精度の目安である観測値の±1℃の範囲に予報水温が含まれた割合の経年変化を表8に示す。それぞれの地点によって若干異なる経緯を示し、経年的に単純な傾向がみられるわけではないが、全般に70～90%程度の値が得られている。

### 3 5か年のまとめ

#### 1) 「赤潮分布情報」の運用と改良

平成27年6月に開設した「沿岸海域水質・赤潮観測情報ポータルサイト」の名称を、平成30年2月に「赤潮ネット(沿岸海域水質・赤潮観測情報)」に、「沿岸海域水質・赤潮分布情報」の名称を「赤潮分布情報」に改めた。「赤潮分布情報」は、平成28年度に「赤潮情報」の適用範囲を瀬戸内海東部及び周辺海域に拡張したことにより、九州西岸域や瀬戸内海域及び周辺海域における関係県や市の機関、漁業協同組合、大学、及び水産研究・教育機構などから水質や有害赤潮等の分布情報を迅速に収集し、公表することができるようになった。また「赤潮分布情報」の利活用を推進するために、令和2年度に九州西岸海域における調査日を一覧できるページを作成し、利便性の向上を図った。さらに令和3年度に、所定の海域で所定の細胞密度を超過したデータが登録された場合にメールを送信する、お知らせ機能を開発した。また令和4年度には、「貧酸素・水質情報」とのリンクさせることにより情報公表機能を改良した。5年間にわたる「赤潮ネット」の月別閲覧数を図7に示す。月ごとに閲覧数は大きく異なるが、毎月およそ数万～20万回閲覧されており、特に夏場の閲覧数が多い。

#### 2) 瀬戸内海・有明海等の水温速報と水温予報

##### ① 瀬戸内海・有明海等の水温速報

5年間にわたり、播磨灘及び周辺海域に設置されている14基の自動観測ブイ等をネットワーク化するとともに、水温観測データをリアルタイムで収集した。各自動観測ブイ等の運用期間中(メンテナンス等による休止期間を除く)に随時更新される観測情報は、自動送信メールの受信あるいはサーバ経由により収集し、観測情報データベースに蓄積した。

##### ② 瀬戸内海・有明海等の水温予報

瀬戸内海では5年間にわたり、明石(兵庫県)、別府(兵庫県漁連)、牛窓(岡山県)、屋島(香川県)の各予報地点において、水温予報を実施し、ウェブ上への公開を行った。精度の目安である観測値の±1℃の範囲に予報水温が含まれた割合の経年変化は、それぞれの地点によって若干異なる経緯を示すが、いずれも80～100%の間で推移した。

有明海においては、福岡県地先、佐賀県地先、熊本市地先及び熊本県長洲の各予報地点において、5年間水温予報を実施し、ウェブ上への公開を行った。水温予報の結果について、精度の目安である観測値の±1℃の範囲に予報水温が含まれた割合の経年変化は、それぞれの地点によって若干異なる経緯を示し、経年的に単純な傾向がみられるわけではないが、全般に70～90%程度の値が得られた。



図1. 赤潮ネット (沿岸海域水質・赤潮観測情報).

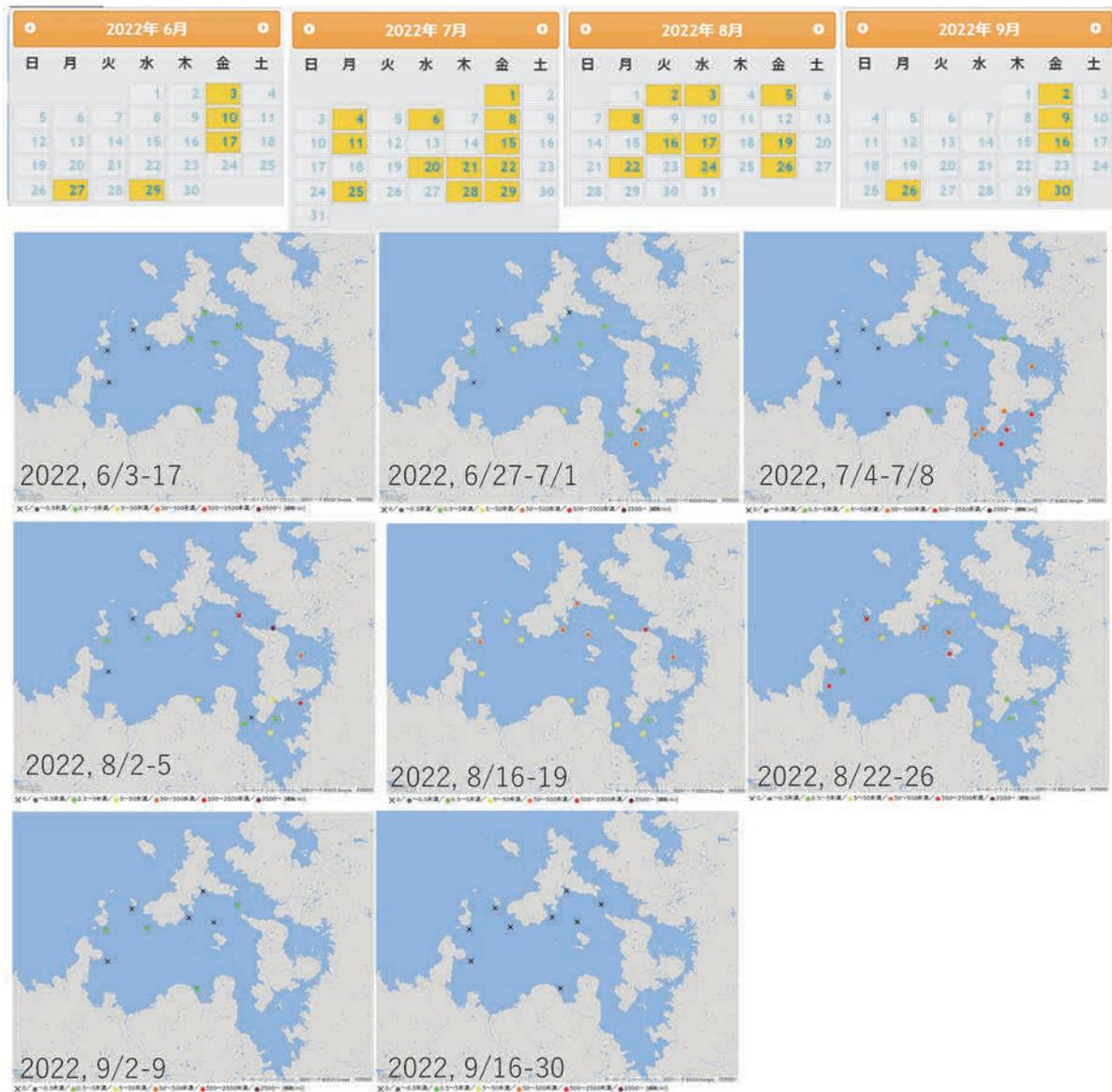


図2. 「赤潮分布情報」で収集・公表された伊万里湾における有害赤潮原因種 *Karenia mikimotoi* の細胞密度の分布（長崎県水産試験場，佐賀県玄海水産振興センターの調査結果による．カレンダ－の黄色表示は，公表データが有ることを示す．）

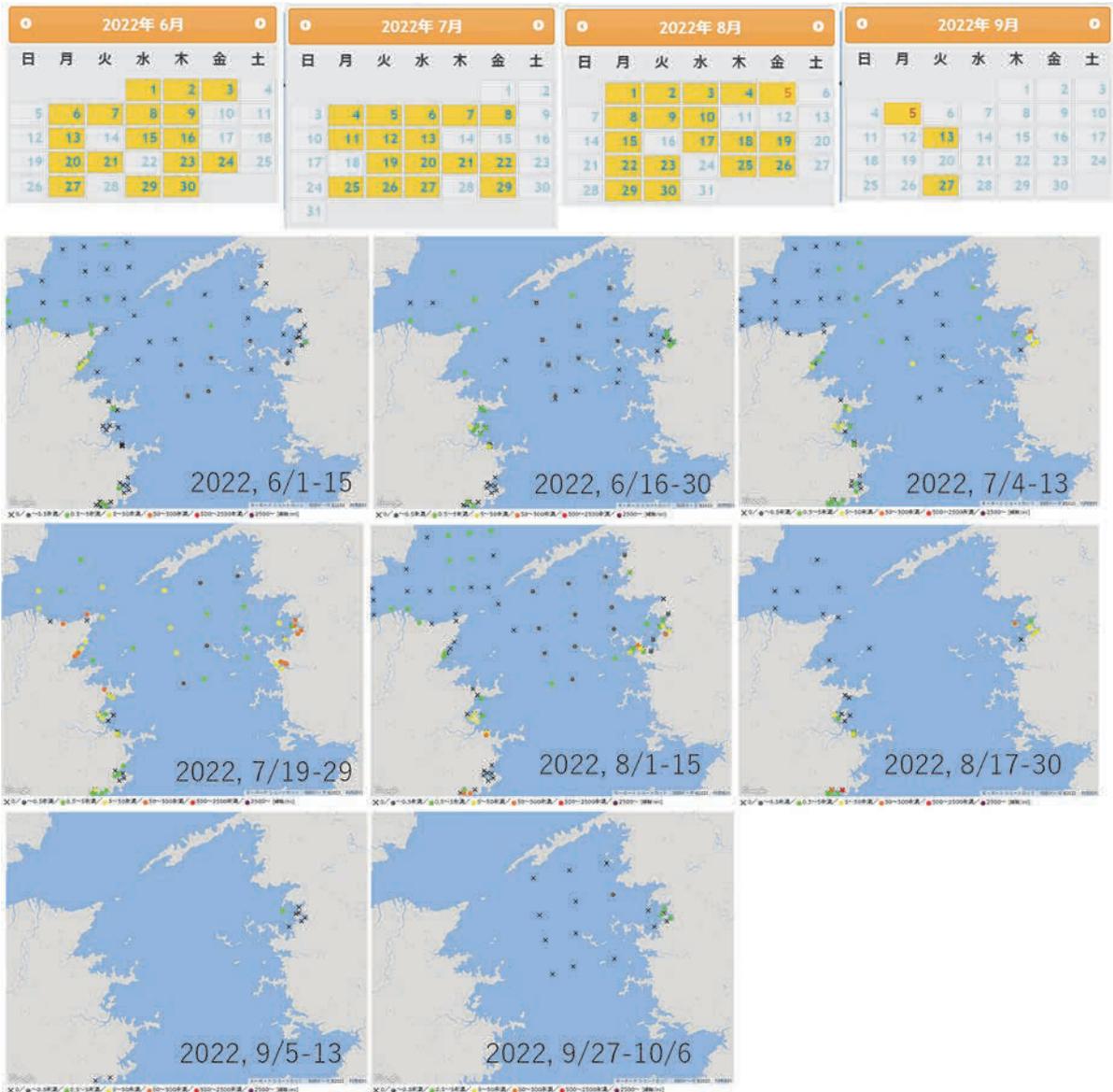


図3. 「赤潮分布情報」で収集・公表された豊後水道における有害赤潮原因種 *Karenia mikimotoi* の細胞密度の分布（大分県農林水産研究指導センター水産研究部，愛媛県農林水産研究所水産研究センター他の調査結果による．カレンダーの黄色表示は，公表データが有ることを示す．）