

3) 有害赤潮プランクトンのモニタリング技術の開発・実証および普及とデータ利活用の促進

イ. 赤潮関連情報の提供および利活用の促進

水産研究・教育機構 水産技術研究所

徳永貴久・岡村和磨・持田和彦・鬼塚 剛

いであ(株)

水谷眞智子

(株) アイコック

山田実夫・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、塩分等の連続観測データ及び有害赤潮プランクトンの細胞数等の観測データの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システムを改良する。

【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2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

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ため、平成 25 年度より開発し、九州西岸海域及び瀬戸内海域を対象に運用してきた「赤潮分布情報」を継続して運用した。また、システムの利活用を推進するために、スマートフォン用のユーザーインターフェースを改良した。

2) 瀬戸内海・有明海等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、有明海及び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。また、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）」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、引き続き運用した（図 1）。

なお、「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 2 年夏季には、伊万里湾及び豊後水道などの海域で、有害赤潮原因プランクトンの一種のカレニア ミキモトイによる赤潮が発生した。また、八代海ではシャットネラ属プランクトンの赤潮が発生したが、いずれも大規模な漁業被害は発生しなかった。関係機関の的確な観測と、「赤潮分布情報」等を用いた調査結果の迅速な公表が被害発生軽減に寄与したと思われる。

「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

令和 2 年度には、「赤潮分布情報」の利活用を推進するために、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。一覧に表示される各機関の鞭毛藻等もしくは珪藻のプロットをクリックすると、該当する分布図が表示される（図 5）。

2) 瀬戸内海・有明海等の水温速報と水温予報

① 瀬戸内海・有明海の水温速報

ア. 瀬戸内海域

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。

イ. 有明海

有明海に設置されている 32 基の自動観測ブイ等をネットワーク化するとともに、水温等観測データの収集を行った。各自動観測ブイ等の観測情報は、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 2 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）で水温観測ブ

イの交換を実施したため、交換中の6月上旬から10月下旬にかけて観測値と予報値の提供を休止した。

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6a～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。

屋島（香川県）を除く地点で水温予報の公開を開始した令和2年10月5日から令和3年1月21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。屋島（香川県）については、上述の理由により予報を再開した令和2年10月24日からの集計とした。 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以上の差がみられた日は別府で2日みられた。差が 1°C 以上 2°C 未満で予報値が高めとなった日が明石で1日、別府で9日、牛窓で9日、屋島で10日みられ、 1°C 以上 2°C 未満で予報値が低めとなった日が別府で7日みられた。 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内に含まれた割合は、明石108日（99%）、別府88日（83%）、牛窓100日（92%）、屋島78日（87%）であり、昨年度に比べると、全地点で割合が少なくなっていた。

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 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 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2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。なお、昨年度まで予報を実施していた八代海の鏡町については、ノリ養殖が終了しているため今年度の水温予報は実施していない。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. 予測精度の検証

有明海の水温予報結果の検証を実施した。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7a～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。

水温予報の公開開始から令和3年1月21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1日あり、差が±1℃以内に含まれた割合は、福岡県地先79日（73%）、佐賀県地先94日（86%）、熊本市地先87日（81%）、熊本県長洲109日（92%）、熊本県鏡町98日（92%）であり、昨年度に比べると同程度の値であった。

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±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。



図1. 赤潮ネット（沿岸海域水質・赤潮観測情報）

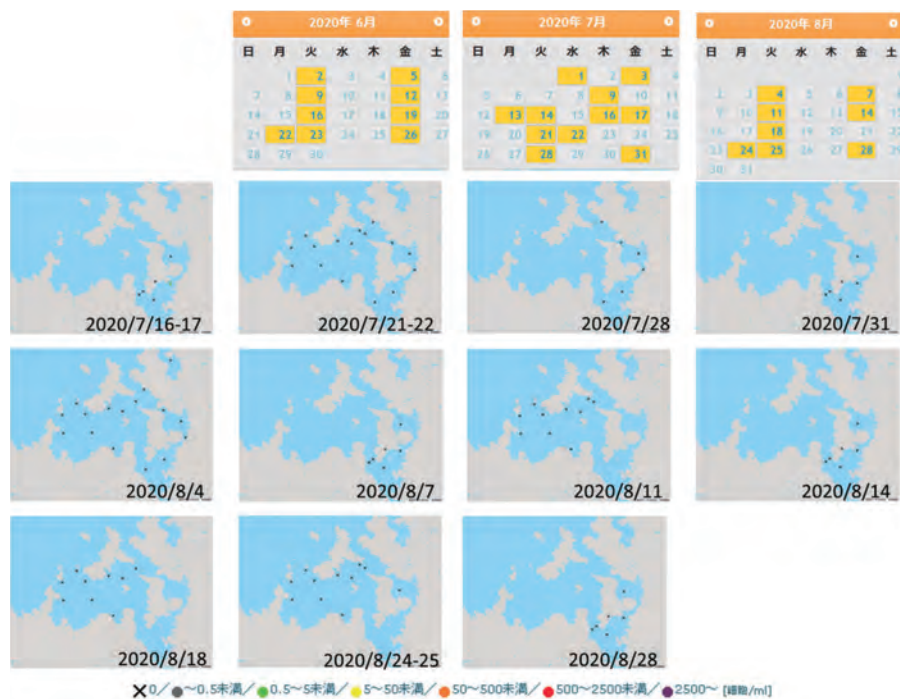


図2.「赤潮分布情報」で収集・公表された伊万里湾における有害赤潮原因種カレンニア ミキモトイの細胞密度の分布（長崎県水産試験場、佐賀県玄海水産振興センターの調査結果による。カレンダーの黄色表示は、公表データが有ることを示す。）

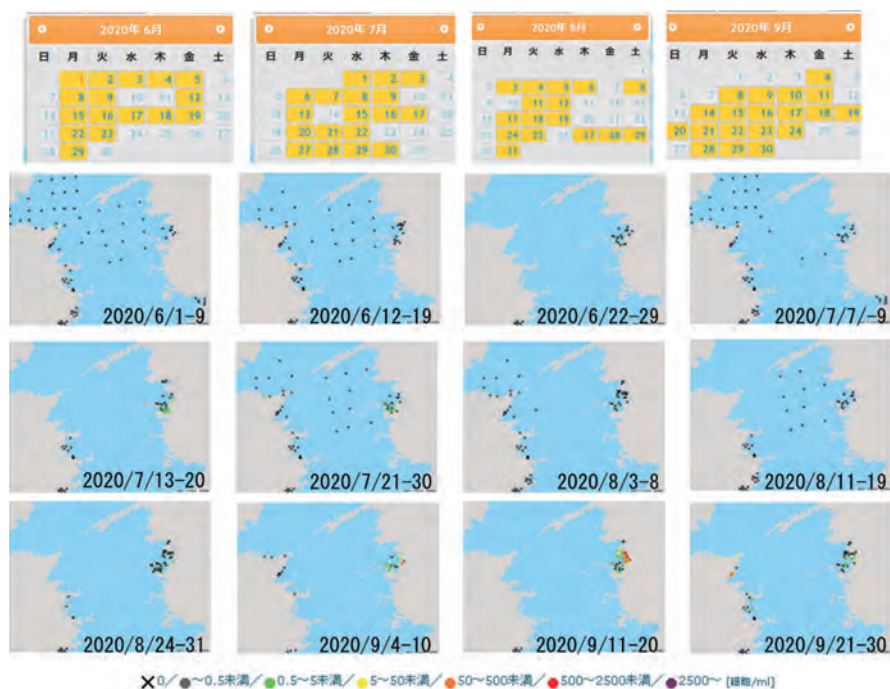


図3.「赤潮分布情報」で収集・公表された豊後水道における有害赤潮原因種カレンニア ミキモトイの細胞密度の分布（大分県農林水産研究指導センター水産研究部、愛媛県農林水産研究所水産研究センター他の調査結果による。カレンダーの黄色表示は、公表データが有ることを示す。）

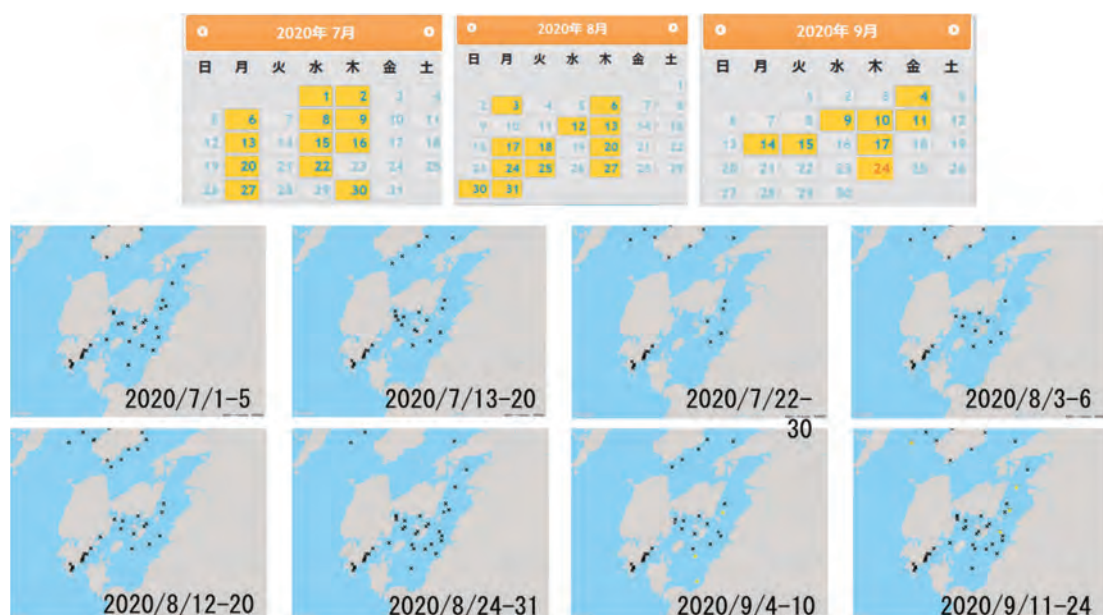


図 4.「赤潮分布情報」で収集・公表された八代海における有害赤潮原因種シャットネラ属の細胞密度の分布（熊本県水産研究センター，鹿児島県水産技術開発センター，天草市水産研究センター，熊本県海水養殖漁業協同組合，東町漁業協同組合，水産研究・教育機構の調査結果による。カレンダーの黄色表示は，公表データが有ることを示す。）



図 5. 赤潮調査日一覧表（九州西岸）の表示例（一覧表に表示される各機関のプロットをクリックすると該当する分布図が表示される。）

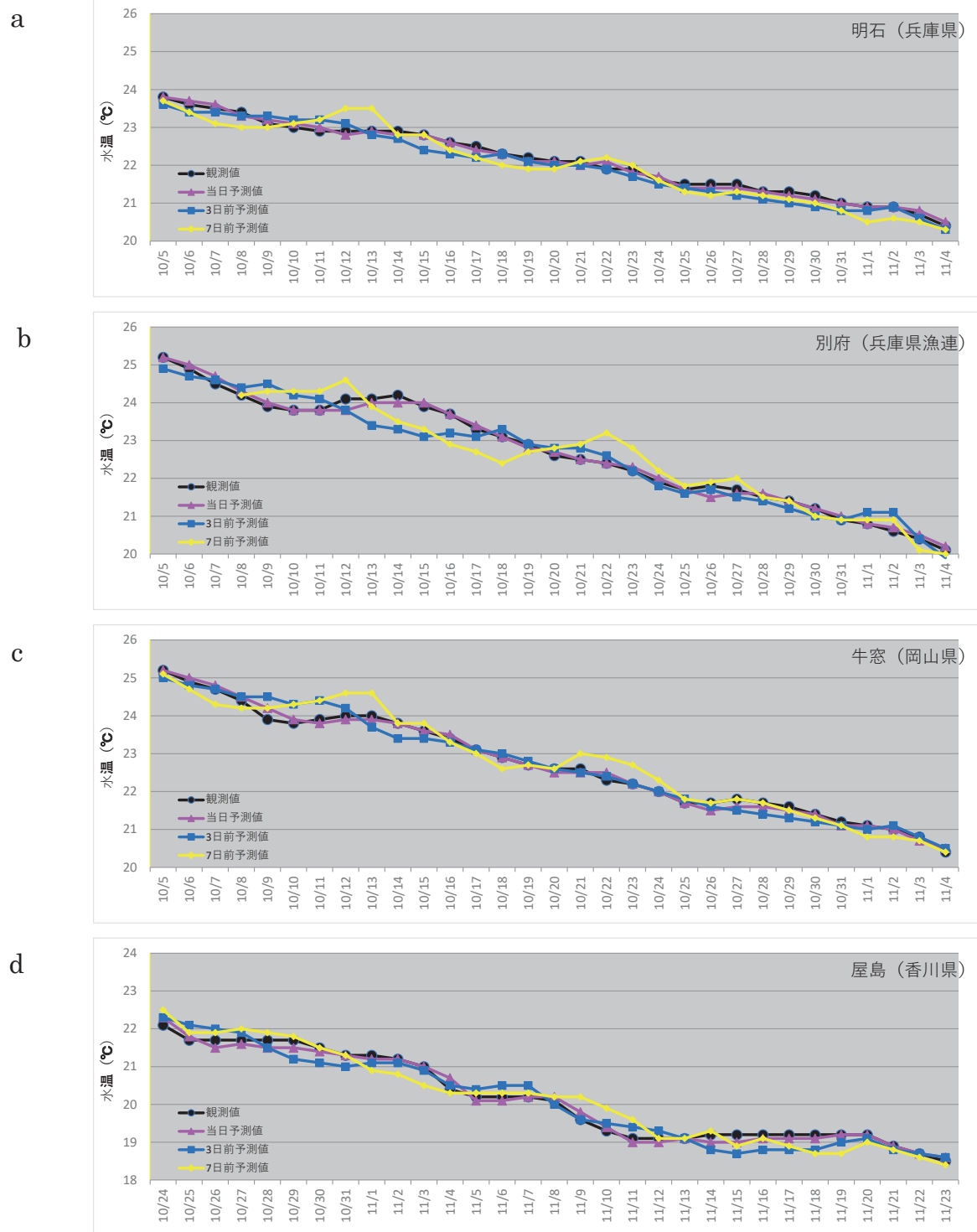
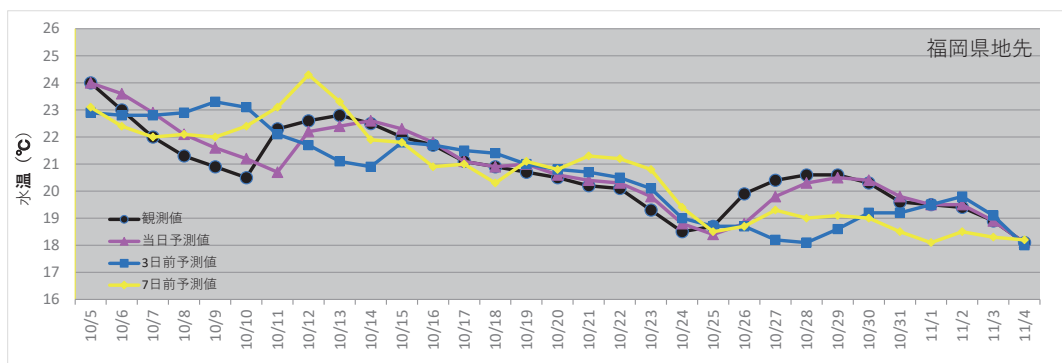
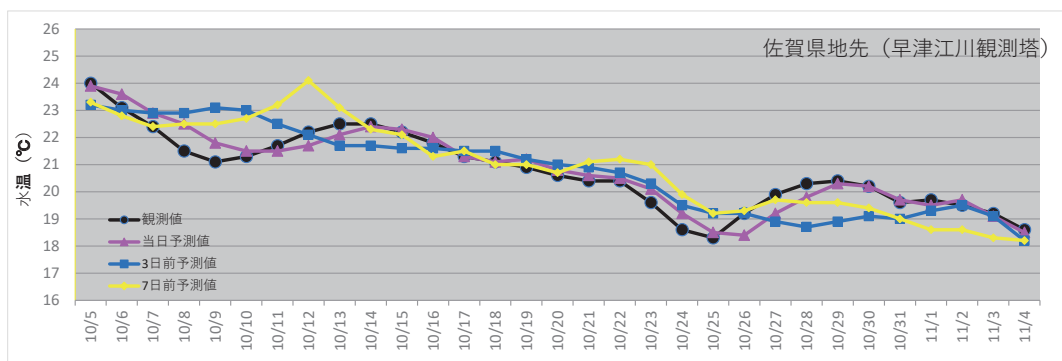


図 6. 水温の観測値と当日、3 日前及び 7 日前予報値との比較（令和 2 年 10～11 月）
 a. 明石（兵庫県）、b. 別府（兵庫県漁連）、c. 牛窓（岡山県）、d. 屋島（香川県）

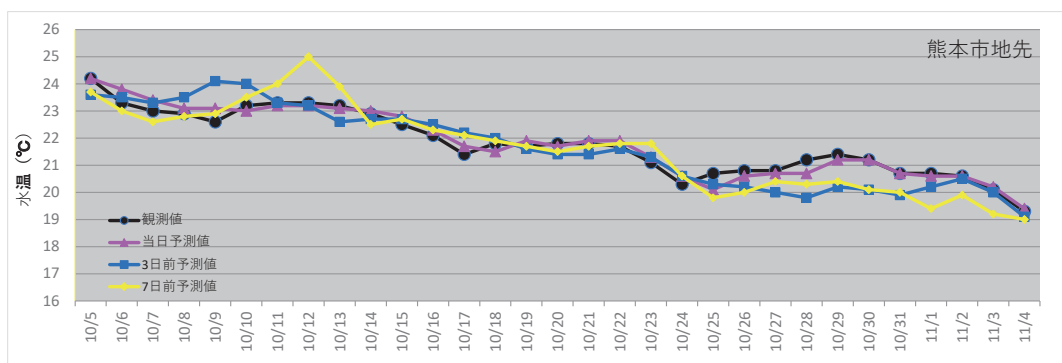
a



b



c



d

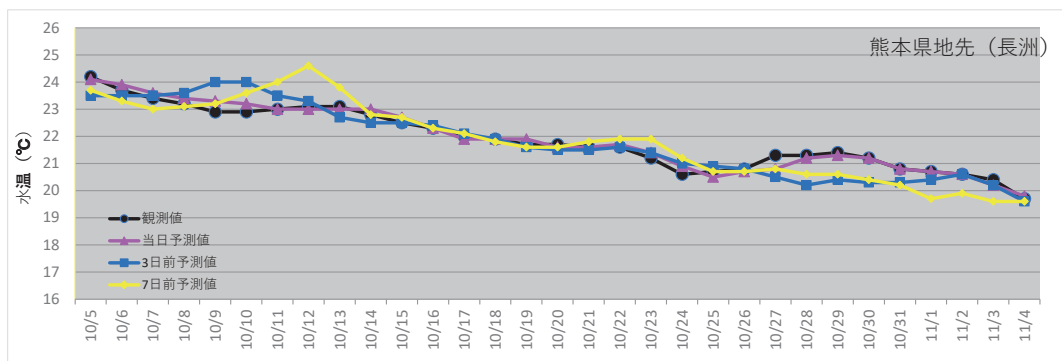


図7. 水温の観測値と当日、3日前、及び7日前予報値との比較（令和2年10～11月）

a. 福岡県地先（ブイ6基平均）、b. 佐賀県地先（早津江川観測塔）、c. 熊本市地先（ブイ5基平均）、d. 熊本県地先（長洲）