

⑤溶存態無機窒素 (DIN)

図 1-1-26 に DIN の推移を示す。調査期間中、DIN は $0.7 \mu\text{M}$ から $80.7 \mu\text{M}$ で推移した。St.1 では調査期間をとおして低かったが、St.9 は 7 月上旬から 9 月上旬にかけて表層付近で高かった。

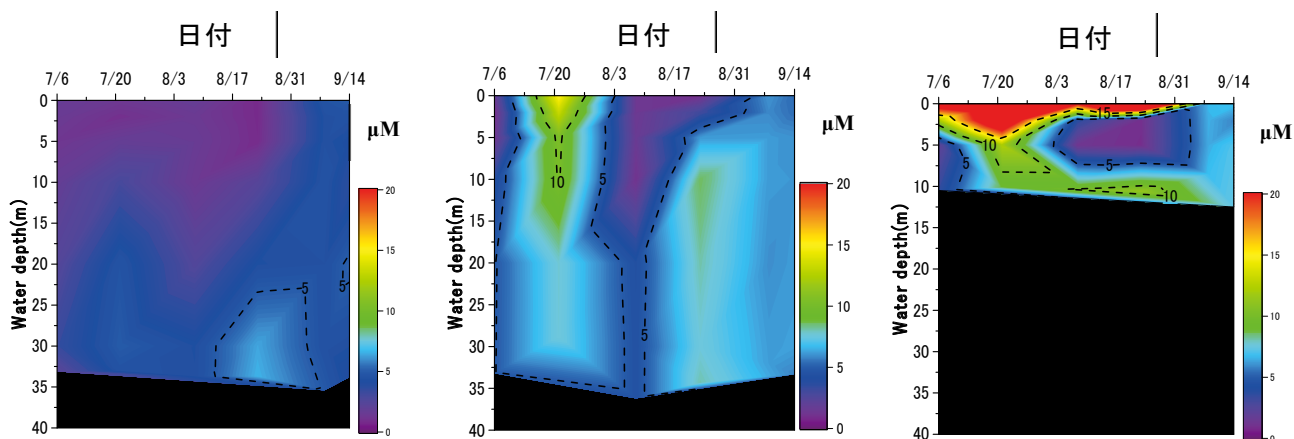


図 1-1-26. DIN の推移(代表 3 点:左図から St.1、St.5、St.9)

⑥溶存態無機リン (DIP)

図 1-1-27 に DIP の推移を示す。調査期間中、DIP は $0.0 \mu\text{M}$ から $2.8 \mu\text{M}$ で推移した。St.1 では調査期間をとおして低かったが、St.5 と St.9 では 7 月中旬から 8 月下旬にかけて表層から 5 m 付近で増加した。

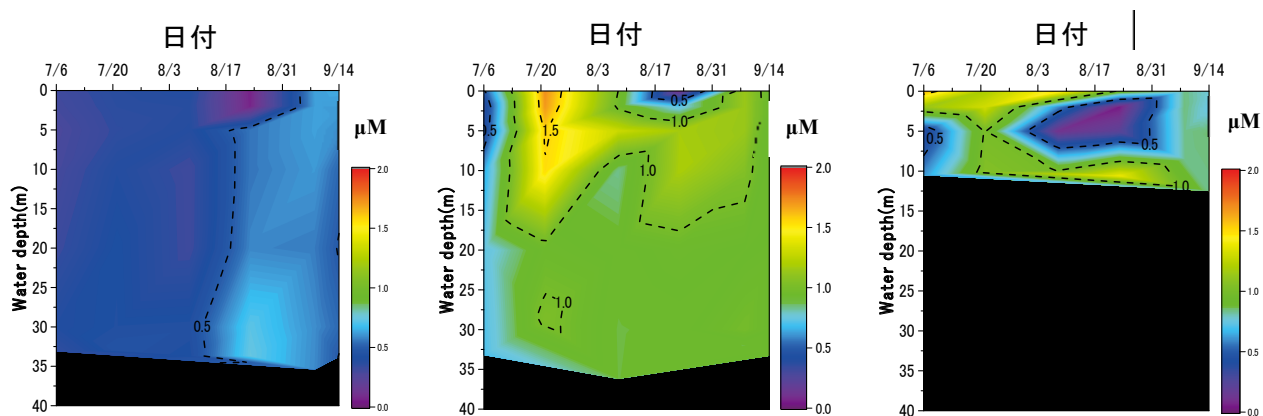


図 1-1-27. DIP の推移(代表 3 点:左図から St.1、St.5、St.9)

⑦溶存態ケイ素 (DSi)

図 1-1-28 に DSi の推移を示す。調査期間中、DSi は $0.9 \mu\text{M}$ から $270.4 \mu\text{M}$ で推移した。St.4~St.9 の湾奥部及び沿岸部は、7 月上旬から 8 月下旬に表層付近で増加が確認された他、DIN、DIP と比較して調査期間をとおして豊富に存在していた。

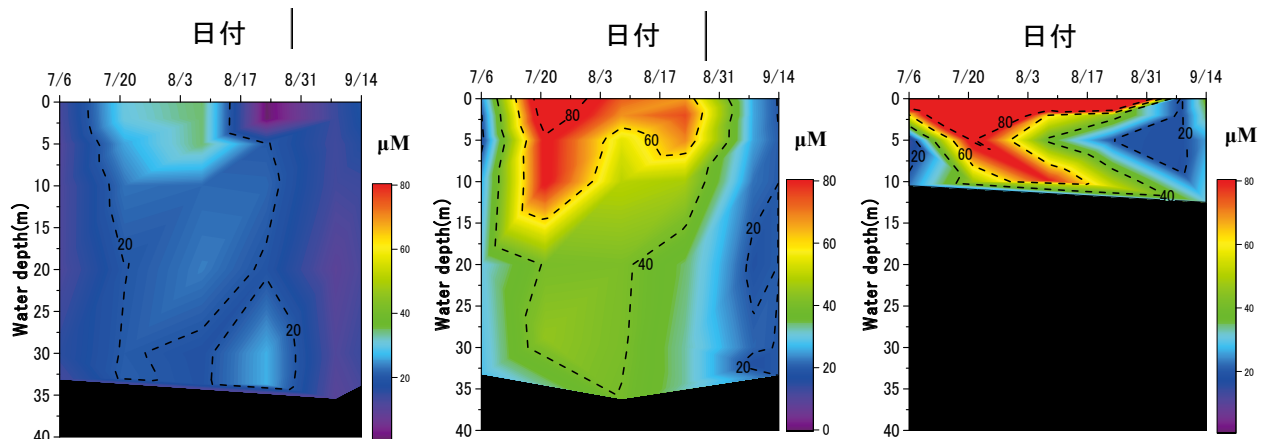


図 1-1-28. DSi の推移(代表 3 点: 左図から St.1、St.5、St.9)

⑧気象

図 1-1-29 に調査期間の気温、降水量、全天日射量の推移を、表 1-1-3 に気温、降水量、日照時間の旬毎の階級区分を示す。

気温については、7 月上旬は平均気温が 30℃を超える日もあるなど「かなり高い」状態であったが、その後、「平年並み」となり、この期間の気温の上昇は緩やかであった。8 月は「平年並み」もしくは「高い」であり、9 月は「高い」もしくは「かなり高い」状態であったが、9 月中旬に通過した台風を境に気温が低下した。

降水量については、7 月は「少ない」もしくは「平年並み」であり、8 月は「平年並み」もしくは「多い」であった。9 月上旬は「少ない」であったが、台風が通過した中旬は「多い」状態となり、下旬は「平年並み」であった。

日射量、日照時間については、降雨が多いときは少なく、少ないときには多い傾向であった。

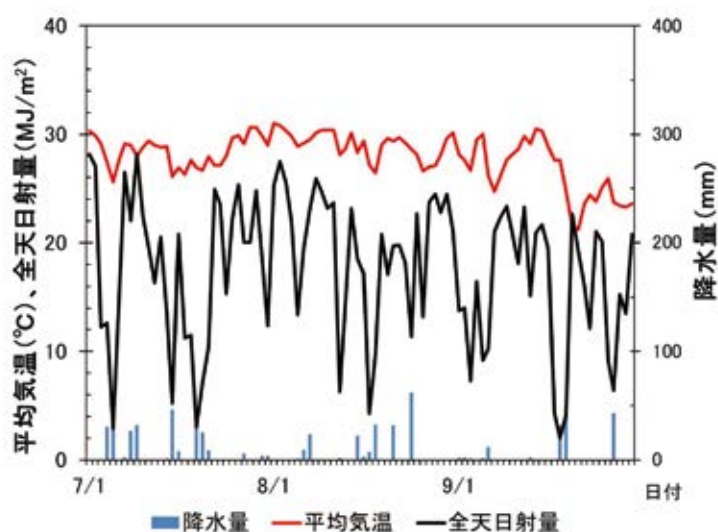


図 1-1-29. 気温、降水量、合計全天日射量の推移

出典 気象庁(観測点: 熊本市)

表 1-1-3. 気温、降水量、日照時間の旬毎の階級区分

月	時期	気温	降水量	日照時間
7月	上旬	かなり高い	平年並み	多い
	中旬	平年並み	平年並み	かなり少ない
	下旬	平年並み	少ない	平年並み
8月	上旬	高い	平年並み	多い
	中旬	平年並み	平年並み	少ない
	下旬	高い	多い	多い
9月	上旬	高い	少ない	少ない
	中旬	かなり高い	多い	平年並み
	下旬	高い	平年並み	平年並み

出典 気象庁(観測点:熊本市)

⑨河川水位

図 1-1-30 に菊池川、白川、緑川の水位の変動を示す。前述の降水量と比較すると、降雨が確認された後、水位が上昇していることが各河川で確認された。特に、白川と緑川では、9月中旬の台風通過後には水位が大きく上昇した。

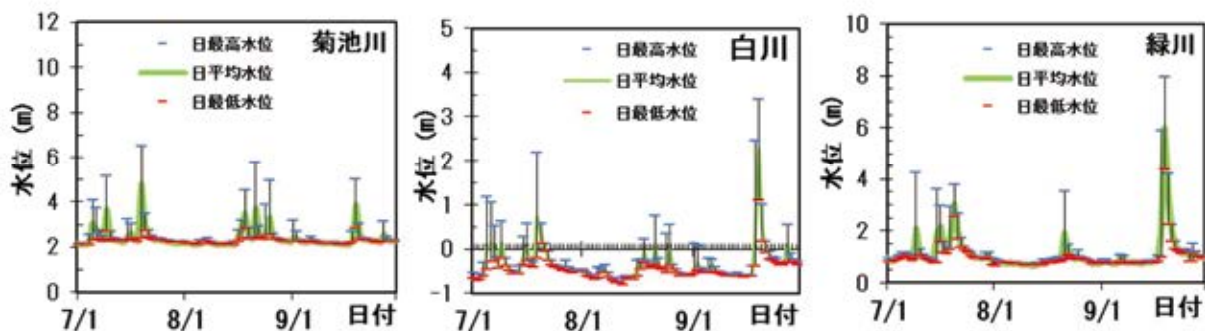


図 1-1-30. 河川の水位の変動

出典 国土交通省(観測点:菊池川(菰田) 白川(代継橋) 緑川(城南))

⑩溶存酸素濃度（貧酸素水の発生状況）

図 1-1-31 に溶存酸素濃度の推移を示す。調査期間中、溶存酸素濃度は 1.5 mg/L から 10.7 mg/L で推移した。8月8日調査時の St.3、St.5、St.8、St.9 で 3.0 mg/L を下回る貧酸素水が確認されたが、8月18日に実施した臨時調査時には貧酸素水は確認されなかった。8月23日調査時には St.3、St.5、St.7、St.8、St.9 で貧酸素水が確認されたが、9月以降は解消した。

8月8日調査時は、顕著な海水の鉛直密度差は確認されなかったが、シャットネラ属の赤潮が発生しており、St.5 はアカシオ サンガイネアの赤潮も発生していた。

8月23日調査時は、海水の鉛直密度差が大きいことに加えて、スケルトネマ属を優占種とした珪藻類が高密度で発生していた。

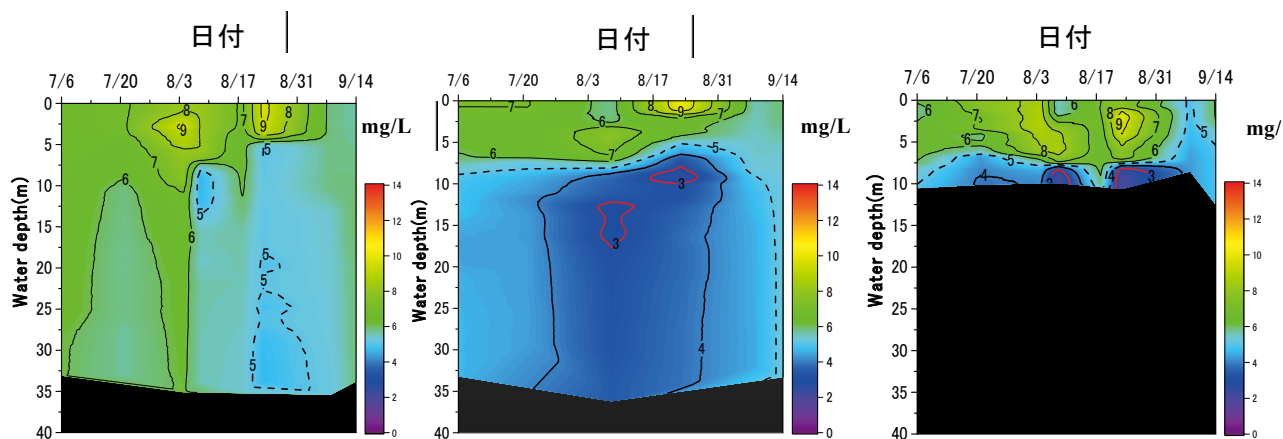


図 1-1-31. 溶存酸素濃度の推移(代表 3 点:左図から St.1、St.5、St.9)
(赤線:3.0 mg/L)

2) 令和 4 年度のまとめ

①気象・海況について

気温は、7 月上旬は平均気温が 30℃を超える日もあるなど「かなり高い」状態であったが、その後の気温の上昇は緩やかであった。9 月以降は平年より高く推移したが、9 月中旬に通過した台風を境に気温が低下した。

降水量は、8 月下旬と 9 月中旬に多く、特に、9 月中旬の台風通過後は、河川の水位もこれに対応して上昇した。また、菊池川付近の調査点である St.9 では、塩分低下による海水の鉛直密度差の大きい状態が続き、栄養塩の供給も確認された。

植物プランクトンについては、7 月上旬から 8 月下旬にかけてシャットネラ属等の増殖が確認され、8 月中旬から 8 月下旬にかけてスケルトネマ属の増殖によりクロロフィル a が増加した。

②貧酸素水塊の発生状況と環境要因について

貧酸素水塊の発生要因については、(1) 物理的要因として、表層水温の上昇及び表層塩分の低下による海水の鉛直密度差の増加や(2) 生物学的要因として底層付近での酸素消費量の増加が考えられる。

(1) については気温及び降雨により状況が左右される。今年度は、8 月中旬から 8 月下旬頃まで降雨による塩分低下や表層水温の上昇が影響したと考えられる海水の鉛直密度差が大きい状態が続き、それと同じくして、溶存酸素濃度の低下が確認され、8 月 23 日に St.3、St.5、St.7、St.8、St.9 の一部の水深で 3.0 mg/L を下回る貧酸素水が確認された。

(2) については、赤潮の発生・衰退によりプランクトンが斃死し、底層へ沈降、有機物が増加することで貧酸素化することが考えられる。今年度は、シャットネラ属及びスケルトネマ属等の珪藻類による赤潮の発生中から衰退後にかけて溶存酸素濃度が低下しており、また、沿岸部や湾奥部での低下が顕著であった。加えて、降雨による河川からの有機物の流入による影響が考えられた。

今年度は、降雨や水温上昇、赤潮の発生・衰退により、沿岸部や湾奥部での溶存酸素

濃度の低下が確認され、その結果、中底層の一部で貧酸素水が発生したと考えられた。8月8日と23日（若潮）に溶存酸素の低下が確認されたが、その間の8月18日（中潮）調査時には貧酸素水は確認されなかったことから、小潮時等の潮が小さい時期に赤潮や大規模な出水が同時に発生することで、一時的に貧酸素水が発生しやすいものの、潮が大きくなるにつれて解消されることが考えられた。

3. 5年間のまとめ

平成30年度（2018年度）から令和4年（2022年度）までの5か年調査を実施したところ、大規模な出水や赤潮の発生時に一時的な溶存酸素の低下が確認された。大規模な出水や赤潮が発生した際に溶存酸素の低下が確認される状況から、引き続き、有明海熊本海域での水質環境と植物プランクトンの発生動向の継続的な調査を実施し、貧酸素水の動態を検証する必要があると考えられた。

参考文献

- 石谷哲寛，瀬口昌洋，郡山益美，加藤治：有明海西部西岸域における貧酸素水塊の発生と密度成層，農業土木学会論文集 No.247，pp. 65-72，2007.
- 堤裕昭，岡村絵美子，小川満代，高橋徹，山口一岩，門谷茂，小橋乃子，安達貴浩，小松利光：有明海奥部海域における近年の貧酸素水塊及び赤潮発生と海洋構造の関係.海の研究，12，pp. 291-305，2003.
- 徳永貴久，児玉真史，木元克則，柴原芳一：有明海湾奥西部海域における貧酸素水塊の形成特性，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.B2-65，No.1，pp. 1011-1015，2009.

1) 貧酸素水塊の発生シナリオの構築と予察技術の開発

イ. 貧酸素水塊に関するデータ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
(株) 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

貧酸素水塊の形成を迅速に把握し、予察に資するためには、水温、塩分等の観測データを迅速に収集し、提供することが求められている。本課題では、漁業者や行政担当者、試験研究機関の担当者及び広く一般に向けて、1) 定期観測による広域的な水温、塩分、溶存酸素等の貧酸素水塊のモニタリング情報を収集する体制を構築し、2) 貧酸素水塊発生等の情報の迅速な提供を行うシステムの開発及び3) 開発したシステムを用いて迅速に情報提供することを目指す。そのため、平成25～30年度に水産庁事業により開発し、九州西岸海域及び瀬戸内海海域を対象に運用してきた「赤潮分布情報」のノウハウを基に、関係機関が観測する水温、塩分、溶存酸素等の水質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システムを開発し、運用する。

(2) 試験等の方法

本課題では、有明海等で夏季に発生する貧酸素水塊の迅速な把握と予察及び貧酸素水塊による漁業被害の軽減に資するため、関係機関が観測する水温、塩分、溶存酸素等の水質鉛直観測データを収集してデータベース化するとともに、既存の「赤潮ネット（沿岸海域水質・赤潮観測情報）」の情報提供サイト内に平成30年度に開設した「貧酸素情報」サイトを継続利用しつつ、「貧酸素情報」を「貧酸素・水質情報」へ変更し、夏季から冬季にかけて収集した水温、塩分、溶存酸素等のデータを一般向けに広く迅速に提供する。

2. 令和4年度計画および結果

(1) 目的

全体計画に同じ

(2) 試験等の方法

本課題では、以下の3つの課題を実施した。

1) 貧酸素水塊に関するデータの収集

関係機関が多項目水質計等を使用して観測する水温、塩分、溶存酸素等の鉛直データの提供を受け、既存の「沿岸海域水質鉛直データベース」に収録した。収録したデータは関係機関で共有して活用した。

2) 「貧酸素情報」システムの改良

平成 30 年度に開発した「赤潮ネット（沿岸海域水質・赤潮観測情報）」の情報提供サイト内に開設した「貧酸素情報」を「貧酸素・水質情報」に変更し、夏季から冬季にかけてデータ収集できるようにすることにより、利活用を促進した。

3) 「貧酸素情報」の提供

「沿岸海域水質鉛直データベース」に収録されたデータを随時出力・加工して、既存の「赤潮分布情報」に登録し、「貧酸素・水質情報」において迅速に分布図、時系列図等の情報を漁業者及び一般向けに広く迅速に提供した。また、「貧酸素・水質情報」により提供される情報に基づいて、漁業現場で速やかに漁業被害防止対策が講じられるようにシステムを運用した。

(3) 結果および考察

1) 貧酸素水塊に関するデータの収集

有明海、八代海及び橘湾で関係機関が多項目水質計等を使用して観測する水温、塩分、溶存酸素等の鉛直データ（表 1-2-1）の提供を受け、既存の「沿岸海域水質鉛直データベース」に収録した。収録したデータは関係機関で共有して活用した。

表 1-2-1. 収集した鉛直データ(2022 年度)

海域	地点	観測回数	備考
有明海	奥部 8 地点	8 回	水産技術研究所観測
	全域 111 地点	2 回	10 機関による共同観測
	中央部 8 地点	6 回	熊本県水産研究センター観測
橘湾	20 地点	9 回	長崎県総合水産試験場観測
八代海	21 地点	2 回	水産技術研究所・熊本県水産研究センターによる共同観測

2) 「貧酸素情報」システムの改良

平成 25～29 年度に開発した「赤潮分布情報」のノウハウを活用して平成 30 年度に新たに「貧酸素情報」システムを開発し、「赤潮ネット（沿岸海域水質・赤潮観測情報）」の情報提供サイトに開設した（図 1-2-1）。本年度も引き続きこれを運用し、各県や各研究機関で得られた貧酸素に関する情報や観測データを迅速に共有した。

「貧酸素情報」システムでは、水産研究・教育機構水産技術研究所が管理する「沿岸海域水質鉛直データベース」に登録された水質の鉛直データを活用した。「沿岸海域水質鉛直データベース」に収録されたデータを随時出力・加工して、既存の「赤潮分布情報」に登録し、「貧酸素情報」において迅速に分布図、時系列図等の情報を漁業者及び一般向けに広く迅速に提供した。また貧酸素情報に合わせて、水温・塩分等水質の鉛直観測結果も収録されるようになったことから、本年度はシステムを統合した「貧酸素・水質情報」として運用を開始した。

令和2年度には、データが新規に登録されたら、メールアドレス登録者に「お知らせメール」が送付されるようにシステムを改良しており、また令和3年度には「貧酸素調査日一覧表」を開発した。本年度も引き続き、これら「お知らせメール」機能や「貧酸素調査日一覧表」を運用し、情報の迅速な提供や、観測データを簡便に検索するための支援を行った。

3) 「貧酸素情報」の提供

「貧酸素・水質情報」で収集された観測データは、直ちに公表される。2022年夏季に収集・公表された有明海、橘湾、及び八代海における最下層の溶存酸素濃度の分布を図1-2-2～4に示す。



図 1-2-1. 赤潮ネット(沿岸海域水質・赤潮観測情報)

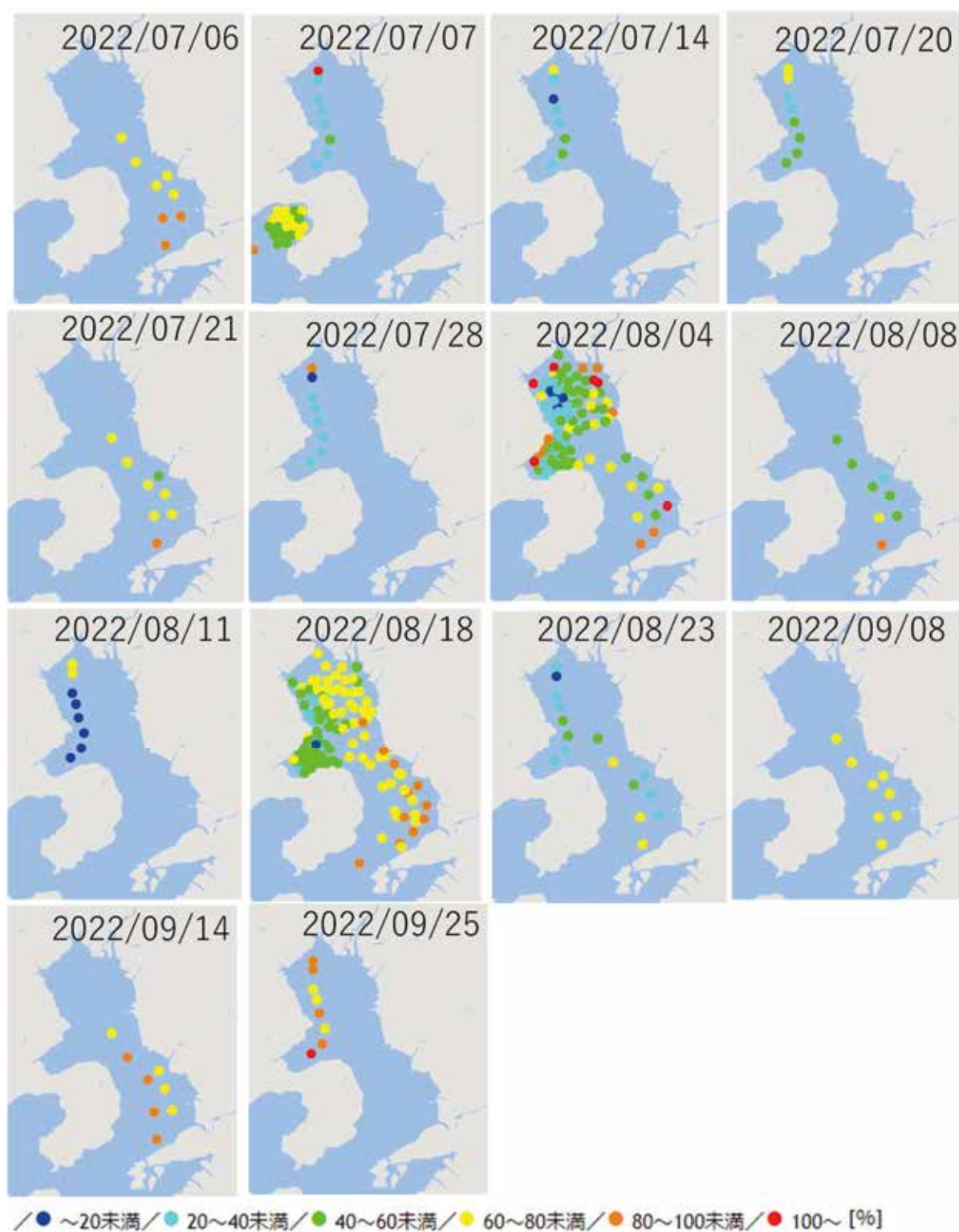


図 1-2-2. 有明海の底層の溶存酸素(%)の分布

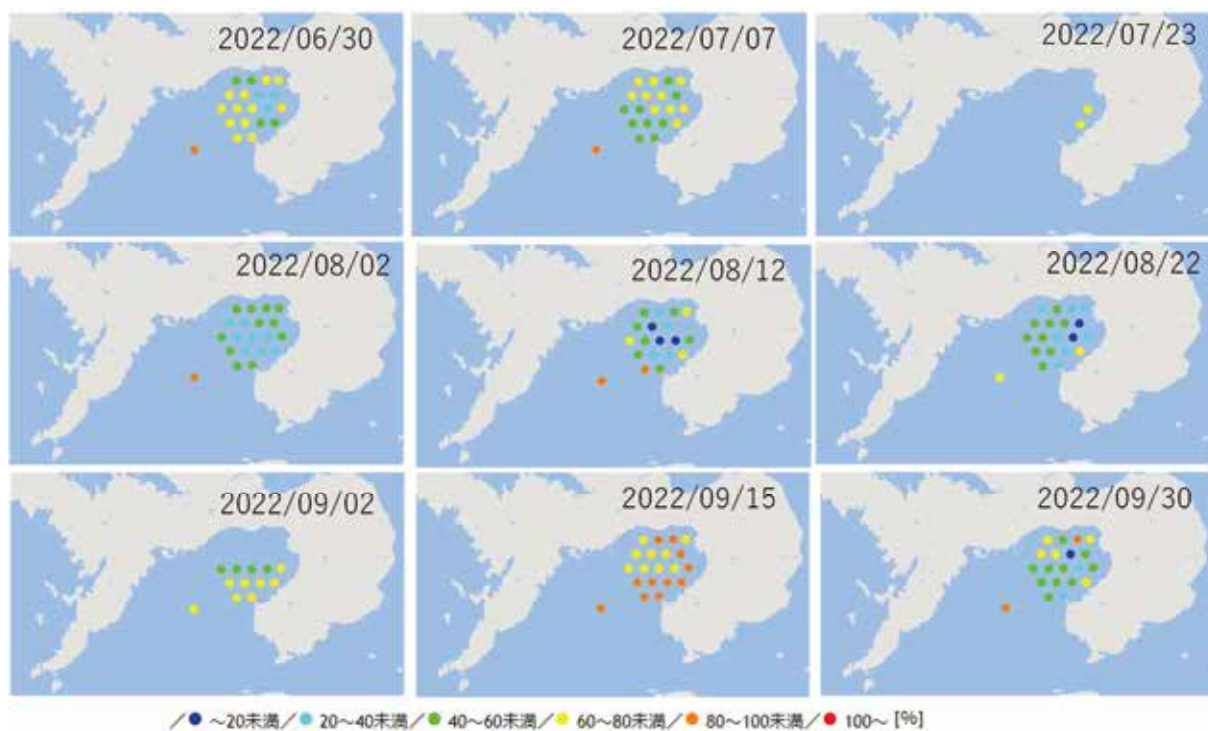


図 1-2-3. 橘湾の底層の溶存酸素(%)の分布

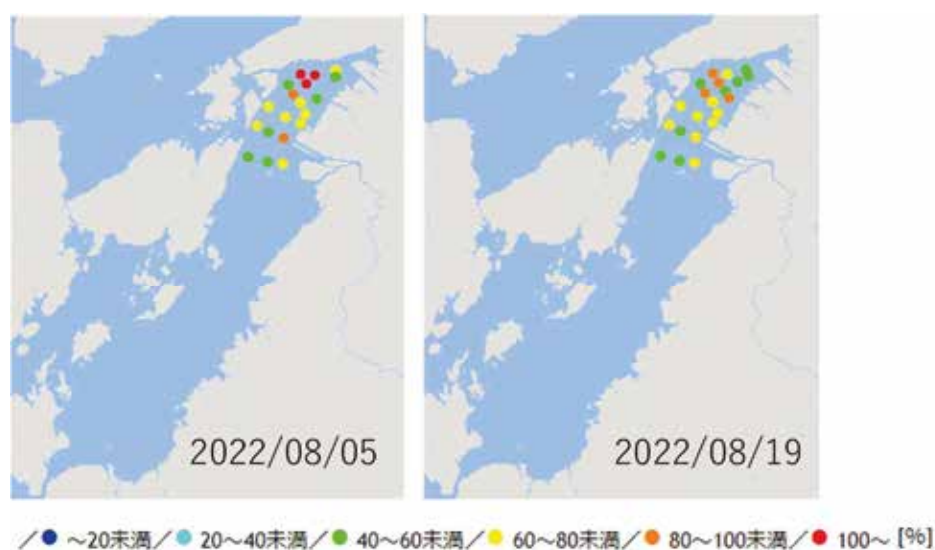


図 1-2-4. 八代海の底層の溶存酸素(%)の分布

3. 5年間のまとめ

1) 貧酸素水塊に関するデータの収集

有明海、八代海、及び橘湾において、関係各県や各機関によって観測された多項目水質計などの水温、塩分、溶存酸素等の鉛直データを、5か年にわたって収集し、既存の「沿岸海域水質鉛直データベース」に収録した。収録したデータは関係機関で共有し、貧酸素水塊の発生メカニズムの解明や発生予察に貢献した。

2) 「貧酸素情報」システムの改良

平成 30 年度に開発した「赤潮ネット（沿岸海域水質・赤潮観測情報）」の情報提供サイト内に「貧酸素情報」を開設した。また既設の「沿岸海域水質鉛直データベース」から、「貧酸素情報」へ水質鉛直データが速やかに登録できるよう、出力ファイルの改良を行った。水質データの時系列表示や鉛直グラフ表示機能も付与し、データの有効利用ができるようシステムの改良を行った。特定の観測海域や観測日時データのデータに簡易にアクセスできるよう、データ検索機能や、調査日一覧表示、及び分布図蓄積機能も追加し、システムの利便性を向上させた。またお知らせメール機能を追加し、迅速に情報を提供した。スマートフォン版も開発し、サイトへアクセスしやすい環境を整えた。

3) 「貧酸素情報」の提供

「沿岸海域水質鉛直データベース」に収録されたデータを随時出力・加工して、既存の「赤潮分布情報」に登録し、「貧酸素・水質情報」において迅速に分布図、時系列図等の情報を漁業者及び一般向けに広く迅速に提供した。5 年間にわたる「赤潮ネット」の月別閲覧数を図 1-2-5 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。

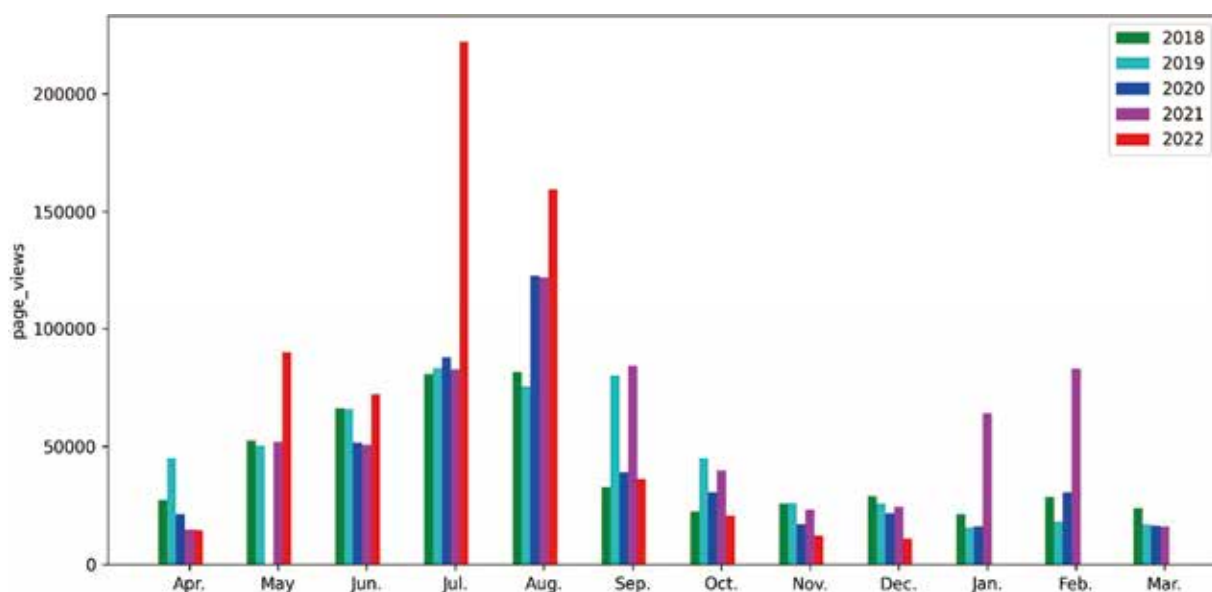


図 1-2-5. 「赤潮ネット」で閲覧された月ごとの閲覧回数. 2022 年度は 12 月までの結果で集計

2) 貧酸素水塊による被害軽減技術の開発

ア. 有明海及び周辺海域で発生する貧酸素水塊の被害軽減技術の開発

長崎県総合水産試験場

戸澤隆、遠山陽香、山砥稔文

水産研究・教育機構 水産技術研究所

徳永貴久

1. 全体計画

(1) 目的

橘湾奥部の海底付近から発生する貧酸素水塊による漁業被害の軽減を図るため、夏季の橘湾奥部の貧酸素化の実態調査と漁業者への情報提供に取り組み操業の効率化を図る。

2. 令和4年度計画および結果

(1) 目的

全体計画に同じ

(2) 試験等の方法

1) 橘湾奥部における水質の定期観測

ア. 調査海域及び調査点

橘湾奥部の20定点(図2-1-1)



図 2-1-1. 橘湾奥部における調査点

イ. 調査期間と調査頻度

令和4年6月～令和4年9月

期間中7～16日間隔で9回の観測を行った。

表 2-1-1. 調査定点の緯度経度と調査実施状況

調査定点	北緯	東経	調査内容(観測+採水●、観測のみ○、欠測－)								
			6/30	7/7	7/23	8/2	8/12	8/22	9/2	9/15	9/30
1	32度46.573分	130度05.900分	○	○	○	○	○	○	－	○	○
2	32度46.583分	130度07.450分	○	○	○	○	○	○	－	○	○
3	32度46.625分	130度09.033分	○	○	○	○	○	○	－	○	○
4	32度46.628分	130度10.300分	○	○	○	○	○	○	－	○	○
5	32度45.307分	130度05.133分	○	○	○	○	○	○	－	○	○
6	32度45.328分	130度06.667分	○	○	○	○	○	○	－	○	○
7	32度45.348分	130度08.233分	○	○	○	○	○	○	－	○	○
8	32度45.338分	130度09.883分	●	●	●	●	－	●	－	●	●
9	32度44.675分	130度04.333分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	32度44.082分	130度05.983分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11	32度44.092分	130度07.550分	●	●	●	●	●	●	●	●	●
12	32度44.112分	130度09.150分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
13	32度42.122分	130度10.733分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
14	32度42.803分	130度05.217分	●	●	●	●	●	●	●	●	●
15	32度42.815分	130度06.767分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
16	32度42.825分	130度08.417分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
17	32度42.415分	130度09.883分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
18	32度41.527分	130度06.000分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
19	32度41.595分	130度07.567分	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20	32度40.490分	130度01.417分	●	●	●	●	●	●	●	●	●

ウ. 調査項目

全調査点において、多項目水質計（JFE アドバンテック社製：AAQ-RINKO）により、水温、塩分、溶存酸素飽和度（以下 DO）、クロロフィル蛍光及び濁度の鉛直観測を 0.1m 間隔で行った。

観測点のうち、4 点（調査点 8、11、14、20）では、表層（0.5m）、5m、底層（海底上 1m）の各層から採水し、栄養塩濃度（NO₂-N、NO₃-N、NH₄-N、PO₄-P）の分析と植物プランクトンの細胞密度の計数（表層、5m）を行った。

エ. データの公表

有害プランクトンの出現や溶存酸素濃度（底層）分布状況を速やかにまとめて、観測翌日までに関係漁協等に FAX や E-mail により伝えた。併せて、赤潮ネット（沿岸海域水質・赤潮観測情報）や長崎県漁場テレメーターシステム水質情報により公表した。

2) 貧酸素水塊の発生情報の伝達による操業の効率化

貧酸素水塊発生を迅速に捉え、その分布範囲を示すことで操業の効率化を図る。

(3) 結果および考察

1) 気象

調査期間中の脇岬及び野母崎の（平均値）の気温、久留米の日降水量及び脇岬の風向風速図を図 2-1-2 に示す。降水量については、橘湾は付近に大きな河川が無く、有明海からの淡水の

流入に影響を受けるとの報告があるため、有明海に注ぐ筑後川流域に位置する久留米市の降水量を利用した。

調査期間の気温は、ほぼ例年より高めで推移した。

降水量は、7月4日～7月9日に 191.5 mm、7月19日に 184.5 mm、8月12～8月21日に 253 mm のまとまった量が観測された。

風向風速は、6月下旬から8月までは南寄りの風が卓越した。9月には2度台風接近があり、5～6日には最大風速 10.6 m/s、18～19日には最大風速 19.7 m/s が観測された。

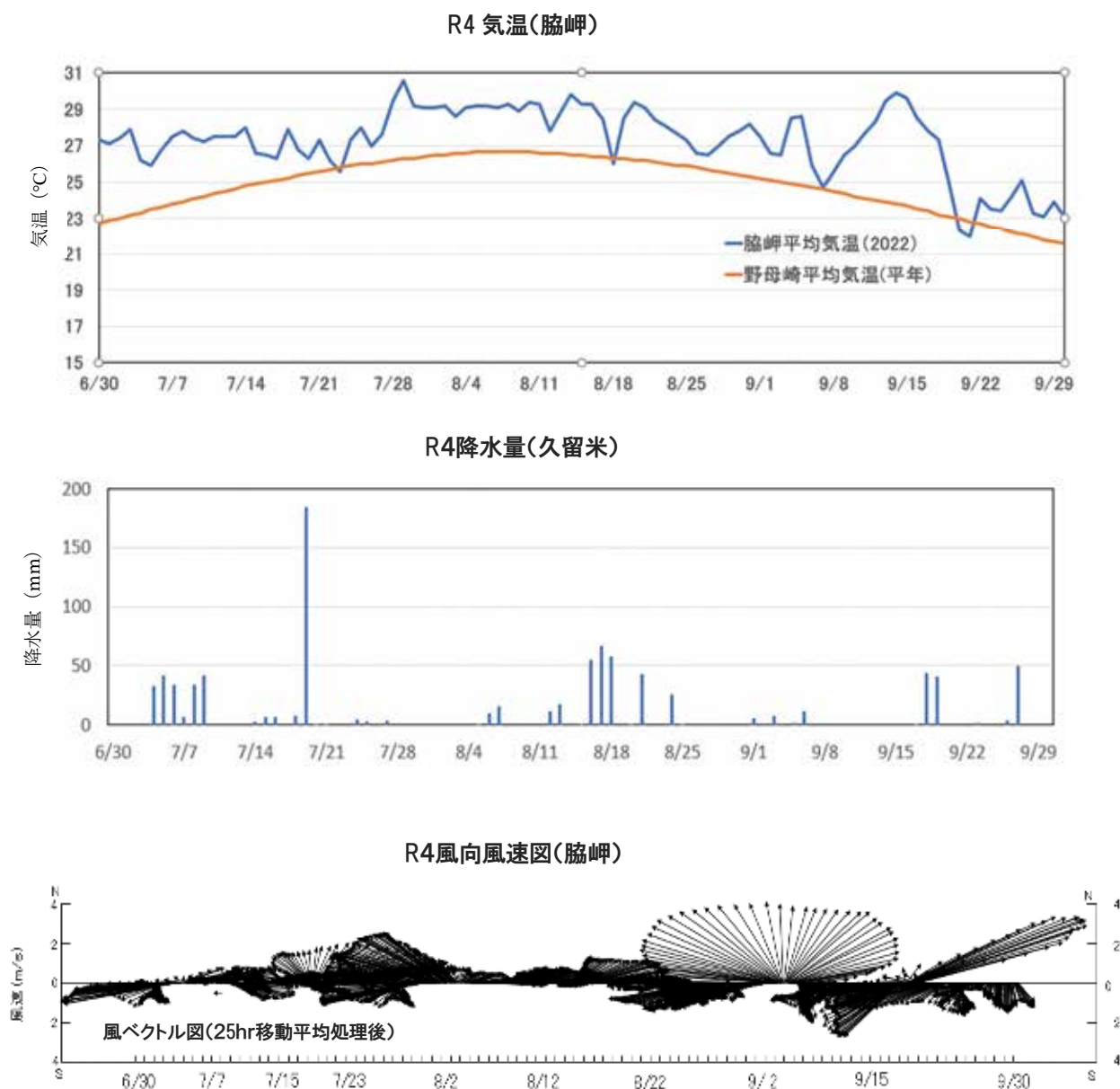


図 2-1-2. 調査期間中の気温、降水量及び風向風速