

1) 有害赤潮プランクトンの出現動態監視及び予察技術開発並びに赤潮の発生段階に応じた一連の対策（行動計画）の検討・策定

エ. 日本海西部海域

山口県水産研究センター外海研究部

三好博之, 白木信彦, 野村玲偉

兵庫県立農林水産技術総合センター但馬水産技術センター

中村 匠

鳥取県栽培漁業センター

四方田 匠己

鳥取県水産試験場

渡辺秀洋

島根県水産技術センター

清川智之, 井口隆暉, 古谷尚大, 開内 洋

水産機構水産技術研究所

鬼塚 剛, 坂本節子

1 全体計画

(1) 目的

2000 年代以降, 日本海西部海域では有害赤潮プランクトン *Margalefidinium polykrikoides* (=旧 *Cochlodinium polykrikoides*) による赤潮がたびたび発生しており, 本種による赤潮は魚類に加えて貝類などの磯根資源にも被害が及ぶため, その発生状況の監視と予察の精度向上が求められている(鬼塚ら 2022)。対馬暖流上流部に位置する中国や韓国沿岸では, 1990 年代以降, *M. polykrikoides* を含む有害渦鞭毛藻による赤潮が頻発しており, 今後もそれら有害赤潮の山陰沿岸への漂着や将来的には新奇有害赤潮種の定着が懸念される。また, 九州北部海域ではほぼ毎年本種赤潮が発生していることから, 山陰沿岸域への輸送には今後も注意が必要である。さらに, 2015 年には北海道函館湾で *Karenia mikimotoi* による漁業被害を伴う赤潮が発生し, この由来として対馬暖流上流域が推察されるなど, 我が国沿岸域における有害赤潮プランクトンの広域化も懸念されている。

このような赤潮による漁業被害を軽減するために, 赤潮発生海域を網羅した広域連携調査を実施する必要がある。本課題では, 日本海西部海域において各機関が連携して広範な海域を調査し, 有害赤潮プランクトンの発生状況および海洋環境を監視するとともに, 衛星データや数値モデル等を用いた解析を組み合わせることによって, 当該海域における有害赤潮発生シナリオおよび赤潮発生予察の検証を図る。あわせて, 赤潮が発生した際の一連の対策方法(行動計画)について現状を把握するとともに, 他の海域等で活用されている各種漁業被害軽減対策技術に関する情報を収集し, 今後の改良に資することを目的とする。

2 令和7年度計画および結果

(1) 目的

全体計画と同じ

(2) 方法

1) 海洋観測調査・サンプル分析・当該年度調査結果の解析および考察

1)-1. 漁場モニタリング調査

M. polykrikoides や *Karenia* 属等の有害赤潮が発生する主に7月から9月まで, 共同提案機関がそれぞれに有する調査船(または傭船)および, 陸上からの採水調査により, 広域的な海洋調査を実施し, これら有害赤潮種の日本海西部海域における発生状況を監視した。図 1-1 (沖合調査定点位

置図)と図 1-2 (沿岸調査定点位置図)に示す海域に計 30 点の調査定点を配置し、沖合調査定点では概ね 8, 9 月の 2 回, そして沿岸調査定点では概ね 7, 8, 9 月の 3 回を基本として、海洋環境(水温, 塩分, 水色, 透明度等)および有害赤潮プランクトン細胞密度等のモニタリング調査を実施した。また, 上流域での発生状況などから西部日本海への侵入経路上および山陰沿岸域へ輸送される可能性が高い場合や, *M. polykrikoides* や *Karenia* 属以外の有害赤潮が発生した際には, 必要に応じて随時, 臨時調査を実施した。なお, 兵庫県では昨年度の沿岸調査(7 月)において対象種(*M. polykrikoides*)が 0.18 cells/ml 確認されたため, 沿岸調査定点付近に補填定点として 3 定点(HS1-2~4)を加えて調査を実施した(図 1-2)。

1)-2. LAMP 法による *M. polykrikoides* および *K. mikimotoi* の検出

日本海西部海域では, 沖合の調査点が広範囲であるため, 検鏡までに時間がかかり, 細胞のコンディションが悪化する場合がある。また, 細胞がごく低密度に存在する場合や混雑物が多い場合でも, 迅速かつ正確な種判別を行うために分子生物学的手法(LAMP 法)を導入し, モニタリング精度の向上を図っている。採水した海水サンプルの一部で LAMP 法を実施し, 日本海西部海域における有害プランクトンの広域化の実態把握を行った。具体的には 3.0 μm 孔のヌクリポアフィルターで海水をろ過して水中のプランクトンを回収, 5% Chelex (BioRad)中で加熱抽出して, DNA 粗抽出液を得た。得られた DNA を *M. polykrikoides* および *K. mikimotoi* を種特異的に検出する LAMP 法に供した。*M. polykrikoides* の LAMP 法には以下の 6 本のプライマーを用いた; CPLAMP-FIP; 5'-TATCCTCggCCACCAATCACCAAgTgTgAgTTCTggTCgTCT-3', CPLAMP-BIP; 5'-CCTgCAAAggCATggTAGCCCACACCACTCACATgATCAGC-3', CPLAMP-F3; 5'-gTTgCACTTTCAACgCAAgT-3', CPLAMP-B3; 5'-AAgTCgTTCgCCggTTAC-3', CPLAMP-LF; 5'-CCCACggCAAgAACCAC-3', CPLAMP-LB; 5'-ggTgAACgCgTTTgTTAgTACTCg-3'。反応試薬には Loopamp DNA 増幅キット(栄研化学)および Loopamp 蛍光・目視試薬(栄研化学)を用い, 試薬のプロトコールに従い検出を実施した。また, *K. mikimotoi* の LAMP 法には赤潮原因プランクトン検出キット 1 - カレニアミキモトイ - (ニッポンジーン)を用い, キットのプロトコールに従い検出を実施した。

1)-3. 日本海西部海域における *K. mikimotoi* の定量 PCR 法 (qPCR) による広域分布実態の把握

日本海沿岸対馬暖流域での分布域の拡大, 広域化が懸念される *K. mikimotoi* を対象に, 日本海西部海域における *K. mikimotoi* の分布実態調査を行った。調査定点図を図 2 に示す。

山口県から鳥取県の沖合調査(7~9 月, 表層および 20 m 層)で得られた LAMP 法分析試料を用いて qPCR による高感度検出を実施した。また, 沖合での分布と沿岸での本種の出現との関係を検討するため, これまでの調査で LAMP 法により比較的頻度高く本種が検出された境港周辺の七類(St. S6)および境港(St. T7)において 2025 年 4 月から 12 月に月 1 回, 表層および底層(B-1 m または 5 m), および各種有害渦鞭毛藻が観察されている兵庫県柴山湾(HS1)において 2025 年 6 月から 12 月に月 1 回, 表層の海水を採水し, 高感度分析の対象とした。プランクトンの回収および DNA 抽出は前述の LAMP 法分析用試料と同じ方法で行った。qPCR には *K. mikimotoi* の rDNA LSU D1-D2 領域上の種特異的配列を標的とした以下のプライマーおよびプローブを用いた: フォワードプライマー KM-MGB-F1: 5'-CTCATTTTTgAACTgCTCTCTgTgT-3', リバースプライマー KM-MGB-R1: 5'-CTCCTggCACCAACAACCTT-3', プローブ KM-MGB-Taql: 5'-ATgTgCTTgCCTgCgAT-MGB-3'。また, 反応試薬には TaqMan Gene Expression Master Mix (Thermo Fisher Scientific), 検出器に StepOnePlus (Applied Biosystems)を用いた。反応液の組成は反応試薬のプロトコールに従い調製した。PCR 反応はプレヒート 95°C, 10 分の後, PCR サイクル 95°C, 15 秒と 60°C, 1 分(定量検出)とを 40 サイクル実施した。得られた抽出液中の標的遺伝子コピー数を Yarimizu et al. (2021) が報告している *K. mikimotoi* の細胞当たりの rDNA コピー数の値 6,710~8,420 copies/cell をもとに約 7,000 copies/cell として細胞密度に換算し, 海水 1 L 中における *K. mikimotoi* の

細胞密度を算出した。

海水の一部（1 L）は検鏡のため 10 μm の篩で濃縮し、全量を顕微鏡下で観察して、有害プランクトンを計数した。また、海水の一部を 0.45 μm フィルターでろ過して凍結保存し、後日、栄養塩分析（無機態窒素; DIN および無機態リン; DIP, および溶存態ケイ素; DSi）に供した。

2) 衛星データや数値モデル等を用いた解析による発生シナリオと予察技術の検証および赤潮が発生した際の一連の対策方法（行動計画）の検討

対馬暖流上流域である韓国沿岸域や九州北部海域における有害赤潮発生情報（韓国水産科学院赤潮情報 <https://www.nifs.go.kr/board/actionRedtideInfoList.do>, 赤潮ネット <https://akashiwo.fra.go.jp/>, 各県赤潮情報等）、対馬海峡での風向・風速（気象庁メソ数値モデル GPV-MSM）、日本海西部海域の水温分布（日本海漁場海況速報 https://www.fra.go.jp/shigen/marine_environment/js_sokuho/index.html）、衛星画像によるクロロフィル高濃度水塊（https://kuroshio.eorc.jaxa.jp/JASMES/index_catalog_j.html）の監視、水産研究・教育機構で開発・運用されている改良版我が国周辺の海況予測システム（FRA-ROMS II, <https://fra-roms.fra.go.jp/fra-roms/>）の流動場を用いた赤潮輸送シミュレーション等から、日本海西部海域における有害赤潮分布を推定し、山陰沿岸への赤潮到達可能性を検討した。また、1) で取得したデータや上記解析データをもとに赤潮発生シナリオの検証を行った。

赤潮が発生した際の一連の対策方法（行動計画）の検討として、共同提案機関（兵庫県、鳥取県、島根県、山口県）における赤潮が発生した際の一連の対策方法（行動計画）について現状を整理するとともに、今後の改良に向けて他の海域等で活用されている漁業被害軽減対策技術に関する情報を収集・整理し、当該海域における技術導入の可能性について検討した。

(3) 結果および考察

1) 海洋観測調査・サンプル分析・当該年度調査結果の解析および考察

1)-1. 漁場モニタリング調査

本海域では *M. polykrikoides* および *K. mikimotoi* を主要対象種としており、今年度の検鏡結果は *M. polykrikoides* および *K. mikimotoi* はいずれもごく低密度でのみ確認された。

① 沖合調査

ア) 主要対象種（表 1-1）

M. polykrikoides は、兵庫県沖合では、7 月 23 日の H1（0 m）で 0.007 cells/ml, H2（0 m）および H5（0 m）で 0.001 cells/ml, H3（0 m）で 0.002 cells/ml, 山口県沖合では、9 月 3 日の Y3（0 m）で 0.003 cells/ml 確認された。島根県および鳥取県沖合では確認されなかった。

K. mikimotoi は、山口県沖合では、8 月 8 日の Y2（0 m）で 0.002 cells/ml 確認された。島根県、鳥取県および兵庫県では確認されなかった。

イ) その他有害種

その他有害種についても一部で確認されたものの、その量は極めて低密度であった。山口県沖合で *Akashiwo sanguinea* が、兵庫県沖合で *Chattonella marina* のほか、*Dinophysis* 属のうち *D. mitra*, *D. infundibula*, *D. rotundata*, *D. rudge*, *D. caudata* が確認された。

② 沿岸調査

ア) 主要対象種（表 1-2）

M. polykrikoides は、兵庫県沿岸では、7 月 1 日の HS1（0 m）で 0.543 cells/ml, HS1-2（0 m）で 0.661 cells/ml, HS1-3（0 m）で 2.600 cells/ml, HS1-4（0 m）で 0.703 cells/ml, 島根県沿岸では、7 月 9 日の S6（0 m）で 0.01 cells/ml 確認された。山口県および鳥取県沿岸では確認されなかった。

K. mikimotoi は、兵庫県沿岸では、7 月 1 日の HS1（0 m）で 0.030 cells/ml, 山口県沿岸では、7

月 8 日の Y7 (0 m) および Y7 (底層) で 0.001 cells/ml, 鳥取県沿岸では, 9 月 29 日の T7 (0 m) で 0.003 cells/ml 確認された。島根県沿岸では確認されなかった。

イ) その他有害種

その他有害種については, *A. sanguinea* が山口県沿岸及び島根県沿岸でごく低密度で確認された。島根県沿岸で *C. marina* のほか *Dinophysis* 属のうち *D. mitra*, *D. rotundata*, *D. caudata*, *D. acuminata* がごく低密度で確認された。兵庫県沿岸では 7 月上旬に *C. marina* の比較的広域かつ分散した分布が確認され, 局所的には 7 月 4 日に最高細胞密度 64.0 cells/ml と注意基準値を超える高密度化も確認されたことから, 7 月 4 日から 7 月 16 日にかけて注意報が発令された。

③臨時調査 (沖合・沿岸)

兵庫県及び鳥取県では, 赤潮プランクトンの出現動態などを踏まえ臨時調査が実施された。

ア) 主要対象種 (表 1-1, 1-2)

M. polykrikoides は, 7 月 7 日の HR4 (0 m) で 0.013 cells/ml, 7 月 8 日の HS1 (0 m) で 0.173 cells/ml, HR7 (0 m) で 0.013 cells/ml, 7 月 11 日の HR1 (0 m) で 0.060 cells/ml, 7 月 14 日の HR2 (0 m) で 0.100 cells/ml, 7 月 15 日の HS1 (0 m) で 0.500 cells/ml, 7 月 23 日の HR1 (0 m) で 0.440 cells/ml, 7 月 24 日の HR1 (0 m) で 0.060 cells/ml, 7 月 25 日の HR1 (0 m) で 0.087 cells/ml, 7 月 29 日の HR1 (0 m) で 0.180 cells/ml, 7 月 30 日の HR1 (0 m) で 0.073 cells/ml, 8 月 1 日の HR1 (0 m) で 0.013 cells/ml, 8 月 4 日の HR1 (0 m) で 0.053 cells/ml, 8 月 13 日の HR1 (0 m) で 0.080 cells/ml 確認された。なお, 兵庫県沖合及び鳥取県の臨時調査では確認されなかった。

K. mikimotoi は, 7 月 3 日の HR1 (0 m) で 0.44 cells/ml, 7 月 7 日の HR1 (0 m) で 5.57 cells/ml, HR2 (0 m) で 0.160 cells/ml, HR3 (0 m) で 0.020 cells/ml, HR4 (0 m) で 0.047 cells/ml, HR6 (0 m) で 0.267 cells/ml, 7 月 8 日の HS1 (0 m) で 0.093 cells/ml, HR1 (0 m) で 2.40 cells/ml, HR7 (0 m) で 0.047 cells/ml, 7 月 9 日の HR1 (0 m) で 0.073 cells/ml, 7 月 11 日の HR1 (0 m) で 0.283 cells/ml, 7 月 14 日の HR2 (0 m) で 0.040 cells/ml, HR3 (0 m) で 1.240 cells/ml, HR4 (0 m) で 0.020 cells/ml, HR5 (0 m) で 0.007 cells/ml, 7 月 15 日の HS1 (0 m) で 0.120 cells/ml, HR1 (0 m) で 0.007 cells/ml, 7 月 23 日の HR1 (0 m) で 0.007 cells/ml, 7 月 24 日の HR1 (0 m) で 0.013 cells/ml, 7 月 29 日の HR1 (0 m) で 0.020 cells/ml, 8 月 13 日の HR1 (0 m) で 0.007 cells/ml 確認された。なお, 兵庫県沖合及び鳥取県の臨時調査では確認されなかった。

イ) その他有害種

兵庫県沿岸の臨時調査ではその他有害種として, *Margalefidinium* 属の *M. fulvescens*, *Karenia* 属の *K. papilionacea*, *Takayama* sp., *Chattonella* 属の *C. marina* のほか, *Heterocapsa* 属, *Alexandrium* 属, *Gymnodinium* 属の *G. catenatum*, *Dinophysis* 属, *Ostreopsis* 属などの多種多様な種が *C. marina* を除き, ごく低密度であるが確認された。

1)-2. LAMP 法による *M. polykrikoides* および *K. mikimotoi* の検出 (臨時調査を含む。)

本年度, 各県で実施した *M. polykrikoides* および *K. mikimotoi* の検鏡結果と LAMP 法による検出結果の比較を表 1-1, 1-2 に示す。

M. polykrikoides については, 沖合調査のサンプルは山口県では 12 サンプルのうち 3 サンプルが陽性, 島根県では 8 サンプルのすべてで陰性, 鳥取県では 20 サンプルのうち 1 サンプルが陽性, 兵庫県では 36 サンプルのうち 2 サンプルが陽性であった。これらのうち, 検鏡で確認されたにもかかわらず LAMP 法が陰性となったサンプルが, 兵庫県で 3 サンプル確認された。沿岸調査のサンプルは山口県では 24 サンプルのうち 4 サンプルが陽性, 島根県では 39 サンプルのうち 1 サンプルが陽性, 鳥取県では 12 サンプルのうち 1 サンプルが陽性, 兵庫県では 14 サンプルのうち 6 サンプルが陽性であった。これらのうち, 検鏡で確認されたにもかかわらず LAMP 法が陰性となったサン

プルが、島根県で1サンプル確認された。

*K. mikimotoi*については、沖合調査のサンプルは山口県では12サンプルのうち2サンプルが陽性、島根県では8サンプルのすべてで陰性、鳥取県では20サンプルのうち1サンプルが陽性、兵庫県では36サンプルのうち19サンプルが陽性であった。沿岸調査のサンプルは山口県では24サンプルのうち8サンプルが陽性、島根県では39サンプルのうち1サンプルが陽性、鳥取県では12サンプルすべてで陰性、兵庫県では9サンプルのうち4サンプルが陽性であった。これらのうち、検鏡で確認されたにもかかわらずLAMP法が陰性となったサンプルが、鳥取県で1サンプル、兵庫県で1サンプル確認された。

1)-3. 定量PCR法による日本海西部海域における*K. mikimotoi*の広域分布実態の把握

定量PCRによる2025年7~9月の日本海西部沖合海域（山口県~兵庫県）における*K. mikimotoi*の分布を図3に示す。今年度は7月下旬に兵庫県沖合H1の表層とH3の20m層で*K. mikimotoi*が検出された後、9月上旬には山口県、鳥取県、兵庫県の複数定点の沖合表層で*K. mikimotoi*が0.1~0.9 cells/Lの範囲で検出された。さらに9月下旬に実施した兵庫県沖合調査でも0.1~1.1 cells/Lの低密度で検出された。調査期間中の沖合調査における最高細胞密度は8月山口県沖Y2表層での4.7 cells/Lであった。

一方、2025年4月以降に月1回の頻度で実施した境港周辺海域の調査では、7~9月のS6および6~11月のT7において*K. mikimotoi*が1 cell/L以上の細胞密度で検出され、各定点における最高細胞密度は7月S6(0m)での373 cells/Lおよび7月T7(0m)での48 cells/Lであった(図4)。柴山湾HS1での周年調査においても*K. mikimotoi*が6~8月に1.7~283 cells/Lの範囲で検出され、最も細胞密度が高かったのは7月であった(図5)。

濃縮検鏡では7月および10月のS6(B-1m)で*K. mikimotoi*が1~2 cells/Lで確認されたが、T7では調査期間中、本種の細胞を確認することはできなかった。一方、T7では10月を除く5~12月に*Chattonella*属が観察され、5月には0m層で517 cells/Lの比較的高密度で発生していた。S6でも7月に*Chattonella*属や*M. polykrikoides*が1 cell/mL以上の低密度で発生していたことが確認された。HS1では8月に*K. mikimotoi*が3 cells/L確認されたが、qPCRでの細胞密度が最も高かった7月には本種の細胞を確認できなかった。また、7月には*Chattonella*属、*M. polykrikoides*、*M. fulvescense*、*G. catenatum*などが低密度ながら混在して発生していた。これらの有害種についても有害赤潮のシードとして注意する必要がある。

調査期間中の(2025年4~12月)の栄養塩濃度は、S6ではDINが1.23~3.20 μM 、DIPが0.01~0.23 μM 、およびDSiが1.76~9.13 μM の範囲で変動した。N/P比は5.5~115で変動し、5~10月に高い傾向が認められた。T7ではDINが1.02~10.52 μM 、DIPが0.01~0.57 μM 、およびDSiが3.75~14.67 μM の範囲で変動した。N/P比は7.5~105で変動し、5~7月に高い傾向が認められた。HS1ではDINが0.69~5.94 μM 、DIPが0.01~0.21 μM 、およびDSiが3.77~9.55 μM の範囲で変動した。N/P比は28~160で変動し、周年高い傾向が認められた。調査した沿岸のすべてで夏季を中心にN/P比が高い傾向が認められたことは、栄養塩として無機態リンが不足している環境であることを示しており、これにより赤潮の発生が制御されているとともに、有機態リンを利用できる*K. mikimotoi*にとっては生残に有利な環境となっていた可能性がある。

今年度の調査から、ほぼ同時期に日本海西部の沿岸や沖合の広域で*K. mikimotoi*が出現していること、沿岸では7月に本種の細胞密度が増加することが確認された。これらの結果から、赤潮の移流により経時的に日本海西部から東部へ分布が広がっているというよりは、本種のシードポピュレーションが極低密度で沿岸から沖合に広く分布しており、本種の増殖に至適な環境となる7月に各海域で増殖しているという発生シナリオが考えられる。また、*K. mikimotoi*のシードポピュレーションは少なくとも5~12月の長期に沿岸の水中に存在している可能性があることがわかった。冬季の越冬生態を把握することが今後の課題の一つであり、沿岸の周年調査については1月以降の調査も継続している。また、調査結果から沿岸における春から初冬の出現動態が明らかになってきたが、

沖合での発生との関係を明らかにするためには沖合での春および初冬の動態を把握することも今後の課題であろう。

2) 衛星データや数値モデル等を用いた解析による発生シナリオと予察技術の検証および赤潮が発生した際の一連の対策方法（行動計画）の検討

本海域では、これまでに得られた成果から、*M. polykrikoides* が山陰沿岸域および隠岐諸島周辺海域で赤潮を形成するシナリオを策定し（図 6（左））、それをもとに、①長期予測（～1 ヶ月程度）：7 月以降の韓国沿岸域での *M. polykrikoides* の発生状況とその際の風向風速（特に南西寄りの風）の監視、②中期予察（～1 週間程度）：対馬暖流流路の検討、衛星画像によるクロロフィル高濃度域の時空間変動の監視と赤潮輸送シミュレーションによる赤潮の到達可能性の検討、③短期予察（～数日程度）：調査船等による現場調査（赤潮プランクトン細胞密度等）、衛星画像によるクロロフィル高濃度域の監視、山陰周辺海域の気象・海象条件の検討、という 3 段階の赤潮監視・予察（図 6（右））を行ってきた（宮原ら 2011）。また、韓国沿岸域と同様に対馬暖流の上流部にあたる九州北部沿岸域での有害赤潮発生状況等の監視も実施している。今年度も上記の手順に従って赤潮の監視・予察を行うとともに、発生シナリオの検証を行った。

2)-1. 対馬暖流上流部における有害赤潮の発生状況

2025 年は韓国南部沿岸域の広範囲で 8 月下旬から 9 月下旬に *M. polykrikoides* が確認された（図 7）。最高細胞密度は 9 月 1 日に慶尚南道で観測された 8,500 cells/ml で 2019 年以来 6 年ぶりの大規模赤潮となった。2025 年 9 月 29 日付の中央日報によると、赤潮・高水温・貧酸素水塊の同時発生によって養殖魚類に 56.6 億ウォン（約 6 億円）の被害が出たと報じられている。一方、九州北部海域の伊万里湾や唐津湾でも 6 月から 8 月にかけて有害種が高密度化し、最高細胞密度は *Chattonella* 属が唐津湾南部で 1,440 cells/ml、*K. mikimotoi* は伊万里湾南部で 7 月 16 日に 17,800 cells/ml、*M. polykrikoides* は伊万里湾北東部で 8 月 12 日に 640 cells/ml だった。

2)-2. 対馬海峡における風向風速

8 月から 9 月にかけての対馬海峡における海上風ベクトルの時系列を図 8 に示す。8 月下旬は太平洋高気圧の覆われていた影響で西～南西風が数日間連吹しており、この間に韓国沿岸域で出現していた *M. polykrikoides* が沖合へ輸送された可能性がある。一方、9 月に入ると秋雨前線が南下し北東風の頻度増加していた。

2)-3. 対馬暖流流路の検討

対馬暖流の沖合分枝の流路の目安として 50 m 深の水温フロントを確認した（図 9）。9 月上旬の 50 m 深水温分布によると、隠岐諸島の東側では冷水の張り出しによって水温フロントが山陰沿岸に近い位置に確認され、対馬暖流の沖合分枝の流路は隠岐諸島の東側では接岸傾向だったと推察された。

2)-4. 衛星クロロフィル画像

日本海西部海域の衛星クロロフィル画像を確認したところ、9 月上旬から中旬にかけて韓国南東岸から日本海にかけてクロロフィル濃度の高い水塊が帯状に分布していた（図 10）。この帯状の分布は対馬暖流による移流の影響を示唆するが、*M. polykrikoides* が高密度化していない海域でも広くクロロフィル濃度が高いことから、水塊の多くは *M. polykrikoides* ではない無害種で形成されていた

と考えられる。

2)-5. 赤潮輸送シミュレーション

2025 年 9 月に韓国沿岸域で *M. polykrikoides* の赤潮輸送シミュレーション実施の基準としている 5,000 cells/ml を超えたため、9 月 8 日と 16 日の 2 回 FRA-ROMS II の流動場（予測値）を用いた赤潮輸送シミュレーションを実施した。9 月下旬の赤潮到達リスクを計算したところ、隠岐諸島へ低密度で到達の可能性があるという結果となり、速やかに関係者に情報提供した（図 11）。

M. polykrikoides 赤潮が山陰沿岸域や隠岐諸島周辺海域で出現する条件として、①韓国沿岸域で大規模な赤潮が発生すること、②南西風により韓国沿岸域から *M. polykrikoides* の赤潮水塊が沖合域へ輸送されること、③対馬暖流沖合分枝が接岸傾向であること、この 3 つの条件が全て揃う必要があることが示されている（Onitsuka et al. 2010）。今年度は条件②は期間が限定的だったものの①③は満たしており、一時的に 3 つの条件が揃っていた。結果的に山陰沿岸域や隠岐諸島周辺海域に高密度で出現しなかったが、*M. polykrikoides* が韓国南部沿岸域から隠岐諸島や山陰沿岸域へ輸送される可能性がある海況だったと考えられた。各県のモニタリング結果では *M. polykrikoides* が低密度で散発的に確認されており、赤潮輸送シミュレーション結果やこれまでの発生シナリオと矛盾しない結果となった。

2)-6. 赤潮が発生した際の一連の対策方法（行動計画）の検討

検討項目を整理し、段階的に検討を行うためのロードマップ（表 2，図 12）を踏まえ、共同提案各機関が有する赤潮被害防止について定めた事務規定（兵庫県：兵庫県赤潮被害防止対策事務取扱要領，鳥取県：有害赤潮プランクトン被害防止対策マニュアル，島根県：有害赤潮プランクトンによる漁業被害の防止に関する対応マニュアル，山口県：山口県赤潮被害に係る事務手続き）に定める各機関の赤潮プランクトンの検出から漁業被害の防止に向けた情報伝達の流れを可視化するため、各機関の赤潮対策実施状況としてフロチャート（図 13，14，15，16）を作成し、共同提案機関内で共有することで現状把握を行うとともに、他海域で活用されている漁業被害軽減対策技術に関する情報収集を行った。また、日本海西部海域で発生する赤潮が地域の漁業，養殖業に及ぼす影響の程度を踏まえながら対策方法（行動計画）の検討として、赤潮発生シナリオと予察技術が一体となったフローチャートの改良や他海域の漁業被害軽減対策技術の日本海西部海域での導入の検討など、今後の方向性を共有した。今後このロードマップと改良の方向性に沿って対策方法（行動計画）の検討を進めていく予定である。

引用文献

- 宮原一隆，鬼塚剛，渡辺秀洋，野々村卓美，勢村均，堀玲子，西川哲也，宮地邦明，山口峰生. 日本海における *Margalefidinium polykrikoides* 赤潮. 日本水産学会誌 2011; 77: 440.
- 鬼塚剛，清川智之，鈴木雅巳，福本一彦，柿並宏明，坂本節子. 日本海西部海域. 養殖ビジネス 2022; 59: 28-32.
- Onitsuka G, Miyahara K, Hirose N, Watanabe S, Semura H, Hori R, Nishikawa T, Miyaji K, Yamaguchi M. Large-scale transport of *Margalefidinium polykrikoides* blooms by the Tsushima Warm Current in the southwest Sea of Japan. Harmful Algae 2010; 9: 390-397.
- Yarimizu K, Sildever S, Hamamoto Y, Tazawa S, Oikawa H, Yamaguchi H, Basti L, Mardones JJ, Paredes-Mella J, Nagai S. Development of an absolute quantification method for ribosomal RNA gene copy numbers per eukaryotic single cell by digital PCR. Harmful Algae 2021; 103: 102008.

表 1-1 *M. polykrikoides* および *K. mikimotoi* の検鏡結果と LAMP 法による検出結果（沖合調査）

山口県

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
8月8日	Y1 (0m)	ND	－	ND	－	29.0	32.98	－	定期
	Y1 (20m)	ND	+	ND	－	27.9	33.28	－	
	Y2 (0m)	ND	+	0.002	+	28.9	32.61	－	
	Y2 (20m)	ND	－	ND	+	28.7	32.93	－	
	Y3 (0m)	ND	－	ND	－	26.6	33.01	－	
9月3日	Y3 (20m)	ND	－	ND	－	25.5	33.02	－	定期
	Y1 (0m)	ND	－	ND	－	29.0	31.98	－	
	Y1 (20m)	ND	－	ND	－	29.1	32.63	－	
	Y2 (0m)	ND	－	ND	－	28.6	32.13	－	
	Y2 (20m)	ND	－	ND	－	29.0	32.20	－	
	Y3 (0m)	0.003	+	ND	－	29.1	32.18	－	
	Y3 (20m)	ND	－	ND	－	26.9	32.44	－	

島根県

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
7月29日	SA (0m)	ND	－	ND	－	29.0	32.0	－	定期
	SA (20m)	ND	－	ND	－	23.3	32.7	－	
	SB (0m)	ND	－	ND	－	27.9	32.8	－	
	SB (20m)	ND	－	ND	－	24.3	32.8	－	
8月25日	SA (0m)	ND	－	ND	－	29.3	32.1	－	定期
	SA (20m)	ND	－	ND	－	26.5	32.9	－	
	SB (0m)	ND	－	ND	－	29.4	32.4	－	
	SB (20m)	ND	－	ND	－	27.2	32.9	－	

鳥取県

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
7月29日	T2 (1m)	ND	－	ND	－	29.6	33.01	－	定期
	T2 (20m)	ND	－	ND	－	22.0	33.49	－	
	T3 (1m)	ND	－	ND	－	27.8	33.04	－	
	T3 (20m)	ND	－	ND	－	23.7	33.43	－	
7月28日	T4 (1m)	ND	－	ND	－	29.1	28.92	－	
	T4 (20m)	ND	－	ND	－	18.1	33.67	－	
7月29日	T5 (1m)	ND	－	ND	－	27.1	32.93	－	
	T5 (20m)	ND	－	ND	－	23.0	33.15	－	
7月28日	T6 (1m)	ND	+	ND	－	29.8	32.76	－	
	T6 (20m)	ND	－	ND	－	19.8	33.50	－	
9月4日	T2 (1m)	ND	－	ND	+	28.9	32.09	－	
	T2 (20m)	ND	－	ND	－	25.8	32.06	－	
9月3日	T3 (1m)	ND	－	ND	－	29.0	32.24	－	定期
	T3 (20m)	ND	－	ND	－	23.7	33.27	－	
9月2日	T4 (1m)	ND	－	ND	－	27.4	31.72	－	
	T4 (20m)	ND	－	ND	－	22.2	33.30	－	
	T5 (1m)	ND	－	ND	－	28.3	32.84	－	
	T5 (20m)	ND	－	ND	－	25.4	33.74	－	
	T6 (1m)	ND	－	ND	－	29.3	32.20	－	
	T6 (20m)	ND	－	ND	－	28.8	32.42	－	

兵庫県

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
7月23日	H1 (0m)	0.007	－	ND	+	28.2	32.67	－	定期
	H1 (10m)	ND	－	ND	+	26.0	32.71	－	
	H2 (0m)	0.001	－	ND	+	27.5	32.66	－	
	H2 (10m)	ND	－	ND	+	25.3	32.72	－	
	H3 (0m)	0.002	－	ND	+	27.5	32.71	－	
	H3 (10m)	ND	－	ND	－	25.2	32.87	－	
	H4 (0m)	ND	－	ND	－	27.7	32.78	－	
	H4 (10m)	ND	－	ND	+	23.0	33.33	－	
	H5 (0m)	0.001	+	ND	－	27.8	32.84	－	
	H5 (10m)	ND	－	ND	+	26.1	32.88	－	
	H6 (0m)	ND	－	ND	+	27.2	32.99	－	
	H6 (10m)	ND	－	ND	－	25.4	33.76	－	
9月2日	H1 (0m)	ND	－	ND	－	30.0	32.16	－	定期
	H1 (10m)	ND	－	ND	－	30.0	32.16	－	
	H2 (0m)	ND	－	ND	－	29.4	32.32	－	
	H2 (10m)	ND	－	ND	－	29.5	32.33	－	
	H3 (0m)	ND	－	ND	－	29.0	32.17	－	
	H3 (10m)	ND	－	ND	－	29.2	32.18	－	
	H4 (0m)	ND	－	ND	－	28.7	32.00	－	
	H4 (10m)	ND	－	ND	－	28.8	32.00	－	
	H5 (0m)	ND	－	ND	+	29.4	32.62	－	
	H5 (10m)	ND	－	ND	－	29.6	32.63	－	
	H6 (0m)	ND	+	ND	+	29.3	32.77	－	
	H6 (10m)	ND	－	ND	－	29.4	32.84	－	
9月26日	H1 (0m)	ND	－	ND	+	26.3	32.61	－	臨時
	H1 (10m)	ND	－	ND	+	26.8	32.63	－	
	H2 (0m)	ND	－	ND	－	25.2	32.66	－	
	H2 (10m)	ND	－	ND	+	25.7	32.69	－	
	H3 (0m)	ND	－	ND	+	25.3	32.84	－	
	H3 (10m)	ND	－	ND	+	25.6	32.95	－	
	H4 (0m)	ND	－	ND	+	25.9	32.45	－	
	H4 (10m)	ND	－	ND	－	26.1	32.45	－	
	H5 (0m)	ND	－	ND	+	25.9	32.40	－	
	H5 (10m)	ND	－	ND	－	26.1	32.41	－	
	H6 (0m)	ND	－	ND	+	26.2	32.51	－	
	H6 (10m)	ND	－	ND	+	26.5	32.51	－	

表 1-2 *M. polykrikoides* および *K. mikimotoi* の検鏡結果と LAMP 法による検出結果（沿岸調査）

山口県

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
7月8日	Y4 (0m)	ND	+	ND	+	27.9	32.64	—	定期
	Y4 (底層)	ND	—	ND	+	27.8	32.63	—	
	Y5 (0m)	ND	+	ND	+	27.6	32.33	—	
	Y5 (底層)	ND	+	ND	+	27.2	32.55	—	
	Y6 (0m)	ND	—	ND	—	29.5	32.25	—	
	Y6 (底層)	ND	—	ND	+	27.3	32.49	—	
	Y7 (0m)	ND	—	0.001	+	28.7	32.43	—	
8月6日	Y4 (底層)	ND	—	0.001	+	28.7	32.37	—	定期
	Y4 (0m)	ND	—	ND	+	28.1	33.40	—	
	Y4 (底層)	ND	—	ND	—	28.3	33.40	—	
	Y5 (0m)	ND	—	ND	—	27.9	33.52	—	
	Y5 (底層)	ND	—	ND	—	27.4	33.52	—	
	Y6 (0m)	ND	—	ND	—	27.7	33.13	—	
	Y6 (底層)	ND	—	ND	—	27.4	33.14	—	
9月3日	Y7 (0m)	ND	—	ND	—	28.4	33.15	—	定期
	Y7 (底層)	ND	—	ND	—	27.9	33.28	—	
	Y4 (0m)	ND	—	ND	—	30.2	32.53	—	
	Y4 (底層)	ND	—	ND	—	29.9	32.46	—	
	Y5 (0m)	ND	+	ND	—	31.7	31.85	—	
	Y5 (底層)	ND	—	ND	—	30.5	32.21	—	
	Y6 (0m)	ND	—	ND	—	30.2	31.93	—	
9月3日	Y6 (底層)	ND	—	ND	—	30.8	31.96	—	定期
	Y7 (0m)	ND	—	ND	—	30.8	31.55	—	
	Y7 (底層)	ND	—	ND	—	30.6	31.95	—	

島根県

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
7月9日	S1 (0m)	ND	—	ND	—	26.3	32.6	—	定期
	S1 (5m)	ND	—	ND	—	26.0	32.5	—	
	S1 (9m)	ND	—	ND	—	25.8	32.5	—	
	S2 (0m)	ND	+	ND	—	28.2	31.2	—	
	S2 (5m)	ND	—	ND	—	25.8	32.0	—	
	S3 (0m)	ND	—	ND	—	27.0	31.7	—	
	S3 (2m)	ND	—	ND	—	26.6	31.8	—	
7月10日	S4 (0m)	ND	—	ND	—	28.5	32.4	—	定期
	S4 (9m)	ND	—	ND	—	26.2	32.5	—	
	S5 (0m)	ND	—	ND	—	28.2	32.5	—	
	S5 (2m)	ND	—	ND	—	27.1	32.6	—	
	S6 (0m)	0.01	—	ND	+	28.6	31.9	—	
	S6 (5m)	ND	—	ND	—	27.3	32.1	—	
	S6 (9m)	ND	—	ND	—	28.5	32.7	—	
7月9日	S1 (5m)	ND	—	ND	—	27.9	32.5	—	定期
	S1 (9m)	ND	—	ND	—	27.3	32.5	—	
	S2 (0m)	ND	—	ND	—	27.7	27.6	—	
	S2 (5m)	ND	—	ND	—	27.7	32.1	—	
	S3 (0m)	ND	—	ND	—	28.0	31.2	—	
	S3 (2m)	ND	—	ND	—	28.0	31.2	—	
	S4 (0m)	ND	—	ND	—	28.2	33.2	—	
8月6日	S4 (9m)	ND	—	ND	—	27.7	33.2	—	定期
	S5 (0m)	ND	—	ND	—	28.3	33.4	—	
	S5 (2m)	ND	—	ND	—	28.0	33.4	—	
	S6 (0m)	ND	—	ND	—	28.3	32.5	—	
	S6 (5m)	ND	—	ND	—	28.1	32.5	—	
	S1 (0m)	ND	—	ND	—	29.4	31.6	—	
	S1 (5m)	ND	—	ND	—	29.3	32.0	—	
9月3日	S1 (9m)	ND	—	ND	—	29.3	32.0	—	定期
	S2 (0m)	ND	—	ND	—	29.5	29.7	—	
	S2 (5m)	ND	—	ND	—	30.3	31.5	—	
	S3 (0m)	ND	—	ND	—	30.2	30.9	—	
	S3 (2m)	ND	—	ND	—	30.2	30.8	—	
	S4 (0m)	ND	—	ND	—	30.5	31.9	—	
	S4 (9m)	ND	—	ND	—	30.1	32.1	—	
9月3日	S5 (0m)	ND	—	ND	—	30.4	32.0	—	定期
	S5 (2m)	ND	—	ND	—	30.3	31.9	—	
	S6 (0m)	ND	—	ND	—	30.5	31.4	—	
	S6 (5m)	ND	—	ND	—	30.2	31.6	—	

鳥取県

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
7月9日	T7 (0m)	ND	—	ND	—	27.4	31.40	—	臨時
7月1日	T8 (0m)	ND	—	ND	—	24.7	—	—	定期
	T11 (1m)	ND	—	ND	—	26.5	33.31	—	
	T11 (10m)	ND	—	ND	—	23.3	33.79	—	
7月31日	T7 (0m)	ND	—	ND	—	30.0	32.20	—	定期
8月1日	T8 (0m)	ND	+	ND	—	28.7	—	—	
	T11 (1m)	ND	—	ND	—	28.0	32.84	—	
8月28日	T11 (10m)	ND	—	ND	—	25.1	33.17	—	定期
	T7 (0m)	ND	—	ND	—	29.9	31.50	—	
	T8 (0m)	ND	—	ND	—	29.4	—	—	
9月1日	T11 (1m)	ND	—	ND	—	29.9	32.17	—	定期
	T11 (10m)	ND	—	ND	—	29.8	32.19	—	
9月29日	T7 (0m)	ND	—	0.003	—	26.5	31.40	—	

兵庫県①（4/8～7/1）

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
4月8日	HS1 (0m)	ND	—	ND	+	12.9	34.15	—	定期
	HS1-2 (0m)	ND	—	ND	—	13.5	34.27	—	
	HS1-3 (0m)	ND	—	ND	—	13.7	—	—	
	HS1-4 (0m)	ND	—	ND	—	13.6	34.09	—	
4月30日	HS1 (0m)	ND	—	ND	—	17.1	34.14	—	定期
	HS1-2 (0m)	ND	—	ND	—	15.6	34.12	—	
	HS1-3 (0m)	ND	—	ND	—	16.1	33.86	—	
	HS1-4 (0m)	ND	—	ND	—	15.8	34.15	—	
6月3日	HS1 (0m)	ND	—	ND	+	18.7	33.92	—	定期
	HS1-2 (0m)	ND	—	ND	—	18.9	33.81	—	
	HS1-3 (0m)	ND	—	ND	—	18.5	33.89	—	
	HS1-4 (0m)	ND	—	ND	—	18.6	33.79	—	
7月1日	HS1 (0m)	0.543	+	0.030	—	26.4	33.28	—	定期
	HS1-2 (0m)	0.661	—	ND	—	26.1	33.38	—	
	HS1-3 (0m)	2.600	—	ND	—	27.3	33.20	—	
	HS1-4 (0m)	0.703	—	ND	—	27.6	33.31	—	

兵庫県②（7/3～7/25）

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
7月3日	HR1 (0m)	ND	—	0.44	—	29.8	32.05	—	定期
7月4日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	28.8	33.08	—	
	HR2 (0m)	ND	—	ND	—	29.9	33.10	—	
7月7日	HR1 (0m)	ND	—	5.57	—	28.5	33.11	—	定期
	HR2 (0m)	ND	—	0.160	—	27.5	33.10	—	
	HR3 (0m)	ND	—	0.020	—	27.3	33.02	—	
	HR4 (0m)	0.013	—	0.047	—	27.4	32.97	—	
	HR5 (0m)	ND	—	ND	—	26.6	33.06	—	
	HR6 (0m)	ND	—	0.267	—	27.3	32.04	—	
7月8日	HS1 (0m)	0.173	—	0.093	—	27.5	33.16	—	定期
	HR1 (0m)	ND	—	2.40	—	28.1	32.47	—	
	HR7 (0m)	0.013	—	0.047	—	28.5	32.89	—	
	HR8 (0m)	ND	—	ND	—	29.9	32.99	—	
7月9日	HR1 (0m)	ND	—	0.073	—	29.8	31.72	—	臨時
7月11日	HR1 (0m)	0.060	—	0.283	—	27.4	32.74	—	
7月14日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	26.4	32.70	—	
	HR2 (0m)	0.100	—	0.040	—	26.5	32.67	—	定期
	HR3 (0m)	ND	—	1.240	—	27.0	32.43	—	
	HR4 (0m)	ND	—	0.020	—	26.9	32.30	—	
	HR5 (0m)	ND	—	0.007	—	26.2	32.59	—	
	HR6 (0m)	ND	—	ND	—	26.1	32.55	—	
7月15日	HS1 (0m)	0.500	—	0.120	—	26.7	32.40	—	定期
	HR1 (0m)	ND	—	0.007	—	28.1	32.32	—	
	HR7 (0m)	ND	—	ND	—	26.4	32.44	—	
	HR8 (0m)	ND	—	ND	—	27.8	27.54	—	
7月23日	HR1 (0m)	0.440	+	0.007	—	30.0	32.32	—	定期
7月24日	HR1 (0m)	0.060	+	0.013	—	30.0	32.46	—	
7月25日	HR1 (0m)	0.087	+	ND	—	29.0	32.68	—	

兵庫県③（7/29～9/26）

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
7月29日	HS1 (0m)	ND	—	ND	+	29.5	32.88	—	定期
	HS1-2 (0m)	ND	—	ND	—	30.0	32.83	—	
	HS1-3 (0m)	ND	—	ND	—	29.9	32.78	—	
	HS1-4 (0m)	ND	—	ND	—	29.9	32.81	—	
7月29日	HR1 (0m)	0.180	+	0.020	—	30.2	32.55	—	臨時
7月30日	HR1 (0m)	0.073	+	ND	—	29.5	32.27	—	
8月1日	HR1 (0m)	0.013	—	ND	—	29.8	32.39	—	
8月4日	HR1 (0m)	0.053	—	ND	—	29.4	32.99	—	
8月5日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	30.3	32.71	—	定期
8月13日	HR1 (0m)	0.080	—	0.007	—	28.6	31.20	—	
8月20日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	30.3	32.56	—	
8月26日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	31.1	—	—	
9月2日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	31.5	32.37	—	臨時
9月9日	HS1 (0m)	ND	—	ND	—	29.5	32.11	—	
	HS1-2 (0m)	ND	—	ND	—	30.0	32.12	—	
	HS1-3 (0m)	ND	—	ND	—	30.2	32.15	—	
	HS1-4 (0m)	ND	—	ND	—	30.2	32.15	—	
9月9日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	30.1	32.02	—	定期
9月16日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	29.6	32.14	—	
9月22日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	26.8	32.07	—	
9月26日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	27.6	32.51	—	

兵庫県④ (9/30～12/8)

月日	調査点 (水深)	<i>M. polykrikoides</i> (cells/ml)	LAMP	<i>K. mikimotoi</i> (cells/ml)	LAMP	水温 (℃)	塩分	Chl-a (μg/L)	備 考
9月30日	HS1 (0m)	ND	—	ND	+	26.0	32.72	—	定期
	HS1-2 (0m)	ND	—	ND	—	26.2	32.71	—	
	HS1-3 (0m)	ND	—	ND	—	26.4	32.66	—	
	HS1-4 (0m)	ND	—	ND	—	26.5	32.72	—	
9月30日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	26.1	32.53	—	臨時
10月6日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	25.4	31.81	—	
10月14日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	24.6	32.80	—	
10月23日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	20.9	31.83	—	
10月30日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	19.6	32.66	—	定期
11月4日	HS1 (0m)	ND	—	ND	—	18.1	32.56	—	
	HS1-2 (0m)	ND	—	ND	—	19.0	32.78	—	
	HS1-3 (0m)	ND	—	ND	—	18.7	31.84	—	
	HS1-4 (0m)	ND	—	ND	—	18.3	32.81	—	
11月4日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	19.3	32.93	—	臨時
11月11日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	19.4	33.35	—	
11月21日	HR1 (0m)	ND	—	ND	—	18.5	33.37	—	
12月8日	HS1 (0m)	ND	—	ND	—	15.4	33.12	—	

表2 行動計画検討のロードマップにおける検討項目

年度	項目
令和5年度	☐ 行動計画検討のロードマップ作成 ・各県の赤潮が発生した際の一連の対策（行動計画）の現状整理 ・赤潮情報収集方法の確認と整理
令和6年度	☐ 斃死密度の情報収集 ☐ 赤潮発生段階の整理：いつ（発生時期）、どこで（海域）、何が（種）、どれくらい（密度、規模） ☐ 他海域で活用されている漁業被害軽減対策技術に関する情報収集
令和7年度	☐ 斃死密度の情報収集 ☐ 赤潮発生段階の整理：いつ（発生時期）、どこで（海域）、何が（種）、どれくらい（密度、規模） ☐ 他海域で活用されている漁業被害軽減対策技術に関する情報収集
令和8年度	☐ 他海域で活用されている漁業被害軽減対策技術に関する情報収集 ☐ 発生段階に応じた技術導入の可能性の検討： いつ（発生段階ごとに）、どこで、だれが（行動する主体）、どうする（対策・対応）
令和9年度	☐ 他海域で活用されている漁業被害軽減対策技術に関する情報収集 ☐ 発生段階に応じた技術導入の可能性の検討： いつ（発生段階ごとに）、どこで、だれが（行動する主体）、どうする（対策・対応）

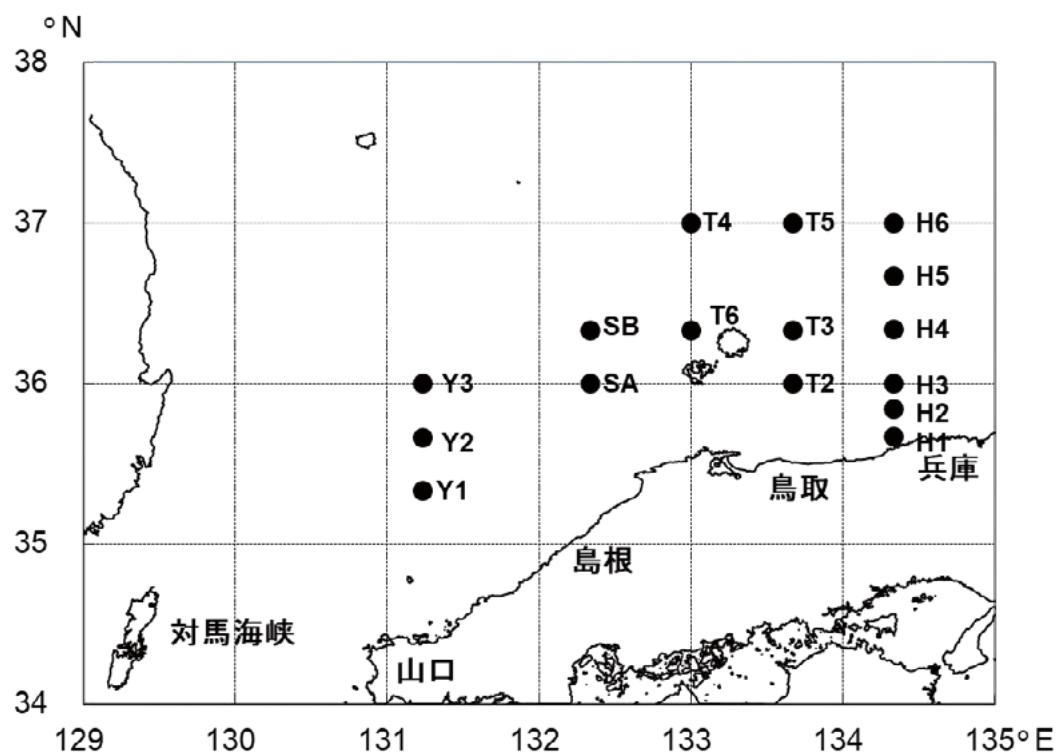


図 1-1 日本海西部海域における沖合調査定点位置図

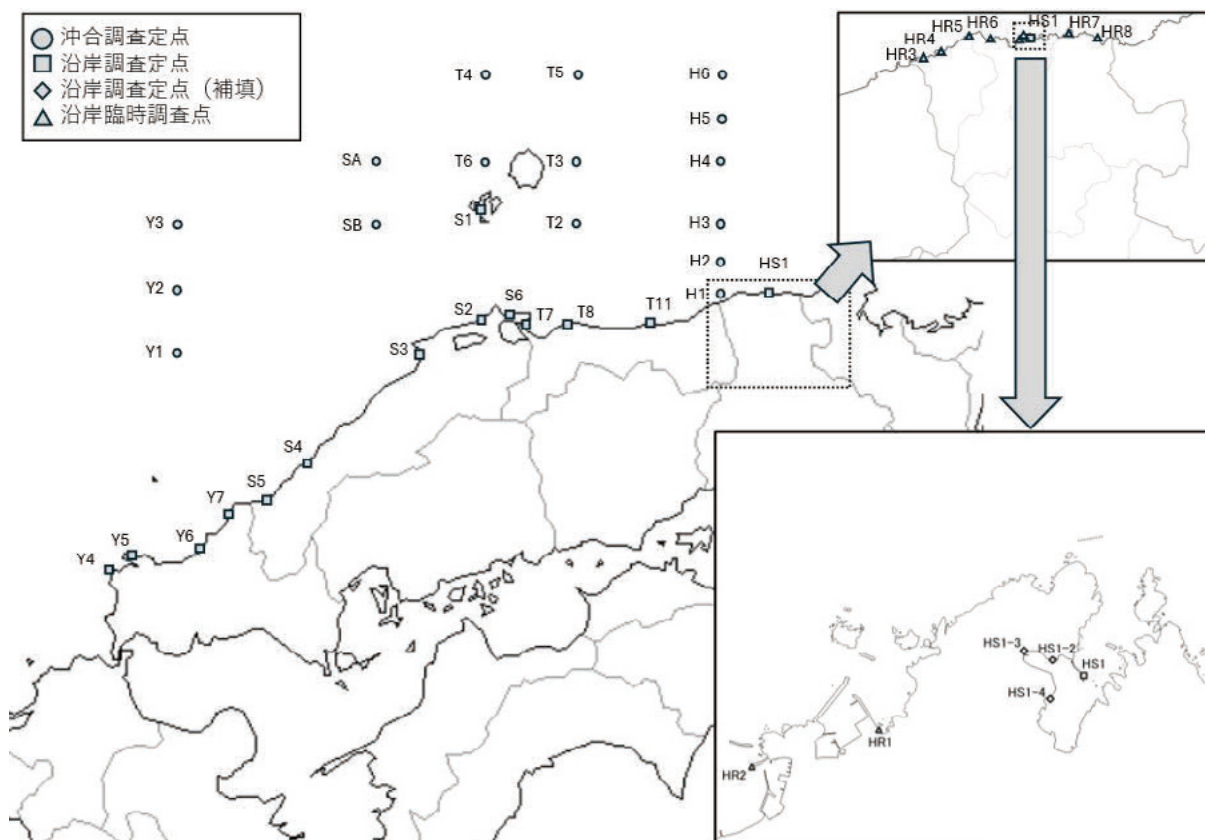


図 1-2 日本海西部海域における沿岸調査定点位置図（兵庫県の臨時調査の箇所を含む）

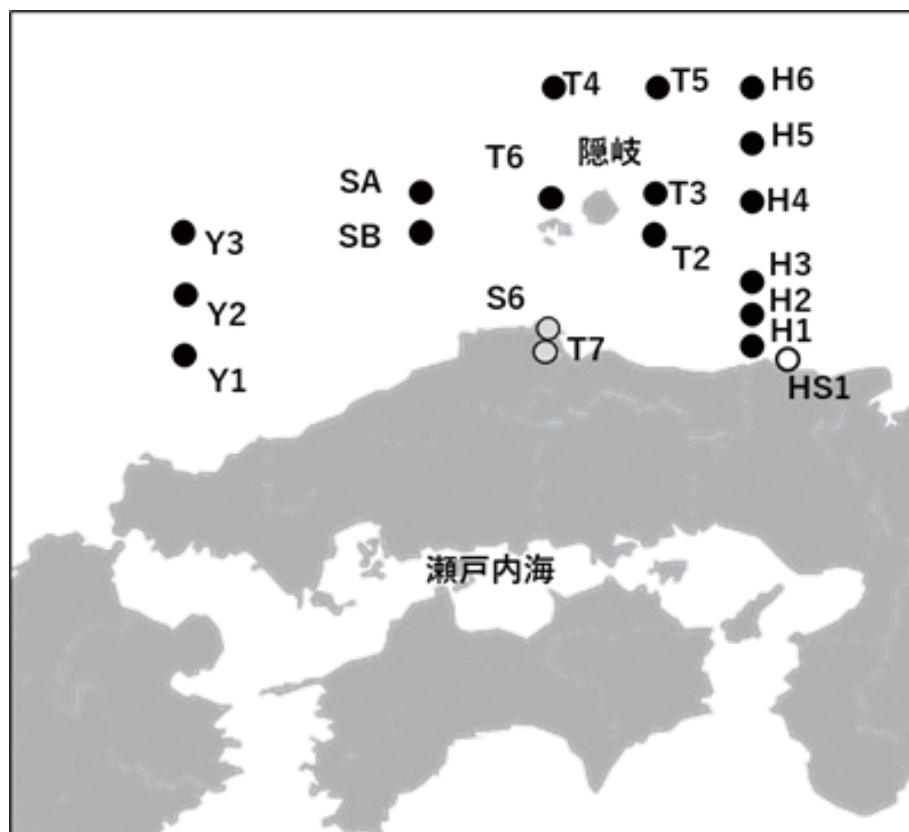


図2 定量PCRによる *K. mikimotoi* の広域分布調査定点

● 沖合調査 (7～9 月), ○ 境港周辺周年調査 (4～12 月), ○ 柴山湾周年調査 (6～12 月)

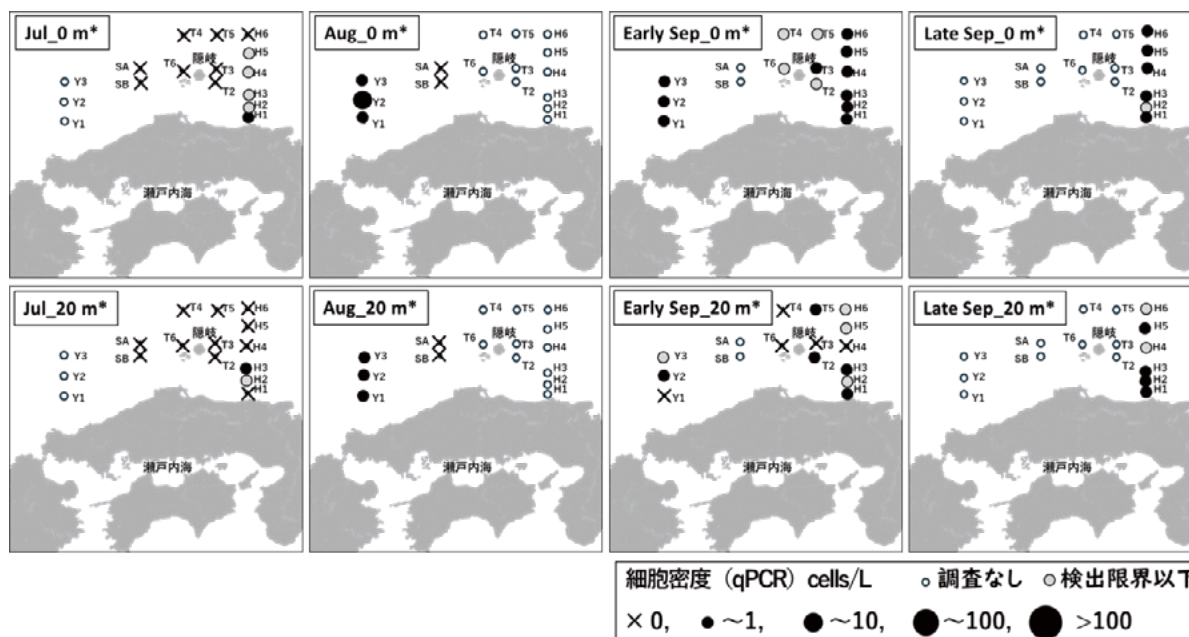


図3 2025 年 7～9 月の日本海西部海域 (山口県～兵庫県沖合, 0 m = 0～1 m, および 20 m (兵庫県 H1～6 は 10 m) における *K. mikimotoi* の分布 (検出は定量 PCR による)

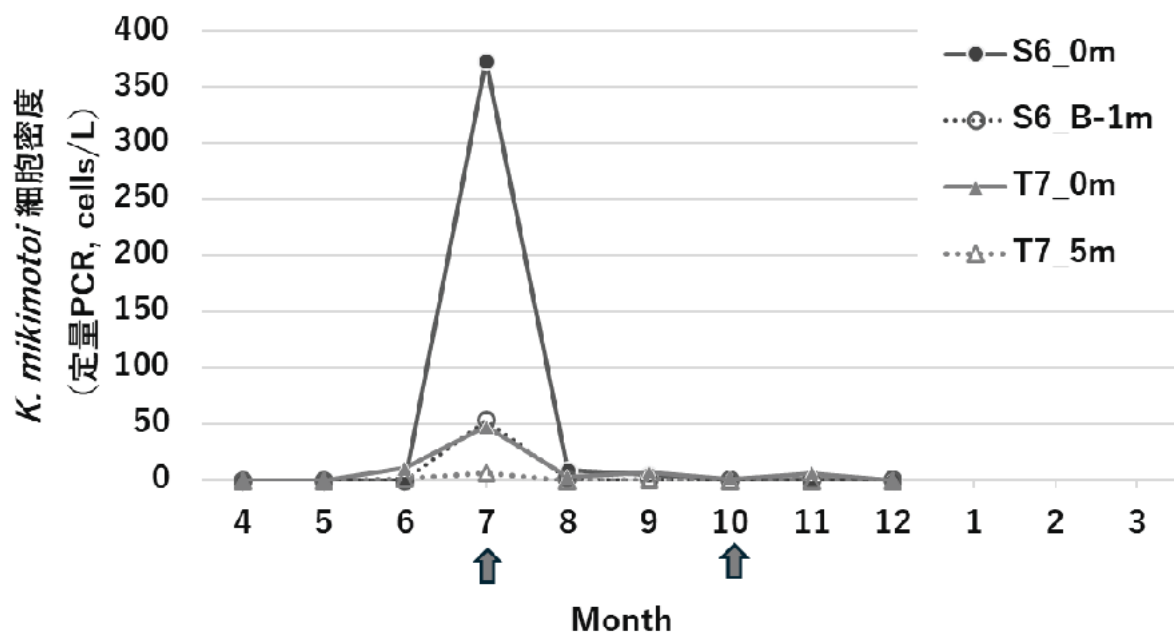


図4 2025年4～12月の境港周辺海域（S6およびT7）における *K. mikimotoi* の出現動態（検出は定量PCRによる）
 矢印（↑）は検鏡で本種の細胞を確認した調査月を示す

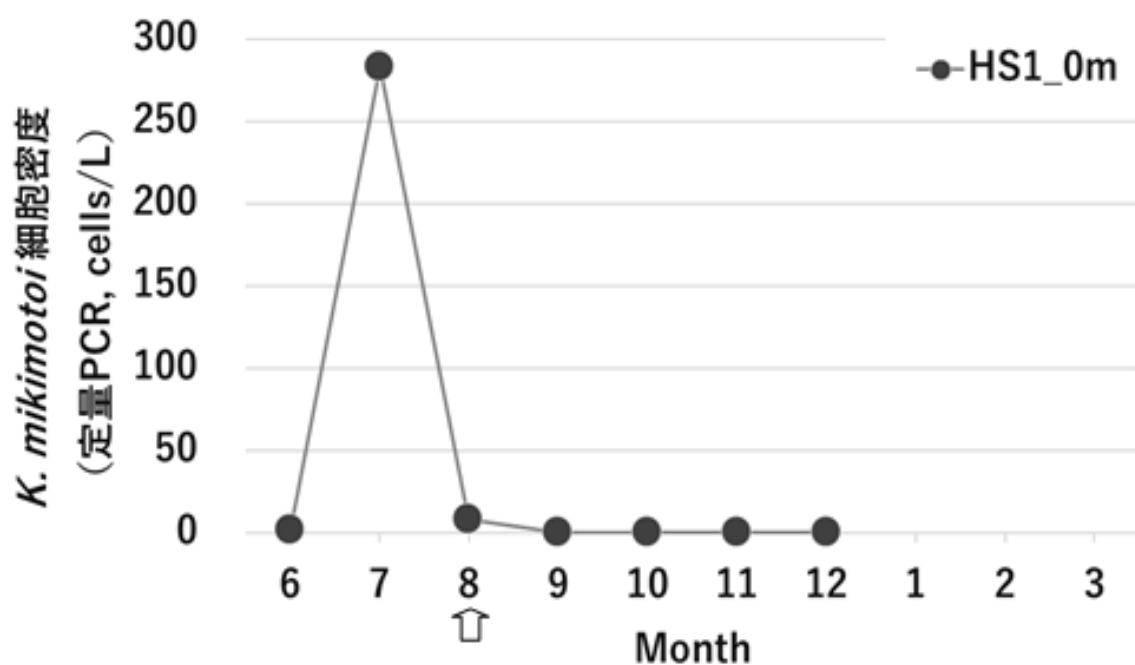


図5 2025年6～12月の柴山湾における *K. mikimotoi* の出現動態（検出は定量PCRによる）
 矢印（↑）は検鏡で本種の細胞を確認した調査月を示す

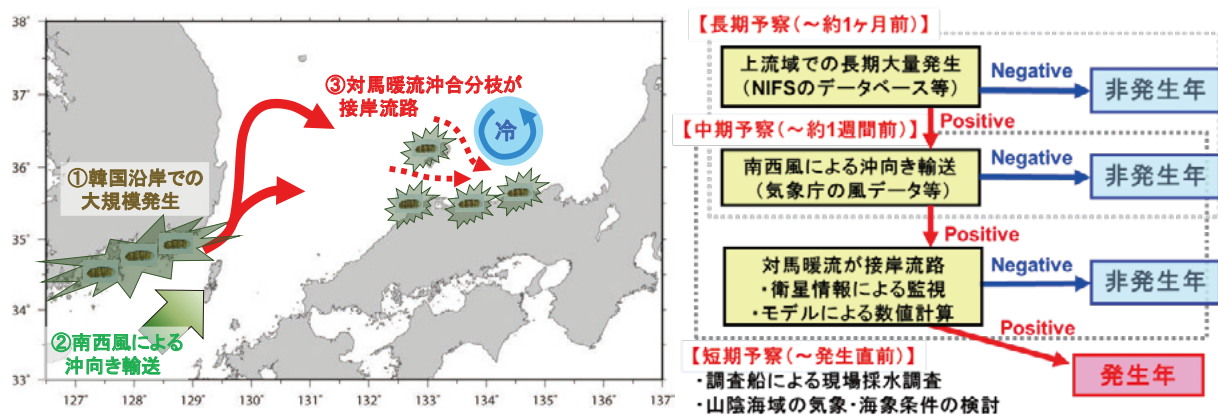


図6 山陰沿岸での *M. polykrikoides* 赤潮発生シナリオ (左) と予察フロー図 (右)

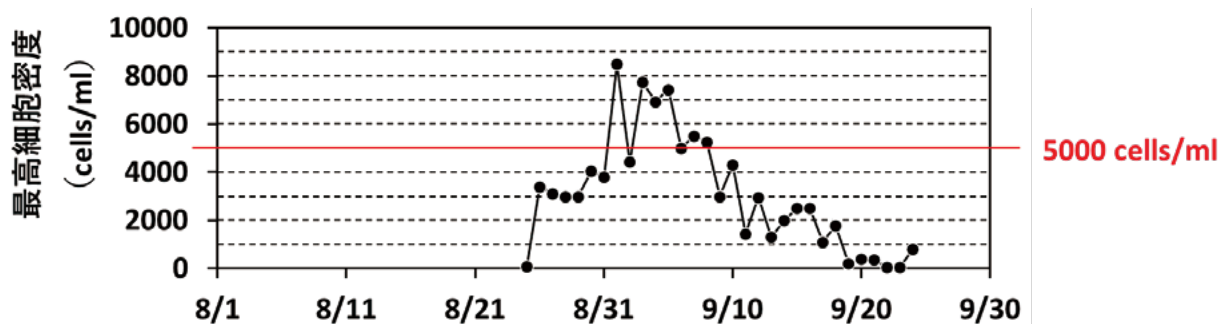


図7 韓国沿岸域における *M. polykrikoides* 細胞密度の推移

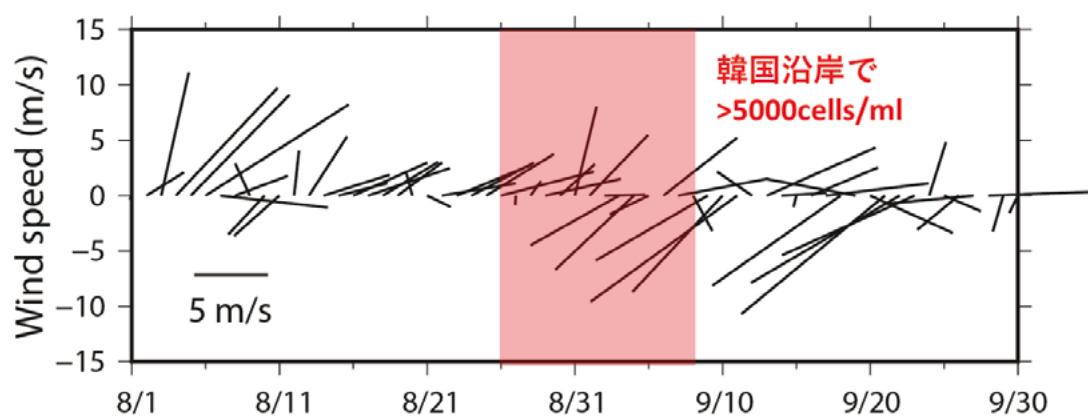


図8 対馬海峡部 (34.4°N, 128.5°E) における日平均海上風ベクトル (気象庁メソ数値予報モデル GPM-MSM)

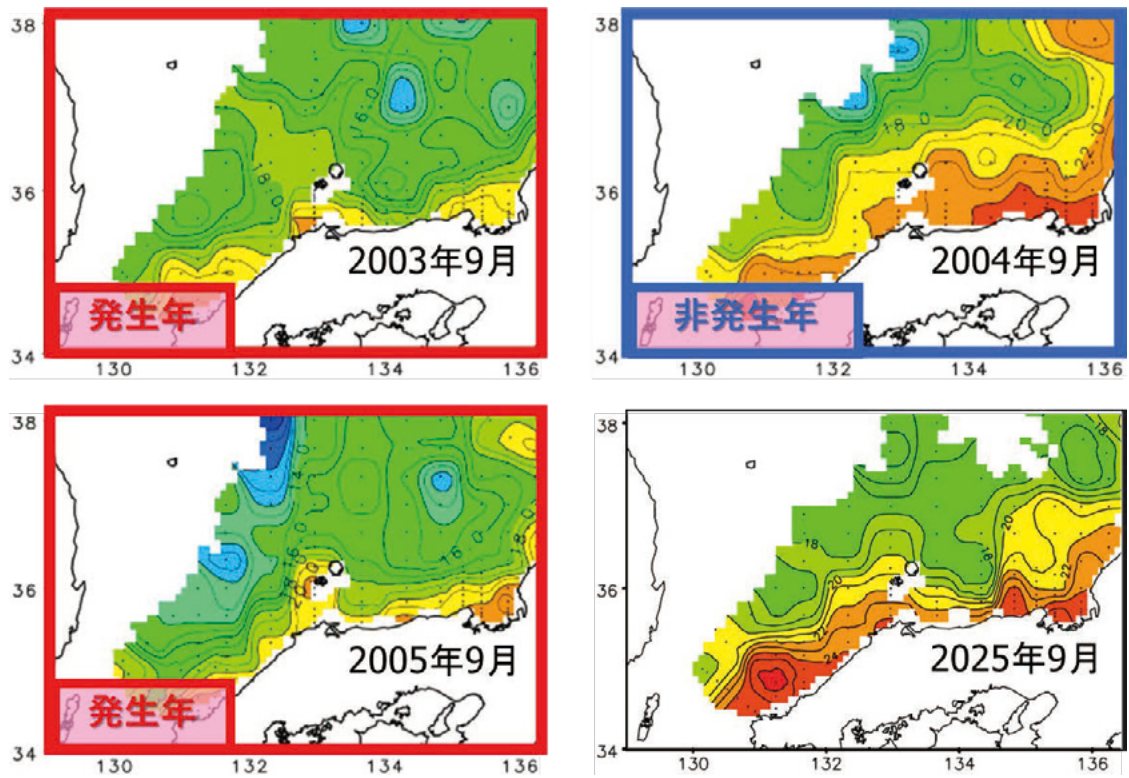


図9 2003～2005 年9月上旬および2025 年9月上旬の日本海南西部水温分布図（50 m 深）
水産研究・教育機構が発行している日本海漁場海況速報を基に一部改変

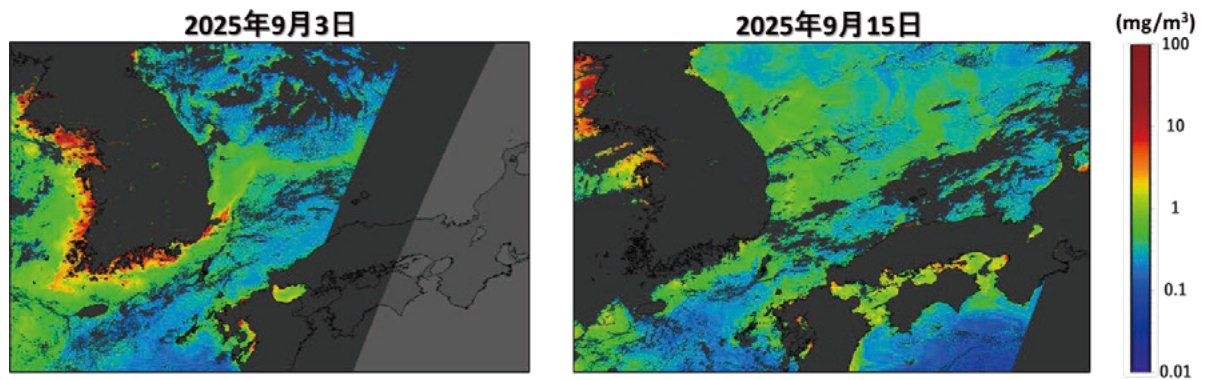


図10 2025 年9月3日と9月15日に観測された GCOM-C/SGLI の衛星クロロフィル画像（宇宙航空研究開発機構（JAXA）提供）

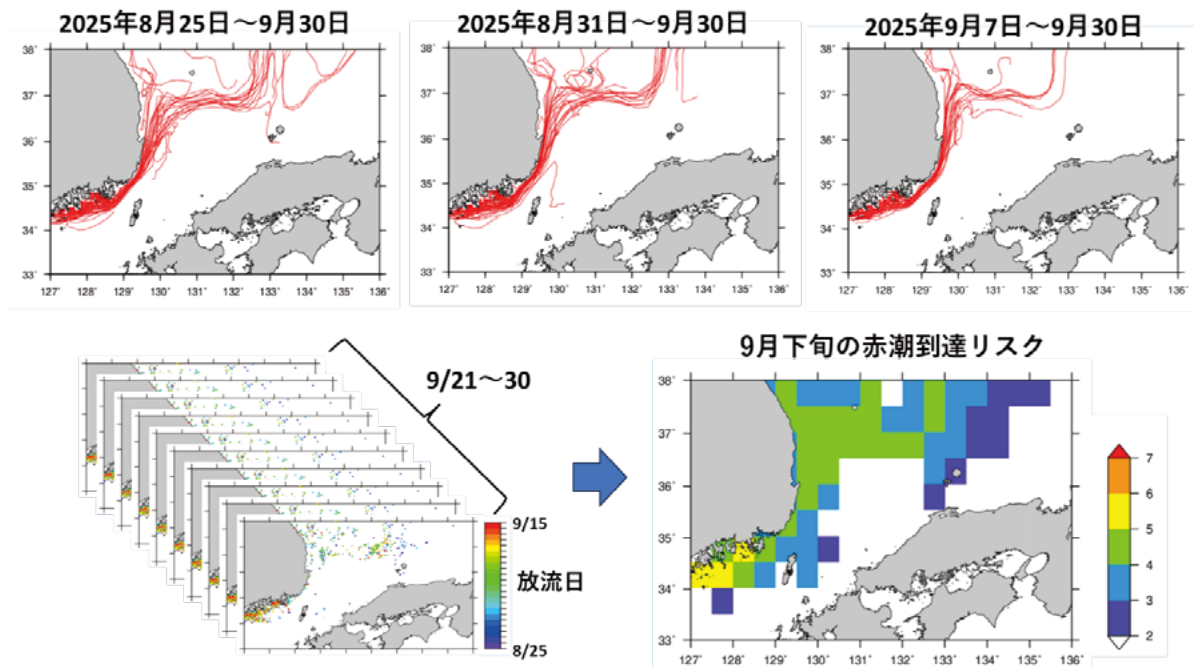


図 11 2025 年 9 月 16 日の赤潮輸送シミュレーション結果
赤潮到達リスクは値が高いほどリスクが高いことを表す

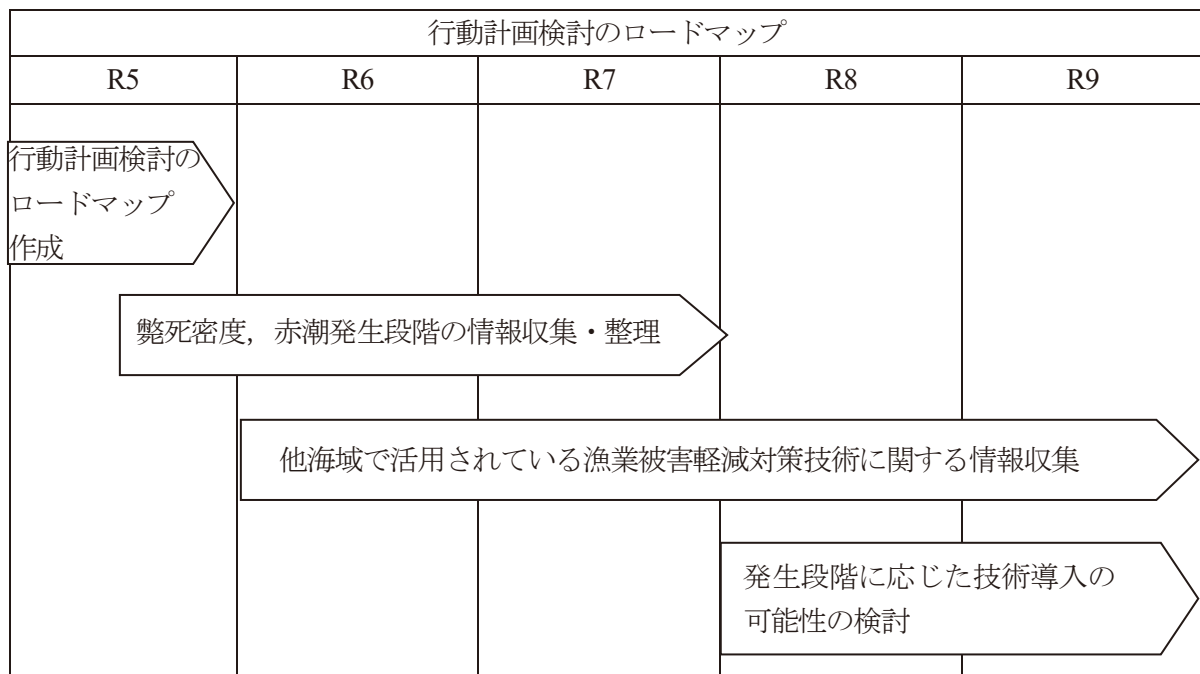


図 12 行動計画検討のためのロードマップ

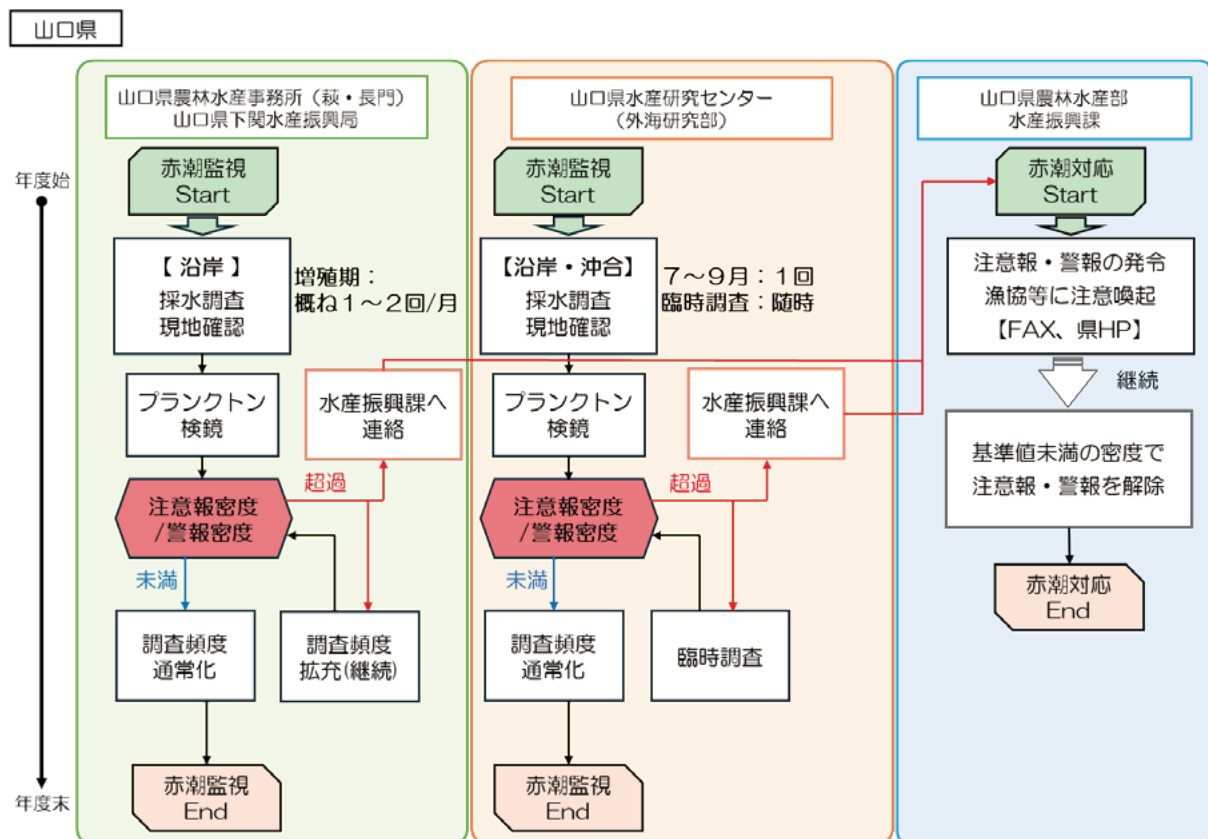


図 13 山口県における赤潮対策実施状況フローチャート

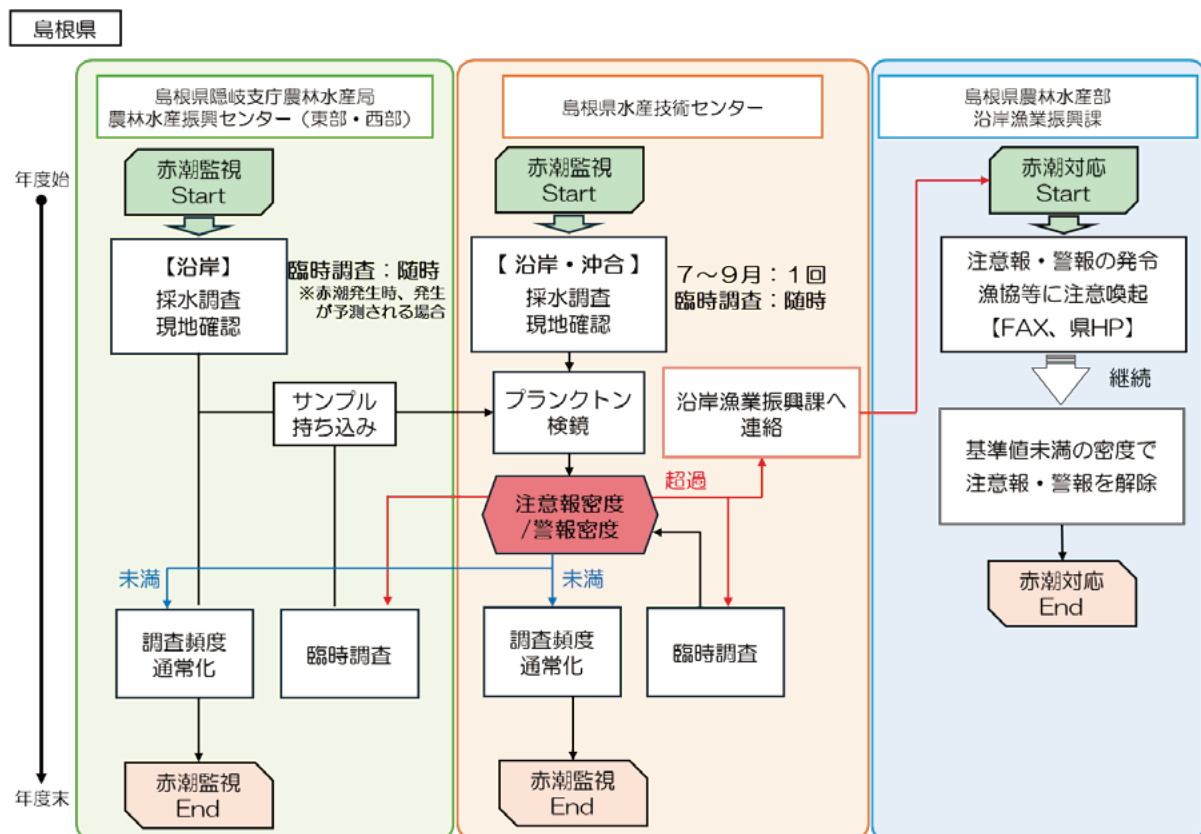


図 14 島根県における赤潮対策実施状況フローチャート

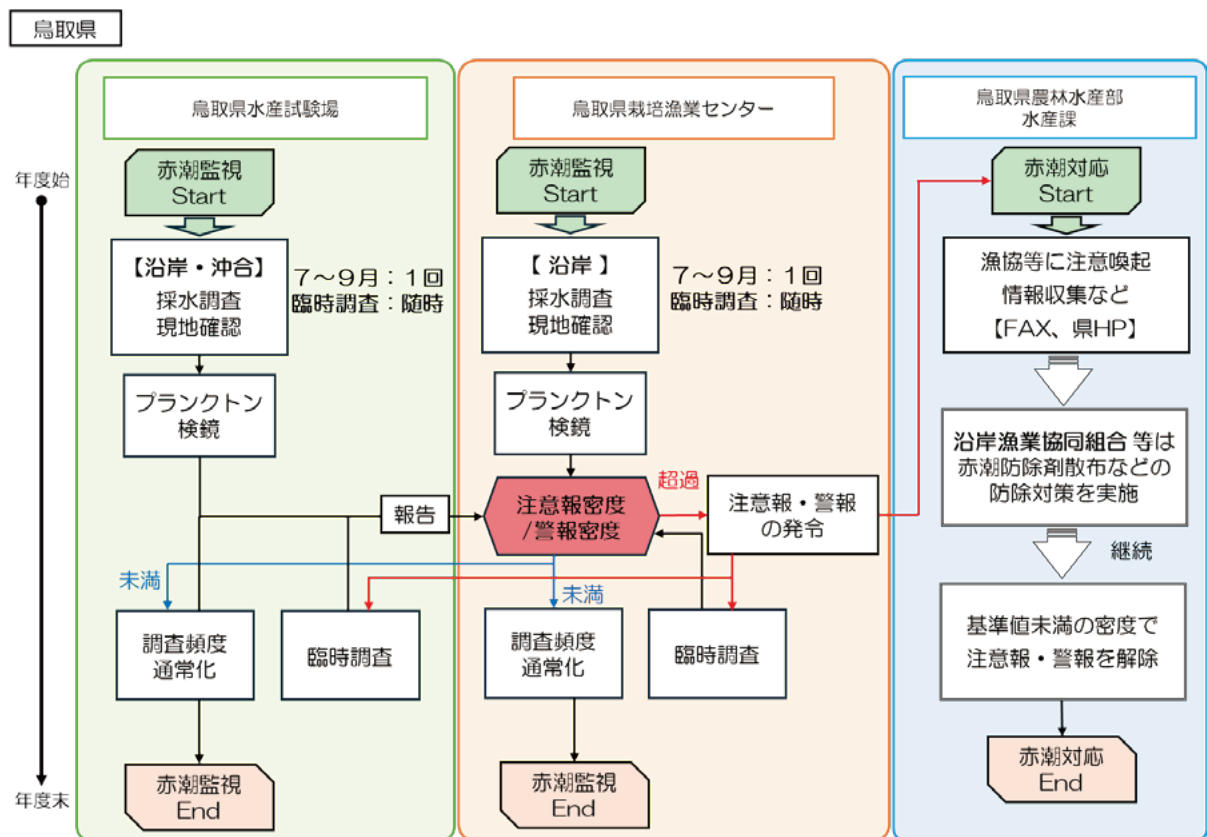


図 15 鳥取県における赤潮対策実施状況フローチャート

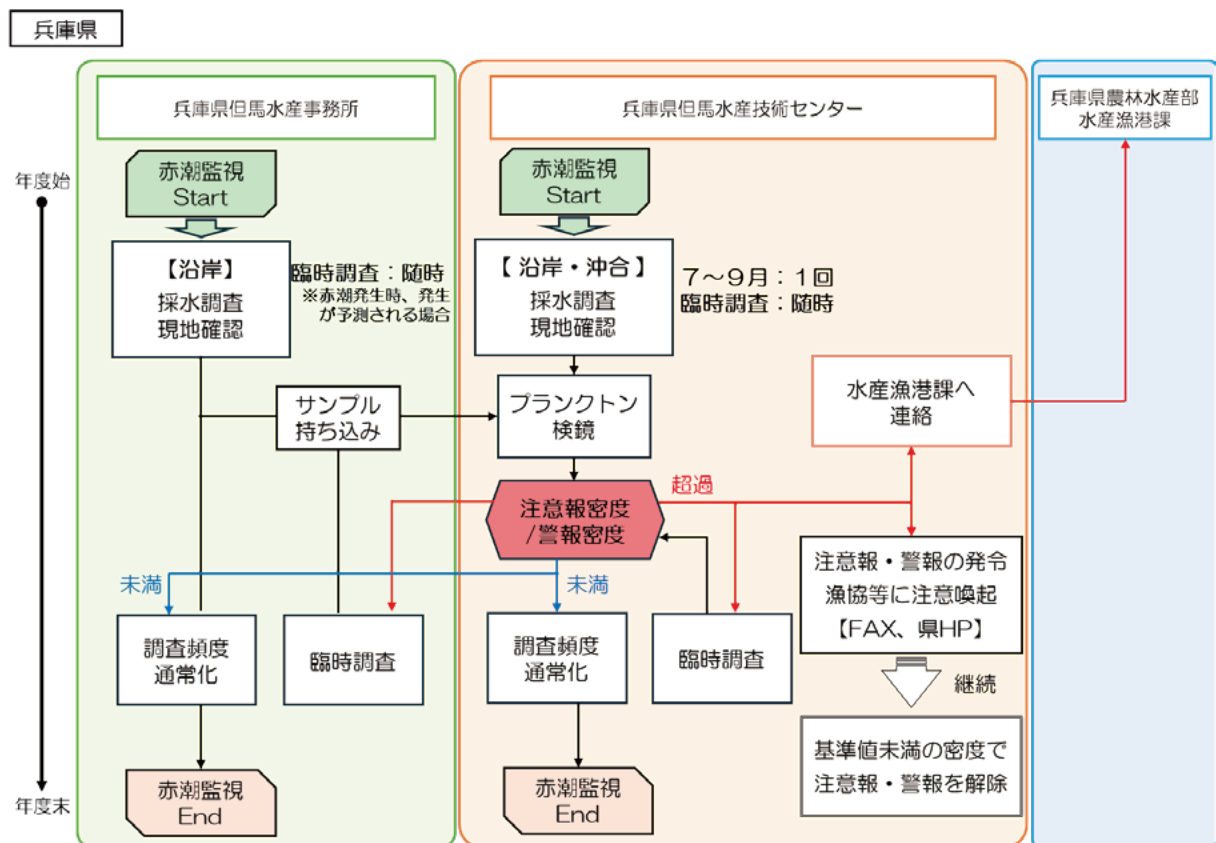


図 16 兵庫県における赤潮対策実施状況フローチャート