

モデル地域での調査・検討方針について

1. モデル地域の物質循環健全化方針

モデル地域（気仙沼湾、三河湾及び播磨灘北東部海域）は、昨年度公募を行い、応募いただいた10海域について「海域の物質循環健全化計画（モデル地域選定）検討委員会」において議論された結果を受けて選定された。

選定に際しては、「物質循環の円滑さ」と「生態系の安定性」の観点から海域の類型化を行い、各類型の特徴、障害の程度、他の地域への波及効果、検討の有効性について議論を行った。

本資料は、昨年選定されたモデル地域において、ヘルシープランを作成する際の物質循環健全化の基本方針、調査・検討内容案について取りまとめたものである。

モデル地域毎に、①概要（昨年度の実証試験や現地調査等の調査・検討方針を検討するに当たり、昨年度のモデル地域公募時の応募申請書等の情報に基づき、気仙沼湾において生じている障害、原因、既往の対策等について以下に整理した。）

1. 気仙沼湾

(1) 概要（応募申請書の内容）

モデル地域での実証試験や現地調査等の調査・検討方針を検討するに当たり、昨年度のモデル地域公募時の応募申請書等の情報に基づき、気仙沼湾において生じている障害、原因、既往の対策等について以下に整理した。

a 障害

- ・ カキの斃死
- ・ ノリの枯死
- ・ 赤潮の発生
- ・ 赤変カキ(赤潮プランクトンの取り込み)
- ・ 貧酸素水

b 原因

- ・ 1950年代から水質汚濁が進行
- ・ 湾奥部では、水質悪化
- ・ 湾奥部での貧酸素水
- ・ 栄養塩類の負荷量が減少

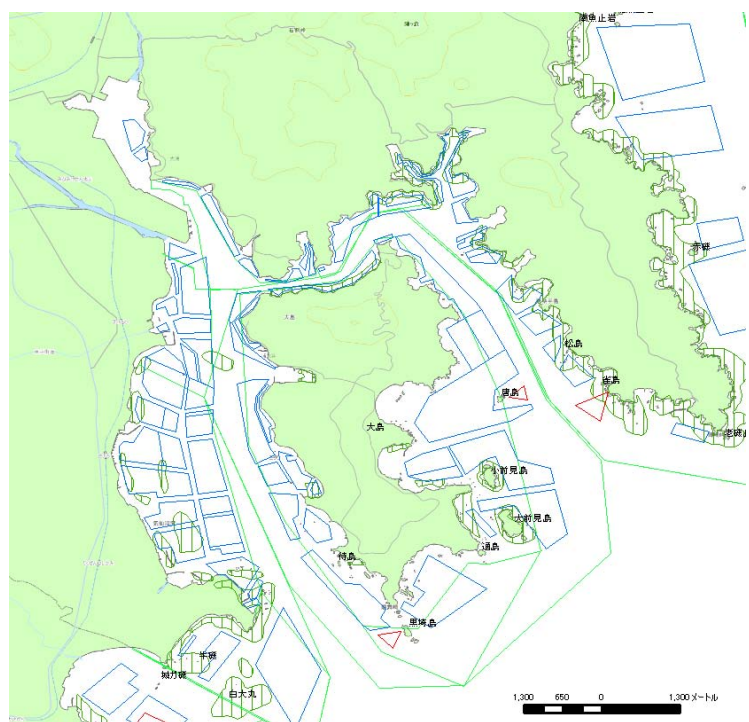


図1 気仙沼湾の地形

c 対策

(既往の取り組み事業)

関係団体（民間団体、NPO法人、事業者）では、水循環にかかわる先進的な取組を実践

(今後の取り組み事業)

各主体が、健全な水循環の保全について共通の認識のもとに、互いに連携・協働を図り、流域の地域環境力を高めていく

(市民活動)

- ・ カキ業者が中心となり、湾に注ぐ大川上流における植林活動が行われている（「森は海の恋人」植樹活動）。
- ・ 「ふるさと宮城の水循環保全条例」を制定
- ・ 宮城県水循環保全基本計画を平成 18 年に策定

d モデル地域への応募動機

- ・ カキ、ホタテガイの餌となる植物プランクトンやワカメ、コンブの成長に必要な栄養塩類の円滑な循環を把握し、豊かで健全な閉鎖性海域の構築に向けた行政、地域住民、事業者、研究者等における総合的な取り組みを行い、恵まれた水環境を次代へ引き継ぎ、将来の県民が豊かな水の恩恵を享受できるような行動計画の策定に参画したい
- ・ ヘルシープラン策定のモデル地区への参画は、今後策定予定の南三陸沿岸流域水循環計画と相乗効果が見込めるものと考えられ、より効果的な施策の推進が期待される。

(2) 課題に対する現状認識

気仙沼湾では、かつて、陸域負荷や加工場等からの排水により水質底質が悪化していたが、1980年代以降については、かつて見られた赤潮による赤変カキ等、水産業への被害は大きく生じていないものの、底生系魚介類の漁獲量は1980年代に比べて2000年代は約半分となっている。

現在生じている障害としては、陸域対策や加工場等からの排水対策が講じられてはいるものの、依然として貧酸素水塊や赤潮が発生し、特に湾中央から湾奥部ではほぼ毎年貧酸素水塊が発生しており、CODや全硫化物は水産用水基準を超えている状況である。貧酸素水発生に伴い、ベントス個体数・種類数の減少も見られる。

また、カキの養殖が盛んであり、カキの排泄物の堆積等による底質の悪化も懸念されており、かつては、湾奥でもカキ養殖がされていたが、現在では湾奥ではカキ養殖は行われていないようである。

このように、特に湾奥部での底質、水質の悪化が課題となっていると考えられているが、湾奥の底質悪化の原因は定かではないため、湾央・湾口の養殖場の影響なども勘案した、湾全体を視野に入れた物質循環を把握する必要がある。

なお、1976年～1987年にかけて、湾奥での大規模（浚渫総面積：325,795m²、浚渫土量：190,940m³）な浚渫が行われている。

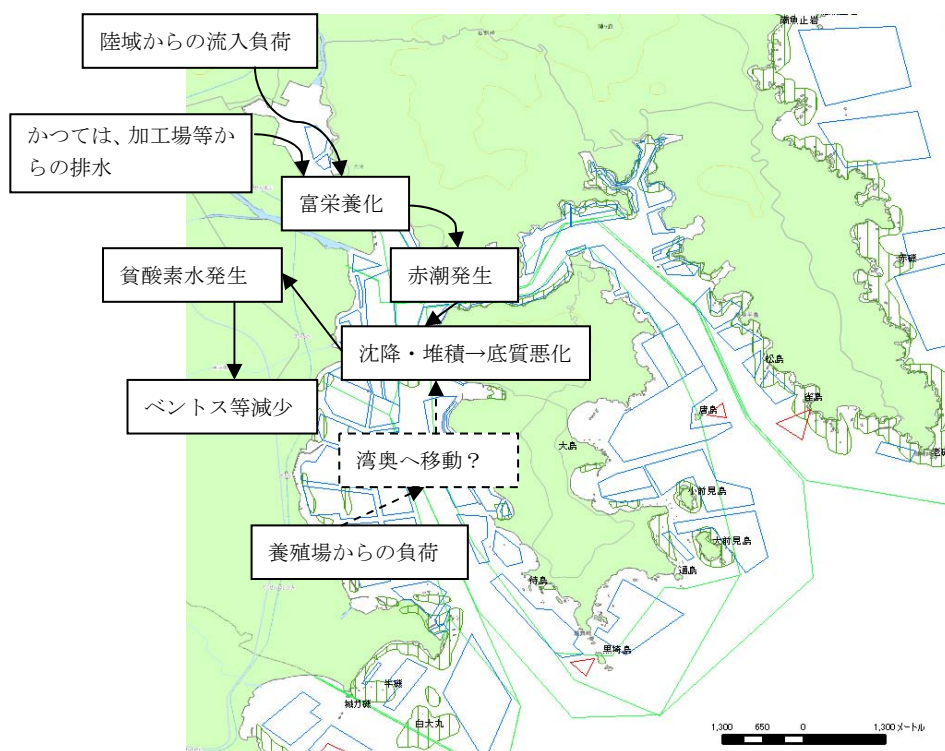


図 2 気仙沼湾の現状

(3) 健全化に向けての基本方針

気仙沼湾では、陸域からの負荷対策が講じられているものの、現在でも特に湾奥部での底質悪化によると考えられる底層水の貧酸素化は毎年報告されている。

しかし、湾奥部での底質の悪化の程度や貧酸素水の発生状況、底質悪化の要因については、詳細には把握されていないのが現状である。

特に、底質悪化の要因については、湾奥部への流入河川による影響や湾全体で行われている養殖場で堆積した有機物等の移動の可能性が想定されるが、その詳細については、不明であり、気仙沼湾全体の物質循環健全化を考える上では、底質悪化の要因の把握が重要な要素となるものと考えられる。

そこで、気仙沼湾における物質循環健全化に向けて計画検討における基本方針案を、以下のとおりとする。

気仙沼湾における物質循環健全化計画検討に向けての基本方針（案）
「湾奥部の底質悪化機構の解明と湾奥部の底質環境の改善等による物質循環健全化」

（気仙沼湾における調査検討結果は、局所的な底質悪化による貧酸素水塊の発生が問題となっている海域において、参考となるモデルケースとなるものとする。）

(4) 調査検討すべき事項

気仙沼湾の湾奥部の環境については、宮城県等による公共用水域の水質測定や宮城県水産技術総合センターによる水質・底質・ベントス調査等が行われている。

湾奥部の底質環境の改善のための事業を行った場合に効果については、数値シミュレーションで検討を行うが、既存の調査では、気仙沼湾の流況に係る状況が把握できていない。

そのため、気仙沼湾の流動シミュレーションの構築の基礎となる流況の把握調査が必要であるとする。

また、湾奥の底質の対策を行うためには、その底質の由来（どこから物質が運ばれて堆積しているか）を把握する必要がある。かつては、河川や加工場等からの排水に原因があると考えられているが、現在は各種対策が講じられているため、その由来が不明である。

そのため、河川や湾奥、湾央、養殖場直下等の底質や水質の状況を把握する必要があるとする。

これらの調査結果等から、湾奥の底質悪化の原因を推察した上で、講じるべき対策を検討し、どのような実証試験を行うか検討する必要がある。

なお、これまで、底質の環境改善の対策としては、例えば以下のような方策が考案されている。

底質改善に係る対策の一例

- ・浚渫
- ・覆砂（覆砂材として、スラグや石炭灰などの副産物利用もある）
- ・堆積物の間隙水の循環を促す（人工巣穴、気泡注入、浸透材の設置など）
- ・堆積物に底質改良材（発泡ガラス等）を添加
- ・海底耕耘
- ・砂質土をジェット水流で吹き上げて覆砂（外部からの砂投入不要）
- ・過熱水蒸気を利用して有機物、有機物由来の窒素、硫化物、油分、COD等を除去及び低下
- ・カキ養殖にともなう沈降有機物の海底への負荷を低減するため、それらを中層で捕捉・分解する装置「人工中層海底」の設置

(5) WGにおいて検討を要する事項

①底質の悪化要因の調査解析

気仙沼湾では湾奥部の底質悪化が課題となっているが、その悪化の原因は不明である。本年度のWGでは、湾奥部の底質悪化要因解析するための既存資料調査、現地調査の実施を行う必要がある。

②底質改善方策候補の検討

湾奥部における貧酸素水塊形成に対応した改善方策候補の検討を行い、来年度以降の実証試験等必要な調査について検討する必要がある。

③物質収支モデル作成に必要なデータの取得

本検討委員会において、気仙沼湾を対象とした物質収支モデルを構築し、将来の湾の姿や対策の効果の検証等を行うことを想定しているが、対象海域の特性を踏まえ、既存データでは知見が不十分な事項について、現地調査等の方法により、データを取得する必要がある。

以上の内容から、現地調査の実施が必要な事項をまとめると以下のとおりとなる。

現地調査の基本方針

A 底質の悪化要因解析のための現地調査

●底質の成分分析（湾奥、河口、カキ養殖場）

4季調査を基本とし、1地点あたり3サンプル程度

・・・底質の成分から由来を解析するデータとする。

B 物質収支モデル作成に必要なデータの取得

●流況（湾口（東部、西部）、湾央（西部）、湾奥、カキ養殖場内）

冬季及び夏季を基本とし、表層・下層の2層

・・・流況再現データとする。

●水質（流況と同地点）

4季調査を基本とし、表層・下層の2層。

調査項目は、水温、塩分、DO、窒素（DIN,DON,PIN,PON）、リン（T-P,PO4-P）等

・・・躍層の設定や窒素、リンの存在形態等の条件データとする。

●底質（流況と同地点）

4季調査を基本とし、表層泥を対象

調査項目は、酸素消費速度、溶出速度、窒素、リン等・・・底質による物質収支の条件データとする。

なお、詳細な調査内容（地点、測定層、期間等）については、各WGにおいて、地域の有識者等の意見をふまえ、決定するものとする。

2. 三河湾

(1) 概要（応募申請書の内容）

モデル地域での実証試験や現地調査等の調査・検討方針を検討するに当たり、昨年度のモデル地域公募時の応募申請書等の情報に基づき、三河湾において生じている障害、原因、既往の対策等について以下に整理した。

a 障害

- ・ 恒常的に赤潮発生
- ・ 夏季に貧酸素水塊発生
- ・ 貝類大量死
- ・ 貝毒発生
- ・ ノリの色落ち
- ・ 苦潮発生
- ・ 魚介類大量死
- ・ 内湾底生漁業生物減少

b 原因

- ・ 必要以上の栄養塩類の流入
- ・ 干潟域の埋立て
- ・ 夏季貧酸素水塊発達

c 対策

(既往の取り組み事業)

- ・ 三河湾口に位置する中山水道の浚渫土砂を用いて、約 600ha の干潟・浅場造成及び覆砂
 - ・ 深掘り跡の埋め戻し
 - ・ 干潟造成、干潟の耕うん、竹等による砂泥の移動防止
 - ・ 機能低下を招く生物（ツメタガイ等）の除去
 - ・ アマモ場の維持・回復のため播種
- (対策を推進する計画・施策・検討)
- ・ 「三河湾富栄養化対策総合計画」
 - ・ 水質総量削減計画
 - ・ 「伊勢湾再生行動計画」
 - ・ 「伊勢湾再生海域推進プログラム」
 - ・ 伊勢湾再生海域検討会三河湾部会を設置
 - ・ 「沿岸域生態系保全の考え方」



図 3 三河湾の地形

- ・ 「あいち水循環再生基本構想」
- ・ 水循環再生地域協議会設置
- ・ 「あいち自然環境保全戦略」
- ・ 庁内関係部局（水地盤環境課、水産課、港湾課など）で構成する特別チームによる検討
- ・ 三河湾浄化推進協議会を組織し、清掃活動や三河湾浄化に係る啓発活動などを積極的に進めている

（市民活動）

- ・ 「伊勢・三河湾流域ネットワーク」による「海の幸講座」など実施
- ・ 「シーブリーズ三河湾」（NPO）や「三河湾大好き」（NPO）などが海の環境保全について教育・啓発を実施

d モデル地域への応募動機

「海域の物質循環健全化計画策定事業」は三河湾にとって時宜にかなった内容であり、具体的な行動計画を策定していく過程を通じて得られる知見や検討プロセスは、三河湾の栄養塩類の循環バランスの回復・向上につながるばかりでなく、里海再生を進める上でも極めて有用である。

(2) 課題に対する現状認識

三河湾ではアサリの大量斃死やノリの色落ちなどの漁業被害が課題である。

アサリの大量斃死に象徴される魚介類の減少は、貧酸素水の発生拡大と良好な生物生息空間の減少によって起こったものと想定されている。貧酸素水の発生が拡大した原因としては、負荷を貯留し生物生産へ転換する浅海域という場の減少、河川流量の低下などによる海域の富栄養化・赤潮の過剰発生が考えられている。また、貧酸素水の発生源となる人為的な深掘跡の創出も原因の1つと考えられる。

このような課題を解決するために、国土交通省及び愛知県は、湾口にある中山水道航路の浚渫砂を用いた大規模な干潟・浅場の再生や深掘跡の埋戻し等の対策を実施してきた。現在、アサリの漁獲量が増加するなどの対策による効果と考えられる事象が確認される一方で、ノリの色落ちがみられるなど適切な栄養塩類レベルの管理という面では問題が残っている。この問題については、競合種である植物プランクトンの過剰発生が続いていることとの関連性も想定される。

以上より、現状での三河湾における物質循環の大きな課題は、「海域の栄養塩類が食物連鎖の低次にあたる植物プランクトンには循環していくものの、高次にあたる魚類などの生物になぜ円滑に循環していかないのか」と考えられる。

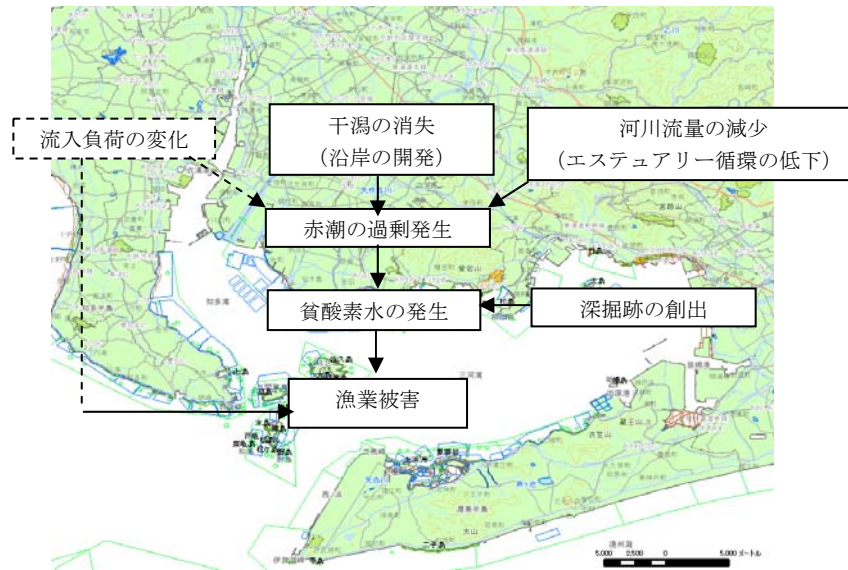


図 4 三河湾の現状

(3) 健全化に向けての基本方針

三河湾は、本来水深が浅く生物生産性の高い海であるが、生物生息場・成育場の機能をもつ浅海域を失ったことによって、生態系を支えるために必要な栄養塩類が負荷となり、貧酸素水が拡大し、またさらに生物を失う悪循環に陥っている。

この悪循環を抜け出すためには、(2) で記述したような食物連鎖の滞りを解消し、低次から高次の生態系へと円滑に栄養塩類を循環させていく健全な生態系ネットワークを取り戻す必要がある。

今後は、これまで行われてきた様々な事業や調査結果を総合的に検討し、豊かな海を取り戻す施策の検討が必要である。

そこで、三河湾における物質循環健全化に向けての計画検討における基本方針案を、以下のとおりとする。

三河湾における物質循環健全化計画検討に向けての基本方針（案）

「貧酸素水による影響の抑制などによって、豊かな生物生産が起きる健全な生態系ネットワークを取り戻すことによる物質循環健全化」

（三河湾における調査検討結果は、背後に大都市圏を抱える海域において、参考となるモデルケースとなるものとする。）

(4) 調査検討すべき事項

三河湾では、これまで干潟・浅場の造成を中心とした多くの対策が実施されており、これから健全化に向けて実施する対策は、これまで実施してきた対策の評価を踏まえて、より効果的で実行可能な対策を実施・計画していく必要がある。

また、既存の調査結果も豊富にあることから、これまでの対策結果や調査結果を有効に活用した検討が望まれる。

しかしながら、現状では、貧酸素水を抑制するなどの効果が明確に現れていないこともあり、三河湾のヘルシープランを策定していくために、以下の検討が必要であると考ええる。

- ① 貧酸素水の拡大に関わるメカニズムを十分に解明した上で
- ② 貧酸素水の軽減・解消につながる様々な対策の効果や優先順位等についてシミュレーションモデル等を用いて検証し
- ③ ②の中から今後比較的短期間で実際に実証の見込みがある有効な対策について実証試験を実施する

特に、貧酸素水の拡大に関わるメカニズムを十分に解明するためには、海域の栄養塩類が食物連鎖の高次にあたる魚類などの生物になぜ円滑に循環していかないのか、その仕組みを十分に検討する必要がある、その検討に必要なデータを取得することが最優先の調査検討と考えられる。

(5) WGにおいて検討を要する事項

三河湾では、これまで約 600ha の干潟・浅場造成を行うなど、様々な対策を講じてきたとともに、様々な調査も既に行われていることから、これらの結果を有効に活用した、今後の対策検討が必要である。

そのため、WG では今後、これまでの成果を活用し、どのような対策を行えば、貧酸素水塊を抑制し、生態系のネットワークを取り戻すことが出来るか、その対策の見極めをしっかりと行う必要がある。また、対策の検討にあたっては、三河湾において栄養塩類が高次の生物へ円滑に循環していかない仕組みを解明する必要がある。特に、微細なプランクトンやクラゲの量等が物質循環に影響を与えていると言う知見もあることから、それらのデータを調査する必要がある、これらのデータは三河湾と同様な課題を抱えている他の地域でも活用可能と考えられる。特に、微細なナノ・ピコ植物プランクトンは、海洋での現存量は多く、特に一次生産者として、物質循環に大きく貢献し、生態系の構成要素として重要な役割をもつことがわかってきている。そのため、ナノ・ピコ植物プランクトンの調査を行うことは重要である。

また、本検討委員会において、三河湾を対象とした物質収支モデルを構築し、将来の海域の姿や対策の効果の検証等を行うことを想定しているが、対象海域の特性を踏まえ、既存データでは知見が不十分な事項について、現地調査等の方法により、データを取得する必要がある。当該海域においては、干潟域を除いてはモデルの初期条件、再現目標とする

底生生物データが乏しいため、現地調査を行う必要がある。

そこで、以下のような現地調査の基本方針を想定している。

現地調査の基本方針

A 三河湾の物質循環の仕組みを解析するための現地調査

- ナノ・ピコプランクトン（微小）
 - ・ 4季調査を基本として、表層水を採取
 - ・ 三河湾内 10 点程度
 - ・ 落射蛍光顕微鏡を用いて励起光下で検鏡することにより検出・同定・生育量

B 物質収支モデル作成に必要なデータの取得

- 底生生物
 - ・ 4季調査を基本とし、水深別・底質別に測点を設定
 - ・ 三河湾内 10 点程度
 - ・ 種類及び生息量
 - ・ あわせて現場の水温、DO を測定

なお、詳細な調査内容（地点、測定層、期間等）については、各 WG において、地域の有識者等の意見をふまえ、決定するものとする。

3. 播磨灘北東部海域

(1) 概要（応募申請書の内容）

モデル地域での実証試験や現地調査等の調査・検討方針を検討するに当たり、昨年度のモデル地域公募時の応募申請書等の情報に基づき、播磨灘北東部海域において生じている障害、原因、既往の対策等について以下に整理した。

a 障害

- ・養殖ノリの色落ち
- ・冬季の珪藻赤潮の発生
- ・ウチムラサキなどの二枚貝が激減

b 原因

- ・溶存態窒素の減少
- ・栄養塩濃度の低下
- ・干潟の消失

c 対策

(既往の取り組み事業)

- ・藻場造成、海藻が生えやすい構造による施設整備
- ・人工漁礁の設置
- ・下水処理場の栄養塩類管理運転
- ・ダムの試験放流

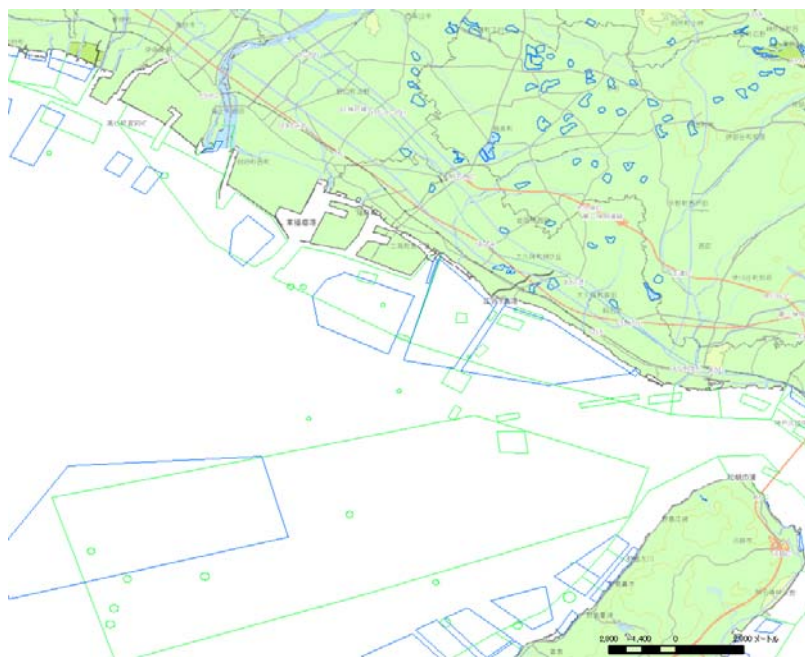
□ : 区画漁業権、□ : 定置漁業権、□ : 共同漁業権
▨ : 干潟、▨ : 藻場 出典 : CeisNet (海上保安庁)

図 5 播磨灘北東部海域の地形

(今後の取り組み事業)

物質循環の状況を把握するとともに、シミュレーションモデルにより対策の効果とその必要量を把握するため以下の調査やヒヤリング実施。

- ①河口付近での上層及び下層の形態別窒素、りん濃度の測定及び文献調査、②窒素源（下水処理場、ダム、ため池等）の影響とその課題の把握、③COD分析法（酸性法とアルカリ法）による測定値の比較、④透明度のシミュレーションに必要なSS濃度及び粒径分布データの収集、⑤出水時を含めた加古川からの流入負荷量把握のため定点水質測定を実施、⑥安定窒素同位体比の測定を実施、⑦窒素排出負荷量の季節調整に係る企業ヒヤリングを実施



(対策を推進する計画・施策・検討)

- ・「森・川・海の再生 ～ひょうごの森・川・海再生プラン」の策定
- ・「藻場造成指針」を策定
- ・「第2の鹿ノ瀬（仮称）構想」を推進
- ・播磨灘北東部海域で人工魚礁の設置等

(市民活動)

- ・漁業者による森づくり等
- ・環境保全活動団体（ボランティア アカシ・ウミガメ保護研究会、リバークリーン・エコタン銀行、播磨ウェトランドリサーチ）による活動

d モデル地域への応募動機

当該海域においては、COD、窒素、リンの総量削減等により水質の一定の改善は図られたが、自然海岸は減少し、かつては豊富に漁獲されたウチムラサキなどの二枚貝が激減、近年においては、冬期の珪藻赤潮の発生と溶存態窒素の減少がみられ、養殖ノリの色落ちが大きな課題となっている。

このような課題を解決し、当該海域を豊かで美しい里海として再生するためには、栄養塩類の円滑な循環のための効率的、効果的な管理方策を明らかにし、海域・陸域の各主体の参画と協働による取組を進めていかなければならない。

(2) 課題に対する現状認識

播磨灘北東部海域で特に課題となっている冬季のノリの色落ちの原因としては、栄養塩類の不足が考えられている。栄養塩類が不足する原因としては、多量の珪藻類に栄養塩類が吸収されてしまう（赤潮の発生）ことや陸域からの栄養塩類の供給量が減少したことが挙げられている（図 6）。

なお、ウチムラサキ等の二枚貝類の減少の原因としては、埋立てによる干潟・浅場の減少に加え、海岸整備による海域への砂の供給量の減少により、海底の砂礫が失われたことによるものと考えられており、物質循環のバランスの変化を主要因とするものではないと考えられる。

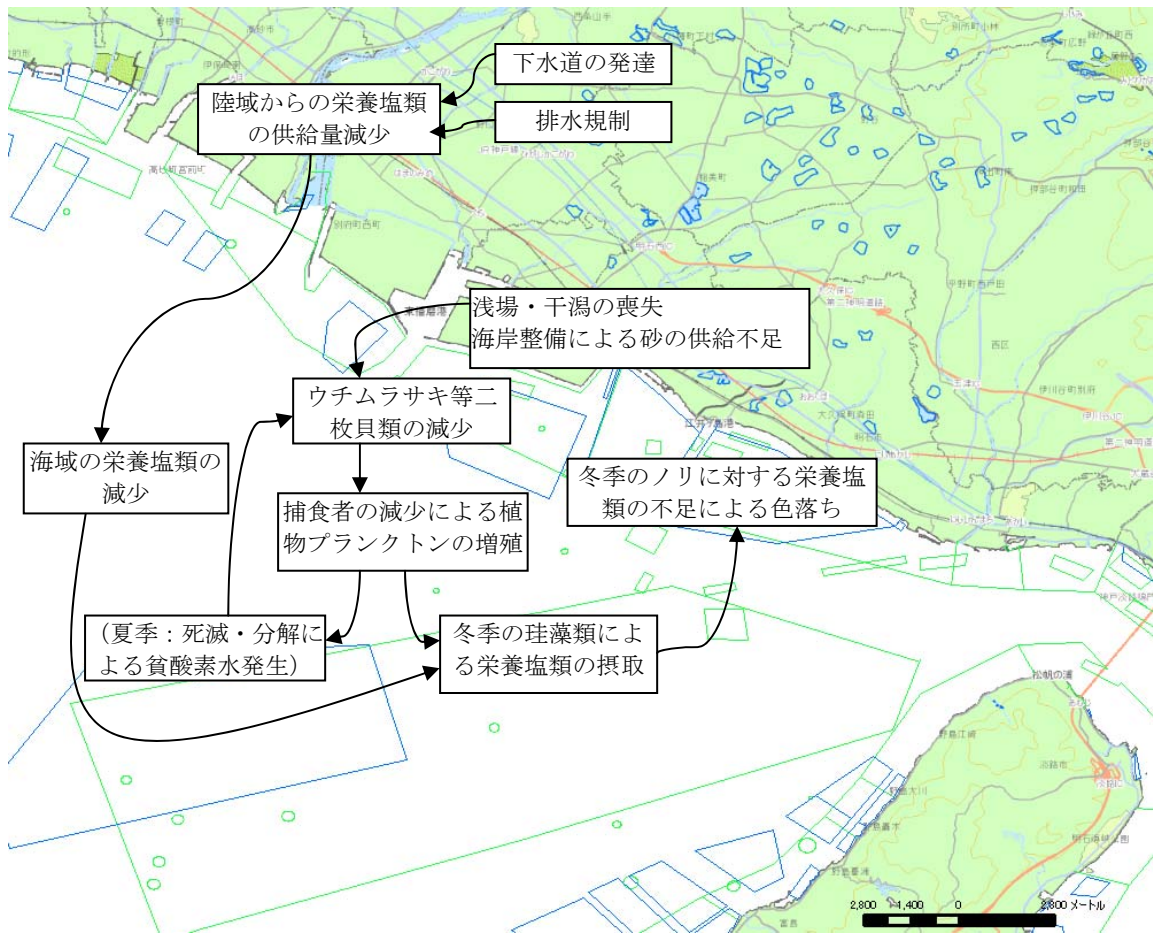


図 6 播磨灘北東部海域の冬季の物質循環悪化のフロー

(3) 健全化に向けての基本方針

播磨灘北東部海域では冬季のノリの色落ちが生じており、図 6 に示したような物質循環の滞り（フローの悪化）により、必要な栄養塩類（窒素）が供給されないことに由来するものと考えられる。

海域での物質循環に着目すると、物質が植物プランクトン→動物プランクトンや二枚貝類→小魚→大きな魚といった循環が滞りなく円滑に進むようにすることが重要である。

ほぼ毎年赤潮が発生し、必要な栄養塩類（特に窒素）が十分に供給されにくくなっている現状を改善するためには、冬季における物質循環の滞りを解消する必要がある。

また、ノリ養殖に対して冬季に不足すると考えられる栄養塩類（窒素）を海域に供給することも重要な視点となると考えられるが、供給に際してはその影響について、物質循環の全体のバランスを十分に考慮して行う必要がある。

以上のような観点から、播磨灘北東部海域における物質循環健全化計画検討に向けての基本方針案を、以下のとおりとする。

播磨灘北東部海域における物質循環健全化計画検討に向けての基本方針（案）
「冬季の物質循環の滞りを改善することなどして、年間を通し安定した生態系バランスを
実現することによる物質循環健全化」

（播磨灘北東部海域における調査検討結果は、これまで多くの地域で問題となっている富栄養化に係る物質循環の問題とは異なり、近年各地で報告されるようになってきた冬季のノリの色落ちなど生態系のバランスの崩れに対して、適切な栄養塩管理を行う際に、参考となるモデルケースとなるものとする。）

(4) 調査検討すべき事項

冬季におけるノリの色落ちを解消する方策としては、加古川等の陸域から、必要な時期に栄養塩類（窒素）の供給を図ることが有効となる可能性がある。

陸域からの栄養塩類の供給の可能性を検討する上では、窒素の供給源となりうる陸域の施設等（下水処理場、溜め池、事業場等）を対象にそのポテンシャルや供給時の課題について、調査検討を行う必要がある。

また、陸域から供給された栄養塩類が必要な海域において、十分な量が供給されることも確認する必要があり、当該海域への主要な陸域からの栄養塩類供給源となる加古川からの淡水の拡散・移流状況について把握することが重要と考えられる。

その際、栄養塩類が生物に利用されやすい形で供給されているか否かといった視点から捉えることも重要であり、河川から供給される栄養塩類及び河口から海域における栄養塩類の存在形態についても把握することが重要である。

なお、当該海域の栄養塩類の不足については、河川等の陸域負荷の減少が要因の一つとされているが、主要な栄養塩類の供給源である加古川においては、平成3年から4年にかけて詳細な負荷量調査（365日観測結果に基づく負荷量算定）が行われていることを踏まえ、それに対比できるような負荷量調査を行うことにより、過去からの変化傾向について確認しておくことも重要であると考えられる。

また、栄養塩の供給による対策の効果を把握するため、数値シミュレーションの構築を行うが、当該海域における流況データが乏しいため、流況の現地調査を行う必要がある。

栄養塩類の供給に係る対策の一例

- ・ 下水処理場からの供給
- ・ ダムの放水
- ・ ため池の底さらい（底の栄養塩を河川に排出）
- ・ 施肥
- ・ 人工海山により底層の栄養塩を上層に湧昇させる
- ・ 植樹

(5) WGにおいて検討を要する事項

①窒素供給源の探索調査

播磨灘北東部海域では、ノリ養殖に対して冬季の栄養塩類の不足が課題となっており、期間を限定した形での栄養塩類の供給方法の探索が必要となることから、効果的に栄養塩（窒素）を供給できる方策を検討する必要がある。

例えば、下水処理場からの栄養塩類の供給やダム放流、ため池の底さらい（淡路で実施した例あり）などの対策、事業場排水等の沖合放流などの対策など、様々な方策が考えられるが、当該海域において、実施可能な方策について、事業者等へのヒアリングを行うなどの方法により、探索を行う必要がある。

その際、施設の管理者や水利用者の合意形成や施設管理上の技術的な課題、法的・制度的課題を含めた社会受容性の観点、環境保全の側面から課題等、対策を実施する上でこの課題についての検討も十分行う必要がある。

②加古川からの淡水の拡散状況の把握

加古川から供給される淡水がどのように移流拡散するか、現地調査等の方法により把握する必要がある。

③河川からの供給された窒素の形態変化の把握

河川における窒素の形態と海域における窒素の形態について、全国の河川における既往の調査結果を整理するとともに、加古川における存在形態についての現地調査を行い、窒素、磷について、生物による利用のし易さの観点から、存在形態についての知見を得る必要がある。

④河川からの負荷の変遷の把握

当該海域の主要な栄養塩類の供給源である加古川における流入負荷量等の過去の変遷について、既存資料調査、現地調査等の方法により調査を行い、過去からの変化傾向について確認しておく必要がある。

⑤物質収支モデル作成に必要なデータの取得

本検討委員会において、播磨灘北東部海域を対象とした物質収支モデルを構築し、将来の海域の姿や対策の効果の検証等を行うことを想定しているが、対象海域の特性を踏まえ、既存データでは知見が不十分な事項について、現地調査等の方法により、データを取得する必要がある。当該海域においては、再現目標とする流況データが乏しいため、流況の現地調査を行う必要がある。

以上の内容から、現地調査の実施が必要な事項をまとめると以下のとおりとなる。

現地調査の基本方針

A 加古川からの淡水の拡散状況等の把握のための現地調査

- 塩分の広域的連続測定（河口及びその周辺において 10 地点程度）
ノリの養殖時期である冬季を基本とする。
 - ・・・河川から供給された淡水の移流・拡散傾向のデータとする。
- 栄養塩類の形態についての調査（河口及びその周辺において 10 地点程度）
4 季調査を基本とし、表層・下層の 2 層
調査項目は、水温、塩分、DO、窒素（DIN,DON,PIN,PON）、リン（T-P,PO4-P）等
 - ・・・栄養塩類の生物の利用のしやすさの観点からの知見とする。
- 加古川からの流入負荷量調査（河口部）
4 季調査を基本とするが、可能な限り連続的にデータを取得する。
 - ・・・流入負荷量の過去からの変遷についての解析するためのデータとする。

B 物質収支モデル作成に必要なデータの取得

- 流況（河口付近で 3 地点程度）
冬季及び夏季を基本とし、表層・下層の 2 層
 - ・・・流況再現データとする。

なお、詳細な調査内容（地点、測定層、期間等）については、各 WG において、地域の有識者等の意見をふまえ、決定するものとする。

4. 各モデル地域共通で調査・検討すべき事項

各モデル地域では地域の物質循環の基礎的な状況を把握するため、現地調査以外の既存資料により以下項目と把握する必要があると考える。

1. 地理的・地形的特徴
2. 周辺地域（集水域）の特徴
3. 海域、周辺地域の環境関係の指定状況
4. 海域、周辺地域における関連する計画、地域指定
5. 海域の環境保全に関連する取組
6. 海の健康診断の結果
7. 物質（栄養塩類）循環の解析に必要な情報
 - 7-1 流動場を表現するための情報
 - ・流入河川の流量
 - ・海域の流況、水温・塩分
 - ・上記以外に必要な情報
 - 7-2 物質循環系を表現するための情報
 - (1) 場に関わる情報（干潟・藻場の存在状況など）
 - (2) 量に関わる情報
 - ・流入負荷（陸域における発生負荷量の実態把握など）
 - ・水質（栄養塩類、溶存酸素の分布濃度など）
 - ・底質（有機物量、硫化物量など）
 - ・生物量（底生生物、プランクトン、魚介類、鳥類など）
 - (3) 速度に関わる情報
 - ・栄養塩類の沈降・溶出速度
 - ・酸素消費速度、脱窒速度
 - ・生物による取り込み速度
 - (4) 上記以外に必要な情報
8. 生態系に関する情報
9. 漁業・養殖業関連情報
 - 9-1 漁業生産（漁獲）の状況
 - 9-2 海面養殖の状況
10. 障害に関する具体的情報
 - 10-1 赤潮や青潮、貧酸素などの障害の発生状況
 - 10-2 低酸素水塊に関する情報
 - 10-3 その他の特記事項
11. 親水利用に関する情報
12. その他関連する事項
13. 不健全な事象の確認
 - ・海域に発生している（及び今後発生が見込まれる）不健全な事象の整理
14. 不健全な事象の解消または軽減化のための方策の検討
 - ・13. で整理した不健全な事象に対して対処すべき事項の洗い出し
 - ・上記について講じる具体的な方策

11. 物質循環に関する既往の環境改善対策等

これまで、研究や実際に行われた物質循環に係る改善方策について、論文、報告書、特許等から情報を収集し整理した。以下に、主な改善方策の概要等を示す。

なお、事例の詳細は参考資料に示す。

障害	海域の物質循環に係る主な改善方策メニュー	事例の対応 (No.は参考資料の資料番号を示す)
A. 貧酸素水塊の発生	①表層水の底層への送水	実証段階 -- No. 1～2
	②鉛直混合の誘起・促進	研究段階 -- No. 3 (鉛直循環流誘起堤体) 実用段階 -- No. 4～6 (密度流拡散装置)
	③高濃度酸素水の送水による酸素供給	実証段階 -- No. 144 (高濃度酸素水の放流) 実用化段階 -- No. 7～8 (高濃度酸素水発生装置)
	④曝気による酸素供給	実証段階 -- No. 9～12, No. 144 (微細気泡) 実用段階 -- No. 13 (微細気泡)
	⑤海水交換の促進	研究段階 -- No. 14～16 (渦流制御) 実証段階 -- No. 17 (部分透過防波堤) 実用段階 -- No. 18 (渦発生構造物)
	⑥人工光照射による藻類の光合成活性化	研究段階 -- No. 19 (光ファイバー)
B. 藻場の減少	①着底・成長を促進する基盤の設置	実証段階 -- No. 20～30 (スラッグ、植物繊維、炭素繊維など)、 No. 143 (スラッグ、リサイクル材、貝殻) 実用段階 -- No. 31～36 (スラッグ、貝殻など)
	②海藻マットによる移植	実証段階 -- No. 37～38
	③その他の手法を用いた移植	実証段階 -- No. 39 (アママモ間へのアママモ移植)、 No. 40
C. 干潟の減少	①人工干潟の造成	実証段階 -- No. 41～49, No. 143, No. 144 (貝殻、スラッグ、浚渫土など) 実用段階 -- No. 25, No. 50～55 (スラッグ、浚渫土など)
	②埋立地・干拓地 (防潮堤) の開削	実証段階 -- No. 56～57 (埋立地の一部開削) 実用段階 -- No. 58 (デラウエア湾南部の海岸線再生)
	③なぎさ線の回復	実証段階 -- No. 59 (JST有明プロジェクト), No. 143
	④既存干潟の機能強化	実証段階 -- No. 60 (給水)、No. 61 (保護フェンス)
D. 生物生息場の減少 (人工護岸等の整備)	①漁礁の設置	実証段階 -- No. 31, No. 62～64 (スラッグ、浚渫土、食品加工廃棄物など) 実用段階 -- No. 65, No. 66 (JFシエルナース)
	②護岸構造の工夫による生息場の創出	実証段階 -- No. 67 (生物共生護岸) 実用段階 -- No. 68 (生物共生護岸)
	③その他の生息場の創出 (干潟・藻場を除く)	研究段階 -- No. 69 (粗朶揚工) 実証段階 -- No. 143 (水平くぼみ)
E. 栄養塩類の過剰な 負荷	①養殖場からの負荷削減	実証段階 -- No. 70 (人工中層海底)、No. 71～75 (海藻との複合養殖)、 No. 76 (脱窒促進) 実用段階 -- No. 77 (海藻・貝類との複合養殖)
	②浄化装置 (人為的) の導入	研究段階 -- No. 78 (透水性砂浜海岸) 実証段階 -- No. 79 (お台場海水浄化プラント)、 No. 80～81 (ろ過システム) 実用段階 -- No. 82 (炭素繊維の人工藻場)、 No. 83 (水質浄化護岸)
	③浄化装置 (生態機能利用) の導入	研究段階 -- No. 84 (海綿によるろ過) 実証段階 -- No. 85～86 (礫間接触など) 実用段階 -- No. 87～92 (石積み堤、植生浄化など)
	④下水処理施設による除去の強化	実証化段階 -- No. 93 (下水汚泥からのリン回収)
	⑤漁獲による取り上げ	研究段階 -- No. 94
	⑥肥料・飼料化のためのバイオマス回収	研究段階 -- No. 95, No. 96 (クラゲ) 実用段階 -- No. 97 (商品になりにくい海底資源)
	⑦バイオ燃料取り出しのためのバイオマス回収	実証段階 -- No. 98, No. 99 (メタン発酵), No. 100 (へドロ燃料電池)
	⑧有用成分抽出のためのバイオマス回収	研究段階 -- No. 101 (医薬品)、No. 102 (凝集剤)、 No. 103 (セメント) 実証段階 -- No. 74 (調味料)、No. 104 (吸着剤)、 No. 105 (カラギナン) 実用段階 -- No. 106 (抗菌剤)、No. 107～108 (コラーゲン) No. 109 (海藻エキス)
	⑨微生物による集積	研究段階 -- No. 110 (鉄バクテリア)
	⑩植物による吸収	研究段階 -- No. 111 (アシ林) 実証段階 -- No. 112 (浮体式藻場)、No. 113 (アオサ)

障害	海域の物質循環に係る主な改善方策メニュー	事例の対応 (No.は参考資料の資料番号を示す)
F. 底質の悪化	①浚渫	実用段階 -- No. 114 (トホーリフロッギンシステム)
	②覆砂	研究段階 -- No. 115～117 (石炭灰ゼオライト) 実証段階 -- No. 118 (石炭灰ゼオライト) No. 119 (三河湾)、 No. 120 (底泥置換覆砂) 実用段階 -- No. 121 (中海覆砂)、No. 122 (津田湾)、 No. 123 (MM21 地区)
	③堆積物中への酸素供給	研究段階 -- No. 124 (底面濾床法)、No. 125 実証段階 -- No. 126, No. 142 (人工巢穴)、No. 144 (微細藻散布)
	④堆積物間隙水の輸送の促進	研究段階 -- No. 127 (水圧変動利用) 実証段階 -- No. 128 (浸透柱)
	⑤底質改良材の添加	研究段階 -- No. 129 (石炭灰造粒物) 実証段階 -- No. 130～133 (スラグ、発砲ガラス材など)、 No. 145 (硝酸カルシウム)
	⑥海底耕耘	実用段階 -- No. 134 (石炭灰造粒物)
	⑦生物攪乱による浄化	実証段階 -- No. 135～138, No. 144 (マイクロバブルの併用も)
G. 栄養塩類の不足	①下水処理場からの供給	実証段階 -- No. 139 (アゲマキ放流)
	②ダムの放流	
	③植樹	
	④人工海山により底層の栄養塩を上層に湧昇させる	研究段階 -- No. 140 (湧昇流発生施設)
	⑤施肥	
H. 藻類ブルーム (赤潮)	①採集器による回収	実証段階 -- No. 141 (シアノバクテリアの回収)

III. モデル地域で行われている調査内容

気仙沼湾、三河湾及び播磨灘北東部海域で行われている既存調査について整理した。以下に調査地点図及び調査の内容を示す。

1. 既存調査の調査地点図

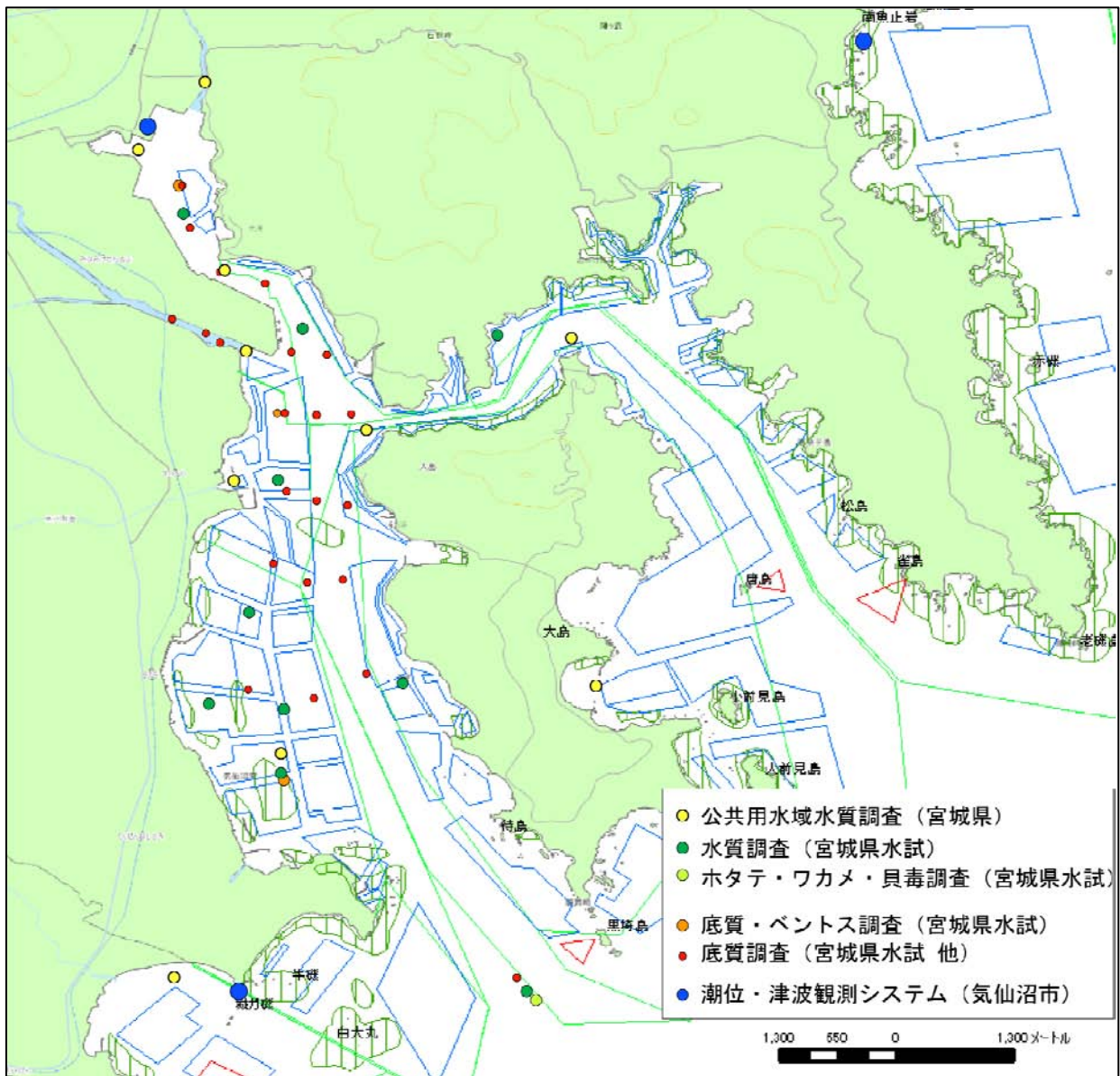


図7 気仙沼湾における調査地点図

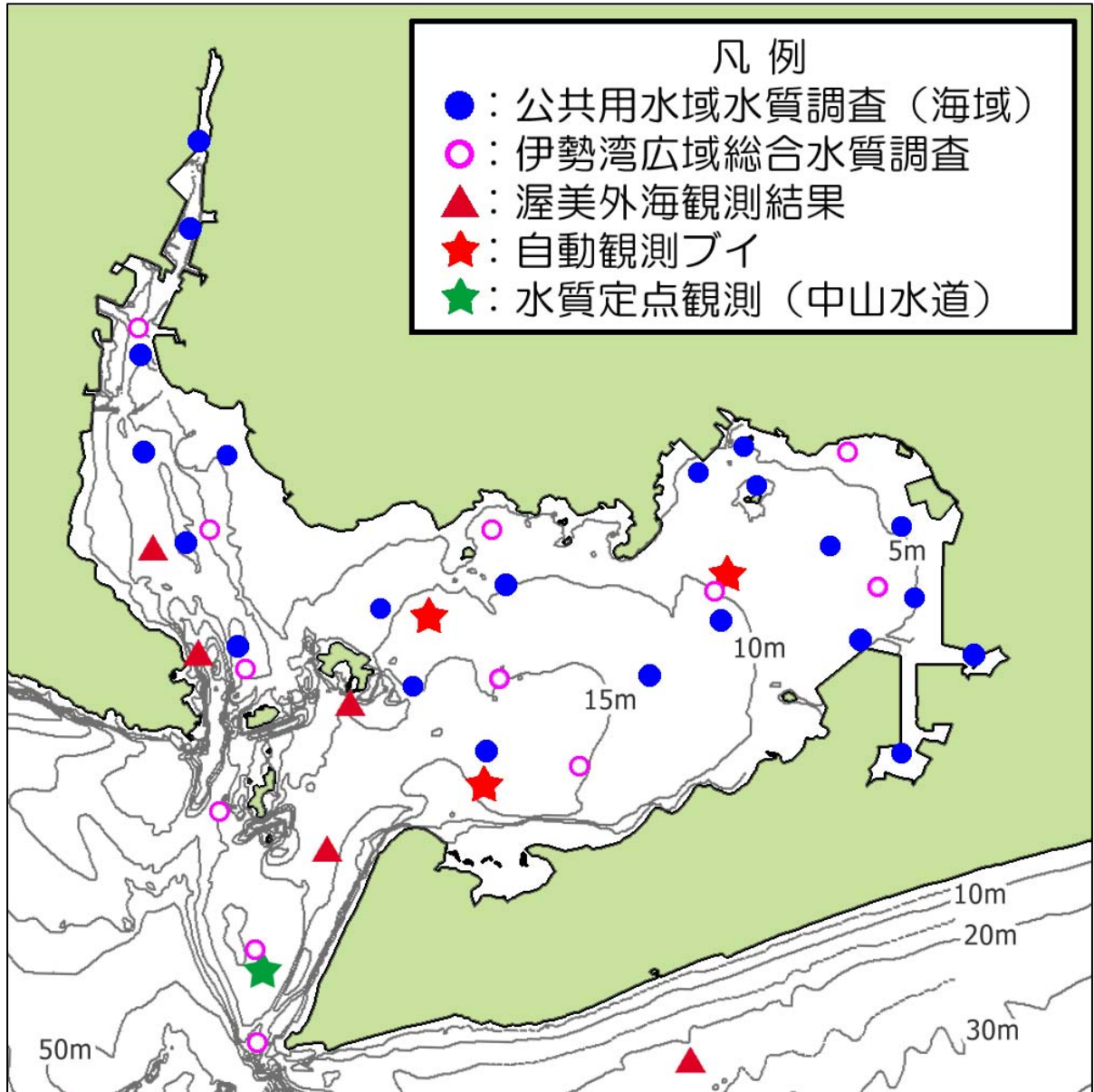


図8 三河湾における調査地点図