

平成20年度

全国閉鎖性海灣の

海の健康診断[®]

調査報告書

平成21年3月



海洋政策研究財団

(財団法人シップ・アンド・オーシャン財団)

はじめに

本報告書は、競艇交付金による日本財団の平成20年度助成事業として実施した全国閉鎖性海湾の「海の健康診断」調査の成果をとりまとめたものです。

我が国は、経済的な豊かさと引き替えに多くの海洋の自然を失い、そこから生産される多くの恵みを失いました。高度経済成長期に公害問題が表面化して以降、「公害対策基本法」や「水質汚濁防止法」等の法令が整備され、沿岸海域への排水を量的、質的に規制し、水質を「きれい」に維持するための基準を設けるとともに、関係自治体による「公共用水域水質測定」や「浅海定線調査」等の水質モニタリングが開始されました。これにより水質悪化を食い止め、一部の湾では改善が見られるなど一定の効果は見られましたが、今日でも豊かな海を取り戻すまでには至っていません。

その原因の一つには、環境評価や改善のポイントが公害の防止や監視といった水質改善にあり、沿岸域の“海の恵み”を生み出している「構造（ストック）」や「機能（フロー）」を総合的に評価するという視点が欠落していたことがあげられると思います。

「海の営み」を評価することは、近年、海洋基本計画や第3次生物多様性国家戦略の中などでも重要視されている「生物多様性」や「生物生産性」の確保にも通じるものです。海洋政策研究財団では、この“海の営み”を検査し定量的に評価する「海の健康診断」の手法研究を平成12年より全国に先駆けて行って参りました。「海の健康診断」は、人間の健康診断になぞって、私たちが職場等で受けている定期検診にあたる「一次検査」と検診の結果、異常が見つかった時の精密検査にあたる「二次検査」で構成されております。

同事業では、これまでに「海の健康診断マスタープラン・ガイドライン」をまとめたのはじめ、平成16年度、18年度には全国の閉鎖性海湾を対象にして「海の健康診断」一次検査・診断を行いました。

本年度は、全国の閉鎖性海湾を対象にした3回目の全国一斉の一次検査・診断を実施しておりましたが、この度その結果が出ましたので、診断結果を海湾毎にカルテとしてとりまとめると共に、過去2回実施した全国診断の結果と今回の結果を分析し、日本の沿岸海域で起きている環境変化の傾向や課題を取りまとめました（第一分冊）。また、本年度が当該事業5ヶ年計画の最終年度にあたることから、「海の健康診断」を実際に対象海湾で実施するための解説書（第二分冊）や「海の健康診断」の主要テーマでもある「豊かな海を取り戻すために」と題して、沿岸海域の環境保全や修復などの活動に携

わるにあたり是非知っておいていただきたい事柄について、社会科学及び自然科学の両分野からご執筆頂きました（第三分冊）。さらに、これまでの研究成果をもとに、「豊かな海」を取り戻すために必要な沿岸域の環境管理について、「海健康診断」の活用を視野に入れた提言書（第四分冊）も併せて作成いたしました。本書はその第二分冊にあたるものです。本書が閉鎖性海湾の環境保全、改善に日夜尽力されている自治体の担当者や同海域に関心を持つ方々などの活動にお役に立てれば幸いです。

最後に、本事業の実施及び本報告書の取りまとめにあたりましては、平野敏行東京大学名誉教授を委員長とする「全国閉鎖性海湾の『海健康診断』判定会議」の委員の皆様のご熱心なご議論・ご指導を賜り、この紙上をお借りして厚く御礼申し上げます。

平成21年3月

海洋政策研究財団
会長 秋山昌廣

全国閉鎖性海湾の「海の健康診断」判定会議

委員名簿

委員長	平野 敏行	東京大学名誉教授
委員	中田 英昭	長崎大学大学院生産科学研究科 教授
委員	松田 治	広島大学名誉教授
委員	中田喜三郎	東海大学海洋学部 教授
委員	南 卓志	東北大学大学院農学研究科 教授

(敬称略、順不同)

研究メンバー	寺島 紘士	海洋政策研究財団	常務理事
〃	菅原 善則	〃	政策研究グループ長
〃	市岡 卓	〃	政策研究グループ長
〃	大川 光	〃	政策研究グループ 海洋研究チーム長
〃	眞岩 一幸	〃	政策研究グループ 研究員
〃	日野明日香	〃	政策研究グループ 研究員

目次

はじめに

委員名簿

1. 海健康診断の考え方	1
1) 沿岸域の環境の変遷	1
2) 海域環境モニタリングの実状	4
3) これからの海域環境モニタリング	6
4) 「海健康診断」の必要性	9
2. 「海健康診断」の仕組み	11
3. 一次検査の方法	15
3.1 一次検査の概要	15
3.2 基本情報	21
3.3 一次検査	24
1) 生態系の安定性	24
2) 物質循環の円滑さ	32
3) 検査結果のとりまとめ	37
4. 二次検査の方法	38
4.1 二次検査の考え方と構成	38
1) 二次検査の考え方	38
2) 二次検査の構成とオプション	43
4.2 二次検査	44
1) 再検査	45
2) 精密検査	50
3) 二次診断	57
5. 健康診断（応用編）	59
5.1 処方箋（メニュー）	59
5.2 調査・研究	63
6. 海健康診断実践例	66
6.1 一次検査実践例	66
6.2 二次検査実践例	71
7. まとめと今後の展開	86

付属資料1 海岸生物の出現状況調査に使える海岸生物写真集

付属資料2 海健康診断の普及に関わる研修（三河湾を対象にして）

1. 海の健康診断の考え方

1) 沿岸域の環境の変遷

1970年、大阪千里の丘で大阪万国博覧会が華やかに開催され、我が国は高度成長期の絶頂にあった。しかし、実社会では工場からの排煙や排水で沿岸の工業地帯といわれている地域で大気汚染や水質汚染が加速していた。

水域における主な公害は、カドミウム汚染によるイタイイタイ病（発生は大正時代であるが原因を認定したのは1968年）、水銀汚染による水俣病（公表は1956年、政府認定は1968年）があり、これらは河川や海域に所謂毒物を流したために生じたもので、まさに水質汚染であった。しかし、1970年には田子の浦へドロ問題が提起され、水質だけではない構造的な沿岸域の海洋汚染が表面化した。

このような社会状況を反映して、1967年には「公害対策基本法」が制定され、翌1968年には「大気汚染防止法」、「騒音規制法」が制定された。1970年は「公害国会」と言われた年で、「公害対策基本法の改正」など関連14法が制定された。「水質汚濁防止法」はこのときの制定であり、水質、水域に関連するものとしては、「海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律」、「下水道法の改正」、「農薬取締法の改正」などがあり、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」もこの年の制定である。環境庁（現在の環境省）は1971年に発足した。ちなみに、「悪臭防止法」は1971年、「振動規制法」は1976年の制定である。

これらの諸法令は、水域への排水を量的、質的に規制するとともに、水域の水質を「きれい」に維持するための基準を設け、同時に関係自治体による「公共用水域水質測定計画」を発足させ、水質のモニタリングを開始した。これによって、環境悪化の進行を食い止め、改善する効果がみられたが、これはあくまでも「水質」に対するものであった。

この間の1972年には「自然環境保全法」も制定されたが、海域においてはエネルギー需要の伸びや港湾物流の増加に対応した浅海域の埋立てが進み、従来からの水質汚染と相まって沿岸漁業が衰退した。三河湾では代表的な沿岸漁業であるアサリの漁獲量が、高度成長期を迎える1960年代後半から急激に減少している（図1.1参照）。また、かつて広大であった干潟・浅海域の消失と時を同じくして赤潮や貧酸素が急増してきた報告がある（図1.2参照）。

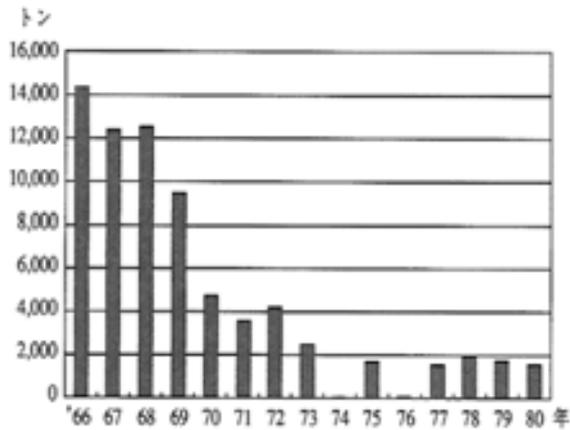


図 1.1 豊橋市内 6 漁協及び田原町内 1 漁協におけるアサリ漁獲量の変化

出典)「水産学シリーズ 132 水産業における水圏環境保全と修復機能」(2002、日本水産学会監修)

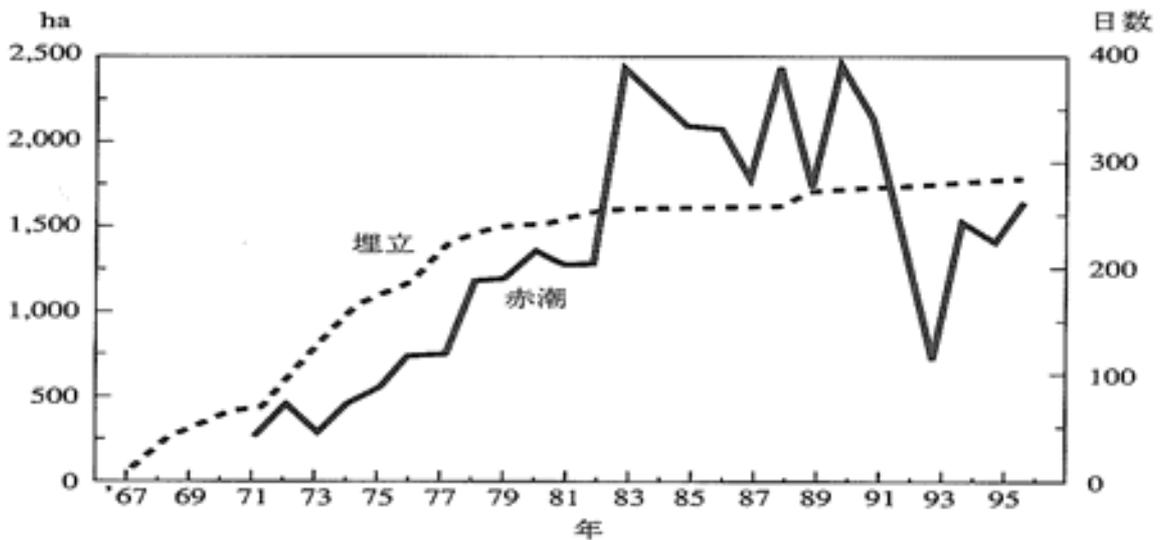


図 1.2 三河湾における赤潮発生延べ日数と東三河地域における累積埋立て面積の経年変化

出典)「水産学シリーズ 132 水産業における水圏環境保全と修復機能」(2002、日本水産学会監修)

瀬戸内海では、『瀬戸内海の環境の保全上有効な施策の実施を推進するため、瀬戸内海の環境の保全に関する計画の策定等に関し必要な事項を定めるとともに、特定施設の設置の規制、富栄養化による被害の発生の防止、自然海浜の保全等に関し特別の措置を講ずることにより、瀬戸内海の環境の保全を図ること』を目的に、1973年の「瀬戸内海環境保全臨時措置法」が制定され、1978年には「瀬戸内海環境保全特別措置法」として恒久法（以下、瀬戸内法）となった(図 1.3 参照)。

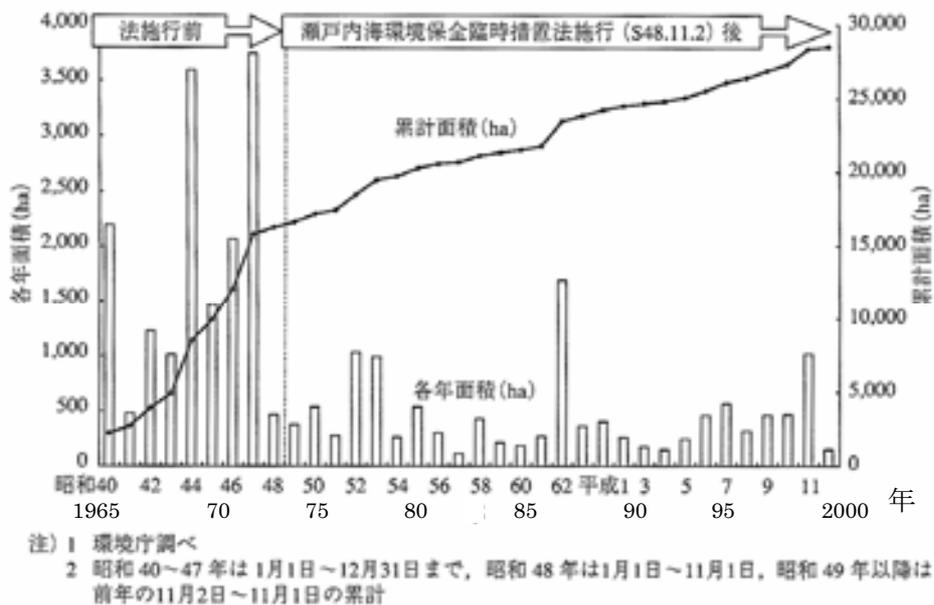


図 1.3 瀬戸内海における埋立て面積の推移

出典)「水産学シリーズ 132 水産業における水圏環境保全と修復機能」(2002、日本水産学会監修)

海は、陸からの負荷を一時的に貯留し、拡散・希釈させる単なる大きな水鉢ではない。海の中では物質が様々な循環を起こし、生物生産などの営みを持続させている。赤潮や貧酸素は、海の営みの異変によって生ずるもので、排水負荷の削減や埋立ての抑制だけで解決できるものではない(図 1.4 参照)。「水質汚染」を食い止めるための「水環境保全」は、一定の成果を収めてはいるものの「海洋環境保全」には至っていないのが現実である。

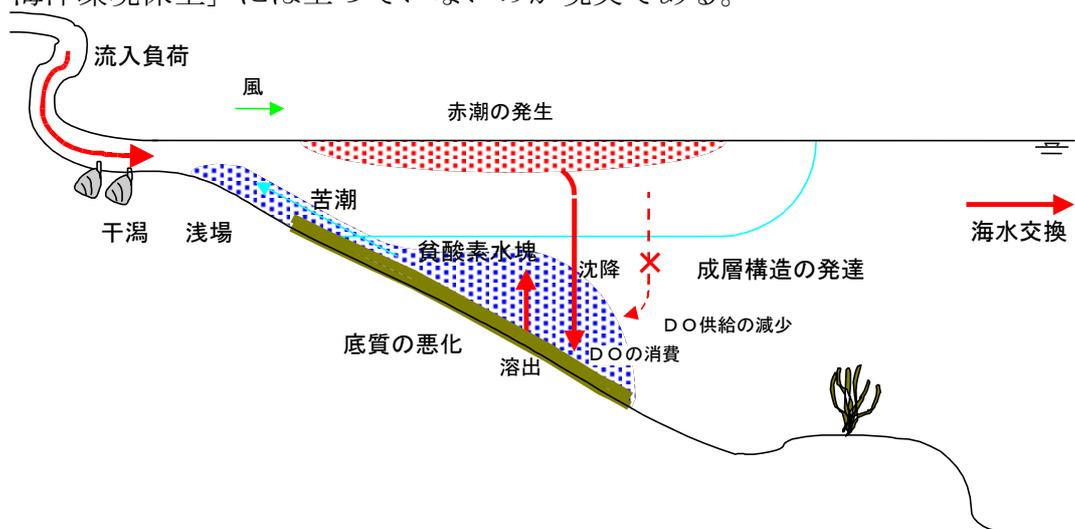


図 1.4 沿岸内湾域における赤潮や貧酸素の発生模式図

1982年に採択された国連海洋法条約（我が国の批准は1996年）では、第12部の「海洋環境の保護及び保全」において、海洋環境の汚染の原因を陸上からの汚染、海底での活動による汚染、公海での深海底での活動からの汚染、投棄による汚染、船舶からの汚染、大気からの汚染など大きく6種に分類し、その防止のための国際的あるいは地域的な協力、途上国への支援、監視、環境影響評価などが必要であるとしている。「海洋環境の汚染」は、第1部 序、第1条用語及び適用範囲1-(4)で、『「海洋環境の汚染」とは、人間による海洋環境（三角江、estuariesを含む）への物質又はエネルギーの直接的又は間接的な導入であって、生物資源（marine life）に対する害、人の健康に対する危険、海洋活動（漁獲及びその他の適法な海洋の利用を含む）に対する障害、海水の水質を利用に適さなくすること並びに快適性の減殺のような有害な結果をもたらす又はもたらすおそれのあるものをいう。』（英和対訳、国連海洋法条約[正訳]）とし、生物資源を保護、保全することが海洋環境保全の一つであることを明文化した。

近年では、諫早湾の干拓事業に伴う有明海の異変が注目されており、2002年に「有明海及び八代海を再生するための特別措置に関する法律（有明海特別措置法）」（以下、有明法）が施行された。有明法は、『有明海及び八代海が、国民にとって貴重な自然環境及び水産資源の宝庫として、その恵沢を国民がひとしく享受し、後代の国民に継承すべきものであることに鑑み、有明海及び八代海の再生に関する基本方針を定めるとともに、有明海及び八代海の海域の特性に応じた当該海域の環境の保全及び改善並びに当該海域における水産資源の回復等による漁業の振興に関し実施すべき施策に関する計画を策定し、その実施を促進する等特別の措置を講ずることにより、国民的資産である有明海及び八代海を豊かな海として再生すること』を目的としている。「有明法」と「瀬戸内法」の目的には大きな違いがあり、「有明法」には、「海の恵沢を国民が等しく享受」すること、「豊かな海を再生」することが具体的に盛り込まれ、21世紀になってようやく水産資源の生産の場として「海」が認められ、「海の営み」を再生、保全、維持することの重要性が認識された。

2) 海域環境モニタリングの実状

沿岸域における環境モニタリングは、公害関係法令の整備に伴い、排水の監視、水質の監視が行われるようになった。これらのほとんどは1970年頃以降の実施ではあるが、現在まで継続されており、貴重な環境データとなっている。主なものには、環境省（当時、環境庁）主導で各自治体が行っている「公共用水域水質測定」があり、古くは水質年鑑として、現在では各自治体のホームページで公開され、誰でも入手可能である。

同じく、沿岸域の環境を網羅しているモニタリング調査としては、水産庁主導の「浅海定線調査」がある。この調査は、水産試験場が担当し、水産庁に速やかに報告されているため、担当水産試験場の事業報告に納められていることはあるが、積極的な公表はされていないようである。

このほか、年1回の調査ではあるが、海上保安庁の「海洋汚染調査」、環境省の「化学物質に関する環境調査」は、印刷物などによって公表されている。一方、環境省の「広域総合水質調査」は年4回の実施で、水質、底質のみならずプランクトンも対象としてはいるが、印刷物などによる公表には至っていない。

なお、大規模事業に伴う環境アセスメント調査やそれに伴う事後調査なども実施されているが、調査頻度がスポット的であること、対象海域が限定されていること、環境データの利用に制限があることなどがあり、積極的な活用が困難である。

さらに、環境モニタリング調査の内容をみると、調査の拠り所が、水質汚染による公害問題であったことが否めず、沿岸域の表層を対象とした水質、底質調査であることが特徴である。工場からの排水や生活排水による影響を考えるとやむを得ないことではあるが、その結果、海底付近で起こっている貧酸素化や生物生産の歪みとして発現するプランクトンの異常発生である沿岸赤潮に対して無防備であることが指摘できる。

海が生産の場であり、その生産が公害とともに衰退していった経過は、水産統計でうかがい知ることができる。水産統計はすでに50年余の歴史があり、戦後の漁業がたどった足跡を推察することができる。統計そのものは経済活動の結果であり、生物の状態をそのまま現しているわけではないが、生物に関連する唯一の長期的なデータとして貴重である。環境省が1973年から自然環境保全法に基づきおおむね5年ごとに実施している「自然環境保全基礎調査」からは、個別の生物群は追跡できないが、生物生産にとって重要な沿岸の藻場や干潟の消長が把握できる。

海域は、単なる水溜まりではない。汚れたものを薄めているわけでもない。海域に負荷された物質は、海の持つ大きなエネルギーによって輸送、拡散する一方で、光合成による基礎生産（植物プランクトンの生産）から始まる食物連鎖を通じて水産資源として蘇らせ、人々に恩恵を与えている。この仕組みを考慮せずに、単に水質や底質をみているだけでは、機能が低下した海はなかなか元に戻らない。赤潮や貧酸素が問題となると、これらは「富栄養化」問題として、海域への過剰な栄養塩類の負荷が原因であり、栄養塩類である窒素類やりん類の負荷の抑制に努めた。しかし、栄養塩類は、その名のとおり生物生産にとっての栄養源であり、過剰な供給は問題ではあるが、必ずしも悪者ではない。供給された栄養塩類の消費と分解のメカニズムがきちんと成立していることが

重要であり、その仕組みが許容する範囲では栄養塩類の供給は必要である。消費や分解を担っていた生物の生息場所が奪われてしまったこと、沿岸の物理的な構造が変化してしまったことに環境モニタリングの目を向けるべきである。防災の強化や過剰負荷の削減は必要なことではあるが、沿岸域における海の機能（仕組み）を回復させ、豊かな海を取り戻すこともまた重要であり、そのためには、水質や底質だけをみていたのでは不十分である。

3) これからの海域環境モニタリング

海は生きている。人々が生活していく上で排出する、尿尿や残飯は、かつて川に捨てられ、海に流されたが、海はこれらを希釈、拡散するだけでなく、貴重な蛋白資源として蘇らせ、漁業が栄え、食糧供給の場となった。これが海の営みの為せる業であり、海が生きている証でもある。海的环境構成図を図 1.5 に示す。海は、陸域から栄養物質の流入を受け、光合成によって植物プランク

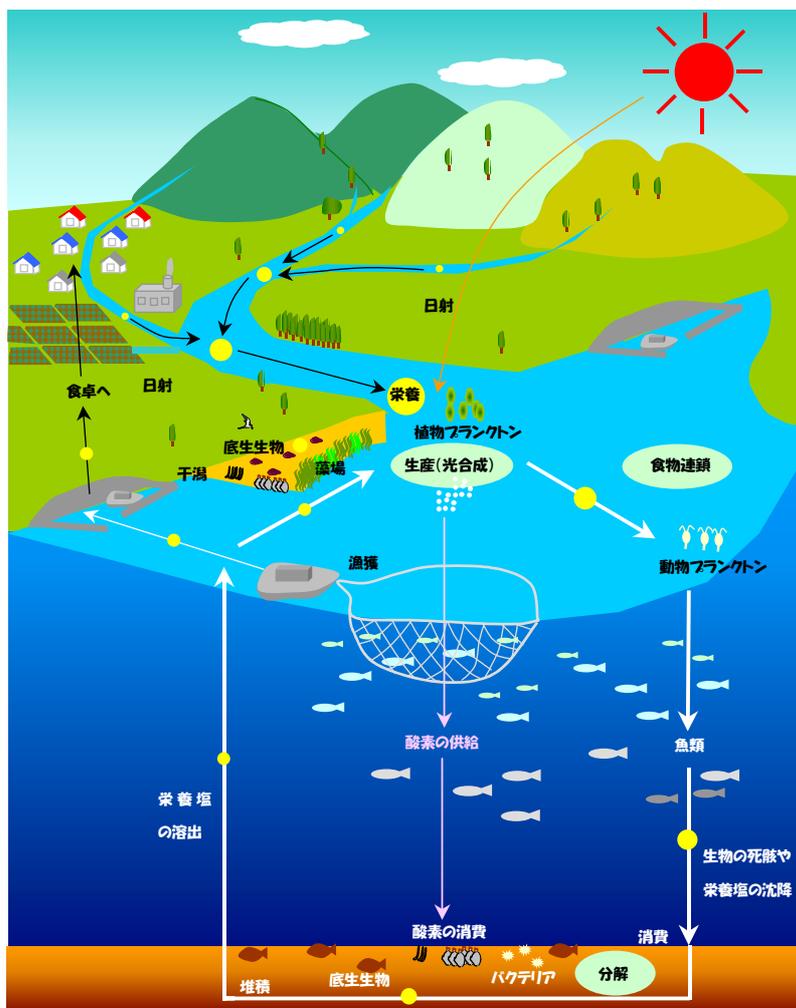


図 1.5 海的环境構成図

トンを生産し、植物プランクトンは酸素を供給している。植物プランクトンと酸素が豊富な海は、さらに高次の生物を養い、人々に漁獲資源を供給している。この食物連鎖による仕組みの中で、様々な物質が循環し、海そのものが持つ物理的な力で、隅々まで輸送され、供給されている。最近では、この生物生産に重要な場所の一つとして、干潟や藻場が注目されているが、太陽の光が届く水深10～20mぐらいまでの浅海域が大切である。我が国では、このような浅海域は、かつて何処の海でもみられたが、東京湾、伊勢湾（三河湾を含む）、瀬戸内海では工業の発展、流通基地の整備などで見る影もない。

約半世紀にわたって水質などの汚染対策が行われ、沿岸域の水質は一定水準まで回復してきてはいるが、近年では、藻場が衰退してしまう「磯焼け」やサンゴの白化現象（図1.6参照）も新たな課題として注目され、開発による消滅を免れた貴重な生物生産の場が追い打ちをかけるように更なる打撃を受けているのが現状である。

今、海では、ただ水が汚れるだけではなく、負荷された物質を有用な資源に回帰させる本来の仕組みそのものが壊れ始めているといえる。

海の状態を知るためには、海の仕組みに対して監視の目を向けることが大切である。そして、悪くなった部分だけを見るのではなく、全体の仕組みがきちんと機能しているのかどうか、あるいは機能させるためには人はいかなるような知恵を出さなければならないのか。これを見極めることができる環境モニタリングの仕組みを構築することが望まれる。少なくとも、これからの海域環境モニタリングは、海の営みに着目したものでなければ、本当に海を再生させることはできない。そのためには、海を立体的にみること、生産の鍵を握る定着性の生物を対象にすることが重要である。

また、モニタリングした結果を数値として羅列するだけではなく、海の仕組み全体を認識し、評価していかなければならない。

環境が悪化してから、悪化の原因を究明し、その原因を取り除くために様々な措置を講じてきたのが今までの取り組みであった。そのため、人々は社会経済的な豊かさと引き換えに多くの自然を失い、自然の持っている仕組みから生産される多くの恵みを失った。それに気がついてから、多くの代償を払い、「自然再生」、「環境創出」を唱えているが、見せかけの環境改善はできても自然が



図 1.6 サンゴの白化現象

備えている仕組みや機能までも再生、創出させることはなかなか困難であることも分かってきた。人工干潟や藻場造成が一定の成果を上げている反面、天然の干潟や藻場のような生産性や浄化力が得られていないことも事実である。

このような反省も含めて、環境モニタリング調査には、環境悪化を予防するコンセプトも付加していきたい。悪くなる前に要因を取り除き、先手を打つことの方が、悪くなってから修復するより簡単であり、楽なはずである。「予防医学」という分野がある。病気になる前に予防注射をしたり、うがい、手洗いを励行したりして健康を損なわないようにするものであるが、「健康診断」もその分野からの発想と認識する。

海が「生き物」であるならば「予防海洋学」があってもおかしくない。そして、海の「健康診断」があってもおかしくない。これからの海域環境モニタリングは、海の「健康診断」の役割を担うべきであり、海の仕組みに着目した内容で構成することが望まれる。

このような考えから生まれたのが「海の健康診断」である。そして、検査の内容は、「海の営み」を構成要素と機能とに区分して考えた。沿岸域の基本構造を図 1.7 に示す。

「海の営み」の構成要素は生物群集 (stock) であり、物質の動き・流れ (flow) のことである。これが相互に保全されていることが重要であるとの観点から、『生態系が安定していて、物質循環が円滑であること』が『健康な海』であるとの考えに到達した。そして、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」をモニタリングに当たっての大きな視点に据えた。『海の健康診断』の検査項目は、この二つの視点の指標となる項目で構成している。

すなわち、「生態系の安定性」については、“生物組成”、“生息空間”及び“生息環境”を「物質循環の円滑さ」では、“基礎生産”、“負荷と海水交換”、“堆積・分解”及び“除去（漁獲）”を対象としている。

なお、「海の健康診断」は新しい海の環境モニタリングの仕組みであり、対象海湾の健康状態（健康か不健康か）を診断し、不健康な場合は、その原因を究明することを目的としている。現行の仕組みの中には、海の健康の維持・管理、不安要素の排除・改善、環境創造、環境修復といった方策、いわゆる病巣の治療方法までは含んではいない。

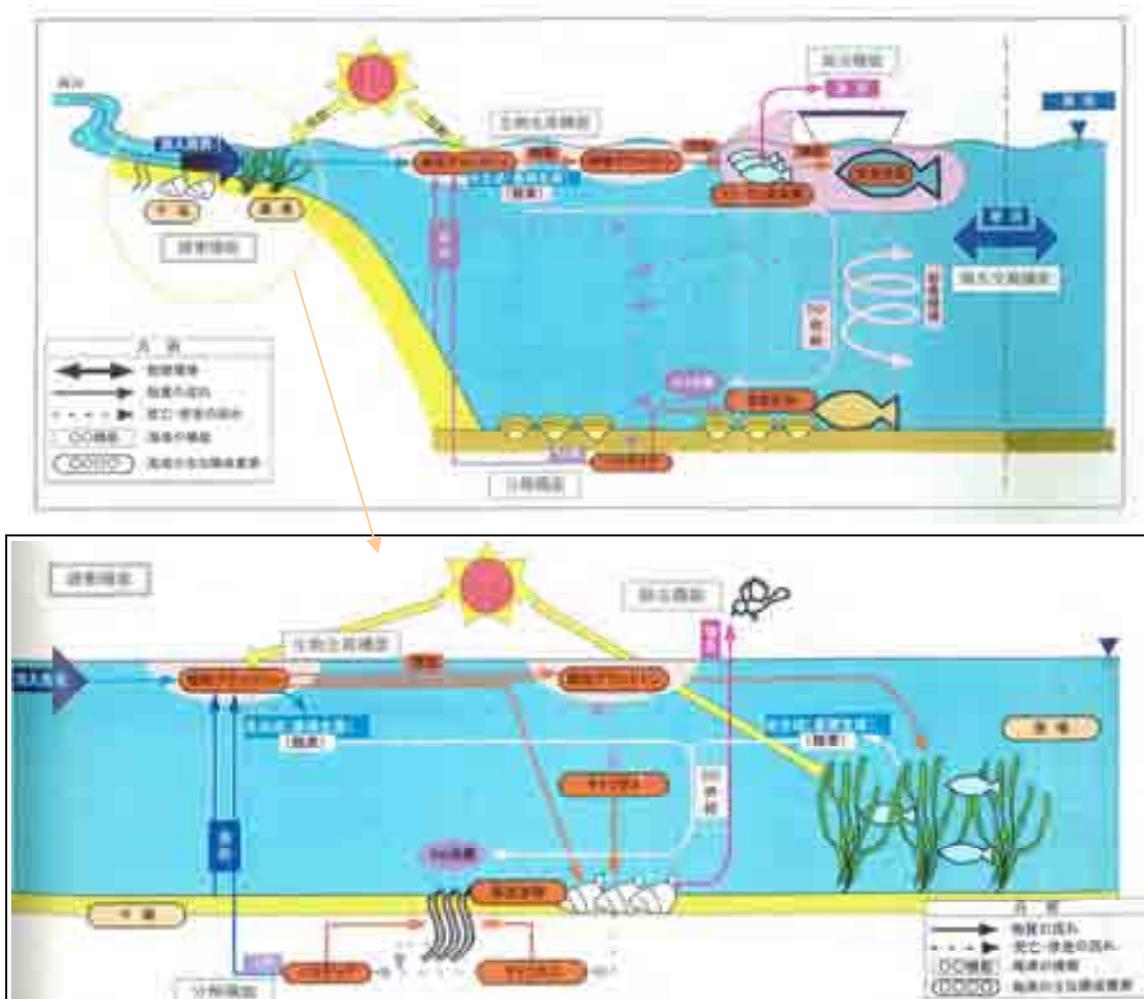


図 1.7 沿岸域の基本構造

4) 「海の健康診断」の必要性

沿岸、内湾域は、限られた空間のなかで、水深の変化に併せて基質も変化に富み、干潟や藻場などの多様な地形が存在するとともに、陸水の影響や潮汐によって水温、塩分のみならず水質もダイナミックに変化し、陸域から河川を通じて供給される栄養物質は、光合成から始まる食物連鎖によって、海域環境に適応した豊かな生態系を形成する。沿岸、内湾域における生態系は、海洋における生物資源の大部分を支える大変重要な「海の営み」である。

沿岸、内湾域は、干潟や藻場などの多様な地形を有する特徴的な“場”である構造をもち、陸域から河川を通じて豊かな栄養物質を受け取り、豊かな生物生産を産み出す場所である。沿岸、内湾域の豊かな生物生産は海洋における生物資源の大部分を支え、食物網を通じて行われる分解、生産、浄化などの「機

能」によって海の環境を維持している。すなわち、生物生産が円滑に営まれている海が「健康な海」である。海洋環境を議論するには、沿岸、内湾域の生物生産に関わる環境がきわめて重要である。

しかし、閉鎖性海湾と言われる内湾域では、沿岸浅海域の高度利用によって多様な地形が失われ、過剰な負荷によって貧酸素化が長期化する場合や分解しきれずに有機物が海底に堆積する場合などによって豊かな生物生産が阻害されている。生物生産を産み出す“場”の減少や栄養物質を生物生産につなげる物質循環の過程に様々な課題を抱えてしまった結果であると推察する。これは、陸域からの負荷を制限し、水質を一定レベルに保つことだけで解決することではない。「多様な地形的特徴をもつ構造」と「栄養物質とそれを利用する生物により維持されている生物生産機能」は「海の営み」そのものであり、「海の営み」を維持している構成要素をしっかりと見ていくことが海の環境を「診る」ことにつながるはずである。

また、自然に作られた海の営みが一度失われてしまうと、人の手ではなかなか元に戻らない。したがって、これまでのように海の「健康状態」が悪化してから検査するのではなく、悪化の兆しをいち早く見つけ、事前に対策を打つことも非常に大切である。

この必要性に応えるために作った仕組みが「海健康診断」である。

「海健康診断」は、海の「営み」の仕組みを支える「構造」と「機能」に着目した検査項目を抽出し、予防医学的なセンスを取り入れ、継続的にチェックしていくことが可能な手法として提案したものである。

検査項目は、海の「営み」の基本が、陸域から供給される栄養を適正に輸送し、生物生産に転化させることによって豊かな海を持続的に形成していることにあるとの観点から、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」に着目して構成されている。

2. 「海の健康診断」の仕組み

「海の健康診断」の手順は、私達が職場等で受けている定期健診と同じように、年1回の定期健康診断にあたる「一次検査」と一次検査で不健康の疑いが出た場合に実施する精密検査にあたる「二次検査」から構成している(図参照)。

「一次検査」は、公共用水域水質調査など全国一律で行われている調査を中心に、公共性の高い誰でもが入手可能な情報を用いて、簡便に評価できる手法を採用している。一次検査において不健康の疑いがある海湾は二次検査に進む。また、健康と判断できた海湾については検査を終了するが、その後の継続的な定期診断をお勧めしたい。

「二次検査」は、地元の行政・研究機関等が取得しているデータを材料にして、水産試験場など海の環境に精通している人が実施できる“専門性が求められる検査”である。二次検査は、一次診断の結果を検証し健康・不健康の診断を確定させるための「再検査」と「再検査」で不健康な海湾と判断された場合、その海湾を対象に不健康の原因を究明する「精密検査」の二段階の検査を行い、これによって「二次診断」として不健康の程度(病状)とその原因を特定する。なお、再検査において健康と判断できた海湾については、一次検査において健康と判断できた海湾と同様に検査を終了し、その後の継続的な定期診断をお勧めしたい。

また、二次診断後、病状とその原因が特定されれば、その対策を見出せるように「処方箋(メニュー)」を用意した。さらに、二次診断において病状やその原因が特定できないものについては、より高度な専門性を活かした手法が求められることから「調査・研究」の必要性を追加した。

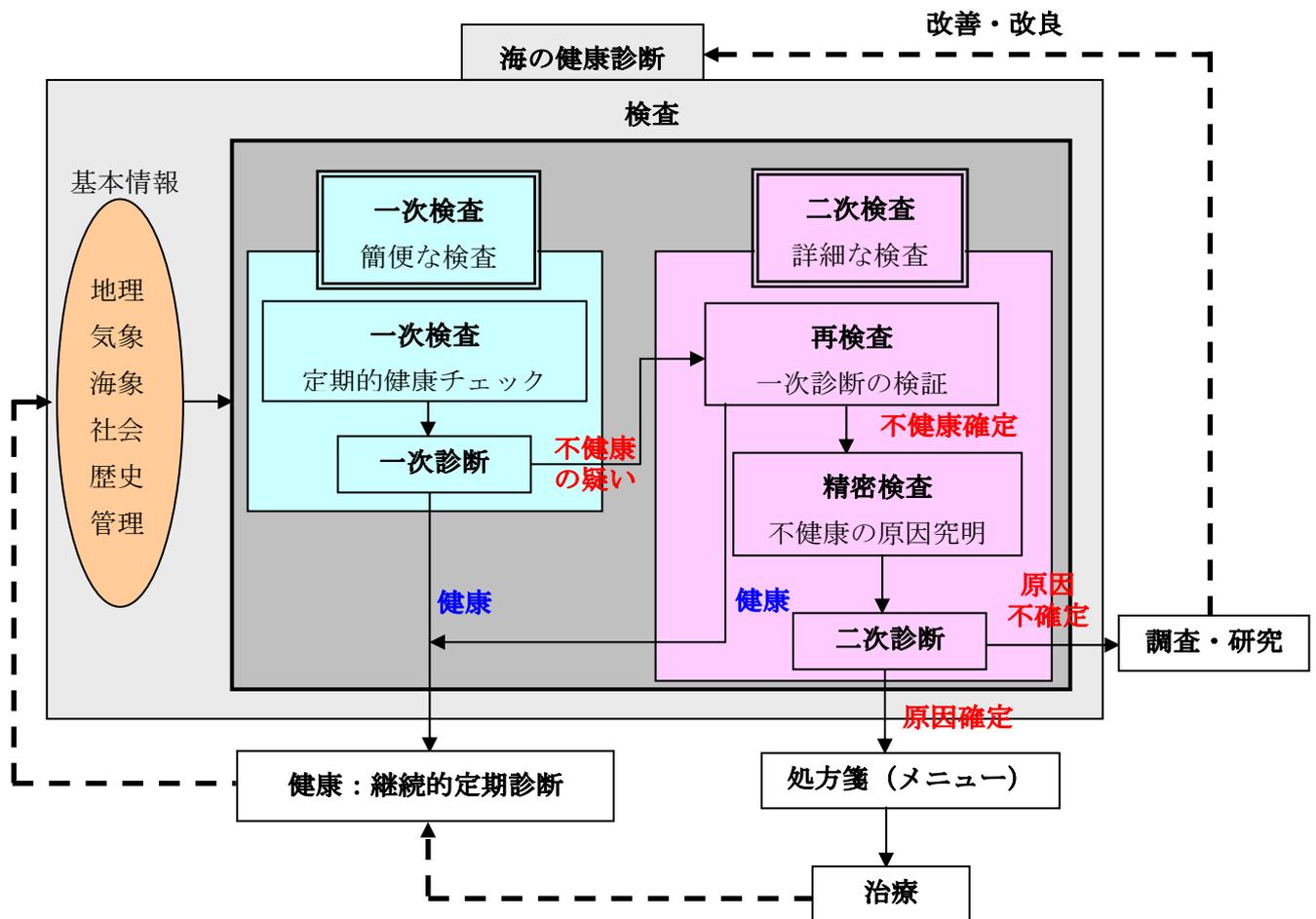


図 2.1 「海の健康診断」の構成

基本情報

「海の健康診断」を行うにあたっては、まず、対象とする海湾の基本情報を整理し、概要を把握しておくことが重要であり、健康診断の第一歩である。整理した内容は、海湾の概要把握だけでなく、一次検査及び二次検査の調査計画立案及び総合評価を行う際の判断材料として活用する。

収集する基本情報は、地理的条件、気象的条件、社会的条件、歴史的条件、管理的条件及び海象条件で構成する。

一次検査

一次検査は、簡便な手法により海湾が健康かを評価する。一次検査項目一覧を表 2.1 に示す。

検査項目は「生態系の安定性」の指標となる項目と「物質循環の円滑さ」の

指標となる項目で構成する。

「生態系の安定性」については“生物組成”、“生息空間”及び“生息環境”の3つの視点から以下の6つの検査項目で検査を行う。

「物質循環の円滑さ」については、“基礎生産”、“負荷・海水交換”、“堆積・分解”及び“除去（漁獲）”の4つの視点から7つの検査項目で検査を行う。

表 2.1 一次検査項目一覧

検査の視点		検査項目
生態系の安定性	生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化
		海岸生物の出現状況
	生息空間	干潟・藻場面積の変化
		人工海岸の割合
	生息環境	有害物質の測定値
		貧酸素水の確認頻度
物質循環の円滑さ	基礎生産	透明度の変化
		赤潮の発生頻度
	負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス
		潮位振幅の変化
	堆積・分解	底質環境
		無酸素水の出現状況
	除去（漁獲）	底生魚介類の漁獲量

二次検査

一次検査で“要精検”と診断された場合に、二次検査を行う。

一次検査は、簡便な方法によっていることから、二次検査では一次検査の検証が一つの目的である。すなわち“再検査”である。“再検査”によって“不健康”と診断された場合は、その原因を究明するための“精密検査”が必要である。この“再検査”と“精密検査”が二次検査を構成するもので、いずれも専門的な知識、技術を要する。

このため、二次検査の方法、進め方については、有識者、専門家の協力を得ることが望ましい。人の健康診断で問題点が見つかった時に専門医に掛かるのと同じである。

二次診断

「海健康診断」は、海湾の環境状態を定期的に診断し、不安要素や不健康な部分を早期に発見することが第一の目的である（一次検査）。そして、その状態（症状）を正確に把握し、原因を究明することが第二の目的である（二次検査）。

査)。

二次診断とは、一次検査と二次検査の結果を総合的に検討し、海湾の状態を科学的に判断することである。そして、海湾の環境（健康）を保護・保全するために必要な方向性を示すことを目的としている。そのため、対象海湾の環境に精通している「地域アドバイザー」を加えた学識経験者で構成する「判定会議」で評価を行うことが望ましい。

不健康な状態やその原因がわかれば、それを取り除く処置が必要であるが、その方向性を示すことで「海健康診断」は現在のところ終結している。処置として、海湾に様々な手を加えることは、管理する行政官庁との調整や周辺の住民のコンセンサスが必要であり、そこまで踏み込んではいない。

3. 一次検査の方法

3.1 一次検査の概要

一次検査実施フローは図 3.1、一次検査の個別検査項目の検査内容と検査基準は表のとおりである。

なお、検査内容で用いる各記号は下記の英語から設定した。

記号の根拠

「生態系の安定性」に関わる項目

漁獲割合 (FR) : Fishing Ratio

漁獲量 (FC) : Fish Catch

海岸生物 (LC) : Living thing of Coast

人工海岸(AC) : Artificial Coast

有害物質(PS) : Poisonous Substance

貧酸素水の確認頻度(CW) : Confirmation Frequency of Low Oxygen Water

「物質循環の円滑さ」に関わる項目

透明度(TP) : Transparency

負荷滞留濃度(LR) : Load Residence Factor

潮位振幅(AT) : Amplitude of Tide

硫化物(SD) : Sulfide

無酸素水(NW) : Anoxic Water

底生魚類(FB) : Bottom Fish

また、各記号の添え字となっている s は標準 (standard)、t は検査 (test) の意である。

基本情報の収集（詳細 19～21P）

項目		資料
地理的条件	海湾の位置・海底地形・水深・面積・容積・湾口幅・底質分布	海上保安庁作成海図等
気象的条件	気温、降水量、日照時間及び風向	気象庁アメダス観測データ（財団法人気象業務支援センター）
社会的条件	土地利用、汚水処理場整備状況及び人口分布といった流入負荷に関する情報	流量年表、公共用水域調査結果（河川）のCOD、T-N、T-P データ、土地利用に関する資料、汚水処理場の整備状況に関する資料、人口分布に関する資料（自治体（県）の資料室またはホームページ）
歴史的条件	土地利用、海域利用及び有害物質等による海域汚染に関する履歴	自治体等が発行している「公害」の歴史や「環境白書」が有効な資料
管理的条件	海湾に隣接する自治体（都道府県及び市町村）、海湾に位置する港湾等の管理者	自治体等が発行している資料
海象条件	海湾の潮流や波浪などの状況	環境情報に関するホームページや文献等



一次検査（詳細 22～35P）

生態系の安定性

項目		資料
生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化	農林水産統計年報
	海岸生物の出現状況	現地調査等
生息空間	干潟・藻場面積の変化	日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況（環境庁）
	人工海岸の割合	環境省自然環境保全基礎調査
生息環境	有害物質の測定値	公共用水域水質調査（健康項目データ）
	貧酸素水の確認頻度	公共用水域水質調査など

物質循環の円滑さ

項目		資料
基礎生産	透明度の変化	公共用水域水質調査
	赤潮の発生頻度	各地方自治体調査等による毎年の赤潮発生状況
負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス	負荷量、容積（海の基本図、海図、測量原図）、河川流量（流量年表、各県資料）、塩分（公共用水域水質調査、JODC データ）
	潮位振幅の変化	実測潮位データ
堆積・分解	底質環境	各地方自治体調査等による底質調査結果
	無酸素水の出現状況	公共用水域水質調査結果など
除去（漁獲）	底生魚介類の漁獲量	農林水産統計年報

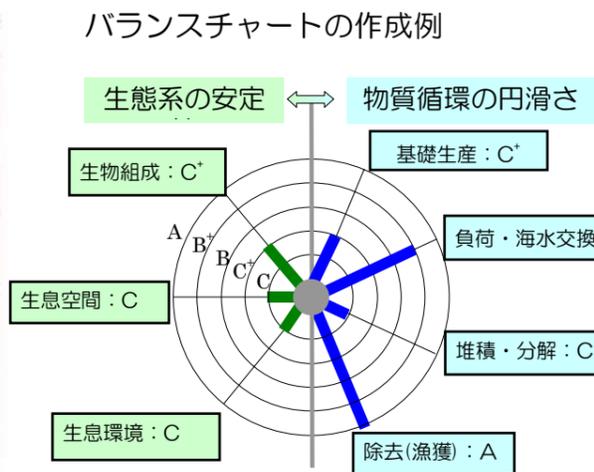


検査結果のとりまとめ（詳細 37～41P）

検査基準（18～19P） 診断（36P）

カルテの記入例

項目	検査項目	検査結果	検査基準	診断	評価
生態系の安定性	生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化	農林水産統計年報	...	B
	生息空間	干潟・藻場面積の変化	日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況（環境庁）	...	C
物質循環の円滑さ	基礎生産	透明度の変化	公共用水域水質調査	...	C
	負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス	負荷量、容積（海の基本図、海図、測量原図）、河川流量（流量年表、各県資料）、塩分（公共用水域水質調査、JODC データ）	...	C



グラフの作成例

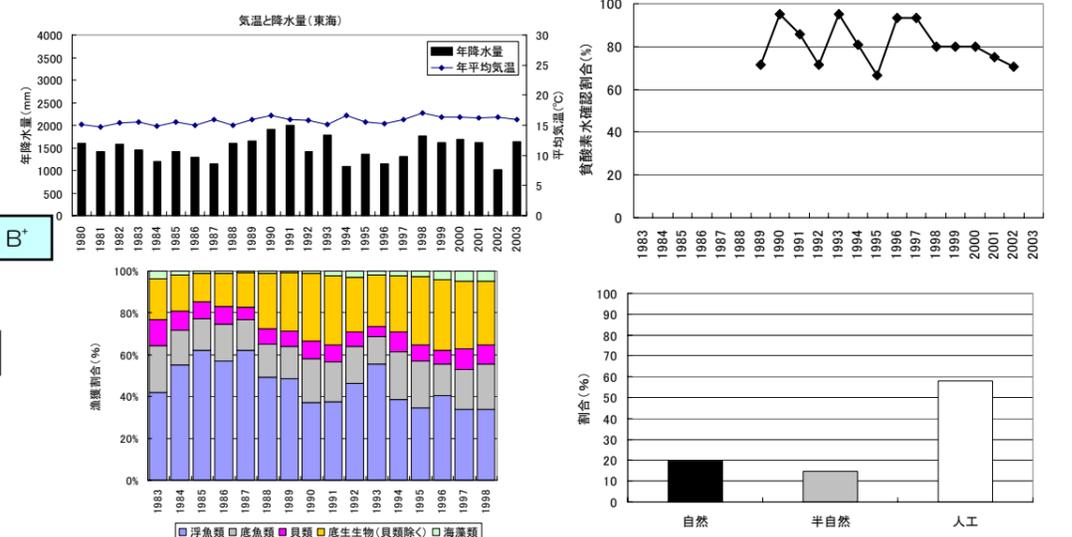


図 3.1 一次検査実施フロー

表 3.1(1) 一次診断の検査方法と検査基準（生態系の安定性）

視点	検査項目	必要な資料及び調査	検査内容			検査基準		
			前処理	スタンダード値	検査値	結果	良好(A)	要注意(B)
生態系の安定性	生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化	最近20年間の最多漁獲量の分類群を抽出し、検査対象とする。	20年間の漁獲割合の平均をFRs、漁獲量の平均をFCsとする。	最近3年間の漁獲量の平均をFR、FCを求める。 FR=FRt/FRs FC=FCt/FCs	0.8≤FR≤1.2 かつ 0.7≤FC≤1.3	0.8≤FR≤1.2 かつ FC<0.7または 1.3<FC	FR<0.8または 1.2<FR
	海岸生物の出現状況	海岸における生物出現確認調査	—	各海湾の代表生物種類数をLCsとする。	LCを求める。 LC=LCt/LCs	LC=1	0.8≤LC<1	LC<0.8
生息空間	干潟・藻場面積の変化	日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況（環境庁）	—	—	1970年代以前と最新の干潟・藻場面積を比較する。	干潟・藻場面積は減少していない	干潟・藻場面積のいずれかが減少している	干潟・藻場面積がともに減少している
	人工海岸の割合	環境省自然環境保全基礎調査	—	—	最新の人工海岸の割合をAC(%)とする。	AC≤20	20<AC<50	50≤AC
生息環境	有害物質の測定値	公共用水域水質調査（健康項目データ）	最近20年間のすべての健康項目測定値を検査対象とする。	各健康項目の環境基準値をPSsとする。	各健康項目の測定値をPStとする。	すべての健康項目でPS<0.8	1つの健康項目でも0.8≤PSt<1	1つの健康項目でも1≤PS
	硝酸素水の確認頻度	底層の溶存硝酸素データ（公共用水域水質調査など）	—	最新の底層の溶存硝酸素量の調査地点数をCWsとする。	貧酸素水の溶存硝酸素量（4.3mg/L未満）が確認された調査地点数をCWtとする。	CW<0.1	0.1≤CW<0.5	0.5≤CW

表 3.1(2) 一次診断の検査方法と検査基準 (物質循環の円滑さ)

視点	検査項目	必要な資料及び調査	検査内容			検査基準			
			前処理	スタンダード値	検査値	結果	良好(A)	要注意(B)	要精査(C)
物質循環の円滑さ	透明度の変化	公共用水域水質調査	最近 20 年間の透明度の平均値を調査対象とする。	スタンダード値 20 年間の平均を TP _s (cm)とする。	最近 3 年間の平均 TP _t (cm)とする。	TP,TD を求める。 TP=TP _t /TP _s TD = TP _t - TP _s	0.8 ≤ TP ≤ 1.2 かつ TD ≤ 20	0.8 ≤ TP ≤ 1.2 かつ 20 ≤ TD	TP < 0.8 または 1.2 < TP
	赤潮の発生頻度	各地方自治体調査等による毎年赤潮発生状況	-	-	最近 20 年間の赤潮の発生の有無をみる。	-	赤潮が発生していない	毎年ではないが赤潮が発生している	毎年赤潮が発生している
堆積・分解	負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス	淡水滞留時間 τ (day) を求める。 τ = (S ₀ -S ₁) / S ₀ Q S ₀ : 湾外基準塩分 S ₁ : 湾内平均塩分 Q: 河川流量 (m ³ /day) 単位体積当たり負荷量 Hx (mg/day/m ³) を求める。 Hx = Px/V Px: 負荷量 (mg/day) V: 海灣の体積 (m ³)	水質項目 (x) ごとに以下のとおりとする。 COD 0.2mg/L I-N 0.2mg/L I-P 0.02mg/L	水質項目 (x) ごとに負荷滞留濃度 (LRI) を求める。 LRI(x) = τ Hx	-	COD, T-N, T-P とともに LRI < スタンダード値の場合	COD, T-N, T-P のいずれかが スタンダード値 ≤ LRI の場合	COD, T-N, T-P とともに スタンダード値 ≤ LRI の場合
	潮位振幅の変化	実測潮位データ	最近 30 年間の朔望平均満潮位と朔望平均干潮位の差を求め、その線形回帰より傾きを求める。	0.05 (m)	30 年間の変化量 AT (m) を求める。 AT = 30(年) × 傾き	-	AT < 0.05 かつ 最近 3 年間減少傾向にない	AT < 0.05 かつ 最近 3 年間減少傾向	0.05 ≤ AT
除去 (漁獲)	底質環境	各地方自治体調査等による底質調査結果	-	-	最新の硫化物量の最大値を SD (mg/g) とする。	-	SD < 0.2	0.2 ≤ SD < 1	1 ≤ SD
	無酸素水の出現状況	底層の溶存酸素量データ (公共用水域水質調査結果など)	-	-	最新の溶存酸素量の最低値を AW (mg/L) とする。	-	2.9 ≤ AW	0.5 ≤ AW < 2.9	AW < 0.5
漁獲	底生魚介類の漁獲量	農林水産統計年報による魚種別漁獲量	最近 20 年間の底生魚介類 (底魚及び底生生物) の漁獲量を調査対象とする。	20 年間の漁獲量平均を FB _s とする。	最近 3 年間の漁獲量平均を FB _t とする。	FB を求める。 FB = FB _t / FB _s	0.7 < FB かつ 最近 3 年間増加もしくは横ばい傾向	0.7 < FB かつ 最近 3 年間減少傾向	FB ≤ 0.7

3.2 基本情報

主な基本情報について、項目と情報の入手方法を示す。

地理的条件

人間に例えると、身長と体重にあたる情報で、海湾の基本的な情報である。海上保安庁水路部が発行している海図に有効な情報が集約されている。

海図の購入先：財団法人日本水路協会

〒104-0045 東京都中央区築地 5-3-1 水路部庁舎内

TEL03-3543-0689 FAX03-3543-0142

最低限、海湾の位置・海底地形・水深・面積・容積・湾口幅・底質分布について整理することが望まれる。

気象的条件

気象は、海水温、降雨による淡水流入量、波浪（風浪）及び水中の光条件等、海域環境と密接な関係にある。

ここでは、気温、降水量、日照時間及び風向について、季節的な傾向を把握する。

アメダス観測データが有効であり、過去 10 年間の情報を入手する。

アメダス観測データ（作成機関：気象庁）

入手方法：下記に問い合わせる。

財団法人 気象業務支援センター

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町 3-17 東ネンビル

TEL. 03-5281-0440 FAX. 03-5281-0445

<http://www.jmbasc.or.jp>

社会的条件

負荷は、光合成による基礎生産に始まる食物連鎖の源であり、物質循環の駆動源である。ここでは、人間活動によって海域に供給される負荷について、流入負荷量の算定を行うとともに、土地利用、汚水処理場整備状況及び人口分布といった流入負荷に関する情報について経年的に整理する。

流量年表、公共用水域調査結果（河川）の COD、T-N、T-P データ、土地利用に関する資料、汚水処理場の整備状況に関する資料、人口分布に関する資料が主要な情報源で、自治体（県）の資料室に常設されている。最近はホームページで入手可能な場合もある。

流入負荷は、年間総量の経年変化を整理する。

主要な河川がある場合は、河川の流量に河川水質濃度を掛け合わせた総和を

流入負荷量として算定する。流量は流量年表から、水質濃度は公共用水域調査結果から COD、T-N、T-P の濃度を整理する。

流量や水質の情報がない時は、現地調査が望まれるが、多大な労力が必要である。一定の精度を得るためには、土地利用、産業構造、人口などから原単位法で求める手法もある。一例として下記のような方法が考えられる。

流入負荷量＝次の各系の合計値（原単位は「流域別下水道整備総合計画調査 指針と解説」より平均的な値を設定）

定住系：人口（主な流域市町村を対象として）×原単位(g/人・日)（COD：26、T-N：11、T-P：1.2）

産業系：特定工場・事業場の実測・届け出濃度より、排水量×排水濃度

畜産系：家畜頭数×原単位(g/頭/日)（牛は COD：530、T-N：290、T-P：50、豚は COD：130、T-N：40、T-P：25）

自然系：流域面積（主な流域市町村を対象として）×原単位(kg/ha/年)（COD：50.6、T-N：11.4、T-P：0.53）

土地利用については、陸域の森林、畜産、宅地及び工業用地等の土地利用の変遷を整理する。

汚水処理場の整備状況については、整備率及び処理能力について経年的に整理する。

人口は、海湾流域の人口分布の変遷を整理する。

歴史的条件

土地利用、海域利用及び有害物質等による海域汚染に関する履歴を整理する。自治体等が発行している「公害」の歴史や「環境白書」が有効な資料として活用できる。

また、海域利用については、海図が有効であるが、農林水産統計年報にも養殖施設の設置数及び収穫量が記載されており、経年的に整理することで、海域環境の変化等を類推することが可能である。また、近年はホームページ等により電子データとして入手できる場合もある。

農林水産統計年報（農林水産省統計情報部）

入手方法：下記に注文する。

社団法人全国農林統計協会連合会

〒153-0064 東京都目黒区下目黒 3-9-13

TEL03-3495-6761 FAX03-3495-6762

管理的条件

海湾に隣接する自治体（都道府県及び市町村）、海湾に位置する港湾等の管理者を整理し、対象海湾の利用者を把握する。入手元としては自治体等が発行している資料が考えられる。

海象条件

海湾の潮流や波浪などの状況を把握する。入手元としては各海湾の環境情報に関するホームページや文献等が考えられる。

3.3 一次検査

1) 生態系の安定性

「生態系の安定性」は合計 6 項目で検査を行うが、1. 生物組成、2. 生息空間、3. 生息環境という 3 つの視点から検査項目を選定している。一次検査方法（生態系の安定性）を表 3.2 に示す。

表 3.2 一次検査方法（生態系の安定性）

視点	検査項目	必要な資料及び調査	検査方法				
			前処理	スタンダード値	検査値	結果	
生態系の安定性	生物組成	漁獲生物の分類群別組成の変化	農林水産統計年報による漁獲量	最近 20 年間の最多漁獲量の分類群を抽出し、検査対象とする。	20 年間の漁獲割合の平均を FRs、漁獲量の平均を FCs とする。	最近 3 年間の漁獲量割合の平均を FRt、漁獲量の平均を FCt とする。	FR、FC を求める。 $FR = FRt / FRs$ $FC = FCt / FCs$
		海岸生物の出現状況	海岸における生物出現確認調査	—	各海湾の代表生物種類数を LCs とする。	代表生物のうち出現が確認された種類数を LCt とする。	LC を求める。 $LC = LCt / LCs$
	生息空間	干潟・藻場面積の変化	日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況（環境庁）	—	—	1970 年代以前と最新の干潟・藻場面積を比較する。	—
		人工海岸の割合	環境省自然環境保全基礎調査	—	—	最新の人工海岸の割合を AC(%) とする。	—
	生息環境	有害物質の測定値	公共用水域水質調査（健康項目データ）	最近 20 年間のすべての健康項目測定値を検査対象とする。	各健康項目の環境基準値を PSs とする。	各健康項目の測定値を PSt とする。	PS を求める。 $PS = PSt / PSs$
		貧酸素水の確認頻度	底層の溶存酸素量データ（公共用水域水質調査など）	—	最新の底層の溶存酸素量の調査地点数を AWs とする。	貧酸素水（4.3mg/L 未満）が確認された調査地点数を AWt とする。	AW を求める。 $AW = AWt / AWs$

(1) 生物組成

各海湾での生物群集の普遍性が保持できているかをチェックする。次の2つの検査から構成する。

漁獲生物の分類群別組成の変化

検査の趣旨

魚類を中心とした食物連鎖の高次の生物組成をチェックする。

検査方法

漁獲量は長期にわたる生物情報で、海湾に生息する生物構成の指標として利用可能であり、農林水産統計年報で容易に把握できる。

使用データ：漁業地区別魚種別漁獲量（漁業地区別あるいは魚種別のデータがない場合がある）

農林水産統計に基づき、各海湾の沿岸に位置する漁業地区別の最近20年間の魚種別漁獲量データを検査対象とする。20年間の分類群別漁獲量を算出し、最優占分類群の漁獲割合及び漁獲量に着目する。漁獲割合、漁獲量ともに20年間の平均値と最近3年間の平均値を算出し、その比を検査値とする。分類群は浮魚、底魚、底生動物（貝類除く）、貝類、海藻類とする。漁獲対象種の分類は下表を基本とする。

浮魚	イワシ類、アジ類、サバ類、ブリ類などの回遊性の魚類で遠洋・沖合漁業で漁獲されるマグロ類やカジキ類は除外している。
底魚	上記、浮魚を除く魚類で同様に遠洋・沖合漁業で漁獲されるマグロ類やカジキ類は除外している。ヒラメ類やタイ類など。
底生動物（貝類除く）	エビ類、カニ類、タコ類、イカ類、ウニ類やその他の水産動物。
貝類	アワビ類、サザエ類、ハマグリ類、アサリ類
海藻類	ワカメ類、テングサ類などの採藻による漁獲

海岸生物の出現状況

検査の趣旨

海岸生物など比較的低次の食物連鎖構造を担う生物組成をチェックする。

検査方法

沿岸海域を構成する4つの場（磯場、砂浜、干潟、人工護岸）をできるだけ含むようにして海岸を散策し、出現した生物種を記録する。その際に観察した生物やその生息環境について写真撮影等で記録しておくとなお良い。

生物は水温が高い夏季に活発に活動する。岩の隙間に生息する生物や穴の中

に棲む生物は地表に出てきて活動するため、夏季に調査をすると生物も見つけやすい。従って、基本的には6月から9月ごろにかけて調査をすることが望ましい。しかし、アラメやカジメなどの海藻類は、秋季から冬季にかけて繁茂するため、海藻をチェックする磯場では必要に応じて、秋季または冬季にも調査を行うことが望ましい。



代表種と選定した海岸生物のうち、以上の現地調査によってどの程度の種類を確認できたかを検査値とする。代表種は各海湾ごとに設定しており、全国の開鎖性海湾 88 海湾のうち 84 海湾では表 3.3 のとおりに設定している。これ以外の海湾で検査を実施する場合は海湾の地理的位置、大きさなどが近い海湾の代表種を参考にして頂きたい。生物の分類については一般の方々でもわかりやすいレベルの分類を採用した。巻末に示す代表種の写真を参考にして頂きたい。できれば海岸生物を対象とした生物図鑑を手元に置きながら確認頂けると万全である。なお、代表種の選定については、今後、地元の生物情報に詳しい地域アドバイザーへのヒアリングによって精査する必要があると考えている。生物に関する定期的な継続調査は、環境の変化を把握する貴重な情報であるにもかかわらず、その実績が乏しいのが現状である。「海の生物調査は、専門的知識が必要な上に労力も掛かる」という固定概念、先入観を捨てて、地域の浜でどんな生物が観られるのか、散歩しながら記録することからでも是非着手して頂きたい。

(2) 生息空間

生物群集を支える生息空間が保持できているかをチェックする。次の2つの検査から構成する。

干潟・藻場面積の変化

検査の趣旨

生物が多く生息する浅海域の代表として干潟や藻場の変化をチェックする。

検査方法

環境省では、自然環境保全基礎調査において日本全国の藻場・干潟面積の集計を実施している。自然環境保全基礎調査は全国的な観点から我が国における自然環境の現況及び改変状況を把握し、自然環境保全の施策を推進するための基礎資料を整備するために、環境省が昭和48年度より自然環境保全法第4条の規定に基づきおおむね5年ごとに実施している調査である。

この調査では干潟に関しては最も古いデータが1945年という古いデータであり、過去のデータは高度成長に伴う激しい開発以前の海灣が本来「あるべき姿」を検討する際の有効なデータとなる。ただし、1945年のデータでは検査できる海灣にかなり限りがあることから、最低でも干潟、藻場ともに1978年時点のデータと現状（最新データとして1993年）との面積の変化を検査値としている。上記以外の資料より高度成長期以前と以降の干潟・藻場の面積データを持っている場合はそのデータを用いた検査をお勧めしたい。

人工海岸の割合

検査の趣旨

埋立てや護岸整備等の人間活動による生物の生息空間の変化をチェックする。

検査方法

環境省では、自然環境保全基礎調査において日本全国の海岸線の延長をその形態別に集計を行っている。自然環境保全基礎調査は全国的な観点から我が国における自然環境の現況及び改変状況を把握し、自然環境保全の施策を推進するための基礎資料を整備するために、環境省が昭和48年度より自然環境保全法第4条の規定に基づきおおむね5年ごとに実施している調査である。

調査対象となった海岸線は、「全国海岸域現況調査」（建設省、昭和50年度）の「海岸区分計測図」に表示されている海岸線で、短径100m以上の島を含む全国の海岸線を対象としたものである（ただし、いわゆる北方領土を含まない）。該当する都道府県は全国で39都道府県であった。

環境省においては海岸線形態を自然海岸、半自然海岸、人工海岸および河口部の4つに整理しておりそれぞれの海岸線の定義は以下のとおりである。なお、

近年日本全国で行われている“沿岸の自然再生”によって造成された人工干潟や人工藻場などは人工海岸に含めないように注意する必要がある。

1)自然海岸	海岸（汀線）が人工によって改変されないで自然の状態を保持している海岸（海岸（汀線）に人工構築物のない海岸）
2)半自然海岸	道路、護岸、テトラポット等の人工構築物で海岸（汀線）の一部に人工が加えられているが、潮間帯においては自然の状態を保持している海岸（海岸（汀線）に人工構築物がない場合でも海域に離岸堤等の構築物がある場合は、半自然海岸とする。）
3)人工海岸	港湾・埋立・浚渫・干拓等により人工的につくられた海岸等、潮間帯に人工構築物がある海岸
4)河口部	河川法の規定（河川法適用外の河川にも準用）による「河川区域」の最下流端を陸海の境とする。

ここでは、上記のデータを用いて、各海湾の沿岸に存在する市町村での人工海岸の占める割合を算定し、検査値とする。なお、市町村別のデータでは必ずしも各海湾の沿岸に限った人工海岸の割合を算定できない場合があり、さらに精度の高いデータを入手できる場合はそのデータでの検査をお勧めしたい。

(3) 生息環境

生息空間に変化が無くても、それを取り囲む生息環境に変化があれば、それは「生態系の安定性」を脅かすものとなる。特に生物の生死に関わる項目として次の2つの検査から構成する。

有害物質の測定値

検査の趣旨

斃死や奇形など生物にとって致命的な悪影響を与える重金属やダイオキシン類の影響をチェックする。

検査方法

有害物質に関しては、人体への直接的な影響も問題となるため、公共用水域水質測定調査（健康項目）、化学物質環境安全性総点検調査（水質・底質、生物モニタリング）を中心に各地方自治体主体の調査結果が比較的速やかに公表されている。特にダイオキシン、環境ホルモン等について、各自治体が積極的に情報公開しているだけでなく、一般的な新聞等でも情報を得ることができる。

- ・公共用水域水質測定結果

作成機関：国立環境研究所 環境情報センター

入手方法：水質の年間値については、国立環境研究所環境情報センターのホームページ（<http://web4.nies.go.jp/igreen/index.html>）の「オンライン・データベースー環境数値データベース」において全都道府県の値が公開されている。財団法人環境情報普及センターに申し込めば年間値もしくは元データが実費頒布で磁気情報として入手可能である。また、各都道府県の刊行物として各年度の調査結果が販売されているが、発行部数はあまり多くはないようである。

ここでは、公共用水域水質測定（健康項目）の20年間の測定結果を検査対象とする。各健康項目の測定結果の最大値と環境基準値との比を算出し、検査値とする。

なお、公共用水域水質測定が行われていない海湾では、有害物質の影響とみられる奇形生物の発見例がないことや有害物質の発生源として疑われる流入河川及び沿岸に工場等がないことによって良好（A）と診断してもよい。

貧酸素水の確認頻度

検査の趣旨

生物の呼吸に絶対的な悪影響を与える貧酸素水の発生状況をチェックする。ここでの貧酸素水塊の定義は底生物の生息状況に変化を起こす臨界濃度（水産用水基準（2000年版）（平成12年12月、（社）日本水産資源保護協会）参照）として、4.3mg/L未満とする。

検査方法

公共用水域水質測定結果では水深方向に上層・中層・下層という分類で調査を実施しているが、全ての調査点で全ての層の観測結果があるわけではない。ここでは貧酸素化しやすい下層のデータのみを検査対象とする。最新の下層の全溶存酸素量データ数のうち貧酸素水となっているデータ数の比を算出し、検査値とする。

公共用水域水質測定結果のデータは、下層におけるデータの不足が否めない。また、同データは水質汚濁の監視を目的に調査を実施されており、水質汚濁が懸念される沿岸部に調査点が偏って配置されている。そのため湾中央部のデータも不足している。現在日本の内湾で大きな問題となっている貧酸素水の発生状況を詳細に把握できる調査が実施されることが必要であろう。

その他、内湾の底層の溶存酸素量を把握している調査として浅海定線調査がある。浅海定線調査は、各自治体の水産部局において実施されている漁況海況予報事業の一部であり、沿岸域の定点観測を実施しているものである。調査項目は水温・塩分等であるが、一部溶存酸素量の調査も行われている。鉛直方向の観測層数が多いことが特徴であり、各自治体により実施頻度は異なるが、概

ね月に 1～2 回実施されている。浅海定線データは水温・塩分については 5～6 層程度の観測が行われているが、その他の項目については、実施主体によって大きく異なる。浅海定線データを用いる場合は最下層のデータを対象として検査を行う。浅海定線データは湾中央部の調査点が多く含まれており、公共用水域の測点配置と比べると、均一に配置されていると言える。しかしながら、浅海定線は公共用水域水質測定結果に比べてデータの公共性が低いため、データ収集が困難であり利用しづらい現状がある。

2) 物質循環の円滑さ

「物質循環の円滑さ」は合計 7 項目で検査を行うが、1. 基礎生産、2. 負荷・海水交換、3. 堆積・分解、4. 除去（漁獲）という 4 つの視点から検査項目を選定している。一次検査方法（物質循環の円滑さ）を表 3.4 に示す。

表 3.4 一次検査方法（物質循環の円滑さ）

視点	検査項目	必要な資料及び調査	検査方法				
			前処理	スタンダード値	検査値	結果	
物質循環の円滑さ	基礎生産	透明度の変化	公共用水域水質調査	最近 20 年間の透明度の平均値を検査対象とする。	20 年間の平均を TP _s (cm) とする。	最近 3 年間の平均を TP _t (cm) とする。	TP, TD を求める。 TP=TP _t /TP _s TD= TP _t -TP _s
		赤潮の発生頻度	各地方自治体調査等による毎年の赤潮発生状況	—	—	—	最近 20 年間の赤潮の発生の有無をみる。
	負荷・海水交換	負荷と滞留のバランス	負荷量、容積（海の基本図、海図、測量原図）、河川流量（流量年表、各県資料）、塩分（公共用水域水質調査、JODC データ）	淡水滞留時間 τ (day) を求める。 $\tau = (S_0 - S_1) / S_0 Q$ S ₀ : 湾外基準塩分 S ₁ : 湾内平均塩分 Q: 河川流量 (m ³ /day) 単位体積当たり負荷量 Hx(mg/day/m ³) を求める。 Hx=P _x /V P _x : 負荷量(mg/day) (x: COD、T-N、T-P) V: 海湾の体積(m ³)	水質項目(x) ごとに以下のとおりとする。 COD 0.2mg/L T-N 0.2mg/L T-P 0.02mg/L	水質項目(x) ごとに負荷滞留濃度 (LR) を求める。 LR(x)= τHx	
		潮位振幅の変化	実測潮位データ	最近 30 年間の期望平均満潮位と期望平均干潮位の差を求め、その線形回帰より傾きを求める。	0.05(m)	30 年間の変化量 AT(m) を求める。 AT=30(年)×傾き	
		堆積・分解	底質環境	各地方自治体調査等による底質調査結果	—	—	最新の硫化物量の最大値を SD(mg/g) とする。
		無酸素水の出現状況	底層の溶存酸素量データ（公共用水域水質調査結果など）	—	—	最新の溶存酸素量の最低値を NW(mg/L) とする。	
	除去（漁獲）	底生魚介類の漁獲量	農林水産統計年報による魚種別漁獲量	最近 20 年間の底生魚介類（底魚及び底生生物）の漁獲量を検査対象とする。	20 年間の漁獲量平均を FB _s とする。	最近 3 年間の漁獲量平均を FB _t とする。	FB を求める。 FB=FB _t /FB _s

(1) 基礎生産

植物が次の栄養段階に物質を受け渡す流れに滞りがないかをチェックする。次の2つの検査から構成する。

透明度の変化

検査の趣旨

高密度にプランクトンが存在する、懸濁物粒子が大量に流れ込むなど基礎生産の滞りが考えられる場合を最も簡単に表すデータとして、透明度の変化をチェックする。

検査方法

公共用水域水質測定結果を用いる。

過去20年間と最近3年間の各海湾の透明度データの平均値を算出し、その比及び差を検査値とする。

赤潮の発生頻度

検査の趣旨

プランクトンが異常発生することは基礎生産の滞りを示すものであり、それを視覚的に捉えることができる赤潮の発生状況をチェックする。

検査方法

赤潮発生件数のデータはいくつかの各自治体の水産部局で整理している、これらの組織から入手可能であると考えられる。またそれ以外でも主な海湾であれば環境省発行の環境白書等に整理されていることがあるので、これらから入手する。

過去20年間の毎年の赤潮の有無を検査対象として、赤潮の発生が毎年みられるかどうかで検査を行う。

ただし、平成16年度に全国88閉鎖性海湾を対象に行った一次検査の実施状況をみると、赤潮に関する情報が取得もしくは公表されていない海湾が多くあることがわかった。赤潮の情報が存在しない海湾では次のデータを用いて赤潮の発生状況を推測し検査することも可能である。特に、pHや表層の溶存酸素量については公共用水域水質測定で実施されており、既存のデータで対応できるものと考えられる。赤潮発生有無の判断は東京湾水質汚濁調査報告書（平成11年度）（東京湾岸自治体環境会議、平成13年3月）から次のように設定した。なお、溶存酸素の基準については上記報告書では「酸素飽和度150%」としているが、公共用水域調査結果などでは一般的に溶存酸素量(mg/L)での表記が多いため、水温等を想定し溶存酸素量(mg/L)として設定した。基準は赤潮の発生頻度でみる正規の診断内容とほぼ同様の検査結果が出るように設定した。

- ・ クロロフィル a ……50 $\mu\text{g/L}$ 以上で赤潮発生と判断
- ・ pH ……8.5 以上で赤潮発生と判断
- ・ 溶存酸素量 (DO) ……10mg/L 以上で赤潮発生と判断

(2) 負荷・海水交換

陸域からの流入負荷や海水交換の程度から、物質が物理的に運ばれる流れに滞りがないかをチェックする。

負荷と滞留のバランス

検査の趣旨

“負荷滞留濃度”と名付ける数値から負荷・海水交換のバランスをチェックする。イメージは図 3.2 のとおりである。

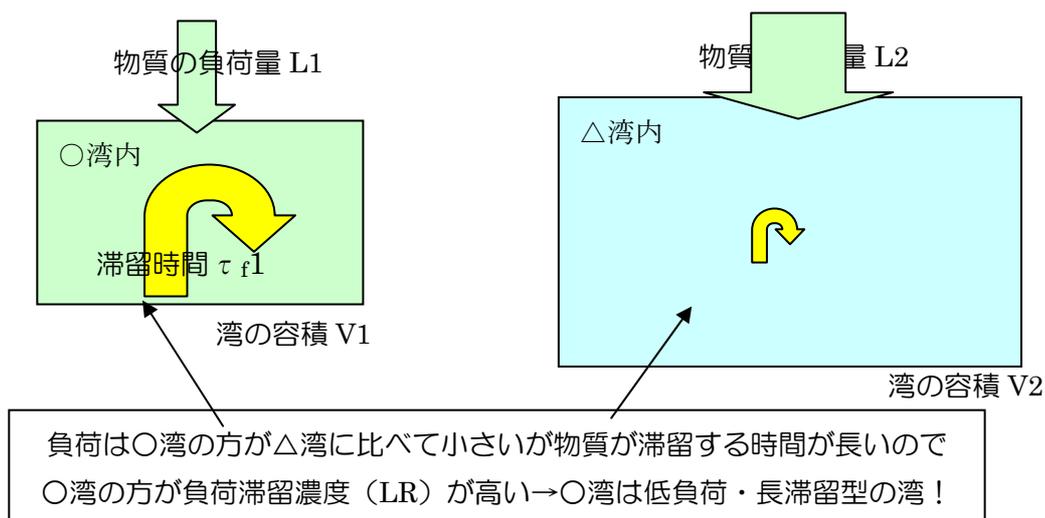


図 3.2 負荷滞留濃度の考え方のイメージ

検査方法

負荷滞留濃度は次式で定義する。

$$\text{負荷滞留濃度(LR)} = L \tau_f / V$$

L : 物質の負荷量、 τ_f : 淡水の平均滞留時間、 V : 海湾の容積

負荷滞留濃度は流入負荷量起源による物質の湾内の平均濃度を表し、大きさや海水交換特性が異なる海湾での負荷と滞留のバランスを同等に評価できる。このパラメーターは、負荷量(L)が多いほど、また淡水滞留時間 τ_f が長いほど大

きな値となり、逆に湾の体積(V)が大きいほど小さな値となる。

負荷滞留濃度を計算するために必要なデータは、淡水の平均滞留時間、負荷量、海湾の容積である。各データは次のように収集もしくは計算する。

物質の負荷量(L)

基本情報として収集したデータを用いる。

淡水の平均滞留時間(τ_f)

淡水の平均滞留時間(τ_f)は次式で表される。

$$\tau_f = R / V_f$$

R : 淡水放出量 (基本情報で収集した河川流量を用いる) V_f : 淡水存在量
淡水存在量(V_f)は海湾内外の塩分差から算出する。

$$V_f = (S_0 - S_1) / S_0 V$$

S_0 : 湾外水の平均塩分、 S_1 : 湾内水の平均塩分、V : 海湾の体積

容積(V)

負荷量と同様に基本情報の収集においてすでに調査されているものを用いる。

算出された負荷滞留濃度を検査値とし、基準値と比較して診断する。

潮位振幅の変化

検査の趣旨

潮汐による海水交換の程度を潮位振幅の変化によってチェックする。

検査方法

潮位データは気象庁の検潮所の記録が一般に入手可能である。特に毎年発行される「潮位表」には実測潮位の統計値が記載されており、これを用いることにより容易に潮位差を知ることができる。気象庁以外では海上保安庁等の検潮所記録も同様に入手可能であり、データもある程度蓄積されている。

過去 30 年間の潮位振幅 (各検潮所での朔望平均満潮位 (大潮時の満潮位の平均値) と朔望平均干潮位 (大潮時の干潮位の平均値) の差) より線形回帰を求める。その傾きに 30 年を掛け合わせ検査値とし、基準値と比較して診断する。

(3) 堆積・分解

海底に沈降・堆積した物質が分解される過程に滞りがないかをチェックする。

底質環境

検査の趣旨

海底の分解の状況を表す「底質の悪化」や「貧酸素水の発生」の状況を表現できる硫化物量をチェックする。

検査方法

底質の硫化物量については各地方自治体の水産試験場などが測定しているデータがホームページなどで公表されているものもあるが、データが取得されている海湾は少ない。最新の硫化物データの最大値を検査値として、基準と比較して診断する。

ただし、平成 16 年度に全国 88 閉鎖性海湾を対象に行った一次検査の実施状況をみると、硫化物に関する情報が取得もしくは公表されていない海湾が多くあることが認識できた。底質の粒径と硫化物の間に強い関係があることから、硫化物の情報がない海湾では海湾内に泥分が存在する海湾は安全側をみて要精検とする。

無酸素水の出現状況

検査の趣旨

分解機能を担う生物の生息環境としてチェックする。無酸素水の定義は溶存酸素濃度 0.0mg/L であるが、分析の定量限界値が 0.5mg/L であるためその値を採用する。

検査方法

「生態系の安定性」の検査項目である貧酸素水の確認頻度と同様に、公共用水域水質測定結果および各自治体を実施している浅海定線調査を使用する。

最新の底層の溶存酸素濃度の最低値に着目し、その値を基準値と比較して診断する。

(4) 除去（漁獲）

人間等が海域から物質を取り上げる流れに滞りが無いかをチェックする。

底生魚介類の漁獲量

検査の趣旨

外海の資源変動の影響を受けづらい底生魚介類の漁獲量が減少していないかをチェックする。

検査方法

農林水産統計年報から把握できる。使用データは最近 20 年間の農林水産統計の魚種別漁獲量である。

底生魚介類の最近 20 年間と最近 3 年間の平均値を比較する。底生魚介類とは底魚、底生生物および貝類とする。これは、浮魚は外海の資源変動に大きく左右され海湾の健康状態をみるためには不適當であると考えられるためである。底魚、底生生物及び貝類の分類は以下のとおりである。

底魚	浮魚を除く魚類で遠洋・沖合漁業で漁獲される魚類は除外している。ヒラメ類やタイ類など。
底生生物	エビ類、カニ類、タコ類、イカ類、ウニ類やその他の水産動物。
貝類	アワビ類、サザエ類、ハマグリ類、アサリ類

3) 検査結果のとりまとめ

一次検査結果については一次診断チャートと一次診断カルテにまとめる。カルテの最終列の診断は検査結果をもとに行う。2つの検査項目によって診断する場合には、変化をできるだけ見逃さない安全側に立って、低い評価を基本とする下表のように診断する。

検査結果の組み合わせ	診断
A・A	A
A・B	B ⁺
B・B	B
A・C または B・C	C ⁺
C・C	C

また、一次診断チャートと一次診断カルテとともに、人間の健康診断で言えば問診票にあたる各湾の地理的条件、歴史的条件などの基本情報、レントゲン写真等にあたる検査材料のグラフなどを併せてとりまとめる。一次検査結果を客観的に見直す際の材料にもなりうるし、二次検査が必要な場合の基礎情報にもなるため、重要な作業となる。

4. 二次検査の方法

4.1 二次検査の考え方と構成

1) 二次検査の考え方

現状で海の不健康の原因を究明する検査を想定すると、まず、海の「営み」を構成するそれぞれの「構造」や「機能」をすべて丹念にチェックする検査がイメージとして浮かぶ。しかし、そのためには多大な労力とコストが必要である。これは多くの海湾がなかなか治療するまでには至らない原因の1つと考えられる。この状況を打破し、現実的に不健康な海湾を治療していくためには、個々の海湾の特性をよく知る地元の研究者による“知識や経験を活かした効率的な治療”が必要不可欠である。地元の研究者の活躍により、すでに具体的な治療に行き着いている海湾も全国にいくつか存在するが、ほとんどはそうではない。

「海健康診断」の二次検査は、個々の海湾の地元研究者が経験と専門的な知識により病状を診断し、その原因を突き止めるために活用してもらえるツールである。

「海健康診断」の二次検査の内容を検討するにあたって、平成18年に実施した全国71の閉鎖性海湾の一次検査結果を用いて、日本の閉鎖性海湾における原因から症状までの流れの傾向を分析した。

一次検査は、「生態系の安定性」に関わる3視点（生物組成、生息空間、生息環境）、「物質循環の円滑さ」に関わる4視点（基礎生産、負荷・海水交換、堆積・分解、除去（漁獲））について実施した。この7視点は、海の営みに関わる事象を網羅的に捉えたものであるが、閉鎖性海湾において起こる一般的な不健康の流れを考えると、「原因としての要素が強い視点」と「症状としての要素が強い視点」に区分される。

「原因としての要素が強い項目」としては、陸域から流入する負荷の程度を表す「負荷・海水交換」とその負荷を受け取り生産に結びつける部分の構造を示す「生息空間」の2つが挙げられる。「負荷・海水交換」は、生物生産の源となる負荷（栄養と言え換えても良い）が湾内において適度に滞留しているかを量る指標であり、海湾の栄養条件を決める最も基本的なことである。しかし、それだけでは海の営みは起こらない。その負荷を受け取り、生物を生産する仕組みが必要であり、その最も基本的な構造を表す「生息空間」の質が生産の善し悪しを決める。すなわち、この両者のバランスは海健康を左右する非常に重要なものであり、高度成長期以降の沿岸における過剰な負荷流入と沿岸の埋立という過去を振り返ると、海健康に与えた影響は計り知れないことが考え

られる。

上記の「負荷・海水交換」による表現される“陸域からの流入負荷”を受け取った「生息空間」（沿岸の干潟・藻場などの緩衝帯）はそこで生物を生産し、そこで使い切れなかった負荷が海域へと流れ込んでいく。干潟・藻場などの緩衝帯が減少すると、過剰な量の負荷が直接海域に流れ込んでいくこととなる。

その結果決まるのが、「基礎生産」から「除去・漁獲」までの5つの「症状としての要素が強い視点」である。過剰な負荷が海域に流入すれば、まず海域の表層部分に変化が生じる。爆発的に植物プランクトンが増加する赤潮のような現象は、まさにこの変化を表すものであり、これを表す視点が「基礎生産」である。

赤潮を形成した植物プランクトンが死滅すると、それは海底に沈降する。海底に沈降した有機物は適量であれば、その場の環境収容力に応じた適切な量の生物を生産する源となるが、過剰な場合には一次的な生物増加など不均衡な状態を産み出す。これを表す視点が「堆積・分解」である。

一次的に増えた生物は、呼吸によって海底の酸素を著しく消費し、貧酸素化を招く。これを表すのが「生息環境」であり、この健全度によって、海域に生息している生物の種類（生物組成）や量（除去（漁獲））が変化していくこととなる。

以上の流れは図 4.1 のように整理され、閉鎖性海湾における基本的な不健康の流れと考えられる。

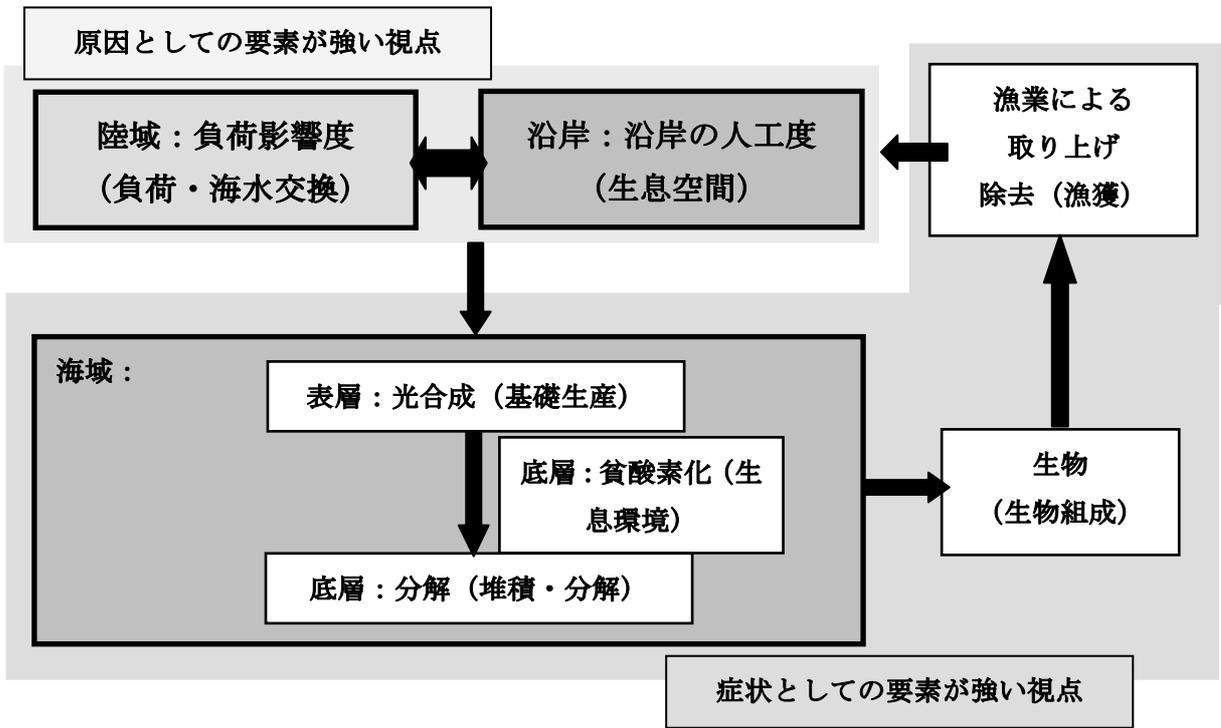


図 4.1 閉鎖性海湾における不健康の流れと検査の視点の対応関係

この関係を踏まえて、全国の閉鎖性海湾における原因と症状の関係を分析するために、「原因としての要素が強い」次の2つの指標を両軸にとった分布上に、「症状としての要素が強い」その他の項目のC判定がどの程度出ているかを重ね合わせた(図 4.2 参照)。なお、図上にプロットできたのは、両指標のデータが存在する 47 湾(全体の約 70%)である。

- ①「物質循環の円滑さ」を構成する「負荷・海水交換」の視点から、物質循環の基礎となる負荷と海水交換のバランスを検査した「負荷滞留濃度」¹
- ②「生態系の安定性」を構成する「生息空間」の視点から、①を受け生物を生産する構造の自然度を検査した「人工海岸の割合」

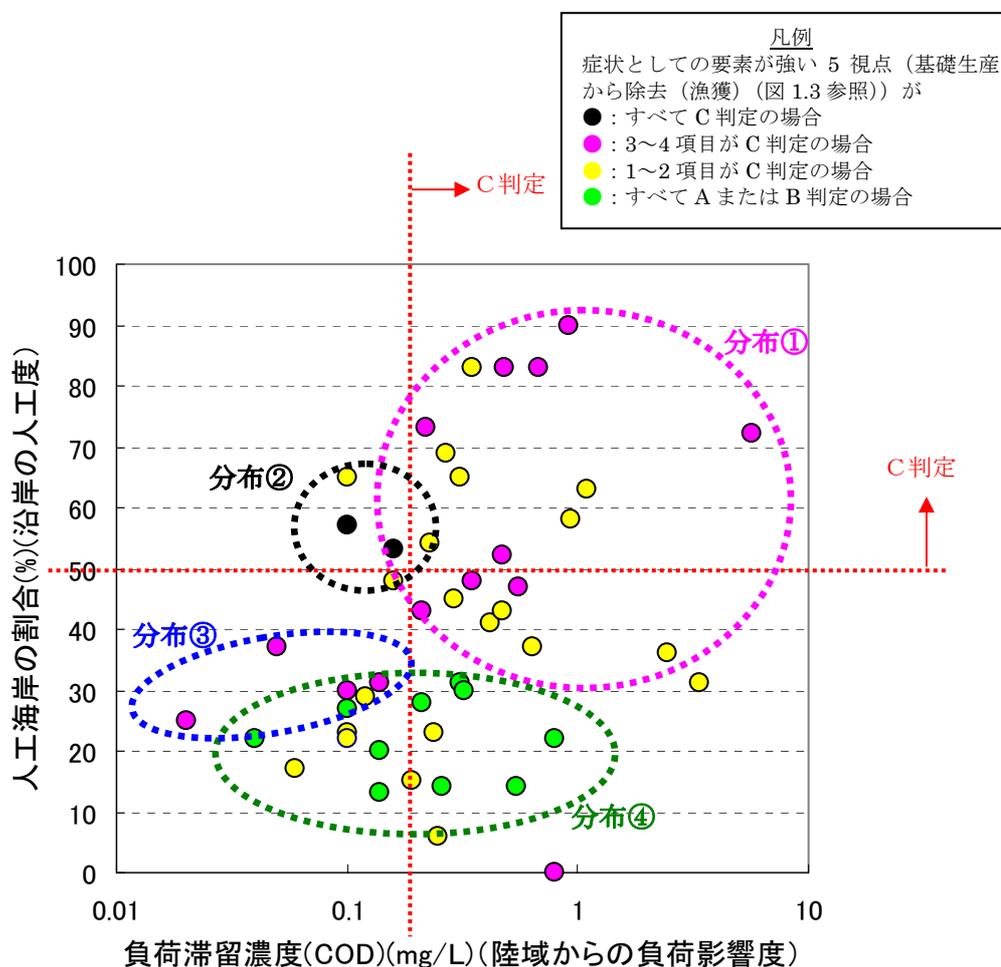


図 4.2 一次検査結果の分布が示す閉鎖性海湾の不健康の傾向

その結果、の分布では、特徴的な4つの分布が見出された。その原因や症状の傾向、また、そこから推定される健康状態について表 4.1 にまとめた。

表 4.1 一次検査結果分析結果における特徴的な分布とその傾向

分布	原因の傾向	症状の傾向	左記からの推定される健康状態
①	陸域からの負荷影響度が高く、沿岸の人工度が高い(自然度が低い)	「基礎生産」や「堆積・分解」など「物質循環の円滑さ」に関わる症状に多く C 判定がみられる	陸域からの過剰な負荷が沿岸の緩衝帯において取り込まれないまま海域へ流入し、不健康になっている
②	陸域からの負荷影響度は低いが、沿岸の人工度が高い(自然度が低い)	該当例は少ないが、「生態系の安定性」「物質循環の円滑さ」に関わる症状すべてで C 判定がみられることが多い	陸域からの負荷は現在抑制されているが、蓄積した負荷が沿岸の緩衝帯において取り込まれないため、不健康状態が続いている
③	陸域からの負荷影響度、沿岸の人工度ともに低い(自然度が高い)	原因となる視点に C 判定がみられないが、「生態系の安定性」に関わる視点に C 判定が多くみられる。	自然に近い状態の海湾であるにも関わらず陸域からの負荷を抑制したため、生態系に不健康がみられる
④	陸域からの負荷影響度は高いが、沿岸の人工度は低い(自然度が高い)	上記の3グループに比べて、比較的 C 判定が少ない。	自然に近い状態の海湾と生態系にとって適度な負荷があり比較健康がみられる

この分布には、明瞭な境界はみられないものの、一次検査の C 判定基準によって区分したグラフ上の四つの象限と概ね対応しており、この四つの象限は、海湾における不健康の原因から症状までの流れを示すにあたって、有効な区分と考えられた。

以上より、二次検査の進め方は、全国の主要閉鎖性海湾の一次検査分析結果から、海湾の不健康の主な原因が、栄養負荷の摂取量とその代謝機能との不釣り合いにあることが推定できたことから、負荷と海水交換のバランスを検査している「負荷・海水交換」と生物生産の基盤を支えている「生息空間」という大きな2つの視点を軸にして、「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」を現

す視点との関連構造をたどりながら、病状とその進行度合いを判定し、原因を究明する方法が良いと考え、その手順を組み立てた。

2) 二次検査の構成とオプション

二次検査は、「再検査」と「精密検査」とから構成し、それらの検査結果を用いて「二次診断」では、病状と進行度合い（重篤度）及びその原因を明らかにする。また、その他のオプションとして、処方箋（メニュー）、調査・研究を位置づけている（表 4.2 参照）。

表 4.2 二次検査・オプション一覧

項 目		内 容
二次検査	再検査	<p>一次検査は誰でも実施できることをコンセプトにできる限り簡便なデータを用いて実施しているため、その診断結果は不確実性を伴う。</p> <p>そこで、再検査は、各海湾がもつ特有の構造や機能を背景におきながら、地元の研究機関等が持っているデータなどを活用して、一次検査の結果を精査し、不健康な視点（病状）を特定する。</p>
	精密検査	<p>再検査の結果まででは、不健康の原因を究明できていないため、その後の“治療”につながらない。</p> <p>そこで、精密検査では、再検査までの検査結果から原因と症状の進行度を想定し、不健康な視点（病状）の原因を特定する。</p>
	二次診断	<p>以上の検査結果をとりまとめ、病状と進行度合い（重篤度）及びその原因を明らかにする。原因が特定できない場合は、調査・研究の必要性について判断する。</p>
オプション	処方箋 （メニュー）	<p>二次診断において確定した原因タイプに応じて、適切な処方箋を考える。処方による副作用や処方上の注意に十分留意して、海湾を治療する。</p>
	調査・研究	<p>二次診断では、複合的な条件によって不健康になっている海の場合、原因を確定できない事例もあるものと考えられる。</p> <p>そこで、一定の専門的見地からでは病状やその原因が特定できない場合には、より高度な専門性をもって解析を必要とすることから、モデル解析等の手法を用いた調査・研究を実施する。</p>

4.2 二次検査

二次検査からオプション（処方箋（メニュー）、調査・研究）までの流れは図4.3に示すとおりである。

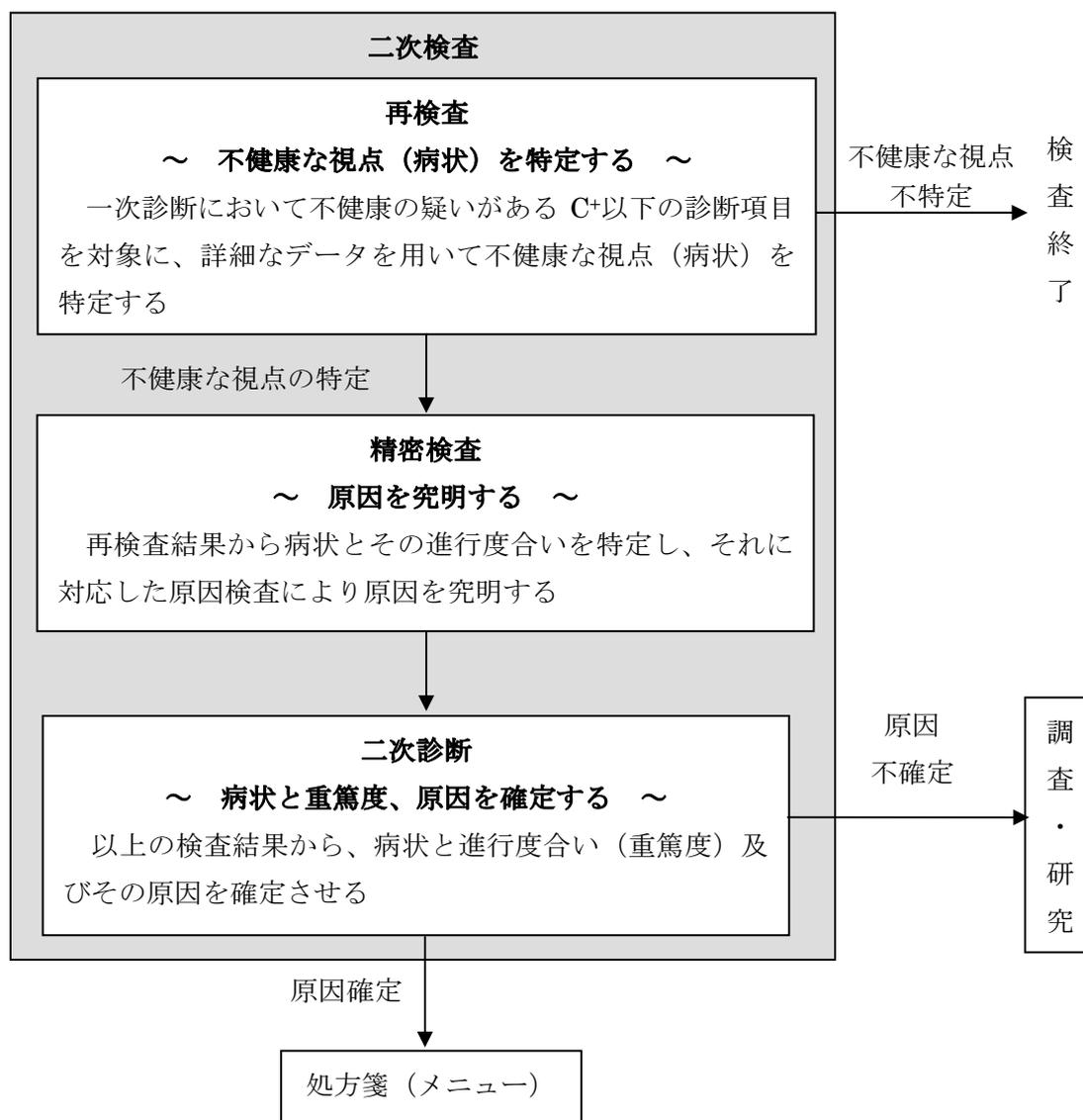


図 4.3 二次検査から処方箋あるいは調査・研究までの流れ

以降、検査・オプション毎に具体的な実施手順について解説する。

1) 再検査

再検査は「一次検査の精査」と「“海灣らしさ”の確認検査」の2つのプロセスから実施する。再検査の手順は図 4.4 に示すとおりである。

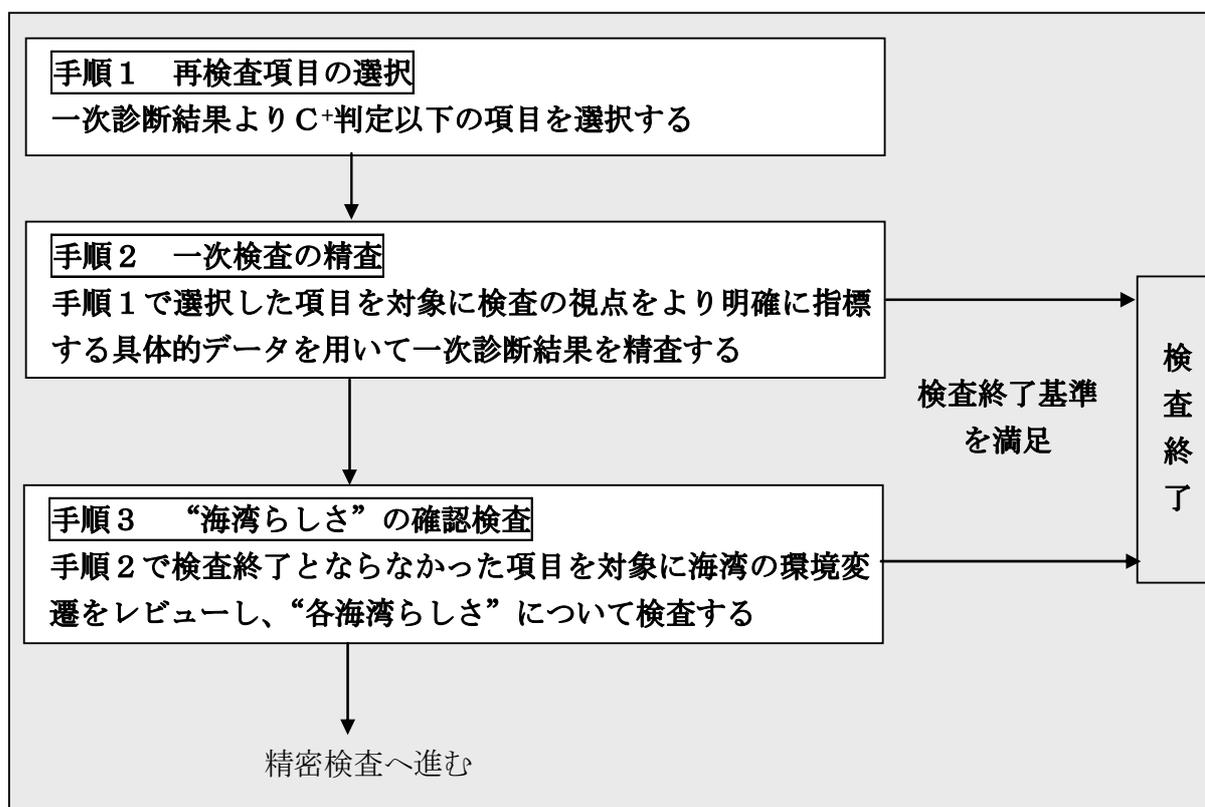


図 4.4 再検査の手順

再検査方法の詳細については、以下のとおりである。

A) 手順1 再検査項目の選択

一次診断結果から、C+以下の判定（少なくとも複数の検査内容の場合は片方だけでもC判定の場合）の項目を再検査項目として選定する。

B) 手順2 一次検査の精査

一次検査では、全国的に一律に実施されている公表データを基本的に用いたが、検査の視点をより明確に指標する具体的データが存在している場合がある。

そこで、手順1で選択した再検査項目を対象に、検査視点をより明確に指標

する具体的データを用いて一次検査と同様な検査を実施し、不健康な結果が出るかについて検証する。

具体的な内容は表 4.3 に示すとおりである。

精密検査が不必要（精検不要）と判断されたものについては、そこで検査を終了する。それ以外は次の手順3「“海湾らしさ”の確認検査」に進む。なお、「生息空間」、「負荷・海水交換」については、一次検査内容以上に必要なデータが想定されないことから、本検査は省略し、次の手順3「“海湾らしさ”の確認検査」に進むこととする。

検査基準については一次検査のように全国一律の基準設定が難しい。ここでは目安としての基準を示すが、詳細については各海湾の状況をよく知っている地元研究者等に判断して頂きたい。

表 4.3 具体的な再検査の内容（一次検査の精査）

視点		一次検査内容	再検査項目	検査のねらいと方法	検査終了基準
生態系の安定性	生物組成	<ul style="list-style-type: none"> ・漁獲生物の分類群別組成の変化 ・海岸生物の出現状況 	近年20年程度の底生生物相の変化	一次検査では全国一律で統計的に集計されている漁獲量や簡易な海岸観察データによる検査を行った。再検査では、沿岸の定着性生物の代表の1つである海底の底生生物の生物相の過去20年程度の間の変化を検査する。	現在確認されている底生生物の出現種類の8割以上は20年前にも確認されていた種類である
	生息環境	<ul style="list-style-type: none"> ・貧酸素水の確認頻度 	貧酸素水の発生面積	一次検査では全国一律で実施されている公共用水域水質調査結果等を用いて貧酸素水の発生頻度を確認したが、海湾の面積に対して確認地点数が少ない、または地点の配置に偏りがあるなど貧酸素水の発生規模を十分に評価できていない場合が考えられる。再検査では地元研究機関等が作成した貧酸素水の発生海域図などを用いて、貧酸素水の発生面積について検査する。	貧酸素水の発生面積は海湾全体の50%未満である
物質循環の円滑さ	基礎生産	<ul style="list-style-type: none"> ・透明度の変化 ・赤潮の発生頻度 	栄養塩類、植物プランクトン、クロロフィルの変化	一次検査で扱った「赤潮の発生頻度」の基礎情報となる海域の栄養塩類、植物プランクトン、クロロフィルの過去20年程度の変化から富栄養化の傾向がみられるかを検査する。	栄養塩類、植物プランクトン、クロロフィルは減少傾向にある
	堆積・分解	底質環境（硫化物）	底質中の有機物量（COD, T-N, T-P など）の変化	一次検査で扱った硫化物量の基礎情報となる底質中の有機物量の過去20年程度の変化から、海底に負荷が蓄積する傾向がみられるかを検証する。	有機物量は減少傾向にある
	除去（漁獲）	底生魚介類の分類群別漁獲量	底生魚介類の魚種別漁獲量	一次検査では全国一律で統計的に集計されている漁獲量を大まかに分類群別にみて検査したが、同じ分類群の中にも生活史の違いによって各海湾への依存性が異なる種類がいることが考えられる。再検査では、魚種別漁獲量を用いて湾内への定着性が高い魚種に絞ってみた場合にも一次検査結果と同様の結果が出るかを検査する。	海湾に定着性の強い魚種の漁獲量は減少していない

① 手順3 “海灣らしさ”の確認検査

人間でも同じインパクトを受けても病気になる人とならない人がいるように、個々の海灣もその特性に応じてインパクトに対する耐性は異なると考えられる。一次検査で全国一律に設けた基準を逸脱していても、その現象が海灣の物質循環や生態系の維持をするために重要な役割を担っている可能性について考慮する必要がある。

そこで、「手順2 一次検査の精査」において検査終了にならなかった項目について、高度成長期前など人為的インパクトが少ない時期から現在に至る環境の変遷をレビューし、特定の“海灣らしさ”を確認する。

具体的な検査内容は表 4.4 に示すとおりである。

選択したすべての項目で検査終了基準を満たした場合は検査を終了する。そうでなければ、次の「精密検査」に進む。なお、資料の不足によって再検査が実施できない項目については、「疑しきものは検査する」という姿勢から精密検査へ進むこととする。

なお、検査基準については一次検査で示したような全国一律の基準設定が難しい。ここでは目安として示すが、詳細については各海灣の状況をよく知っているアドバイザー等に判断して頂きたい。

表 4.4 具体的な再検査の内容（“海灣らしさ”の確認検査）

視 点	再検査内容	検査のねらいと方法	検査終了基準	
生態系の安定性	生物組成	外部からのインパクト（負荷や埋立）が少ない頃と現在の底生生物相の比較	人為的な負荷やインパクトが少ない頃（概ね高度成長期（1970年）以前と考えられる）にも同じような生物の生息が確認されていれば、本来もつ構造的な閉鎖性等によって生息している生物が制限されている可能性がある。高度成長期前と現在の底生生物相を比較する。	現在確認されている底生生物の出現種類の8割以上は20年前にも確認されていた種類である
	生息空間	海灣の起源	人工的に作られた海灣において、干潟・藻場の面積や自然海岸の延長などの健全度を評価すること自体無理がある。海灣の起源について確認する。	人工海灣である
		埋立が少ない頃と現在の干潟・藻場面積の比較	埋立が少ない頃（概ね高度成長期（1970年）以前と考えられる）にも干潟・藻場面積が同程度であれば、本来もつ構造的な閉鎖性等によって干潟や藻場が形成されにくいという可能性がある。高度成長期前と現在の干潟・藻場面積を比較する。	高度成長期以前に比べて、干潟・藻場面積は減少していない
	生息環境	外部からのインパクト（負荷や埋立）が少ない頃と現在の貧酸素水の比較	人為的な負荷やインパクトが少ない頃（概ね高度成長期（1970年）以前と考えられる）にも同程度の貧酸素水が確認されていれば、運命的に貧酸素水が発生する海灣と考えられ、そのような海灣では貧酸素水が発生することを問題にできない。高度成長期前と現在の貧酸素水発生面積を比較する。	高度成長期以前にも現在と同程度（面積）の貧酸素水が確認されている
物質循環の円滑さ	基礎生産	外部からのインパクト（負荷や埋立）が少ない頃と現在の赤潮発生状況の比較	人為的な負荷やインパクトが少ない頃（概ね高度成長期（1970年）以前と考えられる）にも赤潮が確認されているということは、本来もつ構造的な閉鎖性等によって自然に赤潮が発生する海灣と想定される。高度成長期前と現在の赤潮発生状況（日数等）を比較する。	高度成長期以前にも現在と同程度（発生日数など）の赤潮が確認されている
	負荷・海水交換	外部からのインパクト（負荷や埋立）が少ない頃と現在の負荷滞留濃度の比較	人為的な負荷やインパクトが少ない頃（概ね高度成長期（1970年）以前と考えられる）にも現在と同程度の負荷滞留濃度が確認されれば、負荷滞留濃度が高いことは運命的なものとは判断できる。高度成長期前と現在の負荷滞留濃度を比較する。	高度成長期以前と現在の負荷滞留濃度は同程度である
	堆積・分解	外部からのインパクト（負荷や埋立）が少ない頃と現在の有機物量や硫化物量の比較	人為的な負荷やインパクトが少ない頃（概ね高度成長期（1970年）以前と考えられる）にも同様の底質環境（粒度組成、有機物量、硫化物量など）が確認されているということは、本来もつ構造的な閉鎖性等によって自然に底質環境が決まる海灣と想定される。高度成長期前と現在の有機物量や硫化物量を比較する。	高度成長期以前に比べて現在の底質の有機物量や硫化物量は同程度か減少している
	獲（除）去（漁）	漁業の歴史の確認	対象海灣において歴史的にどのような漁業が行われてきたか、また、現在どのような漁業が行われているかを既存資料やヒアリングにより確認し、漁獲量データの有効性を検証する。	漁業が行われていた履歴がない

2) 精密検査

A) 病状とその進行度合いの特定

「二次検査の考え方」に示したように、全国の主要閉鎖性海湾の一次検査分析結果から、海湾の不健康の主な原因が、栄養負荷の摂取量とその代謝機能との不釣り合いにあることが推定できた。この結果を踏まえて、精密検査では、この2つの原因の組み合わせ（原因タイプと呼ぶ）とそれ以外の視点の検査結果から不健康の重篤度を診ることとした。

原因タイプについては次の①～④に分類した（表 4.5 参照）。

- ①「負荷影響強・高人工化タイプ」（人為的影響増加型）は「負荷・海水交換」がC判定、「生息空間」がC判定の組み合わせの場合である。このタイプは、沿岸の緩衝帯が人為的な埋立等で減少し、負荷を生物生産に転換する機能が弱っているにも関わらず、さらに陸域から人為的な過剰負荷の流入が続いて健康が損なわれているタイプと考えられる。最も海湾の健康が失われている例が多いタイプである。
- ②「負荷影響弱・高人工化タイプ」（自然海岸減少型）は、「生息空間」がC判定の場合である。このタイプは流入負荷の量は適度だが、沿岸の緩衝帯が人為的な埋立等で減少し負荷を生物生産に転換する力が弱って健康が損なわれているタイプと考えられる。
- ③「負荷影響強・低人工化タイプ」（過剰負荷影響型）とは、「負荷・海水交換」がC判定の場合である。このタイプは、負荷を生物生産に転換する沿岸の緩衝帯が健全であるが、陸域から人為的な過剰負荷の流入が続いて健康が損なわれているタイプと考えられる。
- ④「負荷影響弱・低人工化タイプ」（過去後遺症型）とは、負荷・海水交換、生息空間がともにC判定ではない場合である。このタイプは現状では不健康になる原因がないにも関わらず、過去の人為的影響により健康が損なわれているタイプである。

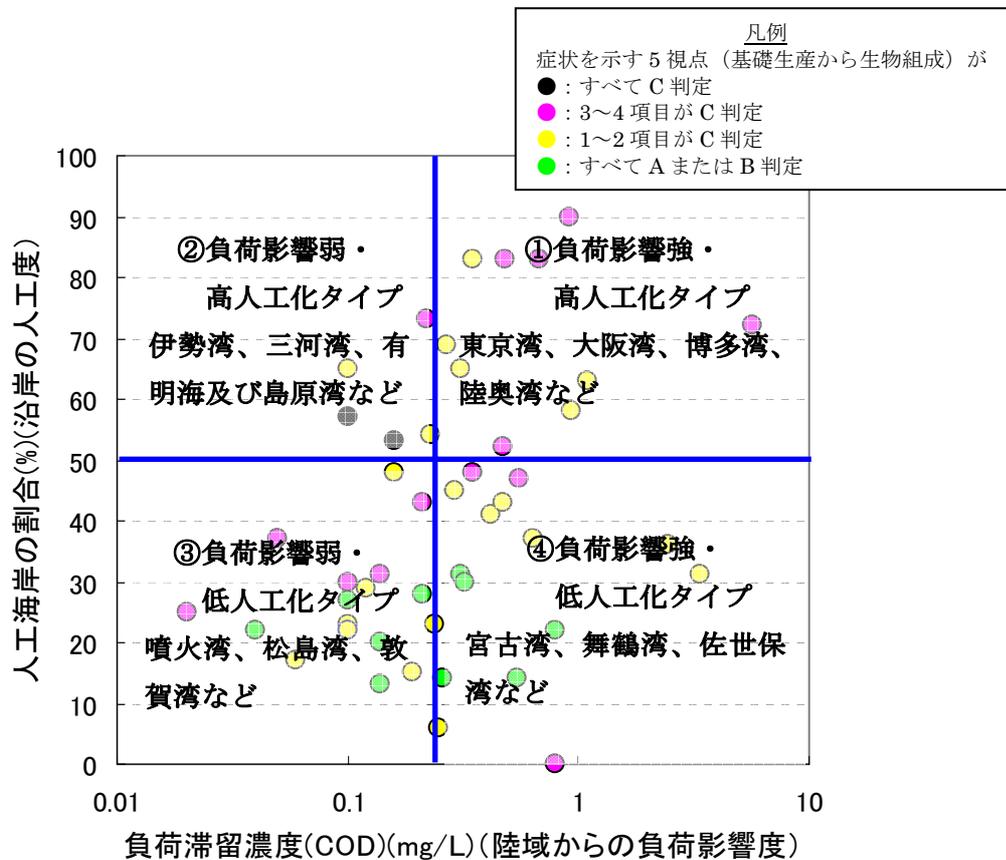
進行度合い（重篤度）については、海域の表層部分まで症状がみられているⅠ（軽度）、表層だけでなく底層部分まで症状がみられているⅡ（中度）、また、Ⅱの影響が生物にまで及んでいるⅢ（重度）の三段階とした。

なお、④のタイプについては、生物にのみC判定がみられる場合はⅠ、底層部分まで症状がみられているⅡ、Ⅱの影響が生物にまで及んでいるⅢの三段階とした。生物まで症状が出ている場合をⅠとしているのはこのタイプのみであるが、栄養不足による生物減少のような特殊な事例が考えられるためである。また、④のタイプは過去の過剰な流入負荷の蓄積など負の遺産を引きずっている恐れがあることから、流入負荷の履歴などの原因をしっかりと確認する必要がある。なお、わからない場合は「調査・研究」が必要となる。

表 4.5 原因と重篤度のタイプ

原因タイプ	重篤度	検査結果						
		負荷・海水交換	生息空間	基礎生産	堆積・分解	生息環境	除去(漁獲)	生物組成
① 負荷影響強・高人工化タイプ	I(軽度)							
	II(中度)				※			
	III(重度)				※		※	
② 負荷影響弱・高人工化タイプ	I(軽度)							
	II(中度)				※			
	III(重度)				※		※	
③ 負荷影響強・低人工化タイプ	I(軽度)							
	II(中度)				※			
	III(重度)				※		※	
④ 負荷影響弱・低人工化タイプ	I(軽度)							※
	II(中度)							
	III(重度)				※		※	

注) ■は再検査におけるC判定。なお※は両方もしくはいずれかがC判定の場合。



B) 原因検査

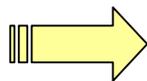
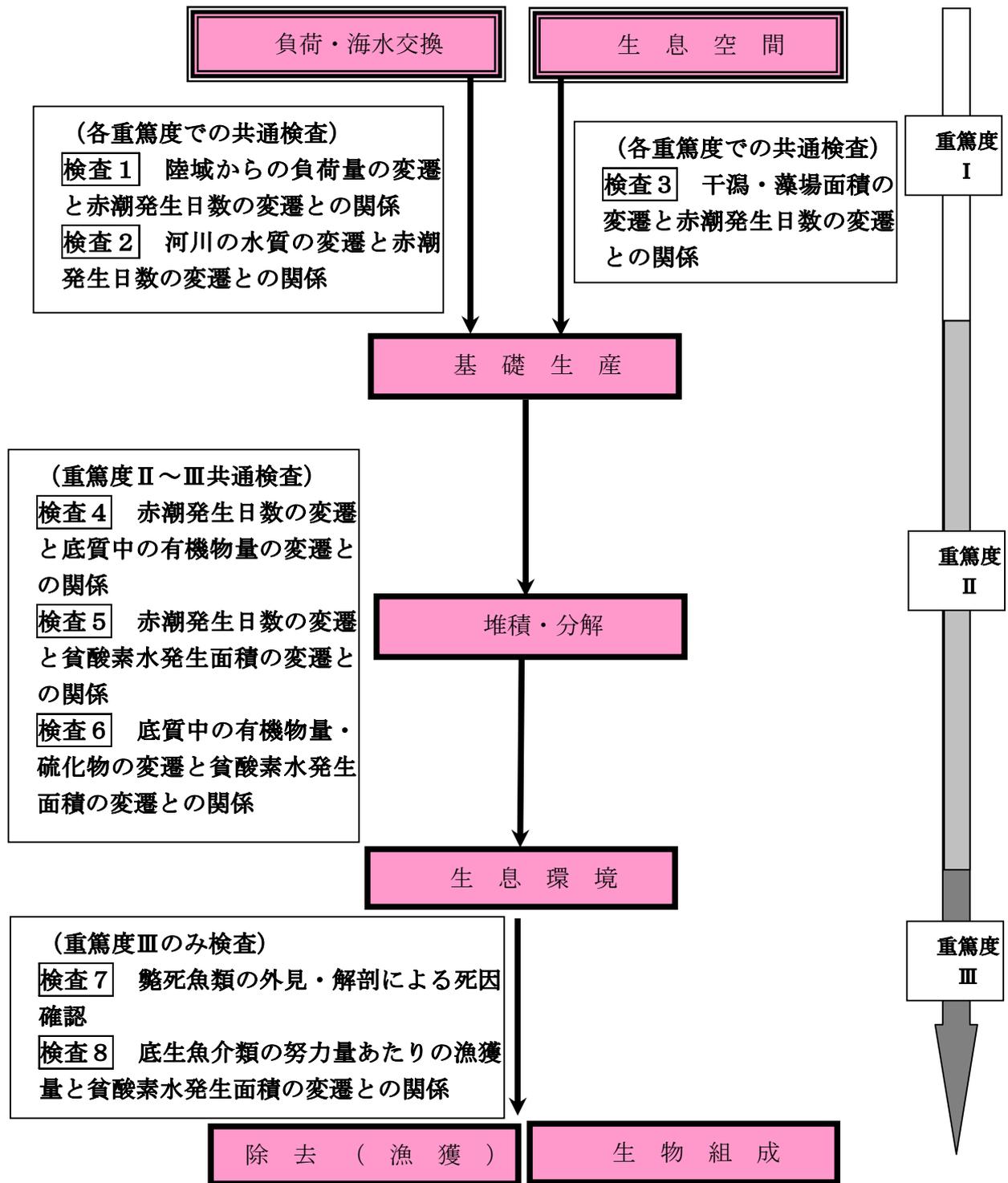
A)で特定した病状とその進行度合い（重篤度）に応じて設定した検査を実施する（図 4.5）。

①「負荷影響強・高人工化タイプ」は「負荷・海水交換」、「生息空間」がともにC判定のタイプで、重篤度Ⅰでは「負荷・海水交換」「生息空間」と「基礎生産」との関係を探る検査として、陸域からの負荷量の変遷と赤潮発生日数の変遷との関係、干潟・藻場面積の変遷と赤潮発生日数の変遷との関係などを検査する。重篤度Ⅱ～Ⅲでは、「基礎生産」から「堆積・分解」、「生息環境」までの関係を探る検査として、赤潮発生日数の変遷と底質中の有機物量の変遷との関係、底質中の有機物量・硫化物の変遷と貧酸素水発生面積の変遷との関係などを検査する。また、重篤度Ⅲでは、「生息環境」と「生物組成」、「除去（漁獲）」との関係を探る検査として、斃死魚類の外見・解剖による死因確認や底生魚介類の努力量あたりの漁獲量と貧酸素水発生面積の変遷との関係などを検査する。

②「負荷影響弱・高人工化タイプ」は「生息空間」がC判定の場合、③「負荷影響強・低人工化タイプ」は、「負荷・海水交換」がC判定の場合であることから、いずれも①での精密検査を基本にそれぞれ原因と考えられる視点のみを検査する。

④「負荷影響弱・低人工化タイプ」は、負荷・海水交換、生息空間がともにC判定ではない特別なタイプであることから、重篤度Ⅱ～Ⅲの検査は他のタイプと同様に行うが、重篤度Ⅰの場合は、流入負荷の過去の履歴などを検査する。

検査の結果、原因から病状、進行度合い（重篤度）までの流れが確定できれば、原因が明らかとなる。



主たる不健康の原因；負荷・海水交換（過剰な流入負荷）と生息空間（自然浅海域の減少）

凡例
 ■：C判定の視点

図 4.5(1) 「①負荷影響強・高人工化タイプ」の精密検査内容

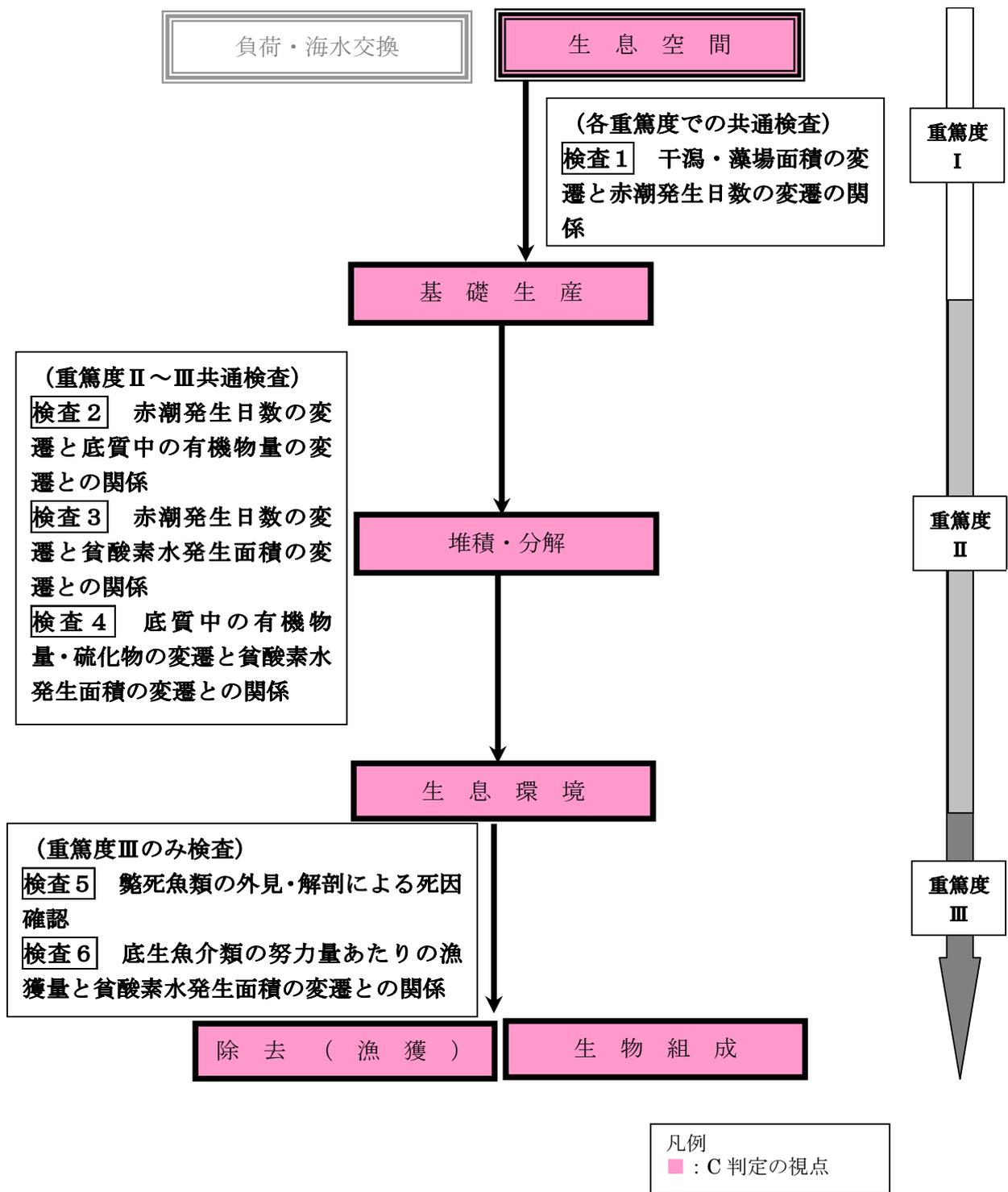


図 4.5(2) 「②負荷影響弱・高人工化タイプ」の精密検査内容

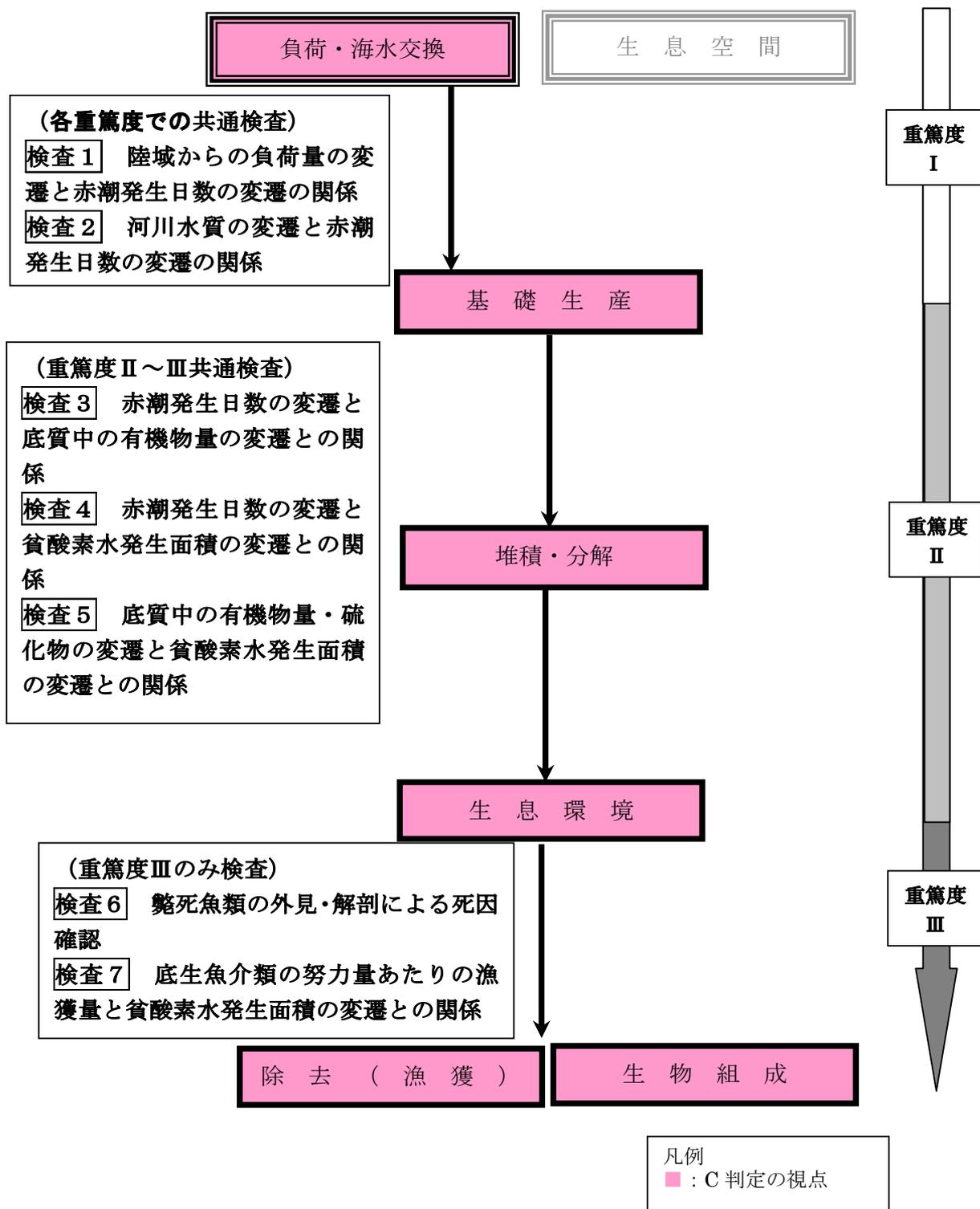


図 4.5(3) 「③負荷影響強・低人工化タイプ」の精密検査内容

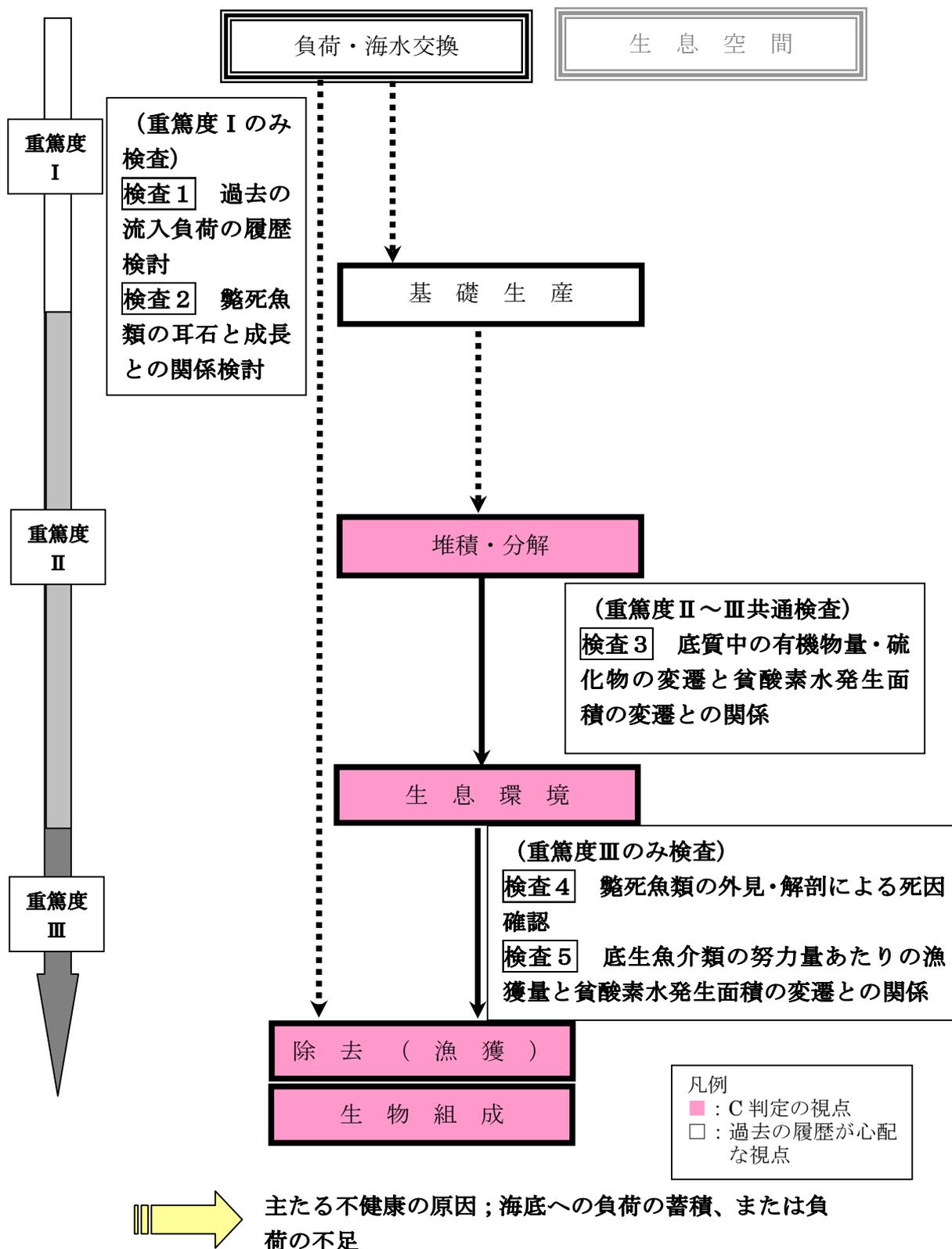


図 4.5(4) 「④負荷影響弱・低人工化タイプ」の精密検査内容

3) 二次診断

以上の検査結果を総合的にとりまとめ、二次診断シート（表 4.6 参照）を作成する。

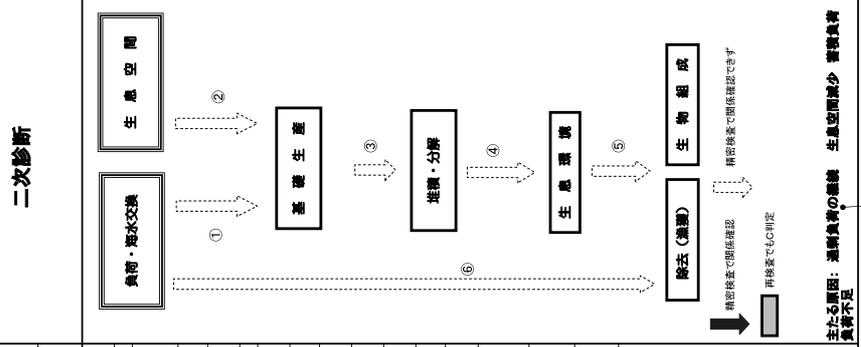
精密検査において原因から症状までの流れが検証できた海湾については、主たる不健康の原因を記述する。また、この場合には、「調査・研究の必要性」を「低い」を○で囲み、次の「処方箋（メニュー）」を参考にする。

一方、流れが検証できない場合には、特異な例であることが想定されることから、「調査・研究」が必要である。この場合には、「調査・研究の必要性」を「高い」を○で囲み、「調査・研究」に進む。

表 4.6 二次診断シート

検査名称	再検査		診断		精密検査		二次検査		検査内容	結果	右図該当矢印
	視点	内容	結果	診断	原因タイプ	ステージ	検査内容	結果			
検査結果(カルテ)	生物組成	一次検査の結果 底生生物相の劣化	異常	異常	① 負荷影響 強・高 人工化タイプ	I~III	陸域からの負荷量の増減と赤潮発生日数の増減との関係	①	基礎生産	高い	
		"海澄らしさ"の確認検査 高底成長期前と現在との底生生物相 高底成長期前と現在との干潟、藻場 面積の比較						②			堆積・分解
生態系安定性	生息空間	"海澄らしさ"の確認検査 湖高の起潮 高底成長期前と現在との干潟、藻場 面積の比較	異常	異常	② 負荷影響 弱・低 人工化タイプ	I~III	河川水質の増減と赤潮発生日数の増減との関係	③	基礎生産	高い	
		一次検査の結果 浮遊性浮遊動物類(またはケロロフィル、植物 プランクトン)の劣化						④			堆積・分解
物質循環の円滑さ	生息環境	一次検査の結果 浮遊性浮遊動物類(またはケロロフィル、植物 プランクトン)の劣化	異常	異常	③ 負荷影響 強・低 人工化タイプ	II~III	赤潮発生日数の増減と底質中の有機物量の増減との関係	⑤	堆積・分解	低い	
		"海澄らしさ"の確認検査 高底成長期前と現在との赤潮発生状 況の比較						⑥			除去(捕獲)
物質循環の円滑さ	堆積・分解	一次検査の結果 底質の有機物量の変化	異常	異常	④ 負荷影響 強・低 人工化タイプ	I	底質中の有機物量・硫化物の増減と負酸素水発生面積の増減との関係	⑦	除去(捕獲)	低い	
		"海澄らしさ"の確認検査 高底成長期前と現在との底質有機物の 比較						⑧			生物組成
除去(捕獲)	除去(捕獲)	一次検査の結果 定着性軟体動物類の減少	異常	異常	⑤ 負荷影響 弱・低 人工化タイプ	III	底質中の有機物量・硫化物の増減と負酸素水発生面積の増減との関係	⑨	除去(捕獲)	低い	
		"海澄らしさ"の確認検査 漁獲の定着性						⑩			生物組成

患者名:



精密検査結果を記入する。
検査は各ポイントごとに「一次検査の結果」→「海澄らしさ」の確認検査の順で実施する。
検査終了後、結果を記入する場合は「検査終了」→「海澄らしさ」の確認検査は必ず記入し、検査終了後に記入した場合は「海澄らしさ」の確認検査は必ず記入する。
「すべて検査終了」の場合は、そこで検査を終了。それ以外の場合は「精密検査」に進む。

再検査結果から「除去(捕獲)不要」・「それ以外」→「要捕獲」
「すべて検査終了」→「要捕獲」
「それ以外」→「要捕獲」
「すべて検査終了」→「要捕獲」
「それ以外」→「要捕獲」

想定したタイプ名とステージ名に対応して精密検査内容を選択し、色をつけておく。
想定したタイプ名とステージ名に対応して精密検査内容を選択し、色をつけておく。

精密検査結果を記入する。
検査は各ポイントごとに「一次検査の結果」→「海澄らしさ」の確認検査の順で実施する。
検査終了後、結果を記入する場合は「検査終了」→「海澄らしさ」の確認検査は必ず記入し、検査終了後に記入した場合は「海澄らしさ」の確認検査は必ず記入する。
「すべて検査終了」の場合は、そこで検査を終了。それ以外の場合は「精密検査」に進む。

精密検査結果を記入する。
検査は各ポイントごとに「一次検査の結果」→「海澄らしさ」の確認検査の順で実施する。
検査終了後、結果を記入する場合は「検査終了」→「海澄らしさ」の確認検査は必ず記入し、検査終了後に記入した場合は「海澄らしさ」の確認検査は必ず記入する。
「すべて検査終了」の場合は、そこで検査を終了。それ以外の場合は「精密検査」に進む。

5. 健康診断（応用編）

5.1 処方箋（メニュー）

現状の海の健康診断システムにはないが、本来、二次診断において明らかとなった原因に対して、適切な処方箋を想定する必要がある。

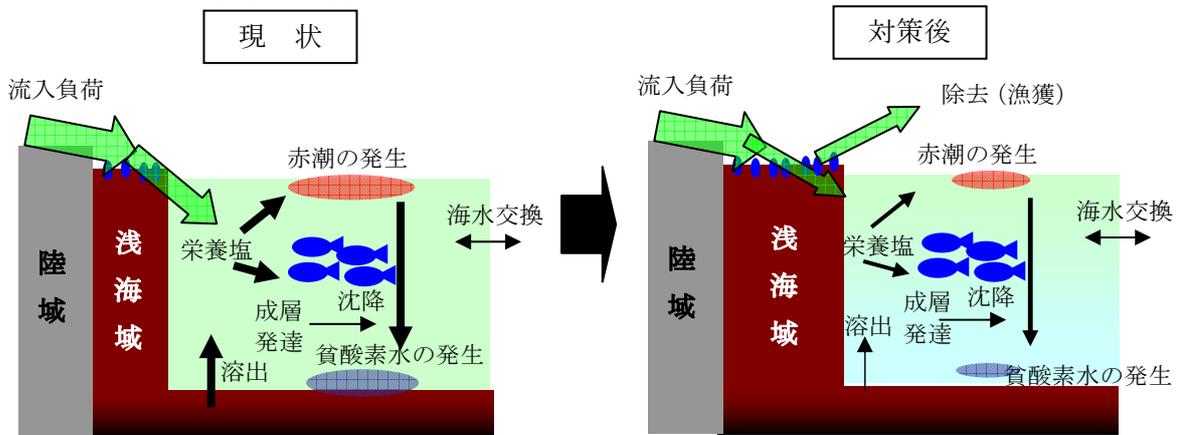
海の健康診断で特に健康を左右する要因として挙げている、沿岸の自然度と陸域からの負荷の影響度という2つに着目すると、①生息空間の再生、②負荷・海水交換の適正化、③堆積・分解機能の回復という3つの基本的な処方箋の方向性がある（図 5.1 参照）。

このような3つの方向性の処方箋は、各海湾での健康診断結果に応じて適切に行う必要がある。49 ページに示したように、日本の閉鎖性海湾における不健康には4つのタイプがあると考えられる。これら4つの原因タイプとそれぞれの症状の進行度に応じて、処方箋を選定するためのフローを図 5.2 に示した。症状の中でも重要と考えられる堆積・分解（海底への有機物の蓄積程度）、除去（漁獲）（人による栄養の取り出し程度）、生物組成（生物の変化）から、上記の①～③の処方箋を選定できるようにしている。なお、原因の特定に至らずさらなる検討が必要なものは“調査・研究”、早急な対策の必要が低い近い将来発症しそうなものを“注意”、現状では処方の必要性は低いものを“保留”としている。

また、フローによる想定された3つの処方箋について具体的な例を表 5.1 に整理した。心配される副作用等や処方時の注意にも十分配慮しながら実施して頂きたい。処方箋は原因に応じて異なるが、生息空間の再生は、副作用の少ない豊かな海を再生するために有効な手法と考えられる。

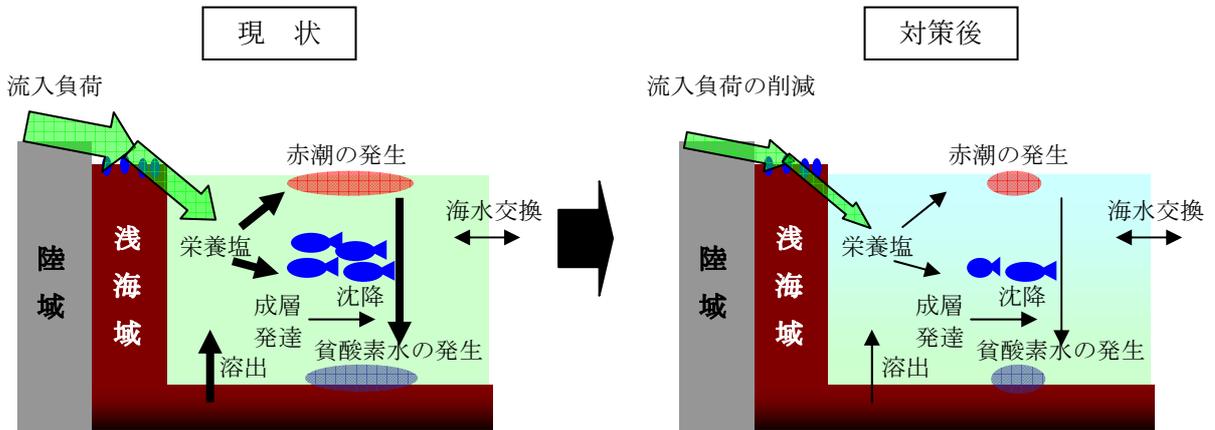
①生息空間の再生（負荷の有効利用）：豊かな海を目指す治療方法

→干潟・藻場の造成 等



②負荷・海水交換の適正化（負荷の適正処理）：きれいな海を目指す治療方法

→淡水の導入、流入負荷の適正処理 等



③堆積・分解機能の回復（負荷の閉じ込め・除去など）

→エアレーション、覆砂、浚渫等

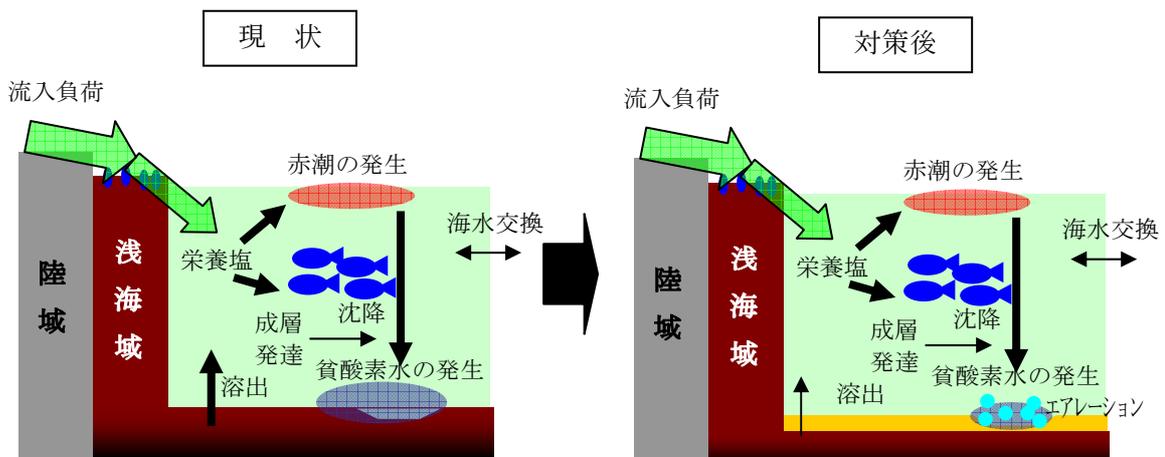


図 5.1 処方箋の基本的な方向性

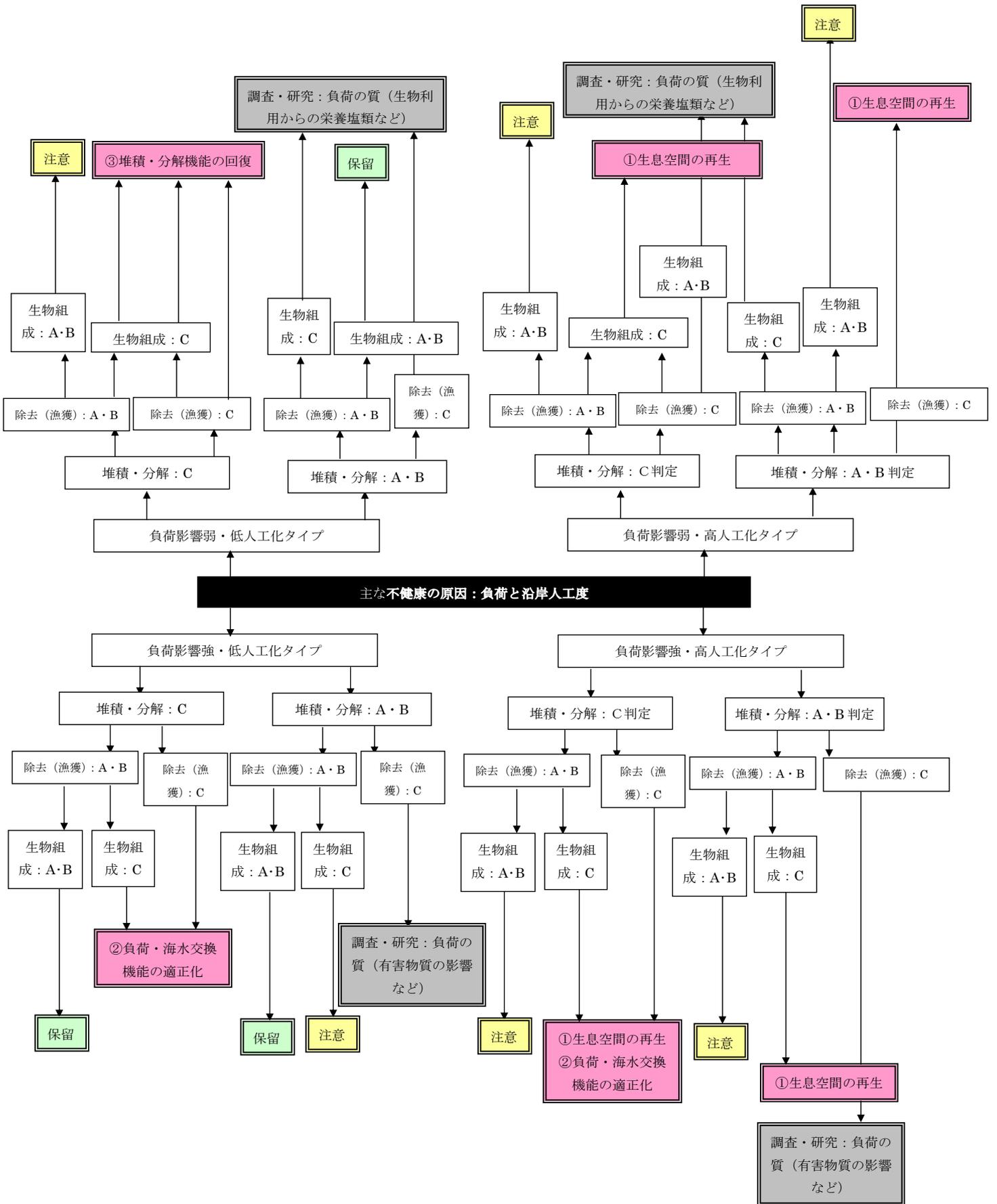


図 5.2 処方箋の想定フロー

表 5.1 原因に応じた主な処方箋メニュー

種類	主なねらい	具体的な内容	心配される副作用等	処方時の注意
① 生息空間の再生	生息空間を再生することによって浅海部の生産性を取り戻すとともに、海域へ流入する負荷を適切に制御する	干潟・藻場の造成	特になし	<ul style="list-style-type: none"> かつて干潟・藻場が多くあった海湾に適する 継続性を踏まえた効果的な造成場所選定が課題
		人為的深掘跡の埋め戻し		深掘跡の形成履歴を確認し、人為的にできたものを対象にすること
② 負荷・海水交換機能の適正化	負荷・海水交換機能を沿岸の環境を維持するために適切に制御する	淡水の導入によるエスチュアリー循環の強化	生物相の変化	流入河川の多い海域に適用
		生物(ゴカイ類、カキなど)の投入	生物相の変化	<ul style="list-style-type: none"> 外来種の投入など生態系の攪乱を避ける 貧酸素水の発生時期を避けるなど投入生物の生息維持に配慮
		下水道の整備等	生物の減少	生態系に必要な栄養塩量を保つように注意
		流動発生装置の設置	局所的な生物相の変化	流動の強さや向きについて詳細な検討が必要
		外海水の導入	海湾内の水質環境・生物相の変化	外海水を導入による海水交換を阻害しないように注意
		湾口部の拡幅	閉鎖性海湾としての特長を失う恐れあり	<ul style="list-style-type: none"> 漁業者等との調整難 外海水の影響予測が必要
③ 堆積・分解機能の回復	一時的に余分な負荷を排除する、分解機能を弱めることにより、堆積・分解機能を回復させる	エアレーション	底生生物生息地盤の物理的攪乱	貧酸素水発生域を特定した効果的な実施
		浚渫	貧酸素水発生場所の増加	生物の生息に必要な最低限の栄養塩を保持するように注意
		覆砂	生物相の変化	覆砂工事時の濁りが周辺環境に広がらないように注意
		底質の耕耘	濁りの増加	耕耘時の濁りが周辺環境に広がらないように注意

5.2 調査・研究

二次診断で原因が明らかになった海灣は、著しい人為的原因があつて不健康になった海灣と考えられる。しかし、人為的原因が小さくてもそれを助長するように気象条件や海象条件が働く海灣やそもそも人為的ではなく自然による原因などで不健康になっている海灣もあるだろう。そのような海灣の「病状と進行度合い」は想定したタイプに当てはまらない場合も考えられる。

二次診断において、「病状と進行度合い」が想定したタイプに当てはまらない場合や不健康な視点の連関構造が検証できない場合は、「調査・研究」に進む。

「調査・研究」では、「海の健康診断」の枠組みからはみ出している「視点」がないのか、漏れている「視点」はないのか、「検査基準」は適正なものか、等々を意識して進め、改善・改良点があれば常にフィードバックできるようにしておくことが大切であり、さらに「海の健康診断」をどのような病状にも対応できるように進化させていくことが必要である。「海の健康診断」が形骸化しないためにも必要なステップであると考えている。

調査・研究では、海の健康診断の中では扱わなかった「時間的にも空間的にも連続な変化」を追跡できる調査・解析手法を用いて、些細な環境変化や複合的な原因による環境変化を捉える必要がある。調査・解析手法としては次のような方法が考えられる。

A) モデル解析

複合的な原因による環境変化を捉えるためには、実際の海域環境をバーチャルに再現したモデルを用いて、物質のやり取りを解析することが必要となる。

例えば、干潟などの生態系における物質のやり取りを計算する「生態系モデル」(概念図イメージ: 図 5.3) などが具体的な手法として考えられる。

また、具体的な実践例として、仙台湾における貧酸素水発生過程の研究例を参考資料に掲載した。仙台湾では、時間や場所が限られた非常に小さい規模で貧酸素水が発生し、それが魚類の斃死をもたらしている。現状の海の健康診断では扱いきれていない局所的で短時間の水質変化もモデル解析のような方法を用いればわかってくるという事例である。

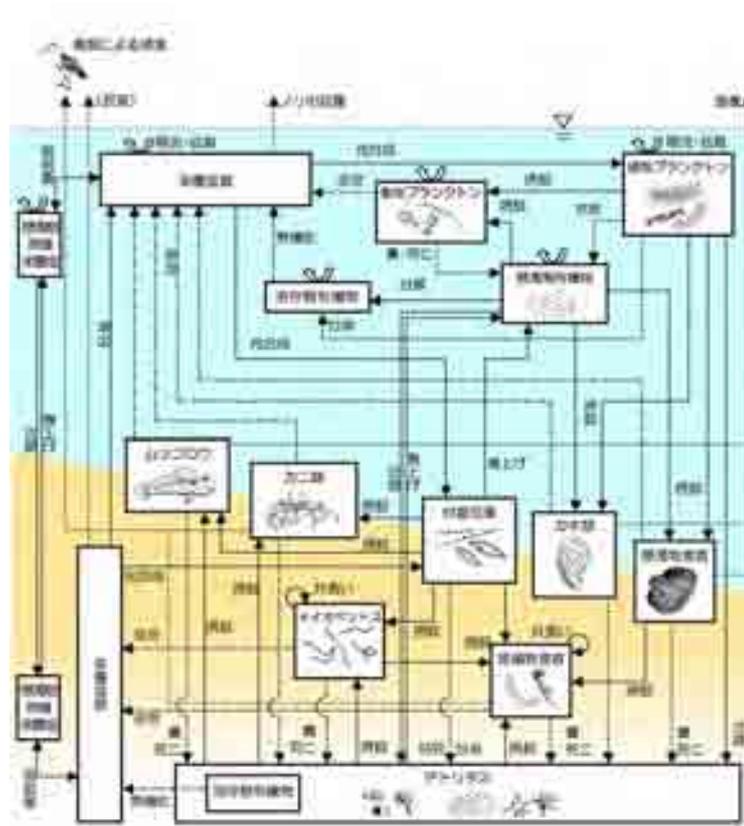


図 5.3 生態系モデルの概念図イメージ

B) 今後取り入れることが期待される観測データ

(a) リモートセンシング

ヘリコプターや人工衛星などを使って情報を遠隔から取得する手段であり、面的に連続した大量のデータを短時間で取得できるという利点がある。特に環境情報のように時々刻々と変化する可能性の高いものを解析するときには、このような連続したデータは重宝である。

面的にも時間的にも連続した様々なデータの重ね合わせから、二次診断より詳細な変化傾向の把握ができる。

(b) 観測ブイデータ

愛知県の三河湾や三重県の英虞湾など全国のいくつかの海湾では、観測ブイを入れ時間的に連続した水質データを取得している。時間的に連続したデータは、特に貧酸素水の挙動などの時々刻々と変化する状況を詳細に捉えることができるため、原因の解明にあたって切り札になることも少なくないと考えられる。

(c) 定期航路船舶データ

観測ブイのように、敢えて調査のためだけに観測施設を設置しなくても、既存の仕組みを活用できることも考えられる。特に、定期航路を周遊するフェリーなどの船舶に観測機器を取り付け、連続的にデータを取得する方法はコスト縮減の観点からも現実的な方法と考えられる。

6. 海の健康診断実践例

6.1 一次検査実践例

三河湾を対象とした一次検査結果の実践例を次に示す。

三河湾

一次診断チャート



一次診断カルテ

項目	検査項目	検査結果			検査結果	評価
		項目A	項目B	項目C		
生態系	生態系全体の多様性指標の値(過去5年間の平均値)と、調査時点の値との差(%)	0.85(1.2) > 0.70(1.0) > 0.55(0.8)	0.85(1.2) > 0.70(1.0) > 0.55(0.8)	0.85(1.2) > 0.70(1.0) > 0.55(0.8)	$PI = 1.0$, $PO = 0.7$	A _B +
	生物多様性の指標(種数)	A _B +	B _C +	C _C	$PO = 1.0$	A _B +
生息空間	干潟・藻場等の面積	干潟・藻場等の面積が減少している	干潟・藻場等の面積が減少している	干潟・藻場等の面積が減少している	干潟・藻場等の面積が減少している	A _B C
	人工島の埋没(CAC)	AC<0.5	20<AC<50	50<AC	AC = 73	A _B C
生息環境	水質汚染の指標(溶解酸素、透明度、pH)	すべての指標が良好である	1つの指標が良好である	1つの指標が良好である	$PO = 6.0$	A _B C
	底質汚染の指標(底質汚染指数)	CW<0.1	0.1<CW<0.5	0.5<CW	CW = 0.5	A _B C
基礎生産	基礎生産の指標(クロロフィルaの濃度)	0.8<TP<1.2(1.0)	0.8<TP<1.2(1.0)	TP<0.8(0.8)	$PI = 0.87$	A _B +
	基礎生産の指標(赤潮発生)	赤潮は発生していない	赤潮は発生していない	赤潮は発生している	毎年赤潮が発生している	A _B C
物質循環	物質循環の指標(リンゲージ)	CO ₂ , T, N, Pのバランスが良好である	CO ₂ , T, N, Pのバランスが良好である	CO ₂ , T, N, Pのバランスが良好である	$PO_{CO_2} = 0.22$ $PI_{T,N} = 0.11$ $PI_{P} = 0.006$	A _B +
	物質循環の指標(ATI)	ATI<0.05(0.05)	ATI<0.05(0.05)	ATI>0.05(0.05)	ATI = 0.04 減少傾向	A _B +
堆積・分解	堆積物の指標(堆積物の埋没)	SD<0.5	0.5<SD<1	1<SD	SD = 1.4	A _B C
	堆積物の指標(堆積物の埋没)	2<MSW	0.5<MSW<1	MSW<0.5	MSW = 1.7	A _B +
除去(漁獲)	除去(漁獲)の指標(漁獲量)	除去(漁獲)の指標(漁獲量)	除去(漁獲)の指標(漁獲量)	除去(漁獲)の指標(漁獲量)	$PI = 0.6$	A _B C

地理的条件

- 面積：604km²
- 湾口幅：7km
- 湾内最大水深：30m
- 日本最大級の内湾
- 外海水との水交換が悪く、汚濁物質が蓄積しやすい

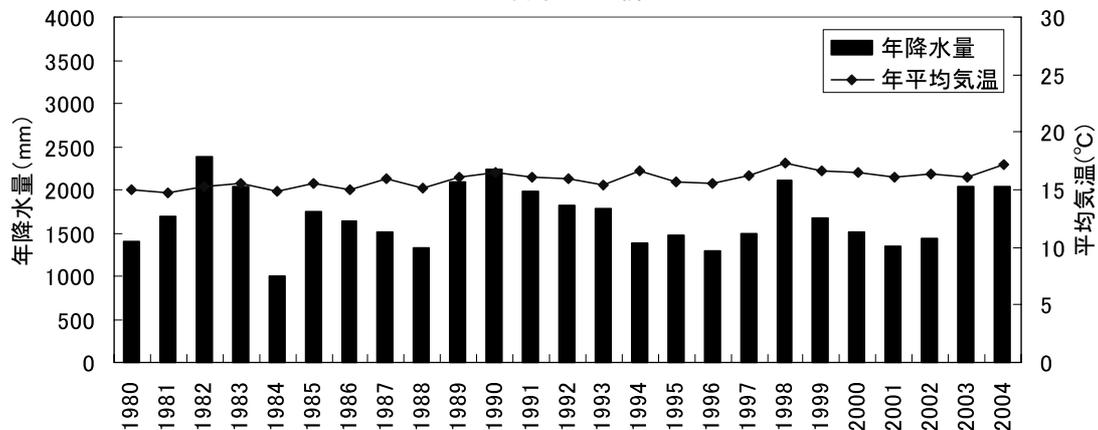


歴史的条件・管理的条件

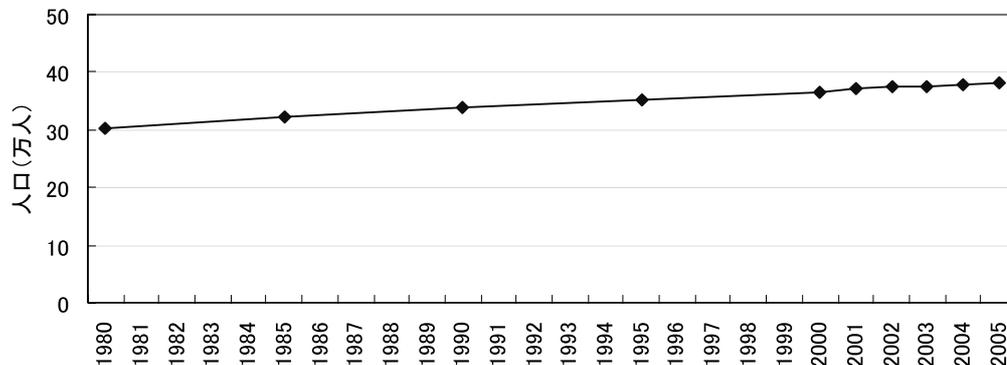
- 多種多様な漁業が行われている
- アサリは全国一の生産量を誇る
- 湾奥には、日本工業の中心である自動車産業を支える、国際、国内の物流拠点港湾、工業拠点港湾である三河港がある
- 三河湾では水質改善を目的とした干潟・浅場造成が行われている

気象的条件・社会的条件

気温と降水量(豊橋)



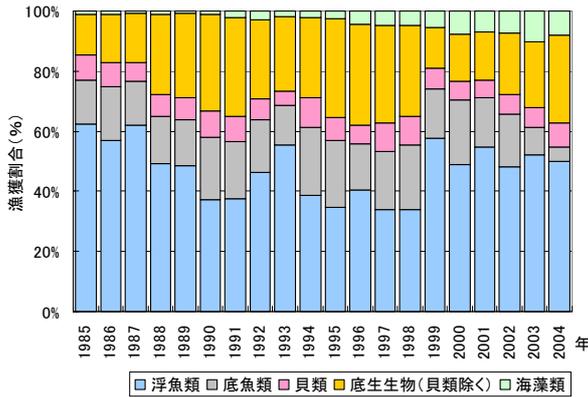
豊橋市



生態系の安定性

生物組成：A

漁獲生物の分類群別組成の変化

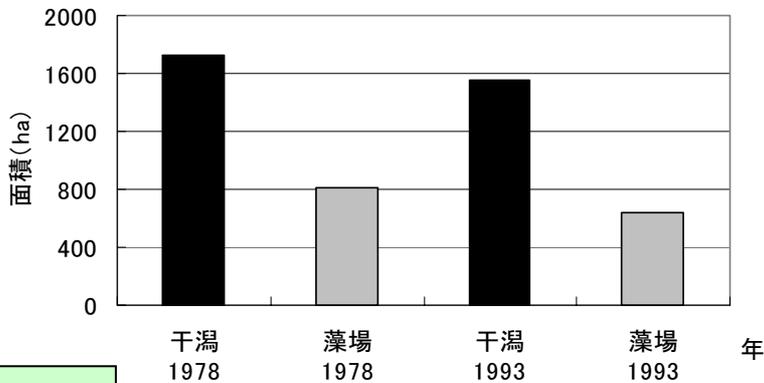


海岸生物の出現状況

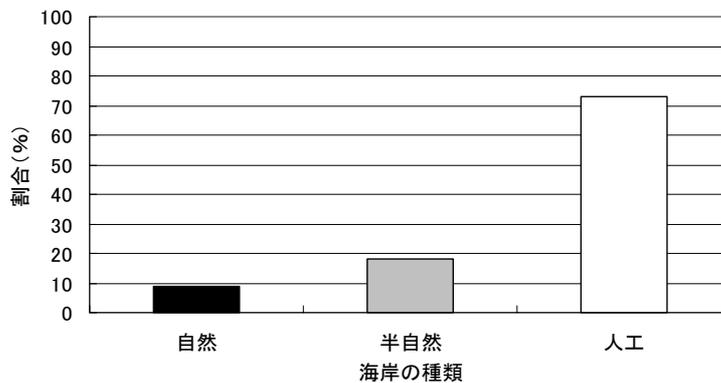
アサリ・ハマグリの間 (確認)
 スナガニの間 (確認)
 ハゼの間 (確認)
 シギ・チドリの間 (確認)
 シギ・チドリ以外の鳥類 (確認)
 アマモの間 (確認)

生息空間：C

干潟・藻場面積の変化



人工海岸の割合

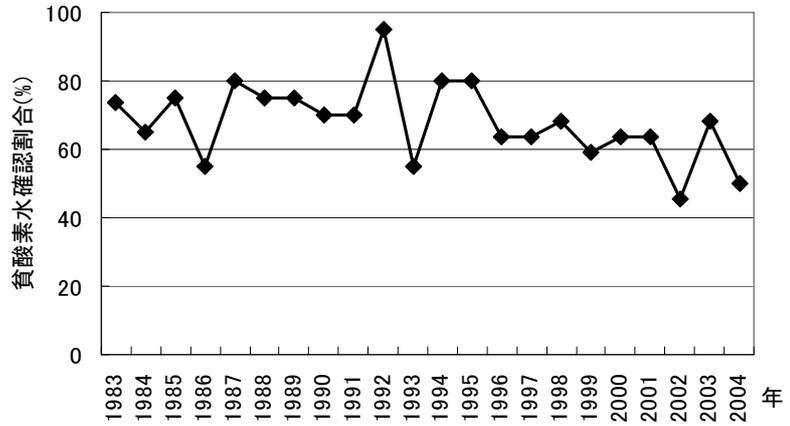


生息環境：C

有害物質の測定値

鉛（1990・1991）で高い調査点あり

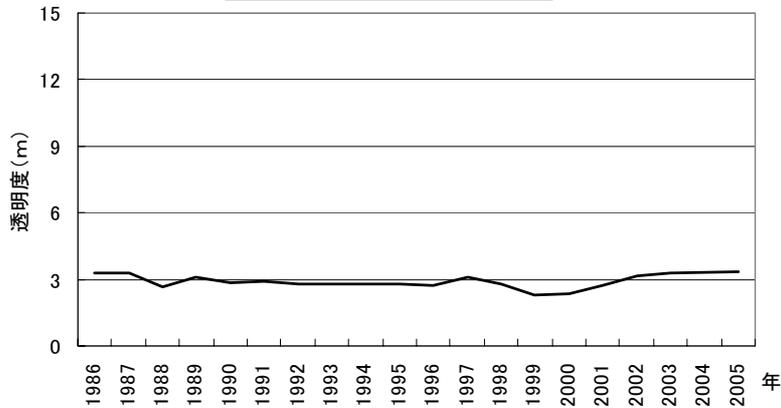
貧酸素水の確認頻度



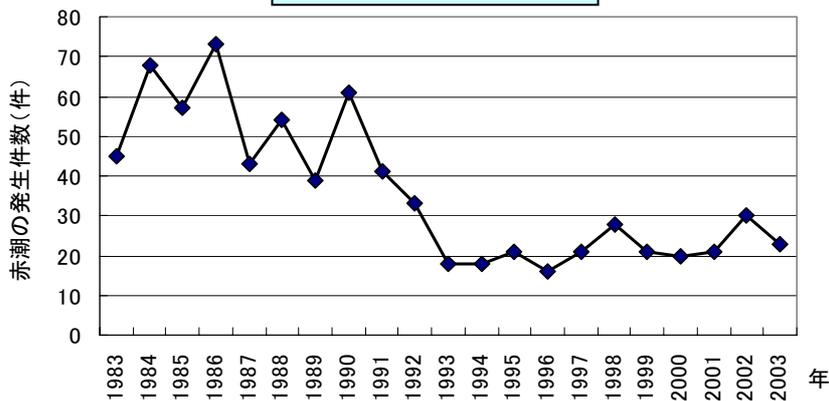
物質循環の円滑さ

基礎生産：C+

透明度の変化

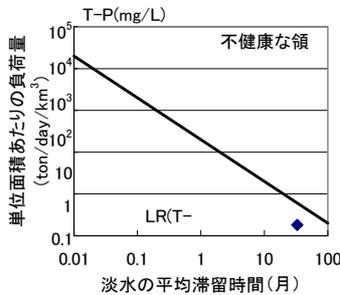
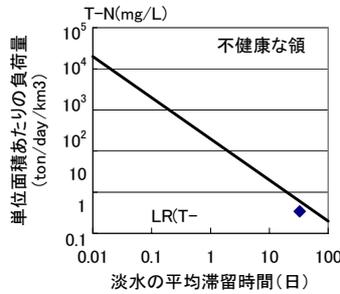
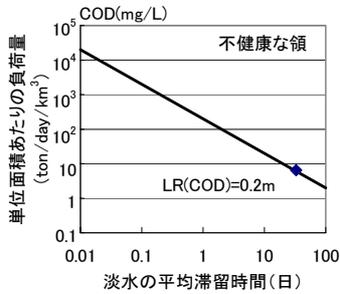


赤潮の発生頻度

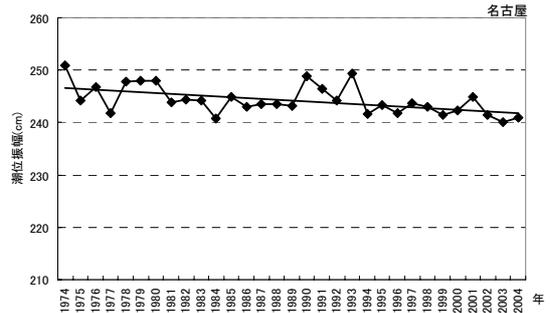


負荷・海水交換：B

負荷と滞留のバランス

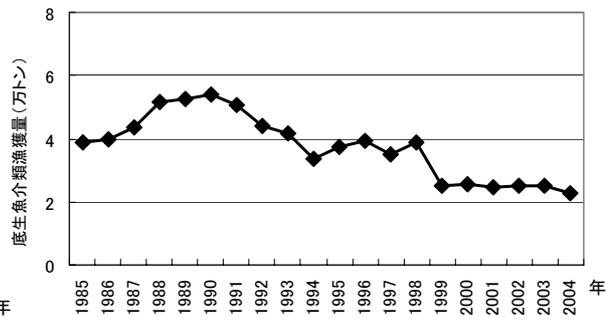
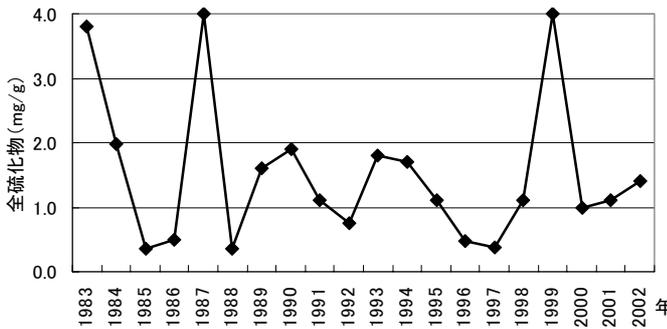


潮位振幅の変化

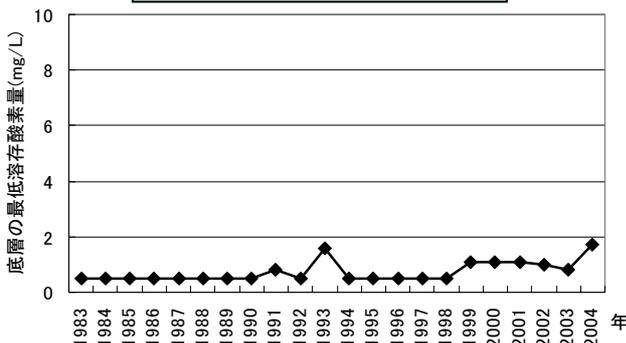


堆積・分解：C+

底質環境



無酸素水の出現状況



6.2 二次検査実践例

三河湾を対象とした二次検査実践例を示す。

1) 再検査

A) 生息空間

“海湾らしさ”の確認検査

過去 20 年程度の三河湾の水深には大きな変化はない（図 6.1 参照）が、徐々に自然海岸が減少し、人工海岸が増加する傾向にあることがわかる（表 6.1 参照）。

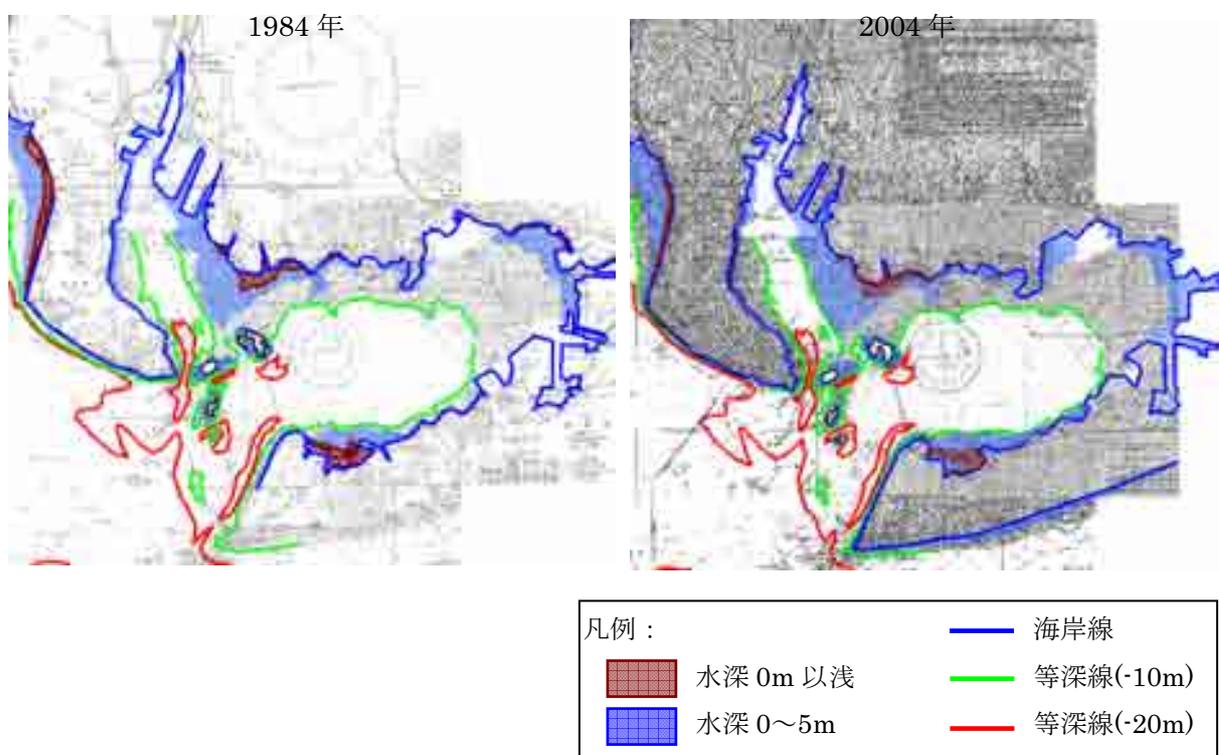


図 6.1 1984 年と 2004 年の海図の比較

表 6.1 海岸線の種類の変遷（単位：km）

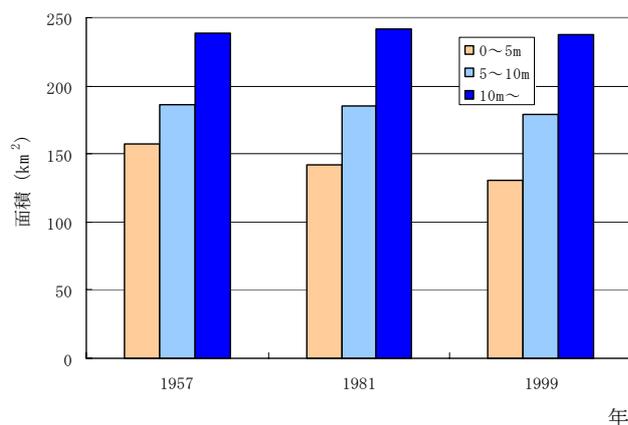
		1978 年度(%)	1985 年度(%)	1994 年度(%)
三河湾	自然海岸	34.8 (10.4)	32.5 (9.2)	29.9 (8.3)
	半自然海岸	60.4 (18.1)	61.6 (17.6)	63.6 (17.7)
	人工海岸	231.7 (69.6)	249.6 (71.4)	258.6 (72.2)
	河口部	5.8 (1.7)	5.8 (1.6)	5.8 (1.6)
	合計	332.6 (100.0)	349.5 (100.0)	357.9 (100.0)

資料：環境省 自然環境保全基礎調査のデータをもとに作成

過去 50 年程度の三河湾の水深別面積や埋立面積をみると、生産性の高い干潟等の浅海域が著しく減少している（図 6.2）。さらに、浅海域の減少は沿岸の埋立面積の変化と対応している（図 6.3）。干潟やその周辺の浅場を水深 0～5m 程度と定義すると、近年 50 年程度の間はその約 17%が失われた。

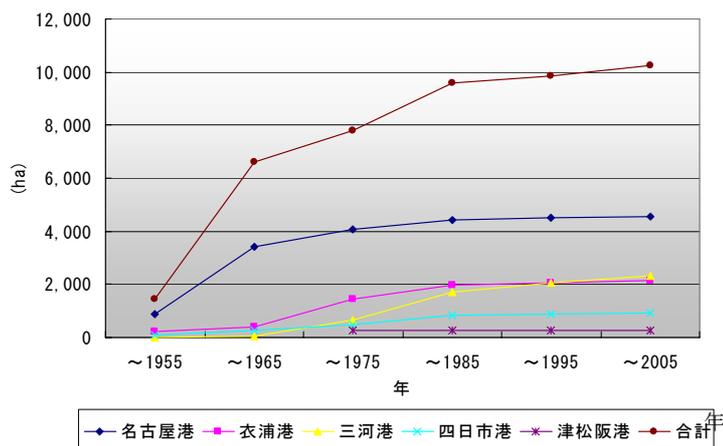
また、三河湾は、愛知県の渥美半島と知多半島に挟まれている湾であり、古くから漁業も盛んな自然海湾である。

これらから精密検査は必要であると考えられる。



出典) 国土交通省中部地方整備局三河港湾工事事務所「取り戻そう豊かな海」

図 6.2 三河湾の水深別面積の変遷



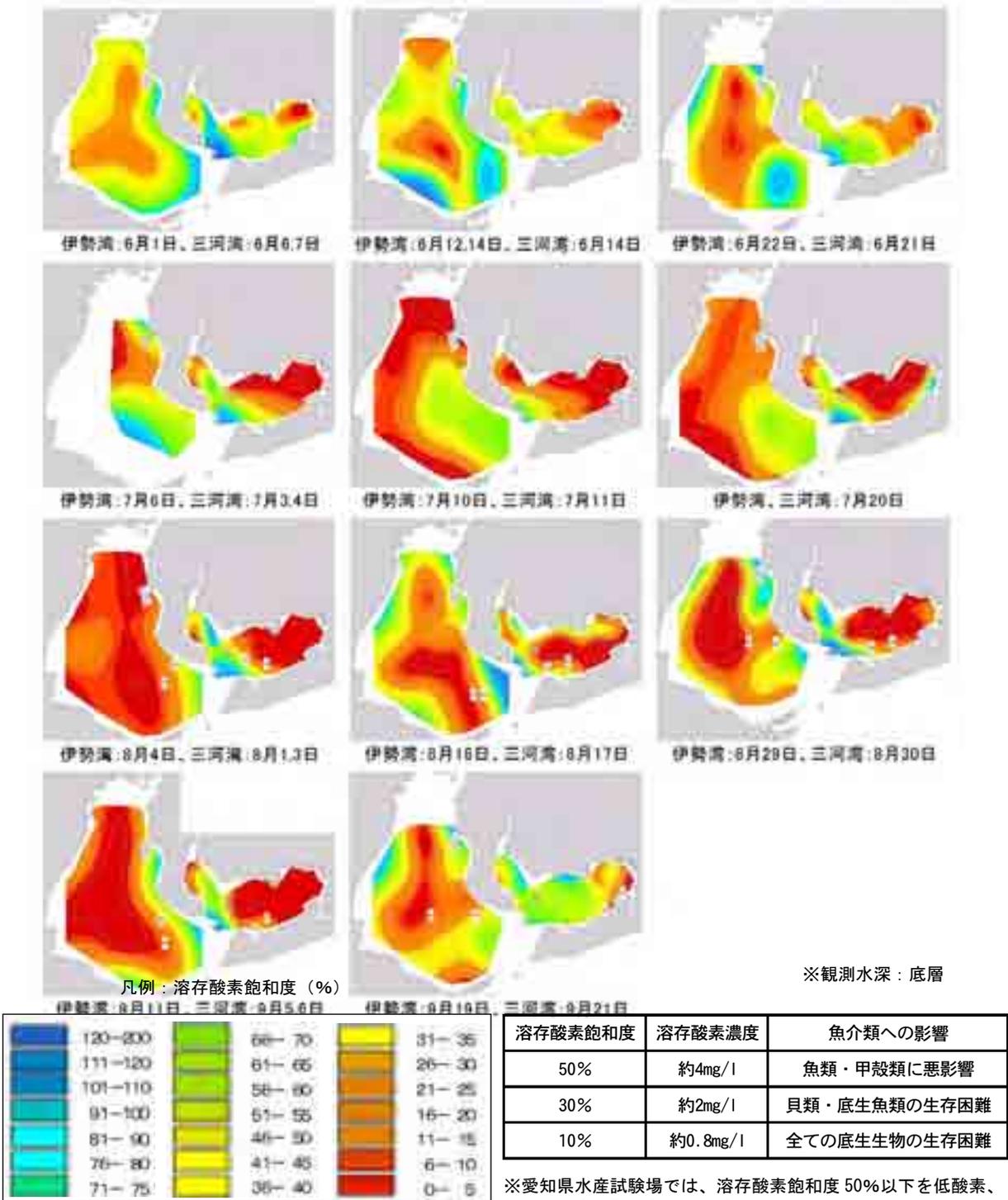
出典) 伊勢湾データコーナーHP (<http://www.pref.mie.jp/kouiki/hp/isewan/home/data/index.htm>)

図 6.3 各港湾における埋立面積の変遷

B) 生息環境

一次検査の精査

2006年の6月から9月上旬における底層の貧酸素水塊の状況（図 6.4）をみると、溶存酸素飽和度 10%未満（約 0.8mg/l）の出現状況は、三河湾では湾奥部から湾中部を中心に全体に広がっており、一次検査結果の C 判定は妥当と考えられる。



出典) 愛知県水産試験場: 伊勢・三河湾貧酸素情報, H18-1号~12号, 2006.

図 6.4 貧酸素水塊の分布 (2006年)

“海湾らしさ”の確認検査

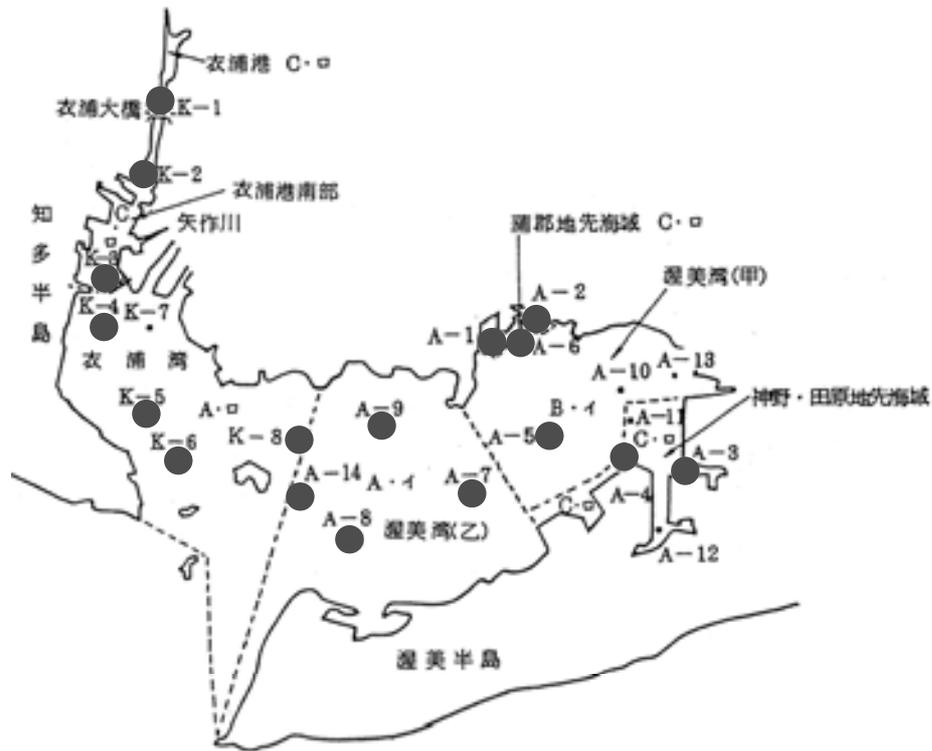
高度成長期前の貧酸素水の存在についてはわからないことから、精密検査は必要であると考えられる。

C) 基礎生産

一次検査の精査

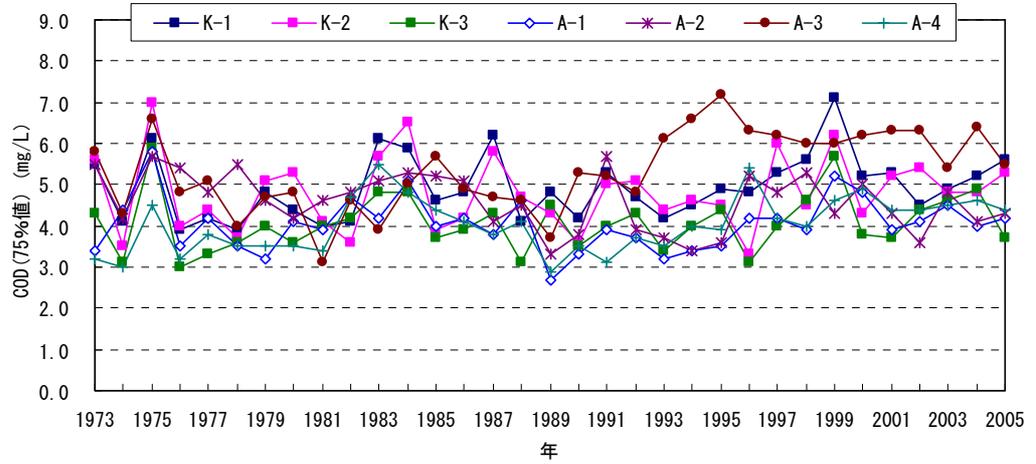
1970年代～現在までの公共用水域水質調査結果から、栄養塩類(COD、T-N、T-P)の経年変化を整理し、図6.5に示す。なお、公共用水域水質調査の調査点は下図に示すとおりである。

過去30年程度の変化をみると、T-N、T-Pは湾全体でほとんど変化がないが、CODは増加しており、C判定は妥当であると考えられる。

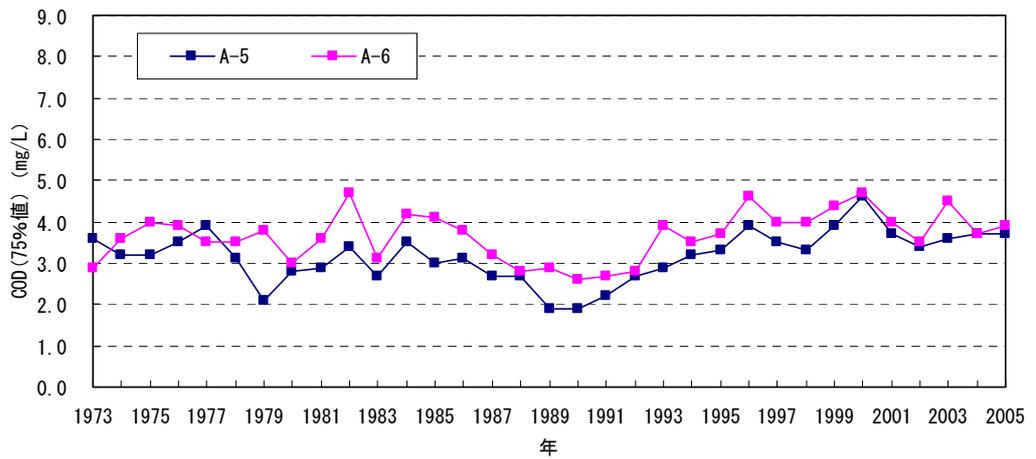


COD

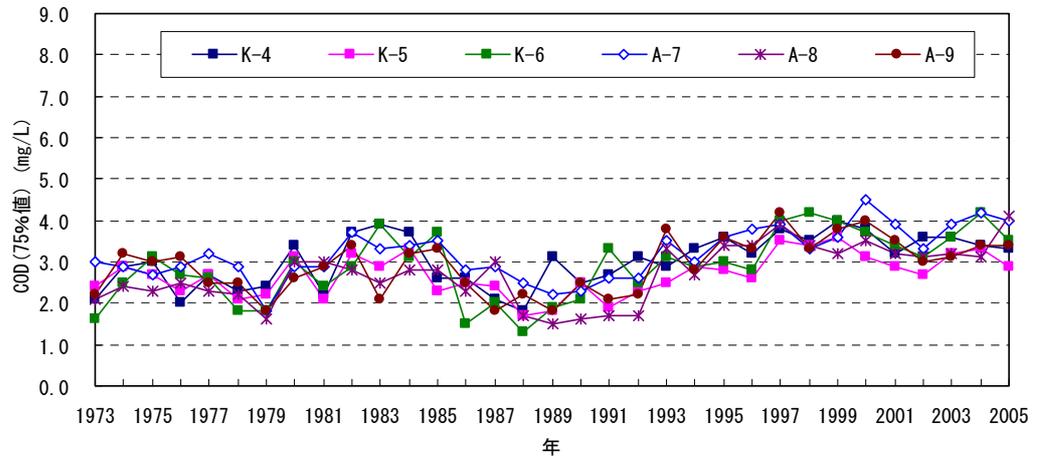
公共用水域－C類型海域



公共用水域－B類型海域



公共用水域－A類型海域

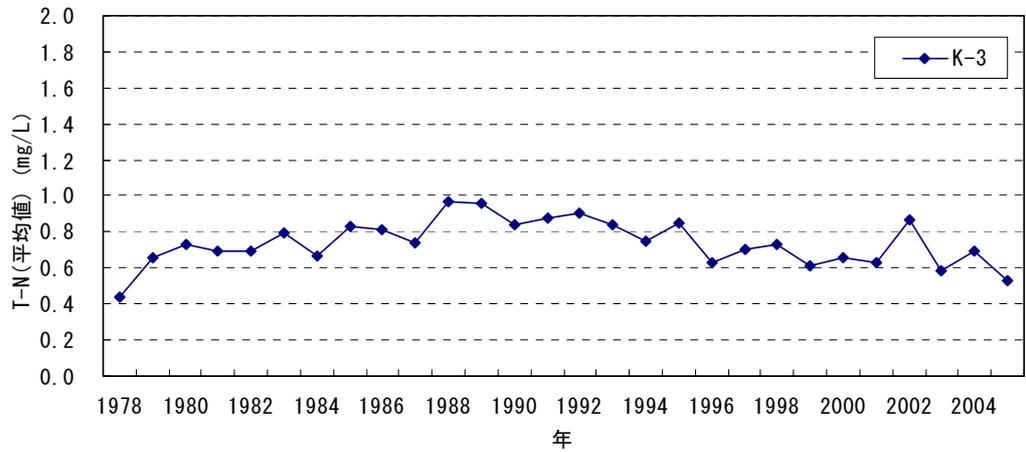


出典) 伊勢湾環境データベース HP (<http://www.isewan-db.go.jp/top.html>) より作成

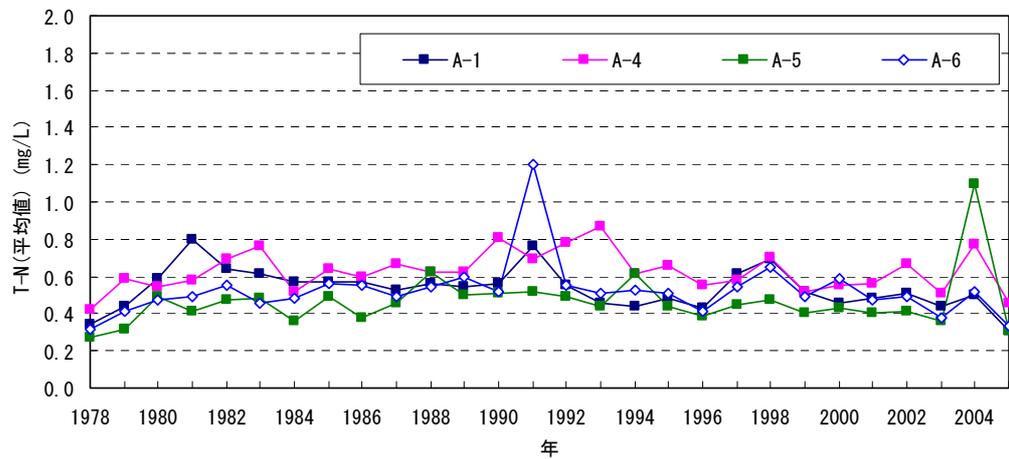
図 6.5(1) 栄養塩類 (COD) の経年変化

T-N

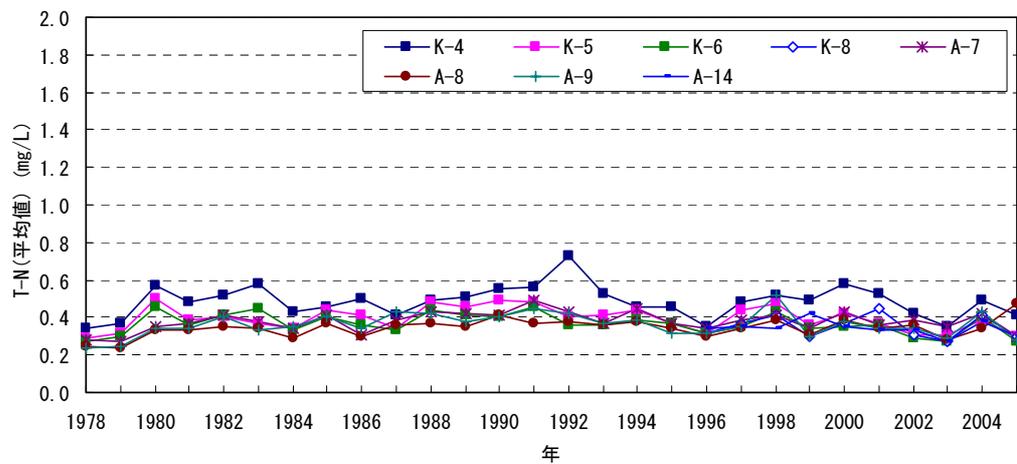
公共用水域－Ⅳ類型海域



公共用水域－Ⅲ類型海域



公共用水域－Ⅱ類型海域

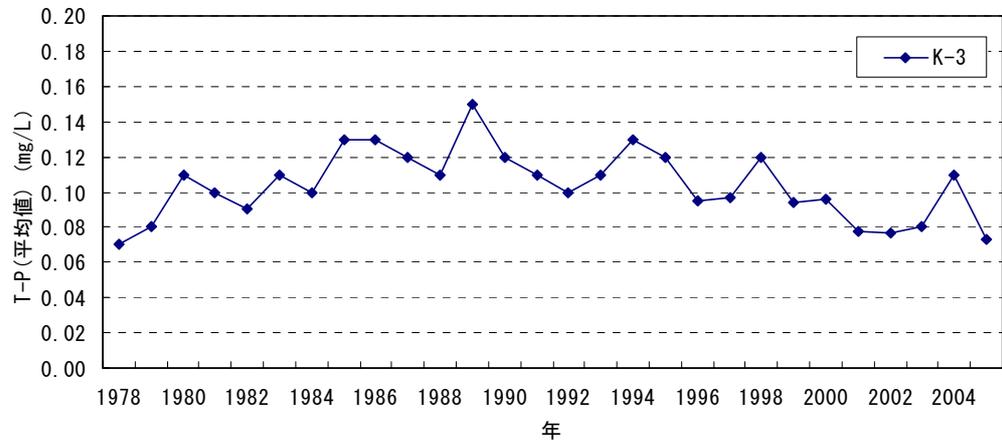


出典) 伊勢湾環境データベース HP (<http://www.isewan-db.go.jp/top.html>) より作成

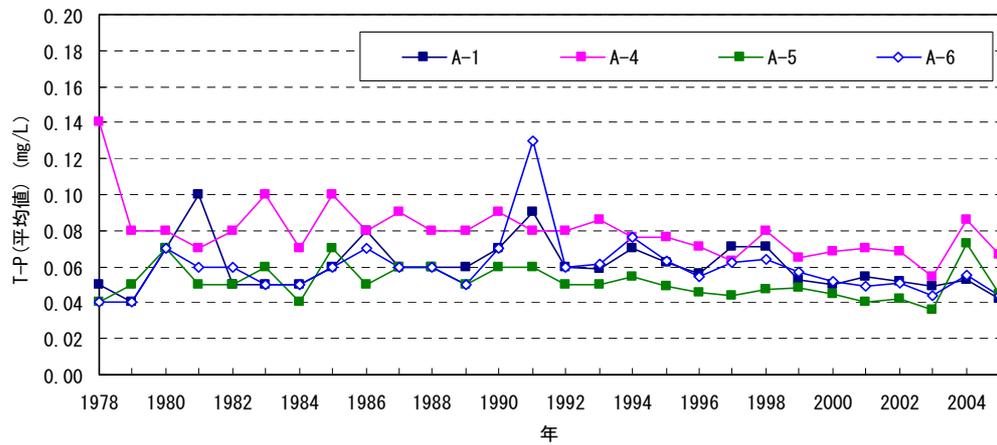
図 6.5(2) 栄養塩類 (T-N) の経年変化

T-P

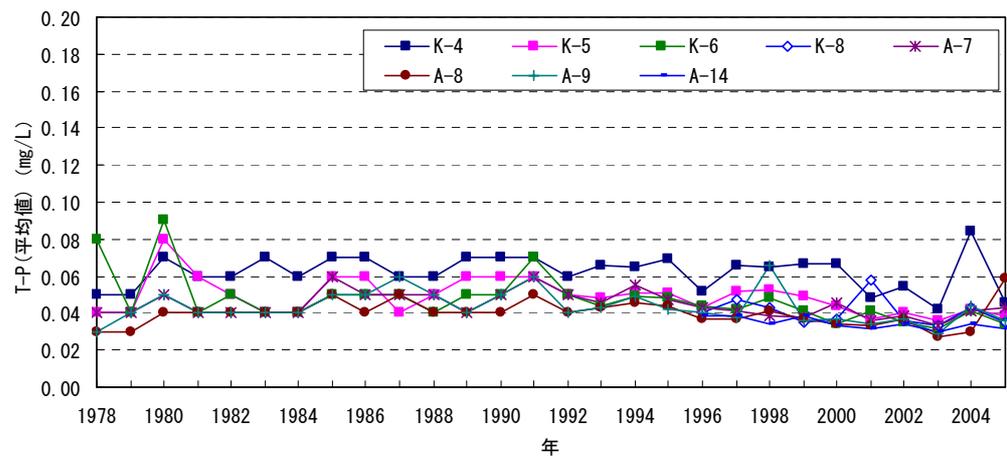
公共用水域－Ⅳ類型海域



公共用水域－Ⅲ類型海域



公共用水域－Ⅱ類型海域



出典) 伊勢湾環境データベース HP (<http://www.isewan-db.go.jp/top.html>) より作成

図 6.5(3) 栄養塩類 (T-P) の経年変化

“海湾らしさ”の確認検査

高度成長期前の赤潮の存在についてはわからないことから、精密検査は必要であると考えられる。

D) 堆積・分解

一次検査の精査

三河湾の底質 COD の変化を図 6.6 に示す。

1985 年の底質の COD は三河湾湾奥では 60mg/g 乾泥以上と非常に高くなっており、湾奥から湾口に向けて徐々に低くなっている。2001 年には 50mg/g 乾泥以上はほとんどみられなくなり改善しているが、依然として 30mg/g 乾泥以上の底質が湾の大部分を占めている。このように三河湾の海底には 10 年以上有機物が多い状態が続いており、恒常的に有機汚濁の状態にあると言えることから、C 判定は妥当であると考えられる。

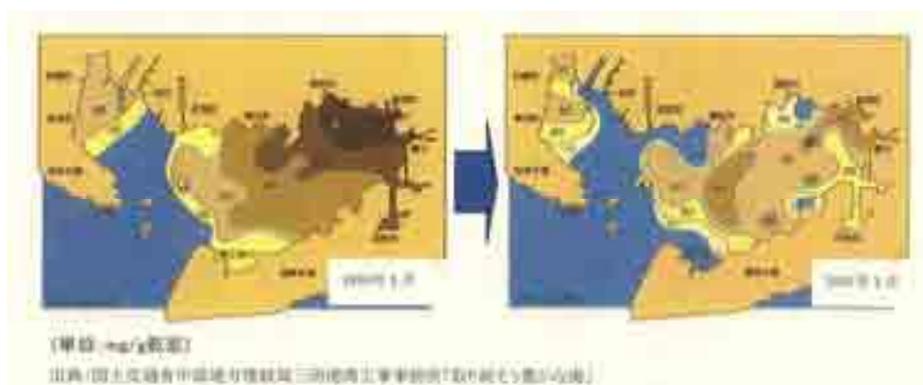


図 6.6 三河湾の底質 COD の変化

“海湾らしさ”の確認検査

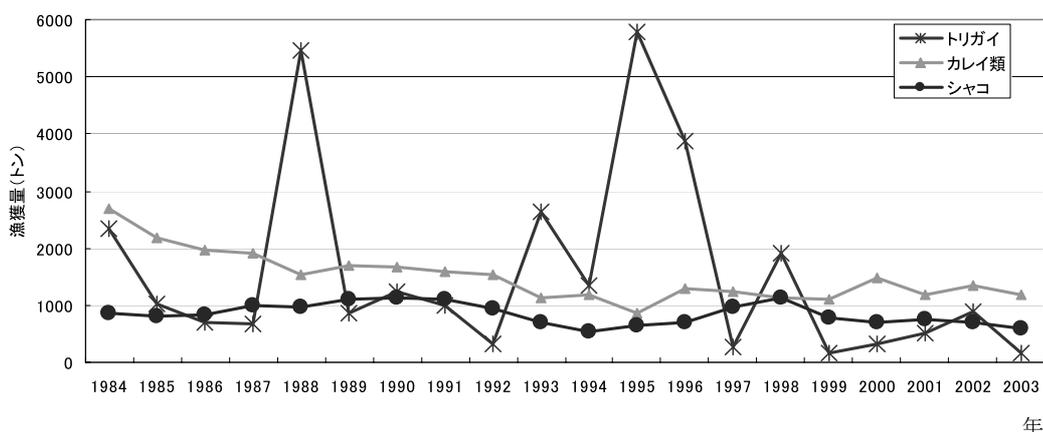
高度成長期前の底質環境についてはわからないことから、精密検査は必要であると考えられる。

E) 漁獲（除去）

一次検査の精査

代表的底生魚介類の漁獲量変動を図 6.7 に示す。

近年 20 年程度でみるとトリガイ、カレイ類の漁獲量が減少している。トリガイは豊漁の年と不漁の年の差が大きくなっており減少傾向は読みづらいが、カレイ類は徐々に減少する傾向にある。いずれも一生を湾内で生活し環境悪化の影響を最も受けやすい種類であり、これら湾内に定在性の高い種類の漁獲量が減少していることから、C 判定は妥当であると考えられる。



出典) 愛知県農林水産統計年報より作成

図 6.7 代表的底生魚介類の漁獲量変動

“海湾らしさ”の確認検査

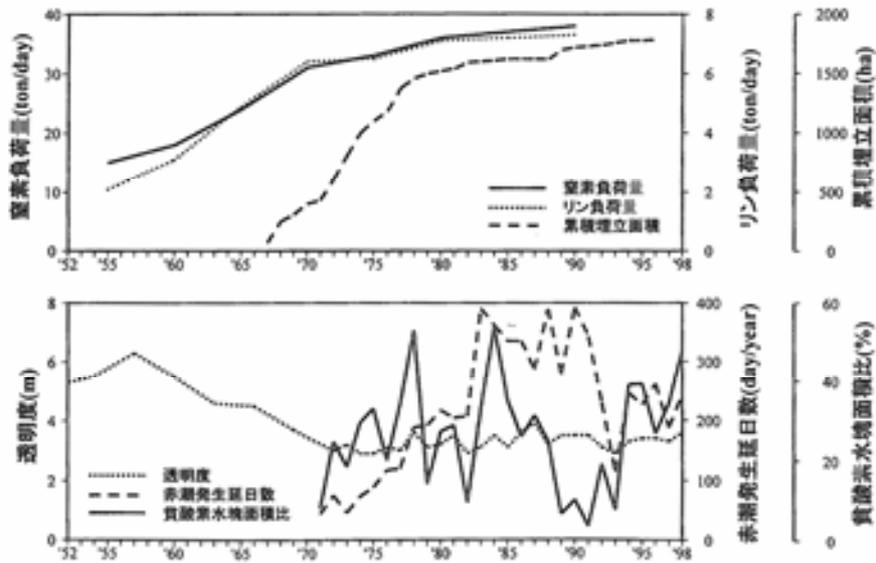
高度成長期前の1960年代前半には、ノリやクルマエビの漁獲量が全国一位であり、昔から漁業が盛んに行われた履歴が確認できる。したがって、C判定は妥当であると考えられる。

2) 精密検査

A) 重篤度Ⅰ→Ⅱの検査(累計埋立面積と赤潮発生延日数、底質中の有機物量の貧酸素水塊の関係)

青山は「三河湾における海岸線の変遷と漁場環境 愛知県水産試験場報告⑦」で、三河湾の海岸線の変遷と漁場環境との関連について以下のように考察している。

- 三河湾の透明度は1950年代後半から60年代後半にかけて大きく減少し、総窒素、総リンの負荷量が急増していることから、透明度の低下は流入負荷の拡大による基礎生産の拡大が原因と考えられるが、赤潮多発・貧酸素水塊が拡大するようになったのは70年代に入ってからである。
- 70年代は三河湾奥部の東三河区で埋立が急速に行われた時期であり、1957年から1981年までの5m以浅の減少面積(15.9km²)のうち、その大部分が70年代(約12km²)の埋立によって消失したと考えられ、この急速な埋立進行時期と環境悪化の時期とはよく一致している(検査No.②)。



出典：「三河湾における海岸線の変遷と漁場環境 愛知県水産試験場報告⑦」（平成 12 年 3 月 愛知県）

図 6.8 三河湾における栄養負荷、累計埋立面積と透明度、赤潮発生延日数、貧酸素水塊（酸素飽和度 30%以下）面積比（貧酸素水塊面積が三河湾に占める割合）の経年変化

三河湾の底質 COD の変化を図 6.9 に示す。

1985 年の底質の COD は三河湾湾奥では 60mg/g 乾泥以上と非常に高くなっており、湾奥から湾口に向けて徐々に低くなっている。2001 年には 50mg/g 乾泥以上はほとんどみられなくなり改善しているが、依然として 30mg/g 乾泥以上の底質が湾の大部分を占めている。このように三河湾の海底には 10 年以上有機物が多い状態が続いており、恒常的に有機汚濁の状態にあると言える。

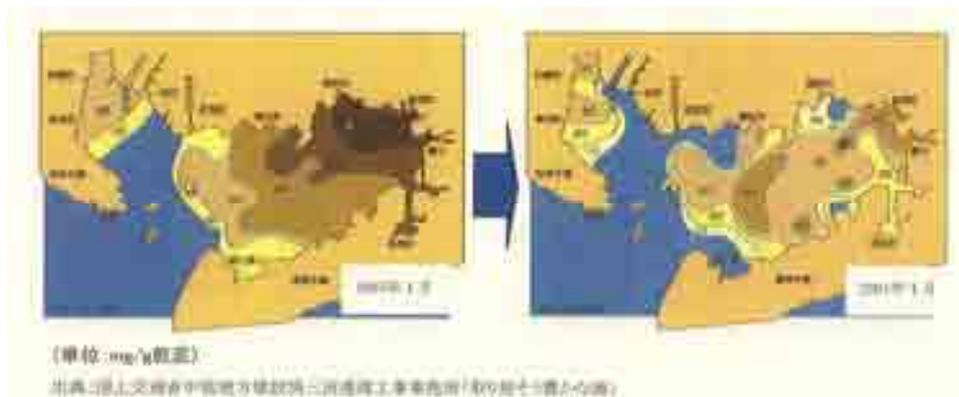


図 6.9 三河湾の底質 COD の変化

以上のように累計埋立面積の増加と赤潮発生日数の増加、底質の有機物堆積の増加、貧酸素水の発生はすべて同調傾向にあり、「生息空間→基礎生産→堆積・分解→生息環境」の流れがあることがわかる。

B) 重篤度Ⅱ→Ⅲの流れの検査（貧酸素水の発生と底生魚介類の資源量との関係）

代表的な底生魚介類の資源量と貧酸素水の影響度との関係を図 6.10 に示す。なお、漁獲量は努力量によって変化することから、資源量としては次のように漁獲量を努力量あたりに換算した。

$$\bullet \text{代表的な底生魚介類の資源量} = \text{漁獲量} \times ((\text{該当年の漁業経営体数} \times \text{操業日数}) / (\text{1989 年の漁業経営体数} \times \text{操業日数}))$$

また、湾全域での貧酸素水による影響を評価するため、貧酸素水影響度とする次の値を求めて検討に用いた。

$$\bullet \text{貧酸素水影響度} = \text{貧酸素水の強度}^* \times \text{貧酸素水の確認地点率}$$

（グラフ中では、最近 20 年の中では最も影響度が高かった 1987 年を 1 とした場合の比を用いた）

※貧酸素水の強度

DO:0.5mg/L 未満(無酸素):3 点、0.5mg/L 以上 2.9mg/L 未満:2 点、2.9mg/L 以上 4.3mg/L 未満:1 点のように、貧酸素の強さの 3 レベルそれぞれに得点を与える。3 レベルが確認された日数にそれぞれの得点を掛け合わせ、それらの合計を貧酸素水の強度とした。

すべての魚介類にみられるわけではないが、アサリやシャコは貧酸素水の強度が強い年にやや資源量が少ない傾向がみられており、「生息環境→除去（漁獲）」の流れが想定される。

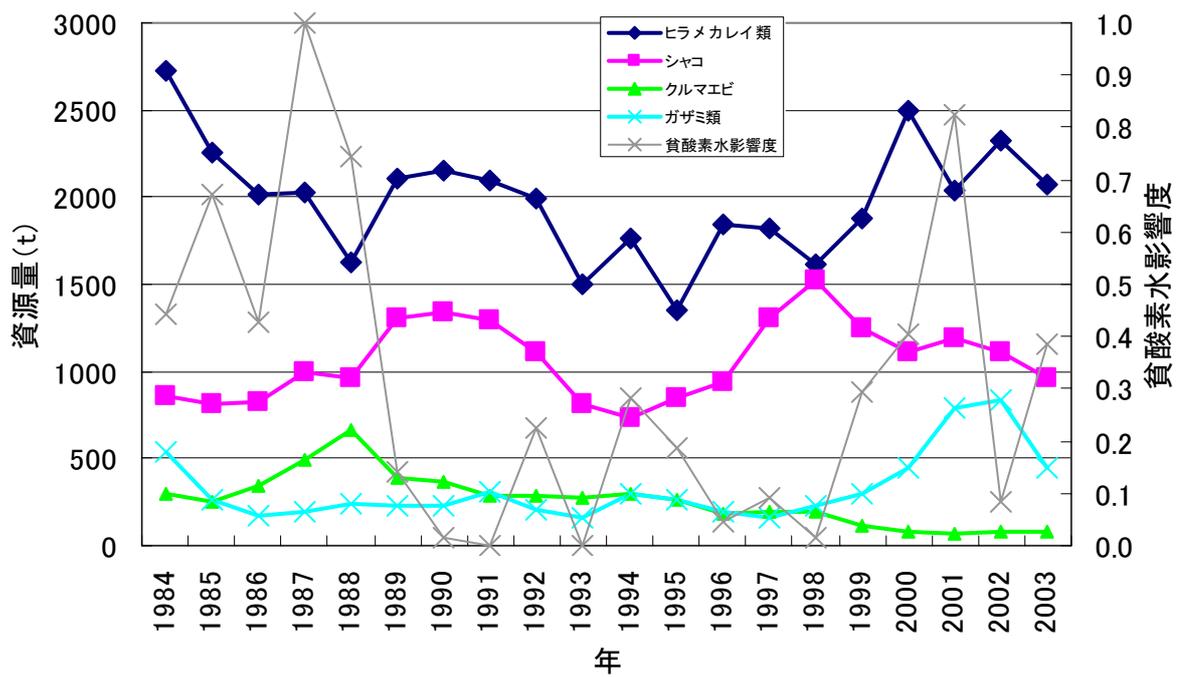
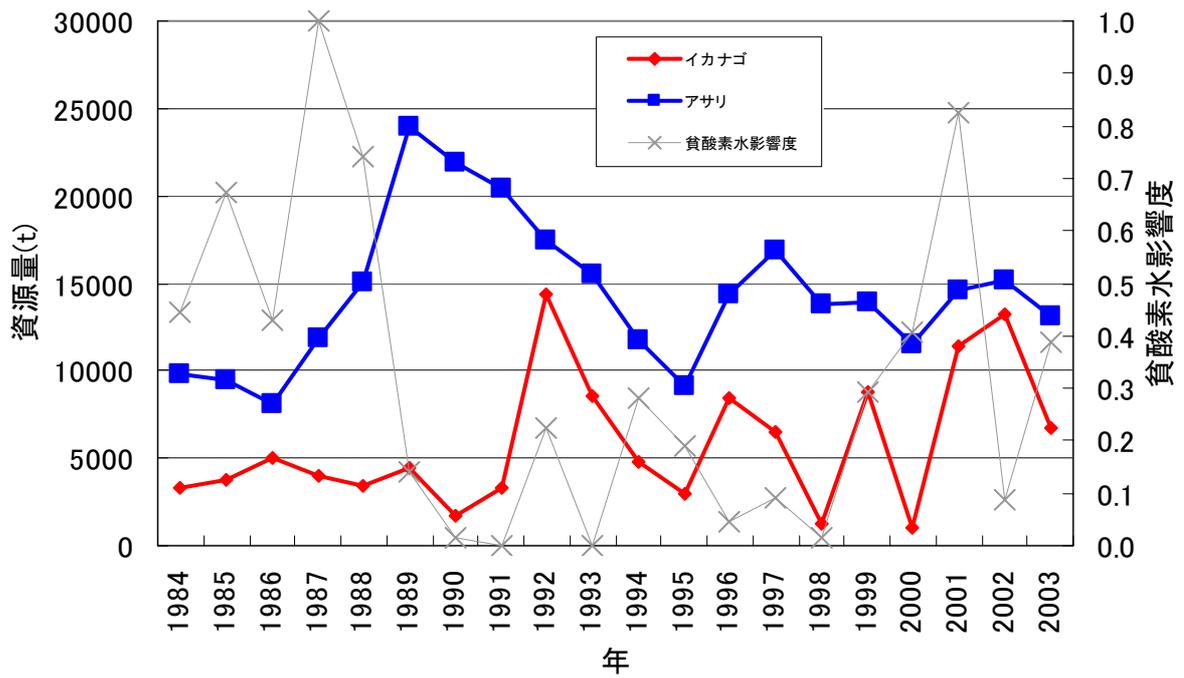


図 6.10 代表的な底生魚介類の資源量と貧酸素水の影響度との関係

二次診断

以上の結果より、二次診断結果をとりまとめ、二次診断シートとして表 6.2 に示した。

三河湾の不健康の主たる原因は、生息空間の減少と考えられ、その重篤度は生物にも症状が出ているⅢと考えられる。

7. まとめと今後の展開

海健康診断システムを構築するにあたって、日本全国の様々な環境データを整理してきたが、そこから興味深い日本の沿岸の現状がみられた。“沿岸の人工度”が高い海は不健康になりやすいようである。一方、ある程度“陸域からの負荷の影響度”が高くても、“沿岸の人工度”が低く自然が保たれている海は健康であるという結果も得られている。

この結果は、海の生態系を支えるために基本的に必要な負荷（“栄養”）とそれを生物生産に転換する沿岸（干潟など）の“生息空間”とのバランスが海健康を左右することを示すものと考えられる。これまで沿岸の自然の重要性は様々な場で認識されてきたが、このように定量的に目に見える形で証明された例はこれまでなかった。

海が本来自然の状態であれば、海は多少の負荷が陸域から入ってきても、それを生物に変えてしまう。しかしその反面、自然の状態を一部失うだけでも魔法が解けたようにその生物に変える力を失ってしまう。海は、私達の予想を遙かに超える生物生産装置である一方で、非常に脆い一面もあわせもつ場所だと考えられる。

足かけ5年に亘り海健康診断のシステムを構築してきた。全国に豊かな海を再生するために、このシステムを使って頂きたいし、時にはそれぞれの海の状態にあわせてシステムを育ててほしいと思う。なお、今後の展開として、以下のことが想定される。

- ・ 全国の海では多くの環境データが取得されているが、海健康診断を十分に行うためには底層の溶存酸素量、底質、生物のデータが不足している。これまでの個々の目的に応じたモニタリングだけでなく、海の構造や機能を総合的に評価できるデータも必要である。
- ・ 「海健康診断」手法は、日本全国の閉鎖性の海灣で共通して使用できる内容として作成した。しかし全国の閉鎖性海灣の状況は、背後圏の活動やこれまでの利用形態、管理の状況など千差万別である。ここで示した手法を基本に、それぞれの状況を踏まえて、「海健康診断」を進化させることで、より精緻な診断が可能になると考える。

今後このシステムをさらに進化させて日本全国の海健康が正しく診断された上で正しい予防・治療がされ、日本の沿岸に豊かな海が帰ってくるこそ、この事業のゴールである。

付属資料 1

海岸生物の出現状況調査に使える海岸生物写真集

「生態系の安定性」に関わる生物組成の一次検査では、海岸生物の出現状況を現地で観察する検査がある。しかし、一般の方々にとっては、普段馴染みのない海岸生物の観察をするといっても、どこをみればよいのか、また、どんな生物がいるのかわからないので、実施が難しい面もある。

ここでは、平成 16、18、20 年度に実施した日本の閉鎖性海湾における海岸生物の出現状況の写真を検査の内容にあわせて整理した。現地でどのような場所を観察すればよいのか、生物の分類をどのように記録すればよいのか迷った場合の参考にして頂きたい。

〔北海道〕の海辺



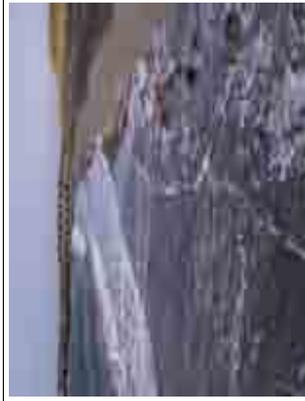
【函館湾】



【噴火湾】



【函館湾】



【噴火湾】



【噴火湾】



【厚岸湾】



【函館湾】



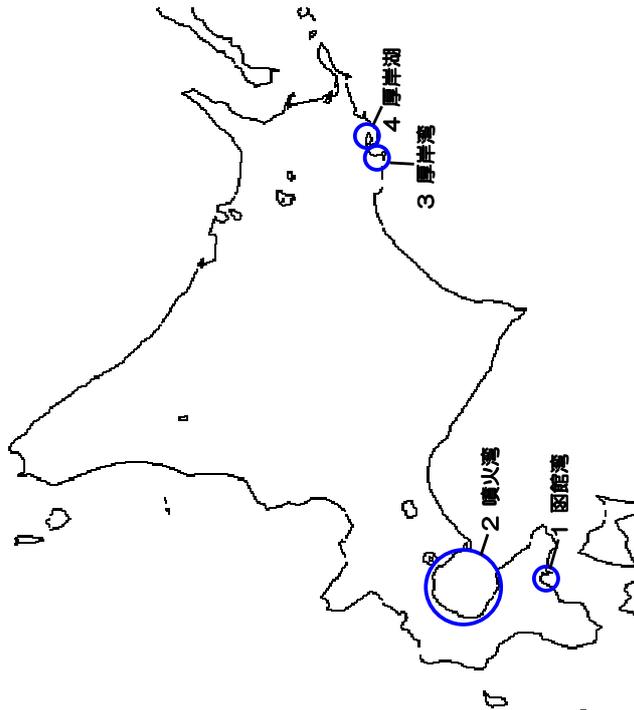
【噴火湾】



【厚岸湖】



【厚岸湖】



＜北海道地方 海岸生物観察のポイント＞

- ・ 広大な砂浜が多く、砂浜と砂質干潟が連続して存在している場合が多い。同じ砂浜の中でも潮時を通じた観察が望ましい。
- ・ 本州から沖縄で多くみられるスナガニの仲間は通常の海岸ではほとんどみられないが、イワガニの仲間は多くみられる。カニの仲間は気温の高い夏季に活動が限られることから、冷涼な北海道では、その季節は夏季に限られてくるので注意したい。
- ・ 干潟の生物の写真で示したように、同じゴカイの仲間でも、エラコのような群生のものみられる。ゴカイの仲間では、細長い形状のものばかりではないので、注意したい。
- ・ 海岸にはホタテガイの殻など漁業で水揚げしたあとの残渣物も多くみられる。生物の生死を見極めた出現種の記録が特に必要である。

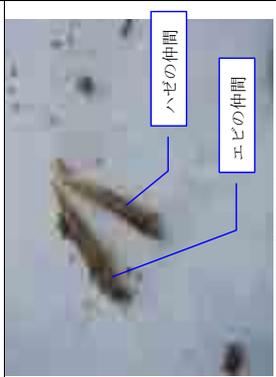
〔磯場〕の環境と生物

	 <p>ヒトデの仲間</p>	 <p>コンブの仲間</p>
 <p>イガいの仲間</p>	 <p>イガいの仲間</p>	 <p>フジツボの仲間とニシキウスガイの仲間</p>
 <p>カサガイの仲間</p>	 <p>ニシキウスガイの仲間</p>	 <p>ニシキウスガイの仲間</p>
	 <p>アオサの仲間</p>	 <p>コンブの仲間</p>

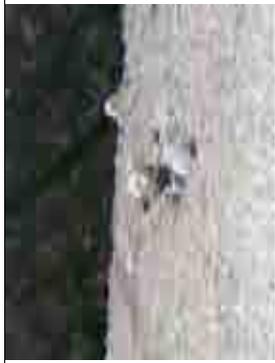
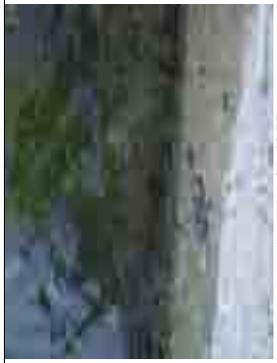
〔砂浜〕の環境と生物

	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>シギ・チドリ の仲間</p>
 <p>ニマイガイ (ホタテガイ)</p>	 <p>マキガイ (ツメタガイ) の 仲間の卵 (砂茶碗とよばれる)</p>	 <p>ヨコエビの仲間 (水中)</p>
 <p>カモメの仲間</p>		

〔干潟〕の環境と生物

	 <p>カニの仲間</p>	 <p>カモメの仲間</p>
 <p>エラコ（ゴカイの仲間）とハカガイ（アサリ・ハマグリ）の仲間）の死骸</p>	 <p>ゴカイの仲間</p>	 <p>ハゼの仲間 エビの仲間</p>
 <p>ゴカイの仲間の巣穴</p>	 <p>シギ・チドリの仲間（足跡）</p>	

〔人工護岸〕の環境と生物

	 <p>マキガイの仲間</p>	 <p>シギ・チドリ以外の仲間 (カモメ)</p>
 <p>フジツボとカキの仲間</p>	 <p>タマキビの仲間</p>	 <p>シギ・チドリ以外の仲間 (カモメ)</p>
 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>ヒトデの仲間</p>	 <p>シギ・チドリの仲間</p>
 <p>フジツボとイシダタミの仲間</p>	 <p>ヒトデの仲間</p>	 <p>コンブの仲間</p>

〔東北〕の海辺

磯場	 <p>【宮古湾】</p>	 <p>【金石湾】</p>
砂浜	 <p>【陸奥湾】</p>	 <p>【金石湾】</p>
干潟	 <p>【松川浦】</p>	 <p>【宮古湾】</p>
人工護岸	 <p>【宮古湾】</p>	 <p>【気仙沼湾】</p>



＜東北地方 海岸生物観察のポイント＞

- ・ 太平洋側はリアス式海岸が続くことから、砂浜や干潟は切り立った崖下の限られた場所に存在している場合が多い。見逃さず観察してほしい。また、限られた場所にあることから、干潟を観察できる時間は限られる。潮時をしっかりと確認した観察をしてほしい。
- ・ 磯場は多く存在しているが、切り立った場所が多く、調査時の安全に特に注意を配ってほしい。

〔磯場〕の環境と生物

	 <p>アオサ・アオノリの仲間</p>	 <p>アオサ・アオノリの仲間</p>
 <p>フジツボとイカイの仲間</p>	 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>カニの仲間</p>
 <p>マキガイの仲間</p>	 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>イソギンチャクの仲間</p>
 <p>フナムシ</p>	 <p>フジツボの仲間、アミノリの仲間</p>	 <p>カイメンの仲間</p>

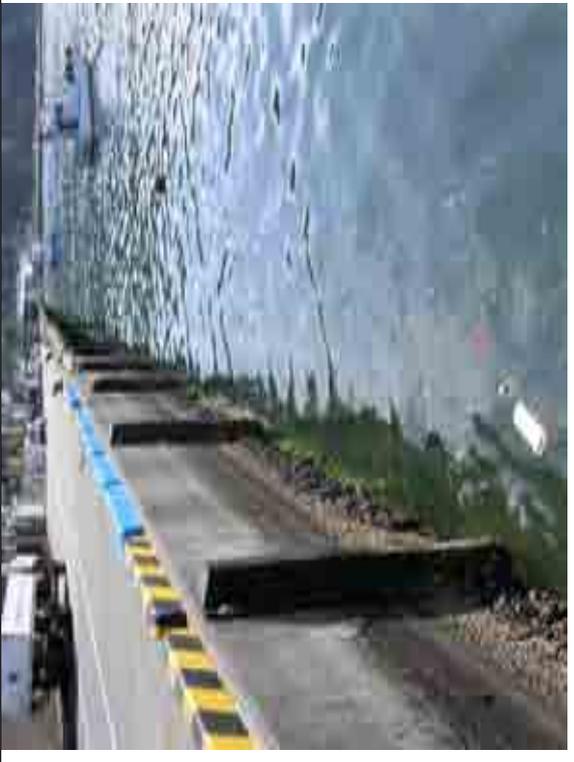
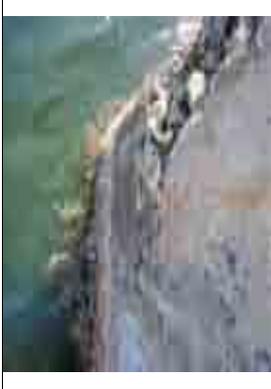
〔砂浜〕の環境と生物

	 <p>ヨコエビ類の巣穴</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>ヨコエビ類の巣穴</p>		
 <p>アオサ・アオノリの仲間</p>	 <p>アオサ・アオノリの仲間</p>				

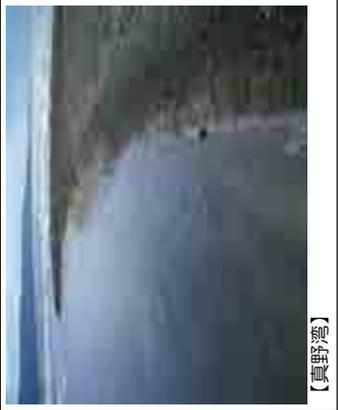
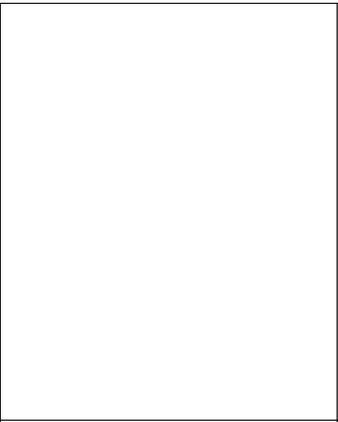
〔干潟〕の環境と生物

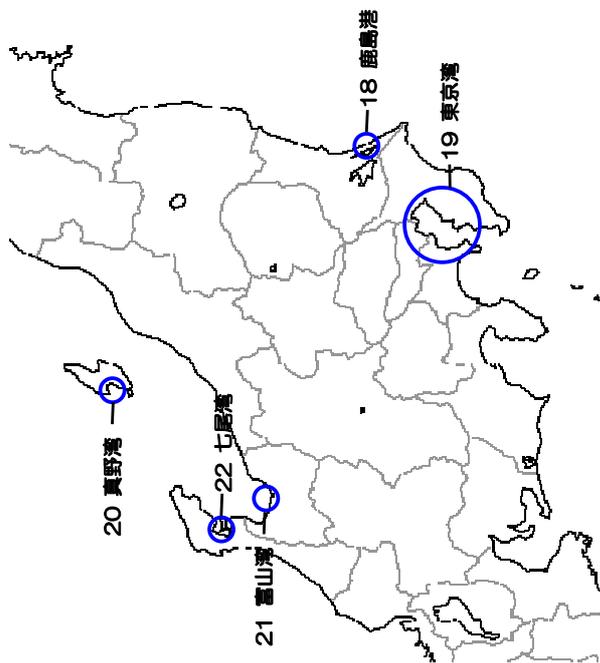
	 <p>スナガニの仲間</p>	 <p>カニの巣穴</p>
 <p>ニナの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間と巣穴</p>
 <p>マキガイの仲間</p>	 <p>アオサの仲間</p>	 <p>陸上の植物</p>
 <p>ゴカイの仲間の糞</p>	 <p>ハゼの仲間</p>	

〔人工護岸〕の環境と生物

	 <p>ニシキウスガイの仲間</p>	 <p>フジツボの仲間・ニシキウスガイの仲間</p>
 <p>カキの仲間</p>	 <p>ニシキウスガイの仲間</p>	 <p>フジツボの仲間</p>
 <p>コンブの仲間</p>	 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>フジツボの仲間</p>
 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>フナムシ</p>	 <p>アマモの仲間</p>
 <p>イガイの仲間</p>		

〔関東・北陸〕の海辺

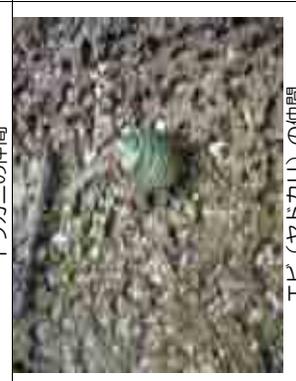
磯場	 <p>【真野湾】</p>	 <p>【七尾湾】</p>	 <p>【富山湾】</p>
砂浜	 <p>【鹿島港】</p>	 <p>【真野湾】</p>	 <p>【富山湾】</p>
干潟	 <p>【真野湾】</p>	 <p>【七尾湾】</p>	 <p>【富山湾】</p>
人工護岸	 <p>【鹿島港】</p>	 <p>【富山湾】</p>	 <p>【七尾湾】</p>



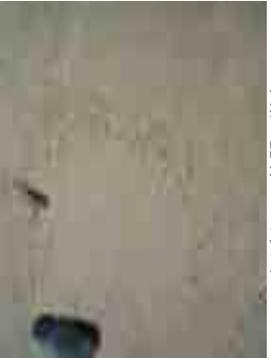
〈関東・北陸地方 海岸生物観察のポイント〉

- ・ 鹿島港のように人工の海岸にも、一部砂浜などの環境が存在している。人工護岸だけに限らずに隈無く観察してほしい。
- ・ 日本海側の七尾湾や富山湾などでは潮位の変化が少ないため、干潟環境は少ない。
- ・ 東京湾には、自然の干潟と人工の干潟が存在している。できれば広大に存在している自然干潟を中心に観察したい。
- ・ 東京湾や鹿島港では人工護岸が多い。人工護岸は垂直な形状になっているために付着生物を観察しづらい。垂直護岸の側面部を写真撮影し、その写真に写った生物を観察する方法が良い。

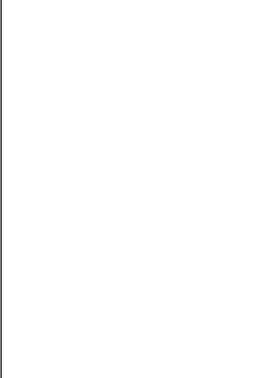
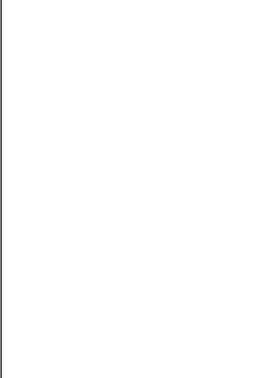
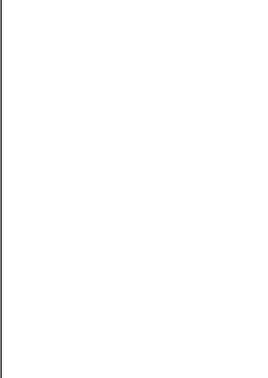
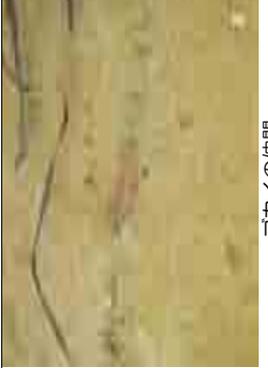
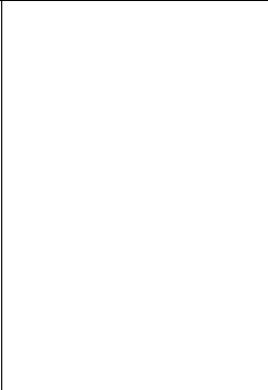
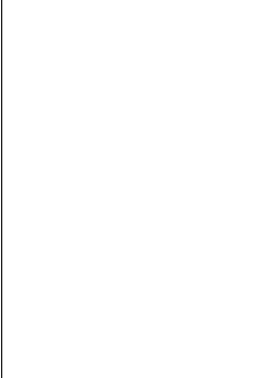
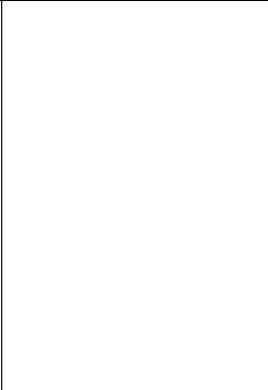
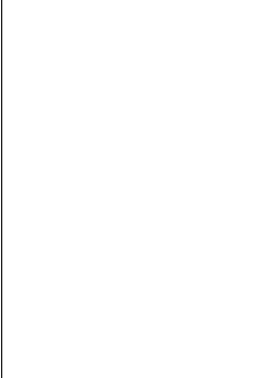
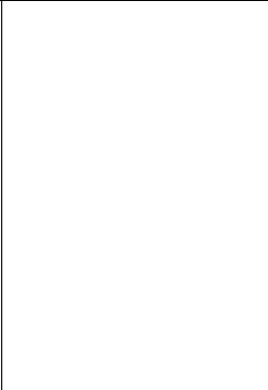
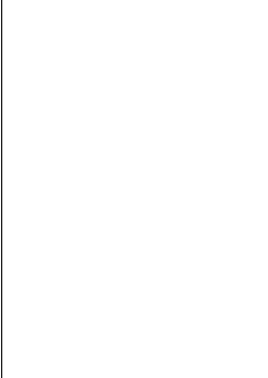
〔磯場〕の環境と生物

	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>イワガニの仲間</p>
	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>フナムシ</p>
 <p>ニシキワズガイの仲間</p>	 <p>カキの仲間</p>	 <p>エビ（ヤドカリ）の仲間</p>
 <p>カサガイの仲間</p>	 <p>ニシキワズガイの仲間</p>	 <p>アオサ・アオノリの仲間</p>
		 <p>ウニの仲間の死殻</p>
		 <p>マキガイ類の死殻</p>

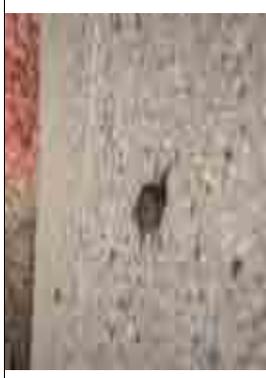
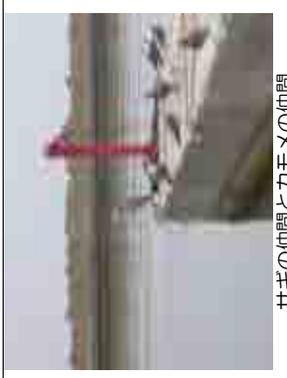
〔砂浜〕の環境と生物

	 <p>カニ(ガザミ)の仲間(死骸)</p>	 <p>イワガニの仲間</p>
 <p>アサリ(死骸)</p>	 <p>ニマイガイの仲間(死骸)</p>	 <p>サギの仲間</p>
 <p>リュウテンサザエの仲間(死骸)</p>	 <p>トビムシの仲間の巣穴</p>	 <p>鳥の足跡</p>
 <p>スナガニの巣穴</p>	 <p>トビムシの仲間</p>	

〔干潟〕の環境と生物

	 <p>カニの仲間</p>	 <p>エビ (ヤドカリ) の仲間</p>	 <p>カワウ</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>カワウ</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>カワウ</p>
 <p>ニナの仲間</p>	 <p>ニナの仲間</p>	 <p>アマモの仲間</p>	 <p>カワウ</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>カワウ</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>カワウ</p>
 <p>ニナの仲間</p>	 <p>ゴカイの仲間</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>カワウ</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>カワウ</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>カワウ</p>

〔人工護岸〕の環境と生物

	 <p>エビ(ヤドカリ)の仲間</p>	 <p>イワカニの仲間</p>
 <p>ニシキウスカイの仲間</p>	 <p>ヒトデの仲間</p>	 <p>フナムシ</p>
 <p>ニマイガイの仲間・アオノリの仲間</p>	 <p>カモメの仲間</p>	 <p>サギの仲間とカモメの仲間</p>
 <p>フシツツボの仲間</p>	 <p>カキの仲間</p>	 <p>コンブの仲間、アオサの仲間</p>
 <p>コンブの仲間</p>		

〔近畿-中部〕の海辺

磯場			
砂浜			
干潟			
人工護岸			



〈近畿・中部地方 海岸生物観察のポイント〉

- ・太平洋側の浜名湖、三河湾、伊勢湾では干潟環境が多くみられている。潮時をみて干潮時を中心に必ず観察したい。なお、潮干狩り場として漁業者が管理している場所も多くあるので、注意が必要である。
- ・干潟環境には、スナガニや二枚貝など普段砂中に生息している種類も多くみられる。必ずスコップで掘り起こす観察を行いたい。
- ・上記に比較して、駿河湾の沼津湾や折戸湾では干潟環境が少ない。三河湾、伊勢湾に比べて流れが速いので、観察時には特に注意を要したい。
- ・日本海側の敦賀湾から舞鶴湾などは潮位の変化が少ないため、干潟環境は少ない。

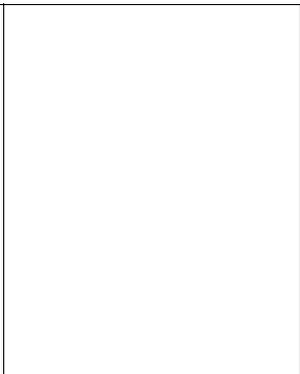
〔磯場〕の環境と生物

	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>イソギンチャクの仲間</p>
 <p>カキの仲間</p>	 <p>ヒサラガイの仲間</p>	 <p>ニシキウスガイとエビ(ヤドカリ)の仲間</p>
 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>カサガイの仲間</p>	 <p>カメノテ</p>
 <p>フナムシ</p>	 <p>アオサ・コンブの仲間</p>	 <p>カイメンの仲間</p>

〔砂浜〕の環境と生物

	 <p>スナガニの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間の巣穴</p>
 <p>クラゲの仲間</p>	 <p>クラゲの仲間</p>	 <p>ニナの仲間</p>
 <p>クラゲの仲間</p>	 <p>クラゲの仲間</p>	 <p>カモメの仲間</p>
	 <p>アオサの仲間</p>	 <p>トビムシの仲間の巣穴</p>

〔干潟〕の環境と生物

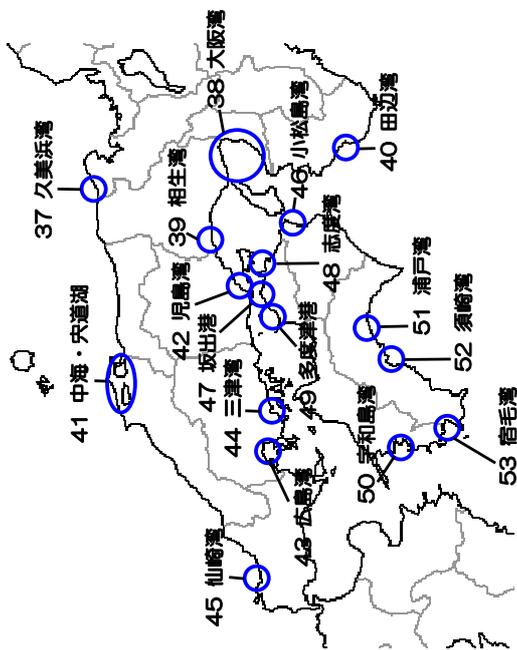
	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間</p>
 <p>アサリ・ハマグリ の仲間</p>	 <p>二ナの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間</p>
 <p>二ナの仲間</p>	 <p>ゴカイの仲間 の糞</p>	 <p>スナガニの巣穴</p> <p>アオサ・アオノリ の仲間</p>
 <p>サギの仲間</p>		

〔人工護岸〕の環境と生物

	 <p>イワガニの仲間とイガイの仲間</p>	 <p>イワガニの仲間</p>
 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>イガイの仲間、カキの仲間</p>	 <p>ウニの仲間</p>
 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>ニシキウスガイの仲間</p>	 <p>イソギンチャクの仲間</p>
 <p>猛禽類</p>	 <p>タマキビの仲間</p>	 <p>カモメの仲間</p>

〔中国・四国〕の海辺

磯場	 <p>【相生湾】</p>	 <p>【児島湾】</p>	 <p>【仙崎湾】</p>
砂浜	 <p>【中海・穴道湖】</p>	 <p>【広島湾】</p>	 <p>【志度湾】</p>
干潟	 <p>【大阪湾】</p>	 <p>【三津湾】</p>	 <p>【坂出港】</p>
人工護岸	 <p>【久美浜湾】</p>	 <p>【田辺湾】</p>	 <p>【小松島湾】</p>



＜中国・四国地方 海岸生物観察のポイント＞

- ・ 瀬戸内海の各湾では干潟環境が多くみられている。潮時をみて干潮時を中心に必ず観察したい。なお、潮干狩り場として漁業者が管理している場所も多くあるので、注意が必要である。
- ・ 大阪湾には、自然の干潟と人工の干潟が存在している。自然の干潟は泥質の干潟が多く、人工の干潟とは異なった海岸生物が確認できるので自然干潟を中心に観察したい。
- ・ 干潟環境には、スナガニや二枚貝など普段砂中に生息している種類も多くみられる。必ずスコップで掘り起こす観察を行いたい。
- ・ 浦戸湾、須崎湾、香毛湾は流れが速く、干潟環境は少ない。
- ・ 干潟環境にはゴズイのような危険な生物もみられる。安易に触れないように注意してほしい。

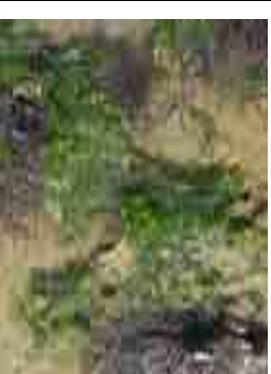
〔磯場〕の環境と生物

	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>ヤドカリの仲間</p>
 <p>フジツボの仲間</p>	 <p>ニシキウスガイの仲間、カサガイの仲間</p>	 <p>テングサの仲間</p>
 <p>カメノテ</p>	 <p>ヒトデの仲間とウニの仲間</p>	 <p>コンブの仲間</p>
 <p>カイメンの仲間</p>	 <p>ハゼの仲間</p>	 <p>ホヤの仲間</p>

〔砂浜〕の環境と生物

	 <p>スナガニの仲間 (ツノメガニ)</p>	 <p>イワガニの仲間</p>
 <p>アサリの仲間</p>	 <p>フラジムシの仲間</p>	 <p>トビムシの仲間 (ツノメガニ) の巣穴</p>
 <p>ゴンズイ (魚)</p>	 <p>鳥の仲間</p>	 <p>フラジムシの仲間</p>

〔干潟〕の環境と生物

	 <p>アシハラガニ</p>	 <p>スナガニの仲間 (シオマネキの仲間)</p>
 <p>ニナの仲間</p>	 <p>アサリの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間 (チゴガニ)</p>
 <p>マキガイの仲間 (ツメタガイ) の卵 (砂茶碗)</p>	 <p>カキの仲間 (カキ礁)</p>	 <p>トビハゼの仲間</p> <p>アオサの仲間</p>
 <p>コンブの仲間 (オゴノリ)</p>	 <p>ゴカイの仲間</p>	 <p>サギの仲間</p>

〔人工護岸〕の環境と生物

	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>フナムシ</p>
 <p>カキの仲間</p>	 <p>ウニの仲間</p>	 <p>ウニの仲間</p>
 <p>イガイの仲間</p>	 <p>ニシキウスガイの仲間</p>	 <p>ウの仲間</p>
 <p>フシツボの仲間</p>	 <p>カメノテ</p>	 <p>カサガイの仲間、ヒザラガイの仲間</p>
 <p>カキの仲間とアオサの仲間</p>		

〔九州〕の海辺



磯場

【佐世保湾】



【尾末湾】



【鹿児島湾】



【有明海および島原湾】



【大村湾】



【橘湾】



【有明海および島原湾】



【伊万里湾】



【鹿児島湾】



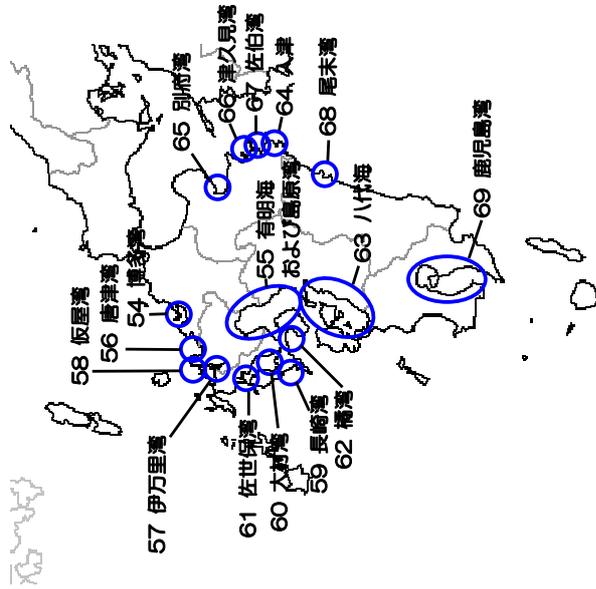
【長崎湾】



【入津】



【津久見湾】



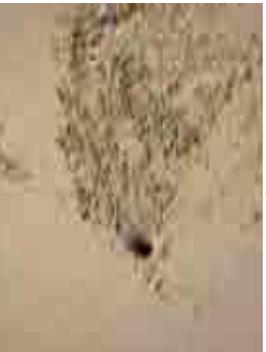
＜九州地方 海岸生物観察のポイント＞

- ・ 有明海には広大な泥質干潟が存在している。観察時に干潟に入る際には足元が抜けなくならないように、また潮時に注意しながら観察したい。
- ・ 干潟環境には、スナガニや二枚貝など普段砂中に生息している種類も多くみられる。必ずスコップで掘り起こす観察を行いたい。
- ・ 大村湾のように人工的な海岸が多い場所でも、一部砂浜や干潟などが存在しているので、見逃さないように観察して欲しい。

〔磯場〕の環境と生物

	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>イワガニの仲間</p>
 <p>カキの仲間とイガイの仲間</p>	 <p>カメノテ</p>	 <p>ハゼの仲間</p>
 <p>ヒザラガイとニシキウスガイの仲間</p>	 <p>ウノアシガイ</p>	 <p>イソギンチャクの仲間</p>
 <p>ゴカイの仲間</p>	 <p>カイメンの仲間</p>	 <p>ゴカイの仲間</p>

〔砂浜〕の環境と生物

	 <p>スナガニの巣穴</p>	
 <p>ニナの仲間</p>	 <p>ニマイガイの仲間 (マテガイ：中央)</p>	 <p>サギの仲間</p>
 <p>リュウテンサザエの仲間</p>	 <p>マキガイの仲間 (ツメタガイ) の卵 (砂茶碗)</p>	 <p>シギの仲間</p>
 <p>ハマトビムシ</p>		

〔干潟〕の環境と生物

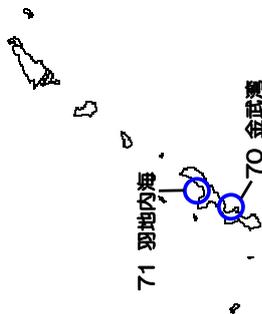
	 <p>スナガニの仲間</p>	 <p>イワガニの仲間</p>
 <p>ニナの仲間</p>	 <p>シシミの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間</p>
 <p>ニシキウスカイの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間の巣穴</p>	 <p>トビハゼの仲間</p>
 <p>コカイの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間 (シオマネキの仲間)</p>

〔人工護岸〕の環境と生物

	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>ヒトテの仲間</p>
 <p>リュウテンサザエの仲間</p>	 <p>エビの仲間 (ヤドカリの仲間)</p>	 <p>イガイの仲間</p>
 <p>フジツボの仲間とイガイの仲間</p>	 <p>ニシキウスガイの仲間とフナムシ</p>	 <p>ヒザラガイの仲間</p>
 <p>カキの仲間</p>	 <p>カサガイの仲間</p>	 <p>カキの仲間とカイメンの仲間</p>

〔南西諸島〕の海辺

磯場	 <p>【金武湾】</p>	 <p>【金武湾】</p>	
砂浜	 <p>【羽地内海】</p>		
干潟	 <p>【金武湾】</p>	 <p>【羽地内海】</p>	 <p>【羽地内海】</p>



パロ

〈南西諸島 海岸生物観察のポイント〉

- ・ 北海道から九州までとは異なった色や形をしたスナガニの仲間が多くみられる。写真に示すような種類を参考にしながら注意深く観察してほしい。
- ・ 干潟環境には、スナガニや二枚貝など普段砂中に生息している種類も多くみられる。必ずスコップで掘り起こす観察を行いたい。なお、その際に砂中にサンゴ片が多く手を切ったりする場合がありますので、特に注意してほしい。
- ・ 干潟環境では、干潟でバチバチ音が聞こえる場合がある。掘り起こした場合に観察できなくとも、砂中にテッポウエビの仲間がいることが考えられるので、漏れなく記録したい

〔磯場〕の環境と生物

	 <p>エビの仲間 (カニダマシの仲間)</p>	 <p>イワガニの仲間</p>
 <p>リュウテンサンザエの仲間</p>	 <p>カサガイの仲間</p>	 <p>エビの仲間 (ヤドカリの仲間)</p>
 <p>リュウテンサンザエの仲間</p>	 <p>カキの仲間</p>	 <p>ヒザラガイの仲間</p>
 <p>フナムシ</p>	 <p>イソギンチャクの仲間</p>	 <p>アオサ・アオノリの仲間 (ミル属)</p>

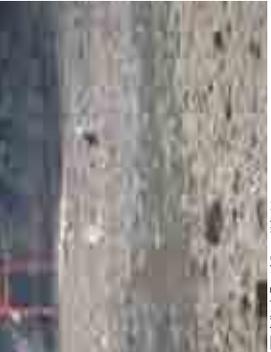
〔砂浜〕の環境と生物

	 <p>リュウテンスンサザエの仲間 (カンギクガイ)</p>	 <p>イガイの仲間 (ヒバリガイモドキ)</p>	
	 <p>ミナミコムツキガニ (群れ)</p>		

〔干潟〕の環境と生物

	 <p>スナガニの仲間</p>	 <p>ミナミコメツキガニ</p>
 <p>ニナの仲間</p>	 <p>イワガニの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間 (コメツキガニの仲間)</p>
 <p>アサリの仲間</p>	 <p>スナガニの仲間 (シオマネキの仲間)</p>	 <p>エビの仲間 (ヤドカリの仲間)</p>
 <p>ニシキウスカイの仲間</p>	 <p>エビの仲間 (テッポウエビの仲間)</p>	 <p>海藻類 (ウミウチワ属)</p>
 <p>ニシキウスカイの仲間</p>		

現地での生物の豊かさを示す例

漁業	 <p>【函館湾】イカ釣り船</p>	 <p>【噴火湾】漁船</p>	 <p>【噴火湾】漁獲物</p>	 <p>【噴火湾】漁獲物（ホヤ）</p>
漁業	 <p>【新鹿湾】漁船</p>	 <p>【尾鷲湾】漁船</p>	 <p>【阿蘇海および宮津湾】漁船</p>	 <p>【中海・宍道湖】漁船（シジミ漁）</p>
潮干狩り①干潟	 <p>【尾鷲湾】潮干狩り</p>	 <p>【尾鷲湾】潮干狩り（収獲物）</p>	 <p>【博多湾】潮干狩り</p>	 <p>【尾島湾】潮干狩り</p>
魚釣りの①人工護岸	 <p>【鹿島港】魚釣り</p>	 <p>【鹿島港】魚釣り</p>	 <p>【相生湾】魚釣り</p>	 <p>【田辺湾】魚釣り</p>

付属資料 2

海の健康診断の普及に関わる研修（三河湾を対象にして）

海の健康診断の一次検査は、全国の海で海の健康診断が実施できるように作成したものではあるが、所有しているデータの制限や診断する海の実態などを踏まえれば、さらに精密で実施できる方法となる。

ここでは、愛知県水産試験場を対象にして平成 20 年 8 月に実施した研修内容について紹介する。以下の資料は、研修の結果、三河湾の一次検査を愛知県水産試験場が実施できるようにカスタマイズした結果を発表資料としてとりまとめたものである。

愛知県水産試験場による継続的な海 の健康診断システムの構築

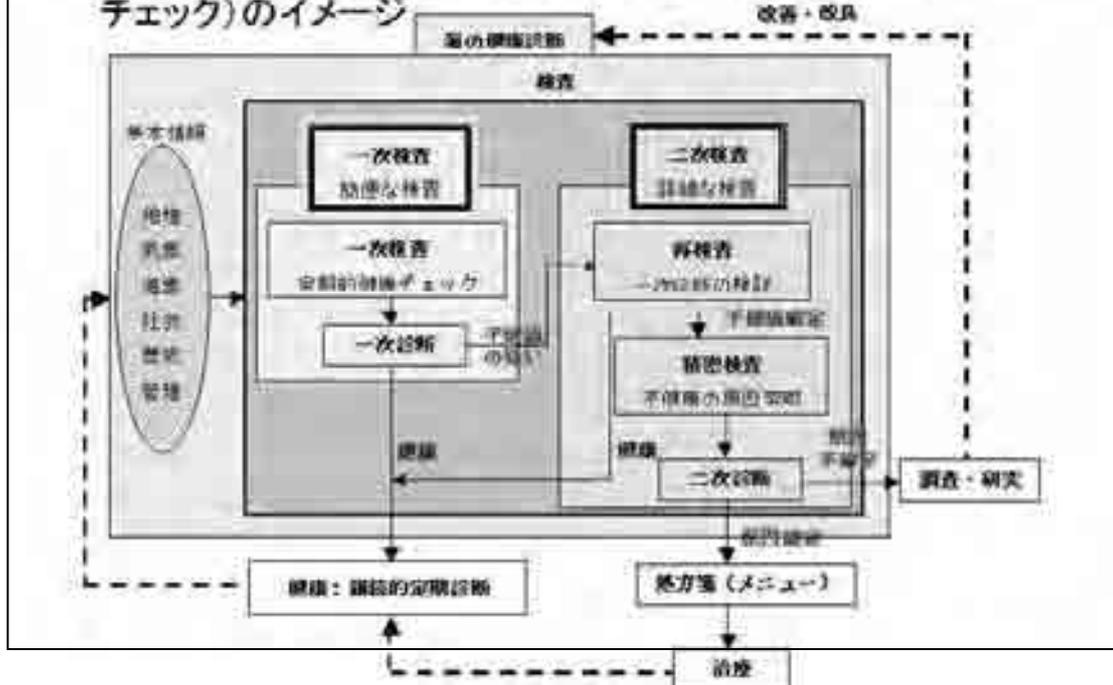
平成20年8月

研修の目的

全国の海で使用できることを目的に作成した海
の健康診断の検査システムを
“愛知県水産試験場が定期的に取り得している
データをフルに活用できて”
“三河湾の健康をより適切に検査する”
方法としてカスタマイズすること

カスタマイズの対象とした検査

専門家が行う再検査の内容も含めた一次検査(日常チェック)のイメージ



カスタマイズの視点

- 三河湾の特性をより捉えられる検査
- 水試が定期的に取り得している独自データを有効に活用できる検査
- 検査データが確実に存在する検査
- 手がかからず日常的な作業としてできる(継続できる)検査

三河湾の特性

- ・水深が浅い部分の面積が広い(本来干潟・浅場が多い)
- ・流入河川が多い(淡水流入によるエスチュアリー循環が重要)
- ・施肥をしないノリ養殖が行われている
- ・本来赤潮や貧酸素が発生しやすい海
- ・大規模に干潟を修復

愛知県水産試験場が保有するデータ

- ・ 公共用水域水質調査
(月1回:COD,DO,TN,TP,Chl a,透明度など)
- ・ 伊勢湾広域総合水質調査
(年4回:COD,DO,TN,TP,栄養塩類,Chl a,透明度など)
- ・ 赤潮調査
(月1~2回:栄養塩類,Chl a,プランクトン,透明度など)
- ・ 貧酸素水塊状況調査
(夏季のみ月1~2回:溶存酸素飽和濃度,透明度など)
- ・ 赤潮苦潮発生調査
(随時:発生件数,延べ日数など)
- ・ 自動観測バイデータ
(周年1時間毎:水温,塩分,溶存酸素飽和度など)

検査データがない

- 海岸生物のデータを定期的には取得していない(学校単位で行う海辺観察会は不定期に実施)
- 三河湾内の実測潮位のデータはない

検査方法(生態系の安定性)

- 生物組成(現行どおり)
- 「漁獲生物の分類群別組成の変化」
- 再検査として分類群の再考
- 「海岸生物の出現状況」
- 不定期な生物観察会を今後活用
 - 勉強会(観察方法、生物の見分け方)の開催

検査方法(生態系の安定性)

- 生息空間

「干潟・藻場面積の変化」

「人工海岸の割合」

現行どおり

詳細なデータがあれば
利用する

三河湾の特性や独自データを活用した追加検査

「埋立面積、干潟・浅場修復の変化」

- 三河湾では、沿岸域の埋立を行う一方で、環境修復のために大規模な干潟・浅場の造成を実施しており、生息空間改善の目安として、これらの変化についてチェックする。

検査方法(生態系の安定性)

- 生息環境

「有害物質の測定値」(現行どおり)

「貧酸素水の確認頻度」(水試取得データを加えて実施)

三河湾の特性や独自データを活用した追加検査

「苦潮発生件数の変化」

- 三河湾において、苦潮は毎年確認されているが、生息環境の変化を捉えるため、苦潮の発生状況をチェックする。

検査方法(物質循環の円滑さ)

- 基礎生産

「透明度の変化」(水試取得データを加えて実施)

独自データを活用した追加検査

「赤潮の発生状況」

- 三河湾では、赤潮発生の有無よりも規模の変化を捉えるべきであることから、赤潮発生の延べ日数の変化をチェックする。

「クロロフィルa濃度の変化」

- 基礎生産の変化を捉えるため、クロロフィルa濃度の変化をチェックする。

検査方法(物質循環の円滑さ)

- 負荷・海水交換

「負荷滞留濃度」(現行どおり)

三河湾の特性、確実に存在するデータからの追加検査

「河川流量」

- 三河湾の海水交換に大きな影響を与えていると考えられる代表的な河川流量の変化をチェックする。

検査方法(物質循環の円滑さ)

- 堆積・分解(一次検査は現行どおり)
「底質環境」(現行どおり)

独自データを活かした検査

「無酸素水の出現状況」

- 水試が保有する連続データを追加し、より詳細に状況を把握する。

検査方法(物質循環の円滑さ)

- 除去(漁獲)
「底生魚介類の漁獲量」(現行どおり)

三河湾の特性を活かした検査

- 三河湾ではノリ養殖も盛んなことから、ノリ生産量を加える(湿重量に換算)



この報告書は、競艇交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

平成20年度 全国閉鎖性海湾の海健康診断[®]調査報告書

平成21年3月発行

発行 海洋政策研究財団(財団法人シップ・アント・オーシャン財団)

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-16 海洋船舶ビル

TEL 03-3502-1828 FAX 03-3502-2033

<http://www.sof.or.jp>

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

ISBN 978-4-88404-222-6

