

諫早湾干拓事業
中・長期開門調査検討会議報告書

平成 1 5 年 1 2 月
中・長期開門調査検討会議

目次

はじめに	1- 1
1 論点整理にあたっての検討方法	1- 1
2 有明海と諫早湾干拓事業	2- 1
3 中・長期開門調査に係る科学・技術的な論点等の整理	3- 1
3 . 1 「見解」の6項目に沿った整理	3- 2
3 . 1 . 1 潮位・潮流	3- 2
3 . 1 . 2 水質・干潟	3- 6
3 . 1 . 3 貧酸素水塊	3- 10
3 . 1 . 4 底質・底生生物	3- 13
3 . 1 . 5 赤潮・プランクトン	3- 16
3 . 1 . 6 漁業生産	3- 19
3 . 1 . 7 その他	3- 21
3 . 2 調査の進め方等	3- 22
4 調査の及ぼす影響と対策についての検討	4- 1
5 漁業者等関係者の意見	5- 1
5 . 1 漁業関係者及び関係自治体等からの意見の聞き取り及び要請	5- 1
5 . 2 有明海・八代海総合調査評価委員会における現地意見聴取	5- 1
6 総合的な論点整理	6- 1
おわりに	7- 1

付表「学識経験者から聴取した主な意見及び既存文献・報告等の整理」

中・長期開門調査検討会議委員名簿

検討経緯

付属資料「中・長期開門調査検討会議専門委員会報告書」

はじめに

中・長期開門調査については、有明海における各種調査の動向、短期の開門調査の結果及びその影響、ノリ作期との関係等の観点を踏まえ総合的な検討を行った上で、平成14年度中に設ける新たな場での議論を経て、農林水産省が判断することとされたことから、平成15年3月、農村振興局長からの委嘱により本検討会議が設置され、農林水産省が中・長期開門調査の取り扱いを判断するための論点整理を幅広い観点から行うこととなった。

1 論点整理にあたっての検討方法

この論点整理に当たっては、中・長期開門調査の取り扱いについて、「農林水産省有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会」(以下「ノリ委員会」という。)の平成13年12月19日の「諫早湾干拓地排水門の開門調査に関する見解」(以下「見解」という。)において述べられているように、開門調査については「諫早湾干拓事業が引き起こしたと指摘されている有明海の環境変化の諸事象について、その指摘の適否を検証する」ことが求められていることから、ノリ委員会以降に得られた各種調査の結果として、国が有明海の環境変化の原因究明のために行った、「有明海海域環境調査」(国土総合開発事業調整費調査、以下「国調費調査」という。)、有明海の海洋環境の変化が生物生産に及ぼす影響の解明(以下「行政対応特別研究」という。)及び「開門総合調査」の結果、学識経験者からの意見聴取、学会等に発表された文献、有明海・八代海総合調査評価委員会における学識経験者の研究発表からの知見等を踏まえ、有明海の現状と諫早湾干拓事業の状況及び気象、海象等に関するデータ等を収集し、これらも参考として検討を行った。

その際、科学・技術的論点については専門委員会に付託し、「調査によって期待される成果」、「調査実施に想定される影響とその対策」、「調査に当たっての留意事項」、「調査のあり方」などについて専門的な立場から議論を深めて頂くとともに、さらに本検討会議ではこれに加えて、総合的な検討を行うため、漁業関係者、関係自治体などの様々な立場の有明海関係者の方々からも広く意見の聴取等を行った。

一方、「見解」において「開門調査による検証は、潮受堤防を撤去しなければできない過去の事象や現状の再現を期待しているものではない。」と書かれていることを踏まえ、開門調査の取り扱いを検討するに当たっては、潮受堤防を撤去しなければできない過去の事象の再現を前提としないこととするとともに、「調査のためとはいえ、排水門を開けることによって、被害を生ずることがあってはならない」との趣旨を踏襲し、海域・調整池への悪影響の回避、防災機能の確保、施設の安全性確保及び周辺の漁業・農業への配慮など、被害の防止に留意した。

また、有明海の環境改善の緊急性に鑑み、原因の究明および対策の検討のため、早期に成果を得られること、有明海の環境に影響を及ぼしているとされる様々な要因の調査と総合的な連携が保てることにも留意して、論点の整理を行った。

2 有明海と諫早湾干拓事業

有明海の現状を整理すると次のとおりである。

- ・有明海は、九州の西岸に南から入り込んだ内湾で、福岡、佐賀、長崎、熊本の4県に囲まれている。その面積は約1,700km²、容積は約340億m³、平均水深約20m、年間流入量約145億m³、流域面積は約8,300km²であり、流域の大部分は有明海の東側に偏っている。
- ・最も流域面積の広い河川は筑後川で、2,860km²と有明海全流域の約3分の1を占めている。
- ・潮受堤防内側の調整池の面積は約20km²、容積は約0.29億m³、年間流入量（昭和53～62年の平均）約4.3億m³、流域面積約249km²で、有明海に対する比率は、それぞれ1.2%、0.08%、3.0%、3.0%である。
- ・有明海に流入する水量は、日平均で約3,800万m³あり、その約7～8割が筑後川を始めとする有明海東側の河川から流入している。
- ・諫早湾干拓事業の調整池流域から流入する水量や負荷量（平成13年）は有明海全体の1～2%である。
- ・有明海の潮位・潮流は、近年の外海における平均潮位の上昇や潮位差の減少、河川からの流入量の変化、気象状況の変化、これまでの各種開発に伴う地形変化等の複合的な要因に影響されているものと考えられる。
- ・有明海の水質は、1970年代以降、長期的には富栄養化の傾向がみられるものの、最近10年間程度は有明海湾奥を除き、富栄養化の進行はみられていない。
- ・有明海湾奥部での貧酸素現象については、佐賀県沖で1970年代より観測されており、長期間の観測データからは貧酸素現象の発生頻度が増加する傾向はみられていない。
- ・有明海湾奥部の底質は、20年前から細粒化する傾向がみられる一方で、諫早湾では、潮受堤防の締切前後で底質の粒度や底生生物に大きな変化は認められていない。
- ・1988年度以降の15年間でみると、有明海の赤潮発生件数は、長崎、熊本県沖で増加傾向にあるが福岡、佐賀県沖では横ばい傾向にあり、赤潮発生延べ日数は佐賀県沖を除く、福岡、長崎及び熊本県沖で増加傾向にある。一方、赤潮発生平均日数は年度によるバラツキが大きく明らかな変化傾向はみられない。
- ・有明海の漁獲量は、海面漁業が減少する一方、ノリ養殖が増加しており、漁獲量全体を重量ベースでみると、年によって変動はあるもののほぼ一定である。
- ・ノリの作況をみると、たびたび不作が起こるなど不安定な状況にあるが、その原因は年によって異なるものの、大半は「あかくされ病」、「壺状菌」、「スミノリ症」、栄養塩不足による色落ちなどによるものである。
- ・平成13年9月20日のノリ不作等第三者委員会の「有明海のノリ不作の対策等に関する中間取りまとめ」等によれば、平成12年のノリ不作の主な原因は、外洋性の大型珪藻（リゾソレニア・インブリカータ）の赤潮の広域的かつ連続的な発生にともなう養殖漁場での栄養塩濃度の低下による著しい色落ちであり、この赤潮は

秋季の大量降雨に引き続く晴天の持続に高水温が加わったかなり異常な気象・海象によって発生したと考えられるとしている。

- ・採貝漁業の漁獲は、1970年代後半から減少が始まっている。

また、諫早湾干拓事業においては、事業開始前に環境影響評価が実施されるとともに、これに基づいた環境監視（環境モニタリング）が、事業開始以来、諫早湾地域を中心とした範囲で継続して行われている。

3 中・長期開門調査に係る科学・技術的な論点等の整理

中・長期開門調査の開門方法は、開門（海水導入）によりどのような現象の発生を期待し、どのような観測データを得るのか、調査の目標を達成するために必要な開門（海水導入）の規模、期間はどのようなものを検討し決定されるものである。

専門委員会においては、期待される成果等を検討するに当たって、開門方法に洪水時等における防災機能の維持、かんがい用水の確保等の制約条件を設けるかどうかが議論されたが、制約条件を設けない常時開門と、制約条件を設ける短期開門調査と同様の開門条件という2ケースを念頭に検討された。

具体的には、前者は排水門のゲートを常時全開するもので、調整池内の水位変動が外潮位に連動して変化することになる一方、後者は短期開門調査と同様に背後地に対する防災機能を維持するため、調整池水位を通常管理水位である標高 - 1.0 ~ - 1.2mの間で管理しつつ海水導入を行うものである。

また、中・長期開門調査の調査範囲や調査地点は、開門の方法とも対応して検討される必要があるが、ここでは、調査範囲は有明海全域と想定した。

3.1 「見解」の6項目に沿った整理

ここでは、ノリ委員会の「見解」で指摘された6項目について、事象の性格を踏まえて、物理化学的なものから生物学的なものへ順次検討を行うこととする。

各項目ごとの具体的な検討内容は、まず、各項目ごとに、最初に「見解」の指摘（四角枠内）を示したうえで、ノリ委員会以降に得られた調査等の成果として、

農林水産省九州農政局が平成14～15年度で実施した開門総合調査、

経済産業省（資源エネルギー庁）、国土交通省（河川局、港湾局及び海上保安庁）、環境省（環境管理局）及び農林水産省（水産庁及び農村振興局）の4省が連携して平成13～14年度に実施した国調費調査、

水産庁が中心となり（独）水産総合研究センターが大学や関係県の水産研究機関と連携して平成13～15年度で実施している行政対応特別研究

の3つの調査・研究の成果（行政対応特別研究については中間成果）のうち、各項目に関連する部分についての概要をまとめた。

次に、本検討会議における学識経験者から聴取した意見を整理するとともに、ノリ委員会の「見解」以降に学会等に発表された文献、環境省に設置された有明海・八代海総合調査評価委員会における学識経験者の研究発表からの知見等を整理した。

また、これらの内容を踏まえて行われた専門委員会では、有明海の状況に詳しい学識経験者や関係県の水産試験場長により様々な視点からの議論が行われ、科学・技術的論点についてはひととおりの整理がなされていることから、これをもとに各項目ごとの論点を整理した。

3.1.1 潮位・潮流

(1) 「見解」の指摘

（流動の変化（潮位、流速、流向））

最近観測されている潮位の上昇、大潮期の潮位差の減少などは有明海の外の海域を含めた広域に見られる現象である。しかし、潮位に関して口之津と大浦の大潮期の潮位差の変化を数値シミュレーションも用いて分析すると、締切に伴って相対的に大浦の減少が大きくなっており、湾奥の潮位差の低下に対する締切の影響が認められる。近年の平均水位の上昇にともなう水深の増大や、外海の潮位差の低下も有明海全体の潮位差の低下に影響するが、これまでの研究によれば湾奥への影響の主要な原因の1つは潮受け堤防による諫早湾締切とされている。なお、潮位差の減少は有明海全域での干潟面積の減少につながることに留意する必要がある。

潮位差の減少は流速にも影響すると考えられるが、今年2月の西海区水産研究所の調査では1978年の海上保安庁水路部による調査の時より平均して12%流速が低下していたとした。しかし、海上保安庁水路部の今年5月の調査では変化したとは言えないとされた。

有明海で流速は近傍でも地点によってかなり違うと言われる。したがって異なる時点での観測の比較は容易ではなく、締切による流速の変化は必ずしも明確ではないが、潮位差の減少という有明海全体の問題に締切が大きく影響していることは否めない。

それでは開門調査によって流動への影響の検証が可能であろうか？常時全面開放すれば流動がもどるといふ試算結果もある（経塚ほか、2000）ので、可能性はないとは言えない。しかし、水位管理下の流速を制限しての開門では知見は得られないであろう。まず、種々の条件でのシミュレーションを行う必要がある。なお、諫早湾内については流動の低下が著しく、このことがいろいろな環境影響を引き起こしている可能性が高いが、これらについては現象によっては制限条件付きの開門でも知見が得られる可能性がある。このことに関してはそれぞれの項で触れたい。

（２）各種の知見

ノリ委員会以降に得られた調査の成果

開門総合調査

- ・国調費調査で構築した有明海の流動を再現する数値シミュレーションモデルは、短期開門調査での現地観測データとの比較から、モデルの再現性が検証されている。
- ・このモデルを使って、潮受堤防の有無による有明海全体の流動への影響を検討したところ、有明海湾奥の潮位に約1.5%の差がみられ、潮流（流速、流向）については、影響は諫早湾周辺海域に止まっているとの結果が得られている。
- ・有明海の約30年間の潮位観測データから求められた年平均の潮差（干満差）、大潮差（大潮時の干満差）等の経年変化からは、潮受堤防の工事期間や最終締切時の前後で明らかな変化はみられていない。

国調費調査

- ・有明海の30年間の流動特性を観測データにより検討したところ、有明海湾口部（口之津）の潮位差は、年による変動はあるものの顕著な増減の傾向はみられないが、有明海の湾央部（三角）及び湾奥部（大浦）では潮位差が年々減少しており、この傾向は湾奥部のほうが顕著である。
- ・平均潮位は、有明海及び外洋の長崎や枕崎でも近年上昇しており、湾口からの潮流は反時計回りを示している。
- ・流動モデルを使った数値シミュレーションにより有明海の流動特性を検討したところ、有明海の海水交換を年間平均滞留時間でみると約50日となるが、季節でみると降水量の多い夏季には40日程度となる。

- ・平均輸送速度(任意の期間における平均流量と平均水深から求めた流速)は、大牟田市より以北の湾奥部では冬季、夏季ともに反時計回りの循環流の傾向がみられ、諫早湾より以南の有明海の湾中央から湾口にかけては南下流の傾向があり、特に島原半島に沿う南下流が優勢な傾向が確認された。

行政対応特別研究

- ・有明海の潮汐流の経年変動を把握したところ、湾奥ほど潮差の年平均値とその変動幅は大きく、潮差は1979・95年頃極大、88年頃極小、96年以降は減少傾向にあり、M2分潮の調和定数の経年変動は、87または89年～99年にかけて減少傾向にあり、大浦では1980年から99年の間に4%減少した。
- ・有明海に波及する外海水の季節・経年変動、開口部での海水交流・交換を調べたところ、湾口部の透明度と塩分(底層)は、冬から春に増加、透明度は90年代に増加傾向にあるとともに、塩分は、95年には湾中央まで高塩分化し、これは筑後川等河川流入量の変化とほぼ対応している。
- ・生物生産に影響を及ぼす環境変動の一要因として流向・流速を把握したところ、大浦沖において、北流を示す平均流が認められた(北流成分4.5cm/s; 中層極大値)。

学識経験者から聴取した意見

潮位・潮流に関する学識経験者からの聴取意見としては、

- 「有明海の潮位・潮流の過去30年間の長期傾向としては、平均潮位は上昇傾向にあり、干満差は減少傾向、海域流動は反時計回りの傾向にある。(第4回、滝川教授)」
- 「宇野木先生によれば、海上保安庁の観測点の中で潮止め前後に、55%から74%の流速減少率を示しており、流速差は最大で66cm/secぐらい。島原寄りに流速が弱くなってきている。(第5回、東教授)」
- 「締め切ったことによって潮位が変動して流速が低下し、それが筑後川から流入した淡水の移流、鉛直混合を低下させて成層構造を起きやすくしているのではないか。奥部の低塩分化と諫早湾の潮受け堤防の閉め切りがある程度リンクしているのではないかと考えられる。(第5回、堤教授)」

とするものなどがあったが、その詳細については、付表1に整理した。

既存文献等

潮位・潮流に関する既存文献等としては付表1に整理したものが挙げられる。

(3) 潮位・潮流に関する論点

上記のように、諫早湾干拓事業が有明海の潮位・潮流に及ぼしたとされる影響について、ノリ委員会以降に得られた調査等の成果や様々な意見がある中で、中・長期開門調査により得られる潮位・潮流に関する成果等については、以下のよ

うな論点が挙げられる。

- ・漁業者は流動が変わったと実感し、その流動変化の原因が不明であることから不安を感じており、実際に長期間、制約条件を設けずに常時開門する調査を実施しなければ納得しないのではないか。
- ・長期間、制約条件を設けずに常時開門する調査により、諫早湾内の流動や入退潮量の著しい低下等の現象についての知見が得られるのではないか。
- ・海洋工学的な観点からは、仮に制約条件を設けずに常時開門して海水導入を行ったとしても、地形条件、境界条件が潮受堤防建設前とは異なるため、潮受堤防がない場合の流動条件とは大きく異なったものとなることから、実測データが直接的に潮受堤防の有明海の環境への影響を示すものとはならないのではないか。
- ・実際の海域における流動場は地象・気象・海象の多様な要因の下で時々刻々変動するため、開門による海域へのインパクトのみを観測によって抽出することはほとんど不可能に近く、種々の条件設定が可能なシミュレーションによる検討のほうが優れているのではないか。
- ・短期開門調査と同じ水位変動の中・長期開門調査では、短期開門調査と同じ程度の成果しか期待できないのではないか。

3.1.2 水質・干潟

(1)「見解」の指摘

(水質浄化機能の喪失と負荷の増大)

潮受け堤防の完成とともに諫早湾の干潟1,550ha(環境庁 1994)が失われ、二枚貝類などのベントスをはじめ海産の動植物相が壊滅した。このことは干潟の浄化機能が失われたことを意味する。現在諫早湾干拓地の調整池は淡水化が進み、生物相は淡水ないし汽水のものとなっている。現在も調整池に浄化機能がないわけではないと思われるが、やや大雑把な推定でも失われた浄化機能はかなり大きいものと考えられる。

浄化機能が失われれば当然河川からの流入負荷が海域に達する割合は増え、したがって海域への負荷は増大したことになる。また、それほど長くはないが調整池に滞留する間に生ずる内部生産が負荷をさらに増大させている可能性もある。

なお、ここでは干潟の浄化機能のみを取り上げたが、干潟には豊かな生物の営みがあり、近傍の水域のみならず広い範囲の生態系維持に大きな機能を発揮している。こうした多面的な機能も損なわれたことを認識しておく必要がある。

それでは開門調査でこれらの影響について何か知見が得られるであろうか？開門しても短期調査では、できる干潟の面積が限られ、また直ぐに海産の生物相が回復するわけではないので、得られる情報はきわめて限られたものとなるであろう。しかし、海水環境になり水位変動が始まった時点から、底泥中の間隙水や生物相が、また浄化能も、どのように変化するかを現場で観測することは大きな意味があると考えられる。また同時に堤防内外の水質分布の変化を詳細に調査することはシミュレーションの検証など、いろいろ役立つ情報が得られよう。当然ながら調査は長いほど、水位変動は大きいほど望ましい。さらに究極的には3月に想定したような水位変動の実現が望まれる。

(2) 各種の知見

ノリ委員会以降に得られた調査の成果

開門総合調査

- ・佐賀県沖の泥質干潟での現地調査等により泥質干潟の干潟生態系モデルを構築し、このモデルに諫早干潟における過去の生物調査等の結果を適用して、諫早干潟の水質浄化機能を推定した結果によれば、単位面積あたりの年間平均浄化量は、窒素で $10.6\text{mgN}/\text{m}^2/\text{日}$ となっている。
- ・これを現在の潮受堤防内側の干潟域及び浅海域全体で見ると、本明川等の陸域からの平均流入負荷量の窒素で約36%に相当し、また、有明海に陸域から流入する負荷量と比較するとその約0.5%に相当している。
- ・国調費調査で構築された水質モデルに上記の干潟生態系モデルを組み込んだ

で、数値シミュレーションにより潮受堤防の有無による有明海の化学的酸素要求量、全窒素、全リンへの影響について検討した結果では、諫早湾外の有明海では有意な差はみられていない。

- ・公共用水域水質測定等の水質観測データを潮受堤防の締切前後で比較した結果では、これに起因すると考えられるような水質の変化はなく、また、諫早湾干拓事業に係る環境モニタリングからも、諫早湾内での水質の富栄養化の傾向はみられていない。

国調費調査

- ・水質の観測データによる有明海の30年間の水質変動は、有明海では、湾奥部の筑後川などの大きな流域を持つ河川の流入に、水温や塩分等が左右されており、CODや栄養塩についても、有明海の湾奥もしくは大河川の河口前面海域で濃度が高く、有明海の湾口に向かうにつれて、低くなる傾向を示している。
- ・水質モデルを使った数値シミュレーションにより、有明海全域において年間を通して栄養塩類等の濃度を再現したところ、環境改善のマクロ的な検討に必要な精度は得られたと考えられたことから、このモデルを使って、流入負荷対策と底質改善対策について、水質改善効果を検討したところ、環境改善方策として有効であるとの結果が得られた。

行政対応特別研究

- ・栄養塩の現存量、供給量の動態並びに透明度変化の実態解明を行ったところ、有明海湾奥部の栄養塩（DIN、DIP、Si）の平均濃度は、明瞭な季節変化を示し、梅雨期に高く冬に低かった、一方、経年的には明瞭な変化は認められなかった。
- ・佐賀県におけるCODは、長期的には（1972～97年）増加傾向を示した。一方、透明度は、最近25年間で、長洲以北で最大1m、長洲以南で最大2.5m増加したが、この現象には外海水との海水交換の増加以外の要因も関与していると推察された。
- ・植物プランクトンへの摂食圧からみた二枚貝の浄化機能の解明を行ったところ、アサリ濾水量は70年代後半～80年代前半では8～13億kl/日、近年はその10%以下と推定されたとともに、アサリ漁獲による窒素取り上げ量は、アサリ最盛期で500～900t/年、近年30～70t/年と推定された。また、飼育実験によるアサリの濾水速度は、冬季に高く夏季に低いような季節変化を示した。

学識経験者から聴取した意見

水質・干潟に関する学識経験者からの聴取意見としては、

「短期調査で調整池での物質収支が明らかになってきたと思う。ああいった調査によって調整池での水質浄化機能が調査できるということは明確にわかってき

たのではないかと思う。短期調査はそういう意味で意味があったのではないかと考えている。(第4回、磯部教授)」、

「潮止め前の諫早干潟に生息していたおびただしい数のベントスが潮止めから1～2カ月ないしは2～3カ月でほとんど死滅した。このことは、干潟の浄化機能の喪失に伴う有明海への負荷の増大と密接にかかわっている。(第5回、東教授)」、

「有明海では1970年代から、富栄養化あるいは環境悪化の急速な進行がみられ、その原因としては有明海沿岸における開発に伴う干潟・浅海域の減少や地形の変化による流速と浄化能力の低下等が考えられる。また、この時期に有明海ではノリ養殖も大幅に増えており、有明海の海域環境が大きく変化している。(第7回、中田(英)教授)」、

「諫早干潟については、潮受堤防が存在していることから、開門調査を実施しても調整池内の潮流や生物相などの条件が異なっており、同じ干潟にならないため、類似干潟で構築された干潟生態系モデルを適用して、水質浄化機能を評価することが現実的な対応である。類似干潟でのモデル向上を図ることが重要である。(第7回、中田(喜)教授)」

とするものなどがあったが、その詳細については、付表2に整理した。

既存文献等

水質・干潟に関する既存文献等としては付表2に整理したものが挙げられる。

(3) 水質・干潟に関する論点

上記のように、諫早湾干拓事業が有明海の水質・干潟に及ぼしたとされる影響について、ノリ委員会以降に得られた調査等の成果や様々な意見がある中で、中・長期開門調査により得られる水質・干潟に関する成果等については、以下のような論点が挙げられる。

- ・海水導入によって短期開門調査時にみられたような調整池内の水質変化が期待されたり、汽水域における新たな干潟の形成とその浄化機能を観測できるのではないか。
- ・開門調査によって、諫早湾特有の水質、底質、生物量等の環境特性を探るため、継続的に実測値を得ることが重要ではないか。
- ・かつての諫早干潟の浄化機能の評価・推定は、締切堤防建設以前の状態が再現されない状態では、評価は困難ではないか。
- ・調整池内の生物相の遷移の観点からは、常時開門による海水導入を行えば調整池内に干出を繰り返す領域が生じ、淡水性生物が死滅し海水性の生物相が生じるが、陸地化等が進んだことによる影響もあって底質状態は従前の干潟とは異なっているので、かつての諫早干潟のような泥質干潟の生物相を再現することはできないのではないか。
- ・制約条件を設けずに常時開門を行ったとしても、潮受堤防がない状態の諫早干潟とは潮汐や流況等の条件が異なったものとなるため、形成される生態系は諫

早干潟のそれとは異なるものとなるとともに、現在の淡水湿地の生態系から安定した海域の干潟生態系に移行するまでには長期間を要するのではないか。

- ・ 水位制限を行っての海水導入では、調整池内に淡水性、海水性の環境が交互に出現することとなり、生物相は安定しないので諫早干潟を再現したような物質循環、水質浄化機能を調査することは難しいのではないか。
- ・ 環境モニタリングの経年変化をみれば、潮受堤防外の水質は、潮受堤防の締切前後でほぼ横ばいで推移している上、水質の変化も様々な気象・海象条件に支配され大きく変動するために、実測データが得られたとしても開門の影響かどうか見極めることは困難ではないか。

3.1.3 貧酸素水塊

(1) 「見解」の指摘

(貧酸素水塊の発生)

有明海は大潮時の潮位差が湾奥で6m近くになり、潮汐による海水の上下混合がさかんで貧酸素水塊は生じにくいと考えられてきた。しかし、その発生が指摘されるようになり、本年もその発生が確認され、その範囲も諫早湾から佐賀県へとかなり広いことが明らかになった。本年は6月頃から底層の貧酸素状態が観測され、8月中旬に台風の影響で解消したようである。

貧酸素水塊の発生については、締切で流動が低下し成層が起きやすくなり、負荷の増大が底質の酸素要求量の増大につながり、これらがいまって水温の上昇時期に底層に貧酸素状態を現出させた可能性が考えられる。排水門から局所的にかつ間歇的に放出される淡水が密度差をつくり、成層形成を助けている、また、工事に用いられた海砂の採取跡も貧酸素の発生を助長している、などの可能性の指摘もある。

開門調査で流動の変化、底質の変化が観測されれば、締切の影響に関する知見が得られる可能性がある。この場合も大きく、長い開放が望ましい。

なお、佐賀県地先で1980年代から時に低酸素が観測されているが、これには有明干拓が影響している可能性が示唆されており、今後、詳細な検討を必要としよう。

(2) 各種の知見

ノリ委員会以降に得られた調査の成果

開門総合調査

- ・ 諫早湾における水質の連続観測結果では、調整池からの間歇排水の影響は諫早湾の湾口では観測されず、湾口まで及んでいないことが明らかとなっている。
- ・ 国調費調査の流動モデルを使った数値シミュレーションによる出水時における有明海表層の塩分の挙動については、有明海湾奥の大河川の河口域から供給された低塩分水が諫早湾湾口へ達する状況が再現されている。
- ・ 佐賀県沖での水質観測結果から、佐賀県沖でも諫早湾とほぼ同時期に貧酸素水塊が発生していることが明らかにされており、酸素飽和度は北部海域で低くなる傾向がみられている。
- ・ 浅海定線データによれば、佐賀県沖では1970年代から底層の貧酸素現象が観測されている。

国調費調査

- ・ 浅海定線のデータ(福岡県、佐賀県のデータ：約20年分)を整理してみると、

福岡県では全観測点で溶存酸素量(DO)が2mg/Lを下回ることはなく、4mg/Lを下回ることも比較的少なかったのに対し、佐賀県では多くの地点で4mg/Lを下回る時期がみられ、福岡の結果と比較すると全体的に底層のDOは低めの値を示していた。このように、有明海の湾奥などではDOが低く、貧酸素化がみられるのに対して、有明海の湾中央から湾口部ではみられない。

- ・水質モデルを使った数値シミュレーションにより8月の有明海のDO(最下層)を検討したところ、佐賀県沖で最も低い濃度がみられ、湾口に向かって濃度が高くなっている。2000年も、2001年も有明海湾奥部で大川からの出水が原因と考えられる貧酸素水塊が発生しており、これらは、湾中央部から湾口部にかけてはみられず、大牟田から竹崎を結んだ以北において生じており、諫早湾以南では生じていない。特に、2001年の夏場には湾奥部でそうした現象がみられる。

行政対応特別研究

- ・貧酸素水塊の分布、移動・拡散を水平的、経時的に把握したところ、2001、2002年の夏に、有明海湾奥部と諫早湾における連続観測によって、底層に貧酸素水塊が発生したことが捉えられた。
- ・有明海湾奥部の底層に発生した貧酸素水塊は、引き潮によって湾中央近くまで移動した。貧酸素状態は、気象擾乱が起きた時に一時的に解消されたが、その後、短期間に再形成され、その底泥の酸素消費速度は、0.59~1.04g/m²/日で三河湾での値に近かった。

学識経験者から聴取した意見

貧酸素水塊に関する学識経験者からの聴取意見としては、

「溶存酸素(DO)は、有明の湾奥を中心に貧酸素水塊あるいはDOの低いところが見られているというのが一般的な傾向。栄養塩は、河口付近に特に河川を通じて栄養塩類の流入が大きな影響を与えているようであるということが過去のデータからみられる。貧酸素水塊は有明海湾奥の中央部分でかなり以前、1970年代ぐらいから続いていることがわかっている。(第4回、滝川教授)」

「問題は、栄養塩負荷量が増加していないのになぜ大きい赤潮が発達して、ノリの脅威になっているのかということ。また、成層構造でいえば夏に貧酸素水塊が起きるということも問題で、そのような海洋学的異変に諫早湾干拓事業が関係しているのかしていないのかがポイントである。(第5回、堤教授)」

とするものなどがあつたが、その詳細については、付表3に整理した。

既存文献等

貧酸素水塊に関する既存文献等としては付表3に整理したものが挙げられる。

(3) 貧酸素水塊に関する論点

上記のように、諫早湾干拓事業が有明海の貧酸素水塊の発生に及ぼしたとされ

る影響について、ノリ委員会以降に得られた調査等の成果や様々な意見がある中で、中・長期開門調査により得られる貧酸素水塊に関する成果等については、以下のような論点が挙げられる。

- ・開門によって排水が淡水から海水になることや、諫早湾内における一定の流動変化によって、貧酸素現象の引きがねとなる密度成層の形成状態の変化に関する知見が得られる可能性があるのではないか。
- ・諫早湾での貧酸素水塊の発生についての既往の調査結果によれば、諫早湾と諫早湾外の有明海での貧酸素水塊の発生は別個のものであることが明らかになってきており、開門しても有明海での貧酸素水塊の生成のメカニズムの解明は期待できないのではないか。
- ・貧酸素現象は、地象、気象、海象の時間的、空間的な変化等、多くの要因が複雑に関係した現象であり、開門調査によって、潮受堤防締切の影響があるかどうか判断することは困難ではないか。
- ・海洋工学的な観点からみて、仮に制約条件を設けずに常時開門して海水導入を行ったとしても、地形条件、境界条件が潮受堤防建設前とは全く異なるため、開門により形成される新たな流動条件等の物理的環境の場での貧酸素現象を調べることになり、潮受堤防が有明海の環境に及ぼした影響をみることにはならないのではないか。

3.1.4 底質・底生生物

(1) 「見解」の指摘

(諫早湾の底質の変化と底生生物の減少)

潮受け堤防前面海域に浮泥が溜まり、底質が細粒子化していると言われる。これは干拓事業の事前の環境影響評価で、流速の低下に伴って起こると予測されていたことでもある。モニタリング結果によれば、いくつかの測点では明らかに砂分が減りシルト・粘土分が増えたと見られる。そのほかにもそれほど明らかではないが同じような傾向を示す測点も複数ある。雲仙普賢岳の噴火による火山灰の堆積も指摘され、今後さらに検討を要しようが、モニタリングでシルト・粘土分の増えている地点、範囲を考えると、他地域からもたらされた浮泥とともに調整池から供給されたものが流動の低下で近傍に溜まった可能性を否定できないと考えられる。

東らの調査では締切後底生生物が大きく減少しており、環境省や西海区水産研究所の調査でも生息密度は低い。底生生物の分布はかなり偏りが大きく、地点が少し異なると生息密度に大きな違いが見られるので、結果の解釈には慎重である必要があるが、減少傾向は否めず、これもすでに指摘されている底質の変化および底層の貧酸素の影響が大きいと考えられる。

有明海全体の流動の変化の開門調査による検証は困難であろうと先に述べた。ただ、排水門の幅が堤防7kmに対して250mに過ぎず、原状回復は望めないが、諫早湾内の流動低下、これに伴うと考えられる底質の変化、底層の貧酸素化などについては開門調査で知見が得られるであろう。流動に関して得られる知見はシミュレーションの検証にも重要である。この場合も開門はできるだけ大きく長いことが望まれる。

(2) 各種の知見

ノリ委員会以降に得られた調査の成果

開門総合調査

- ・底質モデルによる数値シミュレーションの結果では、潮受堤防の有無による底質の粒度への影響は、諫早湾口の一部に細粒化傾向がみられるが、諫早湾干拓事業において実施している環境モニタリングの結果からは湾口付近の底質の粒度に一定の変化傾向はみられていない。

国調費調査

- ・有明海の底質について、潮汐流を主な外力とする底泥輸送シミュレーションを行い、現地観測結果と比較したところ、特に湾奥部での平均流に起因する、浮遊泥の基本的な輸送パターンが再現できていることを確認し、さらに底泥

の侵食・堆積傾向を示した。

- ・底泥輸送モデルを使った数値シミュレーションにより、底質改善対策の効果を検討したところ、筑後川河口・柳川地先において対策を行うと、その浮泥堆積を抑制する範囲が、湾奥部の広い範囲まで及んだ。このことから、湾奥部における対策とあわせて筑後川河口・柳川地先の対策も必要と考えられた。
- ・現地調査の結果によると、有明海の底生生物は、種類数・個体数は湾奥部と湾東部の熊本県沿岸が少なく、多毛類の占める割合が高くなっている。湾中央部から湾口部は種類数・個体数とも多くなっており、湾中央部では小型甲殻類の割合が高く、湾口部ではカニ類やヒトデなどが多くなっている。環境省が2001年2月(冬季)および8月(夏季)に行った底生生物調査によると、マクロベントスの種類数・個体数は冬季と夏季で大差なく、冬季・夏季ともに環形動物の占める割合が高い調査点が多かった。

行政対応特別研究

- ・有明海湾奥・諫早湾における表層堆積物の化学特性を把握したところ、有明海湾奥西部干潟域では、河川由来の陸起源粒子に加え、植物プランクトン起源粒子の堆積がみられた。諫早湾では、植物プランクトン起源粒子の堆積がみられたとともに、諫早湾北部では、植物プランクトン起源粒子とともに陸起源粒子の堆積もみられた。有明海湾奥西部と諫早湾北部では、底質が周囲に比べて還元状態にあった。

学識経験者から聴取した意見

底質・底生生物に関する学識経験者からの聴取意見としては、

「有明海の環境悪化の要因としては、現象として、海域全体が底泥化している。また、栄養塩類の質がかなり変わってきている。あるいは潮汐の変動に影響を与えるような地球規模的な気候の変動もある。その因果関係がこれだと決められるまでにはまだ至っていない。(第4回、滝川教授)」

「ベントスは、海底に起こっている環境変化を大変よく反映する生物群として知られているが、有明海の海底におけるベントス密度の急激な減少と底質の細粒化、あるいは泥化に対応した種類組成の変化は、諫早干拓の着工と潮止めという大規模な人為的環境改変に連動した環境変化をかなり鮮明に映し出していると思う。(第5回、東教授)」

とするものなどがあったが、その詳細については、付表4に整理した。

既存文献等

底質・底生生物に関する既存文献等としては付表4に整理したものが挙げられる。

(3) 底質・底生生物に関する論点

上記のように、有明海の底質・底生生物の変化の要因について、ノリ委員会以降に得られた調査等の成果や様々な意見がある中で、中・長期開門調査により得られる底質・底生生物に関する成果等については、以下のような論点が挙げられる。

- ・長期に大きく調整池に海水を導入することにより諫早湾内の底質の改善、底生生物の変化が見られるのではないか。
- ・開門調査により、新たに生ずる諫早湾内の堆積領域と洗掘領域の把握が可能ではないか。
- ・制約条件を設けずに常時開門して海水導入を行ったとしても、潮受堤防がある状態では、新しい環境を人工的に創り出すことになるので、開門調査はこの新しい環境を対象にした調査となり、潮受堤防が有明海の環境に及ぼした影響をみることはならないのではないか。
- ・開門による諫早湾内の底生生物への影響は、底生生物の変化を引き起こしている要因が複合的なものであるため、数年かけて調査を行っても開門の影響を判定することは困難ではないか。

3.1.5 赤潮・プランクトン

(1) 「見解」の指摘

(赤潮の増加)

1997年の締切以後、長崎、熊本両県では発生件数が増えており、その増加は西海区水産研究所の解析によれば統計的に有意である。福岡、佐賀両県では締切前後の発生件数に有意差はなく変化は認められない。長崎、熊本両県の発生件数の増加が締切後のどんな環境要因の変化によるものかは今後の検討を要しよう。

佐賀県での例を見ると水質の変化と発生件数の変化がかなりよく対応しているように見られる。締切によって浄化能が失われ海域への負荷が増大した可能性があると先に述べたが、これが長崎、熊本両県地先水域の水質にどのような影響を与えたかは現時点では不明である。浅海定線データなどを用いて長期にわたる期間の解析が必要である。

赤潮の発生には水質とともに流動、日射量なども大きく影響する。また、底層水が貧酸素化すると底質からの栄養塩や増殖促進物質の溶出が増え、赤潮発生を容易にするとされる。

開門調査で赤潮発生件数の増減を直接観測することは困難であろう。しかし、開門は諫早湾の流動の変化を引き起こし、成層を形成しにくくする可能性もあり、この意味で開門調査の意義はあろう。できるだけ大きく、長い開放が望ましい。

(2) 各種の知見

ノリ委員会以降に得られた調査の成果

開門総合調査

- ・ 国調費調査で構築された水質モデルによって、潮受堤防の有無あるいは諫早干潟の有無による影響を検討した結果では、赤潮の発生指標となるクロロフィルaの濃度には、諫早湾外の有明海では明らかな差はみられていない。

国調費調査

- ・ 有明海の赤潮の長期的な推移を検討したところ、プランクトンの沈殿量からみると、有明海では冬季にプランクトン量が増加するものと考えられ、赤潮発生件数は年によって変動するが、おおそ年間10～35件程度で過去10年程度は増加する傾向がみられた。
- ・ 有明海の赤潮は珪藻類が原因種となることが多いことが特徴であり、発生件数の半分程度を占めていた。また、珪藻類は冬季(1, 2, 3月)と夏季(7, 8, 9月)に最も出現回数が多く、鞭毛藻類は夏季に多かった。
- ・ 次に赤潮発生状況と気象データの最近10年間程度の間隔を整理してみると、

有明海の赤潮は、概ね降雨型であり、降雨後に継続する好天によって赤潮が発生していることがわかった。

- ・ノリ不作になった2000年をみると、秋季に細胞数の最も高い赤潮が確認され、2000年11月の降雨とそれに続く晴天の持続に高水温が加わって、赤潮が発生したと考えられる。
- ・水質モデルを使った数値シミュレーションにより、流入負荷対策と底質改善対策を行った場合の赤潮発生抑制効果をクロロフィル a 濃度を指標として検討したところ、赤潮の発生抑制に一定の効果がみられた。

行政対応特別研究

- ・プランクトンの現存量の季節的・長期的変動を把握するとともに一次生産量を測定したところ、有光層積算一次生産量は8月から10月にかけて増加傾向を示した。長期的変動としては、プランクトン沈殿量の月別平均値は、1976～86年頃までは福岡・佐賀両県で高い値が観測されたが、94年以降は佐賀県のみで高い値がみられた。季節的変動としては、プランクトン沈殿量は、7～8月に若干増加し、1～3月に大幅増加した。水平分布としては、プランクトン沈殿量の中心は、佐賀県に多い傾向が認められた。
- ・赤潮原因生物の増殖特性、栄養塩摂取特性の解明を行ったところ、リゾソレニア・インブリカータ (*Rhizosolenia imbricata*) の休眠胞子は検出されず、本種が休眠胞子を作らない種であること、外洋域由来であることが示唆された。また、リゾソレニア・インブリカータ (*Rhizosolenia imbricata*) を培養し、低光強度低栄養条件下で増殖することを明らかにした。有明湾内の主要珪藻の休眠胞子の平均存在密度は、ほとんどすべての調査点で高く、特にスケルトネマ (*Skeletonema*) とタラシオシラ (*Thalassiosira*) の平均値は瀬戸内海の10倍に達した。
- ・有害プランクトンの分布特性を把握したところ、2001年5～8月の有明海北部における珪藻類の水平分布では、筑後川河口で全細胞数は最も高く、一方、鞭毛藻類は鹿島市から竹崎にかけて多かった。

学識経験者から聴取した意見

赤潮・プランクトンに関する学識経験者からの聴取意見としては、

- 「有明海の海域環境は、何らかの形で物質収支のバランスが崩れて鞭毛藻、冬季の珪藻赤潮の頻発という現象があらわれており、これらをとらえるためには、海域全体の物理、化学的環境、それに生物生産、生態系の関連をトータルとして視野に入れた取り組みが必要である。(第4回、滝川教授)」
- 「栄養塩の負荷量は大きな変化はないが、98年以降に大きな赤潮が起きる傾向がみられ、海域の富栄養化の進行で赤潮が大きく出る瀬戸内海などでみられた事態との違いがどういうメカニズムかが重要。潮受堤防を閉め切ったことによって潮位が変動して流速が低下し、それが筑後川から流入した淡水の移流、鉛直混合を低下させて成層構造を起きやすくしているのが原因ではないか。(第5

回、堤教授)」
とするものなどがあつたが、その詳細については、付表5に整理した。

既存文献等

赤潮・プランクトンに関する既存文献等としては付表5に整理のものが挙げられる。

(3) 赤潮・プランクトンに関する論点

ノリ委員会の「見解」において、「開門調査で赤潮発生件数の増減を直接観測することは困難」と指摘されていることや、上記のように、有明海の赤潮・プランクトンに関して様々な意見がある中で、中・長期開門調査により得られる成果等については、以下のような論点が挙げられる。

- ・ノリの色落ちの原因となる赤潮は諫早湾で発生したものがひろがったものではないかと漁業者は非常に不安視しており、開門調査の実施により不安を解消することができるのではないか。
- ・開門調査によって赤潮を形成する植物プランクトンの種類の変化を明らかにすることができるのではないか。
- ・赤潮発生メカニズムを検討するために開門して有明海の赤潮発生がどのように変化するかを観測する必要があるのではないか。
- ・赤潮発生メカニズムについては未解明の部分が多く、プランクトンの種類によってもかなり相違があるといわれている状況で、その原因を特定し物理的要因、特に、潮受堤防締切と直結させて解明することは、困難ではないか。
- ・栄養塩、塩分、水温、日射量、透明度、貧酸素、風波による表面の攪乱等関係する要因が多いため、開門してプランクトンの観測結果を得たとしても、これを開門との関連で解釈、検討することは難しいと考えられ、引き続き有明海の赤潮発生メカニズムの解明に向けて努力する必要があるのではないか。

3.1.6 漁業生産

(1)「見解」の指摘

(タイラギ、アサリ等の減少、成育不良及び稚貝の斃死)

二枚貝は1970年代後半から漁獲が減少し始め、近年は極めて少なくなりました。ただ、地域、種類によって減少傾向は異なるので、その原因を探るには地域・種類別のきめ細かい検討を要する。いずれにしても70年代後半からの減少に80年代末からの諫早湾干拓事業が影響を及ぼす可能性はないので、二枚貝の減少と干拓事業の関係を検討するとすれば、工事開始ないし締切以後のこととなる。

長崎県のタイラギは工事開始後、嘗ての漁場は壊滅状態で、資源回復の試みも成功していないようである。この資源の変化には生息域の底質の変化、さらには底層の貧酸素化が影響している可能性が大きい。特に、発生した稚貝の夏季の斃死は貧酸素が関係していると考えべきとの指摘が多い。

底質の泥質化、細粒子化は工事の影響、締切による流動の低下などが考えられるが、何がどの程度影響したのかは今後さらに検討を要しよう。

アサリについては、諫早湾湾口での夏季の斃死には有害プランクトン赤潮の影響と、貧酸素の影響が指摘されている。また、底質の変化も影響している可能性があるが、アサリより軟泥質の底質を好むサルボウの増加がこのことを示唆していると見られる。ただ、覆砂の効果が長続きしないこともあり、有害化学物質やその他の要因についても検討を要する。

影響要因を減らす観点からは有害プランクトン赤潮の発生を防ぎ、貧酸素水塊が生じないようにすることが基本的に重要で、先にも述べたように開門はこの方向の措置であり、望ましい効果をもたらす可能性がある。

(2) 各種の知見

ノリ委員会以降に得られた調査の成果

国調費調査

- ・有明海における漁業生産の長期的な推移を検討したところ、ノリ収穫量は、福岡有明、佐賀有明及び熊本有明の収穫量が多く、長崎有明と天草有明の収穫量が少ない傾向にあった。貝類の漁獲量は、特に熊本有明の減少が顕著であった。漁獲量のピーク時の対象は主にアサリとハマグリ類であり、大半は熊本有明で漁獲されていたが、1980年代以降激減すると、それまで漁獲量の少なかったサルボウ類が漁獲の主体となり現在に至っている。タイラギ及びアゲマキは年による変動が大きい。タイラギは80年代前半以降激減し、アゲマキは90年代前半以降ほとんど漁獲されていなかった。

行政対応特別研究

- ・二枚貝の生理・生態に関して、濾過海水で飼育した場合、タイラギの体内グ

リコーゲン量の低下は、アサリ・サルボウに比べて大きく、タイラギは低餌料環境への耐性が弱いことが確認された。タイラギの飼育実験により、有明海の浮泥には餌料効果があり、無機粘土鉱物は活力を低下させる影響があることが示唆された。また、窒素ガス吹き込みにより、無酸素に近い状態で飼育した場合、タイラギは3日間で死亡し、アサリは3日目から死亡し始め、6日後に全滅した。諫早湾沖合漁場に移植したタイラギの生残率の低下は、網防護によって抑えられ、カニ、ナルトビエイ等による食害も、最近の減耗要因の一つであることが推察された。

学識経験者から聴取した意見

漁業生産に関する学識経験者からの聴取意見としては、
「有明海は閉鎖性の高い海域であり、陸域の環境を反映し易い。こうした点を踏まえて、温暖化の中でのノリ養殖と環境保全をどのように両立させるかを考えるべきである。(第6回、弘田名誉教授)」
とするものなどがあったが、その詳細については、付表6に整理した。

既存の文献等

漁業生産に関する既存文献等としては付表6に整理したものが挙げられる。

(3) 漁業生産に関する論点

ノリ委員会の「見解」において、開門は、「望ましい効果をもたらす可能性がある」と指摘されていることや、上記のように、有明海の漁業生産に関して様々な意見がある中で、中・長期開門調査により得られる成果等については、以下のような論点が挙げられる。

- ・ 漁業生産は物理化学的な影響を受けた生態系の中で行われており、漁業者はその生態系への影響が起こっていると不安に感じているので、制約条件を設けない常時開門による調査を実施することによって漁業者を納得させることが必要ではないか。
- ・ 採貝漁業の漁獲の減少は1970年代後半から始まっているが、その漁業生産の変動要因としては、貧酸素に対する耐性、長期間の減少傾向による種苗の減少、エイの食害、流動の低下、底質の泥化等、様々なものが考えられるのではないか。さらに、魚種によっても漁獲量の変動要因が大きく異なるため、開門による物理化学的な影響が漁業生産にどのように影響したかを明らかにすることは困難ではないか。

3.1.7 その他

学識経験者からの聴取意見のうち、総合的あるいは項目横断的なものや気象等の6項目に分類できないものとしては、

「ノリ問題で有明・八代の環境悪化がクローズアップされたが、国調費調査でまとめた30年間の調査データ等からわかるように、かなり以前から悪い兆候があらわれていた。(第4回、滝川教授)」

「温暖化の傾向は有明海のみならず全国的にある。有明海は内陸性の気候で海陸風の影響を受けやすく、また諫早地域は地形特性から豪雨が降りやすい。また、集中豪雨の場所や時間の予測は難しい。(第6回、真木教授)」

とするものなどがあったが、その詳細については、付表7に整理した。

また、これに関連する既存文献としては付表7に整理したものが挙げられる。

3.2 調査の進め方等

中・長期開門調査に期待される成果についての科学・技術的論点と密接に関係することから、専門委員会の付託事項としていた「調査のあり方」、あるいは「留意事項」に関して、その報告を踏まえて論点を以下のとおり整理した。

(1) 調査の進め方

先ず開門して海水導入を行い、その時に生起する諸現象を観測することから始めるべきとする意見がある一方、開門による影響を検出し解析するためには、先ず、環境変化のメカニズムを解明し、事前に予測・解析を行った上で、必要ならば開門調査等によりデータを取得する方法とすべきとする意見の両論がある。

海域環境は地象、気象、海象条件の変動の中で大きく変動している中で、この中に、開門（海水導入）というインパクトを与えたとしても、基礎的なメカニズムの理解が曖昧な段階で現地観測を行った場合には、データは得られたとしても、それによって現象間の因果関係を解釈、検討することは困難であり、先ずは、既往のデータや新規に得られるデータに基づいて、基礎的なメカニズムについての理解のレベルを高めるとともに、現地観測を行うにあたっては、そのメカニズムを考慮した体系的な観測体制を計画する必要があるとの意見が示されている。

(2) 現地観測

現地観測に関しては、有明海については既に相当の調査が行われており、現状で解析は十分行えるとする意見がある一方、これまでの観測では有明海の環境変化を解析するには十分なものとはなっておらず、観測項目や観測体制を充実させることも重要であるとの意見の両論がある。

(3) シミュレーション

シミュレーションに関しては、局所的な流動や貧酸素現象、生物、生態系に関しては不十分な精度しかないとする意見がある一方、国調費モデルは既往の観測データや短期開門調査によって得られた実測値により検証が行われており、十分な精度を有するという意見の両論がある。

シミュレーションは課題に応じたモデルを構築し、予測・評価の精度を高める必要があるとの意見や、事前の影響予測の手段として、シミュレーションを活用する必要があるとの意見がある。

(4) 基礎的な調査・研究の必要性

有明海の環境変化のメカニズムに関しては、従来から関係県が行っている浅海定線調査や現在実施中の行政対応特別研究（水産庁が、関係県、大学と連携して実施）等、各種の調査研究が進められてはいるものの、なお引き続き検討を進める必要があることについては、専門委員会の共通の理解とされている。

有明海の調査・研究を進めるためには、調査点を多くして連続観測を行い、有明海湾奥、諫早湾周辺の海底の底質の状態の調査、気象との関連など総合的な集約ができるような調査方法をとるべきとする意見や、各機関の調査をいつでも閲覧できるようなシステムが必要であるとの意見等がある。

4 調査の及ぼす影響と対策についての検討

開門調査では、1で述べたように事前に、海域、調整池、背後地への悪影響の回避、防災機能や施設の安全性の確保、周辺の漁業・農業へ配慮といった観点から、地元住民や関係者に不安や被害を与えないよう有効な対策を講じることができるかどうかについて、調査期間だけでなく準備期間や費用も含めた検討が重要である。

このため、短期開門調査の結果も踏まえて、1年以上の長期の開門調査を想定し、背後地の防災機能、潮位・潮流、水質、底質、水生生物・植物、漁業生物環境、塩害・潮風害、地盤沈下等についての影響を予測し、必要となる対策を検討した。

しかしながら、潮受堤防排水門について、制約条件を設けない常時開門を行った場合には、大きくかつ速い局所的な流れが生じ、これまでに経験のない新しい状況を海域にもたらすことになる。このような新しい海域の状況が海域環境にどのような影響を与えるかは未知の部分が多い。

なお、対策については複数の役割を有するものもあるが、これらについては重複して記述した。

(1) 海域・調整池

調査の実施による海域や調整池の自然環境への影響としては、排水門の開門方法によって、諫早湾内の潮位にはほとんど影響をおよぼさないものの、潮流には影響を与え、排水門の開度を大きくするにしたがって排水門近傍の流速は増加し、平均的な大潮の場合、制約条件を設けない常時開門では、海水導入時に5 m/s程度、流出時に6 m/s程度になることが予測される。

これにともない、底泥の巻き上げ・洗掘と調整池内での堆積や巻き上げられた底泥の諫早湾内での堆積、海底地形の変化等、調整池や海域での底質環境への影響が、排水門の開度を大きくするにしたがって大きくなるものと予測され、このような海域環境への影響が漁業に影響を及ぼすことが考えられる。

また、長期にわたる調査を行う場合には、当然のことながら洪水期を含むことから、制約条件を設ける短期開門調査と同様の開門条件の場合は本明川から不断に淡水が流入していることから、調整池の塩分濃度が不安定化することが予測され、調整池内の生物生育環境が不安定になることに伴う影響も懸念される。

さらに、制約条件を設けない常時開門の場合にも高潮時等の緊急時の対応等を考えれば、同様に調整池の塩分濃度の不安定化の進行やこれに伴う影響についても懸念される。

なお、調査開始時に現在淡水状態にある調整池が調査期間中塩水化し、調査後再び淡水化することによる調査前後の淡水性生物・海水性生物への影響は、短期開門調査時と同様である。

開門の仕方によって影響の度合いが異なることから、これらの対策の内容は異なるが、最も影響の度合いが大きいとみられる制約条件を設けない常時開門を行う場合、流速の増加に伴う洗掘を防ぐためには、シミュレーションにより洗掘が発生する恐れがあると予測される範囲約145万 m^2 について洗掘対策として、底泥の浚渫を行

った上で、捨石工を実施する必要があると考えられる。この対策として3年の工期と約420億円の費用を要すると概算されている。なおこれに加えて、開門調査によって生じる調整池内の浮泥対策を行うかどうかについても考える必要がある。

また、調整池内の生物の保護のため、海水導入前に調整池内の淡水性生物を捕獲し、調査終了後には海水性生物の捕獲・放流するとともに、調整池に再度、淡水性生物の放流を行う必要があると考えられる。

なお、制約条件を設ける短期開門調査と同様の開門条件で調査を実施する場合には、速い流れを生じない開門方法のため、洗掘対策は必要ないが、調整池の保護対策は同様に必要であると考えられる。

(2) 防災機能

長期にわたる調査になれば、洪水期を含むことになるが、排水門の開度を大きくするにしたがって、調整池の水位変動が大きくなり、水位上昇時の背後低平地からの排水が困難となることから、防災機能が低下し、より広い範囲で大きな湛水被害が生じる恐れがある。

また、開門方法によっては潮受堤防排水門近傍の流速が大きくなることなどから、洗掘され巻き上げられた底泥が移動・堆積して河口や樋門が閉塞することが考えられる。

さらに、調整池の塩水化に伴う潮遊池への既設堤防からの塩水の浸透等により、背後地で塩害が生じることに加え、これらを防止する対策に伴い背後低平地の常時排水に支障をきたすと考えられる。

このため、地域住民に被害や不安を与えないようにするための対策が必要である。その対策として、既設堤防の補修や背後地の排水ポンプの設置等が必要となり、調整池水位の変動が大きくなるとともに、ポンプの排水能力も大きなものが必要となる。

対策の内容については、安全性をどの程度にするかによるが、現在の安全性を確保することを前提に、制約条件を設けない常時開門を行う場合は、背後低平地の平常時と洪水時の排水対策には約3年の工期と約200億円の費用を要すると概算されている。また、調整池水位が大きく上昇することから、既設堤防からの塩水の浸透等がないようにする必要があり、河口や樋門の閉塞対策としても前述の洗掘対策が必要となると考えられる。

一方、制約条件を設ける短期開門調査と同様の開門条件とした場合には、背後低平地の常時排水対策や塩水浸透対策のために約13億円を要すると概算されている。

(3) 施設の安全性

調査の実施によって、制約条件を設けない常時開門を行う場合は、潮受堤防排水門近傍の流速が大きくなることから、その安全性に影響があることが考えられる。また、制約条件を設ける短期開門調査と同様の開門条件では、潮受堤防排水門が調整池への海水導入を想定していない構造となっていることから、海水導入時に震動等が発生することによる安全性への影響が考えられる。

このため、地元住民に被害や不安を与えないよう安全性の確保を図る必要がある。

潮受堤防排水門近傍の流速が大きくなることに対しては、既設護床工の安全対策として、シミュレーションにより許容流速の範囲を超える恐れがある範囲の補強対策を行う必要があると考えられるが、これについては前述の洗掘対策を行うことにより対応されている。

また、潮受堤防排水門が調整池への海水導入を想定していない構造となっていることに対しては開門方法による震動の程度によっては、排水門ゲート等の構造変更が必要になると考えられ、これに約50億円を要すると概算されている。

(4) 周辺の農業

調査の実施によって調整池が塩水化することにもない、背後地や干拓地の営農のための水源の確保が困難になる。

しかしながら、諫早湾周辺では、地形が急峻で山が狭いうえに、これまで地下水利用も含め各種水源については既に開発されており、新たな水源を求めることは極めて困難である。

なお、背後地農地に潮風害の発生も懸念されることから、対策としては、防風ネットを設置することが必要であると考えられる。

これらの影響と対策について、調査の基本的な設計いかんによっては、環境影響評価が必要となる場合も想定され、その実施についての検討にも留意する必要がある。

5 漁業者等関係者の意見

5.1 漁業関係者及び関係自治体等からの意見の聞き取り及び要請

漁業関係者からは、常時開放はあきらめていない。その過程として中・長期開門調査をしてほしいとの意見があった（山崎佐賀県漁連会長ほか諫早湾干拓事業対策委員会）反面、中・長期開門調査を行っても致命的な影響が出るだけ。大局的な判断をしてほしいとの意見もあった（川端長崎県漁連会長）。

関係自治体からは、ノリ不作の原因を干拓事業に特化すべきではない。中・長期調査は認められないとの意見があった（吉次諫早市長）。また、要因の60%は生活排水であり、公共排水、集落排水への国の支援をとという意見があった。（高寄玉名市長）。

佐賀県の市民団体から、諫早湾干拓潮受堤防締切りが、有明海の海況変化を起こし、自然の生態系を破壊し、有明海とともに生きてきた漁民や住民を苦しめており、有明海の再生を願い、中長期開門調査を即時実施するよう要請書が寄せられた。

諫早市の市民団体から、これ以上の開門調査は、諫早湾干拓事業により実感している防災効果が失われ、漁場の安定面からも影響を及ぼす懸念があることから、開門調査を行わないことと、事業の平成18年度完成に関する要請書が寄せられた。

5.2 有明海・八代海総合調査評価委員会における現地意見聴取

第4回評価委員会で一般公募により11名が意見を述べ、そのうち7名から有明海に関して発言があったものを潮位・潮流、水質・干潟、貧酸素水塊、漁業生産、その他の項目に分類した。

- ・潮位・潮流について、潮受堤防の締切後は潮流が遅くなったという意見がある一方、潮流低下の原因はノリ網の設置にあるのではないかという意見などが出された。
- ・水質・干潟に関して、潮受堤防の締切後は海底からのガタ土の巻き上げがなくなり、有明海の濁りが減って透明度が上がっている。また、潮受堤防の撤去により干潟が再生し、魚介類の生産力と水質浄化機能の回復がなされるという意見があった。一方で、汚水衛生処理率が低く多くの家庭排水が未処理のまま放流されており、浄化槽の公的管理等を通じてこのような事態を改善すべきであるという意見などがあった。
- ・貧酸素水塊に関して、潮受堤防の撤去により、富栄養化した調整池からの排水がなくなり、潮流も戻り海水の攪拌がなされ、貧酸素がなくなるという意見などが出された。
- ・漁業生産に関して、諫早湾の干拓が始まってから、魚介類が減少し、平成9年に潮受堤防が締切られた後は赤潮の発生回数が多くなった。特に、平成12年12月にはリゾソレニアが大量発生し、ノリの大凶作になったが、この原因は調整池からの排水にあるという意見があった。一方で、潮受堤防の締切りでタイラギ等の二枚貝が死んだのではなく前から原因はあった。有明海に供給されていた砂や栄養

分が有明海に入らなくなったから干潟が形成されなくなった。また、ノリの養殖が有明海の全体面積に対して多すぎて、負荷がかかりすぎているのではないかとの意見が出された。さらに、潮受堤防の締切りで富栄養化した排水と魚介類の生育場所の喪失により漁場が破壊されたという意見がある一方で、漁業不振の一因には、乱獲もあるのではないか、資源管理も考えて対応すべきではないかという意見なども出された。

- ・その他として、調整池に係る考え方、諫早湾干拓事業による食料生産に対する期待、オランダにおける水門開放の事例、海域生態系と陸域生態系のつながりの重要性、有明海の再生には海域だけではなく流域圏を考えた取り組みが必要であること、ノリ養殖のあり方など多様な意見が述べられた。

6 総合的な論点整理

(1) 中・長期開門調査の目的は、ノリ委員会の「見解」にも述べられているように、諫早湾干拓事業が引き起こしたと指摘されている有明海の環境変化の諸事象について、その指摘の適否を検証することにある。

この調査の目的に照らして考えると、流動、水質、底質等といった「見解」に示された項目に関し、調査の目的を達成できるような調査になるかどうかという視点に立った検討が必要である。

このことを踏まえ具体的な調査のあり方について検討すると、まず、中・長期開門調査の手法としては、

- 1) 環境変化のメカニズムを解明し、事前に予測・解析を行った上で必要ならば開門調査等によりデータを取得する調査手法（以下「解析から始める調査手法」と、
 - 2) 先ず開門して海水導入を行い、その時に生起する諸現象を観測することから始める調査手法（以下「観測から始める調査手法」）
- の2つのアプローチが考えられる。

解析から始める調査手法

短期開門調査を含む開門総合調査は、解析から始める調査手法に従って、有明海の海域環境の諸事象の変化に対する様々な要因のうち、諫早湾干拓事業についてそれが有明海の環境に及ぼしたとされる、流動、水質、底質等への影響について、現地観測と数値シミュレーション等を活用し、検討されたものである。

開門総合調査では、流動において潮受堤防による潮流の変化が諫早湾周辺海域までで止まっていることや、潮受堤防に起因する諫早湾外の有明海の水質変化が認められないこと、底質については諫早湾口の一部で潮受け堤防の有無により底質が細粒化する傾向がみられたものの、環境モニタリングからは湾口付近の底質の粒度について一定の変化傾向はみられなかったことなどの結果が得られている。このように、諫早湾干拓事業による有明海への影響は、検討項目により影響の程度に違いがみられるものの、ほぼ諫早湾内に止まっており、諫早湾外の有明海全体にはほとんど影響を与えていないという結果となっている。

なお、赤潮については、水質、流動及び底層の貧酸素化が、底生生物については、流動、赤潮、底層の貧酸素化及び底質の変化が関係しているという可能性が指摘されており、間接的ではあるが、開門総合調査の検討の中で諫早湾干拓事業との関係を一部明らかにできたと考えられている。しかしながら、有明海における赤潮の発生メカニズムや底生生物の減少要因等の生物関係の課題については、行政対応特別研究等による調査研究が進められている段階にあることから、これらも含めて、本分野に係る試験研究機関等による新たな知見を期待することとされている。

中・長期開門調査を行う場合には、開門総合調査で得られた成果をより長い期間にわたるより変化に富む状況を反映した潮位・潮流や水質、底質、生物に関するデータを用いて、さらに精緻化を図ることや検証結果の信頼性向上を期待することになるが、このことについては以下のような論点がある。

1) 潮位・潮流に関して、実際の海域における流動場は地象・気象・海象の多様な要因の下で時々刻々変動するため、開門による海域へのインパクトのみを観測によって抽出することはほとんど不可能に近く、種々の条件設定が可能なシミュレーションによる検討のほうが優れているとともに地形条件、境界条件が潮受堤防建設前とは異なるため、潮受堤防がない場合の流動条件とは大きく異なったものとなることから、実測データが直接的に潮受堤防の有明海の環境への影響を示すものとはならない。

水質の変化も様々な気象・海象条件に支配され大きく変動するために、実測データが得られたとしても開門の影響かどうか見極めることは困難であるとともに底質状態は従前の干潟とは異なっているので、かつての諫早干潟のような泥質干潟の生物相を再現することはできない。

貧酸素現象にも、地象、気象、海象の時間的、空間的な変化等、多くの要因が複雑に関係した現象であり、開門調査によって、潮受堤防締切の影響があるかどうか判断することは困難であるとともに地形条件、境界条件が潮受堤防建設前とは全く異なるため、開門により形成される新たな流動条件等の物理的環境の場での貧酸素現象を調べることになり、潮受堤防が有明海の環境に及ぼした影響をみることにはならない。

底生生物についても変化を引き起こしている要因が複合的なものであるため、数年かけて調査を行っても開門の影響を判定することは困難であるとともに潮受堤防がある状態では、新しい環境を人工的に創り出すことになるので、開門調査はこの新しい環境を対象にした調査となり、潮受堤防が有明海の環境に及ぼした影響を見ることにはならない。

赤潮・プランクトンに関しても、栄養塩、塩分、水温、日射量、透明度、貧酸素、風波による表面の攪乱等関係する要因が多い。漁業生産の変動要因としては、貧酸素に対する耐性、長期間の減少傾向による種苗の減少、エイの食害、流動の低下、底質の泥化等、様々なものが考えられている。また、魚種によっても漁獲量の変動要因が大きく異なるため、開門による物理化学的な影響が漁業生産にどのように影響したかを明らかにすることは困難である。

以上を集約すれば海域の流動、水質、貧酸素水塊、底質・底生生物、赤潮・プランクトン、漁業生産は、様々な気象、海象等の自然条件に支配されており、複合的な要因によって影響されていることから、中・長期調査により得られるであろう多岐にわたる観測データから開門の影響を抽出し、さらに詳細に諫早湾干拓事業による有明海の環境への影響を検討することは困難であると考えられる。

また、開門調査によって形成される海域環境は、潮受堤防設置前とは異なる幅250mの排水門からの流れの中で新たに創られるものであり、そこで得られるデータは潮受堤防が無い状態の下で観測されたものとはなっており、観測データから諫早湾干拓事業が有明海の環境に及ぼした影響について検討する中・長期開門調査の本来の目的に沿った調査にならないことにも留意する必要がある。

- 2) 赤潮発生のメカニズムについては未解明の部分が多く、プランクトンの種類によってもかなり相違があるといわれている状況で、その原因を特定し物理的要因、特に、潮受堤防締切と直結させて解明することは、困難である。

また、プランクトン、底生生物、二枚貝などの漁業生物等の生物に関する事象についても、有明海の生物の変動のメカニズムが十分に解明されていないことや、そのメカニズムについては開門総合調査でも確認されたとおり赤潮の発生や二枚貝の減少のメカニズムが解明されていない中で開門調査を実施しても諫早湾干拓事業との因果関係を明らかにすることは困難であると考えられるので、調査成果をあげるためには、行政対応特別研究等の基礎的調査研究が現在進められているところであることを踏まえ、これらの消長のメカニズムの解明を踏まえて行うことが望ましい。さらに、干潟の浄化機能に関する調査については、現在の淡水湿地の生態系から安定した海域の干潟生態系に移行するまでには長期間を要することから、調査についても相当な期間を要するものと考えられる。

観測から始める調査手法

観測から始める調査手法に従って調査を行う場合には、新たな視点から検証を行える可能性や得られた結果をさらに精緻化することを期待することになるが、このことについては以下のような論点がある。

- 1) 潮位・潮流については、長期間、制約条件を設けずに常時開門する調査により、諫早湾内の流動や入退潮量の著しい低下等の現象についての知見が得られる。水質・干潟については海水導入によって短期開門調査時にみられたような調整池内の水質変化が期待されたり、汽水域における新たな干潟の形成とその浄化機能を観測できる。

貧酸素現象について開門によって排水が淡水から海水になることや、諫早湾内における一定の流動変化によって、貧酸素現象の引きがねとなる密度成層の形成状態の変化に関する知見が得られる可能性がある。

長期に大きく調整池に海水を導入することにより諫早湾内の底質の改善、底生生物の変化が見られる。また、開門調査により、新たに生ずる諫早湾内の堆積領域と洗掘領域の把握が可能である。

開門調査によって赤潮を形成する植物プランクトンの種類の変化を明らかにすることができ、赤潮発生のメカニズムを検討するために開門し

て有明海の赤潮発生がどのように変化するかを観測する必要がある。

以上を集約すると長期に大きく開門することで、潮受堤防建設前とは異なる新たな人工的な環境を創ることになり、海域や調整池の流動、水質、底質、生物等に変化を生じさせ、これを観測することにより、諫早湾干拓事業が有明海の環境変化に及ぼしたとされる影響について、何らかの手掛かりを得ることができるのではないかということになる。

- 2) また、漁業者は流動が変わったと実感し、その流動変化の原因が不明であることから不安を感じており、実際に長期間、大きく開門しての調査を実施しなければ納得しない。

ノリの色落ちの原因となる赤潮は諫早湾で発生したものがひろがったものではないかと漁業者は非常に不安視しており、開門調査の実施により不安を解消することができる。

漁業生産は物理化学的な影響を受けた生態系の中で行われており、漁業者はその生態系への影響が起こっていると不安に感じているので、制約条件を設けない常時開門による調査を実施することによって漁業者を納得させることが必要である。

以上を集約すると有明海の漁場環境の悪化と諫早湾干拓事業を結びつけて考えている漁業者に、中・長期開門調査を実施することで、開門調査の有効性に関する専門的・技術的な根拠は明らかでないものの、その不安を解消することができる可能性がある。

しかしながら、このアプローチに関しては具体的にどのような手法により、どのような知見が得られるかについては、明確な結論は得られなかった。

- (2) また、中・長期開門調査の実施にあたっては、周辺の自然及び社会環境に及ぼす影響を明らかにし、その対策に必要な経済的負担や準備期間、対策を行っても回避困難なリスクなどについても検討しておく必要がある。

このため、前提とする条件に応じ中・長期開門調査による海域、背後地、排水門等施設への影響を予測し、以下について対策を検討し、それに要する費用と準備期間を考える必要がある。

排水門付近を中心とした速い流れによる底泥の巻き上げ・拡散が及ぼす
海域・調整池の環境への影響や、このことによる漁場への影響の回避
現在発揮されている潮受堤防の防災機能の維持

排水門付近を中心とした速い流れによる排水門等の施設の安全性の確保
調整池周辺及び干拓地の農地のかんがい水源対策や潮風害対策

なお、具体的な検討を行うためには、環境影響評価を行わなければならない場合があることに留意する必要がある。

開門調査による影響と対策については、短期開門調査において得られた経験を活用することが可能であるが、さらに大きく長期にわたる開門による影響については短期開門調査の経験だけでは予測し得ないことから、こ

れを超える事象について考察が必要となる。その場合には、例えば諫早地域はその地形特性から集中豪雨が発生しやすいが、現在の予報技術では的確な予測は難しく、予測情報に対応した潮受堤防排水門の操作などに困難性が伴うことなどを考慮に入れておくことが重要である。

(3) 有明海においては、水質の悪化、赤潮や貧酸素水塊の発生、底質の変化などの海域環境の変化が大きな課題となっており、有明海と八代海を再生させるための特別措置に関する法律の制定にみられるように、その再生に向けた取り組みが、急務となっていることから、海域環境の変化の原因究明と海域環境の改善に向けた対策の検討のため、調査成果をできるだけ早期に得ることが必要な状況となっている。このため、調査を実施するに際しては、準備や調査に一定の期間がかかるなど時間の観点を考慮しておくことが重要である。

(4) ノリをはじめとする漁業関係者が、潮受堤防締切後は潮流が遅くなった、ガタ土の巻き上げがなくなり有明海の透明度が上がっている、諫早湾の干拓が始まってから魚介類が減少し、赤潮の発生回数が多くなった、というような有明海の海況異変を肌で感じその環境が悪化することを危惧していることは事実であり、有明海の海域環境の変化の原因究明のため、中・長期開門調査の実施を望んでいる。このため、中・長期開門調査の取り扱いの判断にあたっては、判断に至る経緯や調査の意義、得られる成果、影響と対策について、漁業関係者の心情に十分配慮しつつ説明し、理解を求める必要がある。

長年にわたる湛水被害が大幅に軽減されたと考えている諫早湾の背後低平地に住む地域住民、また締切以降ようやく落ち着いてきた海域のさらなる変化を心配している諫早湾内の漁業関係者や農地としての利用を期待する人々は、中・長期開門調査を望んでいないことは明らかである。また、短期開門調査においては万全の対策を講じたにもかかわらず地元住民間に不安や迷惑を与えた。このため、中・長期開門調査の取り扱いの判断にあたっては判断に至る経緯や調査の意義、得られる成果、影響と対策について、こうした経緯を勘案し、地元住民の心情に十分配慮しつつ説明し、理解を求める必要がある。

(5) なお、開門による海水導入が有明海の環境改善に資することにつながる可能性があるという観点からの調査の考え方もあるが、この点については、(1)の冒頭で述べた中・長期開門調査の本来の目的を基本に検討すべきものと考ええる。

(6) 以上のように様々な角度から論点を整理してきたが、中・長期開門調査の取り扱いにあたっては、それぞれに深い想いを持つ漁業関係者や諫早湾周

辺住民の方々に配慮しつつ、諫早湾干拓事業が有明海の環境に及ぼしたとされる影響についての検証方法としての適否、海域などへの影響と対策および回避困難な起こりうるリスクの観点、有明海全体の環境改善に向けた方策との関係を、行政として時間意識や費用対効果にも照らして判断をしていく必要がある。

これらはいずれをとっても難しい課題であることに加え、中・長期開門調査の取扱いは、これらを総合的に判断する必要があり、その困難さは乗数的な大きさを持つものと考えられるが、農林水産省におかれては、有明海を豊かな海として再生し、その恵を漁業関係者や諫早湾周辺住民の方々はもとより広く国民が享受するために、有明海の環境改善に向けた取り組みとして今なすべきことは何かということに真摯に思いをめぐらせたうえで判断されるよう期待する。

おわりに

最後に、本検討会議としても有明海を豊かな海として再生することに少しでも早く効果的に取り組んでいくことが重要であるとの思いから、論点整理とは別に、以下の提言を行い今回の検討を終えることとしたい。

- ・有明海的环境悪化に対して、関係各県、農林水産省、国土交通省、環境省などが有明海的环境状況についてそれぞれの立場で監視し、調査研究を進めているところであるが、関係機関をはじめ学識者や漁業関係者の相互連携を深め、観測体制の一層の強化や連絡体制の充実を図り、有明海の海域環境の改善に向けた対応がより適切に行われることが望まれる。
- ・現在、有明海特措法に基づいて、関係各県、農林水産省、国土交通省、環境省などにより排水処理施設の整備、海域等の直接浄化、漁場の保全整備などについて各種の事業が進められているところであるが、これらの関係機関が連携してより一層有効な対策を実施していくことが肝要である。
- ・赤潮及び貧酸素水塊の発生抑制と多様な生態系回復、水質関係の保全・改善、二枚貝の生産量減少の原因究明と生産量の回復などについて各種の調査が環境の改善や水産資源の回復等による漁業の振興を図るため進められており、諫早湾干拓事業で実施している環境モニタリングについても、連携を保ちながら実施していくことが重要である。
- ・諫早湾干拓調整池については、潮受堤防の完成によりそれ以前の干潟が存在した状況とは異なっていることは明らかであり、その後の新たな環境の定着等を踏まえてもなお、一層の環境改善に向けてその浄化対策を早急に進め、有明海に対する負荷を低減することが重要な課題となっており、その対策については流域対策もふくめ積極的な対応をすることが求められる。

学識経験者から聴取した主な意見及び既存文献・報告等の整理

付表1 潮位・潮流

(引用文献リストは付表7の下段に整理)

項目	聴取意見(事務局において議事録から意見部分を抜粋)	既存文献・報告中の関連する記述(事務局で適宜要約)	開門総合調査・諫早湾干拓事業環境モニタリング(参考)
<p>潮位・潮流 (流動の変化)</p>	<p>【潮位】 有明海の潮位・潮流の過去 30 年間の長期傾向としては、平均潮位は上昇傾向にあり、干満差は減少傾向、海域流動は反時計回りの傾向にある。(第4回、滝川教授)</p>	<p>1985年から1999年にかけての有明海のM₂分潮振幅減少の主な原因は湾外の潮汐振幅減少にあり、諫早湾潮受堤防締め切りによる影響は10-20%程度であることがわかった。(塚本他、2002) 有明海の潮位差の減少の約65%を内部の効果が占めその主因は諫早干拓にある。(宇野木、2002) 曲線座標系を用いた2次元流動計算結果から、堤防締切の影響が40~50%、外洋潮汐振幅の原因が50~60%であり、平均水位の上昇の影響はかなり小さい。(灘岡他、2002) 潮受堤防の有無による数値解析では、湾中部で潮受堤防があるときに2.5%(10~12cm)程度干満差が小さくなるが、これは半日周期のM₂分潮によるシミュレーション結果であり、様々な周期の波が融合した実際の潮汐では、顕著な差は出ないとの報告もある。有明海の潮流は、平均潮位の上昇、風向・風速、河川流入量、ノリ網によっても、影響されると考えられる。(滝川教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	<p>数値シミュレーション結果から、潮受堤防の有無による潮位の差については、有明海湾奥の大浦地点の大潮差を比較すると1.5%程度の差がみられた。(開門総合調査報告書、p.47) 大浦地点の潮位観測データから得られた年平均潮差、大潮差及びM₂分潮の振幅と増幅率の経時変化からは、潮受堤防の工事期間及び最終締切時の前後で明らかな変化はみられなかった。(開門総合調査報告書、p.48)</p>
	<p>【潮流】 宇野木先生によれば、海上保安庁の観測点の中で潮止め前後に、55%から74%の流速減少率を示しており、流速差は最大で66cm/sec ぐらい。島原寄りに流速が弱くなってきている。(第5回、東教授)</p>	<p>流動に関しては、表層付近の流速の観測で以前より減った、変化は見られない、あるいは若干速くなった、などさまざまな報告がある。国調費によるシミュレーションでも1979年と2001年との流速の変化は明瞭でない。(ノリ委員会最終報告書、2003) 平成13年の潮流観測結果を昭和48年と比較すると、潮汐について指摘されているような一方的な減衰傾向はみられず、島原半島沿いの沿岸流が約3分の1となっていた。平成13年5月の河川流量は昭和48年8.9月の約4分の1であり、淡水流入の影響を強く受けているようであった。(小田巻他、2003) 有明海の流動特性について、一般に反時計回りで海水交換が行われていると言われているが、シミュレーションからも複雑に入り組んだ恒流がみられており、断面の取り方次第では流量も変化する。(滝川教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	<p>数値シミュレーションにより潮受堤防の有無による平均流ベクトルを比較したところその差がみられる範囲は諫早湾周辺にとどまっており、それ以外の海域では明らかな差はみられなかった。(開門総合調査報告書、p.49) 数値シミュレーションから潮受堤防による潮位・潮流への影響は諫早湾周辺海域にとどまっていた。このことから、潮受堤防の締切は、諫早湾外の有明海の流動(潮位、潮流)に対する主要な影響要因とはなっていないものと考えられる。(開門総合調査報告書、p.62)</p>
	<p>【海水交換】 大雨が降ったり諫早湾から出された薄い水、特に奥部では栄養塩が入っており、その水が有明海の外に出ているということが大きなポイントだということ。奥部で赤潮を起こすことがあっても外に出ているので、水の交換がよくされているということが考えられる。これに対して開門操作終了後は、薄い水がたまっているところがあり、赤潮はこの層で起きており、湾央より奥に塩分の低い栄養塩の入った水が滞留しているということを意味している。(第5回、堤教授) 締め切ったことによって潮位が変動して流速が低下し、それが筑後川から流入した淡水の移流、鉛直混合を低下させて成層構造を起きやすくしているのではないかと。奥部の低塩分化と諫早湾の潮受け堤防の締め切りがある程度リンクしているのではないかと考えられる。(第5回、堤教授)</p>	<p>有明町と長洲町を結ぶ線上では、島原半島沿いの領域で潮流の水平流速のピーク値を持ち、この最強流速が湾奥に供給される河川水を効率的に湾中央から湾口へ向けて輸送し、湾奥部の海水交換や物質輸送に大きな役割を果たしているものと考えられる。(小松他、2003) 有明海全域の塩分データと河川流入量の比から、年々の変動は大きいものの、経年的に滞留時間が増加あるいは減少するような傾向は認められない。(中田(英)他、2003) 有明海における河川水の平均滞留時間は基本的に河川流量の大小に依存していて、同じ河川流量に対しては近年の平均滞留時間が短くなっていて、有明海と外海の海水交換はよくなっていることがわかった。(柳他、2003) 諫早湾からの潮の出入りには、島原沖の流速を速くするポンプの役割があり、潮受堤防の締め切りによりポンプ機能が低下し、有明海湾奥に淡水が停滞しやすくなり、これが赤潮発生増加や貧酸素水塊の原因であると考えられる。(小松教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会) 粒子追跡法により、潮受堤防の締め切りやノリ網の設置に伴う淡水の滞留時間を求めたところ、締め切り前が54日であったのに対し、締め切り後が51日、ノリ網が存在すると52日となり、締め切り後の方が滞留時間が短くなった。(滝川教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	<p>数値シミュレーションにより潮受堤防の有無による有明海の塩分の平面分布を比較すると、諫早湾外の有明海では明らかな差はみられなかった。(開門総合調査報告書、p.50) 浅海定線調査等の観測データから、有明海の塩分は平成2~5年と比較して湾奥の表層では平成10年~14年が高くなる傾向がみられた。(開門総合調査報告書、p.51)</p>

項目	聴取意見(事務局において議事録から意見部分を抜粋)	既存文献・報告中の関連する記述(事務局で適宜要約)	開門総合調査・諫早湾干拓事業環境モニタリング(参考)
<p>水質・干潟 水質浄化機能の 喪失と負荷の増 大</p>	<p>【水質】 短期調査で調整池での物質収支が明らかになってきたと思う。ああいった調査によって調整池での水質浄化機能が調査できるということは明確にわかってきたのではないかと思う。短期調査はそういう意味で意味があったのではないかと考えている。(第4回、磯部教授) 短期開門調査だけでも調整池の中に初めてまとまった海水が入って、中の汚れた淡水と反応して、トータル窒素やトータルリンがかなり落ちた。つまり浄化能力がかなりあったということがわかった。それは非常に大きな成果だと思う。(第5回、東教授) 有明海では1970年代から、富栄養化あるいは環境悪化の急速な進行がみられ、その原因としては有明海沿岸における開発に伴う干潟・浅海域の減少や地形の変化による流速と浄化能力の低下等が考えられる。また、この時期に有明海ではノリ養殖も大幅に増えており、有明海の海域環境が大きく変化している。(第7回、中田(英)教授) 有明海の湾奥部で、1990年代に透明度が高くなっているが、これは懸濁物質を含む河川水の流入量の減少と流れによる底泥の巻き上げ量の減少等が要因になっているのではないかと考えられる。(第7回、中田(英)教授)</p>	<p>有明海の窒素循環において、1993年以降、硝化能力が十分に発揮されなくなっていると推測され、全域的に硝化能力が衰えてきている可能性が指摘される。(滝川他、2003) 諫早湾における栄養塩の約85%が、筑後川をはじめとする有明海に流入する河川から供給され、残り15%が調整池からの排水によってなされることが明らかとなった。(鯉淵他、2003) 透明度も長期的に上昇しているが、上昇傾向は一律でなく、1970年代、80年代、90年代と段階的に変化している。(中略)透明度上昇の原因は明らかでないが、透明度は水中の懸濁物質の濃度に大きく影響される。(中略)なお、観測が平常時に限られているが、筑後川をはじめ流入諸河川で水中の懸濁物質(SS)は長期的に減少の傾向を示している。(ノリ委員会最終報告書,2003) 調整池の水質は海水導入によって改善されたので、さらに調査を続ければ、調整池からの負荷は減少するはずである。(第6回、佐々木氏意見書) 諫早湾の堆積物に含まれる渦鞭毛藻のシスト個体数の分析を行い、有明海湾奥部の長期的な環境変化を推定した結果、有明海では1970年代から富栄養化あるいは環境の悪化が急速に進行したと考えられる。(中田(英)教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会) 有明海の水質は、1980年代か1990年代の当初くらいから、硝酸態/アンモニア態窒素、亜硝酸態/アンモニア態窒素の比率がともに低下しており、硝化作用が低下している。(滝川教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	<p>環境モニタリングからは、潮受堤防の締切前後で諫早湾内の水質(COD、T-N、T-P)は経年的にほぼ横這い傾向を示しており、全体として諫早湾内の水質の富栄養化の傾向はみられなかった。(開門総合調査報告書、p.63) 調整池の化学的酸素要求量(COD)、栄養塩類(T-N,T-P)は海水導入によって低下しており、これは、海水導入による希釈効果等に伴う現象と考えられる。また、潮受堤防海排水門から海域への負荷の総量は海水導入前に比べむしろ増加した。(開門総合調査報告書、p.26～28) 環境モニタリングからは、潮受堤防の締切前後で諫早湾内の水質(COD、T-N、T-P)は経年的にほぼ横這い傾向を示しており、全体として諫早湾内の水質の富栄養化の傾向はみられなかった。(開門総合調査報告書、p.63)</p>
	<p>【干潟】 水質浄化機能あるいは生態系を考えると、短期の調査では、干潟の底生生物あるいはそれを含む生態系にはならないので、連続的に海水を導入して数年で開門調査をしたいというのが多くのノリ委委員の意見であった。(第4回、磯部教授) 潮止め前の諫早干潟に生息していたおびただしい数のベントスが潮止めから1～2カ月ないしは2～3カ月でほとんど死滅した。このことは、干潟の浄化機能の喪失に伴う有明海への負荷の増大と密接にかかわっている。(第5回、東教授) 干潟の浄化機能は、干潟生態系モデルを用いて評価することが適切な手法であることから、諫早干潟についても、現地調査データを踏まえて干潟生態系モデルを構築し、再現された物質循環量より、その浄化機能を検討するというアプローチが必要である。(第7回、中田(喜)教授) 諫早干潟については、潮受堤防が存在していることから、開門調査を実施しても調整池内の潮流や生物相などの条件が異なっており、同じ干潟にならないため、類似干潟で構築された干潟生態系モデルを適用して、水質浄化機能を評価することが現実的な対応である。類似干潟でのモデル向上を図ることが重要である。(第7回、中田(喜)教授) 諫早干潟のような泥質干潟に関しては、これまでモデルの適用例がなかったが、初めて、泥質干潟の浄化機能について干潟生態系モデルを用いて定量的に評価することができたものと考えられる。(第7回、中田(喜)教授) 泥質干潟の浄化機能は、これまでの既存の評価結果と比較すると、比較的低い水準にあるが、これは底質、生物相、系外持ち出し量、硝化能等の違いなどが理由に挙げられる。その他、浄化機能にはいろいろ考え方があがるが、窒素ベースで評価することは妥当であると考えられる。(第7回、中田(喜)教授)</p>	<p>締め切り前の諫早湾では流入したチッソやリンはほとんど三次処理されていたと考えられる。(佐々木、2001) 諫早干潟の浄化機能は、窒素、リンだけでなく、CODでも評価すべきである。(第6回、佐々木氏意見書)</p>	<p>諫早干潟及び現在の潮受堤防内側の浅海域の浄化量は窒素で0.38t/日となり、有明海に陸域から流入する負荷量と比較するとその約0.5%に相当した。(開門総合調査報告書、p.44)</p>

付表3 貧酸素水塊

(引用文献リストは付表7の下段に整理)

項目	聴取意見(事務局において議事録から意見部分を抜粋)	既存文献・報告中の関連する記述(事務局で適宜要約)	開門総合調査・諫早湾干拓事業環境モニタリング(参考)
<p>貧酸素水塊 (貧酸素水塊の発生)</p>	<p>【貧酸素水塊】 溶存酸素(DO)は、有明の湾奥を中心に貧酸素水塊あるいはDOの低いところが見られているというのが一般的な傾向。栄養塩は、河口付近に特に河川を通じて栄養塩類の流入が大きな影響を与えているようであるということが過去のデータからみられる。貧酸素水塊は有明海湾奥の中央部分でかなり以前、1970年代ぐらいから続いていることがわかっている。(第4回、滝川教授) 潮止め堤防築造のため採取した海砂採取点に近い点の方が離れた点より溶存酸素が低いことが明らかである。海砂採取域は、潮止め堤防による流れの減速と相まって海水交換を非常に弱め、さらに貧酸素水塊の形成とか赤潮の発生の条件を与えている可能性があるとして指摘されている。(第5回、東教授)</p>	<p>貧酸素水塊は湾奥中央及び諫早湾内の2カ所で形成され、これらが潮汐や風に伴う流動で湾内を移動するため、その影響が広範囲に及ぶものと考えられる。(鯉淵他、2002) 浅海定線のデータから、有明海湾奥では1970年代より夏から秋にかけて貧酸素化現象が見られ、観測当初と近年を比較してもDOの極小値や貧酸素化の期間には大きな違いは見られない。(滝川他、2003) 2002年の観測結果でも同じ傾向がみられ、10～20MJ/日の日射が3～4日継続すると赤潮が発生し、その後、数日遅れて貧酸素が発生している。また、2002年8月上旬には赤潮と対応しない貧酸素が発生しているが、連続する南西方向の風の影響で、有明海中央の湊筋付近で形成された貧酸素水塊が諫早湾内に流入したものと考えられる。(磯部教授、第6回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	<p>佐賀県沖では1970年代から貧酸素現象が観測されている。(開門総合調査報告書、p.65) 平成13～14年度の環境モニタリングでは、採砂跡地の底層の溶存酸素濃度の観測値が、周辺海域の観測値と比較して低い傾向は認められない。(第6回検討会議資料4、参考図表)</p>
	<p>【塩分躍層】 問題は、栄養塩負荷量が増加していないのになぜ大きい赤潮が発達して、ノリの脅威になっているのかということ。また、成層構造でいえば夏に貧酸素水塊が起きるということも問題で、そのような海洋学的異変に諫早湾干拓事業が関係しているのかしていないのかがポイントである。(第5回、堤教授)</p>	<p>諫早湾の塩分分布から、大規模な降雨の3日後に湾口北部で表層の塩分低下が観測され、連続観測では湾口から湾奥、湾奥の順に低下していることから、この低塩分水は諫早湾外から供給されていると考えられる。(磯部教授、第6回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	<p>現地観測と数値シミュレーション等から、調整池からの排水が、諫早湾外の有明海の塩分躍層の形成について、主要な影響要因とはなっていないものと考えられる。また、潮受堤防の締切は、佐賀県沖における貧酸素現象の影響要因とはなっていないものと考えられる。(開門総合調査報告書、p.59)</p>

付表4 底質・底生生物

項目	聴取意見(事務局において議事録から意見部分を抜粋)	既存文献・報告中の関連する記述(事務局で適宜要約)	開門総合調査・諫早湾干拓事業環境モニタリング(参考)
<p>底質・底生生物 諫早湾の底質の変化と底生生物の減少</p>	<p>【底質】 有明海の環境悪化の要因としては、現象として、海域全体が底泥化している。それと栄養塩類の質がかなり変わってきている。あるいは潮汐の変動に影響を与えるような地球規模的な気候の変動もある。その因果関係がこれだと決められるまでにはまだ至っていない。(第4回、滝川教授) 調査した採泥地点における中央粒径値(M_d)は、潮止め後、統計的検定による極めて高い有意水準で経年的に細粒化が進んでいる。湾奥だけではなく諫早湾の湾口沖のあたりも、流れが弱くなって経年的に泥っぽくなってきているということが、はっきりと裏づけられた。(第5回、東教授)</p>	<p>有明海湾奥の底質データの変動特性から、筑後川からの流入の影響が大きい領域を除き、西側の方に徐々にCOD、硫化水素、強熱減量が増加し、汚染が深刻化してきていることが明らかとなった。(滝川他、2003) 有明海の底質は、湾奥で含泥度が高く、熊本港付近は砂泥質と言われていたが、最近は泥化がかなり進んでおり、硫化物が2センチぐらい堆積している。堆積速度が1mm/年と言われているので、20年前から底質が悪化している傾向が続いていると考えられる。(滝川教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	<p>諫早湾及び周辺海域について、底質モデルを構築して、潮受堤防の有無による底質の粒度への影響を検討したところ、潮受堤防が有る場合に諫早湾湾口の一部において底質の細粒化傾向がみられたが、環境モニタリングの結果からは諫早湾湾口付近の底質の粒度に一定の変化傾向はみられなかった。(開門総合調査報告書、p.56)</p>
	<p>【底生生物】 マクロベントスの生息密度等を調べたところ、平均密度では、97年を100%とすると99年が44%、2000年が30%、7割がもういなくなっている。ところが、2001年に42%まで回復しており増えた中身は二枚貝である。(第5回、東教授) ベントスは、海底に起こっている環境変化を大変よく反映する生物群として知られているが、有明海の海底におけるベントス密度の急激な減少と底質の細粒化、あるいは泥化に対応した種類組成の変化は、諫早干拓の着工と潮止めという大規模な人為的環境変化に連動した環境変化をかなり鮮明に映し出していると思う。(第5回、東教授)</p>	<p>諫早湾潮止め直後とそれ以降について底生動物の個体密度を比較したところ、諫早湾湾口部の竹崎沖で底生動物の個体密度は10分の1以下に激減していた。(佐藤他、2001) 底生生物の個体数・種類数と多様性指数の両面から総合的に考察すると、締め切り前後で諫早湾湾口部の底生生物の生息環境に大きな変化は認められないものと考えられる。(第7回検討会議、資料2-3、菊池教授コメント)</p>	<p>平成元年～平成14年度の環境モニタリングでは潮受堤防の締切前後で諫早湾の底生生物の種類数・個体数・多様性指数で減少傾向は認められなかった。(第6回検討会議資料4、参考図表)</p>

付表5 赤潮・プランクトン

(引用文献リストは付表7の下段に整理)

項目	聴取意見(事務局において議事録から意見部分を抜粋)	既存文献・報告中の関連する記述(事務局で適宜要約)	開門総合調査・諫早湾干拓事業環境モニタリング(参考)
赤潮・プランクトン (赤潮の増加)	<p>有明海の海域環境は、何らかの形で物質収支のバランスが崩れて鞭毛藻、冬季の珪藻赤潮の頻発という現象があらわれており、これらをとらえるためには、海域全体の物理、化学的環境、それに生物生産、生態系の関連をトータルとして視野に入れた取り組みが必要である。(第4回、滝川教授)</p> <p>有明海への1級河川の流入量から、NPの負荷源はかなりの部分、筑後川。本明川は小川のようなもので、調整池、諫早湾の水質では、溶存態の栄養塩はほとんど測定されず、赤潮を起こすような負荷源にはなっていない。(第5回、堤教授)</p> <p>栄養塩の負荷量は大きな変化はないが、98年以降に大きな赤潮が起きる傾向がみられ、海域の富栄養化の進行で赤潮が大きく出る瀬戸内海などでみられた事態との違いがどういうメカニズムかが重要。潮受堤防を閉め切ったことによって潮位が変動して流速が低下し、それが筑後川から流入した淡水の移流、鉛直混合を低下させて成層構造を起きやすくしているのが原因ではないか。(第5回、堤教授)</p> <p>珪藻は食物連鎖の底辺にある重要な植物プランクトンであるが、有明海ではノリとの競合があり、海域環境保全とのバランスの取り方は難しい。(第6回、弘田名誉教授)</p> <p>諫早湾内においては、潮受堤防の締切り後、赤潮の発生件数が増加するなど、環境の悪化が進んでいることから、これ以上の負荷をかけることには慎重にすべきである。(第7回、中田(英)教授)</p>	<p>1998年以降、秋季の赤潮は大規模化する傾向が認められる。有明海奥部海域では、塩分や水温による成層構造が発達した時に、海水交換に大きな変化が生じ、海水が滞留しがちになることで赤潮が発生している可能性が指摘される。(堤他、2003)</p> <p>諫早湾では、潮受け堤防締切を境にして赤潮発生記録が増加した。また、それらの赤潮は鞭毛藻を原因種とすることが特徴的である。単なる海水の着色現象ではなく、植物プランクトン現存量等を計測することが重要であると考えられる。(松岡、2003)</p> <p>1990年代前半は12月の日射量が低かったのに対して、1990年代後半は高くなっており、このことがこの時期の赤潮が増加した原因ではないか。(磯部教授、第6回有明海・八代海総合評価委員会)</p> <p>河川からの栄養塩の供給、それから潮流による鉛直混合に関連した成層の発達の度合いの問題、それから濁りの問題、この3つが合わさって赤潮発生につながっていると言える。(中田(英)教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	<p>数値シミュレーションにより、平成12年度ノリ期の有明海湾奥と諫早湾におけるクロロフィルa濃度0.03mg/L以上(国調査における赤潮の発生指標)の発生面積を潮受堤防の有無により比較したところ、差はほとんどみられなかった。(開門総合調査報告書、p.55)</p>

付表6 漁業生産

項目	聴取意見(事務局において議事録から意見部分を抜粋)	既存文献・報告中の関連する記述(事務局で適宜要約)	開門総合調査・諫早湾干拓事業環境モニタリング(参考)
漁業生産 (タイギ、アサリ等の減少、成育不良 よび稚貝の斃死)	<p>有明海は閉鎖性の高い海域であり、陸域の環境を反映し易い。こうした点を踏まえて、温暖化の中でのノリ養殖と環境保全をどのように両立させるかを考えるべきである。(第6回、弘田名誉教授)</p> <p>ノリ不作の原因は、ノリと珪藻は栄養塩を取り合うため、水温が高くなると低温性のノリの活性が落ち珪藻の活性が勝るためと考えられる。(第6回、弘田名誉教授)</p>	<p>貧酸素がタイギの減耗に与える直接的な影響を認めることはできなかった。さらに、食害の影響を調べたところエイによる食害ではないかと考えられた。また、シャットネラ赤潮はアサリを窒息死させる可能性が高いものと考えられた。(藤井他、2003)</p> <p>気象特性については、熊本地方気象台における降水量から、年間の総降水量の標準偏差は近年では500mm程度と大きくなっており、非常に強烈な雨が降るようになった。ノリの色落ちがあった2000年には、夏の短波放射フラックス(日射量)いると考えられる。(滝川教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会)</p> <p>二枚貝の減少に関する問題は、海底付近の貧酸素化の影響に加え、他の底生生物個体群との競合や食害の問題も含めて考えていく必要があるのではないかと。(中田(英)教授、第5回有明海・八代海総合評価委員会)</p>	

項目	聴取意見(事務局において議事録から意見部分を抜粋)	既存文献・報告中の関連する記述(事務局で適宜要約)	開門総合調査・諫早湾干拓事業環境モニタリング(参考)
その他	<p>【総合的意見】 ノリ問題で有明・八代の環境悪化がクローズアップされたが、国調費調査でまとめた30年間の調査データ等からわかるように、かなり以前から悪い兆候があらわれていた。(第4回、滝川教授) 国調費モデルは、有明海全体をみるには十分な精度を有しているという結論を得て、国調費調査においては、海域環境の改善に向けて、負荷削減と底質改善の効果について、このモデルを使って感度評価を行った。(第4回、滝川教授) 有明海の環境改善については、地域環境、水環境、大気環境等の全体のバランスを踏まえて、科学的データに基づいた方策を立てていただきたい。その場合、全体としてバランスがとれるようなゾーニングの方向性が大事である。(第4回、滝川教授) 適切なアセスメント等を実施したうえで、第三者委員会の提言に従って、中・長期開門調査を行うことが必要であると考えている。(第7回、中田(英)教授)</p> <p>【気象】 有明海全域について気温が上がってきており、同時に冬場に海水温が下がり切れなくなっている。(第4回、滝川教授) 温暖化の傾向は有明海のみならず全国的にある。有明海は内陸性の気候で海陸風の影響を受けやすく、また諫早地域は地形特性から豪雨が降りやすい。また、集中豪雨の場所や時間の予測は難しい。(第6回、真木教授)</p>	<p>諫早湾締め切り後の4か年において、有明海湾中央の溶存態窒素濃度には減少傾向、透明度には増加傾向が見られた。このことは、有明海の生態系において、潮位差などの長期的な変化による生態系変化に加え、諫早湾潮受け堤防の建設にもなった地形変化による生態系変化が起こったことを示唆している。(川口他、2002) 地球システムは多数の因子が複雑に絡み合っているため、有明海の中にだけノリ不作の原因を求めて、開門調査を1回や2回、いや5回、10回やっても、毎回状況がどこか異なり、完全にわかるということはまずないだろう。(角皆、2003)</p>	<p>外海の海水温には近年上昇傾向がみられ、その変動傾向は有明海の水温の変動傾向ともよく一致していることから、有明海全体での水温の上昇傾向は、近年における外海の海水温の上昇傾向が一因と考えられる。(開門総合調査報告書、p.52)</p>

付表1から付表7の既存文献の詳細(引用順に整理)

- 付表1：塚本秀史・柳哲雄(2002)有明海の潮汐・潮流，海と空，78巻1号，p.31-38
- ”：宇野木早苗(2002)有明海における潮汐と流れの変化，海と空，78巻1号，p.19-30
- ”：灘岡和夫・花田岳(2002)有明海における潮汐振幅減少要因の解明と諫早堤防締め切りの影響，海岸工学論文集，49巻，p.401-405
- ”：有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会(2003)最終報告書-有明海の漁業と環境の再生を願って-，p.7
- ”：小田巻実・大庭幸広・柴田宣昭(2003)有明海の潮流新旧比較観測結果について，海洋情報部研究報告，39号，p.33-61
- ”：小松利光・安達貴浩・金納聡・矢野真一郎・小橋乃子・藤田和夫(2003)有明海における流れと物質輸送に関する現地観測，海岸工学論文集，50巻，p.936-940
- ”：中田英昭・野中裕子(2003)有明海における流況の経年的な変化，月刊海洋，35巻4号，p.256-260
- ”：柳哲雄・阿部良平(2003)有明海の塩分と河川流量から見た海水交換の経年変動，海の研究，12巻3号，p.269-275
- 付表2：滝川清・田中健路・外村隆臣・西岡律恵・青山千春(2003)有明海の過去25年間における海域環境の変動特性，海岸工学論文集，50巻，p.1001-1005
- ”：鯉淵幸生・佐々木淳・有田正光・磯部雅彦(2003)有明海における水質変動の支配要因，海岸工学論文集，50巻，p.971-975
- ”：有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会(2003)最終報告書-有明海の漁業と環境の再生を願って-，p.8
- ”：佐々木克之(2001)干潟・浅海域の浄化力，科学，71巻7号，p.902-911
- 付表3：鯉淵幸生・佐々木淳・磯部雅彦(2002)2001年の有明海における水質の動態解明，海岸工学論文集，49巻，p.1056-1060
- ”：滝川清・田中健路・外村隆臣・西岡律恵・青山千春(2003)有明海の過去25年間における海域環境の変動特性，海岸工学論文集，50巻，p.1001-1005
- 付表4：滝川清・田中健路・外村隆臣・西岡律恵・青山千春(2003)有明海の過去25年間における海域環境の変動特性，海岸工学論文集，50巻，p.1001-1005
- ”：佐藤正典・東幹夫・佐藤慎一・加藤夏絵・市川敏広(2001)諫早湾・有明海で何がおこっているのか？，科学，71巻7号，p.882-894
- 付表5：堤裕昭・岡村絵美子・小川満代・高橋徹・山口一岩・門谷茂・小橋乃子・安達貴浩・小松利光(2003)有明海奥部海域における近年の貧酸素水塊および赤潮発生と海洋構造の関係，海の研究，12巻3号，p.291-305
- ”：松岡数充(2003)諫早湾における赤潮原因プランクトンの最近の変化，月刊海洋，35巻4号，p.246-251
- 付表6：藤井明彦・山本憲一(2003)諫早湾におけるタイラギ・アサリの現状と問題点，月刊海洋，35巻4号，p.235-240
- 付表7：川口修・山本民次・松田治(2002)有明海熊本沿岸におけるノリ不作年度の水質環境の特徴，海の研究，11巻2号，p.543-548
- ”：角皆静男(2002)「川口修・山本民次・松田治：有明海熊本沿岸におけるノリ不作年度の水質環境の特徴」に関するコメント，海の研究，11巻4号，p.651-653

中・長期開門調査検討会議委員名簿

(五十音順)

氏名	現職
うんの 海野 けんいち 研一	(社)全国牛乳普及協会 会長
かめわか 亀若 まこと 誠	(社)農林水産技術情報協会 理事長
かわい 川合 じゅんじ 淳二	(財)日本食肉消費総合センター 理事長
しかの 鹿野 ひさお 久男	(財)休暇村協会 常務理事
なかみち 中道 ひろし 宏	(財)日本農業土木総合研究所 理事長
なかむら 中村 こうじ 晃次	(社)マリノフォーラム21 理事長
まつだ 松田 よしお 芳夫	(財)リバーフロント整備センター 理事長

検討経緯

中・長期開門調査検討会議の検討経緯は、次のとおりである。

第1回会議（4月30日）においては、有明海の状況、諫早湾干拓事業等に係る基本的な情報について説明を受け、中・長期開門調査検討会議の進め方について議論を行った。

第2回会議（6月3日～4日）においては、有明海の状況と諫早湾干拓事業に係る現地調査を実施するとともに、短期開門調査の結果、有明海の環境改善のための総合的な取り組みについて報告を受け、質疑を行った。また、漁業関係者として、山崎佐賀県漁連会長、荒牧福岡県漁連会長、松本熊本県漁連会長、川端長崎県漁連会長（代理：小豆野指導部長）、地元自治体関係者として、吉次諫早市長、高寄玉名市長から意見を聴取した。

第3回会議（7月9日）においては、ノリ委員会での論点、国調費調査の結果について報告を受け、質疑を行った。また、専門委員への付託事項と専門委員会の設置について議論し、これを決定した。

第4回会議（9月3日）においては、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（以下、「有明特措法」という。）開門総合調査の進捗状況について報告を受け、質疑を行った。また、学識経験者からの意見聴取として、磯部雅彦東京大学大学院教授（ノリ委員会排水門部会部会長）、滝川清熊本大学教授（国調費調査検討委員会モデル専門部会座長）から意見の聴取を行った。

第5回会議（10月3日）においては、有明海の再生に向けた総合的な調査等の成果について報告を受け、質疑を行った。また、学識経験者からの意見聴取として、有明海の海洋生物等について東幹夫長崎大学教授、堤裕昭熊本県立大学教授から意見の聴取を行った。

第6回会議（11月18日）においては、開門総合調査とりまとめ（案）、有明海・八代海総合評価委員会での意見聴取内容と学識経験者の研究成果等について報告を受け、質疑を行った。また、学識経験者からの意見聴取として、有明海の気象環境について真木太一九州大学大学院教授、有明海の水質・生物環境について弘田禮一郎熊本大学名誉教授から意見の聴取を行った。さらに、専門委員会での検討状況の報告を受け、今後の議論の進め方等の専門委員会に対する意見について確認した。

第7回会議（12月3日）においては、前回に引き続き、開門総合調査の結果、専門委員会での検討状況等について報告を受け、質疑を行った。また、学識経験者からの意見聴取として、有明海の水産生物について中田英昭長崎大学教授、有明海の干潟環境について中田喜三郎東海大学教授から意見の聴取を行った。さらに、中・長期開門調査検討会議での論点整理のとりまとめ方等について確認した。

第8回会議（12月19日）においては、専門委員会からの付託事項に対する報告を受けるとともに、中・長期開門調査の及ぼす影響と対策についての説明を踏まえたうえで、これに対する質疑を行った。また、中・長期開門調査検討の論点整理（案）について、検討を行った。

第9回会議（12月25日）においては、前回に引き続き、中・長期開門調査の論点整理を議論し、「中・長期開門調査検討会議報告書（案）」について検討を行った。

中・長期開門調査検討会議報告書 付属資料

中・長期開門調査検討会議
専門委員会 報告書

平成 1 5 年 1 2 月

中・長期開門調査検討会議
専門委員会

中・長期開門調査検討会議専門委員会報告書

目 次

1	はじめに	1 - 1
2	中・長期開門調査の位置付け	2 - 1
3	専門委員会の検討経緯	3 - 1
4	有明海と諫早湾干拓事業	4 - 1
	(1) 地形	4 - 1
	(2) 流入する河川流量	4 - 3
	(3) 潮位・潮流	4 - 4
	(4) 干潟	4 - 6
	(5) 環境モニタリング	4 - 7
5	有明海の環境と漁業の状況	5 - 1
	(1) 気象	5 - 1
	(2) 潮位・潮流	5 - 3
	(3) 水質・干潟	5 - 4
	(4) 底質・底生生物	5 - 8
	(5) 赤潮・プランクトン	5 - 11
	(6) 漁業生産	5 - 14
6	最近の諸調査の成果	6 - 1
	(1) 潮位・潮流	6 - 1
	(2) 水質・干潟	6 - 4
	(3) 貧酸素水塊	6 - 7
	(4) 底質・底生生物	6 - 10
	(5) 赤潮・プランクトン	6 - 12
	(6) 漁業生産	6 - 14

7	中・長期開門調査の検討	7-1
	(1) 開門方法と調査範囲	7-1
	(2) 期待される成果	7-2
	(3) 調査による影響と対策	7-6
	(4) 調査のあり方と留意事項	7-8
8	まとめ	8-1
9	おわりに	9-1

1 はじめに

有明海においては、多年にわたる諸要因により、その取り巻く環境が大きく変化し、漁業生産が経年的に減少しているため、その再生に向けた取組が急務となっている。

平成 12 年度に有明海で発生したノリ不作を契機として、有明海の環境変化の原因究明が強く求められたところであり、農林水産省においては、有明海の漁業生産の不振の原因を究明し今後の対策を提言することを目的として、平成 12 年 3 月に「ノリ不作等対策関係調査検討委員会」（以下、「ノリ不作等第三者委員会」）を設置し、短期開門調査を含む開門総合調査を実施した。併せて、農林水産省を含む関係省庁においては、関係県と連携して、有明海海域環境調査（国土総合開発事業調整費調査（以下、「国調費調査」という。））及び行政対応特別研究等の各種調査を進めてきたところである。

また、平成 13 年 12 月に「ノリ不作等第三者委員会」で取りまとめられた「諫早湾干拓地排水門の開門調査に関する見解」の趣旨等を踏まえ、農林水産省において、有明海全体の環境改善の方策を講ずるための総合的な調査の一環として、平成 14 年 4 月から 1 ヶ月の開門調査（海水導入）の観測結果と、これと一体的に実施した干潟浄化機能調査及び流動解析等調査の結果を基に、有明海の環境変化への影響が指摘されている要因の一つである諫早湾干拓事業が有明海の環境に及ぼしていると思われる影響をできる限り量的に把握するため、短期開門調査を含む開門総合調査が実施された。

一方、中・長期開門調査について、農林水産省は、短期の開門調査の結果及びその影響、有明海における各種調査の動向、ノリ作期との関係等の観点を踏まえて総合的な検討を行った上で、平成 14 年度中に設ける新たな場での議論を経て判断することとしており、平成 15 年 3 月 28 日に農林水産省（農村振興局長）からの委嘱により設置された「中・長期開門調査検討会議」（以下、「検討会議」）において、その取扱いを判断するために必要な論点整理が行われているところである。

本専門委員会は、第 3 回検討会議において、調査によって得られる成果、調査実施に想定される影響とその対策、調査に当たっての留意事項及び調査のあり方について、専門的、技術的な観点から検討し取りまとめを行うために専門委員会の設置が決定されたことを受け、平成 15 年 7 月に設置されたものである。

本専門委員会においては、8 回の専門委員会を開催して、「ノリ不作等第三者委員会」の見解及び見解公表後に得られた各種調査結果等の新たな知見、その他既存の資料等も踏まえ、広範かつ専門的な議論を積み重ねた。本報告書は、専門的、技術的観点から付託事項について検討、整理したものを取りまとめたものである。

2 中・長期開門調査の位置付け

ノリ不作等第三者委員会の「見解」の趣旨等を踏まえて実施された短期開門調査を含む開門総合調査は、諫早湾干拓事業による有明海の環境に対する影響の度合いを把握することを目的として実施された。今回、中・長期開門調査の検討を行うにあたっては、諫早湾干拓事業の有明海への影響の把握といった観点から、短期開門調査を含む開門総合調査、国調費調査及び行政特別研究などの調査成果等、ノリ不作等第三者委員会の「見解」以降に得られた新たな知見を踏まえ、中・長期開門調査によって期待される成果、調査によって想定される影響と対策、調査にあたっての留意事項、調査のあり方等について、専門的・技術的に検討し取りまとめたものである。

3 専門委員会の検討経緯

中・長期開門調査検討会議において、専門委員会の設置及び中・長期開門調査に係る専門的検討事項が決定されたことを受け、7月21日に第1回専門委員会が開催された。

第1回専門委員会においては、検討会議から付託された専門的事項をどのような手順で検討するかについて議論を行った。

第2回専門委員会（8月25日）においては、諫早湾干拓事業の環境影響評価、環境モニタリング、環境影響評価のレビュー等諫早湾干拓事業の環境関係調査の経緯、有明海の再生に向けた総合的な調査の一環である短期開門調査の結果、行政対応特別研究のうちの赤潮、有害プランクトンに係る研究・調査の現状、国調費調査の成果について報告を受け、質疑を行った。

第3回専門委員会（10月8日）においては、開門総合調査の全体とりまとめ（案）、行政対応特別研究の現時点の成果、国調費調査の成果について報告を受け、質疑を行うとともに、開門総合調査、行政特研、国調費調査をもとにして中・長期開門調査の検討を進める方針を確認した。

第4回専門委員会（10月28日）においては、有明海の海域環境や漁業生産の実情と改善に関する、これまで行われた諸般の学術的調査、研究や報告を幅広い観点から整理し、今後の議論に反映することとした。また、中・長期開門調査に係る専門的事項について、ノリ不作等第三者委員会の見解に示された6項目ごとに、専門委員会の議論を集約し、中・長期開門調査でどのような成果が期待されるのか等について検討を進めることを確認した。

第5回専門委員会（11月9日）においては、第4回の議論を受けて、各委員が専門的事項に関する意見を書面で提出した。また、短期開門調査における被害回避対策結果並びに中・長期開門調査実施に想定される影響と対策についての報告を受けた。これらを踏まえて、中・長期開門調査に係る専門的事項について、前回に引続いて検討を行った。

第6回専門委員会（11月19日）においては、検討会議に対し経過報告を行ったこと及び検討会議委員からの意見について報告を受けた。また、前回までの検討及び開門方法の考え方等並びに有明4県の漁業生産及び環境条件の経年変化についての報告を踏まえ、中・長期開門調査に係る専門的事項について検討を深めた。

第7回専門委員会（11月30日）においては、検討会議から付託された専門的事項に係る報告書原案について検討を行った。

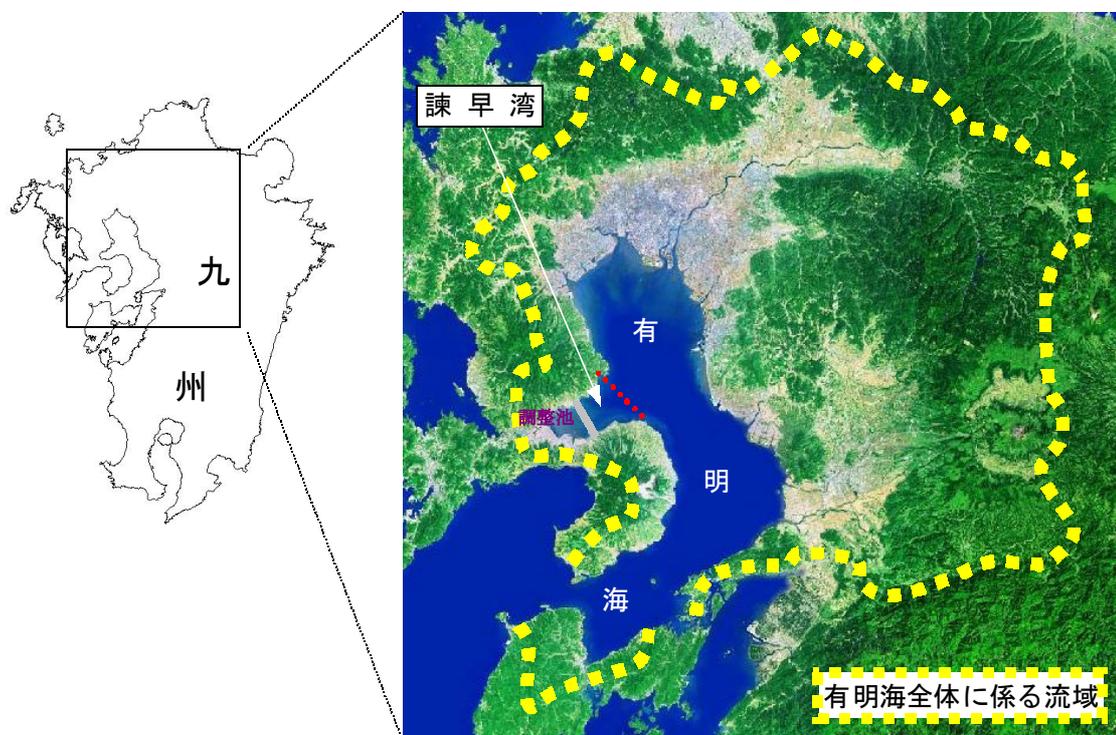
第8回専門委員会（12月13日）においては、前回に引き続き、検討会議から付託された専門的事項に係る報告書案について検討を行った。

4 有明海と諫早湾干拓事業

(1) 地形

有明海は、九州の西岸に南から入り込んだ内湾で、その流域面積は約 8,300 km² を有し、湾軸の延長 96 km、平均幅 18 km で、水域面積が約 1,700 km² であるのに対し、湾口の幅は狭く、我が国の主な内湾の中でも極めて閉鎖性が高いことが地形的特徴となっている（図 4-1）。

また、諫早湾は、有明海の湾奥西側にある支湾で、水域面積は約 75 km²、流域面積は約 328 km² とそれぞれ有明海の 4.4 %、4.0 % を占めている。なお、諫早湾干拓事業の潮受堤防で締切った面積は約 36 km² であり、その流域面積は 249 km² で有明海に占めるそれぞれの割合は 2.1 %、3.0 % である（表 4-1）。



※有明海の範囲を熊本県長洲町から長崎県有明町を結ぶ線より北側に限定し、この線より南側を島原湾と区別して呼ぶ場合もあるが、ここでは早崎瀬戸までの全体を有明海と呼ぶ。

図 4-1 有明海周辺の地形の状況

諫早湾干拓事業は、背後低平地の高潮、洪水、常時排水不良等に対する防災機能の強化と大規模で平坦な生産性の高い優良農地の造成を目的として、昭和 61 年度に着工され、平成 18 年度完了を目指して工事が進められている。主要造成施設は、潮受堤防約 7km、農用地等 816ha 及び調整池面積約 2600ha である。潮受堤防は、平成 4 年度に本格工事着手後、平成 9 年 4 月の締切りを経て平成 11 年度に完成している。また、調整池は水位を -1.0m に管理することにより、背後低平地の常時排水不良を解消するとともに、高潮、洪水に対する防災機能の強化が図られている（図 4-2）。

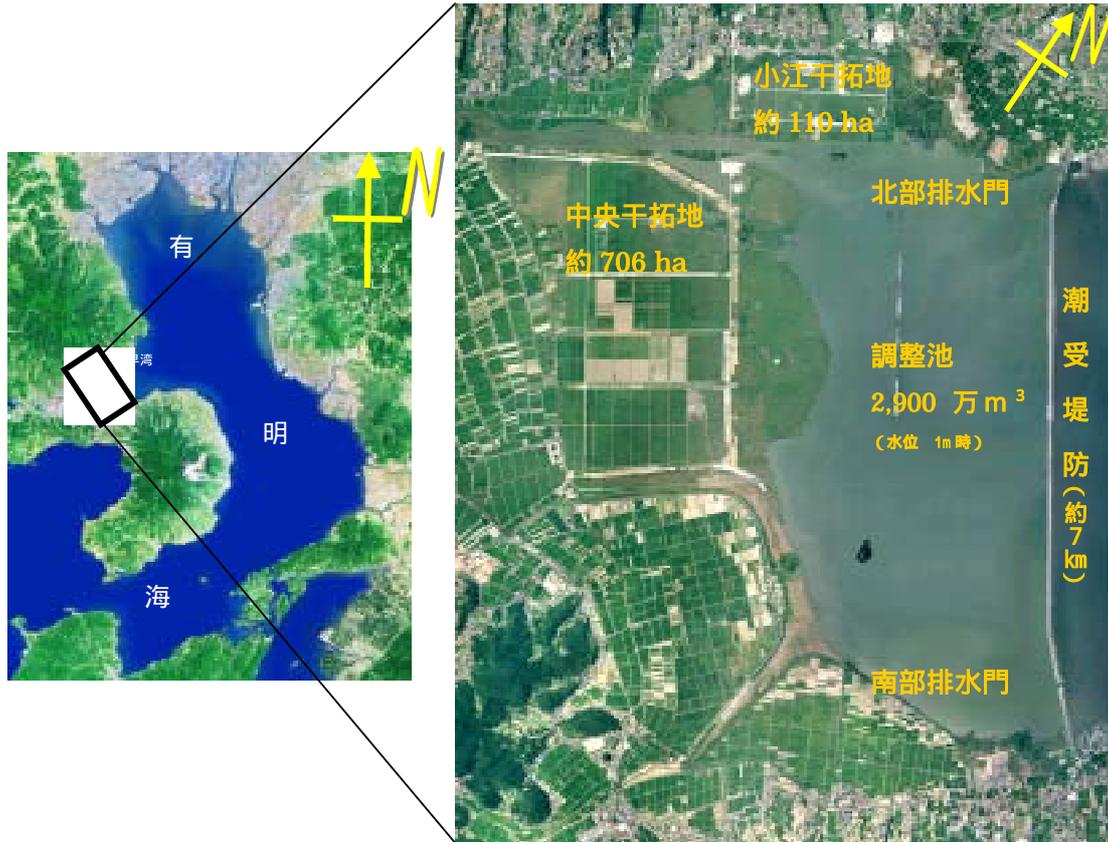


図4-2 諫早湾干拓事業地区の状況

なお、諫早湾干拓調整池の面積、容量等については、表 4-1 に示した。

表4-1 有明海・諫早湾・調整池に関する面積、容量等の諸元

項目	有明海 <small>注1)</small>	諫早湾 <small>注2~4)</small> (有明海に対するパーセント)	調整池 (有明海に対するパーセント)
面積 (km ²)	約 1,700	約 75 (4.4%)	約 20 (1.2%) (管理水位標高-1m時)
流域面積 (km ²)	約 8,300	約 328 (4.0%)	約 249 (3.0%)
容量 (億m ³)	約 340	約 5 (1.5%)	約 0.29 (0.08%)
年間流入量 (億m ³) (昭和53~62年平均)	約 145	約 6.6 (4.6%)	約 4.3 (3.0%)
潮位	朔望平均満潮位 <small>注5)</small>	標高 +2.563m	管理水位 標高-1.0 ~ -1.2m
調整池水位	朔望平均干潮位 <small>注5)</small>	標高 -2.358m	

出典：日本海洋学会 日本全国沿岸海洋誌[1985]；九州農政局 諫早湾干拓事業計画（一部変更）に係る環境影響評価書；九州農政局 国営諫早湾土地改良事業変更計画書；気象庁 平成15年潮位表

- 注1) 有明海のデータには、潮受堤防内に係るものを含む。
- 注2) 諫早湾の面積、容量には、潮受堤防内に係るものは含まない。
- 注3) 諫早湾の流域面積は、地形図を用いて求めた。
- 注4) 諫早湾の容量は深浅測量結果から概略的に算定した。
- 注5) 朔望平均満潮位、朔望平均干潮位は湾奥の気象庁大浦検潮所のデータによる。

(2) 流入する河川流量

有明海に流入する水量は、日平均で約 3,800 万 m³ あり、そのうち約 7～8 割が筑後川をはじめとする有明海東側の流域から流入している。これに対応して、有明海に流入する負荷量も約 7～8 割は有明海東側の流域から流入している。

なお、本明川を含む諫早湾干拓調整池の流域からの流入水量及び負荷量が有明海全体に占める割合は、ともに 1～2%となっている(図 4-3)。

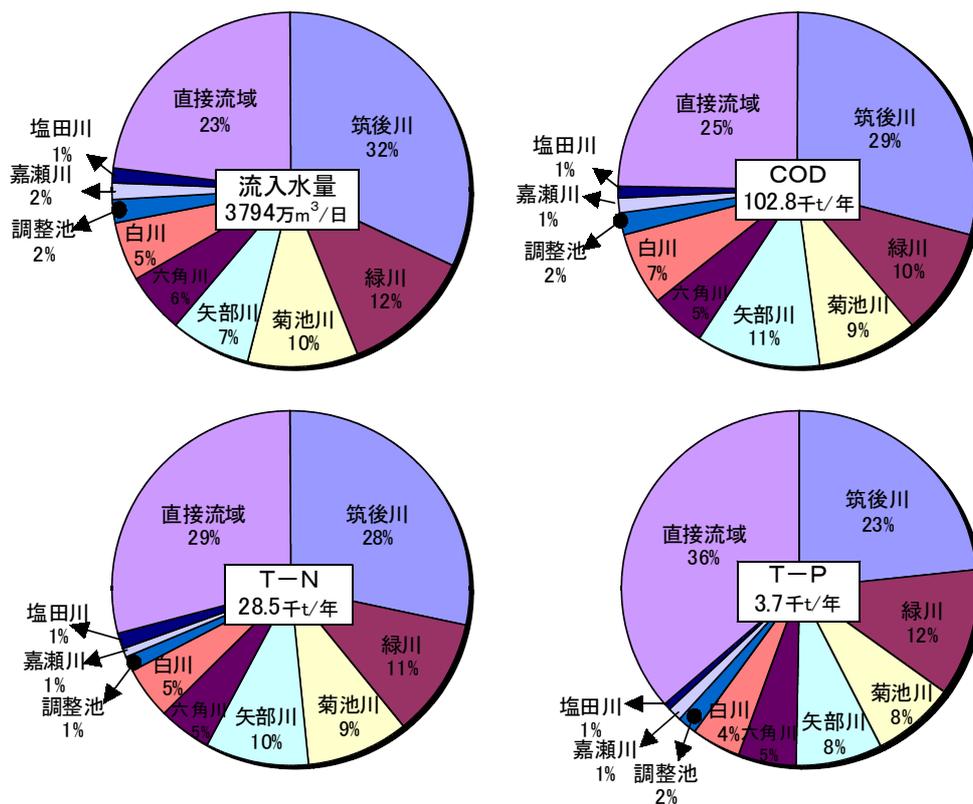


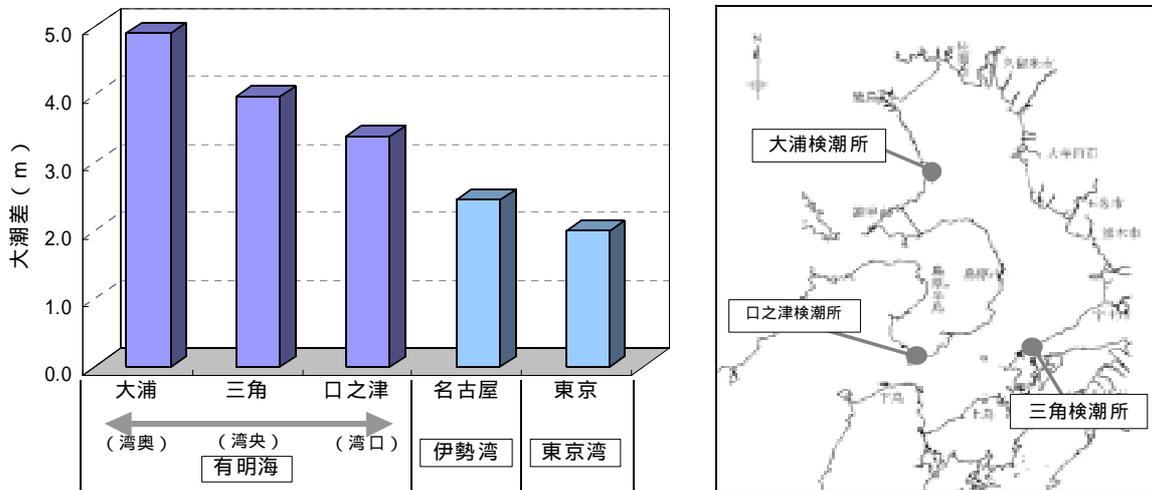
図 4-3 有明海に流入する水量と負荷量 (平成13年)

(出典：有明海海域環境調査報告書(2003)、表3.2.7及び参表3.2.2から作成)

なお、有明海は濁った海と呼ばれているが、これは阿蘇火山帯を源とする筑後川、矢部川、菊池川、白川、緑川などから流れ込んだ微細な粘土粒子、シルトなどが浮泥化して、潮流によって運搬、沈降、堆積を繰り返しているためである。この浮泥は、栄養塩の凝集・吸着、拡散に加え、有明海の持つ自浄作用に大きく寄与するとともに、沈降した浮泥は底生生物の餌料にもなっている。

(3) 潮位・潮流

有明海は、その特異な地形条件を反映して、我が国でもっとも潮差の大きい海域で、潮差が湾口部から湾奥部に向かって大きくなっていくという特徴を有しており、大潮差（大潮時の潮差の年平均値）をみると、有明海湾口部の口之津で 3.4 m、湾奥の佐賀県大浦で 4.9 mとなっている。なお、我が国各地の大潮差を比較すると、太平洋に面した東京湾、伊勢湾の大潮差は、それぞれ 2.0 m、2.5 mであり、有明海では湾口において既に大きい大潮差がさらに湾内で増幅されることにより、有明海の特徴である我が国最大級の干満差を形成している（図 4-4）。



注) 大潮差は、気象庁の潮位実況の最近 5 カ年間（平成 9 ～ 13 年）の朔望満潮位と朔望干潮位の差を表示

図 4-4 有明海、伊勢湾及び東京湾の大潮差

一方、有明海の潮流は、平均大潮時の最強流速で湾奥部の早崎瀬戸で 6.6 ノット(3.3 m/s)を示すが、湾奥では 1 ~ 1.5 ノット(0.5 ~ 0.8 m/s)を示すとともに、流向は、湾軸方向に半日周期で変化し、上げ潮時と下げ潮時でおおむね逆向きとなっている(図 4-5)。

さらに、平均流は、有明海の湾奥部と湾央部で反時計回りの傾向が、これより南では湾口に向かう傾向がみられる(図 4-6)。

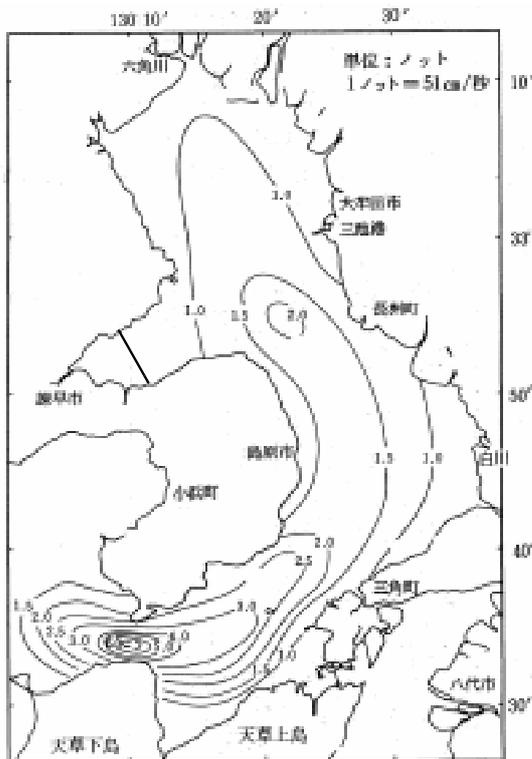


図 4-5 大潮期平均流速の分布
(海上保安庁(1978)による)

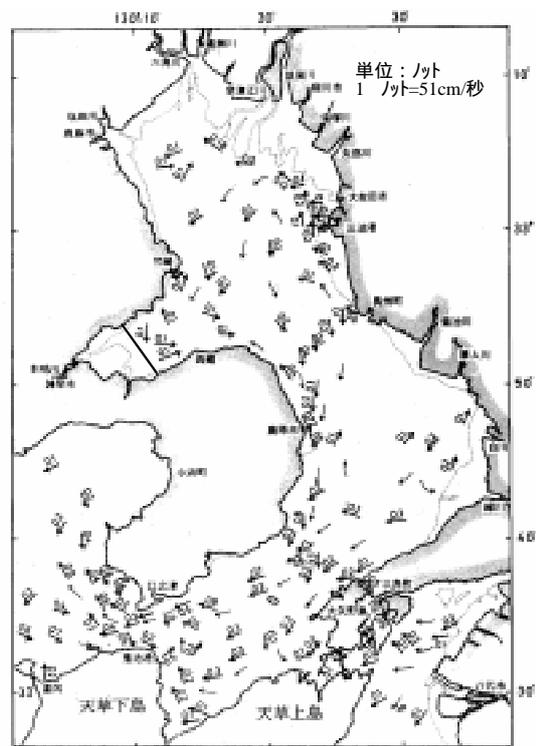


図 4-6 平均流の分布
(海上保安庁(1978)による)

(4) 干潟

有明海は、東京湾や大阪湾よりやや大きく、伊勢湾とほぼ同じ大きさで、平均水深は約 20m と全体的に浅く湾口部が狭い内湾である。また、有明海の潮汐は、日本最大で、大潮時の潮位差は奥部でとりわけ大きく 5 ~ 6m にも達し、これは東京湾の約 2.5 倍にあたる。

有明海においては、湾奥沿岸を中心として広大な干潟が発達しており、その面積は約 207km² で、わが国の干潟総面積の 40 % ほどを占めている。

有明海の干潟のうち砂質や砂泥質の干潟は、福岡県の筑後川、矢部川、熊本県の菊池川、白川、緑川等によって海域に流入した土砂の中で粒径の大きな砂などが河口域や有明海の東側に堆積したとされている。一方、泥質干潟は、阿蘇・久住山系の火山灰質の土砂からなる粒径の細かい粘土、シルト等が潮汐により沈降、堆積と巻上げによる再懸濁を繰り返しながら反時計回りの循環流などによって輸送され、流れの弱い六角川河口域から諫早湾に堆積したとされている。主な干潟としては、砂泥質干潟の菊池川河口域、緑川・白川河口域、また泥質の筑後川河口域、六角川（及び嘉瀬川）河口域、塩田川・鹿島川河口域等の干潟が挙げられる。

諫早湾干拓事業では、約 15.5km² の干潟が潮受堤防により締め切られたが、これは有明海の干潟面積の約 7.5 % にあたる（図 4-7）。

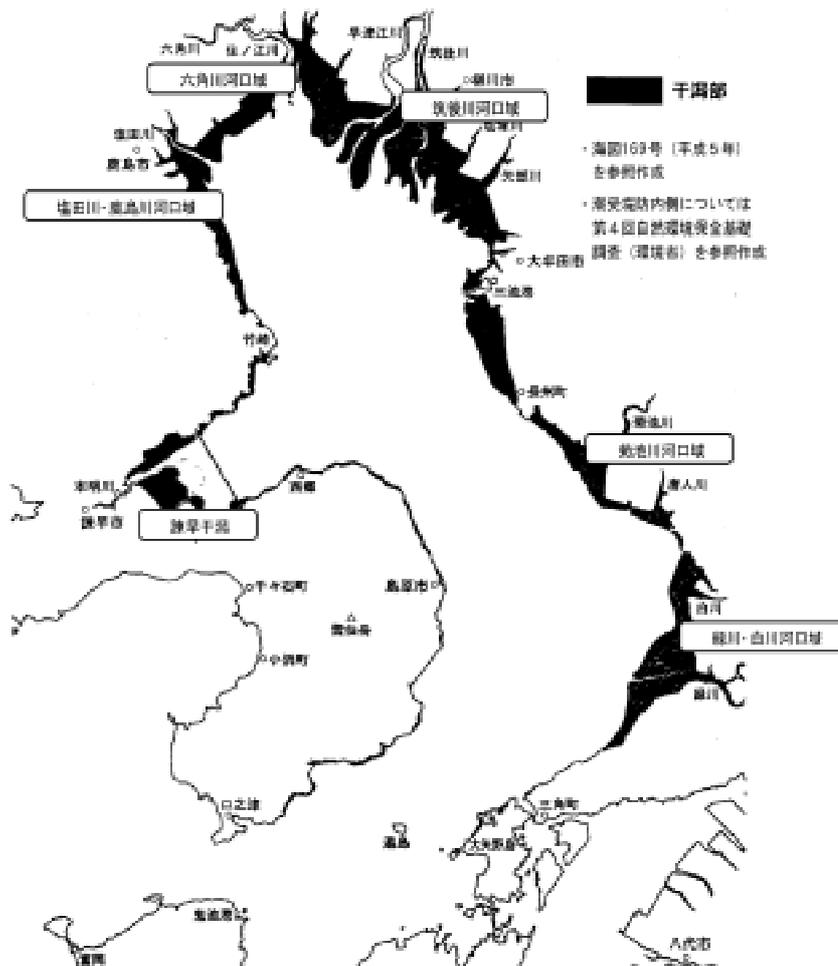


図 4-7 有明海における主な干潟の分布

(5) 環境モニタリング

有明海における漁場環境モニタリング（浅海定線調査）

有明海の漁場環境については、水産庁の漁場モニタリング事業である浅海定線調査により、福岡、佐賀、長崎、熊本の関係県と連携して長年にわたり調査が実施されており、その観測結果は各県地先における漁場の状況を把握するために活用されている（図4-8）。

なお、浅海定線調査では、水温、塩分、透明度、プランクトン沈殿量、溶存酸素量、化学的酸素要求量（COD）、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸態リン、ケイ酸態ケイ素等の項目を観測している。



図4-8 有明海における浅海定線調査の観測地点

諫早湾干拓事業に係る環境モニタリング

諫早湾干拓事業では、事業を実施するにあたり、長崎県環境影響評価事務指導要綱に基づいて、環境アセスメント（環境影響評価）を実施し、工事中及び事業完了後の周辺地域環境への影響の予測・評価を行うとともに、工事中及び事業完了後の環境保全が適切に図られるよう環境モニタリング計画（環境監視等）を定めた上で、工事を実施している。環境モニタリングの結果は、学識経験者で構成する「諫早湾干拓地域環境調査委員会」（長崎県県民生活環境部）に毎年度報告され、専門的立場から検討されている。

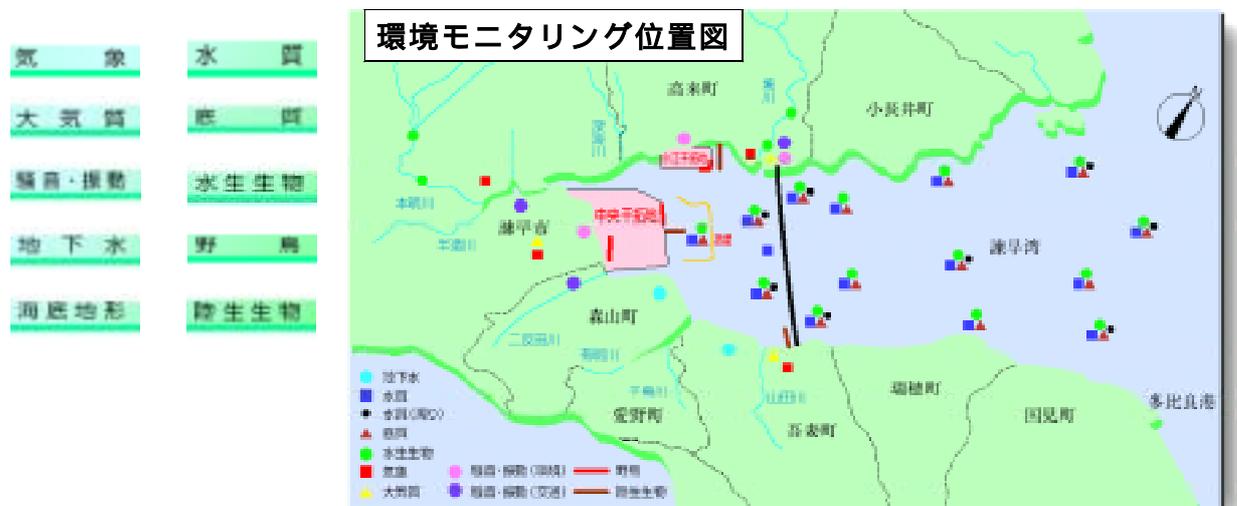
平成元年から継続的に実施しているモニタリング調査等の結果を用いて、環境への変化が環境影響評価の予測結果に沿って推移しているかどうかの検証について平成13年に行っているが、その概要は次のとおりである。

- ・潮位は、潮受堤防締切り以前から年々上昇する傾向にあり、堤防締切り後も上昇する傾向にあるが、同様の傾向は有明海以外でもみられ、諫早湾周辺に限った現象ではないと考えられる。また、潮流については、潮受堤防締切り後、堤防前面海域では流速が減少するものの、諫早湾湾口部に向かって減少幅は徐々に小さくなっており、当初の予測結果に沿った変化がみられている。一方、諫早湾外の調査地点では、潮受堤防の締切り前後で一様な変化の傾向がみられていない。
- ・諫早湾内の海域水質は、COD（化学的酸素要求量）、T-N（全窒素）、T-P（全リン）ともに、潮受堤防締切り前後に明確な変化はなく、経年的にほぼ横這いで推移している。
- ・プランクトンと底生生物は、潮受堤防締切り後、湾奥部では変化がみられるものの、諫早湾の湾口部では、潮受堤防の締切り前後を通じて、出現種類数、細胞数、個体数などに大きな変化はみられていない。

なお、平成14年度までのモニタリング結果の主な項目の概略を示せば以下のとおりである。

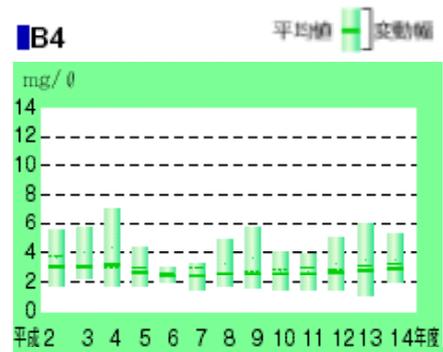
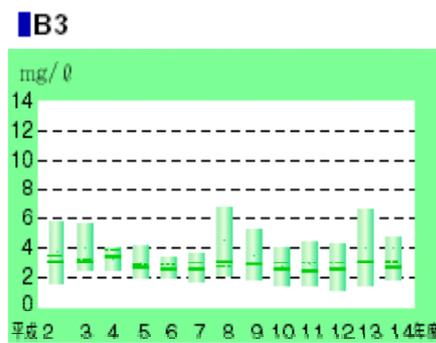
環境モニタリング

（諫早湾干拓事業環境モニタリングパンフレットより（平成14年度版））

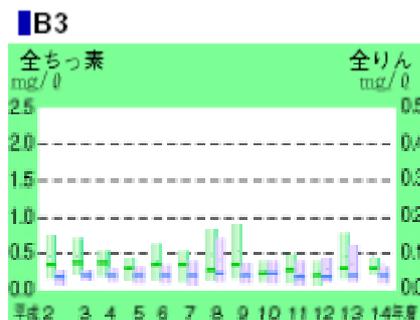




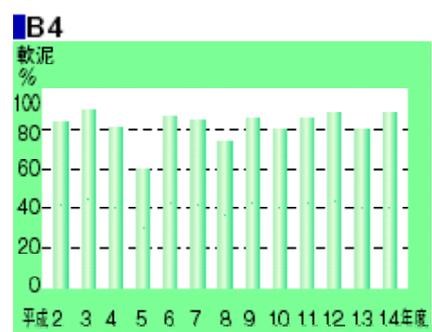
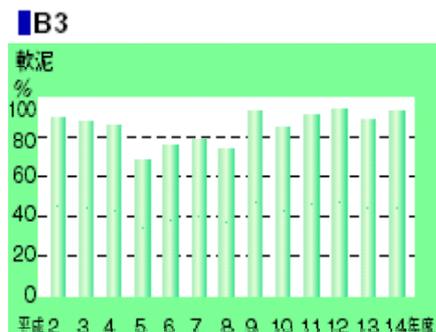
< 水質 >
化学的酸素要求量



全窒素、全リン

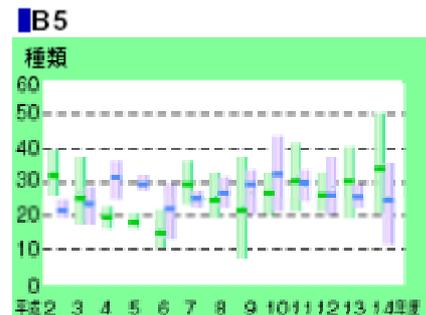
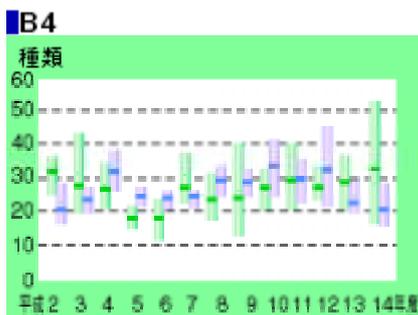
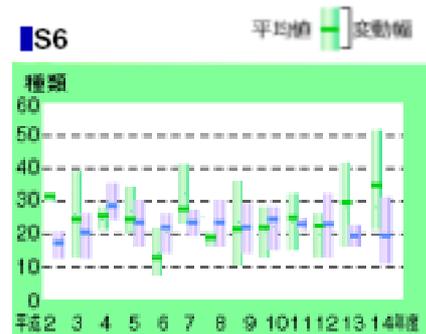
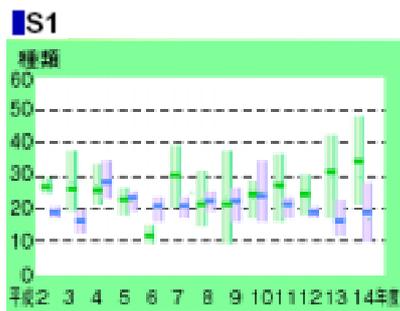


< 底質 >
粒度分布 (軟泥の占める割合)

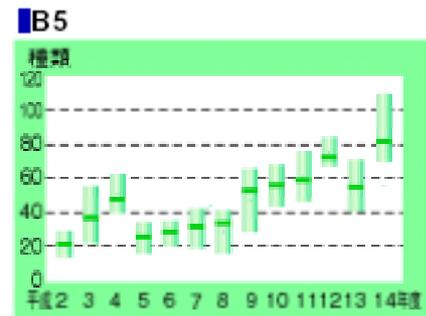
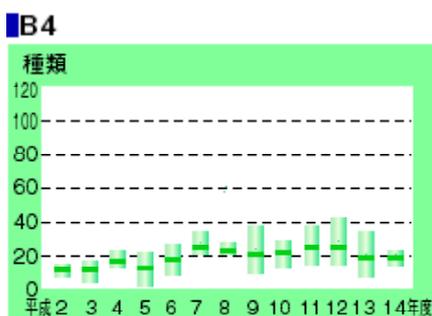
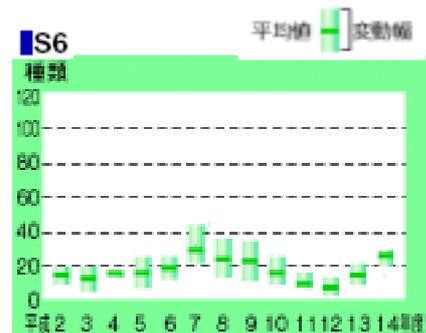
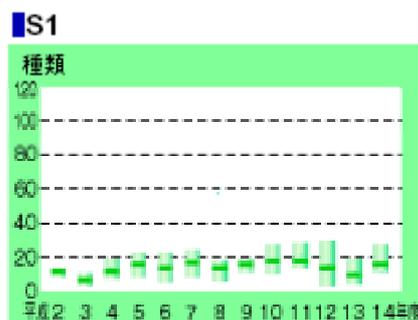




<水生生物>
プランクトン



底生生物



5 有明海の環境と漁業の状況

(1) 気象

○気温

年平均気温は上昇傾向にあり、1983年(昭和58年)から2002年(平成14年)までの最近の20年で約1℃程度高くなっている。また、ノリ漁期(10月から翌3月)についてみれば平均気温で、最近20年において約2℃程度上昇している(図5-1)。

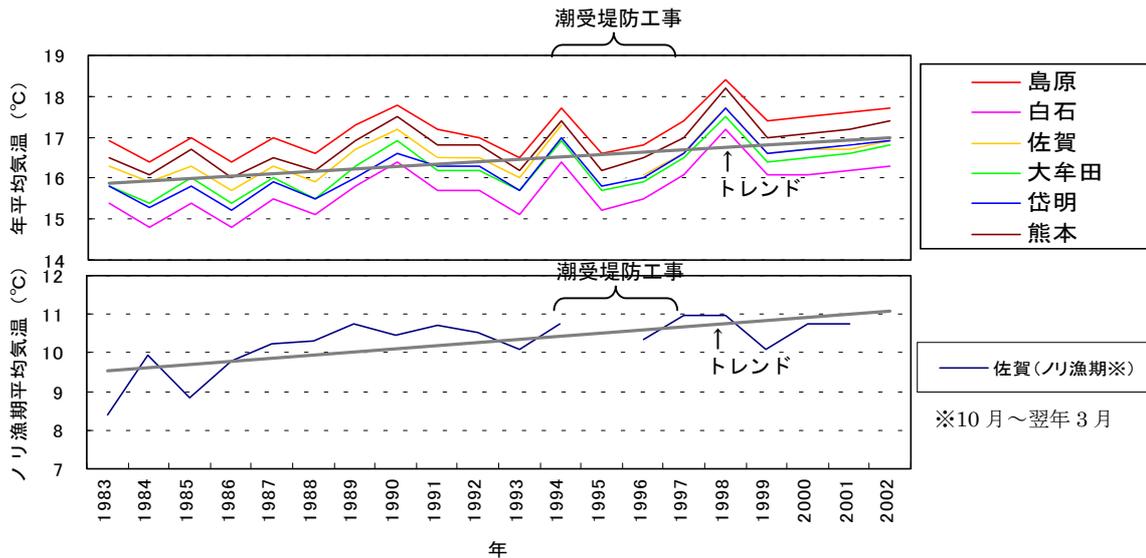


図 5-1 年平均気温とノリ漁期平均気温の推移

○降水量

年間降水量は最近の20年では2,000mm程度で推移しているとともに、1993年(平成5年)以降の最近10年間は年による変動が大きくなっている。また、1997年(平成9年)以降、年間降水量はやや減少する傾向を示している。ノリ漁期の降水量についても、年による変動はみられるものの500mm程度で推移している(図5-2)。

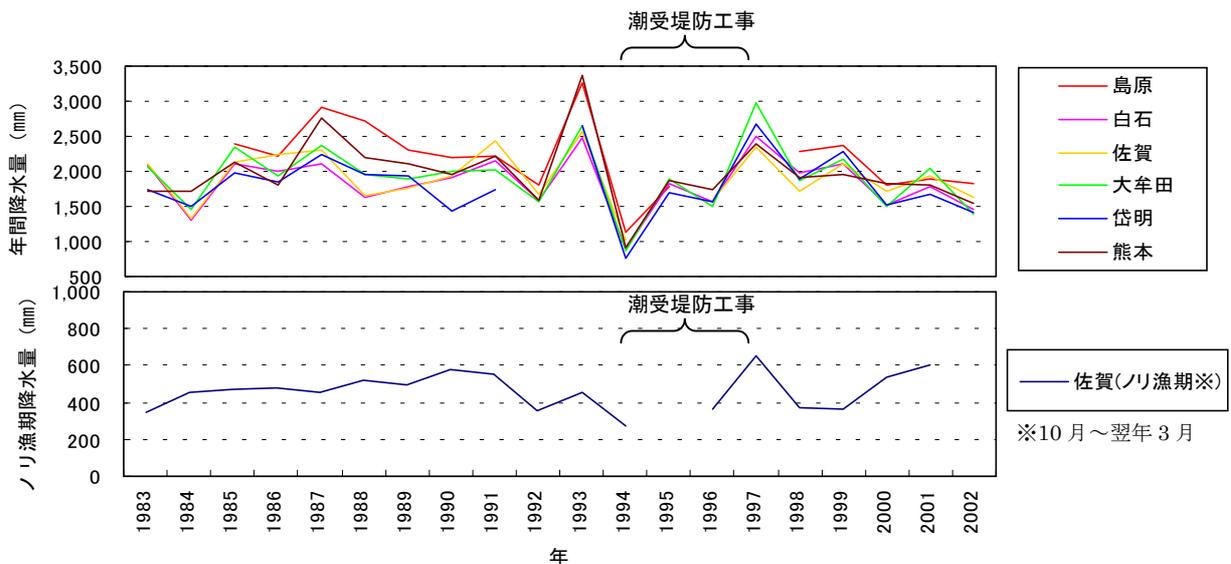


図 5-2 年間降水量とノリ漁期降水量の推移

○日照時間

年間日照時間は1983年（昭和58年）から1993年（平成5年）にかけて700時間程度の減少がみられた後、1994年（平成6年）には400時間程度増加し、その後は概ね横ばい傾向を示している。また、ノリ漁期（10月から翌3月）における日照時間は、最近の20年では概ね横ばいとなっている（図5-3）。

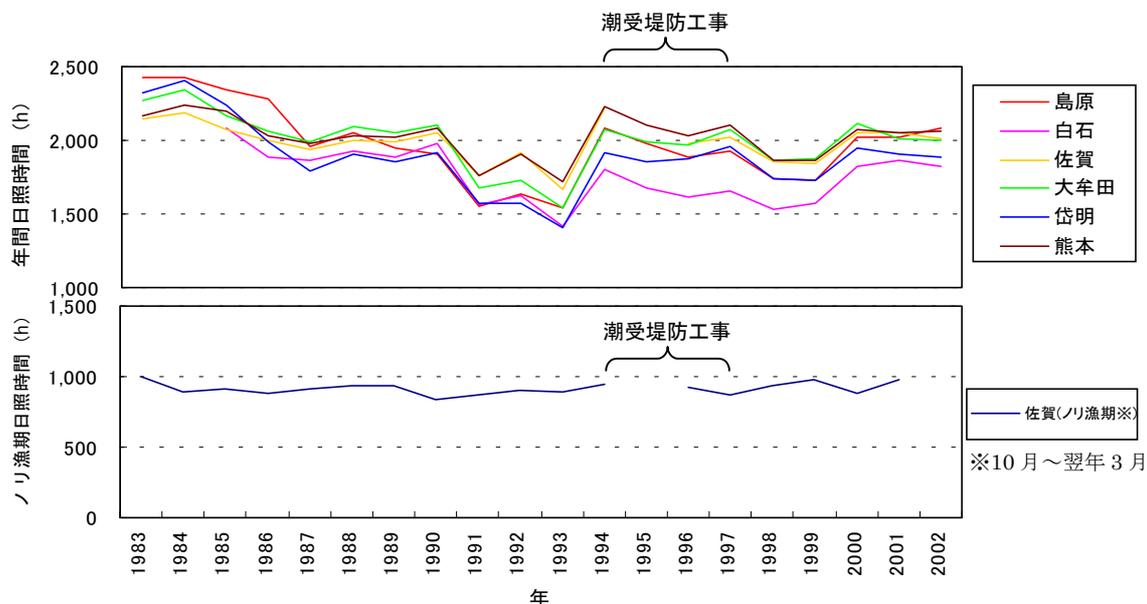


図 5-3 年間日照時間とノリ漁期日照時間の推移

○台風

九州地方に上陸または接近した台風の数、年による変動が大きく、最近の20年では平均4程度（最高：9、最低：1）で推移している（図5-4）。

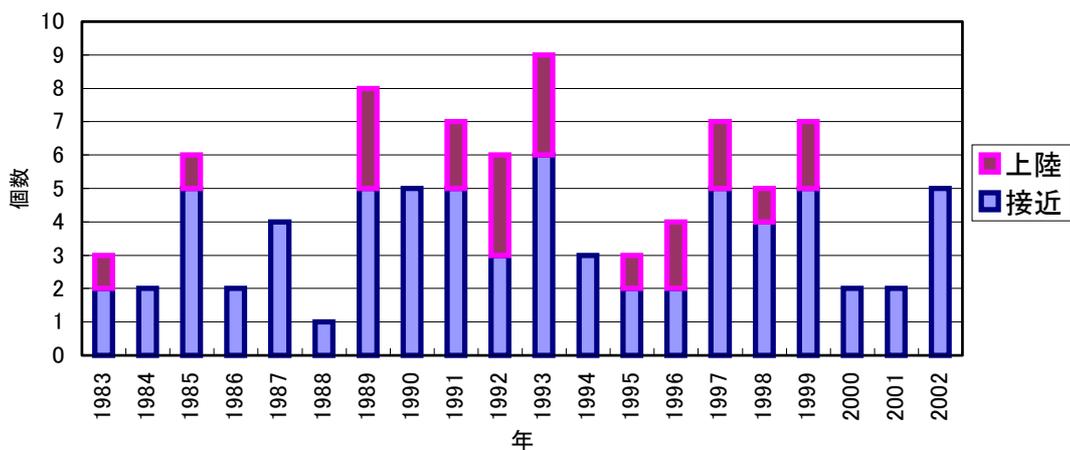
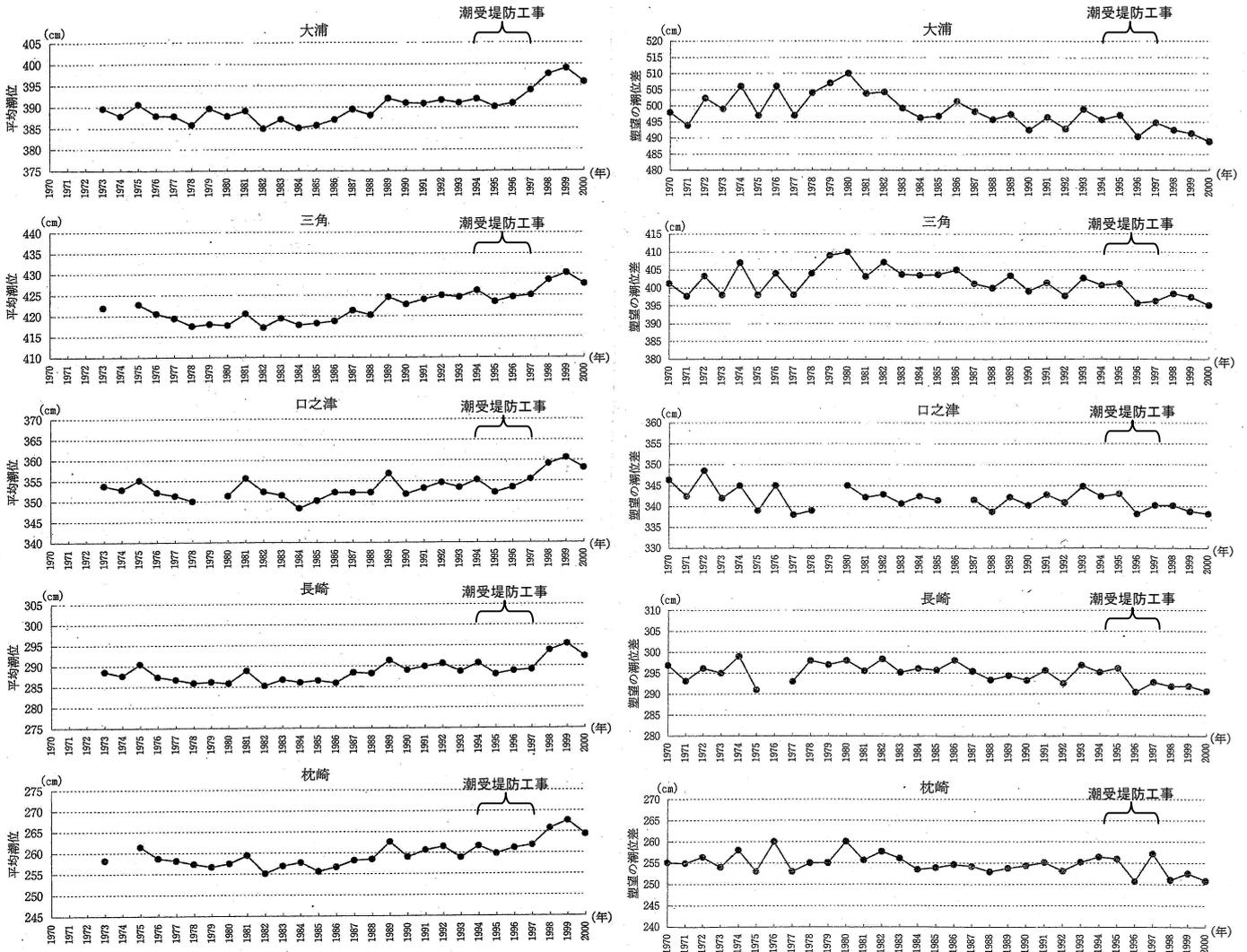


図 5-4 九州地方に上陸または接近した台風の推移

(2) 潮位・潮流

○潮位

有明海の平均潮位は、1984年(昭和59年)以降上昇しており、外海(長崎及び枕崎)においても同様の傾向がみられる(図5-5左図)。また、有明海の潮位差は、1980年(昭和55年)以降減少しており、この傾向は有明海湾奥部(大浦)において顕著であるとともに、外海(長崎及び枕崎)においても同様の傾向を示している(図5-5右図)。



注) ノリ不作等第三者委員会「有明海の30年の推移のとりまとめ結果」より引用

図5-5 有明海内・外部における平均潮位と大潮差の推移
(左図：平均潮位、右図：大潮差)

○潮流

有明海の潮流は、海上保安庁水路部によると、1973年(昭和48年)と2001年(平成13年)の潮流観測結果の比較から、「場所によって今回(2001年)調査した方が若干流速値が大きい傾向にあるが、ほぼ同等の潮流を示している。」とされている。

また、ノリ不作等第三者委員会の最終報告によると、「表層付近の流速の観測で以前より減った、変化はみられない、あるいは若干速くなった、などさまざまな報告がある。国調費によるシミュレーションでも1979年と2001年との流速の変化は明瞭でない。」とされている。

(3) 水質・干潟

○ 水温

最近 16 年間の有明海における年平均水温は、年による変動はみられるものの、長期的なトレンドとして高くなる傾向を示している。有明海と東シナ海（五島西沖、水深 10m）の海水温の変動傾向はよく一致しており、有明海における水温の上昇傾向も有明海の外海域での水温上昇（最近 5 年間はそれまでの 30 年間の水温の平均値に対して約 0.5℃以上高い状態）の影響を受けているものと考えられる（図 5-6）。

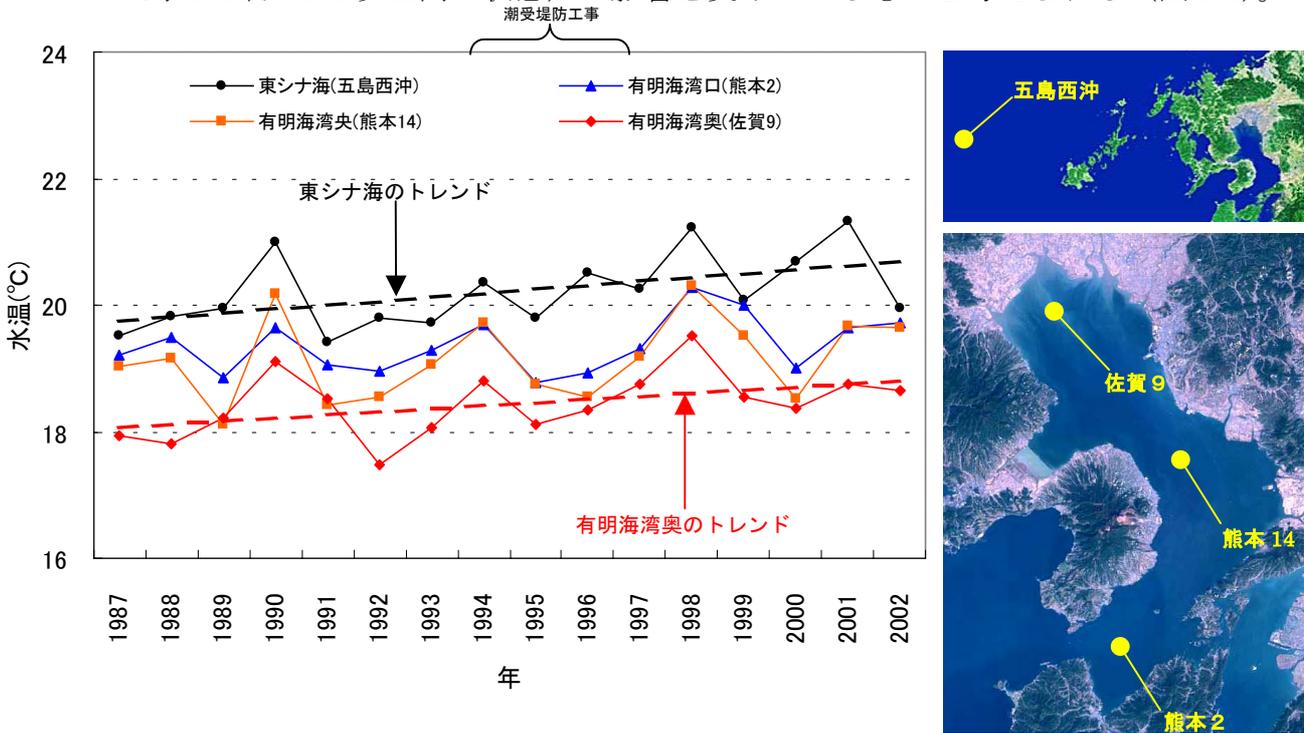


図 5-6 有明海及び長崎県五島西沖における年平均水温の推移

(浅海定線調査データ及び長崎県総合水産試験場データによる)

○ 塩分

最近 16 年間の有明海の年平均塩分は、ほぼ横這いで推移しており、降水量が多かった 1991 年や 1993 年には湾奥を中心に低下している。一方、1998 年の塩分低下は湾口での低下量が多いことから、外洋から流入する海水の塩分低下による可能性が考えられる（図 5-7）。

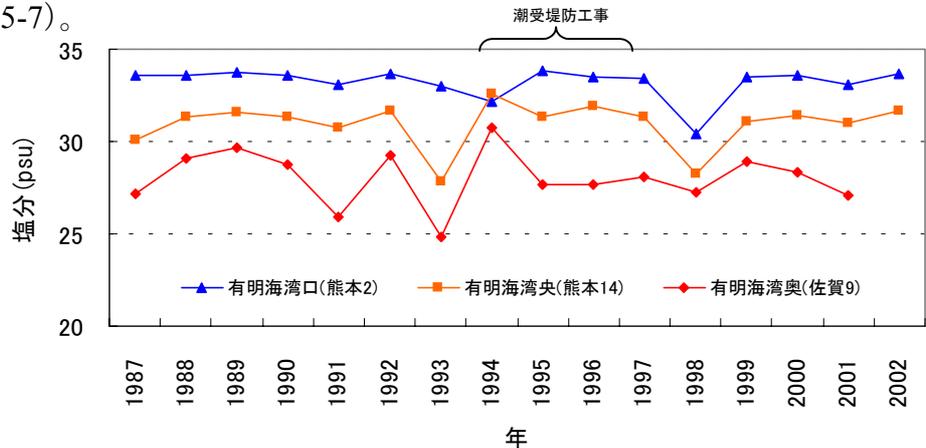


図 5-7 有明海における年平均塩分の推移（浅海定線調査データ）

(観測位置は図 5-6 参照)

○透明度、化学的酸素要求量（COD）、栄養塩

有明海の透明度は湾奥で1970年代から上昇傾向にある。(図5-8)。

また、有明海における化学的酸素要求量（COD），栄養塩は測定地点毎に数値が変化しているが、その変動幅は、CODでおおむね2~4 mg/L、全窒素でおおむね0.2~0.8 mg/L、全リンでおおむね0.02~0.10 mg/Lの範囲内である(図5-9)。福岡・佐賀県海域で近年CODが上昇する傾向がみられ、熊本県海域で全窒素が低下する傾向がみられる他は、いずれの項目、海域ともおおむね横這いの傾向で推移している。

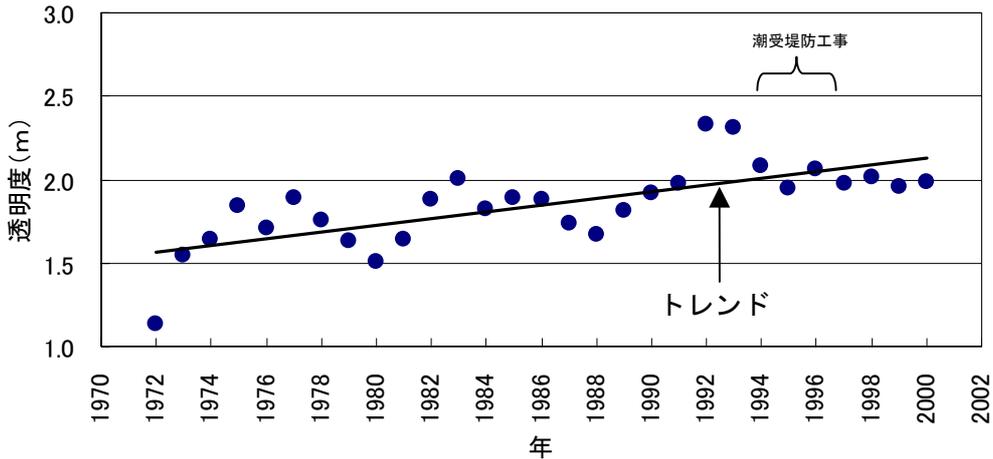


図5-8 佐賀県沖の透明度（全地点平均）
(佐賀県の浅海定線調査データによる)

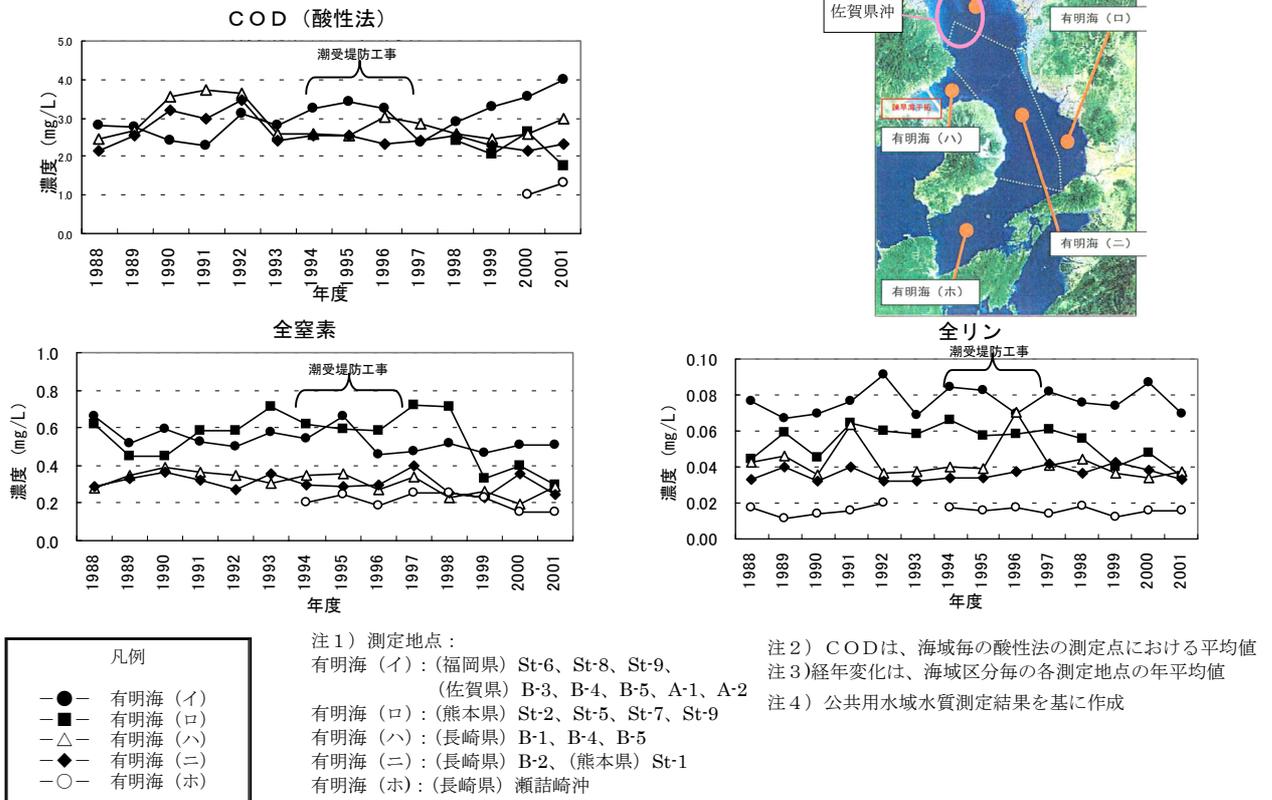
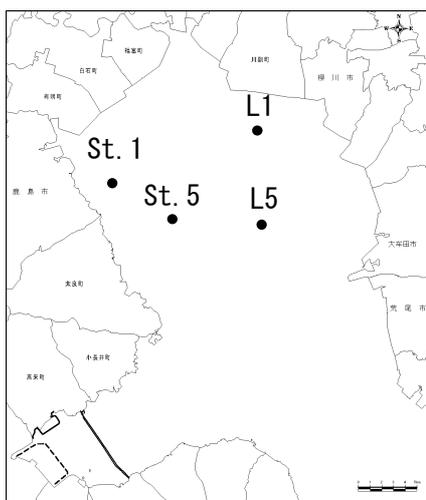
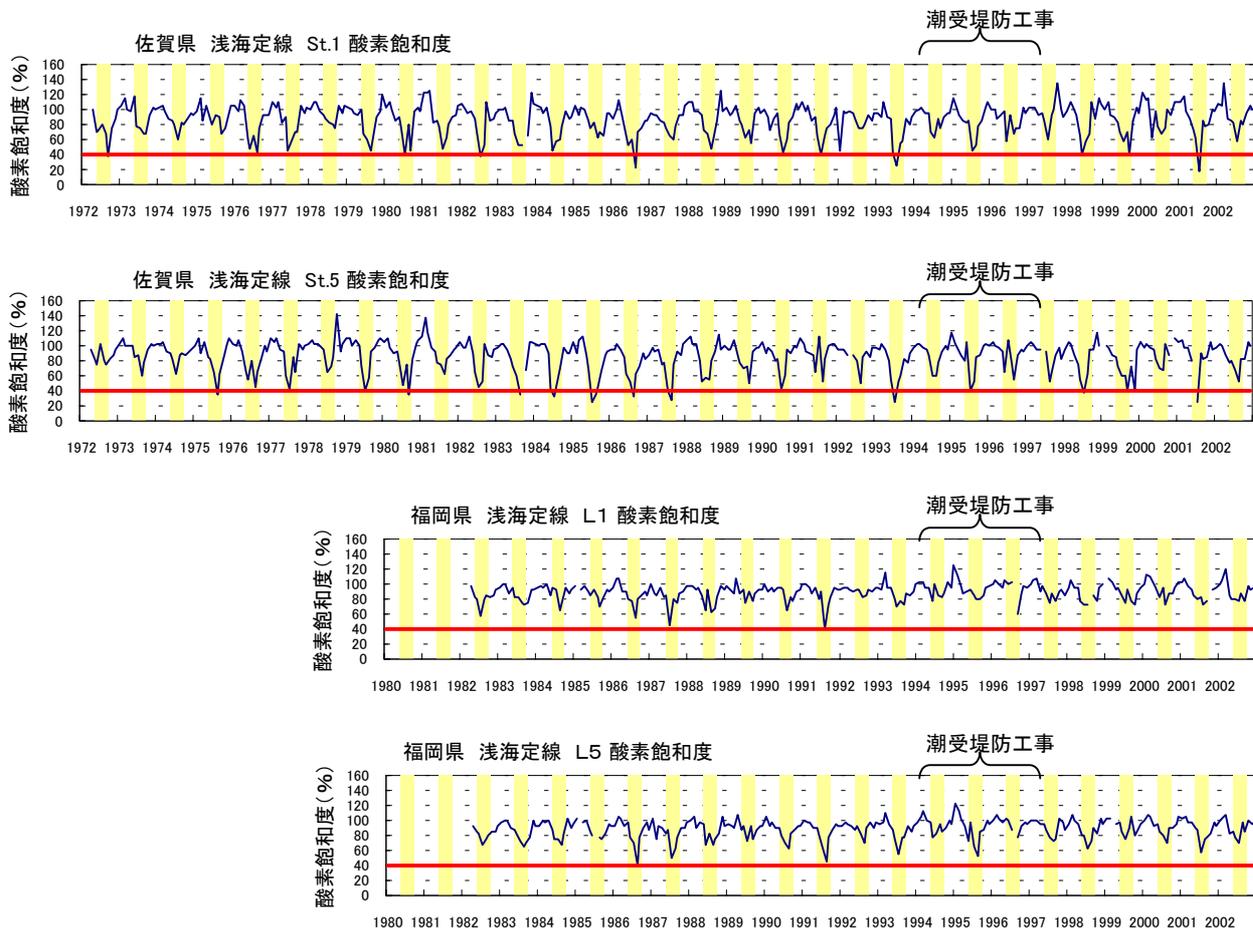


図5-9 有明海におけるCOD、全窒素、全リンの推移（公共用水域水質測定）

○酸素飽和度

底層（水底上 1.0m）の酸素飽和度は有明海灣奥で夏季に低下し、冬季に回復する年周期を繰り返している（図 5-10）。貧酸素現象（酸素飽和度 40%以下）は福岡県沖ではほとんど観測されていないが、佐賀県沖では 1970 年代から観測されている。

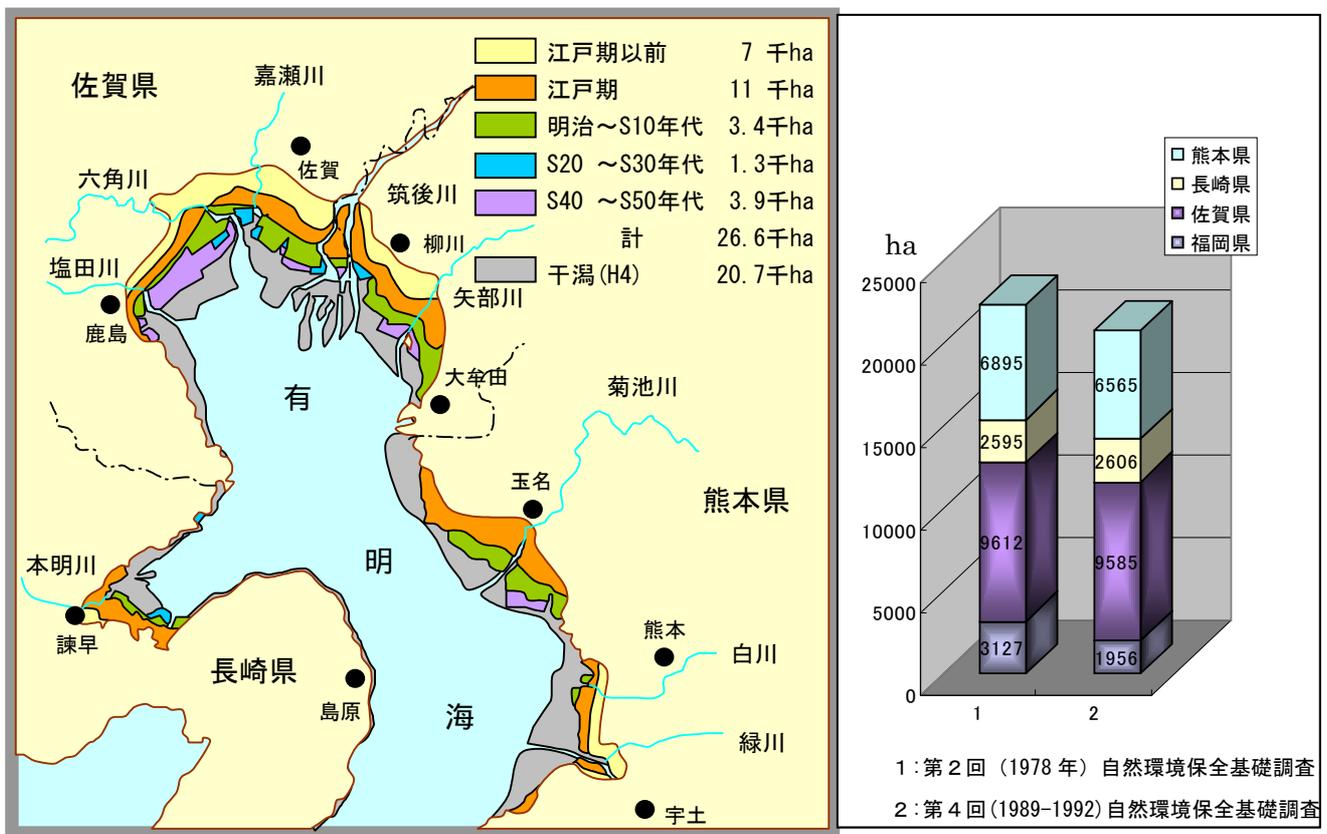


注) 貧酸素に関する定義については、溶存酸素濃度と酸素飽和度による 2 つの方法があり、その設定値については必ずしも定まっていない。このため、ここでは、観測された溶存酸素濃度をその時点での水温や塩分に基づいて酸素飽和度に換算し、この飽和度が 40% 以下の値になった場合を貧酸素とした。

図 5-10 有明海灣奥部における底層（水底上 1.0m）酸素飽和度の推移（浅海定線調査データによる）

○干潟面積

有明海は大きな干満差を有していることから、河川からの土砂の供給量の多い東側の沿岸を中心として広い干潟が形成されている。干潟は江戸時代以前から干拓されてきており、その面積は縮小している（図 5-11 左）。現在は約 2 万ヘクタールの干潟が存在しているが、江戸時代以降から昭和 50 年代までにはほぼそれに匹敵する干潟が干拓されている。また、近年においても、環境省が 1978 年に実施した第 2 回自然環境保全基礎調査と 1989 年から 1992 年に実施した第 4 回自然環境保全基礎調査の結果を比較すると、22,200ha から 20,700ha に 10 年余りの間に約 1,500ha（約 7%）の干潟が減少している（図 5-11 右）。



- * 「有明干拓史」（九州農政局有明干拓事業所）：干拓
- * 「農用地開発事業総覧」（農林省農地局開墾建設課監修）：干拓
- * 「有明海総合開発調査報告書」（農林省、通産省、運輸省、建設省、経企庁）
- * 「第4回自然環境保全基礎調査」（環境庁）：干潟

図 5-11 有明海における干拓の変遷と近年における干潟面積の推移

(4) 底質・底生生物

○底質

有明海の底質は、湾奥西側と熊本県沿岸部に粒子の細かい泥質、湾中央に砂質、湾口部には砂礫質の堆積物が分布している。

また、有明海湾奥の佐賀県側で細粒部が拡大している傾向が認められる。なお、底質の変化に応じて、タイラギの生産量を示した(図5-12)。

一方、諫早湾では、湾奥の一部で潮受堤防の施工中と締切後に粒度変化が観測されたが、諫早湾の湾口及び湾外の観測地点では、底質の粒度について一定の変化傾向はみられていない(図5-13)。

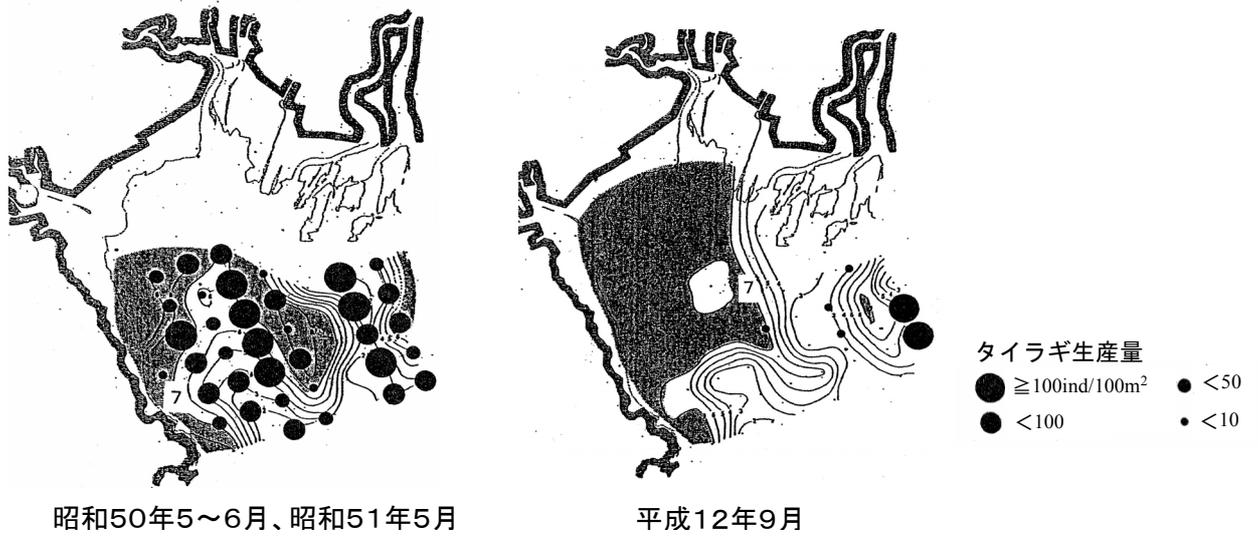


図 5-12 佐賀県沖の底質の中央粒径値(Mdφ)とタイラギの生産量の推移
(佐賀県有明水産振興センターによる。着色部はMdφ7)

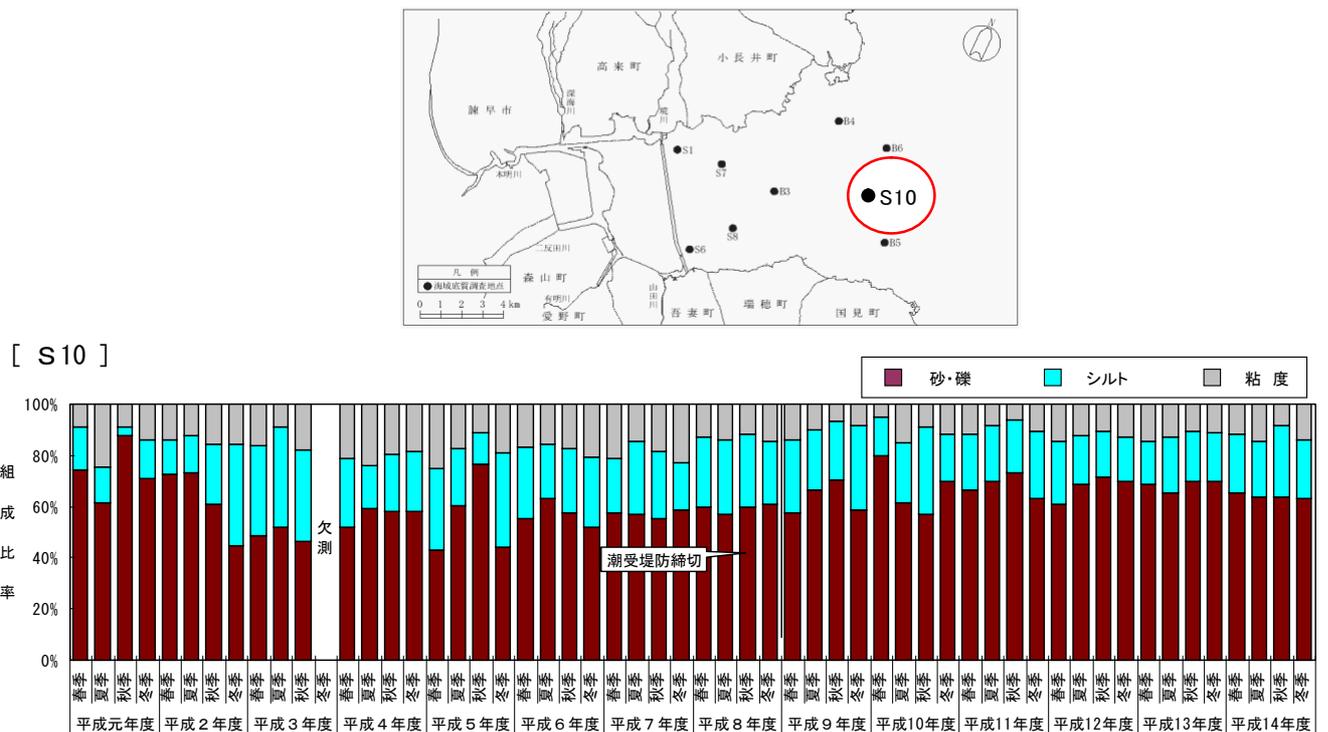
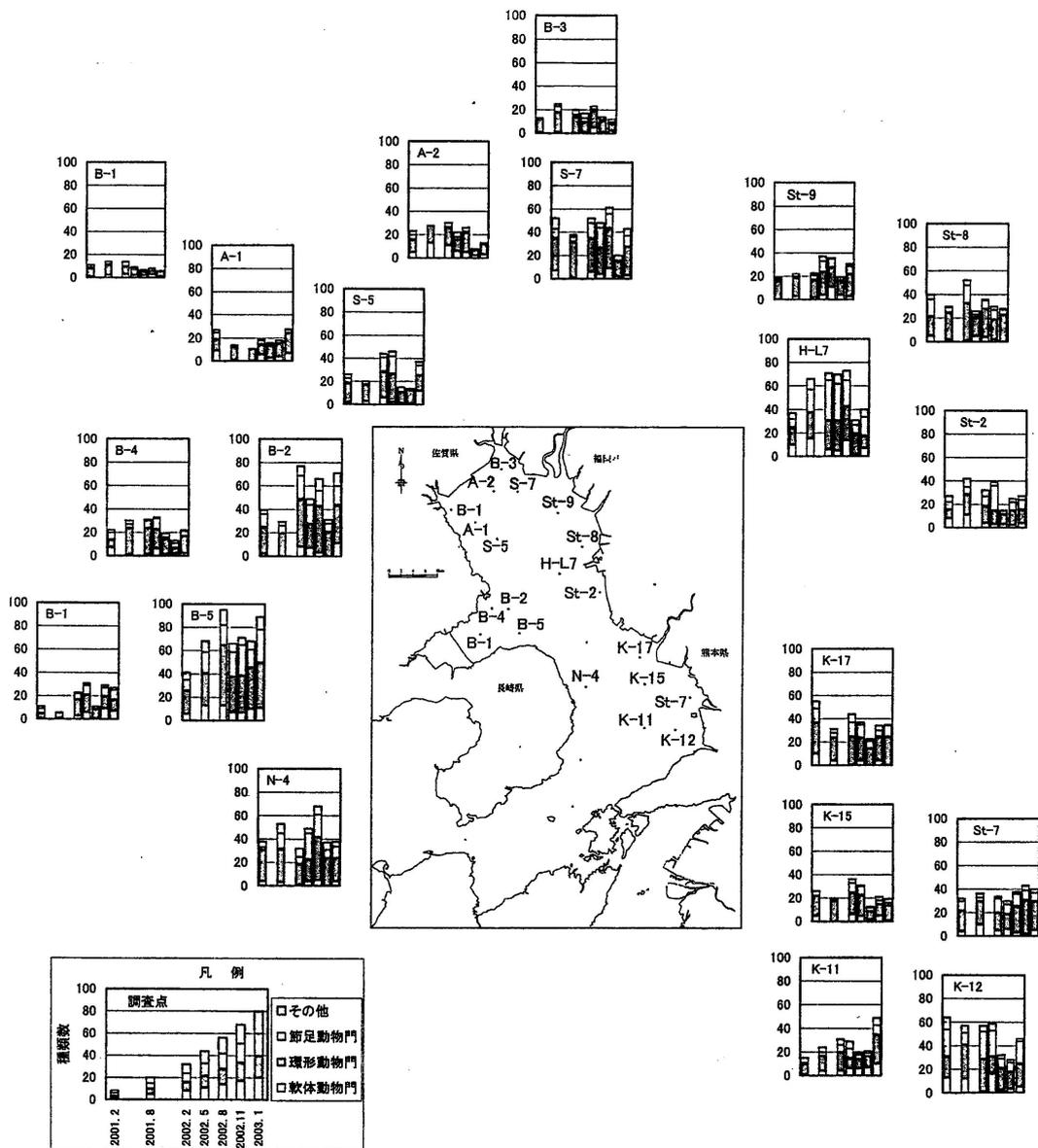


図 5-13 諫早湾内の粒度組成の推移

○底生生物

有明海の底生生物は種類数・個体数で湾奥部と湾東側の熊本県沿岸で少なく、多毛類の占める割合が高くなっている。有明海の湾中央部から湾口部は種類・個体数とも多くなっており、湾中央部では小型甲殻類の割合が高く、湾口部ではカニ類やヒトデなどが多くみられている。

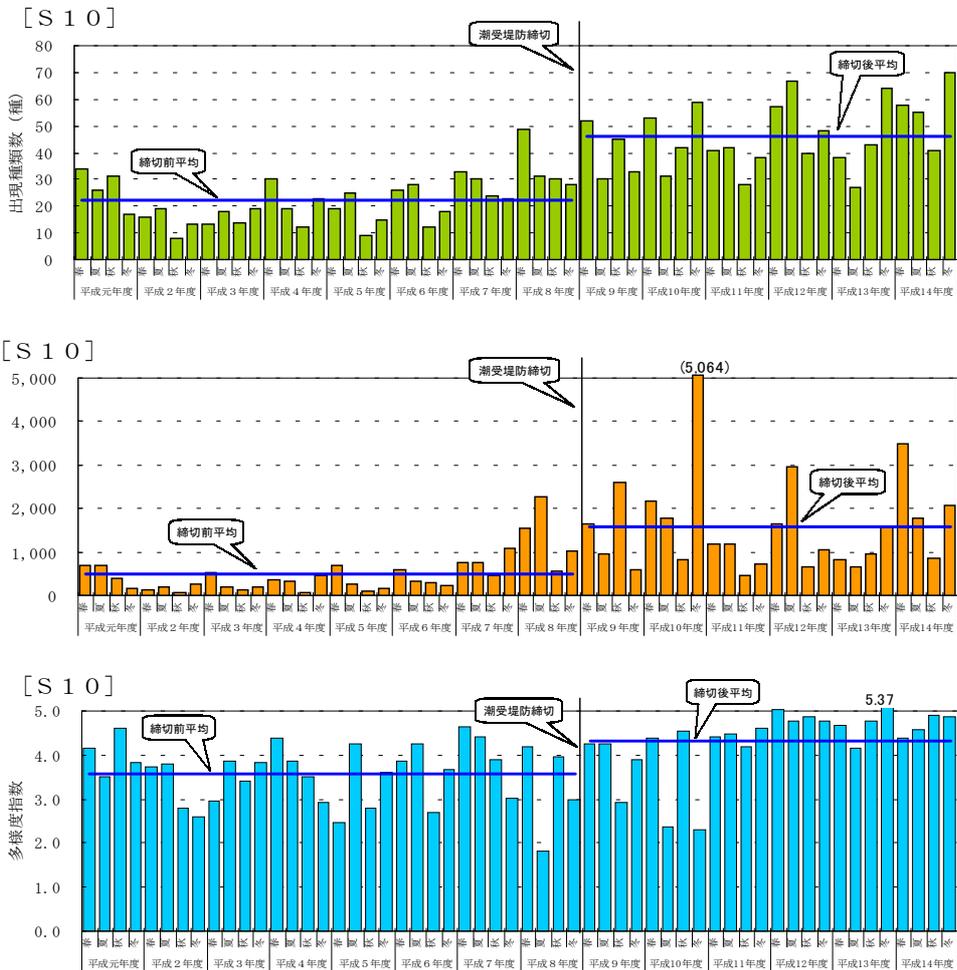
環境省が平成13年2月（冬季）および8月（夏季）に行った底生生物調査によると、マクロベントスの種類数・個体数は冬季と夏季で大差なく、門別にみても、冬季・夏季ともに環形動物の占める割合が高い調査地点が多い。メイオベントスは、冬季に種類数が多く、夏季に個体数が多い（図5-14）。



出典：環境省 有明海水質等状況調査の結果について（H15）

図5-14 底生生物種類数の分布

一方、諫早湾においては、湾口北側の B4 で潮受堤防締切前後の底生生物の出現状況に大きな変化を示さず、湾口南側の S10、B5 では、潮受堤防の締切前後で個体数の増加がみられる。また、多様性指数の観点からは、諫早湾湾口部で潮受堤防の締切前後で明らかな変化傾向はみられていない(図 5-15)。これらのことを勘案すると、締切前後で諫早湾湾口部の底生生物の生息環境に大きな変化は認められないものと考えられる。



(注) 多様性指数：生物群集内の多様性を示す数値尺度

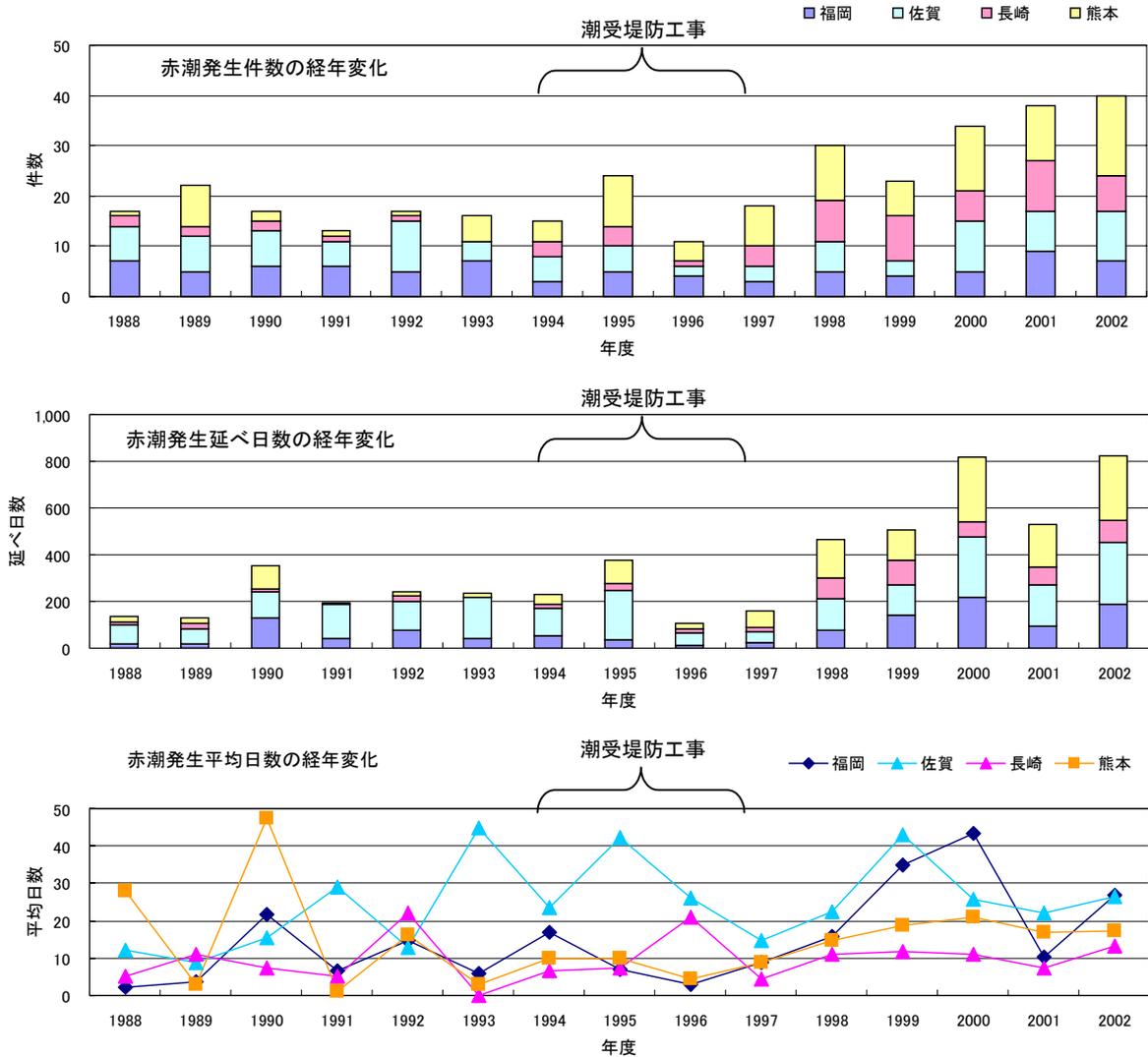
底生生物は移動性が小さいため、生育環境である底質の影響を強く受ける。一般的に、底質環境が悪化すると、そこに生息する底生生物の多様性が低下するとされている。

図 5-15 諫早湾における底生生物の推移

(5) 赤潮・プランクトン

○赤潮

1988年度以降の15年間でみると、有明海の赤潮発生件数は、長崎、熊本県沖で増加傾向にあるが福岡、佐賀県沖では横ばい傾向にあり、赤潮発生延べ日数は佐賀県沖を除く福岡、長崎及び熊本県沖で増加傾向にある。一方、赤潮発生平均日数は年度によるバラツキが大きく明らかな変化傾向はみられない(図5-16)。



注) 赤潮発生平均日数=赤潮発生延べ日数/発生件数

図 5-16 有明海における赤潮の発生件数、延べ日数、平均日数の推移
(九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」による)

ノリ不作があった2000年度（平成12年度）の12月には、赤潮が有明海湾奥の福岡、佐賀両県及び湾央の熊本県の海域で発生している（図5-17）。この赤潮を構成するプランクトンは、リゾソレニア・インブリカータ（*Rhizosolenia imbricata*）等を主とした大型珪藻類である（図5-18）。

また、有明海における珪藻類の休眠期細胞の存在密度は、2001年の調査データからは瀬戸内海に比較して高く、特に、スケルトネマ・コスタータム（*Skeletonema costatum*）とタラシオシラ（*Thalassiosira*）が瀬戸内海における平均値の10倍であり、有明海は珪藻赤潮が出現しやすい海域といえる（図5-19）。

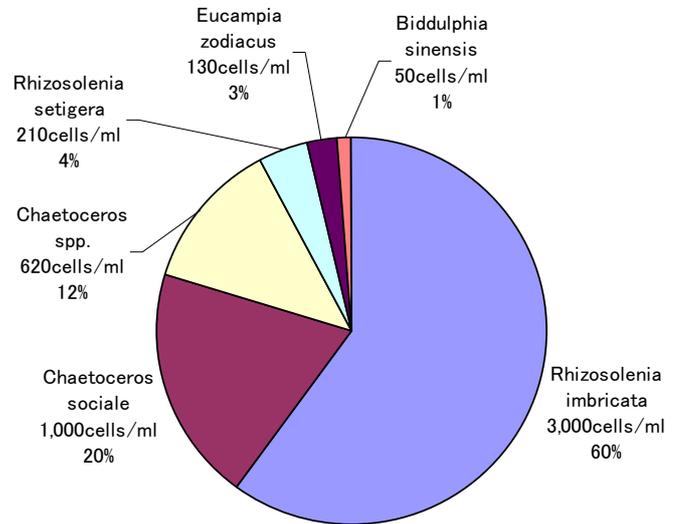


図5-18 平成12年12月に有明海福岡県地先全域で発生した赤潮のプランクトンの種構成

（九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」による）



図5-17 平成12年12月の赤潮発生状況

（九州漁業調整事務所「九州海域の赤潮」による）

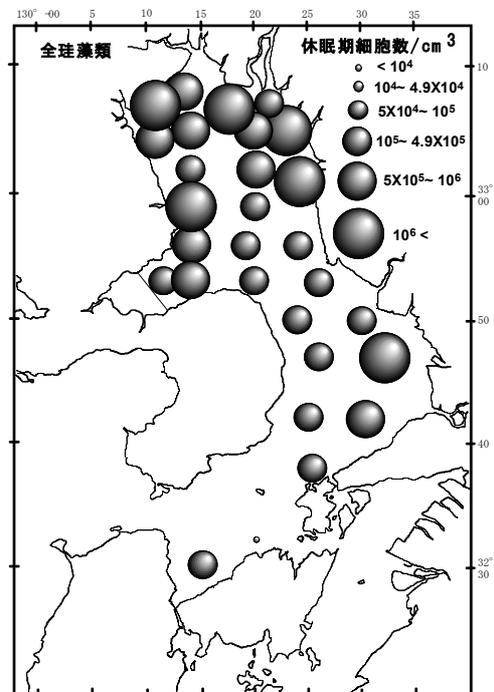


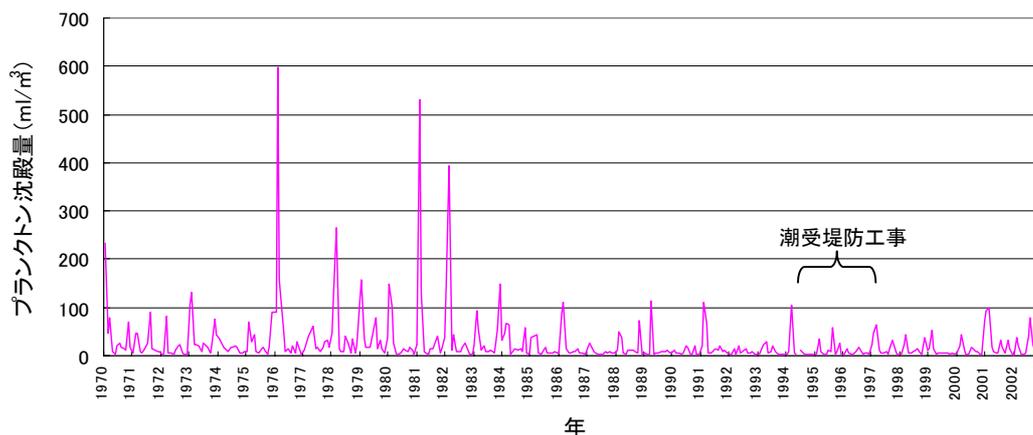
図5-19 有明海に主要な珪藻類休眠期細胞の存在密度（2001年）

（行政対応特別研究成果による）

○プランクトン

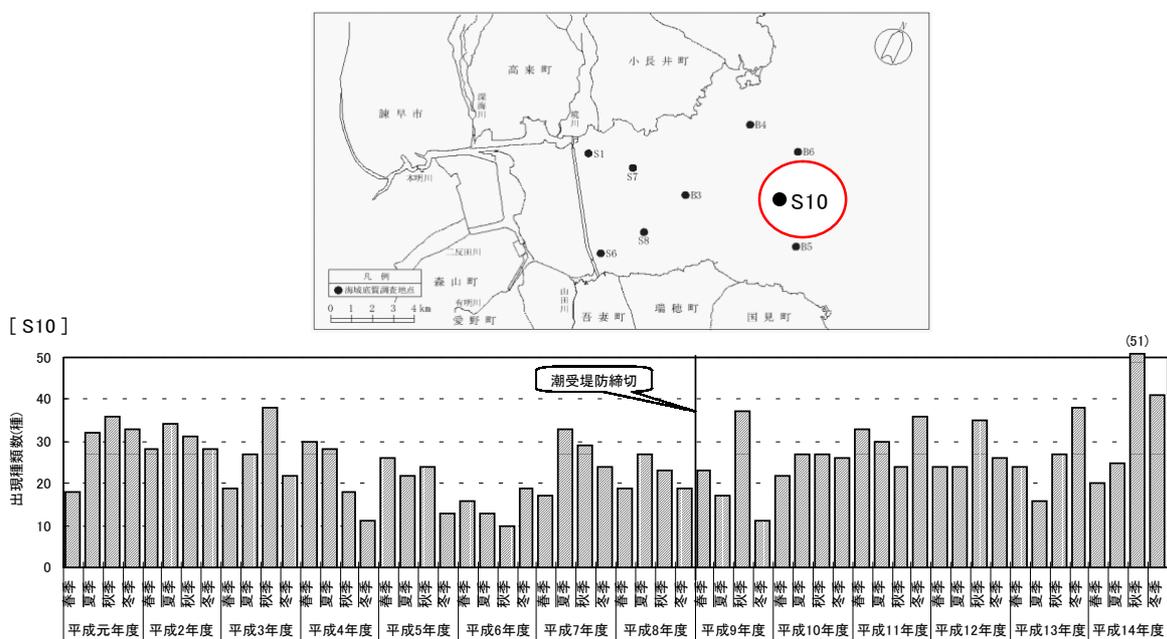
福岡県の浅海定線調査データでは、プランクトン沈殿量は、1980年代前半以前は年により $200\text{ml}/\text{m}^3$ を超えるピークがみられるものの、1980年代後半以降は横這いとなっている（図 5-20）。

諫早湾の植物プランクトンの種類数は、湾奥、湾口の調査地点とも季節変動はあまり明確でなく、出現種類数、細胞数、種構成などに経年的に大きな変化はみられない（図 5-21）。



注) ネット法（目合 0.1mm）により採取したデータによるものであり、微細プランクトンは含まれていない。

図 5-20 プランクトン沈殿量の推移
(福岡県浅海定線調査データによる)



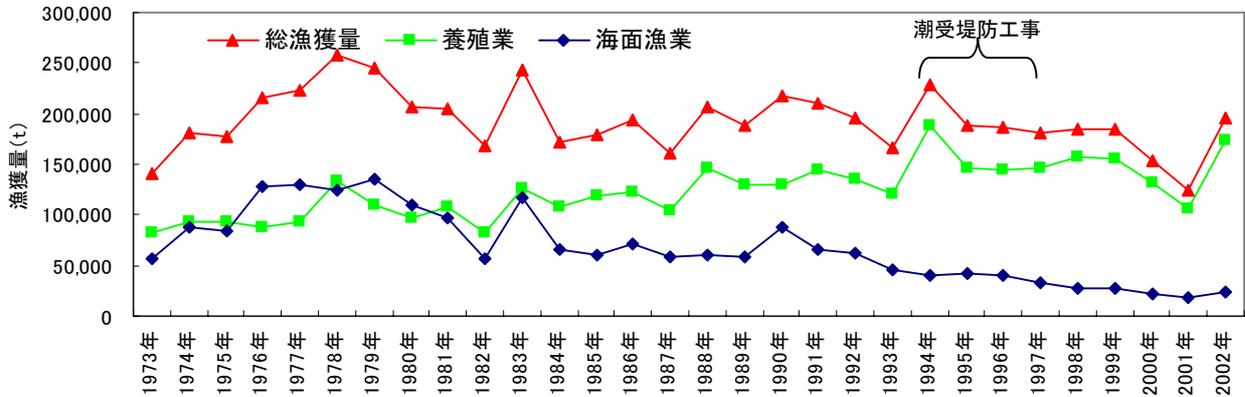
注) パンドン採水器を用いて水面下 0.5m から 10 リットル採水して植物プランクトンを採取し、種の同定、細胞数の計数を行った。

図 5-21 諫早湾における植物プランクトンの出現種類数の経年変化

(6) 漁業生産

○漁獲量の推移

有明海4県（福岡、佐賀、長崎、熊本）の総漁獲量は、年によって変動はあるものの、ほぼ一定であり、その内訳は、海面漁業が減少する一方、ノリ養殖業が増加している（図5-22）。

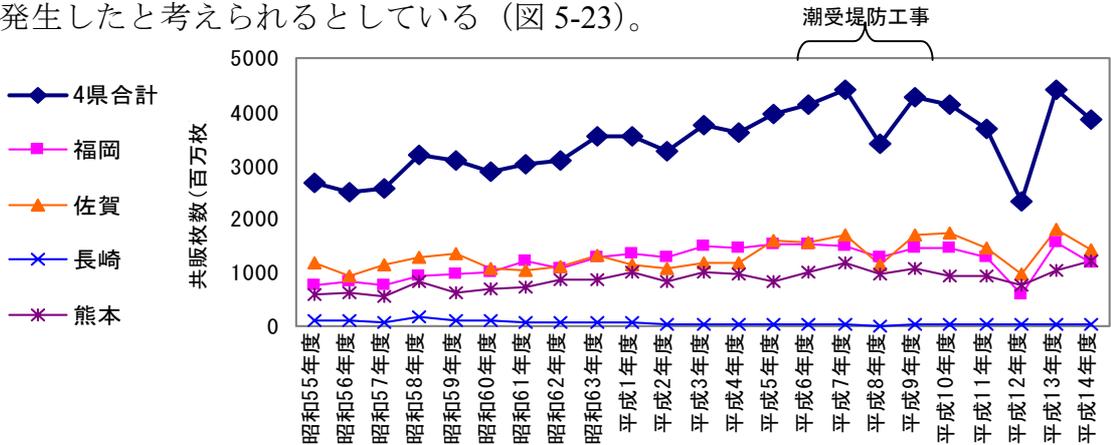


（農林水産統計年報による）

図5-22 有明海4県（福岡、佐賀、長崎、熊本）の漁獲量の推移

○ノリ養殖業

有明海のノリ養殖の増加は、ノリ養殖場の増加や養殖技術の発達によるものであるが、一方でノリの作況は、県別にみると1952年以降、ノリ不作がたびたび起こるなど不安定な状況となっており、その原因は年によって異なるものの、大半は「あかぐされ病」、「壺状菌」、「スミノリ症」、栄養塩不足による色落ちなどによるものである（表5-1）。なお、ノリ不作等第三者委員会が設置される契機となった2000年度（平成12年度）のノリ不作の主な原因は、ノリ不作等第三者委員会の「有明海のノリ不作の対策等に関する中間取りまとめ」（平成13年9月20日）等によれば、大型珪藻（リゾソレニア・インブリカータ）の赤潮の広域的かつ連続的な発生にともなう養殖漁場での栄養塩濃度の低下による著しい色落ちであり、この赤潮は秋季の大量降雨に引き続く晴天の持続に高水温が加わったかなり異常な気象・海象によって発生したと考えられるとしている（図5-23）。



（水産庁ノリ共販実績等による）

図5-23 有明海4県（福岡、佐賀、長崎、熊本）のノリ共販枚数の推移

表 5-1 有明海ノリ作況一覽 (1952~2000 養殖年度)

	全体	福岡	佐賀	熊本	長崎	特記事項			
						福岡	佐賀	熊本	長崎
1952									
1953				***				赤腐れ病	
1954									
1955									
1956				豊				(豊作年)	
1957	**	-	*	*****		赤腐れ病			
1958	*	-	*****	***		10月 R.styliformis		11月 Rhizosolenia	
1959									
1960									
1961	*	*		*	-	赤腐れ病、11月 Eucampia		赤腐れ病・栄養塩不足	
1962				豊				(豊作年)	
1963	**	**		****	*	赤腐れ病	(豊作年)	栄養塩不足	
1964		(豊)			(豊)				
1965		**	*	****	*****	低塩分、赤腐れ病、2月 Rhizosolenia		赤腐れ病	
1966									
1967	*****	*****	*****	*		擬似白腐れ病			
1968		**			-	擬似白腐れ病	赤腐れ病等		
1969				**		擬似白腐れ病、1月に Chaetoceros、Eucampia		10月高温、擬似白腐れ病	
1970			-		-				
1971				*	-			赤腐れ病	
1972	-	**	*			1月 Chaetoceros、Eucampia			
1973		豊			豊	(豊作年)			(豊作年)
1974	*	*豊	-		****	(豊作年)			
1975		*豊				(豊作年)			
1976	-	*	-		*	壺状菌			
1977		(豊)		*				赤腐れ病	
1978		(豊)	(豊)		豊				(豊作年)
1979	*	***	*	豊	***	1月 Eucampia、低塩分		(豊作年)	芽イタミ、赤腐れ病、壺状菌
1980				*	-	1月 Chaetoceros、R.setigera、Eucampia		1,2月 Chaetoceros、R.setigera、Eucampia	
1981	-		**			1月 Chaetoceros、Eucampia、スミノリ			
1982		-		*	**	赤腐れ病、壺状菌		赤腐れ病	赤腐れ病、壺状菌
1983				豊	豊			(豊作年)	(豊作年)
1984	-		(豊)	**	***			栄養塩不足、壺状菌	赤腐れ病、色落ち
1985	-		**		-		スミノリ		
1986			-		*		白腐れ病		赤腐れ病、壺状菌
1987					***	赤腐れ病、2月 Eucampia			壺状菌
1988			(豊)	-					秋芽色落ち
1989			*	豊	**		赤腐れ病	(豊作年)	赤腐れ病、壺状菌
1990	-	-	-	*	**	スミノリ、1月 Eucampia		芽流れ、1月 Eucampia	
1991					*				
1992	-	-	-	-	*				赤腐れ病
1993			豊	*	*			赤腐れ病	
1994			-		-				
1995				豊				豊作年	
1996	**	*	***	*	*****	赤腐れ病、1月 R.setigera、Eucampia		赤腐れ病	赤腐れ病、色落ち
1997			豊	豊				豊作年	
1998	-	-		-	-				
1999	*	*	**	-		赤腐れ病、12月 R.setigera、2月 Eucampia			
2000	***	*****	***	*	**	赤腐れ病、壺状菌、12月 R.imbricata		12月 R.imbricata	

(注1) 各年度生産量の対前年比減少率は次のように示す。-:10%未満 * :10~20% ** :20~30%未満
*** :30~40%未満 **** :40~50%未満 ***** :50%以上

(注2) □印は顕著な不作年を示す。

(注3) 豊漁年は豊あるいは(豊)で示す。

(西海区水産研究所)

○海面漁業

海面漁業の漁獲量は、その大半が貝類であり、貝類の減少により漁獲量全体も 1980 年代以降減少している（図 5-24）。貝類の漁獲量は、全体では 1970 年代後半から減少しており、特に熊本の減少が顕著である。漁獲量のピーク時の対象は主にアサリ類であり、1980 年代以降激減すると、それまでの漁獲量のすくなくったサルボウ類が漁獲の主体となり現在に至っている。タイラギとアゲマキは年による変動が大きい、タイラギは 80 年代前半以降激減し、アゲマキは 90 年代前半以降ほとんど漁獲されていない（図 5-25）。

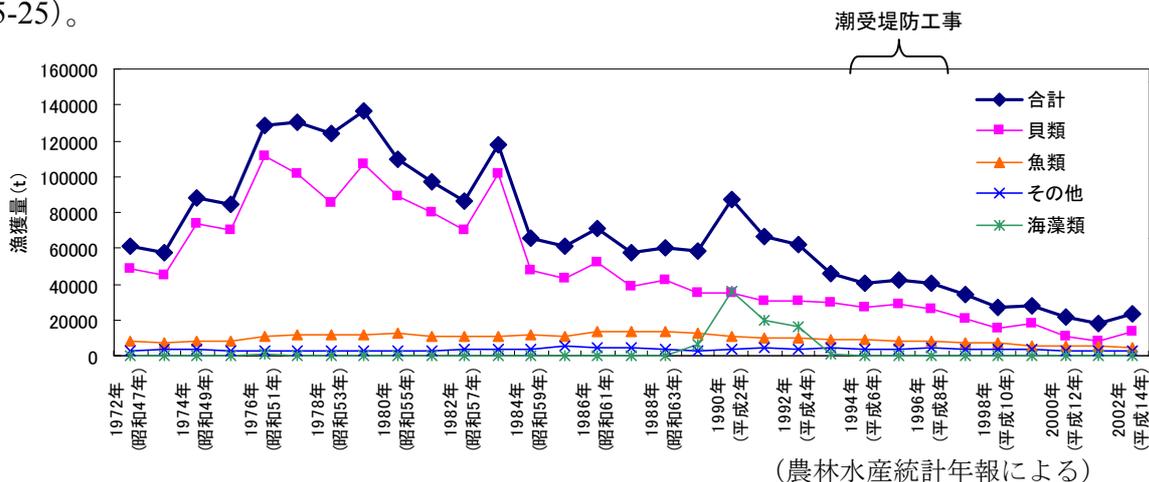
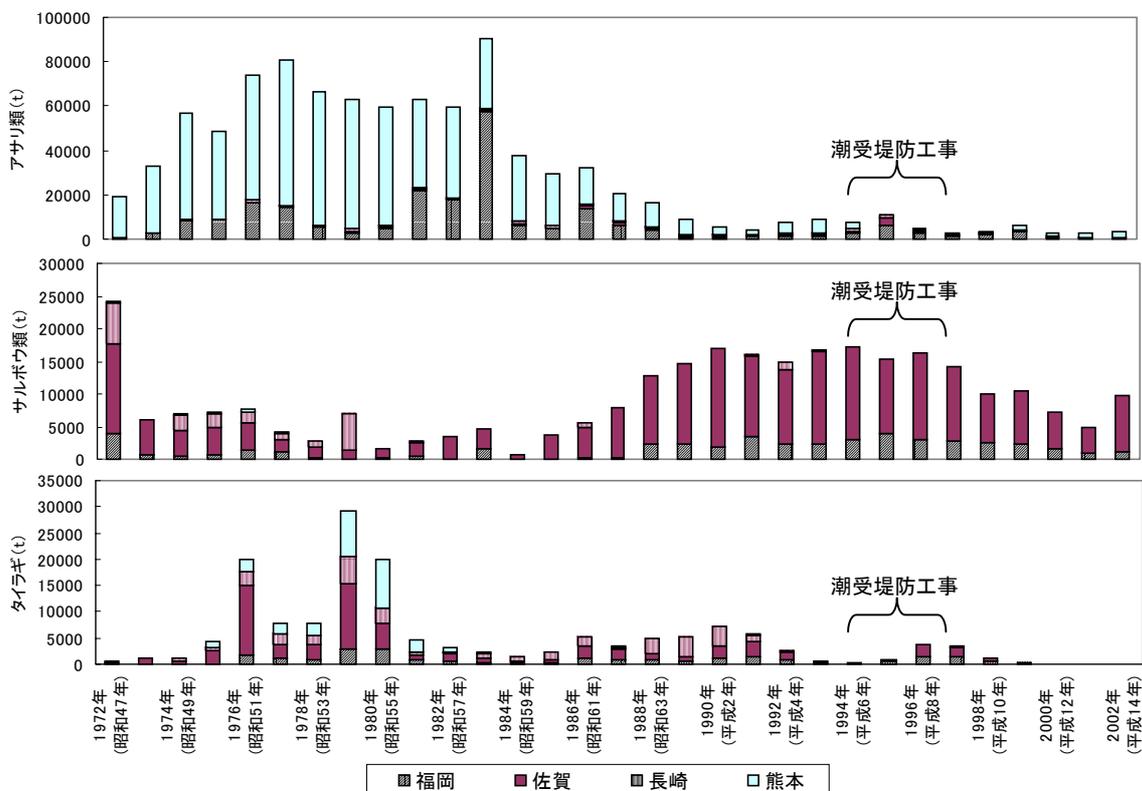


図 5-24 有明海 4 県（福岡、佐賀、長崎、熊本）の海面漁業漁獲量の推移



（農林水産統計年報による）

図 5-25 有明海 4 県（福岡、佐賀、長崎、熊本）の貝類漁獲量の推移

6 最近の諸調査の成果

2000 年度（平成 12 年度）のノリ不作を契機として、有明海の環境変化の原因究明のために行った調査・研究としては、

農林水産省九州農政局が平成 14～15 年度で実施した「開門総合調査」
経済産業省（資源エネルギー庁）国土交通省（河川局、港湾局及び海上保安庁）
環境省（環境管理局）及び農林水産省（水産庁及び農村振興局）の 4 省が連携して
平成 13～14 年度に実施した「有明海海域環境調査」（国土総合開発事業調整費調
査、以下「国調費調査」という。）

水産庁が中心となり（独）水産総合研究センターが大学や関係県の水産研究機関と連
携して平成 13～15 年度で実施している「有明海の海洋環境の変化が生物生産に及
ぼす影響の解明」（行政対応特別研究）

の 3 つがある。その成果（行政対応特別研究については中間成果）のうち、ノリ不作
等第三者委員会の見解で指摘された 6 項目に関連するものについて、以下に述べる。

（1）潮位・潮流

開門総合調査

国調費調査で構築した有明海の流動を再現する数値シミュレーションモデルに、
短期開門調査の条件を与えてシミュレーションを行い、現地での観測データと比較
したところ、概ね良好な結果が得られ、モデルの再現性が検証できた。

また、このモデルを使って潮受堤防の有無による有明海全体の流動への影響を検
討したところ、有明海湾奥の潮位に約 1.5%の差（図 6-1）がみられ、潮流（流速、
流向）については、影響は諫早湾周辺海域に止まっていた（図 6-2）。

さらに、有明海の約 30 年間の潮位観測データから求めた年平均の潮差（干満差）、
大潮差（大潮時の干満差）等の経年変化からは、潮受堤防の工事期間や最終締切時
の前後で明らかな変化はみられなかった（図 6-3）。

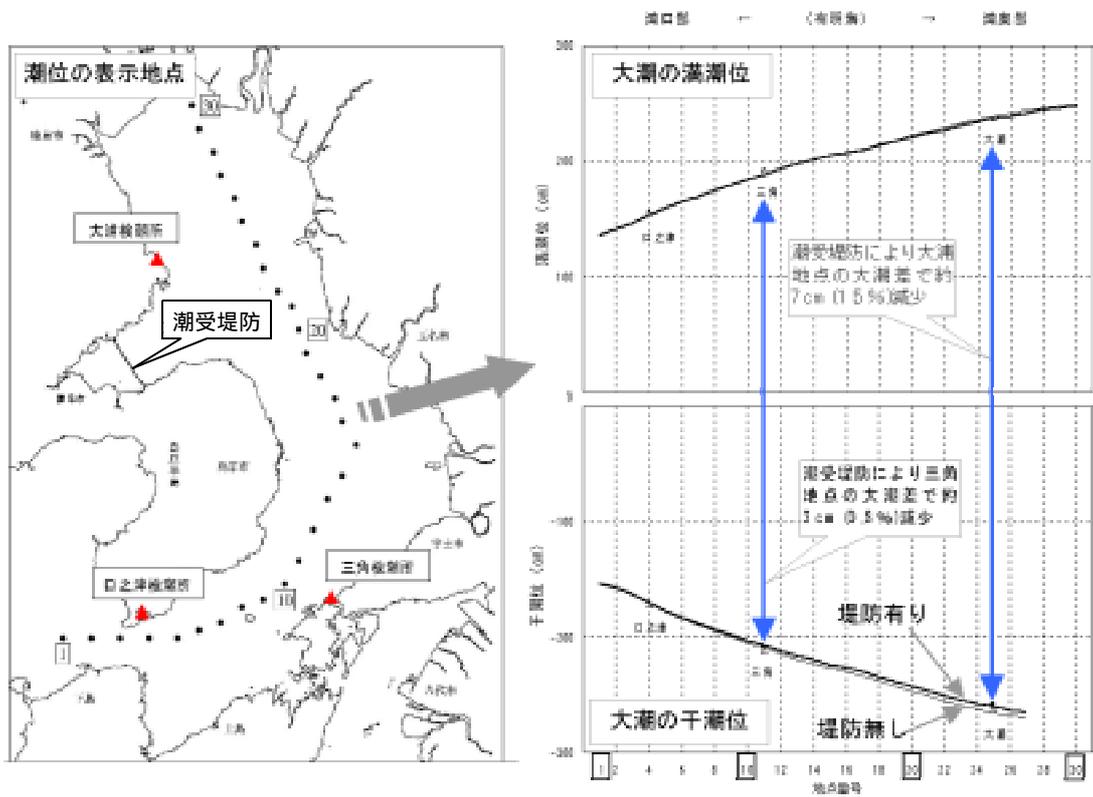


図 6-1 潮受堤防による有明海の大潮差への影響（コンピュータ解析による）

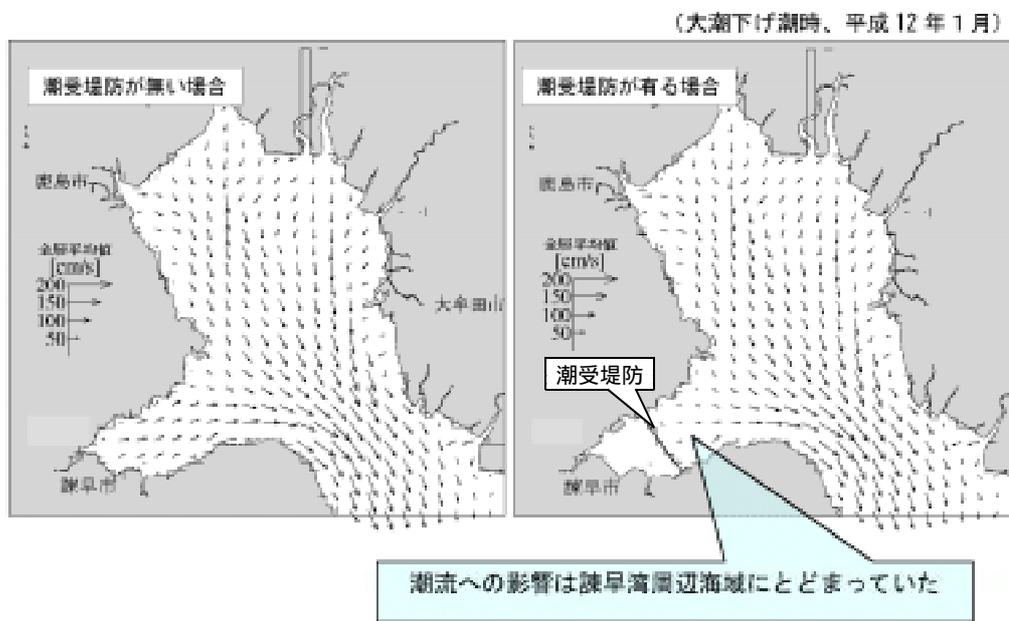


図 6-2 潮受堤防による有明海湾奥の潮流への影響（コンピュータ解析による）

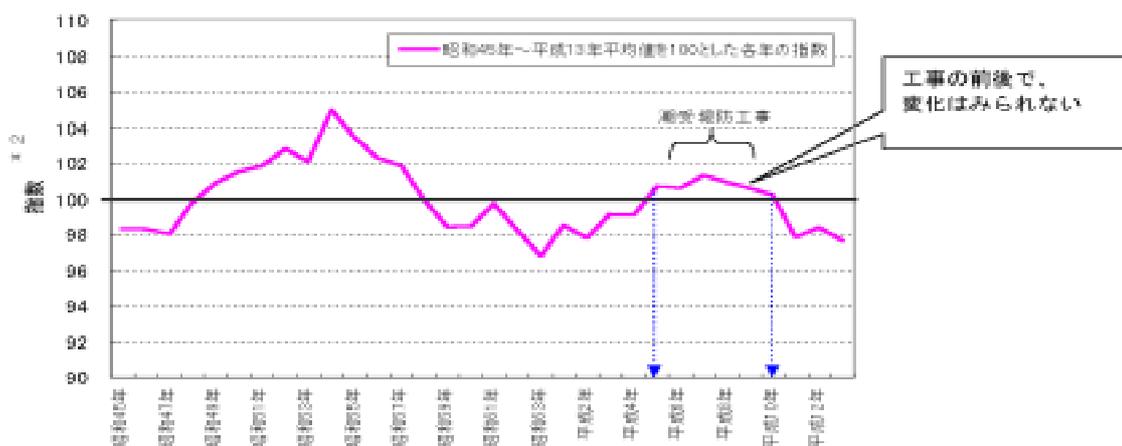


図 6-3 有明海湾奥（大浦）の年平均潮差^{*1}の推移（潮位の観測データによる）

* 1 年平均潮差：満潮位と干潮位の差（潮差）の年平均値

* 2 指数：昭和45年～平成13年の平均値を100としたときの各年の値

国調費調査

有明海の30年間の流動特性を観測データにより検討したところ、有明海湾口部（口之津）の潮位差は、年による変動はあるものの顕著な増減の傾向はみられないが、有明海の湾中央部（三角）及び湾奥部（大浦）では潮位差が年々減少しており、この傾向は湾奥部のほうが顕著である。また、平均潮位は、有明海及び外洋の長崎や枕崎でも近年上昇しており、湾口からの潮流は反時計回りを示している。

流動モデルを使った数値シミュレーションにより有明海の流動特性を検討したところ、有明海の海水交換を年間平均滞留時間でみると約50日となるが、季節で見ると降水量の多い夏季には40日程度となる。また、平均輸送速度（任意の期間における平均流量と平均水深から求めた流速）からは、大牟田市より以北の湾奥部では冬季、夏季ともに反時計回りの循環流の傾向がみられ、また、諫早湾より以南の有明海の湾中央から湾口にかけては南下流の傾向があり、特に島原半島に沿う南下流が優勢な傾向が確認された。

行政対応特別研究

有明海の潮汐流の経年変動を把握したところ、湾奥ほど潮差の年平均値とその変動幅は大きく、潮差は1979・95年頃極大、88年頃極小、96年以降は減少傾向にあり、M2分潮の調和定数の経年変動は、87または89年～99年にかけて減少傾向にあり、大浦では1980年から99年の間に4%減少した。

また、有明海に波及する外海水の季節・経年変動、開口部での海水交流・交換を調べたところ、湾口部の透明度と塩分（底層）は、冬から春に増加、透明度は90年代に増加傾向にあるとともに、塩分は、95年には湾中央まで高塩分化し、これは筑後川等河川流入量の変化とほぼ対応している。

さらに、生物生産に影響を及ぼす環境変動の一要因として流向・流速を把握したところ、大浦沖において、北流を示す平均流が認められた（北流成分4.5cm/s；中層極大値）。

(2) 水質・干潟

開門総合調査

佐賀県沖の泥質干潟での現地調査等により泥質干潟の干潟生態系モデルを構築し、このモデルに諫早干潟における過去の生物調査等の結果を適用して、諫早干潟の水質浄化機能を推定したところ、単位面積あたりの年間平均浄化量は、窒素で $10.6 \text{ mg N/m}^2/\text{日}$ となった(図 6-4)。

これを現在の潮受堤防内側の干潟域及び浅海域全体で見ると、本明川等の陸域からの平均流入負荷量の窒素で約 36%に相当し、また、有明海に陸域から流入する負荷量と比較するとその約 0.5%に相当した。

次に、国調費調査で構築した水質モデルに上記の干潟生態系モデルを組み込んで、数値シミュレーションにより潮受堤防の有無による有明海の化学的酸素要求量、全窒素、全リンへの影響について検討を行ったところ、諫早湾外の有明海では有意な差はみられなかった(図 6-5)。

さらに、公共用水域水質測定等の水質観測データを潮受堤防の締切前後で比較したところ、これに起因すると考えられるような水質の変化はなく(図 6-6)、諫早湾干拓事業に係る環境モニタリングからも、諫早湾内での水質の富栄養化の傾向はみられなかった。

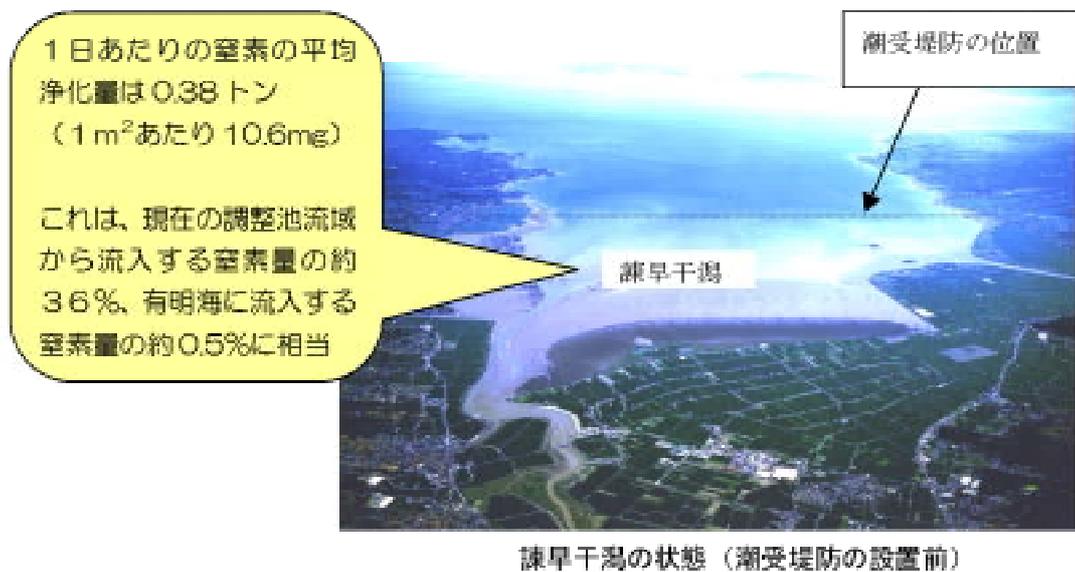


図 6-4 諫早干潟の水質浄化機能の推定
(佐賀県沖の泥質の干潟の現地調査、室内試験とコンピュータ解析などによる)

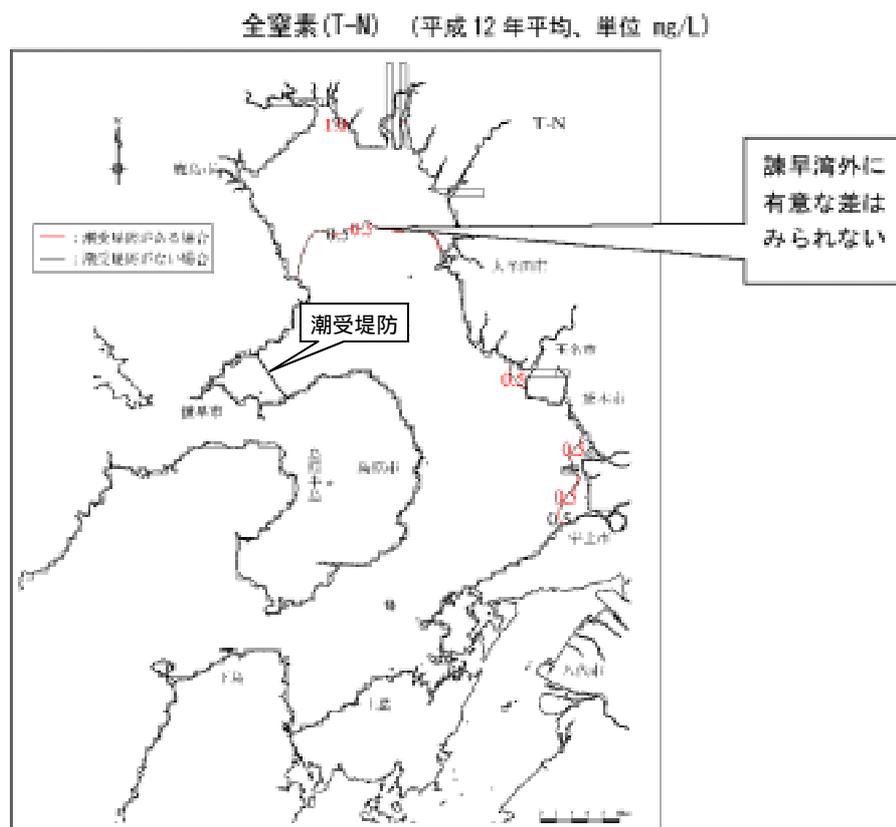


図 6-5 潮受堤防による有明海の水質への影響 (コンピュータ解析による)

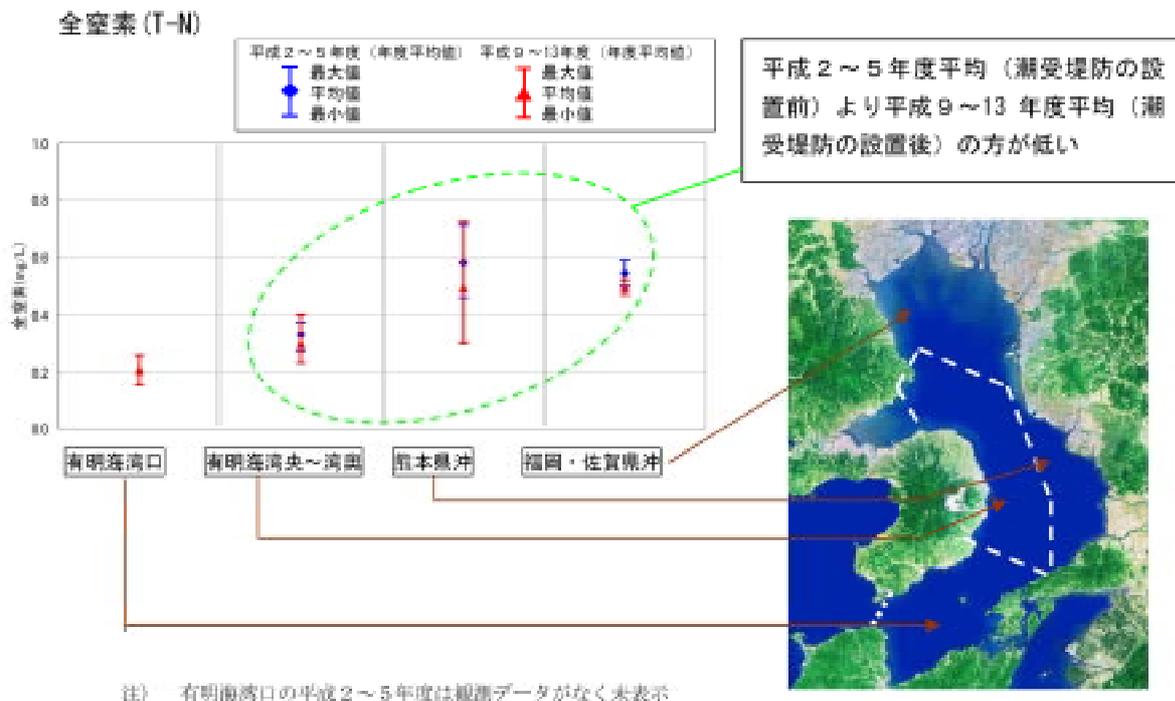


図 6-6 有明海の水質(全窒素)の推移(公共用水域水質測定データによる)

国調費調査

水質の観測データから有明海の 30 年間の水質変動を検討したところ、有明海においては、湾奥部の筑後川などの大きな流域を持つ河川の流入に、水温や塩分等が左右されており、COD や栄養塩についても、有明海の湾奥もしくは大河川の河口前面海域で濃度が高く、有明海の湾口に向かうにつれて、低くなる傾向を示している。

水質モデルを使った数値シミュレーションにより、有明海全域において年間を通して栄養塩類等の濃度を再現したところ、環境改善のマクロ的な検討に必要な精度は得られたと考えられたことから、このモデルを使って、流入負荷対策と底質改善対策について、水質改善効果を検討したところ、環境改善方策として有効であるとの結果が得られた。

行政対応特別研究

栄養塩の現存量、供給量の動態並びに透明度変化の実態解明を行ったところ、有明海湾奥部の栄養塩 (DIN、DIP、Si) の平均濃度は、明瞭な季節変化を示し、梅雨期に高く冬に低かった、一方、経年的には明瞭な変化は認められなかった。また、佐賀県における COD は、長期的には (1972 ~ 97 年) 増加傾向を示した。一方、透明度は、最近 25 年間で、長洲以北で最大 1m、長洲以南で最大 2.5m 増加したが、この現象には外海水との海水交換の増加以外の要因も関与していると推察された。

植物プランクトンへの摂食圧からみた二枚貝の浄化機能の解明を行ったところ、アサリ濾水量は 70 年代後半 ~ 80 年代前半では 8 ~ 13 億 kl/日、近年はその 10% 以下と推定されたとともに、アサリ漁獲による窒素取り上げ量は、アサリ最盛期で 500 ~ 900t/年、近年 30 ~ 70 t/年と推定された。また、飼育実験によるアサリの濾水速度は、冬季に高く夏季に低いような季節変化を示した。

(3) 貧酸素水塊

開門総合調査

諫早湾における水質の連続観測結果から、調整池からの間歇排水の影響は諫早湾の湾口では観測されず、及んでいないこと(図 6-7)が明らかとなった。また、国調費調査の流動モデルを使った数値シミュレーションにより出水時における有明海表層の塩分の挙動について検討したところ、有明海湾奥の大河川の河口域から供給された低塩分水が諫早湾湾口へ達する状況が再現された(図 6-8)。

さらに、佐賀県沖での水質観測結果から、佐賀県沖でも諫早湾とほぼ同時期に貧酸素水塊が発生していることが明らかとなり、酸素飽和度は北部海域で低くなる傾向がみられた(図 6-9)。

なお、浅海定線データによれば、佐賀県沖では 1970 年代から底層の貧酸素現象が観測されている(図 5-10)。

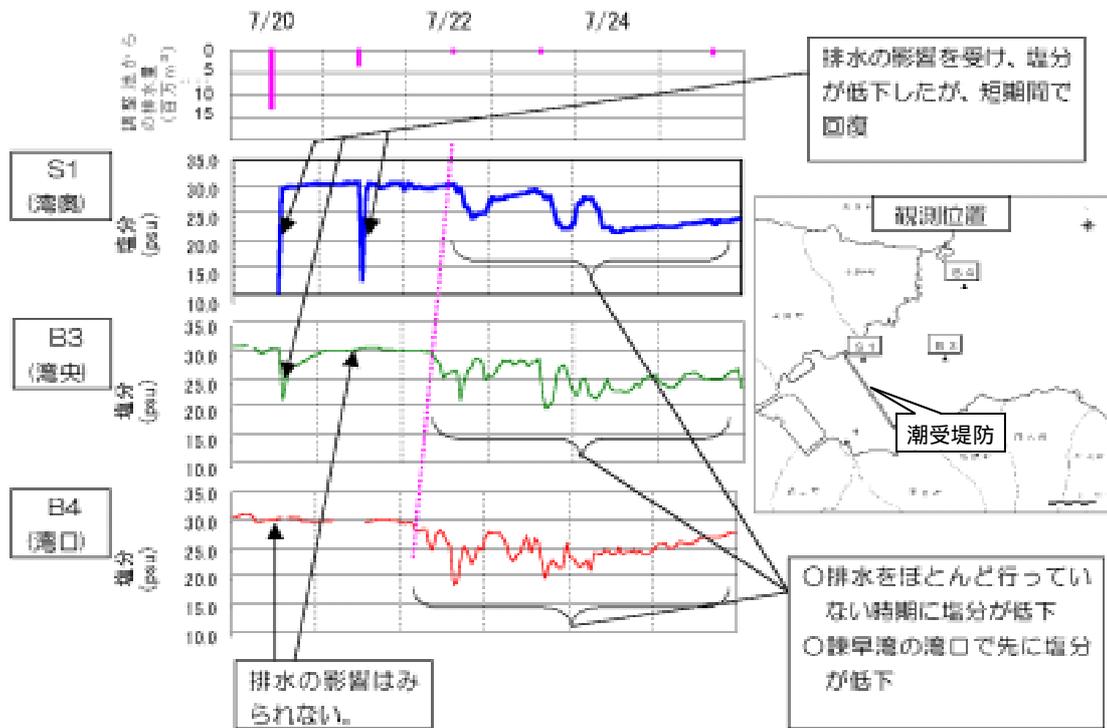


図 6-7 調整池からの排水による諫早湾表層の塩分への影響(連続観測データによる)

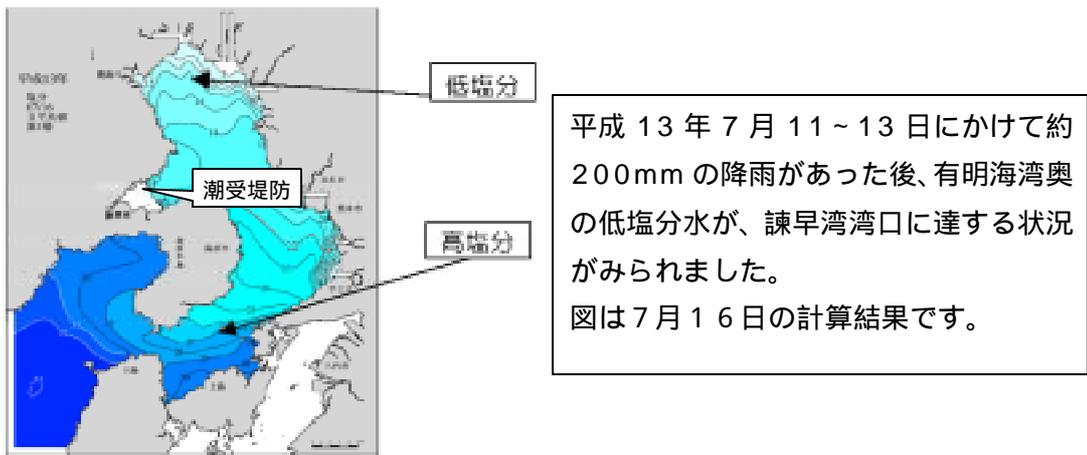
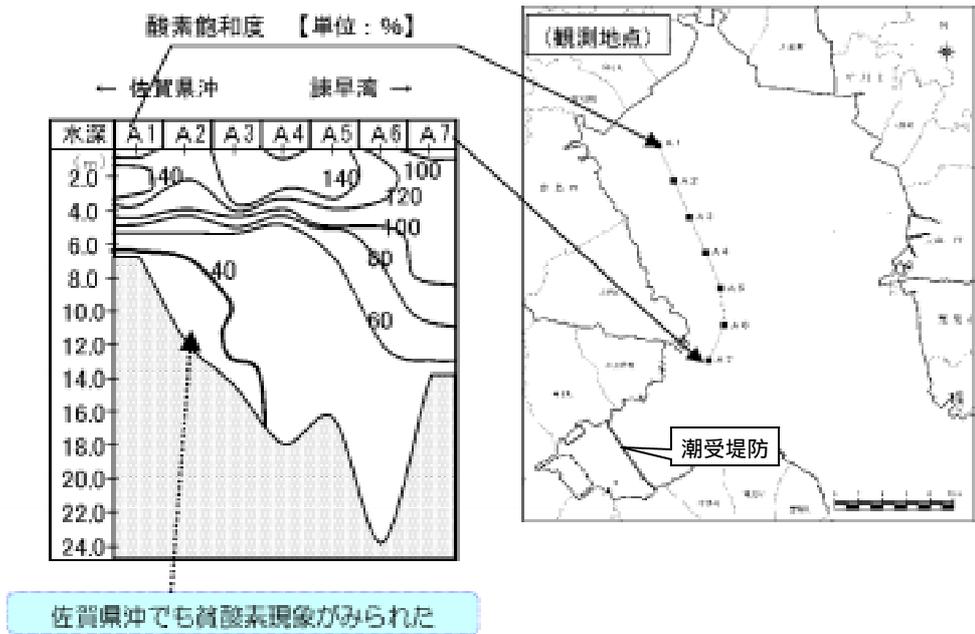


図 6-8 有明海表層の塩分の分布状況（コンピュータ解析による）



注) 貧酸素に関する定義については、溶存酸素濃度と酸素飽和度による2つの方法があり、その設定値については必ずしも定まっていない。このため、ここでは、観測された溶存酸素濃度をその時点での水温や塩分に基づいて酸素飽和度に換算し、この飽和度が40%以下の値になった場合を貧酸素とした。

図 6-9 佐賀県沖から諫早湾にかけての酸素飽和度の断面分布(平成14年8月1日)

国調費調査

浅海定線のデータ（福岡県、佐賀県のデータ：約 20 年分）を整理してみると、福岡県では全観測点で底層（海底から 1 m の高さ）の溶存酸素量(DO)が 2mg/L を下回ることはなく、4mg/L を下回ることも比較的少なかったのに対し、佐賀県では多くの地点で 4mg/L を下回る時期がみられ、福岡の結果と比較すると全体的に底層の DO は低めの値を示していた。このように、有明海の湾奥などでは DO が低く、貧酸素化がみられるのに対して、有明海の湾中央から湾口部ではみられない。

また、水質モデルを使った数値シミュレーションにより 8 月の有明海の DO（最下層）を検討したところ、佐賀県沖で最も低い濃度がみられ、湾口に向かって濃度が高くなっている。2000 年も、2001 年も有明海湾奥部で大川からの出水が原因と考えられる貧酸素水塊が発生しており、これらは、湾中央部から湾口部にかけてはみられず、大牟田から竹崎を結んだ以北において生じており、諫早湾以南では生じていない。特に、2001 年の夏場には湾奥部でそうした現象がみられる。

行政対応特別研究

貧酸素水塊の分布、移動・拡散を水平的、経時的に把握したところ、2001、2002 年の夏に、有明海湾奥部と諫早湾における連続観測によって、底層に貧酸素水塊が発生したことが捉えられた。有明海湾奥部の底層に発生した貧酸素水塊は、引き潮によって湾中央近くまで移動した。貧酸素状態は、気象擾乱が起きた時に一時的に解消されたが、その後、短期間に再形成され、その底泥の酸素消費速度は、 $0.59 \sim 1.04\text{g/m}^2/\text{日}$ で三河湾での値に近かった。

(4) 底質・底生生物

開門総合調査

底質モデルを構築して、数値シミュレーションを行い、潮受堤防の有無による底質の粒度への影響を検討したところ、諫早湾口の一部に細粒化傾向がみられた(図6-10)が、諫早湾干拓事業において実施している環境モニタリングの結果からは湾口付近の底質の粒度に一定の変化傾向はみられなかった(図5-13)。

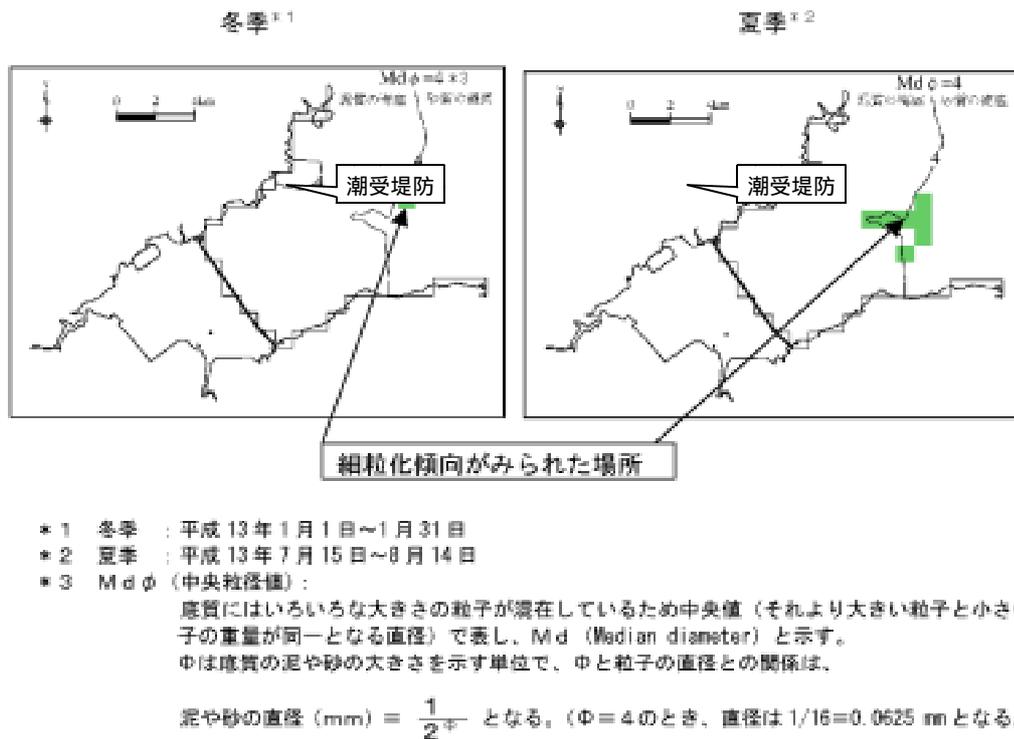


図6-10 潮受堤防による諫早湾底質の粒度への影響(コンピュータ解析による)

国調費調査

有明海の底質について、潮汐流を主な外力とする底泥輸送シミュレーションを行い、現地観測結果と比較したところ、特に湾奥部での平均流に起因する、浮遊泥の基本的な輸送パターンが再現できていることを確認し、さらに底泥の侵食・堆積傾向を示した。

底泥輸送モデルを使った数値シミュレーションにより、底質改善対策の効果を検討したところ、筑後川河口・柳川地先において対策を行うと、その浮泥堆積を抑制する範囲が、湾奥部の広い範囲まで及んだ。このことから、湾奥部における対策とあわせて筑後川河口・柳川地先の対策も必要と考えられた。

また、現地調査の結果によると、有明海の底生生物は、種類数・個体数は湾奥部と湾東部の熊本県沿岸が少なく、多毛類の占める割合が高くなっている。湾中央部から湾口部は種類数・個体数とも多くなっており、湾中央部では小型甲殻類の割合が高く、湾口部ではカニ類やヒトデなどが多くなっている。環境省が2001年2月(冬季)および8月(夏季)に行った底生生物調査によると、マクロベントスの種類数・個体数は冬季と夏季で大差なく、冬季・夏季ともに環形動物の占める割合が高い調査点が多かった。

行政対応特別研究

有明海湾奥・諫早湾における表層堆積物の化学特性を把握したところ、有明海湾奥西部干潟域では、河川由来の陸起源粒子に加え、植物プランクトン起源粒子の堆積がみられた。諫早湾では、植物プランクトン起源粒子の堆積がみられたとともに、諫早湾北部では、植物プランクトン起源粒子とともに陸起源粒子の堆積もみられた。有明海湾奥西部と諫早湾北部では、底質が周囲に比べて還元状態にあった。

(5) 赤潮・プランクトン

開門総合調査

国調費調査で構築された水質モデルを使い、赤潮の発生指標となるクロロフィル a を用いて、潮受堤防の有無あるいは諫早干潟の有無による影響を検討したところ、諫早湾外の有明海では明らかな差はみられなかった(図 6-11)。

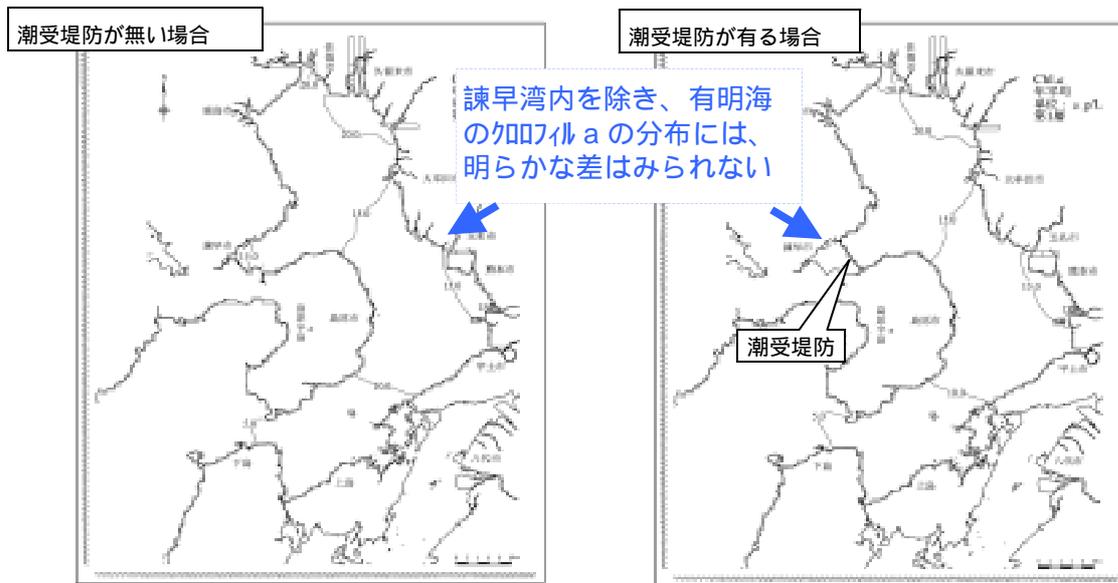


図 6-11 潮受堤防の有無による第 1 層のクロロフィル a の数値シミュレーション結果 (平成12年平均)

国調費調査

有明海の赤潮の長期的な推移を検討したところ、プランクトンの沈殿量からみると、有明海では冬季にプランクトン量が増加するものと考えられ、赤潮発生件数は年によって変動するが、おおよそ年間 10 ~ 35 件程度で過去 10 年程度は増加する傾向がみられた。有明海の赤潮は珪藻類が原因種となることが多いことが特徴であり、発生件数の半分程度を占めていた。また、珪藻類は冬季(1,2,3 月)と夏季(7,8,9 月)に最も出現回数が多く、鞭毛藻類は夏季に多かった。

次に赤潮発生状況と気象データの最近 10 年間程度の間関係を整理してみると、有明海の赤潮は、概ね降雨型であり、降雨後に継続する好天によって赤潮が発生していることがわかった。ノリ不作になった 2000 年をみると、秋季に細胞数の最も高い赤潮が確認され、2000 年 11 月の降雨とそれに続く晴天の持続に高水温が加わって、赤潮が発生したと考えられる。

また、水質モデルを使った数値シミュレーションにより、流入負荷対策と底質改善対策を行った場合の赤潮発生の抑制効果をクロロフィル a 濃度を指標として検討したところ、赤潮の発生抑制に一定の効果がみられた。

行政対応特別研究

プランクトンの現存量の季節的・長期的変動を把握するとともに一次生産量を測定したところ、有光層積算一次生産量は8月から10月にかけて増加傾向を示した。長期的変動としては、プランクトン沈殿量の月別平均値は、1976～86年頃までは福岡・佐賀両県で高い値が観測されたが、94年以降は佐賀県のみで高い値がみられた。季節的変動としては、プランクトン沈殿量は、7～8月に若干増加し、1～3月に大幅増加した。水平分布としては、プランクトン沈殿量の中心は、佐賀県に多い傾向が認められた。

赤潮原因生物の増殖特性、栄養塩摂取特性の解明を行ったところ、リゾソレニア・インブリカータ (*Rhizosolenia imbricata*) の休眠胞子は検出されず、本種が休眠胞子を作らない種であること、外洋域由来であることが示唆された。また、リゾソレニア・インブリカータ (*Rhizosolenia imbricata*) を培養し、低光強度低栄養条件下で増殖することを明らかにした。有明湾内の主要珪藻の休眠胞子の平均存在密度は、ほとんどすべての調査点で高く、特にスケルトネマ (*Skeletonema*) とタラシオシラ (*Thalassiosira*) の平均値は瀬戸内海の10倍に達した。

有害プランクトンの分布特性を把握したところ、2001年5～8月の有明海北部における珪藻類の水平分布では、筑後川河口で全細胞数は最も高く、一方、鞭毛藻類は鹿島市から竹崎にかけて多かった。

(6) 漁業生産

国調費調査

有明海における漁業生産の長期的な推移を検討したところ、ノリ収穫量は、福岡有明、佐賀有明及び熊本有明の収穫量が多く、長崎有明と天草有明の収穫量が少ない傾向にあった。貝類の漁獲量は、特に熊本有明の減少が顕著であった。漁獲量のピーク時の対象は主にアサリとハマグリ類であり、大半は熊本有明で漁獲されていたが、1980年代以降激減すると、それまで漁獲量の少なかったサルボウ類が漁獲の主体となり現在に至っている。タイラギ及びアゲマキは年による変動が大きいが、タイラギは80年代前半以降激減し、アゲマキは90年代前半以降ほとんど漁獲されていなかった。

行政対応特別研究

二枚貝の生理・生態に関して、濾過海水で飼育した場合、タイラギの体内グリコーゲン量の低下は、アサリ・サルボウに比べて大きく、タイラギは低餌料環境への耐性が弱いことが確認された。タイラギの飼育実験により、有明海の浮泥には餌料効果があり、無機粘土鉱物は活力を低下させる影響があることが示唆された。

また、窒素ガス吹き込みにより、無酸素に近い状態で飼育した場合、タイラギは3日間で死亡し、アサリは3日目から死亡し始め、6日後に全滅した。

諫早湾沖合漁場に移植したタイラギの生残率の低下は、網防護によって被害が抑えられ、カニ、ナルトビエイ等による食害も、最近の減耗要因の一つであることが推察された。

7 中・長期開門調査の検討

(1) 開門方法と調査範囲

1) 開門方法

中・長期開門調査の開門方法は、開門（海水導入）によりどのような現象の発生を期待し、どのような観測データを得るのか、調査の目標を達成するために必要な開門（海水導入）の規模、期間はどのようなものを検討し決定されるものである。さらにそれに併せて開門調査に必要な被害防止対策等を講じることとなる。

本専門委員会においては、期待される成果等を検討するに当たって、開門方法に洪水時等における防災機能の維持、かんがい用水の確保等の制約条件を設けるかどうか議論したが、制約条件を設けない常時開門と、制約条件を設ける短期開門調査と同様の開門条件という2ケースを念頭におきつつ検討することとした。

①常時開門

排水門のゲートを常時全開するもので、調整池内の水位変動が外潮位に連動して変化するケースである。シミュレーション結果によれば、調整池内の水位は大潮時には標高 2.0 ～ 1.5 m の範囲で変動すると予測される。また、その時には排水門付近に相当速い流速が発生すること及び防災機能が低下すること等が予測される。この場合、被害防止対策等にかなりの期間と費用を要することが想定される。

②短期開門と同様の開門条件

短期開門調査と同様に背後地に対する防災機能を維持するため、調整池水位を通常の管理水位である標高 1.0 ～ 1.2 m の間で管理しつつ海水導入を行うケースである。この場合も、洪水期やかんがい期における被害防止対策等が必要となる。

2) 調査範囲

中・長期開門調査の調査範囲や調査地点は、開門の方法とも対応して検討される必要があるが、ここでは、調査範囲は有明海全域と想定した。

(2) 期待される成果

本専門委員会では、従来の有明海の環境変化に係る各種調査データ、平成12年のノリ不作を契機に実施された有明海の環境改善に係る総合的な調査等の結果を踏まえ、「中・長期開門調査に期待される成果」について、委員の意見の要点をノリ不作等第三者委員会の「見解」に示された6項目の事象毎に整理した。

①潮位・潮流

ノリ不作等第三者委員会の「見解」では、有明海の流動について「(潮受堤防の)締切による流速の変化は必ずしも明確ではないが、潮位差の減少という有明海全体の問題に締切が大きく影響していることは否めない。」としたうえで、「まず、種々の条件でのシミュレーションを行う必要がある。」とされている。

この趣旨に沿って、開門総合調査では、有明海全体の流動の状況を再現できるコンピュータ解析モデル(国調費モデル)を用いたシミュレーションによって、潮受堤防が有る場合と無い場合の計算結果を比較し、諫早湾干拓事業による有明海の流動の変化の程度を推定している。この結果、潮流については、影響が諫早湾周辺海域までに止まっていた。また、潮位については、計算結果からは潮受堤防の有無によって大潮差(年平均値)で0.8～1.5%の差が現れたが、観測データの解析からは、潮受堤防工事の前後で明らかな変化はみられなかった。

本専門委員会においては、漁業者は流動が変わったと実感し、その流動変化の原因が不明であることから不安を感じており、実際に長期間、大きく開門しての調査を実施しなければ納得を得ることはできない。また、長期間、大きな開門を行っての開門調査により、諫早湾内の流動や入退潮量の著しい低下等の現象について知見が得られるとの意見がある。

一方、海洋工学的な観点からは、仮に全面開門して海水導入を行ったとしても、地形条件、境界条件が潮受堤防建設前とは異なるため、潮受堤防がない場合の流動条件とは大きく異なったものとなることから、実測データが直接的に潮受堤防の有明海の環境への影響を示すものとはならない。さらに、実際の海域における流動場は地象・気象・海象の多様な要因の下で時々刻々変動するため、開門による海域へのインパクトのみを観測によって抽出することはほとんど不可能に近く、種々の条件設定が可能なシミュレーションによる検討のほうが優れているとの意見がある。

また、短期開門調査と同じ水位変動の中・長期開門調査では、短期開門調査と同じ程度の成果しか期待できないとの意見がある。

②水質・干潟

ノリ不作等第三者委員会の「見解」では、有明海の水質について、「失われた浄化機能はかなり大きいものと考えられる。浄化機能が失われれば当然河川からの流入負荷が海域に達する割合は増え、したがって海域への負荷は増大したことになる。」とされている。

開門総合調査では、佐賀県沖の泥質干潟において現地調査や室内試験を行い、潮

受堤防締切以前に行われた諫早干潟の生物調査結果等も使用して、諫早干潟の水質浄化機能を推定するとともに、潮受堤防が有る場合と無い場合について有明海の水質をコンピュータによって計算し、浅海定線調査や公共用水域水質測定の見測データとあわせて、潮受堤防の影響を検討している。その結果、潮受堤防の有無あるいは諫早干潟の有無によって諫早湾外の有明海の水質には有意な差はみられず、浅海定線調査、公共用水域水質測定、環境モニタリング等の見測データからも、潮受堤防の締切前後で、これに起因すると考えられるような水質の変化は確認されていない。

本専門委員会では、海水導入によって短期開門調査時にみられたような調整池内の水質変化が期待されたり、汽水域における新たな干潟の形成とその浄化機能を観測できるとの意見や、諫早湾特有の水質、底質、生物量等の環境特性を探るため継続的に実測値を得ることが重要であるとの意見がある。

一方、かつての諫早干潟の浄化機能の評価・推定は、締切堤防建設以前の状態が再現されない状態では、評価は困難とする意見がある。

調整池内の生物相の遷移の観点からは、全面開門による海水導入を行えば調整池内に干出を繰り返す領域が生じ、淡水性生物が死滅し海水性の生物相が生じるが、陸地化等が進んだことによる影響もあって底質状態は従前の干潟とは異なっているので、かつての諫早干潟のような泥質干潟の生物相を再現することはできないとの意見がある。また、潮受堤防がない状態の諫早干潟とは潮汐や流況等の条件が異なったものとなるため、形成される生態系は諫早干潟のそれとは異なるものとなるとともに、現在の淡水湿地の生態系から安定した海域の干潟生態系に移行するまでには長期間を要するとの意見がある。さらに、水位制限を行っての海水導入では、淡水性、海水性の環境が交互に出現することとなり、生物相は安定しないので諫早干潟を再現したような物質循環、水質浄化機能を調査することは難しいとの意見がある。

また、環境モニタリングの経年変化をみれば、潮受堤防外の水質は、潮受堤防の締切前後でほぼ横ばいで推移している上、水質の変化も様々な気象・海象条件に支配され大きく変動するために、実測データが得られたとしても開門の影響かどうか見極めることは困難であるとの意見がある。

③貧酸素水塊

ノリ不作等第三者委員会の「見解」では、有明海の貧酸素水塊の発生について、「排水門からの局所的かつ間歇的に放出される淡水が密度差をつくり、成層形成を助けている。」とされている。

開門総合調査では、現地観測と数値シミュレーションから、調整池からの排水は諫早湾湾奥の表層の塩分低下現象として観測されるものの、平成 14 年夏季の貧酸素現象に関するような諫早湾全域にわたるような塩分躍層の形成には、諫早湾外からの低塩分水の供給が関与しているものと考えられるとされている。また、諫早湾と佐賀県沖で底質の酸素消費速度は類似した値を示すとともに、佐賀県沖では 1970 年代から貧酸素現象が観測されており、平成 14 年夏季には、諫早湾内で貧酸素水

塊が形成されたのとほぼ同時期に佐賀県沖でも貧酸素現象が観測され、酸素飽和度は北部海域で低くなる傾向がみられた。

本専門委員会においては、貧酸素現象について、開門によって排水が淡水から海水になることや、諫早湾内における一定の流動変化によって、密度成層の形成状態の変化に関する知見が得られる可能性はあるとの意見がある。

一方、諫早湾での貧酸素水塊の発生についての既往の調査結果によれば、諫早湾と諫早湾外の有明海での貧酸素水塊の発生は別個のものであることが明らかになってきており、開門しても有明海での貧酸素水塊の生成のメカニズムの解明は期待できないとの意見、貧酸素現象は、地象、気象、海象の時間的、空間的な変化等、多くの要因が複雑に関係した現象であり、開門調査によって、潮受堤防締切の影響があるかどうか判断することは困難との意見、海洋工学的な観点からみて、仮に全面開門して海水導入を行ったとしても、地形条件、境界条件が潮受堤防建設前とは全く異なるため、開門により形成される新たな流動条件等の物理的環境の場での貧酸素現象を調べることになり、潮受堤防が有明海の環境に及ぼした影響をみることにはならないとの意見がある。

④底質・底生生物

ノリ不作等第三者委員会の「見解」では、諫早湾の底質について「締切堤防前面の海域に浮泥が溜まり、底質が細粒化していると言われる。これは干拓事業の事前の環境影響評価で、流速の低下に伴って起こると予測されていたことでもある。」とされている。

開門総合調査ではコンピュータ解析からは、諫早湾湾口の一部で潮受堤防により底質が細粒化する傾向がみられたが、観測データからは、湾口付近の底質の粒度について一定の変化傾向はみられなかった。

本専門委員会では、長期に大きく調整池に海水を導入することにより諫早湾内の底質の改善、底生生物の変化が見られるのではないかとの意見がある。また、開門調査により新たに生ずる諫早湾内の堆積領域と洗掘領域の把握が可能とする意見がある。

一方、全面開門して海水導入を行ったとしても、潮受堤防がある状態では、新しい環境を人工的に創り出すことになるので、開門調査はこの新しい環境を対象にした調査となり、潮受堤防が有明海の環境に及ぼした影響をみることにはならないことを認識することが重要との意見がある。開門による諫早湾内の底生生物への影響は、底生生物の変化を引き起こしている要因が複合的なものであるため、数年かけ調査を行っても開門の影響を判定することは困難との意見がある。

⑤赤潮・プランクトン

ノリ不作等第三者委員会の「見解」では、有明海の赤潮について「1997年の締切以後、長崎、熊本両県では発生件数が増えており、福岡、佐賀両県では締切前後の発生件数に有意差はない」とされ、また「開門調査で赤潮発生件数の増減を直接観測することは困難であろう。」とされている。

本専門委員会では、ノリの色落ちの原因となる赤潮は諫早湾で発生したものがひろがったものではないかと漁業者は非常に不安視しており、開門調査の実施により不安を解消することができるとの意見がある。また、開門調査によって赤潮を形成する植物プランクトンの種類の変化を明らかにすることができるとの意見や、赤潮発生のメカニズムを検討するために開門して有明海の赤潮発生がどのように変化するかを観測する必要があるとの意見がある。

一方、赤潮発生のメカニズムについては未解明の部分が多く、プランクトンの種類によってもかなり相違があるといわれている状況で、その原因を特定し物理的要因、特に、潮受堤防締切と直結させて解明することは、困難であるとの意見がある。また、栄養塩、塩分、水温、日射量、透明度、貧酸素、風波による表面の攪乱等関係する要因が多いため、開門してプランクトンの観測結果を得たとしても、これを開門との関連で解釈、検討することは難しいと考えられ、引き続き有明海の赤潮発生のメカニズムの解明に向けての努力が必要であるとの意見がある。

⑥漁業生産

ノリ不作等第三者委員会の「見解」では、「70年代後半からの減少に80年代末からの諫早湾干拓事業が影響を及ぼす可能性はないので、二枚貝の減少と干拓事業の関係を検討するとすれば、工事開始ないし締切以後のこととなる。」「長崎県のタイラギは工事開始後、すべての漁場は壊滅状態で、この資源の変化には生息域の底質の変化、さらには底質の貧酸素化が影響している可能性が大きい。」とされている。

本専門委員会では、漁業生産は物理化学的な影響を受けた生態系の中で行われており、漁業者はその生態系への影響が起こっていると不安に感じているので、全面開門による開門調査を実施することによって漁業者を納得させることが必要との意見がある。

採貝漁業の漁獲の減少は1970年代後半から始まっているが、その漁業生産の変動要因としては、貧酸素に対する耐性、長期間の減少傾向による種苗の減少、エイの食害、流動の低下、底質の泥化等、様々なものが考えられている。さらに、魚種によっても漁獲量の変動要因が大きく異なるため、開門による物理化学的な影響が漁業生産にどのように影響したかを明らかにすることは困難との意見がある。

(3) 調査による影響と対策

前項に述べたように、中・長期の開門調査の成果に関しては両論があるものの、開門調査を実施するとすれば、それに先立ち十分な対策が必要であるということについては、共通の認識がある。以下に、中・長期開門調査を実施した場合に考えられる影響と対策の基本的な考え方を整理した。

開門調査の実施に当たっては、背後地の防災機能の確保、排水門等施設の安全性の確保及び周辺農業・漁業への影響を最小限に留めることが大前提である。このため、調査によって環境にどのような影響を与えるか予測と評価を行い、調査によって被害が生じることのないよう、十分な対策を講じなければならない。また、その結果に基づき、調査期間中はさらなる環境監視についても検討する必要がある。

中・長期開門調査によって発生することが予測される影響と対策は、以下のとおりである。

1) 諫早湾内の環境と漁業への影響と対策

短期開門調査においては、底泥の洗掘が生じない流速以下になるようにゲート操作が行われたが、より大きな水位変動を与える場合には、排水門内外の近傍で速い流れが発生する。このため、浮泥や底泥の洗掘と巻上げが起こり、濁りが潮汐とともに調整池内と海域を移動し、流速の遅い南北樋門間の潮受堤防近傍や諫早湾沿岸部のアサリ漁場などに堆積することが想定される。

このような調整池内の濁りの発生や大量の海水の出入りによる排水門の近傍の速い流れ等により、諫早湾内の漁場環境や漁船航行への影響が想定される。このため、これらの影響を事前に予測し、底泥の巻き上げを防止する等の対策を講じ、また湾内漁業者の理解を得る必要がある。なお、開門の程度によっては、その影響は諫早湾内外に及ぶことも考えられる。また、海水の導入によって、調整池内の大量の淡水生物が死滅し、一時的に、調整池・諫早湾とも水質悪化や悪臭発生などが生じたり、調整池内のヨシが枯れ、流れ出すことも考えられる。

2) 背後地への影響と対策

調整池の塩水化にともなって、旧干拓地の水源となっている既設堤防の背後にある潮遊池等に塩水が浸入し、背後地農地への塩害が生じる恐れがある。

このため、かんがい期・洪水期を避け、調整池水位を-1.0 ~ -1.2m に管理して行った短期開門調査においては、既設排水樋門に調整池からの塩水浸入を防ぐ対策を講じた。また、洪水に対する対策等も行っている。

中・長期開門調査を行えば、短期開門調査に較べ影響を受ける期間と範囲が拡大するため、より多くの既設排水樋門等において、より確実な塩水浸入及び洪水対策が必要となる。調査が長期に及ぶ場合には、特に潮遊池を水源としている地域では農業用水が逼迫していることから、さらに別途かんがい用水を確保する必要がある。

このほか、潮風害(台風や強風によって調整池の塩水が巻き上げられて周辺に飛散し発生する背後地の農作物の塩害)の発生が懸念されるが、可能な限りの対策を行っ

たとしても、完全に防止することは難しいことに留意する必要がある。

3) 排水門等施設の安全対策

排水門の近傍で生じる速い流れによって、排水門基礎の洗掘が起こり、排水門の安全性に影響を及ぼすことが懸念されるので、排水門基礎部護床工の補強、拡張といった対策が必要である。

この外、中・長期開門調査の実施方法によっては、施設の安全性に支障が生じる可能性があるので、十分な対策を講じる必要がある。

(4) 調査のあり方と留意事項

本専門委員会では、中・長期開門調査に期待される成果、影響と対策に係る意見の他に、諫早湾干拓事業が引き起こしたと指摘されている有明海の環境変化の諸事象の解明、有明海の環境改善を念頭において、「調査のあり方」、あるいは「留意事項」に関しての意見が出されている。

①調査の進め方

調査の進め方に関する議論としては、先ず開門して海水導入を行い、その時に生起する諸現象を観測することから始めるべきとする意見がある一方、開門による影響を検出し解析するためには、先ず、環境変化のメカニズムを解明し、事前に予測を行った上で、必要ならば開門調査等によりデータを取得する方法とすべきとする意見がある。

また、海域環境は地象、気象、海象条件の変動によって大きく変動している中で、この中に、開門（海水導入）というインパクトを与えたとしても、基礎的なメカニズムの理解が曖昧な段階で現地観測を行った場合には、データは得られたとしても、それによって現象間の因果関係を解釈、検討することは困難であり、先ずは、既往のデータや新規に得られるデータに基づいて、基礎的なメカニズムについての理解のレベルを高めるとともに、現地観測を行うにあたっては、そのメカニズムを考慮した体系的な観測体制を計画する必要があるとの意見がある。

②現地観測

現地観測に関しては、有明海については既に相当の調査が行われており、現状で解析は十分行えるとする意見がある一方、これまでの観測では有明海の環境変化を解析するには十分なものとはなっておらず、観測項目や観測体制を充実させることも重要とする意見がある。

③シミュレーション

シミュレーションに関しては、局所的な流動や貧酸素現象、生物、生態系に関しては不十分な精度しかないとする意見がある一方、国調費モデルは既往の観測データや短期開門調査によって得られた実測値により検証が行われており、十分な精度を有するという意見がある。また、シミュレーションは課題に応じたモデルを構築し、予測・評価の精度を高める必要があるとの意見がある。

さらに、事前の影響予測の手段として、シミュレーションを活用する必要があるとの意見がある。

④基礎的な調査・研究の必要性

有明海の環境変化のメカニズムに関しては、従来から関係県が行っている浅海定線調査や現在実施中の行政対応特別研究（水産庁が、関係県、大学と連携して実施）

等、各種の調査・研究が進められてはいるものの、なお引き続き検討を進める必要があることについては、本専門委員会の共通理解である。

また、有明海の調査・研究を進めるためには、調査点を多くして連続観測を行い、有明海湾奥、諫早湾周辺の海底の底質の状態の調査、気象との関連など総合的な集約ができるような調査方法をとるべきとする意見や各機関の調査成果をいつでも閲覧できるようなシステムが必要とする意見等がある。

⑤有明海漁業生産者の意識の観点

本専門委員会の検討においては、漁業者の不安を解消し納得を得るためには、大きく開門して有明海湾奥の漁場がどう変化するかを漁業者自らが確認できるように漁業者の参加も得られるような現地調査が必要とする意見、さらに、福岡県並びに佐賀県、熊本県の漁業者もそうであろうが、漁業者は開門の影響で一時的に有明海への負の影響が出るのはやむを得ないが、中・長期開門調査を行うべきと考えているとの意見がある。

一方、諫早湾内の漁場については、短期開門調査のときでさえ被害が発生しており、中・長期の開門調査を行えば、さらに大きな被害が発生することが想定されることから、大きなリスクを冒してまで開門調査をすべきではないとの意見がある。

また、開門調査の実施を検討するにあたっては、先ず、中期の開門を実施し、その後、長期の開門調査について考えていくような形での検討のプロセスがみえないと漁業者は納得しないであろうとの意見がある。

8 まとめ

(有明海の現状)

有明海は、九州の西岸に南から入り込んだ内湾で、福岡、佐賀、長崎、熊本の4県に囲まれている。その面積は約1,700 km²、容積は約340 億m³、平均水深約20 m、年間流入量約145 億m³、流域面積は約8300 km²であり、流域の大部分は有明海の東側に偏っている。最も流域面積の広い河川は筑後川で、2,860 km²と有明海全流域の約3分の1を占めている。潮受堤防内側の調整池の面積は約20 km²、容積は約0.29 億m³、年間流入量約4.3 億m³、流域面積約249 km²で、有明海に対する比率は、それぞれ1.2 %、0.08 %、3.0 %、3.0 %である。有明海に流入する水量は、日平均で約3,800 万m³あり、その約7～8割が筑後川を始めとする有明海東側の河川から流入している。諫早湾干拓事業の調整池流域から流入する水量や負荷量(平成13年)は有明海全体の1～2%である。

有明海の潮位・潮流は、近年の外海における平均潮位の上昇や潮位差の減少、河川からの流入量の変化、気象状況の変化、これまでの各種開発に伴う地形変化等の複合的な要因に影響されているものと考えられる。また、有明海の水質は、1970年代以降、長期的には富栄養化の傾向がみられるものの、最近10年間では湾奥の一部を除き、富栄養化の進行はみられていない。

有明海湾奥部での貧酸素現象については、佐賀県沖で1970年代より観測されており、長期間の観測データからは貧酸素現象の発生頻度が増加する傾向はみられていない。

有明海湾奥部の底質は、20年前から細粒化する傾向がみられる一方で、諫早湾では、潮受堤防の締切前後で底質の粒度や底生生物に大きな変化は認められていない。さらに、1988年度以降の15年間でみると、有明海の赤潮発生件数は、長崎、熊本県沖で増加傾向にあるが福岡、佐賀県沖では横ばい傾向にあり、赤潮発生延べ日数は佐賀県沖を除く福岡、長崎及び熊本県沖で増加傾向にある。一方、赤潮発生平均日数は年度によるバラツキが大きく明らかな変化傾向はみられない。

有明海の全体の漁獲量は、年によって変動はあるもののほぼ一定であり、その内訳は海面漁業が減少する一方、ノリ養殖が増加している。ノリの作況をみると、たびたび不作が起こるなど不安定な状況にあるが、その原因は年によって異なるものの、大半は「あかぐされ病」、「壺状菌」、「スミノリ症」、栄養塩不足による色落ちなどによるものである。このような中、平成13年9月20日のノリ不作等第三者委員会の「有明海のノリ不作の対策等に関する中間取りまとめ」等によれば、平成12年のノリ不作の主な原因は、外洋性の大型珪藻(リゾソレニア・インブリカータ)の赤潮の広域的かつ連続的な発生にともなう養殖漁場での栄養塩濃度の低下による著しい色落ちであり、この赤潮は秋季の大量降雨に引き続く晴天の持続に高水温が加わったかなり異常な気象・海象によって発生したと考えられるとしている。また、採貝漁業の漁獲は、1970年代後半から減少が始まっている。

(諫早湾干拓事業と有明海)

諫早湾干拓事業においては、事業開始前に環境影響評価を実施するとともに、これに基づいた環境監視(環境モニタリング)を、事業開始以来、諫早湾地域を中心とした範

圃において継続してきている。また、平成 13 年には、それまでの環境モニタリング結果を踏まえた、環境影響評価に係るレビューを実施しており、環境の変化は環境影響評価の予測の範囲内にあることを確認している。

一方、有明海においては、漁場環境を中心とした環境変化が起こってきた事実があり、平成 12 年のノリ不作を契機として、諫早湾干拓事業と有明海の環境変化の関係について、改めて検討を求めたのが、ノリ不作等第三者委員会の「見解」であったと理解される。この「見解」を受け平成 14 年度より実施された開門総合調査では、有明海における海域環境の諸事象の変化に対する要因のうち諫早湾干拓事業を取り出して、短期開門調査、干潟浄化機能調査、流動解析等調査が実施され、事業による有明海への影響が検討されたところ、諫早湾干拓事業による有明海への影響は検討項目により影響の程度に違いが見られるものの、ほぼ諫早湾内に止まっており、諫早湾外の有明海全体にはほとんど影響を与えていないという結果が得られている。

また、同時並行的に行われた国調費調査や行政対応特別研究により、有明海の環境特性の解明が、研究データや数値解析結果をもとに深められてきており、有明海の環境変化の実態が明らかになりつつある。

(中・長期開門調査に係る検討結果)

本専門委員会では、検討会議からの専門的付託事項に沿って、諫早湾干拓事業が影響を及ぼしたとされる有明海の事象 6 項目について、開門総合調査の結果等ノリ不作等第三者委員会の「見解」以降に得られた新たな知見も踏まえ、中・長期開門調査について検討を重ねた。

中・長期開門調査で期待される成果を議論して行く中で、漁業者の懸念を払拭するためには、先ず、長期間にわたり大きく開門して有明海の状況を見るべきとする意見と、専門的・技術的観点からすれば諫早湾干拓事業が有明海に及ぼした影響について、開門し調査したとしても具体的な成果は期待できないとする意見の相違が明らかになってきた。ただし、開門することによる影響と対策の必要性については、一部に被害が出てもやむを得ないとする意見があるものの、事前に十分な検討が必要とする意見が大半であった。なお、これら意見の相違については、7 の (2) 及び (4) に両論を紹介した。ここでは、まず付託事項の趣旨に沿って、専門的・技術的な面から中・長期開門調査についての意見を総括してみることとする。

有明海の環境変化のうち、物理的・化学的な環境の変化については、仮に潮受堤防の排水門を長期間にわたり、できるだけ大きく開門して海水導入を行ったとしても、潮受堤防締切前の地形条件とは異なるうえに、当時の気象、海象等の条件が再現されることも期待できないために、ここで形成される海域環境は、潮受堤防締切前の環境とは大きく異なるものとなることに留意する必要がある。この意味では、開門調査は排水門の操作によって新たに創出される海域環境に係る調査として捉えられなければならない。

また、赤潮・プランクトン、底生生物、二枚貝などの漁業生物等の生物に関する事象については、有明海の生物の変動のメカニズムが十分に解明されていないことや、そのメカニズムについては行政対応特別研究等の基礎的調査研究が現在進められているところであることを踏まえると、これらの事象については、海水導入した状態で観測データ

を得たとしても、地象、気象、海象の複合的な要因により変動する環境条件の中で、観測データから海水導入の影響を直接検出することは困難であろうとの意見がある。

これらのことを考慮すれば、開門調査による海水導入時の現地観測データから諫早湾干拓事業が引き起こしたと指摘されている有明海の環境変化の諸事象について検討することは、技術的に困難な課題を伴うことになるといえよう。

また、有明海の環境変化に対する漁業者の懸念を払拭するには、長期間にわたり大きく開門しての開門調査が必要であるとする意見もある。しかし、長期間にわたり大きく開門しての調査を実施した場合には、潮受堤防建設前とは異なる新たな人工的な環境を創ることになり、諫早湾及び有明海の環境に対して、正のインパクトを与える可能性がある一方、負のインパクトを与える可能性もあることから、開門調査を実施するに際しては、事前に影響の程度を詳細に検討し、所要の対策を講じる必要がある。

なお、本専門委員会において複数の委員から意見があるように、漁業者が有明海の環境変化を肌で感じ、危惧していることも事実である。有明海の環境変化が地象、気象、海象の諸条件が複合的に関連しあう中で変化している実態や、このような有明海の環境の変化と諫早湾干拓事業との関係に関する知見について、最新の調査研究成果も含め、農林水産省等関係機関は漁業者に対して十分に説明し、相互理解を深めるべくより一層の努力をすべきである。

9 おわりに

本専門委員会では、検討会議からの付託事項に応じて、中長期開門調査に期待される成果、影響と対策、留意事項、調査のあり方の観点から、技術的な論点の整理を行った。

一方、本専門委員会は、専門的・技術的立場からの検討に重きを置いたが、有明海の環境について考える場合に、単に科学・技術の視点からのみではなく、有明海を漁業生産の場として生活している漁業者の視点からも考えることの重要性について、各委員の議論の端々に表明された。

このことを踏まえれば、今後、関係公共機関が十分に連携し、漁場環境の保全・改善のための各種専門的な検討及び水産振興の施策を早急に実施することが重要である。本専門委員会においても検討を行ったような有明海に係る各種調査の成果は、これを十分活用するとともに、具体的には、有明海においては他の海域に見られないような従来からの浅海定線調査等の稠密な観測網があり、かなりのデータの蓄積があることから、これらを活用し、有明海の環境改善に向けた解析を行うとともに、新たな自動観測機等の整備を図り、調査項目の追加も望まれると考えられる。

さらに有明海全域における、現地観測の連携体制の充実を図り、観測データを関係機関が共同して利活用するような体制を整備することによって、今後の漁海況予測や環境予測の向上に生かしていくような取り組みが望まれる。併せて、漁業振興対策について総合的観点から立案し、早急に実施されることが望まれる。

また、これらの検討にあたっては、「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」に係る取り組みも国の支援を得つつ最大限活用することが考えられる。

さらに、国、有明海 4 県の水産関係機関、学識者及び漁業関係者の相互理解を深め、有明海の漁海況予報事業から漁場改善、整備事業等の水産振興に向けた連絡体制を高める必要があると考えられる。

これらの点は、本専門委員会として、与えられた課題の範疇を越えるところかもしれないが、有明海の環境改善に向けて、付言した次第である。

中・長期開門調査検討会議専門委員名簿

(五十音順)

氏名	現職等
いせだ ひろし 伊勢田 弘志	熊本県水産研究センター所長
おくだ たけお 奥田 武男	九州大学名誉教授
かとう おさむ 加藤 治	佐賀大学農学部教授
きくち たいじ 菊池 泰二	九州ルーテル学院大学人文学部教授
こさか やすひろ 小坂 安廣	長崎県総合水産試験場長
たきかわ きよし 滝川 清	熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター教授
○ つかはら ひろし 塚原 博	九州大学名誉教授
なかにし ひろし 中西 弘	山口大学名誉教授
はくしま いさお 白島 勲	佐賀県有明水産振興センター所長
ほんだ せいいちろう 本田 清一郎	福岡県水産海洋技術センター所長
まつおか かずみ 松岡 數充	長崎大学水産学部教授

注) ○ : 委員長

中・長期開門調査検討会議 専門委員会報告書 添付資料一覧

- 資料 1 総括的資料
 - 資料 1 - 1 中・長期開門調査検討会議専門委員会設置要領
[第1回提出資料 資料7]
 - 資料 1 - 2 専門委員会運営要領 [第2回決定]
 - 資料 1 - 3 中・長期開門調査に係る専門的検討事項 [第1回提出資料 資料6]

- 資料 2 検討資料
 - 資料 2 - 1 中・長期開門調査に係る検討項目委員意見（集約）
[第6回提出資料 資料2-1]
 - 資料 2 - 2 中・長期開門調査に係る検討項目 第7回委員会意見追加（要約）[第8回提出資料 資料2]

- 資料 3 調査関係資料
 - 資料 3 - 1 有明海の再生に向けた総合的な調査の内容
[第4回提出資料 資料2-1]
 - 資料 3 - 2 有明海の再生に向けた総合的な調査の成果の概要
[第4回提出資料 資料2-2]
 - 資料 3 - 3 諫早湾干拓事業と主な環境関係の調査等 [第4回提出資料 資料3]
 - 資料 3 - 4 開門総合調査報告書（概要）
 - 資料 3 - 5 西海区水産研究所説明資料 [第1回提出資料 資料8]

- 資料 4 有明海に関する各種データ
 - 資料 4 - 1 有明海に関連する環境及び漁業等 [第4回提出資料 資料2-3]
 - 資料 4 - 2 有明4県の漁業生産及び環境条件の経年変化
[第6回提出資料 資料4]
 - 資料 4 - 3 有明海の環境に関する文献等による知見 [第4回提出資料 資料2-4]

- 資料 5 開門方法等
 - 資料 5 - 1 開門方法の考え方等について [第6回提出資料 資料3]
 - 資料 5 - 2 短期開門調査における被害回避対策 [第5回提出資料 資料3]