

資料 6-1

諫早湾干拓事業開門総合調査報告書

平成15年11月

九州農政局

F

D



A

B

はじめに

有明海においては、多年にわたる諸要因により、取り巻く環境が大きく変化してきており、その再生に向けた取り組みが急務となっている。特に、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が強く求められ、農林水産省においては、平成13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、関係各省、関係県と連携して各種の調査を進めてきたところである。

開門総合調査は、ノリ不作等第三者委員会（平成15年3月27日に「最終報告書」をとりまとめのうえ検討を終了）が平成13年12月に取りまとめた見解の趣旨等を踏まえ、有明海全体として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、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される影響をできる限り量的に推定することを目的として実施したものである。

この短期開門を含む開門総合調査は、

- ① 謫早湾干拓調整池に海水を平成14年4月から1ヶ月程度導入するとともに、その後の淡水への回復過程を含め、調整池、海域等の環境の変化を観測する「短期開門調査」
- ② 謫早干潟に類似した現存干潟において、1年間の四季（平成14年春季～平成15年冬季）を通じた現地調査等を行うとともに、泥質干潟の干潟生態系モデルを構築し、諫早干潟の水質浄化機能を推定する「干潟浄化機能調査」
- ③ 短期開門調査及び干潟浄化機能調査により得られる情報も活用し、数値シミュレーション等により、諫早湾干拓事業による有明海の流動、水質、底質等への影響を検討する「流動解析等調査」

の3つの調査を総合的に組み合わせたものであり、その成果は、有明海における他の各種調査の結果と合わせて、有明海の環境改善の方策を総合的に検討する場に提供するものである。

本報告書は、開門総合調査運営会議の指導・助言を得ながら、調整池に海水を導入することにより、調整池や海域の環境にどのような変化が生じるのかを現地で観測し、開門総合調査の一環である現存干潟での現地調査を踏まえた干潟浄化機能調査やコンピュータ解析による流動解析調査等の結果と合わせて、諫早湾干拓事業と有明海の海域環境との関係についてとりまとめたものである。

なお、開門総合調査運営会議の委員は、下表のとおりである。

氏名	所属・役職等	備考
塚原 博	九州大学 名誉教授	座長
野口 正人	長崎大学工学部 教授	座長代理
戸原 義男	九州大学 名誉教授	
豊貞 雅宏	九州大学大学院工学研究院 教授	
真木 太一	九州大学大学院農学研究院 教授	
菊池 泰二	九州ルーテル学院大学人文学部 教授	第6回以降
滝川 清	熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター 教授	//
中田 喜三郎	東海大学海洋学部 教授	//
本田 清一郎	福岡県水産海洋技術センター有明海研究所 所長	第5回まで
白島 黥	佐賀県有明水産振興センター 所長	//
小坂 安廣	長崎県総合水産試験場 場長	//
伊勢田 弘志	熊本県水産研究センター 所長	//

※所属等は委員当時

目 次

序文

はじめに	(発行者: 環境省、監修者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議会議録	ページ
要 約	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議会議録	1
1. 調査の経緯と目的	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	12
2. 調査の構成と内容	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	7
3. 有明海及び諫早湾の概要	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	12
4. 短期開門調査の結果	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	23
(1) 実施状況	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	23
(2) 気象	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	24
(3) 調整池水位と潮位・潮流	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	25
(4) 水質	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	26
(5) 底質	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	29
(6) 生物	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	29
5. 干潟浄化機能調査の結果	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	31
(1) 調査の実施方法	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	31
(2) 類似干潟の選定	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	32
(3) 類似干潟の現地調査・室内試験	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	33
(4) 類似干潟での干潟生態系モデルの構築	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	38
(5) 類似干潟の浄化機能	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	40
(6) 諫早干潟の浄化機能	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	43
6. 流動解析等調査の結果	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	45
(1) 調査の実施方法	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	45
(2) 短期開門調査期間の流動等の再現	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	46
(3) 潮受堤防と有明海海域環境の関係	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	47
1) 流動	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	47
2) 水質	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	50
3) 底質	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	56
(4) 諫早湾及び周辺海域における貧酸素現象	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	57
7. 総合まとめ	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	62
おわりに	(発行者: 環境省環境政策局長) 環境省開門調査会議録	65

巻末資料

1. 開門総合調査運営会議関係資料（設置要領、委員名簿、開催状況） 付-1
2. ノリ不作等第三者委員会「諫早湾干拓地排水門の開門調査に関する見解」 付-5
3. ノリ不作等第三者委員会「最終報告書—有明海の漁業と環境の再生を願ってー」 付-15
4. 環境影響評価の結果の概要（開門総合調査との共通項目） 付-29
5. 短期開門調査報告書（目次） 付-30
6. 干渉浄化機能調査報告書（目次） 付-32
7. 流動解析等調査報告書（目次） 付-34

要 約

1 調査の目的

有明海においては、多年にわたる諸要因により、取り巻く環境が大きく変化し、その再生に向けた取り組みが急務となっており、農林水産省においては、平成13年度から関係各省、関係県と連携して各種の調査を進めることとした。

有明海の再生に向けて、その環境変化の原因を早急に究明し、有明海全体として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、有明海ノリ不作等対策関係調査検討委員会の見解の趣旨等を踏まえ、短期開門調査、干潟浄化機能調査及び流動解析等調査の3つの調査からなる開門総合調査を実施した。

この開門総合調査により、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、その適否をできる限り量的に検討した。

2 調査結果の概要

(1) 短期開門調査

短期開門調査は、平成14年4月24日から5月20日までの約1ヶ月間、調整池に海水約6,600万m³を導入したうえで、その後の淡水への回復過程も含めて、調整池と海域の水質、潮位・潮流、底質、生物について調査を行ったもので、以下のような事象が観測された。

○ 調 整 池

- ① 海水導入直後から、塩分躍層等が形成され、潮受堤防排水門付近の底層では、酸素飽和度が40%以下まで低下する貧酸素現象が一時的に観測された。
- ② 化学的酸素要求量(COD)、栄養塩類の濃度は海水導入による希釀効果等によって低下したが、日平均排水量が増加したため、潮受堤防排水門から海域への負荷の総量は、海水導入前と比べて増加した。
- ③ 海水導入中における調整池の内部生産量は、負荷収支によれば、海水導入前に比べ、若干大きな値であった。
- ④ 海水導入による塩化物イオン濃度の増加に伴って、海水性のプランクトン、魚卵・稚仔魚、底生生物、魚類等がみられた。

○ 海 域

- ① 潮位への影響はみられなかった。また、潮流への影響は、潮受堤防排水門近傍で、主に排水時に観測され、諫早湾湾奥に限られていた。
- ② 海水導入期間中、諫早湾では2回にわたり表層の塩化物イオン濃度の低下が観測されたが、排水門から排水を行っていない時期にも低下しており、湾口北部で湾奥より塩化物イオン濃度が低かったことから、湾外北側からの低塩分水の供給が考えられた。
- ③ 海水導入期間中の化学的酸素要求量(COD)、栄養塩類は、海水導入前後と比較して同じかやや高い水準で推移した。
- ④ 調整池からの排水による濁りの拡散は、排水門を中心として、海域表層を広がっており、その範囲は湾奥に限られ、湾央までは及ばなかった。

(2) 干潟浄化機能調査

有明海に現存する干潟から、諫早干潟に最も類似した泥質干潟として佐賀県塩田川・鹿島川河口域の干潟を選定し、1年間の四季にわたる現地調査と現地で採取した生物等のサンプルを用いた室内試験を行った。これらの結果等に基づき泥質干潟の物質循環を再現する干潟生態系モデル（コンピュータによる数値シミュレーションモデル）を構築して、類似干潟の水質浄化機能を推定するとともに、諫早干潟での調査結果を踏まえ、同モデルを用いて諫早干潟の物質収支から水質浄化機能を推定したところ、以下のような結果が得られた。

○ 類似干潟

- ① 干潟・浅海域の単位面積当たりの年間平均浄化量を推定したところ、窒素で $8.4\text{mgN/m}^2/\text{日}$ の浄化となった。
- ② この結果をこれまでに報告された干潟域（砂質干潟を含む）の浄化機能の評価結果と比較すると、既存の評価結果の範囲内にあるものの、比較的低い水準であった。

○ 謳早干潟

- ① 謳早干潟（現在の潮受堤防の内側に相当する浅海域を含む。以下同じ）の単位面積当たりの年間平均浄化量を推定したところ、窒素で $10.6\text{mgN/m}^2/\text{日}$ の浄化となった。
- ② 今回推定された諌早干潟の窒素浄化量は、本明川等の陸域からの平均流入負荷量の窒素で約 36%に相当した。また、有明海に陸域から流入する負荷量の約 0.5%に相当した。

(3) 流動解析等調査

数値シミュレーションと現地観測データ等の分析により、諌早湾干拓事業が有明海の海域環境に及ぼしたとされる影響について検討を行ったところ、以下のような結果が得られた。

○ 短期開門調査期間の流動等の再現

有明海海域環境調査（以下、「国調費調査」）において構築した流動モデル（以下、「国調費流動モデル」）により、平成 14 年 4 月から 6 月までの短期開門調査結果を再現したところ、おおむね良好な再現結果が得られた。

○ 潮受堤防と有明海海域環境の関係

<流 動>

国調費流動モデルにより、潮受堤防が無い場合の有明海の流動を計算し、国調費調査で実施した現況再現結果（潮受堤防が有る場合）と比較するとともに、潮位観測データの分析を行ったところ、以下のような結果が得られた。

- ① 数値シミュレーションにより、潮位への影響を大潮差（大潮時の潮位差）の年平均値で比較したところ、有明海湾央の三角地点で約 0.8%、有明海湾奥の佐賀県大浦地点で約 1.5%程度の差がみられた。
- ② 数値シミュレーションにより、潮流への影響を潮流ベクトル（大潮時）と平均流ベクトルで比較したところ、その影響は、諌早湾周辺海域にとどまっていた。
- ③ 有明海の気象庁検潮所の潮位観測データから得られた年平均潮差、大潮差、 M_2 分潮（月の引力による 12.4 時間周期の潮位変動）振幅の経時変化からは、潮受堤防の工事期間（平成 6～9 年）や最終締切時（平成 9 年 4 月）の前後で明らかな変化はみられなかった。

<水質>

国調費流動モデル及び諫早干潟の浄化機能を考慮した国調費水質モデルを用いて、潮受堤防が無い場合の有明海の水質を計算し、国調費調査で実施した現況再現結果(潮受堤防が有る場合)と比較するとともに、水質観測データの分析を行ったところ、以下のような結果が得られた。

- ① 塩分、水温は、諫早湾内で若干の差がみられたものの、諫早湾外の有明海では明らかな差はみられなかった。
- ② 化学的酸素量(COD)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)及び溶存酸素(DO)は、諫早湾外の有明海では有意な差はみられなかった。
- ③ クロロフィルaは、諫早湾外の有明海では明らかな差はみられなかった。また、赤潮によりノリが不作となった平成12年12月から翌年3月について、有明海湾奥及び諫早湾のクロロフィルaが0.03mg/L(国調費調査での赤潮の発生指標)以上の面積を比較したところ、差はほとんどみられなかった。
- ④ 有明海における浅海定線調査や公共用水域水質測定等の観測データから、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なかった。

<底質>

諫早湾及び周辺海域について、底質の浸食・堆積傾向を検討する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。

○諫早湾及び周辺海域における貧酸素現象

平成14年の夏季に諫早湾及び佐賀県沖において現地調査を行うとともに、数値シミュレーションや観測データの分析等を行ったところ、以下のような結果が得られた。

- ① 謞早湾では7月初旬と8月初旬の2回、いずれも小潮期に貧酸素現象(酸素飽和度40%以下)が観測され、ほぼ同時期に佐賀県沖でも貧酸素現象が観測された。なお、諫早湾と佐賀県沖の底質の酸素消費速度は類似した値であった。
- ② 潮受堤防排水門から間歇的に排水される淡水は、諫早湾湾奥で排水直後の急激な塩分低下として観測されたが、短時間で元の塩分に回復しており、湾口では排水に対応した塩分低下は観測されなかった。
- ③ 謞早湾で数日間にわたり塩分躍層が観測された時期の表層塩分の平面分布は、湾奥から湾口北部へ低くなっており、数値シミュレーションからも、有明海湾奥の低塩分水が諫早湾湾口に達する状況が再現された。
- ④ 佐賀県沖の浅海定線調査から、酸素飽和度の経年的な変化傾向は認められなかった。

3 総合まとめ

諫早湾干拓事業による有明海の流動、水質、貧酸素現象、底質等への影響について、総合的な考察を行って、以下のとおりとりまとめた。

1) 流動(潮位・潮流)

- ・潮位については、数値シミュレーションから諫早湾外の有明海の大潮差に0.8~1.5%の差が現れたものの、観測データからは大潮差等の経時変化において、潮受堤防の影

響によると考えられるような明らかな変化はみられなかった。

- ・潮流については、数値シミュレーションから潮受堤防による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。

2) 水質（水質と負荷）

- ・化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)については、数値シミュレーションからは、諫早湾外の有明海に有意な差はみられなかった。
- ・浅海定線調査や公共用水域水質測定の観測データからも、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なかった。
- ・このことから、潮受堤防の締切は、諫早湾外の有明海の水質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。

3) 貧酸素現象

- ・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。
- ・諫早湾と佐賀県沖における現地観測、数値シミュレーション、浅海定線調査等の観測データの分析等から、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。

4) 底質

- ・数値シミュレーションからは、諫早湾湾口の一部で潮受堤防の有無により底質の細粒化がみられたものの、環境モニタリングからは、潮受堤防の締切前後で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。

5) その他

- ・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（国調費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。

6) まとめ

- ・開門総合調査によって、諫早湾干拓事業による有明海の流動、水質、貧酸素現象、底質等への影響については、かなり明らかにできたと考えられる。
- ・数値シミュレーションと観測データの分析等により総合的な考察を行ったところ、検討項目により違いはあるものの、潮受堤防の締切による影響は、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た。
- ・以上の結果として、諫早湾干拓事業への着手に先だって行われた環境影響評価と共通する項目については、その予測の範囲にほぼ収まっていた。
- ・赤潮と底生生物（タイラギ、アサリ等）については、間接的には一部明らかにできたものの、関係する試験研究機関等による今後の新たな知見に期待したい。
- ・開門総合調査において以上のような成果が得られた一方、調査の一環として実施した短期開門調査では、海水が導入された調整池でギンブナ等の淡水性の魚類や二枚貝が多く死滅し、また、調整池の再淡水化が当初想定した2ヵ月から6ヵ月に長期化したため背後地への塩水被害の不安が出るなど、被害回避対策を実施したにもかかわらず、海水導入に伴つていくつかの課題も生じた。

1. 調査の経緯と目的

(1) 諫早湾干拓事業の概要

諫早湾干拓事業は、諫早湾の湾奥を締切り（図1-1）、調整池及び調整池を水源とするかんがい用水が確保された大規模な優良農地を造成し、生産性の高い農業を実現するとともに、背後の低平地において高潮、洪水、常時排水不良等に対する防災機能の強化を目的として、昭和61年度に着工された。

本事業の主要構造物である潮受堤防は、平成4年10月に工事着手され、平成9年4月に締切を行った後、平成11年3月に完成した。それ以降、調整池の水位が標高マイナス1mで管理されることにより、背後の低平地に対して、事業による防災機能が発揮されている。

さらに、潮受堤防の完成等により、標高マイナス1m以上の土地は既に干陸し、干拓予定地の一部では試験圃場が設けられ、作物栽培試験も実施されている。

また、平成14年6月には、防災機能の十分な発揮、概成しつつある土地の早期利用、環境への配慮の一層の推進、予定されている事業期間の厳守の観点から事業計画の変更を行い、干陸面積816ha、調整池面積2,600haとし、平成18年度の事業完了をめざし、現在、中央干拓地の前面堤防の工事等が進められているところである（図1-2）。

図1-1 諫早湾干拓事業の位置

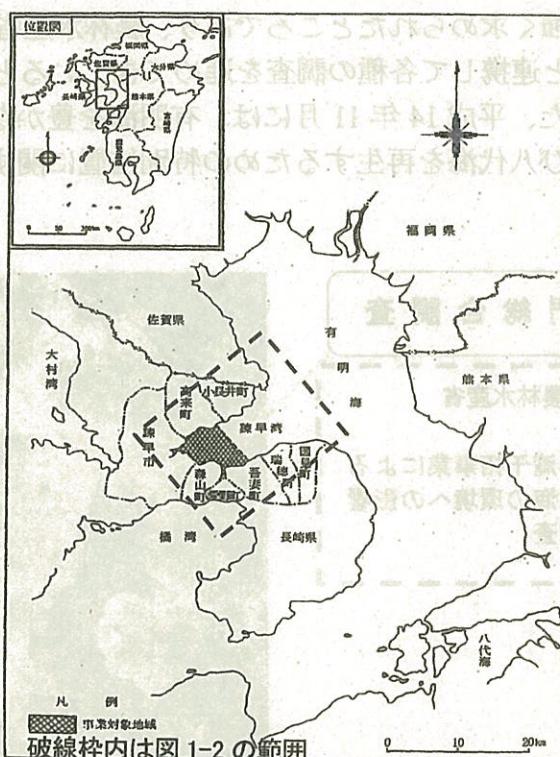


図1-1 諫早湾干拓事業の位置

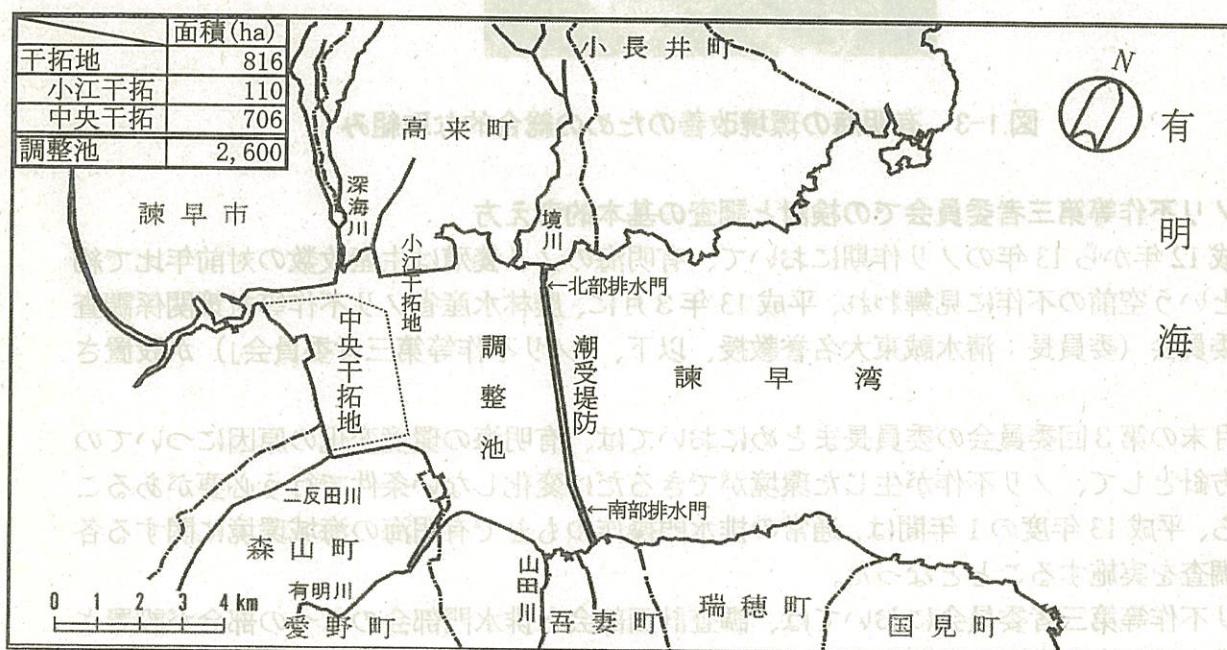


図1-2 諫早湾干拓事業の概要

(2) 有明海の環境改善のための総合的な取組み

有明海においては、多年にわたる諸要因により、取り巻く環境が大きく変化してきており、その再生に向けた取り組みが急務となっている。

一方、この有明海の環境改善のための有効な方策を検討・実施していくためには、様々な開発行為等の推移や地形変化、気象・海象等の変化、海域への流入負荷の変化、ノリ養殖業等経済活動のあり方などの環境変化の原因について、総合的に検討することが必要となってきている。特に、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が強く求められたところであり、農林水産省においては、平成13年度から関係各省、関係県と連携して各種の調査を進めてきているところである（図1-3）。

また、平成14年11月には、有明海を豊かな海として再生するための特別措置法（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）が成立したところである。

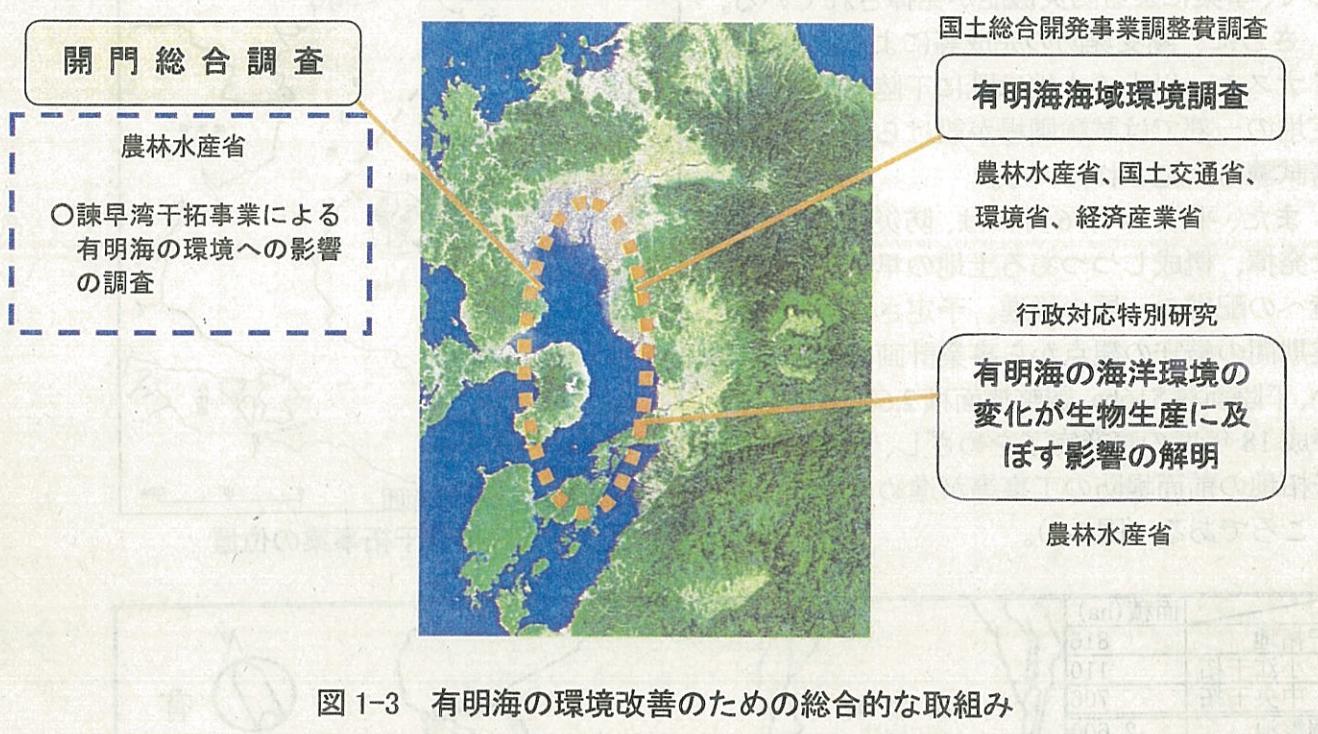


図1-3 有明海の環境改善のための総合的な取組み

(3) ノリ不作等第三者委員会での検討と調査の基本的考え方

平成12年から13年のノリ作期において、有明海のノリ養殖は生産枚数の対前年比で約60%という空前の不作に見舞われ、平成13年3月に、農林水産省ノリ不作等対策関係調査検討委員会（委員長：清水誠東大名誉教授、以下、「ノリ不作等第三者委員会」）が設置された。

3月末の第3回委員会の委員長まとめにおいては、有明海の環境変化の原因についての調査方針として、ノリ不作が生じた環境ができるだけ変化しない条件で行う必要があることから、平成13年度の1年間は、通常の排水門操作のもとで有明海の海域環境に関する各種の調査を実施することとなった。

ノリ不作等第三者委員会においては、調査計画部会と排水門部会の2つの部会が設置され、排水門部会を中心に関門調査の必要性、調査項目、前提条件等について検討が重ねられた。平成13年9月20日にまとめられたノリ不作等第三者委員会の中間取りまとめの中

では、開門調査について以下のとおり記述されている。

- ・ 有明海の環境及びノリ不作等についての現状把握と原因究明、対策検討のための調査研究が進められているが、その一環として現状との比較のため、また、干拓地の機能を知るために排水門を開けて調査する必要がある。
- ・ 具体的には、調整池内の干潟・浅海域の水質浄化能力の評価、調整池内の水質や浮泥の周辺環境及び赤潮発生等への影響解明が重要である。

また、この中間取りまとめにおいては、開門調査に当たっての前提条件として、次の9項目が提示されている。

- ① 排水門を開けた調査結果を現状と比較するため、排水門の開門前の状況を把握するための調査を行う。
- ② 底泥の巻き上げによる海水中のSS、有機物(COD)、栄養塩類(N、P)の増加や、調整池内の水域が密度成層を形成することによる底層の貧酸素化のおそれがあるので、排水門の開門による環境影響評価を実施する。
- ③ 開門操作の方法によっては、排水門付近に早い流速が生じることとなり、底泥層の巻き上げや洗掘防止のための対策が必要となる。しかし、対策には相当の期間を要するため、開門により護床工の外側に生じる流速を1.6m／秒以下に制限する。
- ④ 排水門が振動して、疲労破壊がないよう、ゲートの振動を監視するため、ゲートに振動計を設置する。調査期間が中期となる場合にはゲート構造を変更する。
- ⑤ 排水門付近の速い流れに対する漁船などの安全性を確保するため、必要な対策を講ずる。
- ⑥ 塩水浸入が予測される排水樋門は点検を行い、樋門の改修等の措置を講ずる。また、排水不良が予測される樋門については常時排水のためのポンプを設置する。
- ⑦ 出水時の浸水に対する安全性を現状の水準に維持するため、調整池の水位の上限値を標高マックス1.0mとする。また、調整池水位の下限値は、潮受堤防及び排水門の構造上の安全性から許容される最大限の値とする。
- ⑧ 洗掘された底泥の堆積で河口閉塞や樋門の機能が喪失しないよう、底泥の洗掘が生じない流速で排水門の開門操作の方法を行う。
- ⑨ 洪水期・かんがい期の海水導入については、調整池への塩水浸入により、背後の農地で排水不良・塩水浸入や飛塩による塩害が発生しないよう代替水源の確保等の措置を講じる。

さらに、平成13年12月19日には、「諫早湾干拓地排水門の開門調査に関する見解」(以下、「見解」)がまとめられ、この見解の中で、「諫早湾干拓事業は重要な環境要因である流動および負荷を変化させ、諫早湾のみならず有明海全体の環境に影響を与えていると想定され、また、開門調査はその影響の検証に役立つと考えられる。」とされ、諫早湾干拓事業が及ぼしたと指摘される有明海の環境変化の事象として次の6つが示され、それについて開門調査による検証の可能性等が以下のとおり述べられている。

① 水質浄化機能の喪失と負荷の増大

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 流動の変化（潮位、流速、流向）

常時全面開放すれば流動がもどるという試算結果もある（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。また、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つきの開門でも知見が得られる可能性がある。

③ 赤潮の増加

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る。できるだけ大きく、長い開放が望ましい。

④ 貧酸素水塊の発生

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。

⑤ タイラギ、アサリ等の減少、成育不良および稚貝の斃死

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。

⑥ 謫早湾の底質の変化（細粒化、浮泥堆積など）と底生生物の減少

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。

また、開門調査の方法については、被害を及ぼさないことを前提として、「現実的な第一段階として2ヶ月程度、次の段階として半年程度、さらにそれらの結果の検討をふまえての数年の、開門調査が望まれる。調査に当たって、開門はできるだけ長く、大きいことが望ましい。」とされたが、その実施の判断は行政に委ねられることになり、平成15年3月27日の第10回ノリ不作等第三者委員会において「最終報告書」をとりまとめて検討を終了した。

なお、見解及び最終報告書については、本報告書の巻末に全文を掲載した。

調査の検討 (ト)

開門調査は、以上のような経緯等を受けて、潮受堤防によって周辺地域で期待された防災機能が十分発揮されていること、その地域で多くの住民が現に生活し、農業、漁業を営んでいること、諫早湾干拓事業についても早期完了を強く求められていること等を踏まえ、実施について表 1-1 に示す基本的な観点に立って検討した。

表 1-1 調査実施に当たっての観点

観 点	考 え 方
①被害を防止するための有効な対策を講ずることができる	1. 防災機能の確保 2. 排水門等施設の安全性の確保 3. 周辺農業・漁業への影響の考慮
②原因の究明及び対策の検討のため、早期に成果を得る	1. 開門に伴う影響緩和のための短期間での対策工の実施 2. 調査成果の早期取りまとめ 3. 適切な経費で必要とされる成果が得られる調査手法
③様々な要因の調査と総合的な連携が保てる	1. 有明海の他の調査結果と有機的な連携のもとでの調査の実施 2. 調査結果の総合的な検討

調査会議開催

民衆のモーティ

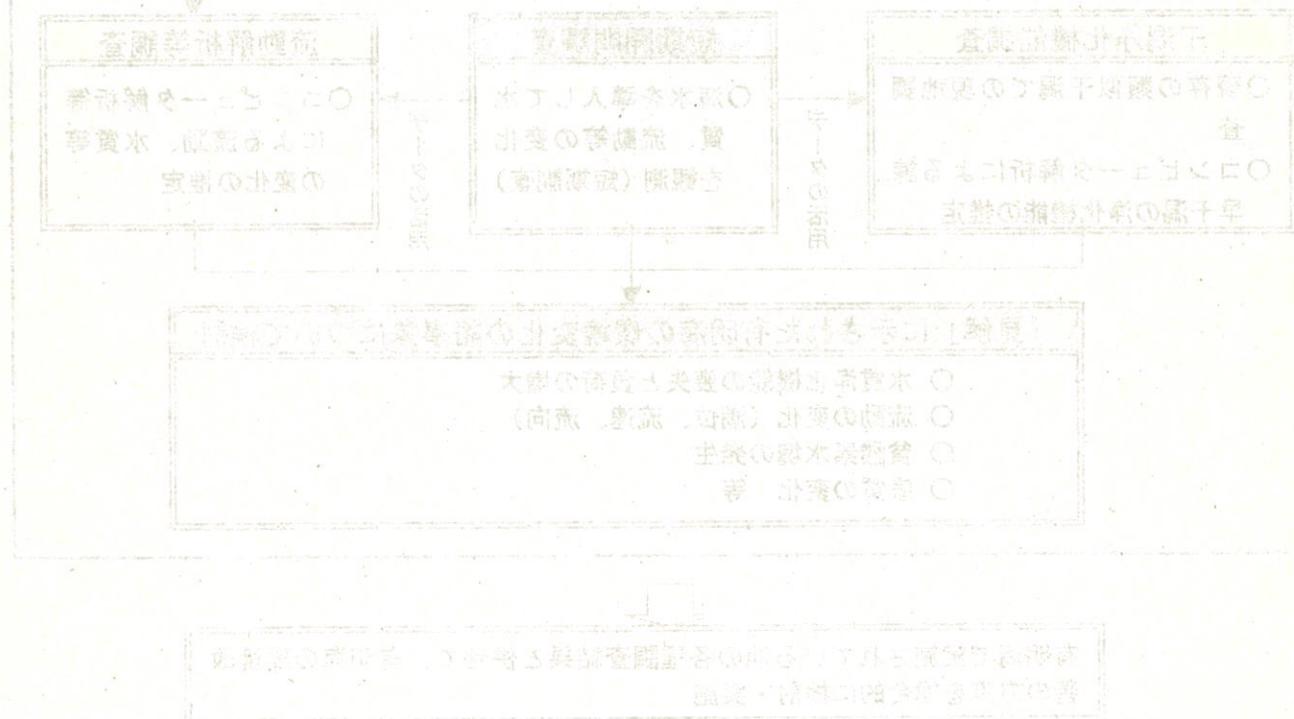


図 1-1 調査会議開催の構成図

(4) 調査の目的

開門総合調査は、ノリ不作等第三者委員会が平成13年12月に取りまとめた見解の趣旨等を踏まえ、有明海全体として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、短期の開門調査を含む開門総合調査を実施し、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される影響の度合いの解明を行うこととした。

この開門総合調査は、

- ① 謫早湾干拓調整池に海水を1ヶ月程度導入し、調整池、海域等の環境の変化を観測する「短期開門調査」
- ② 謼早干潟に類似した現存干潟において、1年間の四季（平成14年春季～平成15年冬季）を通じた現地調査等を行うとともに、泥質干潟の干潟生態系モデルを構築し、諫早干潟の水質浄化機能を推定する「干潟浄化機能調査」
- ③ 短期開門調査及び干潟浄化機能調査により得られる情報も活用し、数値シミュレーション等により、諫早湾干拓事業による有明海の流動、水質、底質等への影響を検討する「流動解析等調査」

の3つの調査を総合的に組み合わせて実施することとした。

なお、その成果は、有明海における他の各種調査の結果と合わせて、有明海の環境改善の方策を総合的に検討する場に提供するものである（図1-4）。

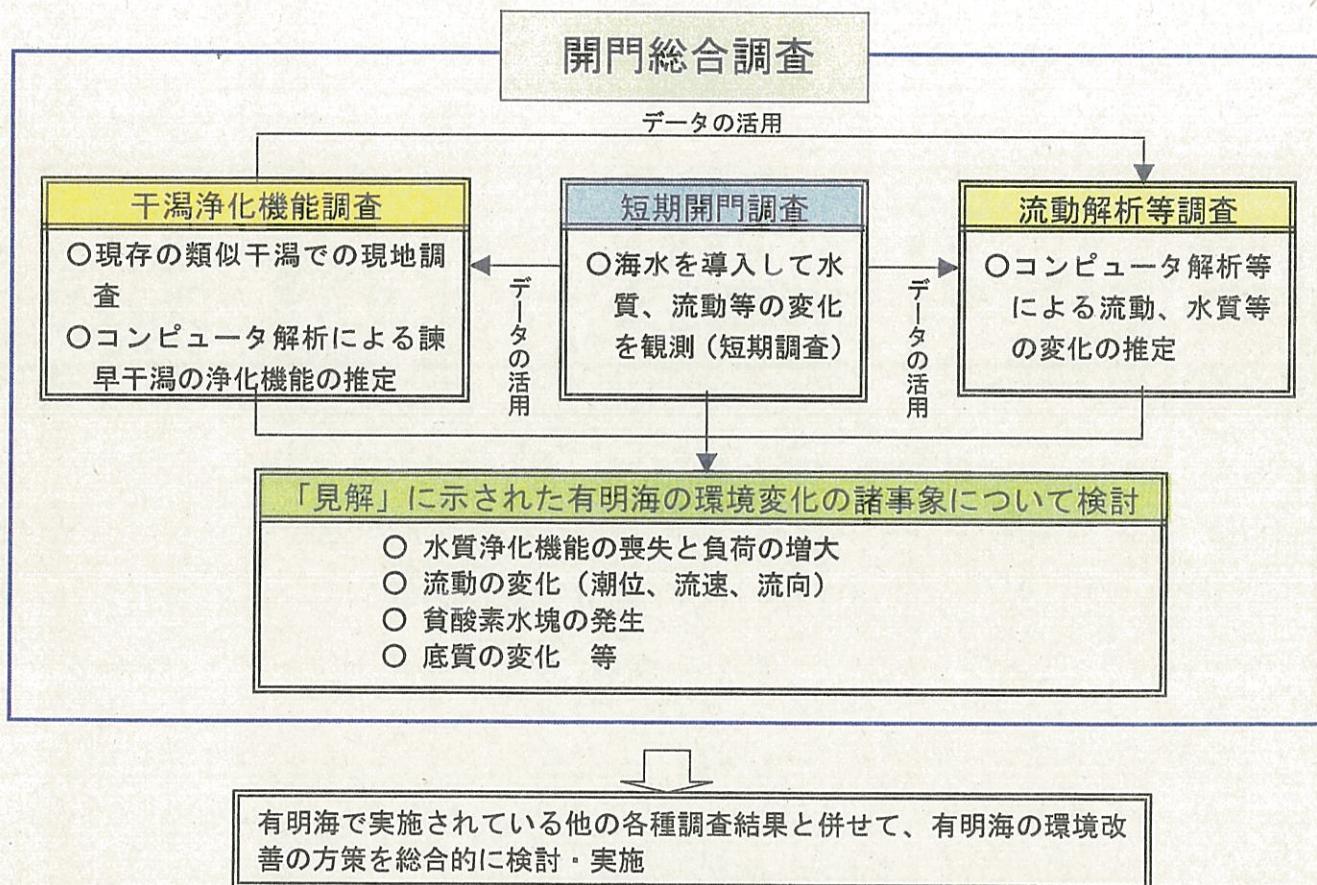


図1-4 開門総合調査の構成と実施フロー

2. 調査の構成と内容

査門開闢調査 (S)

(1) 調査の構成

開門総合調査は、短期の開門調査に加えて現存干潟での調査やコンピュータ解析の3つの手法を総合的に組み合わせたものであり、調査に当たっては、専門家からなる開門総合調査運営会議（座長：塚原博九州大学名誉教授）を設置し、その指導・助言を得ながら実施した（図2-1）。

。式に付する調査のうち、継続的なモニタリング調査

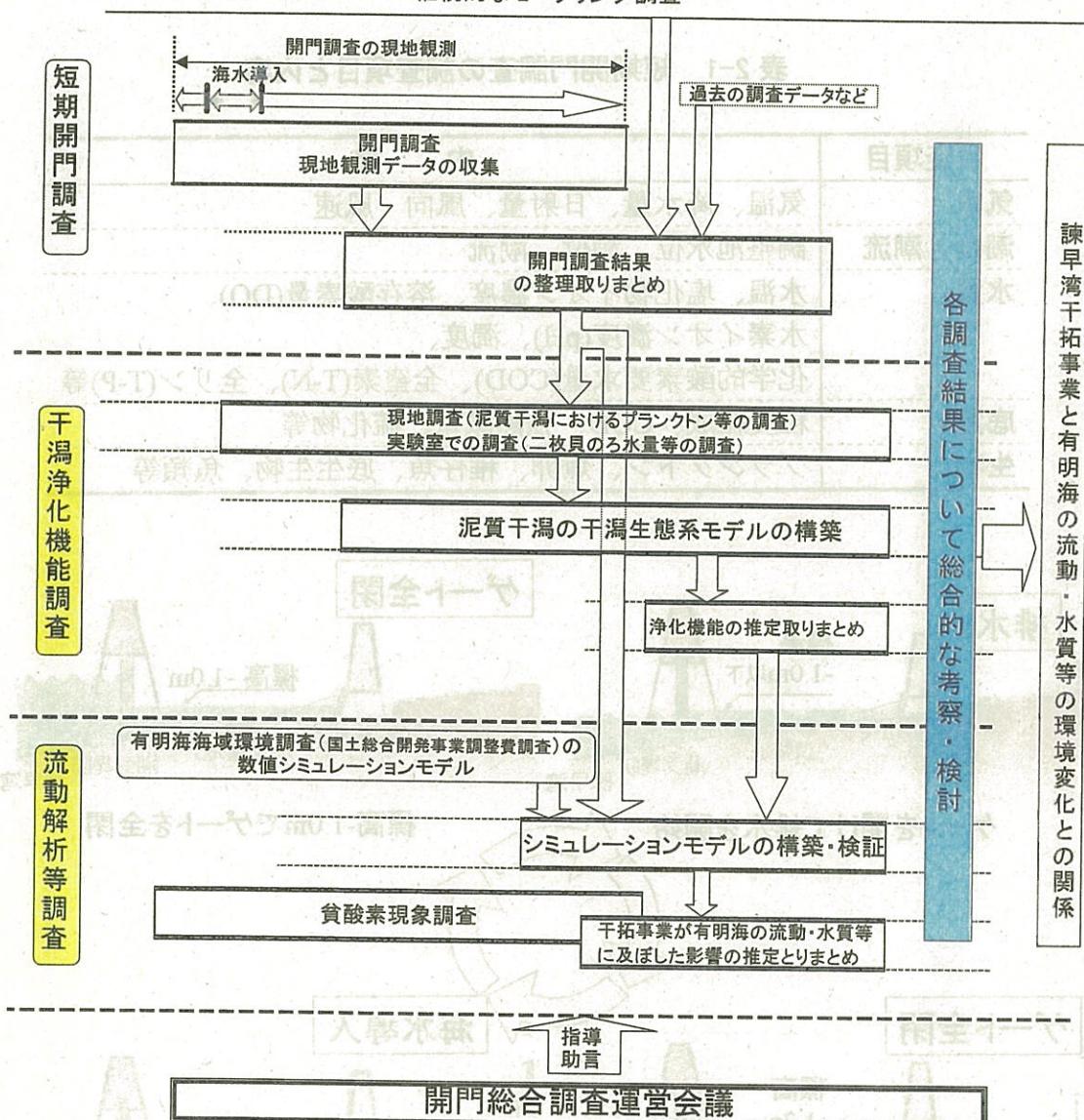


図2-1 開門総合調査の構成と内容

左の人物水槽 S-5 図

(2) 短期開門調査

短期開門調査は、調整池に海水を導入することによって生じた調整池、海域等の環境変化を観測したものであり、現地調査は海水導入前から開始し、海水導入終了後に調整池の水質が調査前の淡水に回復する過程までを含めて行い、表 2-1 に示す気象、潮位・潮流、水質、底質、生物などの項目について調査を実施した。

なお、海水導入に当たっては、調整池の水位を標高-1.2m から-1.0m の範囲で海水を導入するとともに、潮位が調整池の水位より低い時に調整池から排水した（図 2-2）。また、底泥（ガタ土）の洗掘を抑えるため、ゲートの開度を調整し、護床工の外側に生じる流速を 1.6m/s 以下に抑えるとともに、海水導入直後の濁りの拡散を抑えるため、1 回当たりの海水導入量や排水量を徐々に増加させるなどの配慮を行った。

表 2-1 短期開門調査の調査項目と内容

調査項目	内 容
気象	気温、降水量、日射量、風向・風速
潮位・潮流	調整池水位、潮位、潮流
水質	水温、塩化物イオン濃度、溶存酸素量(DO)、水素イオン濃度(pH)、濁度、化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)等
底質	粒度組成、COD、強熱減量、硫化物等
生物	プランクトン、魚卵、稚仔魚、底生生物、魚類等

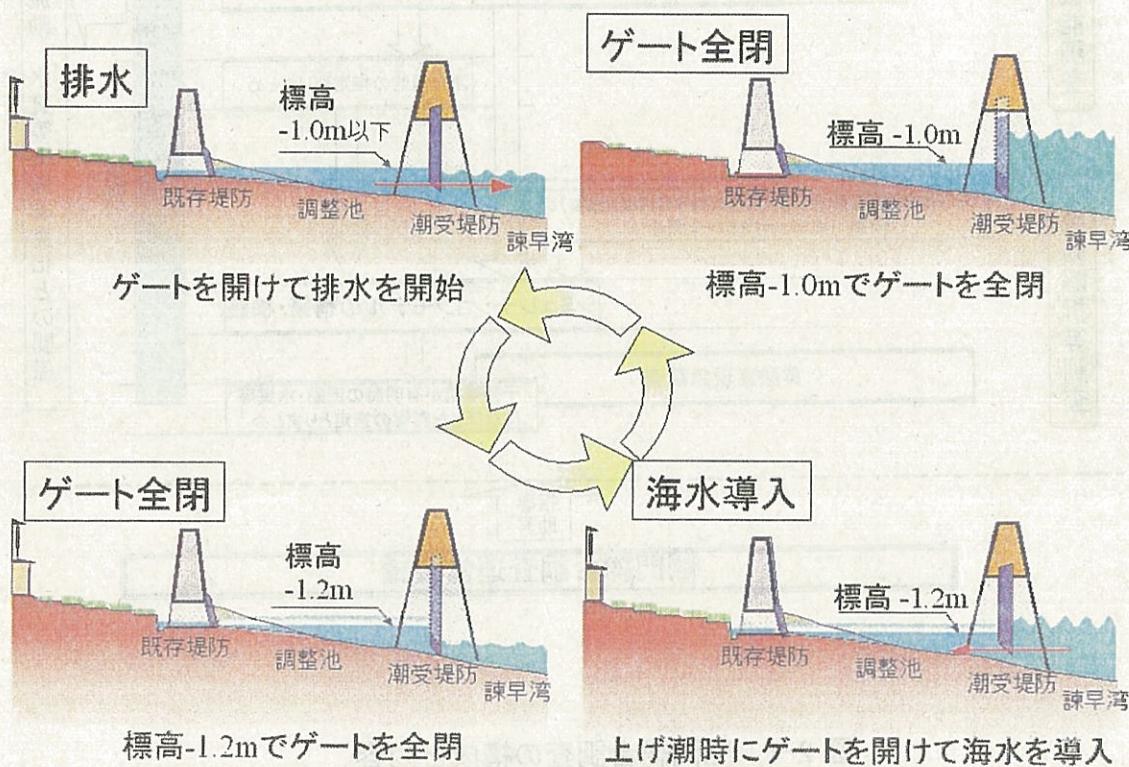


図 2-2 海水導入の方法

(3) 干潟浄化機能調査

干潟浄化機能調査は、有明海に現存する干潟の中から諫早干潟に類似の泥質干潟を選定し、この干潟域を対象に現地調査と室内試験等を行い、泥質干潟の物質循環等を再現・評価できる干潟生態系モデルを構築したうえで、類似干潟の水質浄化機能の検討を行うとともに、諫早干潟の過去の調査結果等を踏まえて、諫早干潟の水質浄化機能を推定したものである。

なお、本調査により得られた泥質干潟の干潟生態系モデルを、流動解析等調査において国調費水質モデルに組み込むことにより、諫早干潟の有無による有明海の水質への影響について検討した。具体的な調査内容は、表 2-2 に示すとおりである。

表 2-2 干潟浄化機能調査の調査項目と内容

調査項目	内 容
① 謞早干潟に類似した干潟の選定	有明海に現存する干潟のうち、かつての諫早干潟に類似の干潟として塩田川・鹿島川の河口域の干潟を調査対象の類似干潟として選定
② 類似干潟での四季にわたる現地調査等の実施	塩田川・鹿島川の河口域の干潟において、四季にわたる現地調査や、現地で採取したサンプルの室内試験等を実施
③ 泥質干潟の干潟生態系モデルの構築	類似干潟での現地調査等の結果を活用して、現地の物質循環等を再現する泥質干潟の特性を踏まえた干潟生態系モデルを構築
④ 類似干潟における水質浄化機能の検討	構築された泥質干潟の干潟生態系モデルを用いて、対象干潟域である塩田川・鹿島川の河口域の干潟での 1 年間の物質循環の再現を図り、干潟域の物質収支等を評価し、諫早干潟の類似干潟における水質浄化機能を検討
⑤ 謞早干潟における水質浄化機能の検討	構築された泥質干潟の干潟生態系モデルを用いて、諫早干潟での底生生物等に係る調査結果等を基に、諫早干潟の物質循環の再現を図り、諫早干潟の水質浄化機能を検討
⑥ 謞早干潟の喪失による海域水質への影響の検討 (流動解析等調査で実施)	流動解析等調査において、泥質干潟の干潟生態系モデルを、有明海の水質モデルに組み込み、干潟の有無等による周辺海域の水質への影響を検討

(4) 流動解析等調査

流動解析等調査は、潮受堤防の締め切り前後における有明海の潮汐、水質、底質の変化及び貧酸素水塊の形成等について、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。）で構築した海域環境予測モデルのうち、流動モデル（以下、「国調費流動モデル」という。）及び水質モデル（以下、「国調費水質モデル」という。）を用いるなどにより解析を行い、諫早湾干拓事業と有明海の潮汐、水質及び底質との関係を検討したものである（表2-3）。

表2-3 流動解析等調査の内容

項目	内 容
流動解析	○短期開門調査結果を国調費流動モデルにより再現し、短期開門調査から得られたデータを活用してモデルを検証 ○国調費流動モデルを使って、潮受堤防の有無による有明海の潮位・潮流等の変化を含めた影響を数値シミュレーション等により検討
水質解析	○泥質干潟の干潟生態系モデルを組み込んだ国調費水質モデルを用いて、潮受堤防の有無による有明海の水質の変化を含めた影響を数値シミュレーション等により検討
底質解析	○潮受堤防の有無等による諫早湾及びその周辺海域の底質粒度への影響を数値シミュレーション等により検討
貧酸素現象調査	○諫早湾及び周辺海域において、溶存酸素濃度、水温、塩分等の観測を行い、密度成層や貧酸素水塊の形成と諫早湾干拓事業との関係について検討

流動解析等調査における調査・解析内容は次のとおりである。

1) 流動解析

① 検討範囲

有明海全域

② 検討項目

潮位、潮流、塩分、水温

③ 検討条件

(7) 国調費流動モデルによる短期開門調査の再現

海水導入期間中を含む平成14年4月～6月における、諫早湾を含む有明海の潮位、潮流、塩分等について、数値シミュレーションを通じて、解析モデルの適用性を考察するとともに、調整池への海水導入と海域の流動との関係を検討

(i) 潮受堤防と有明海海域環境の関係

諫早湾を含む有明海の潮位、潮流、塩分等について、数値シミュレーションを行い、潮受堤防と有明海の流動との関係を検討

④ 使用したモデル

国調費流動モデル

2) 水質解析

①検討範囲

有明海全域

②検討項目

植物プランクトン、動物プランクトン、無機態栄養塩 ($\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$)、懸濁態有機物 (POC、PON、POP、ただし、動・植物プランクトンに由来する懸濁態有機物は含まない)、溶存態有機物 (DOC、DON、DOP)、溶存酸素 (DO) 等

③検討条件

諫早湾を含む有明海の無機態栄養塩、懸濁態有機物、溶存態有機物、溶存酸素等について、数値シミュレーションを行い、潮受堤防と有明海の水質との関係を検討

④使用したモデル

国調費水質モデル

なお、潮受堤防が無い場合の検討に当たっては、干潟浄化機能調査の結果を踏まえて、国調費水質モデルに泥質干潟の干潟生態系モデルを組み込んで使用

3) 底質解析

①検討範囲

諫早湾及び周辺海域

②検討項目

底質粒度の変化傾向

③検討条件

冬季及び夏季の1ヶ月間における諫早湾の底質について数値シミュレーションを行い、潮受堤防と諫早湾の底質との関係を検討。ただし、流入河川からのSS負荷を拡散させるため、1ヶ月間の事前計算期間を事前に設定

④使用したモデル

底質の巻き上げ・沈降を考慮した濁り拡散モデル (移流項の流速には国調費流動モデルの値を使用)

4) 貧酸素現象調査

①観測範囲

諫早湾及び周辺海域 (有明海湾奥部の佐賀県太良町から鹿島市の沿岸)

②観測項目

水温、塩分、溶存酸素(DO)、水素イオン濃度(pH)、濁度、クロロフィルa

③観測期日

平成14年度夏季

④観測方法

諫早湾：定期鉛直観測 12地点 (2回/週)
鉛直連続観測 3地点 (毎正時、水深0.5m毎)
佐賀沖：定期鉛直観測 8地点 (1回/週)
底層連続観測 3地点

3. 有明海及び諫早湾の概要

(1) 地形

有明海は、九州の西岸に南から深く入り込んだ内湾で、福岡、佐賀、長崎、熊本の4県に囲まれている。流域面積は約 $8,300\text{ km}^2$ で、流域の大部分は有明海の東側に偏っており、主要な河川は東側から流入している。このうち、最も流域面積の広い河川は筑後川で、 $2,860\text{ km}^2$ と有明海全流域の約3分の1を占めている。

有明海の形状は胃袋型に湾曲しており、湾軸の延長96km、平均幅18kmで、面積 $1,700\text{ km}^2$ の水面を有し、容積は約340億 m^3 、平均水深は約20mである。周辺海域とは、天草諸島間にある三角、柳、本渡の3瀬戸を通じて八代海に、早崎瀬戸を経て東シナ海に通じている（図3-1）。



※ 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3-1 有明海の全体位置

有明海は、水域面積が $1,700\text{km}^2$ であるのに対し、湾口の幅は狭く、表3-1に示すように東京湾、伊勢湾などの面積 $1,000\text{km}^2$ 以上の我が国の主な内湾の中でも、南側に接する八代海と並んで閉鎖性が極めて高いことが地形的な特徴となっている。

表3-1 我が国的主要な内湾の閉鎖度指標

内湾の名称	閉鎖度指標 ^{注)}	海域面積(km^2)	備考
八代海	32.49	1,200	
有明海	12.89	1,700	
鹿児島湾	6.26	1,040	
陸奥湾	2.92	1,668	
噴火湾	1.90	2,485	
東京湾	1.78	1,380	
伊勢湾	1.52	2,130	
瀬戸内海	1.13	21,827	

$$\text{閉鎖度指標}^{注)} = (S^{1/2} \times D_1) / (W \times D_2)$$

ここで、 S ：湾内の水面面積

D_1 ：湾内の最深部の深さ

W ：湾口の幅

D_2 ：湾口の最深部の深さ

[出典]平成5年8月27日付環境庁告示第67号

注) 閉鎖度指標：この数値が高いと、海水交換が悪く富栄養化のおそれがあることを示す。水質汚濁防止法では、この指標が1以上である海域等を排水規制対象とした。

また、諫早湾は、有明海の湾奥の西側にある支湾で、その面積は約 75 km^2 、流域面積は約 328 km^2 、容積は約5億 m^3 とそれぞれ有明海の4.4%、4.0%、1.5%を占めている(表3-2)。なお、調整池についても参考として面積、容量等に係る諸元を表3-2に示した。

表3-2 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 ^{注1)}	諫早湾 ^{注2~4)} (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 ^{注5)}	標高 +2.563m		管理水位
調整池水位 朔望平均干潮位 ^{注5)}	標高 -2.358m		標高-1.0~-1.2m

[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も含む。

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) 流入水量・負荷量

有明海の流域は、東側の福岡県、熊本県側に偏っていることから、東側の沿岸に河口を有する河川からの流入水量が多く、それに対応して有明海に流入する負荷量も東側の河川で多くなっている。図3-2には、平成13年（2001年）における有明海への流入水量、流入負荷量の流域別の割合を示している。この図からわかるように、有明海に最も多くの水量と負荷量を注いでいる河川は筑後川であり、流入量で32%、COD負荷量で29%を占めている。また、これに有明海湾奥に東側から流入する矢部川と湾央に東側から流入する菊池川、白川、緑川からのものも含めると、有明海の東側沿岸河川からの流入量は水量で全体の66%、COD負荷量で全体の64%を占める結果となっている。さらに、直接流域についてもその半分が福岡県、熊本県の流域であることから、これらを含めれば、有明海に流入する水量と負荷量の約7~8割は有明海東側の流域から流入することになる。

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は、有明海全体の1~2%となっている。

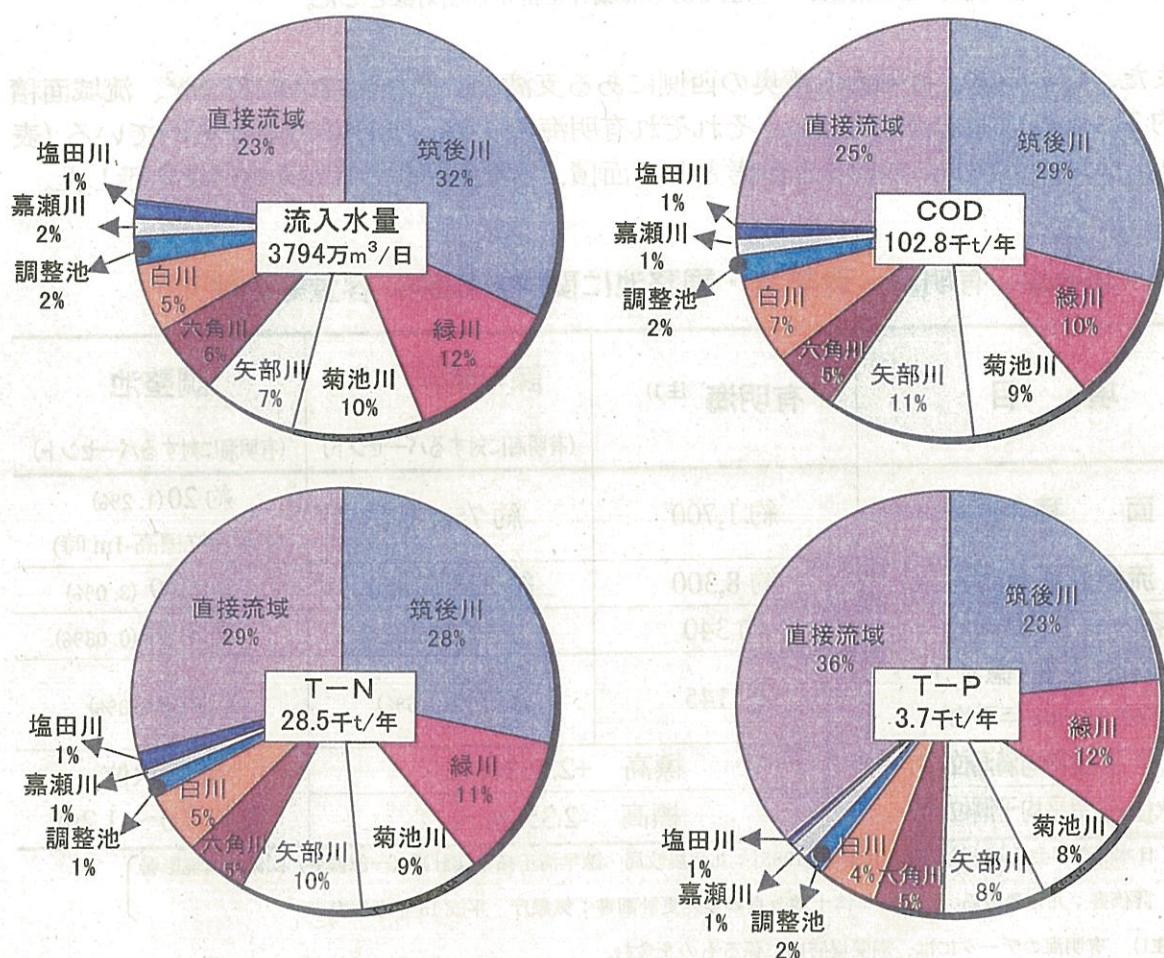


図3-2 有明海における最近の流域別の流入水量及び流入負荷量（平成13年）

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

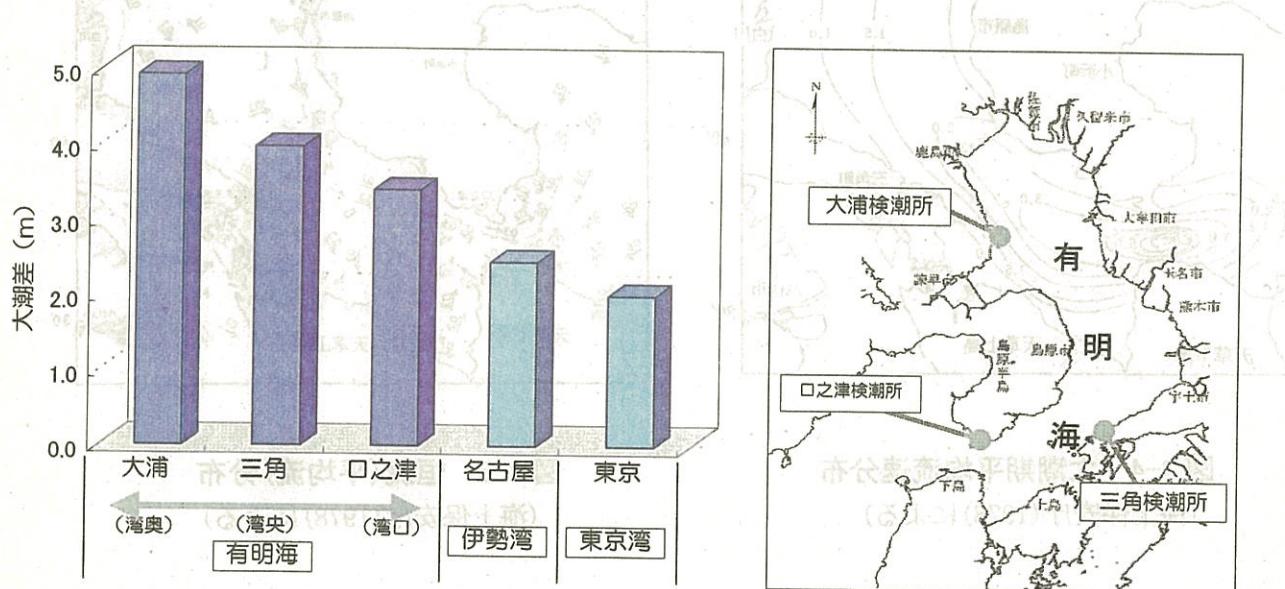
(3) 潮位・潮流

①潮位

有明海は、このような地形条件を反映して、図3-3に示すように我が国で最も潮差の大きい海域であり、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する。大潮差(大潮時の潮差の年平均値)で比較すると、有明海湾口部の口之津で3.4m、湾央の熊本県三角で4.0m、湾奥の佐賀県大浦で4.9mとなっている。

このような有明海内部での潮差の増幅は、外海の潮汐波が有明海に入ると、有明海の地形条件から決まる固有振動周期が潮汐波の半日周期に近いために、湾内で共振現象を起こすことにより生じている。

なお、我が国各地の大潮差と比較すると、太平洋に面した東京湾、伊勢湾の大潮差は、それぞれ2.0m、2.5m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。



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3-3 有明海、伊勢湾及び東京湾の大潮差

②潮流

一方、有明海の潮流は、平均大潮時の最強流速で湾口部の早崎瀬戸で6.6ノット(3.3m/s)、湾央で1.5~2ノット(0.8~1m/s)、さらに、湾奥で1~1.5ノット(0.5~0.8m/s)を示すとともに(図3-4)、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概ね逆向きとなっている。

さらに、潮流の恒流(平均流)分布からは、図3-5に示すように、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。

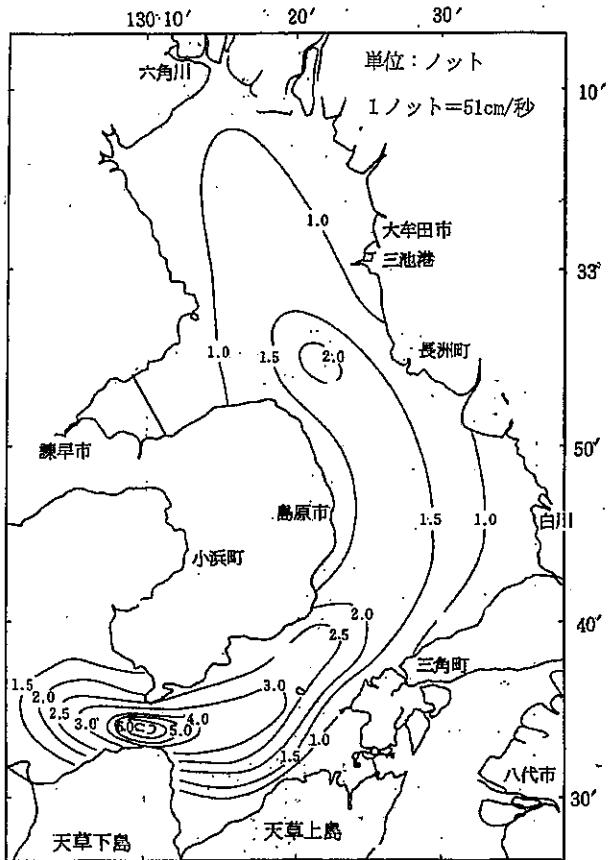


図 3-4 大潮期平均流速分布
(海上保安庁(1978)による)

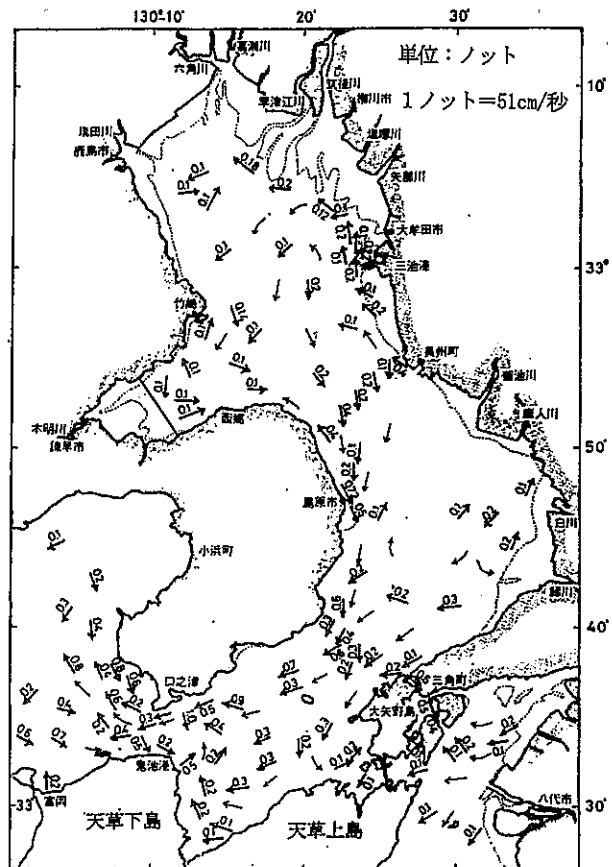


図 3-5 恒流(平均流)分布
(海上保安庁(1978)による)

(4) 水質

有明海においては、昭和 46 年に海域全体を 16 の水域に区分した上で、化学的酸素要求量(COD)等の生活環境項目について環境基準の類型指定が行われ、有明海の大部分は A 類型 (COD : 2mg/L 以下) に指定されている。また、栄養塩 (全窒素(T-N)、全リン(T-P)) に関しては平成 12 年に 5 水域に区分して環境基準の類型指定が行われ、福岡県・佐賀県地先と熊本県地先が類型 III (T-N : 0.6mg/L 以下、T-P : 0.05mg/L 以下)、諫早湾を含むそれ以外の水域が類型 II (T-N : 0.3mg/L 以下、T-P : 0.03mg/L 以下) に指定されている。

有明海における水質の観測体制として、水質汚濁防止法に基づき、関係各県の環境部局により、諫早湾内の 4 地点を含む 51 地点の公共用水域環境基準点で水質の常時監視が実施されている。また、水産庁の漁場モニタリング事業による浅海定線調査や、独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所、九州農政局、関係大学等により、それぞれの目的に従った調査が行われている。

① 塩分、水温

有明海における塩分と水温は、浅海定線調査のデータを、図 3-6 の右上に示す有明海(イ)から有明海(ホ)の 5 つの海域区分毎に整理した上で、年平均値の経年変化を図 3-6 に示す (ただし、有明海(ハ)については該当する測定地点がなく未表示。)。この図から有明海の塩分と水温の経年変化をみると、塩分についてはほぼ横ばい傾向にあるものの、水温については近年僅かながら上昇傾向にある。

諫早湾内の塩分と水温については、諫早湾干拓事業の環境モニタリングによる観測データに基づき、3 地点の年平均値の経年変化を図 3-7 に示す。有明海全域の傾向と同様に、塩分についてはほぼ横ばい傾向、水温については近年僅かながら上昇傾向にある。

② 化学的酸素要求量、全窒素、全リン

有明海の化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)については、公共用水域水質測定の観測地点のデータを、塩分・水温と同じ 5 つの海域区分毎に整理した上で、年平均値の経年変化を図 3-8 に示す。

COD(酸性法)は、有明海(イ)の福岡県・佐賀県沿岸域では近年上昇傾向にあるものの、その他の海域では横ばい又は減少傾向となっている。なお、COD(アルカリ性法)は、検討できる海域が限られるものの、経年的にはほぼ横ばい傾向で推移しており、COD(酸性法)より低い値となっている。

T-N については、1990 年代前半(平成 2 ~ 7 年)はほぼ横ばい傾向にあるものの、後半は微減傾向で推移している。(図 3-8)、図 3-9 に示す無機態窒素の経年変化からは、有明海(イ)で硝酸態及び亜硝酸態窒素、アンモニア態窒素ともに高い傾向がみられ、近年アンモニア態窒素が微増する傾向がみられる。また、T-P については、1990 年代以降(平成 2 年～)、ほぼ横ばい傾向にある(図 3-8)。

図 3-10 には、諫早湾の COD(酸性法)、T-N、T-P について、環境モニタリングの観測データから整理した経年変化を示す。

諫早湾においては COD(酸性法)は経年的に微減傾向となっており、T-N は、有明海全域と同様に 1995 年(平成 7 年)頃まではほぼ横ばい傾向、その後は微減傾向で推移している。T-P についても有明海と同様に経年的にほぼ横ばい傾向にある。

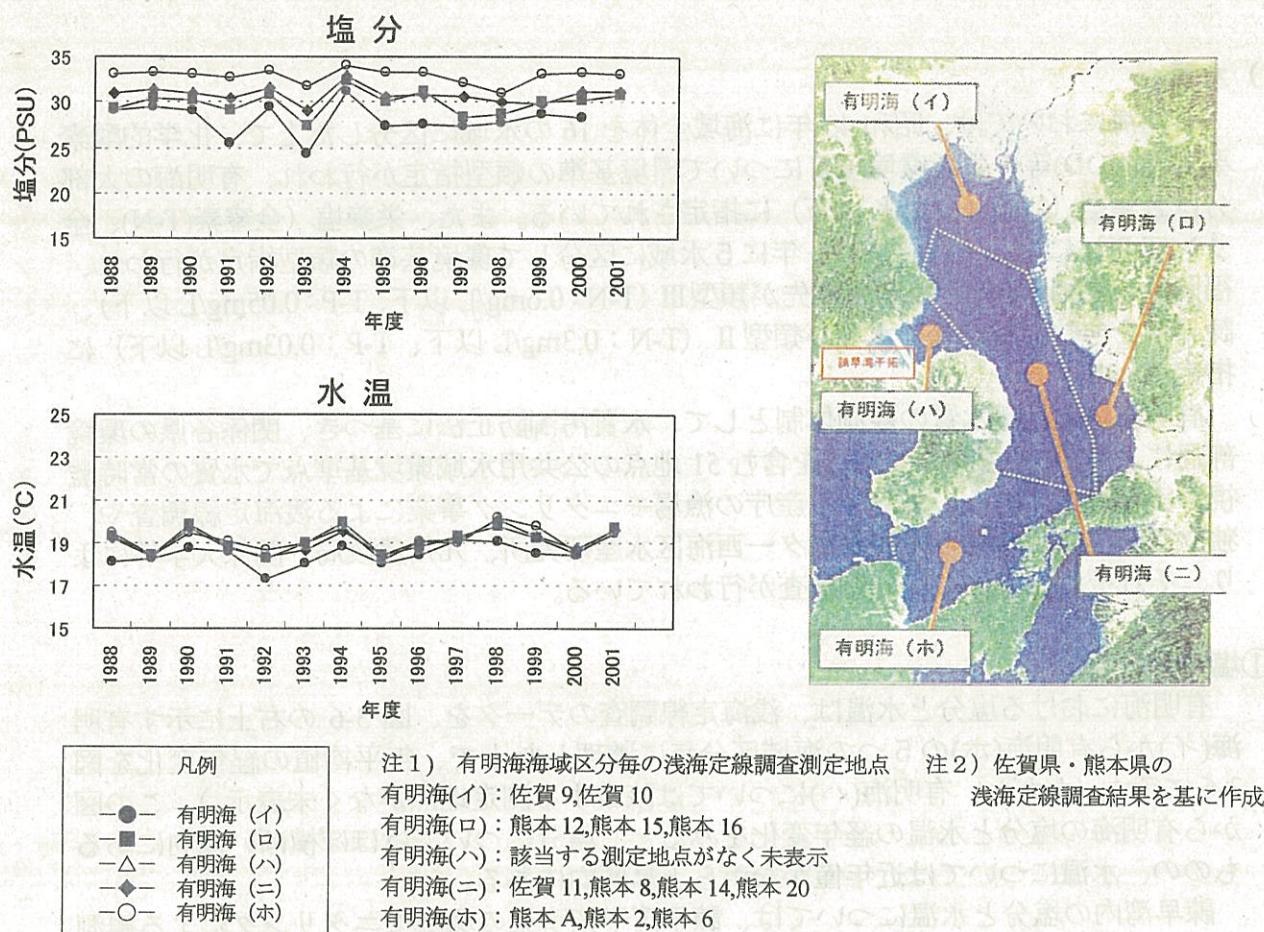
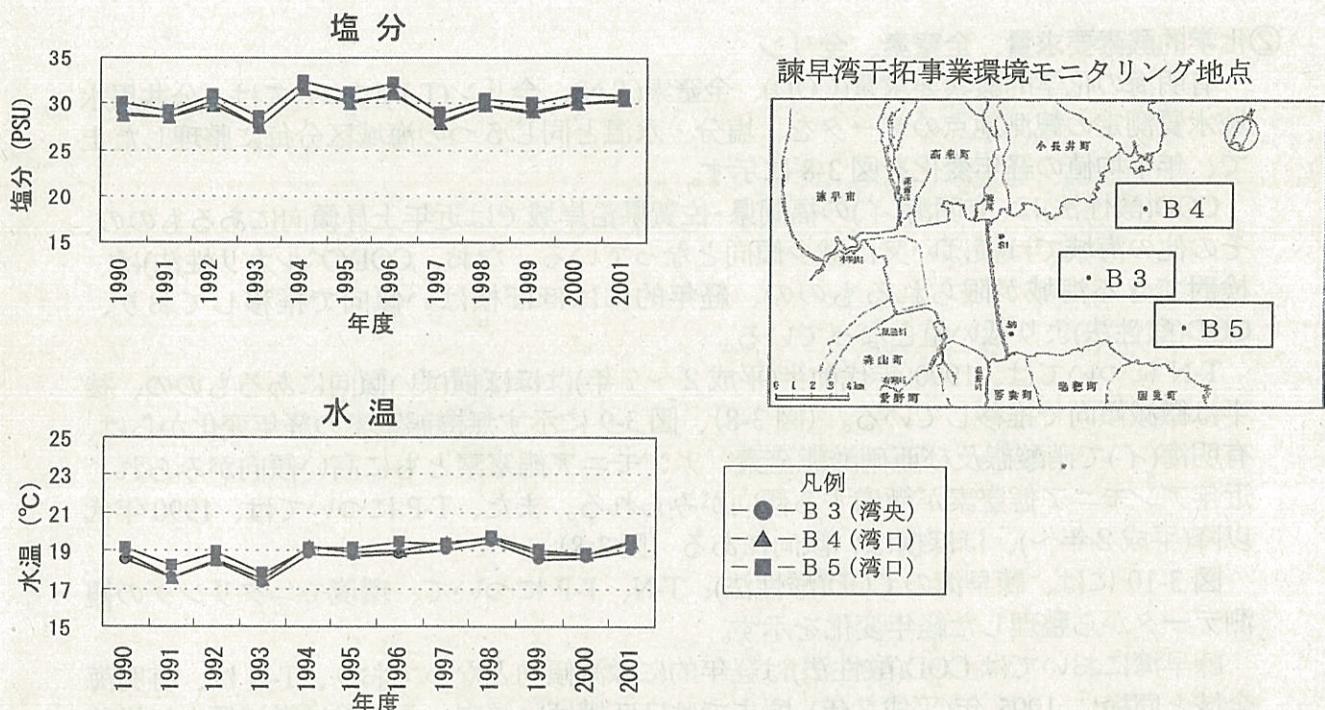
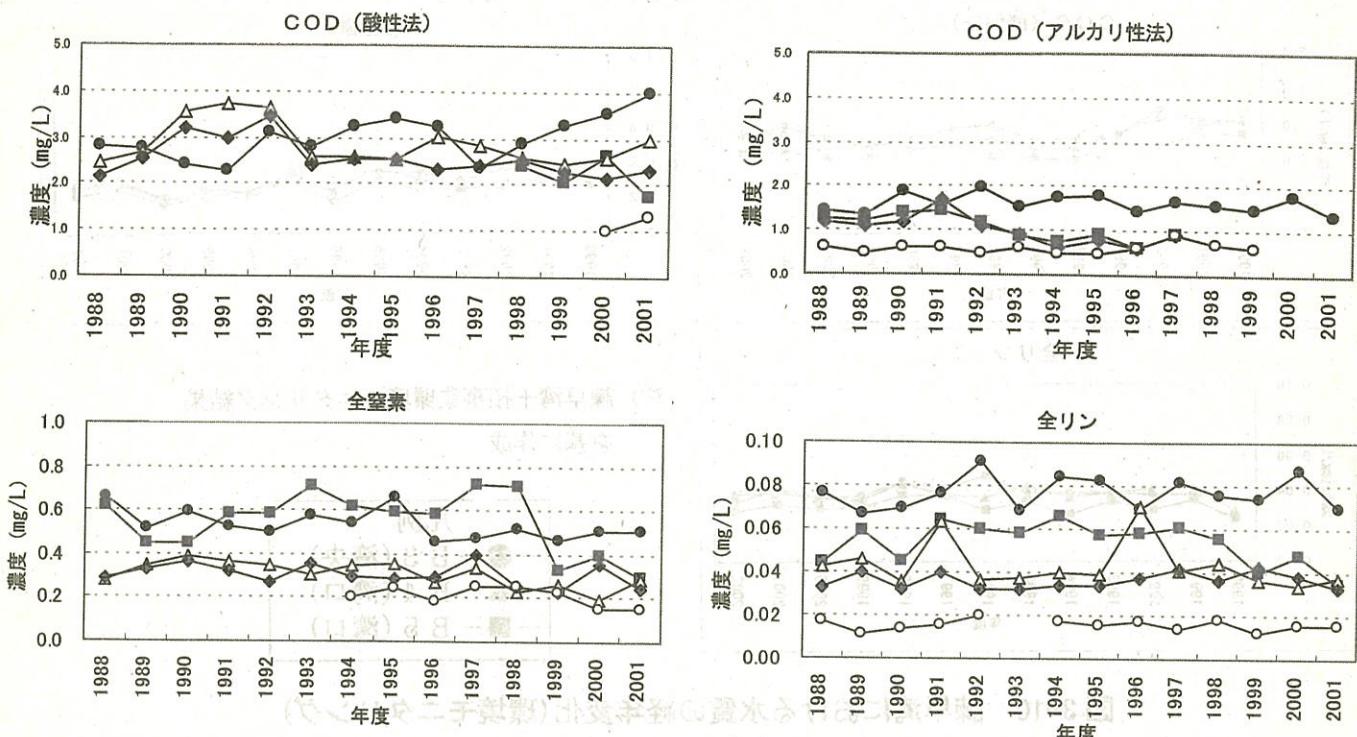


図3-6 有明海における塩分、水温の経年変化(浅海定線調査)



注) 謳早湾干拓事業環境モニタリング結果を基に作成

図3-7 謳早湾における塩分、水温の経年変化(環境モニタリング)



注1) 測定地点:

凡例
 -●- 有明海(イ)
 -■- 有明海(ロ)
 -△- 有明海(ハ)
 -◆- 有明海(ニ)
 -○- 有明海(ホ)

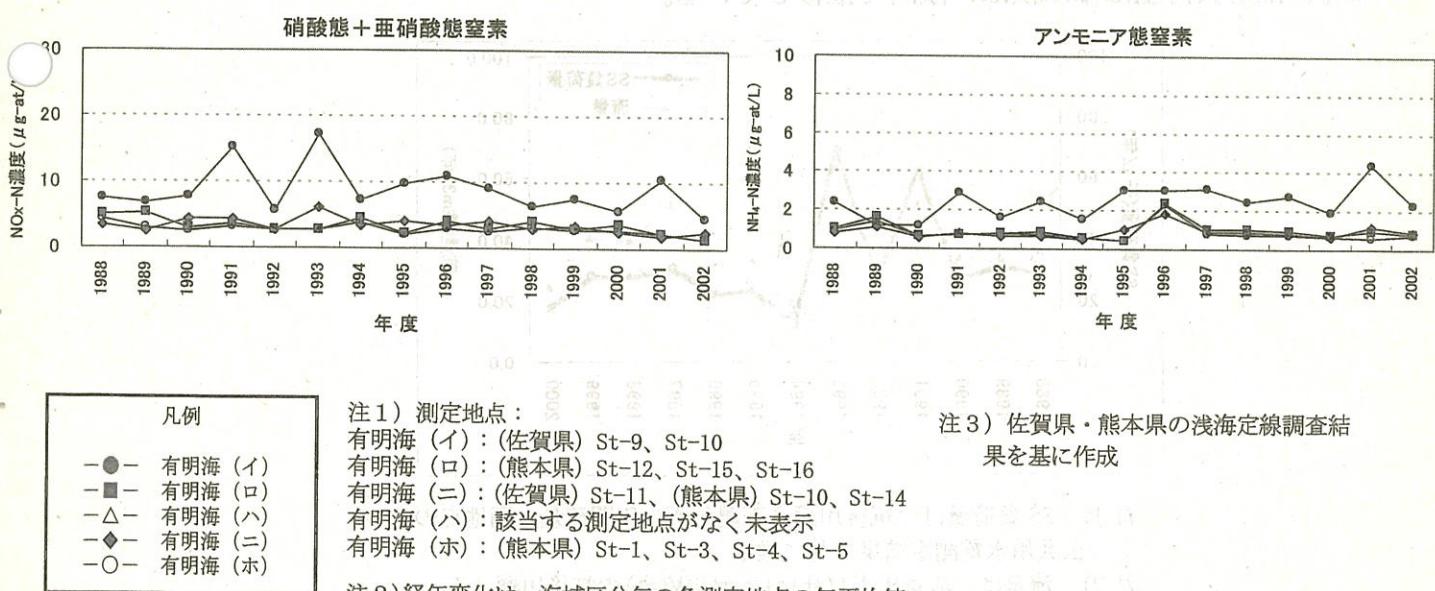
有明海(イ): (福岡県) St-6, St-8, St-9,
 (佐賀県) B-3, B-4, B-5, A-1, A-2
 有明海(ロ): (熊本県) St-2, St-5, St-7, St-9
 有明海(ハ): (長崎県) B-1, B-4, B-5
 有明海(ニ): (長崎県) B-2, (熊本県) St-1
 有明海(ホ): (長崎県) 瀬詰崎沖

注2) CODは、海域毎の酸性法、アルカリ性法の測定点における平均値

注3) 経年変化は、海域区分毎の各測定地点の年平均値

注4) 公共用水域水質測定結果を基に作成

図3-8 有明海における水質の経年変化(公共用水域水質測定)



注1) 測定地点:

凡例
 -●- 有明海(イ)
 -■- 有明海(ロ)
 -△- 有明海(ハ)
 -◆- 有明海(ニ)
 -○- 有明海(ホ)

有明海(イ): (佐賀県) St-9, St-10
 有明海(ロ): (熊本県) St-12, St-15, St-16
 有明海(ニ): (佐賀県) St-11, (熊本県) St-10, St-14
 有明海(ハ): 該当する測定地点がなく未表示
 有明海(ホ): (熊本県) St-1, St-3, St-4, St-5

注3) 佐賀県・熊本県の浅海定線調査結果を基に作成

注2) 経年変化は、海域区分毎の各測定地点の年平均値

図3-9 有明海における無機態窒素の経年変化(浅海定線調査)

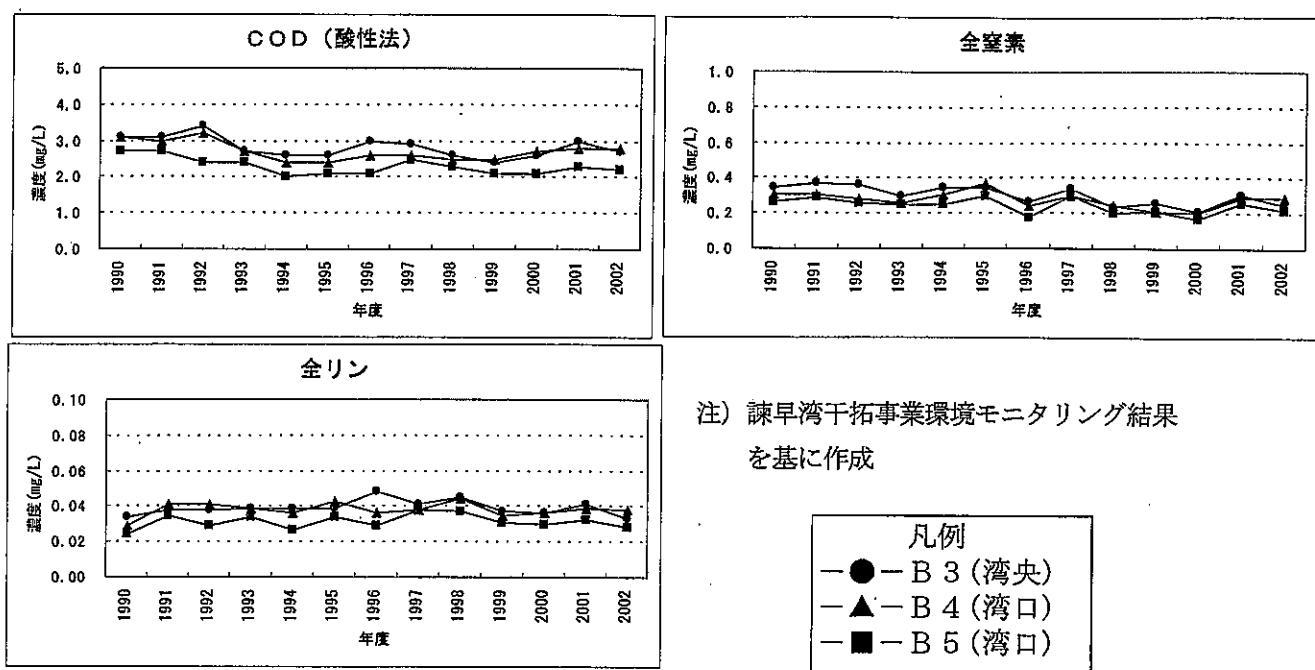
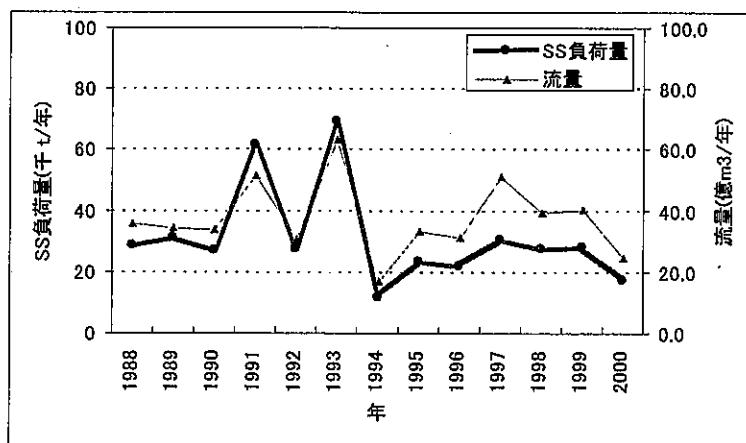


図 3-10 諫早湾における水質の経年変化(環境モニタリング)

③浮遊物質量

有明海における浮遊物質量(SS)については、公共水域水質測定及び浅海定線調査における有明海湾奥部の福岡・佐賀県沖を除き、長期間の観測データがないことから、有明海に流入する主要8河川のうち最大流入量を占める筑後川の流入量と公共用水域水質測定結果から推定したSS負荷量の経年変化を図3-11に示す。

筑後川から有明海に流入するSSの推定負荷量は、流入量に大きく左右され、1991年(平成3年)と1993年(平成5年)が高くなっているが、1994年(平成6年)以降は多量の流入量がなく、推定負荷量はほぼ横ばい傾向で推移している。



注1) SS負荷量は、筑後川瀬ノ下観測所の年間流量と同地点の公共用水域水質測定結果を基に推定

注2) 流量は、流量年表((社)日本河川協会)の筑後川瀬ノ下観測所の流量

図 3-11 有明海へ流入する筑後川の流量と推定 SS 負荷量

(5) 底質

裏手 (1)

有明海は東京湾や伊勢湾などに匹敵する大きな内湾であるが、湾口部が狭いことや潮差が著しいことで、独特的の堆積環境をもっている。その底質の水平分布には、湾口部の早崎瀬戸付近における岩盤が露出して無堆積の所から、湾奥の軟弱なガタ（潟土）が堆積する広大な泥質干潟に至るまでの幅広い変化がある。また、湾口より湾奥にのびる細長い砂質堆積物の分布域をはさんで、東西両側に泥質堆積物が分かれて分布するという特性をもつことが指摘されているが、顕著な泥質堆積物は、湾奥西部と湾中央部の東側（熊本沿岸部沖合）にわたより、湾奥東部は筑後川のデルタ性頂置層堆積物により特徴づけられている（日本海洋学会「日本全国沿岸海洋誌」（1985））。

図 3-12 には国調費調査で浮泥の巻き上げを考慮した泥質 ($M d \phi 4$ 以上) の底質の分布範囲を示した。諫早湾の底質は、有明海湾奥西部の佐賀県沖の泥質の底質域から連続して、湾内の大部分が泥を主体としており、湾口南側で砂質となっている。

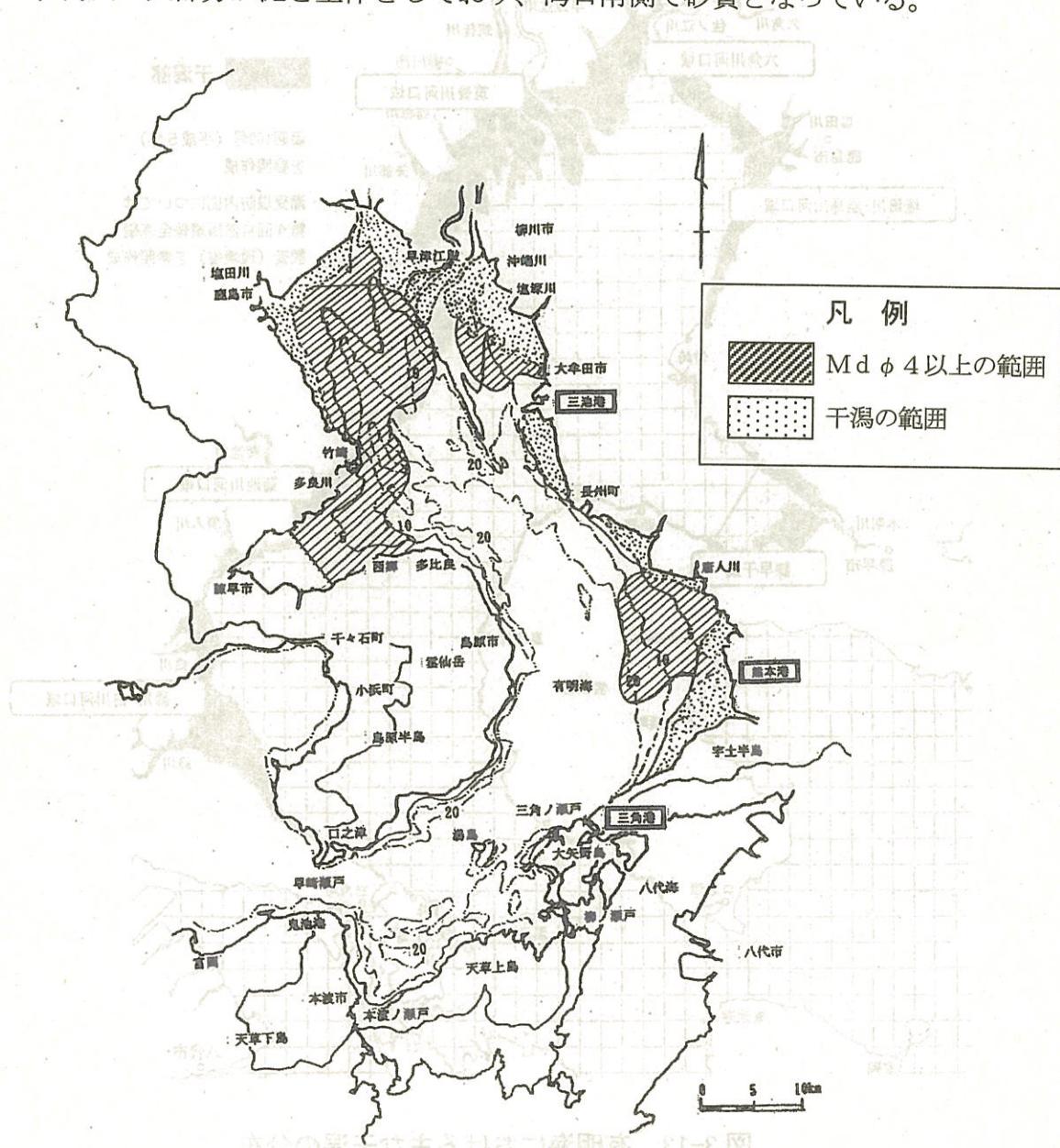


図 3-12 有明海における泥質の底質の分布状況

（出典：有明海海域環境調査報告書(2003)）

(6) 干潟

有明海は、全体に浅く湾口部が狭い内湾で、大きな潮汐の干満差や筑後川等からの大量の土砂流入、さらに流入した土砂を湾外に流出させない強い閉鎖性により、湾奥を中心として沿岸に広大な干潟が発達している。筑後川、矢部川、菊池川、白川、緑川などによって海域に搬入された土砂のうち粒径の大きな砂などは河口域やその近辺の湾内の東側に堆積し、砂質や砂泥質の干潟を形成している。一方、粒径の細かい粘土、シルトなどは沈降、堆積と巻き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南側に堆積し、泥質干潟を形成している。

有明海における主な干潟としては、塩田川・鹿島川河口域、六角川（及び嘉瀬川）河口域、筑後川河口域、菊池川河口域、緑川・白川河口域等の干潟が挙げられる（図 3-13）。

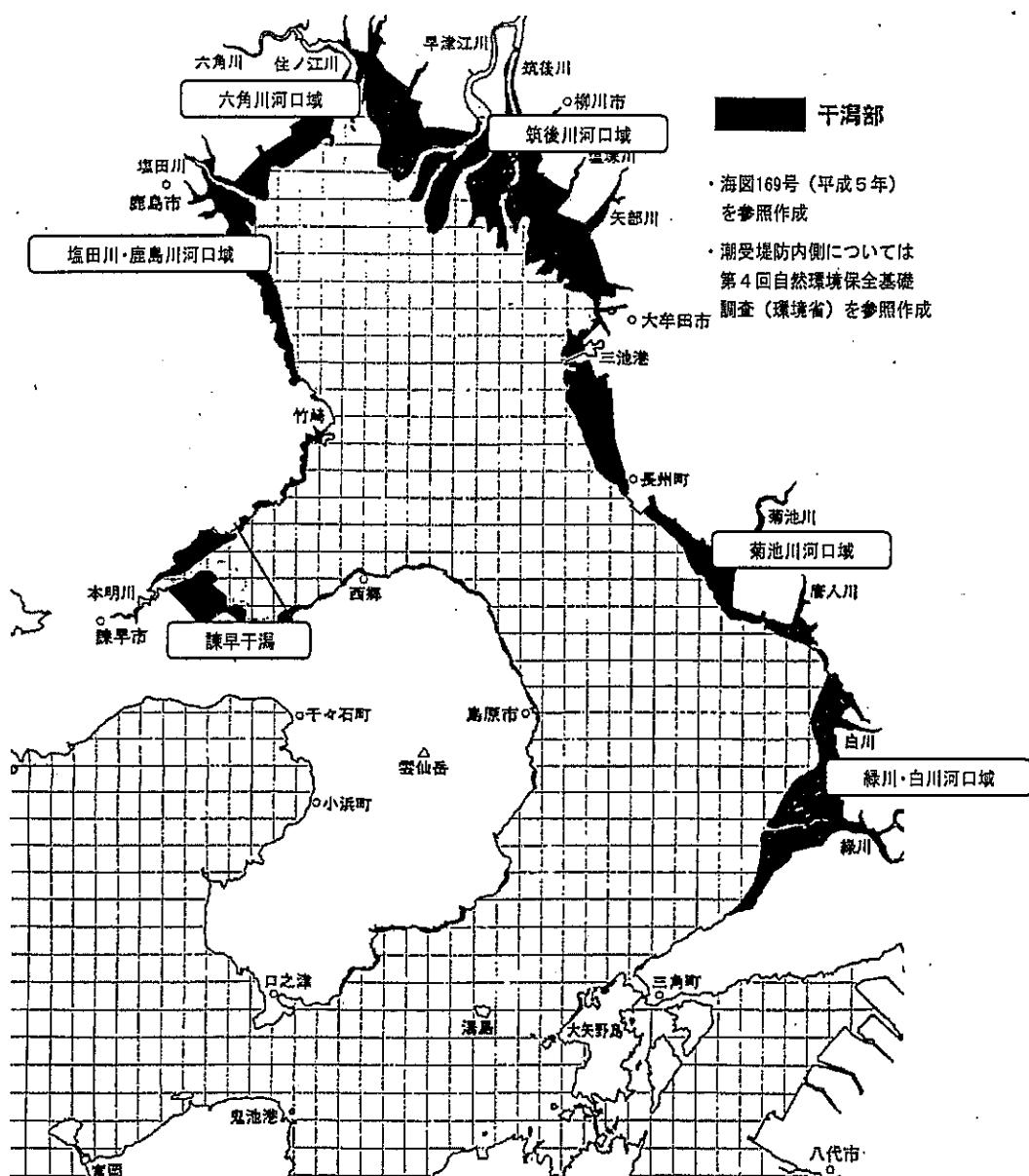


図 3-13 有明海における主な干潟の分布

4. 短期開門調査の結果

(1) 実施状況

①海水導入の状況

短期開門調査は、平成 14 年 4 月 1 日から 4 月 23 日までの間、通常の排水門の管理を行った状態での観測（事前）を行った後、調整池の水位を標高 -1.0m から -1.2m の範囲で管理して、4 月 24 日から 5 月 20 日までの間、調整池に海水約 6,600 万 m³ を導入し、その後、淡水への回復過程を調査（事後）し、12 月 10 日に現地観測を終了した（図 4-1）。

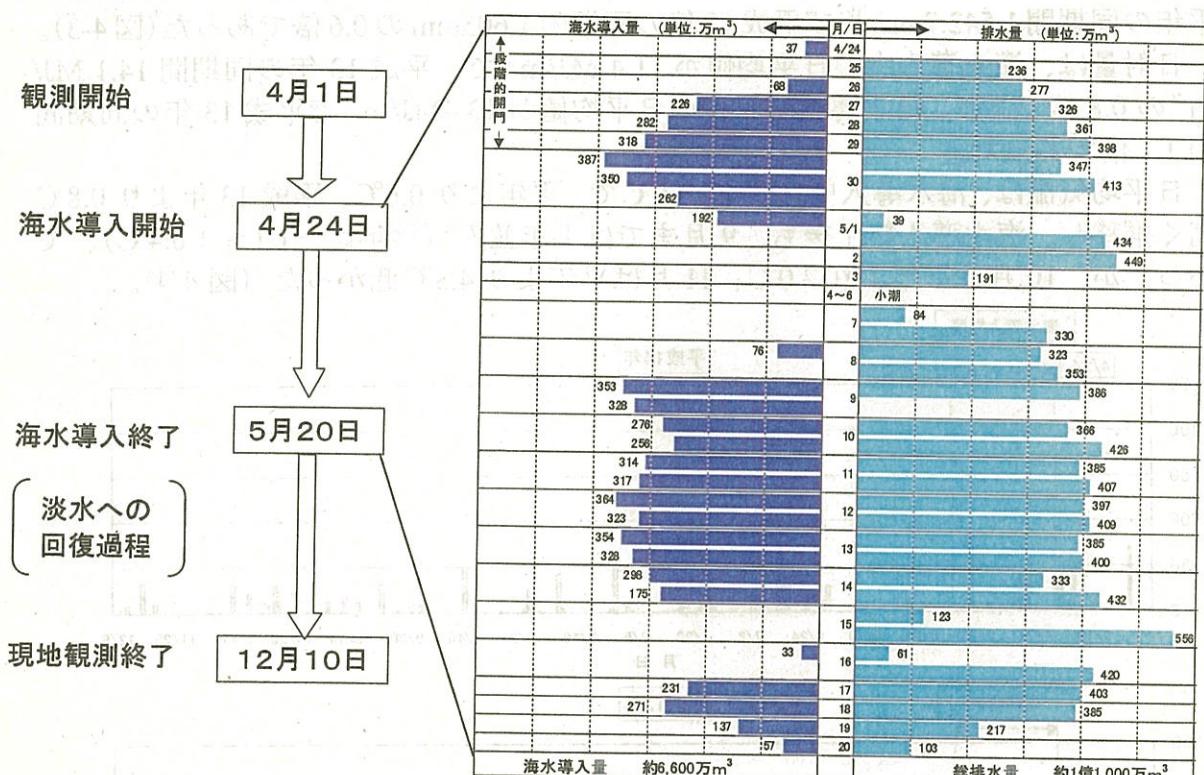


図 4-1 調査期間、海水導入量、排水量

②被害回避対策の状況

海水導入に当たっては、背後地の塩害などの被害を防ぐため、土のうや仮設排水ポンプの設置などの対策工を講じ（図 4-2）、昼夜を問わず潮遊池水位や排水状況等を監視し、潮遊池への塩水浸入の防止に努めたが、一部の潮遊池で塩化物イオン濃度が上昇した。

また、森山町の一部の地域では、田植えが 1 週間程度遅れるなどの支障が生じた。



図 4-2 背後地対策(土のうの設置)

一方、海水導入による調整池内の水生生物への影響軽減を図るため、魚類の採捕と避難放流を行ったが、海水導入によって調整池では、ギンブナ等の淡水性の魚類や二枚貝のドブガイが多量に餒死した。

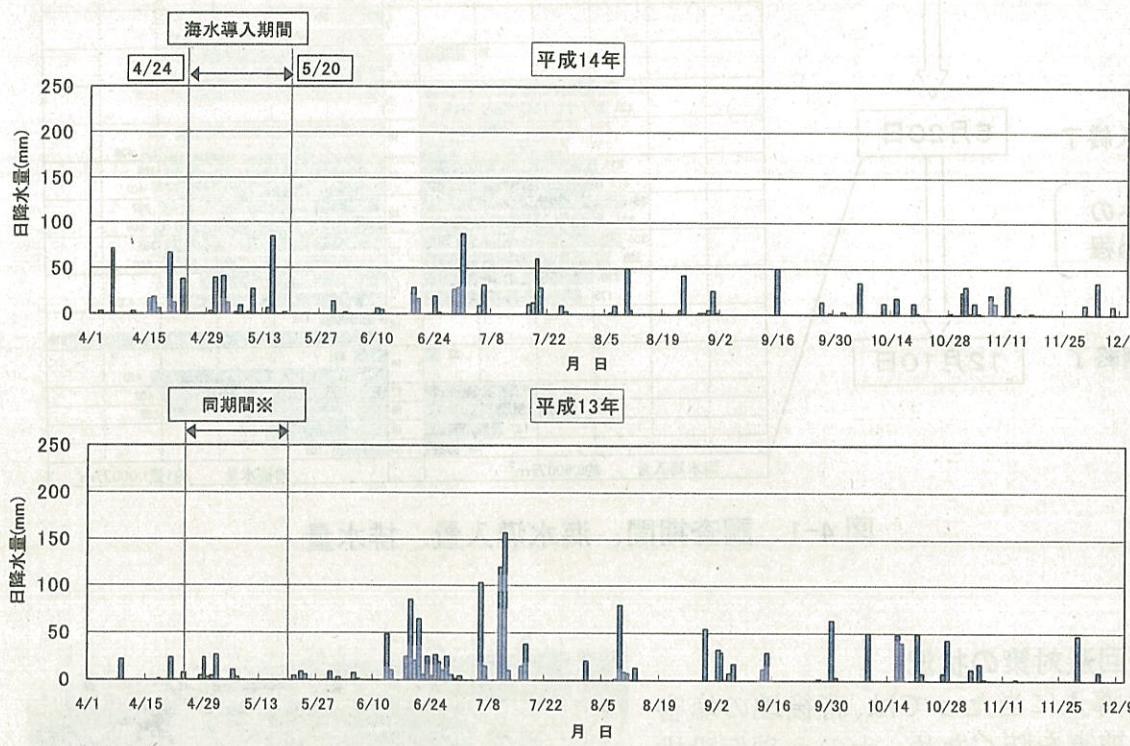
海水導入終了後については、例年に比べ降雨が少なく、調整池の再淡水化が当初想定した2ヵ月から6ヵ月に長期化し、背後地への塩水被害の不安が生じた。

(2) 気象

降水量は、海水導入中の総量が230.0mmで、平年の同期間201.4mmの1.1倍、平成13年の同期間82.8mmの2.8倍であり、海水導入終了後の総量が904.3mmで、平年の同期間1,542.7mm及び平成13年の同期間1,605mmの0.6倍であった(図4-3)。

日射量は、海水導入中の日平均値が11.4 MJ/m²で、平成13年の同期間14.1 MJ/m²の0.8倍であり、海水導入終了後の日平均値が13.4 MJ/m²で平成13年の同期間の1.1倍であった。

日平均気温は、海水導入中、平均19.0°Cで、平年より0.6°C、平成13年より0.8°C高く推移し、海水導入終了後も、9月までは平年並み(平年比-1.1~+0.4°C)、であったが、10月は平年より2.0°C、11月は平年より4.3°C低かった(図4-4)。



注) 同期間は、平成13年4月24日～5月20日である。

図4-3 日降水量の経時変化

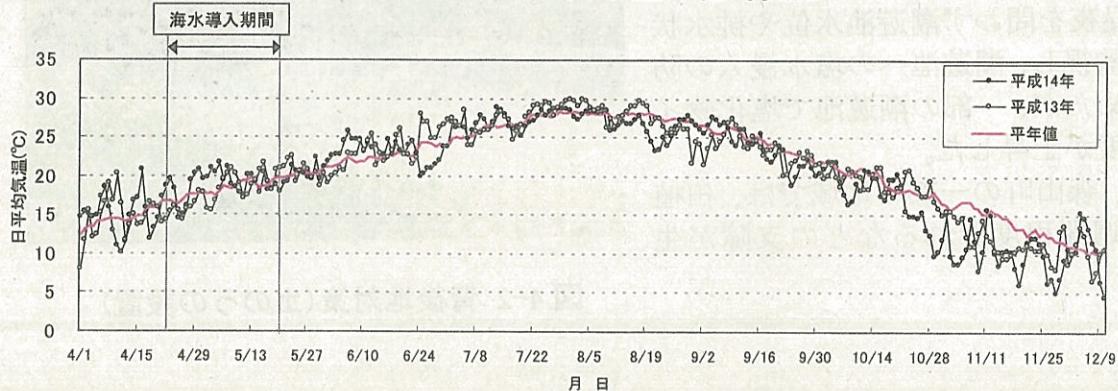


図4-4 気温の経時変化

(3) 調整池水位と潮位・潮流

調整池の水位は、標高-1.0m から-1.2m の範囲で管理されたが、降雨後の小潮期には一時的に標高-0.73m まで上昇した。

海水導入によって潮受堤防排水門の通過水量が増加したが、そのことによる潮位への影響は、潮受堤防近傍の観測地点においてもほとんど認められなかつた。

海水導入及び排水の潮流への影響は、潮受堤防排水門近傍の観測地点で主に排水時に観測され、諫早湾湾奥に限られた(図 4-5)。

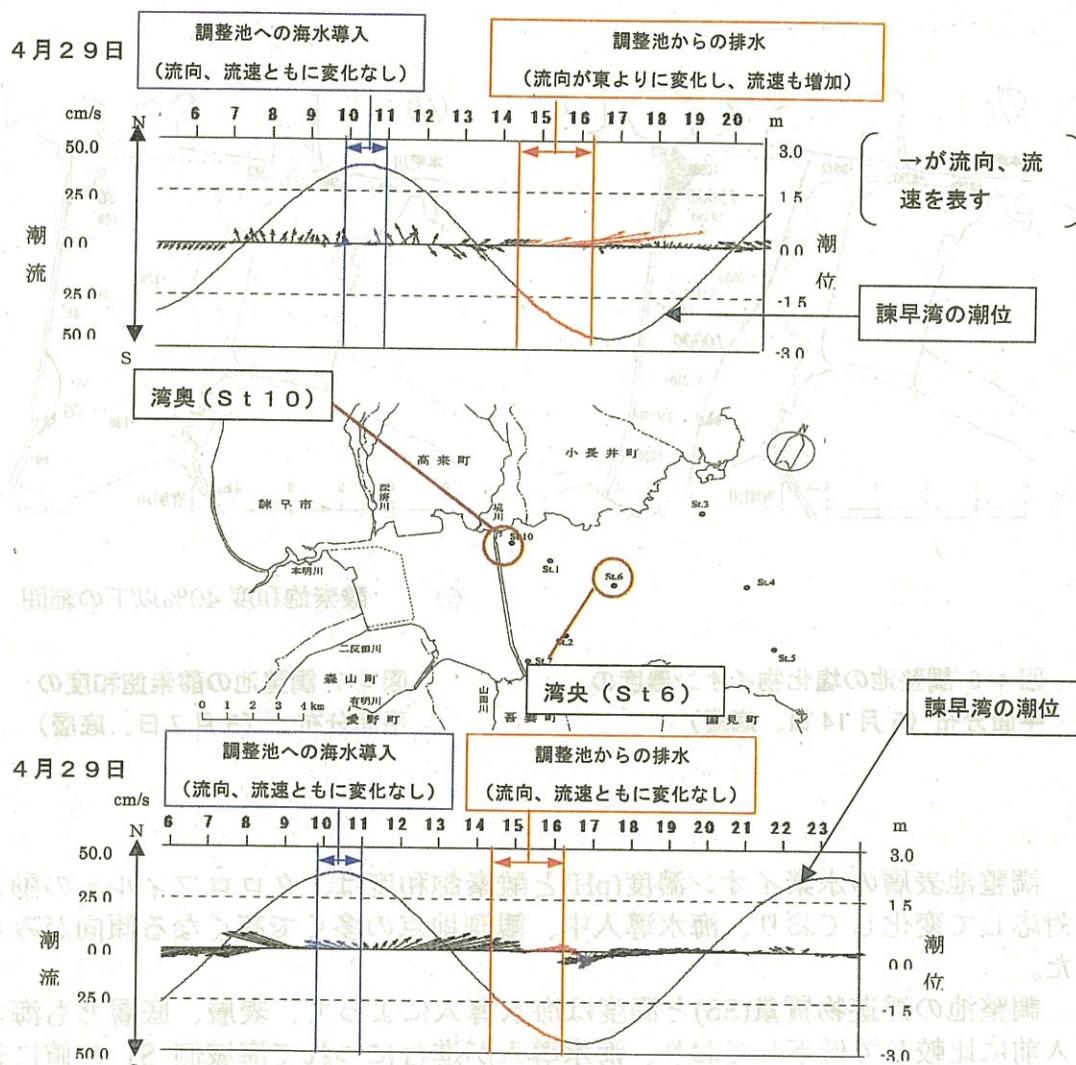


図 4-5 4月 29 日の潮流ベクトル(水深 2 m)

(4) 水質

①調整池

調整池の塩化物イオンは、海水導入に伴って約 96 万トンの塩化物イオン量が調整池に導入され、海水導入期間の後半には本明川や有明川河口付近等を除いたほぼ全域において、底層で 10,000mg/L、表層でも 5,000mg/L を上回った(図 4-6)。

海水導入直後から調整池内には塩分躍層が形成され、潮受堤防排水門付近の底層では一時的に貧酸素現象が観測された(図 4-7)。

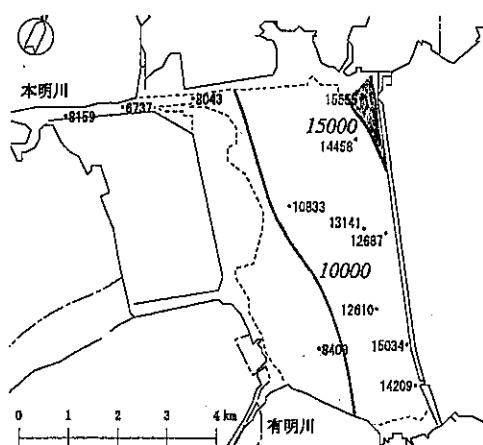
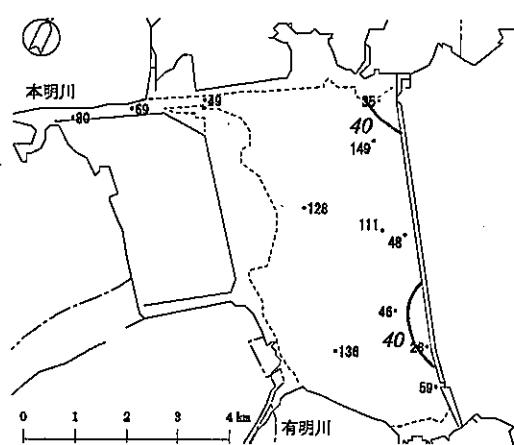


図 4-6 調整池の塩化物イオン濃度の平面分布(5月14日、底層)



○ 酸素飽和度 40%以下の範囲
図 4-7 調整池の酸素飽和度の平面分布(5月7日、底層)

調整池表層の水素イオン濃度(pH)と酸素飽和度は、クロロフィル a の動きに対応して変化しており、海水導入中、観測地点の多くで高くなる傾向がみられた。

調整池の浮遊物質量(SS)と濁度は海水導入によって、表層、底層とも海水導入前に比較して低下しており、海水導入が進むにつれて海域側 S1 の値に近づく傾向がみられたが、負荷収支等から、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。なお、調整池の SS や濁度には、海水導入による希釈に加え、風による底泥からの巻き上げ等が影響を与えているものと考えられる。

調整池の化学的酸素要求量(COD)、栄養塩類(T-N、T-P)についても海水導入によって、表層、底層とも低下しており、海水導入が進むにつれて海域側 S1 の値に近づく傾向がみられ、これについても、海水導入による希釈効果等に伴う現象と考えられる。

海水導入によって、淡水と海水の混合域が調整池内に移動したが、海水導入期間の調整池から海域への排水中の COD 等の濃度は海水導入前と比較して低下した一方、水収支計算によると海域への日平均排水量が増加した。このため、潮受堤防排水門から海域への負荷の総量は海水導入前に比べてむしろ増加しており、潮受堤防近傍の海域水質に若干の影響を与えたものと考えられる。また、海水導入中における調整池の内部生産量は、負荷収支によれば、海水導入前に比べ若干大きな値であった（図 4-8）。

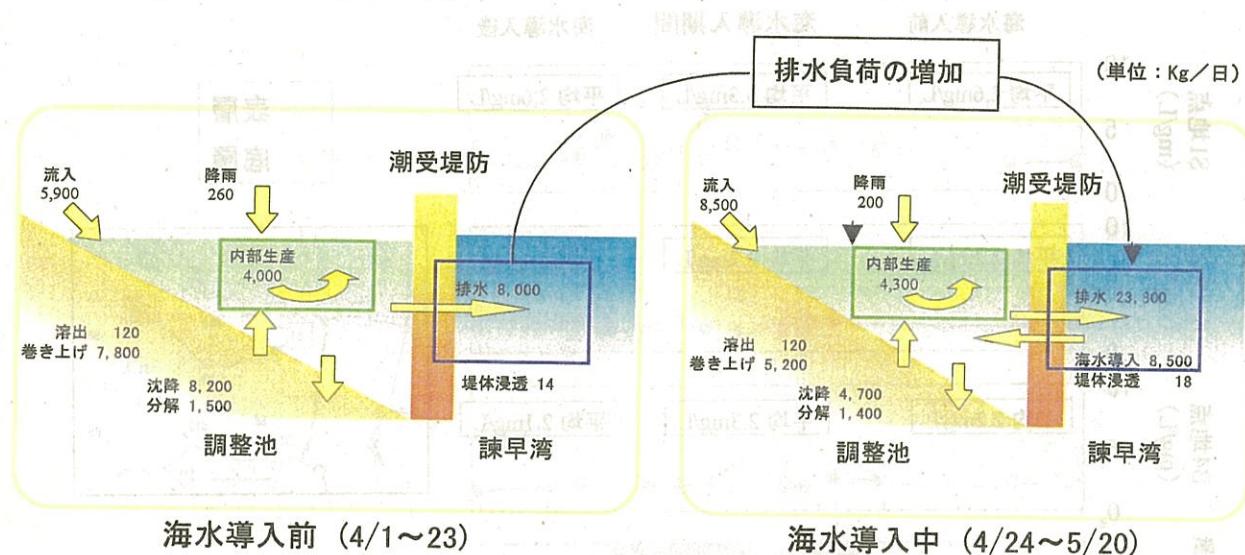


図 4-8 調整池内の負荷収支 (COD)

②海域

調整池への海水導入中、100mm 近い降雨の後、5月5日と5月18日の2回にわたり、諫早湾の塩化物イオン濃度が、平均濃度の3分の2程度まで低下した。

潮受堤防排水門から排水を行っていない5月5日には、表層では湾口北部の塩化物イオン濃度が湾奥より低かったことから、湾外北側から低塩分水が供給されたものと考えられる（図 4-9）。

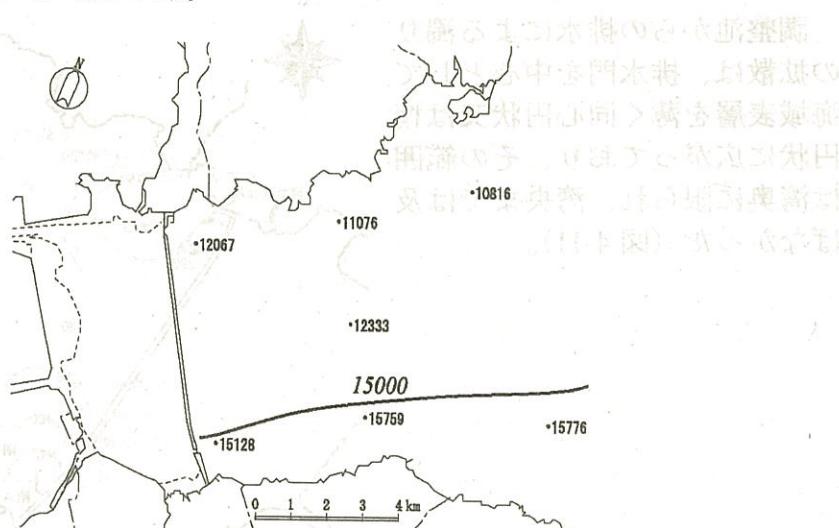


図 4-9 海域の塩化物イオン濃度の分布 (5月5日、表層)

調整池からの排水及び海水導入によって、海域への日平均排水量が増加したため、排水門から海域への負荷の総量は、海水導入を行わない場合に比較して増加し、海域の COD 等は、海水導入前後と比較して同じかやや高い水準で推移した（図 4-10）。

諫早湾表層の塩化物イオン濃度の低下とほぼ同時期に、水温、酸素飽和度、水素イオン濃度(pH)、クロロフィル a 等の上昇がみられた。

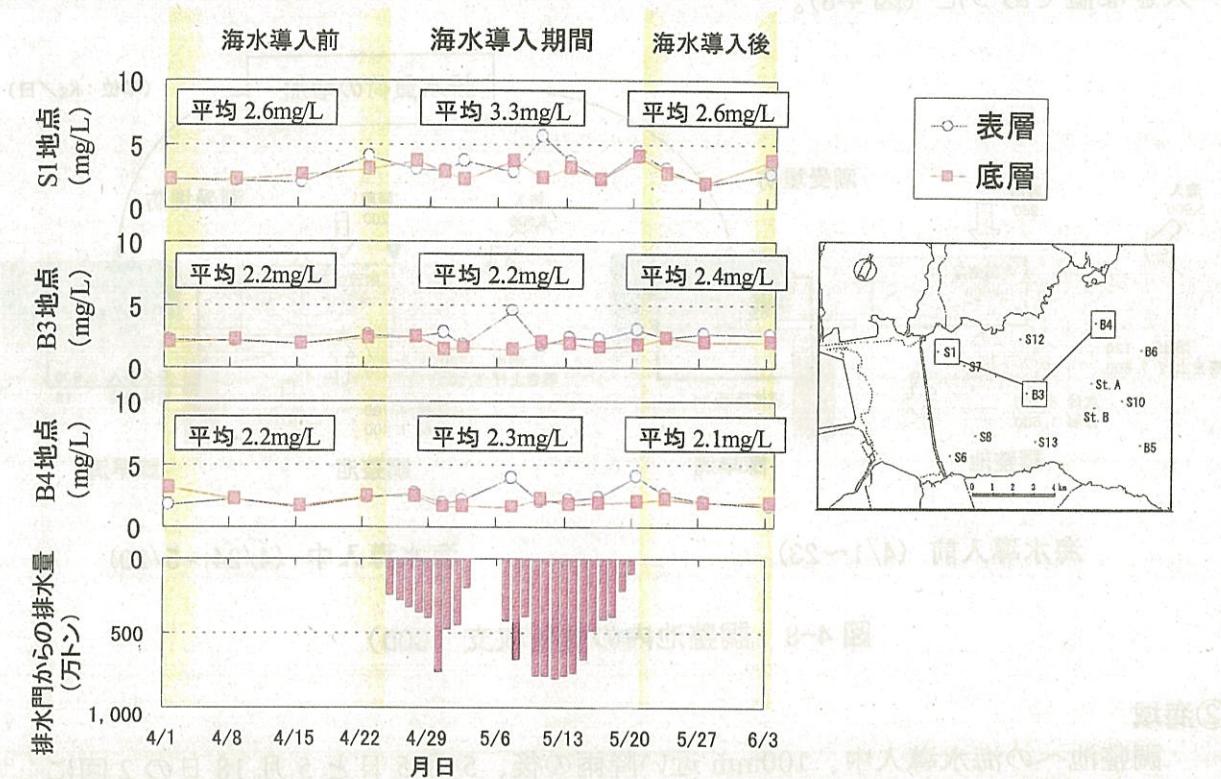


図 4-10 海域における COD の経時変化

調整池からの排水による濁りの拡散は、排水門を中心として海域表層を薄く同心円状又は橍円状に広がっており、その範囲は湾奥に限られ、湾央までは及ばなかった（図 4-11）。

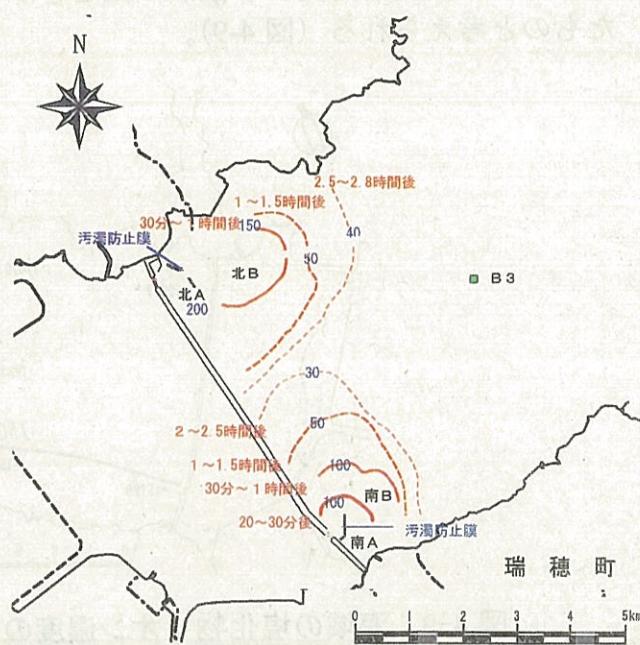


図 4-11 排水の拡散範囲（4月27日：平面分布）

(5) 底質

調整池の底質は、海水導入前後で、一部において、硫化物、酸化還元電位(ORP)、全窒素(T-N)、全リン(T-P)、フェオフィチンは変化したが、その他の底質項目は、海水導入前後で変化はほとんどみられなかった。

海域の底質は、海水導入の前後で、一部において、硫化物、ORP 等が多少変化したが、その範囲は潮受堤防排水門前面から湾央に限られ、変化した地点も海水導入終了後の 10 月には海水導入前と同程度になっており、粒度組成、含水比、強熱減量等に著しい変化はみられなかった（図 4-12）。

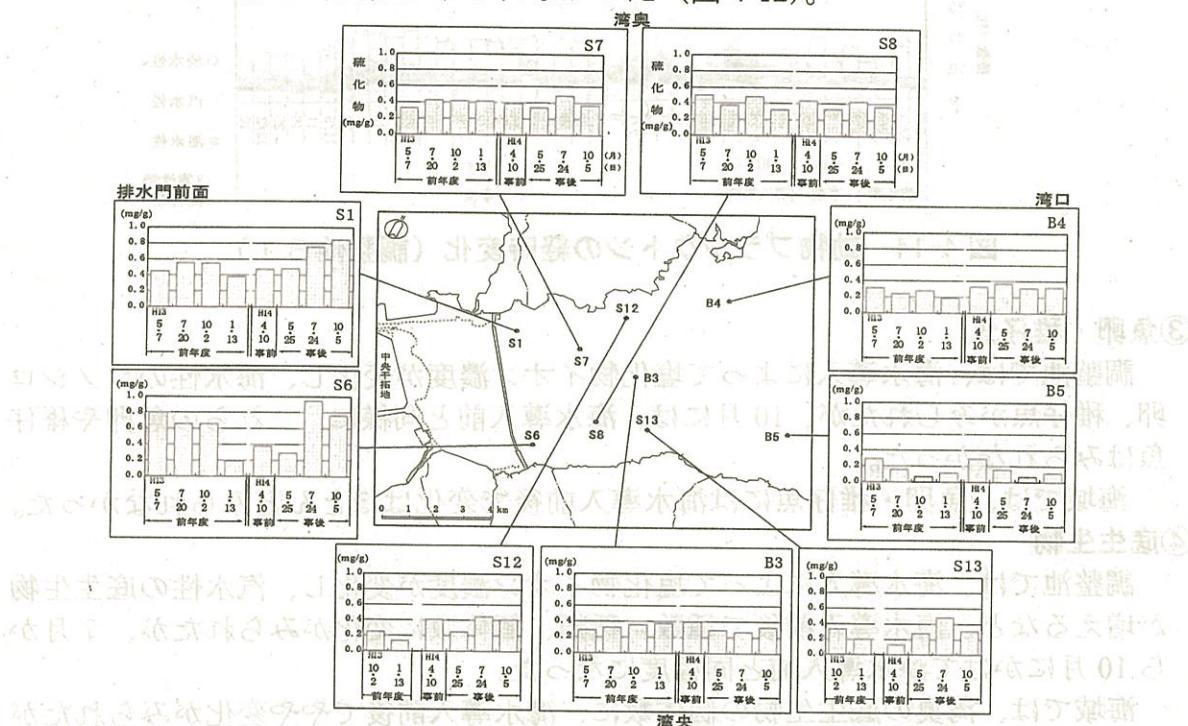


図 4-12 海域底質の硫化物の変化

(6) 生物

①植物プランクトン

調整池では、海水導入によって海水性の植物プランクトンが多くなるなど、その種類、細胞数に変化がみられたが、11 月以降は海水導入前と同じ程度になった（図 4-13）。

海域では、植物プランクトンの種数は海水導入終了後にやや多い傾向にあり、細胞数は調査日ごとの変動が大きかったが、海水導入前後の変化はほとんどみられなかった。

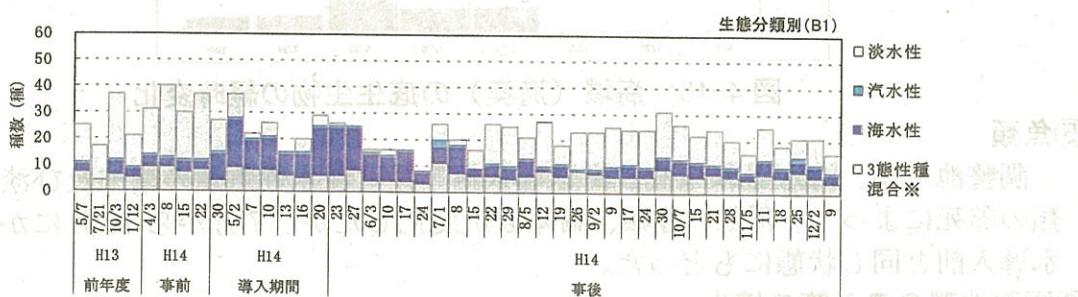


図 4-13 調整池の植物プランクトンの経時変化 (B1)

②動物プランクトン

調整池では、海水導入によって海水性の動物プランクトンが増えるなど、種類に変化がみられたが、8月以降は海水導入前と同様になった（図4-14）。また、個体数、沈澱量は海水導入前後で変化はみられなかった。

海域では、動物プランクトンの種数、種類、個体数ともに海水導入前後の変化はほとんどみられなかった。

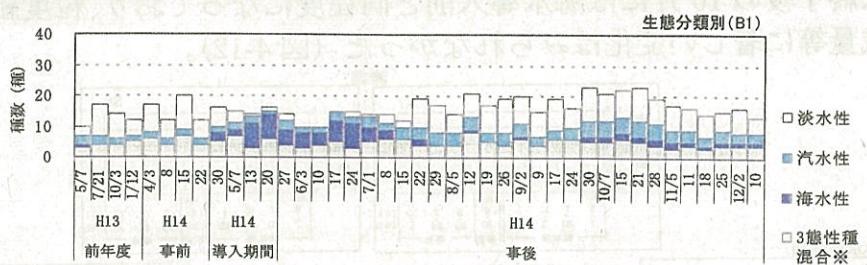


図4-14 動物プランクトンの経時変化（調整池B1）

③魚卵・稚仔魚

調整池では、海水導入によって塩化物イオン濃度が変化し、海水性のコノシロ卵、稚仔魚がみられたが、10月には、海水導入前と同様に、これらの魚卵や稚仔魚はみられなかった。

海域では、魚卵・稚仔魚には海水導入前後で変化はほとんどみられなかった。

④底生生物

調整池では、海水導入によって塩化物イオン濃度が変化し、汽水性の底生生物が増えるなど、海水導入前後で種数、種類、個体数に変化がみられたが、7月から10月にかけて海水導入前と同程度になった。

海域では、湾奥の底生生物の個体数に、海水導入前後でやや変化がみられたが（図4-15）、種数・種類には海水導入前後で変化はほとんどみられなかった。

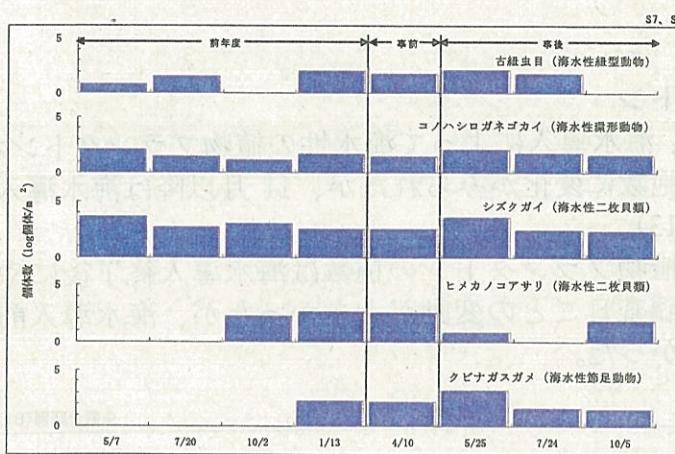


図4-15 海域（湾奥）の底生生物の経時変化

⑤魚類

調整池では、海水導入中及び海水導入終了後に海水性魚類の増加及び淡水性魚類の斃死によって、種数、種類、個体数が変化したが、7月から10月にかけて海水導入前と同じ状態にもどった。

⑥調整池畔のヨシ等の植生

調整池畔の植生は、海水導入に伴う変化はほとんどみられなかった。

5. 干潟浄化機能調査の結果

有明海の干潟（S）

（1）調査の実施方法

干潟の水質浄化機能に関しては、これまで各種の調査手法と浄化機能の評価手法が提案されているが、これらの手法や考え方は未だ汎用化されたものではなく、得られた干潟の浄化機能の定量値も干潟の状況や調査時期により大きなばらつきがみられるのに加え、既存の調査結果はほとんどが砂質干潟に関するもので、有明海の泥質干潟の浄化能として一般に認知されたものはないのが現状である。

このようなことから、本調査においては、既存の調査手法や浄化機能の評価方法等を調べ、各手法の長所・短所等を総合的に検討した結果、近年様々な干潟で調査がなされ、知見の集積が進んでいること等を踏まえ、干潟生態系モデルを有明海の泥質干潟において構築し、浄化機能の評価を行うこととした。

本調査では、有明海の現存の干潟の中から、諫早干潟に類似の干潟を選定し、この干潟域において水質、底質、底生生物等について詳細な現地調査等を行い、この結果に基づき泥質干潟の物質循環等を再現・評価できる干潟生態系モデルを構築した。さらに、このモデルを活用して、類似干潟の水質浄化機能の評価を行うとともに、諫早干潟の水質浄化機能を推定した。なお、調査実施手順の概要は次のとおりである（図 5-1）。

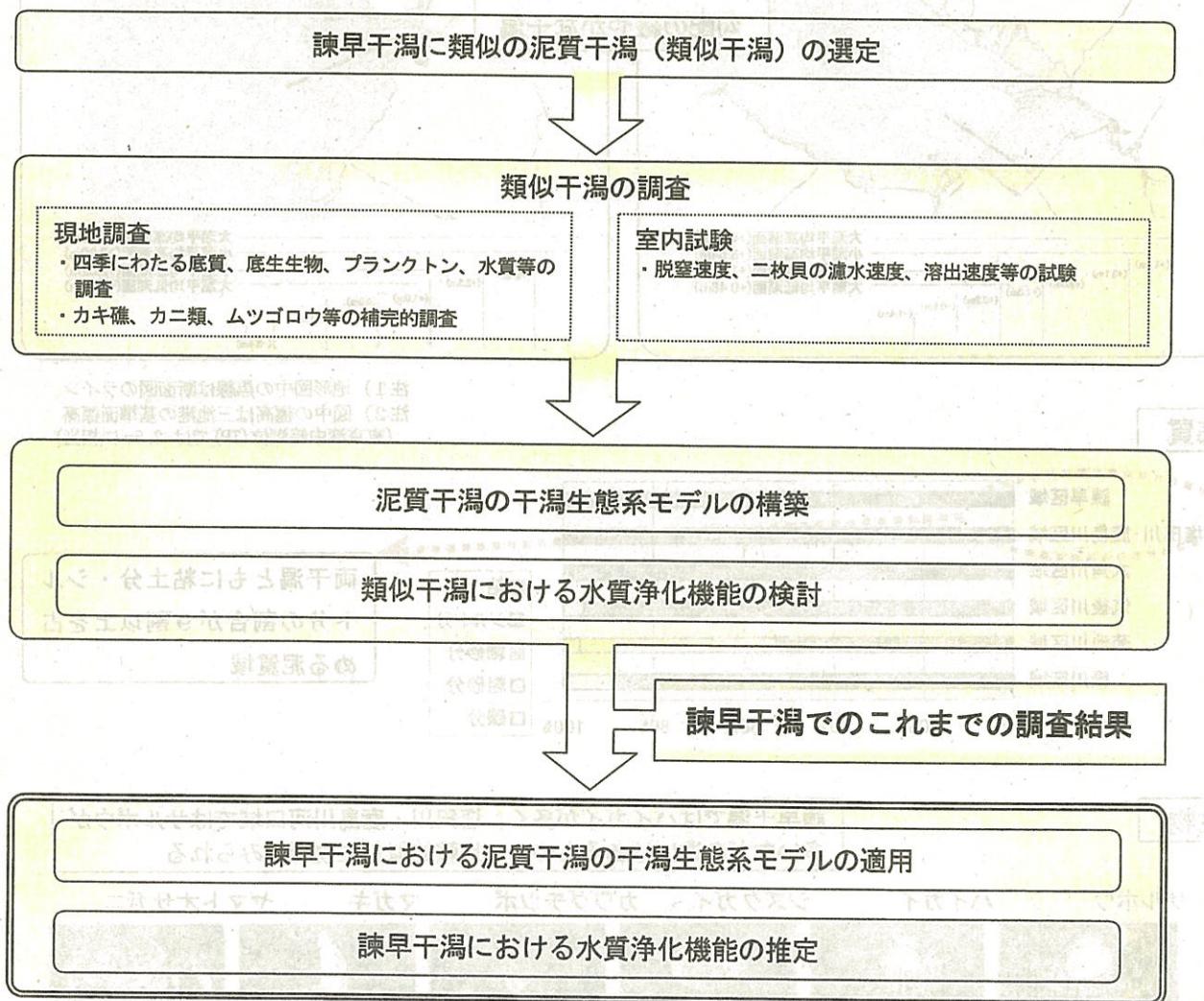
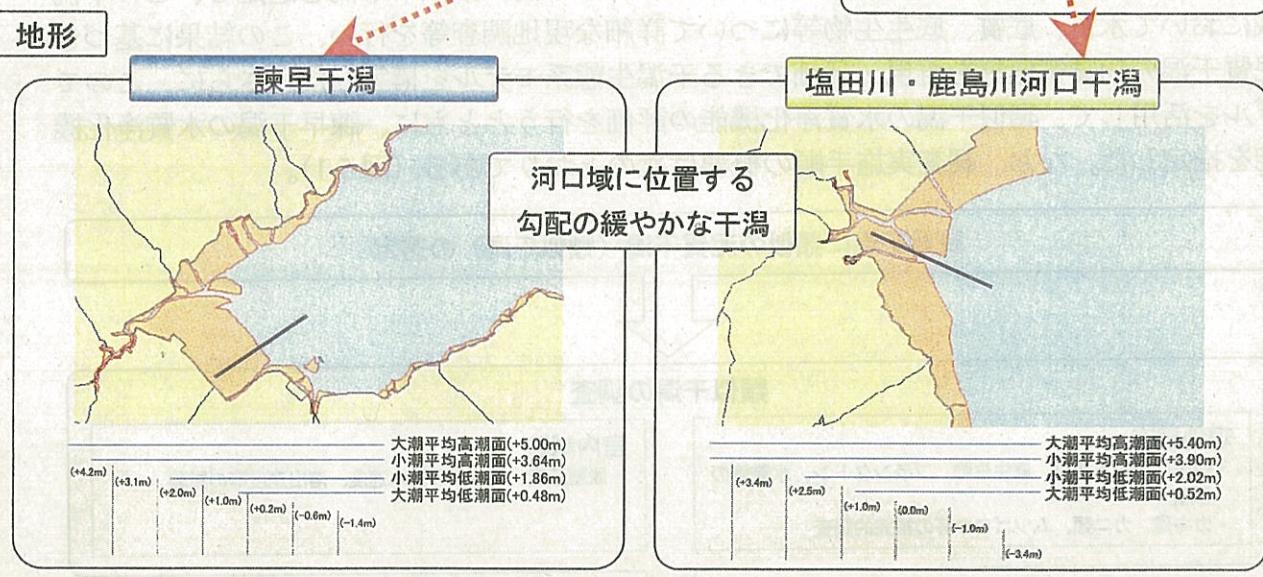
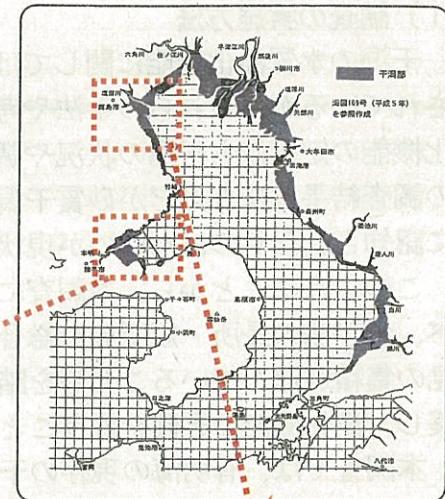


図 5-1 干潟浄化機能調査の実施手順

(2) 類似干潟の選定

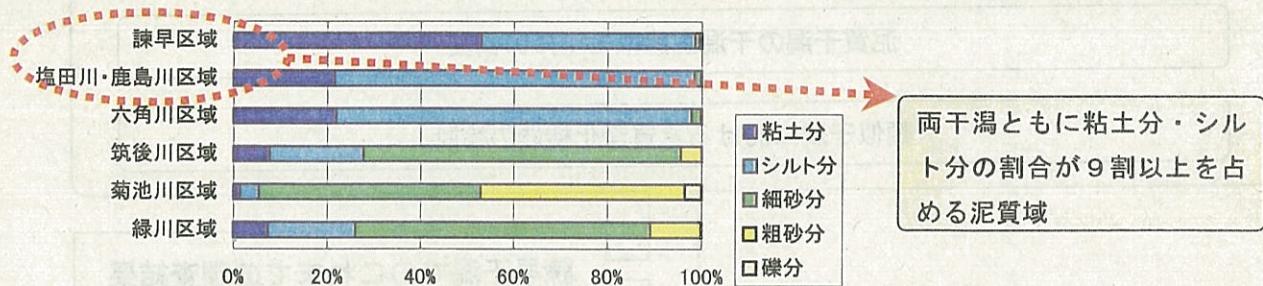
有明海に現存する干潟について、地形、底質、生物等の観点から比較・検討した結果、次のようなことを踏まえ、佐賀県の塩田川・鹿島川河口域を、諫早干潟に最も類似した干潟として選定した（図5-2）。

- ① 河川の河口域に位置する広大な干潟域
- ② 全域ほぼ均質の泥質の底質性状
- ③ 底生生物等の生物相が類似
- ④ 河川などの陸域からの流量、流入負荷量が近似



注1) 地形図中の黒線は断面図のライン
注2) 図中の標高は三池港の基準面標高
(東京湾中等潮位(TP)では-2.8mに相当)

底質 (Soil)



生物 (Fauna)

諫早干潟ではハイガイが多く、塩田川・鹿島川河口域ではサルボウが多いなどの違いはあるものの、比較的似た生物種がみられる



図5-2 謞早干潟と類似干潟（塩田川・鹿島川河口域）の比較

(3) 類似干潟の現地調査・室内試験

泥質干潟の物質循環の特性を把握し、干潟生態系モデルの基礎データを取得するため、類似干潟で現地調査のほか、現地で採取したサンプルを用いて室内試験を行った(図5-3)。

① 現地調査

底質は、粘土・シルト分が9割前後を占める泥質で、覆砂がなされている場所を除けば、ほぼ均質な底質性状がみられた(図5-4)。

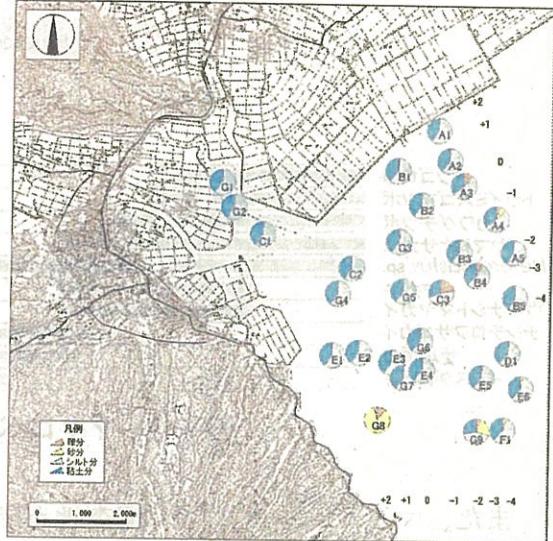


図5-3 底質のサンプリング状況

図5-4 粒度組成の水平分布

また、底質は表層近くから還元的な環境となっているとともに、表層では冬季に較べて夏季に還元的な環境となる傾向がみられた(図5-5)。さらに、底質の間隙水は、アンモニア態窒素やリン酸態リンが直上水と比較して高く、特に上層より下層が高くなる傾向がみられる一方、硝酸態窒素は夏季に0.01mg/L以下となるなど低い水準に止まった(図5-6)。

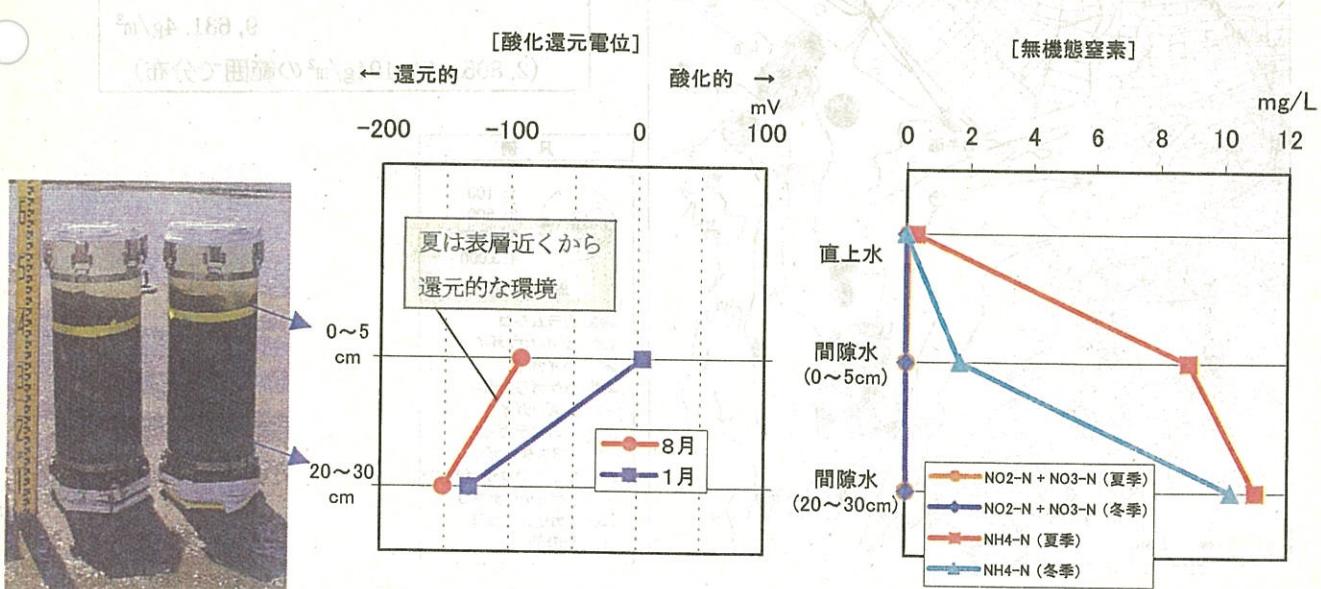


図5-5 底質の酸化還元電位

図5-6 間隙水等の無機態窒素

マクロベントス（1mm 以上の底生生物）は、岸寄りでカワグチツボなどの小型の巻貝類やイトゴカイ科の生物、沖寄りではイヨスダレガイが多くみられるとともに、サルボウについては+0.5～-1.5m の範囲に分布していた（図 5-7）。

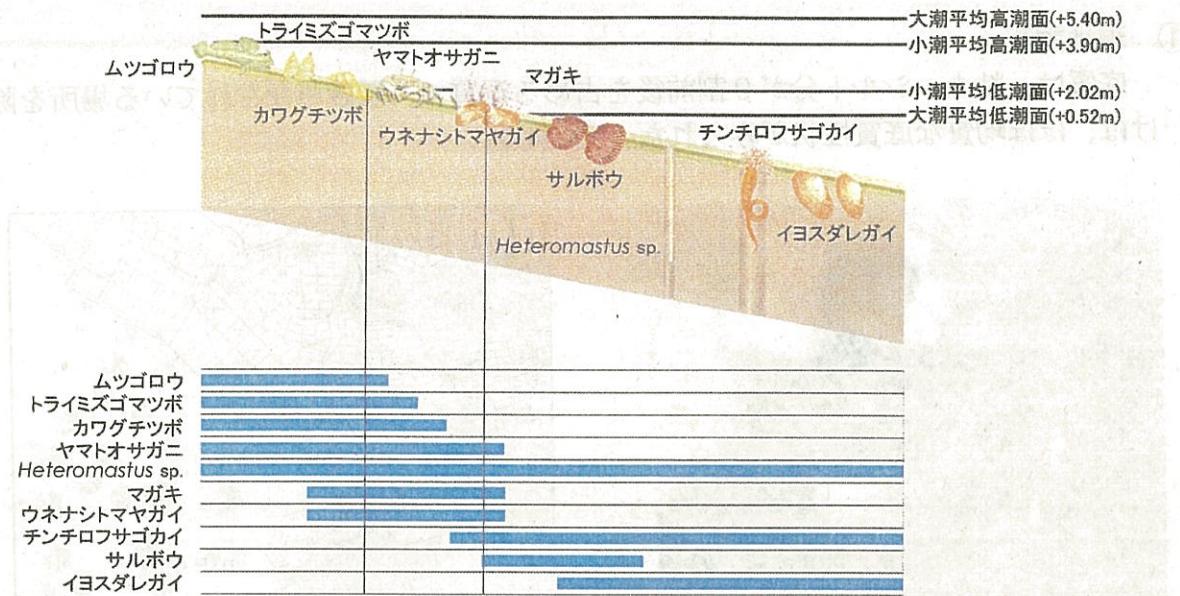


図 5-7 マクロベントスの岸沖方向の分布

また、マクロベントスは、調査地点間で現存量の差が大きく、サルボウ漁場において $5\text{kg}/\text{m}^2$ を超える場所やカキ礁で $20\text{kg}/\text{m}^2$ を超えるような地点が存在するなど人為的な関与条件にある環境を中心に大きな現存量がみられた。こうした場所を除くと、マクロベントスの湿重量が $0.1\text{kg}/\text{m}^2$ 以下の地点が多くみられた（図 5-8）。

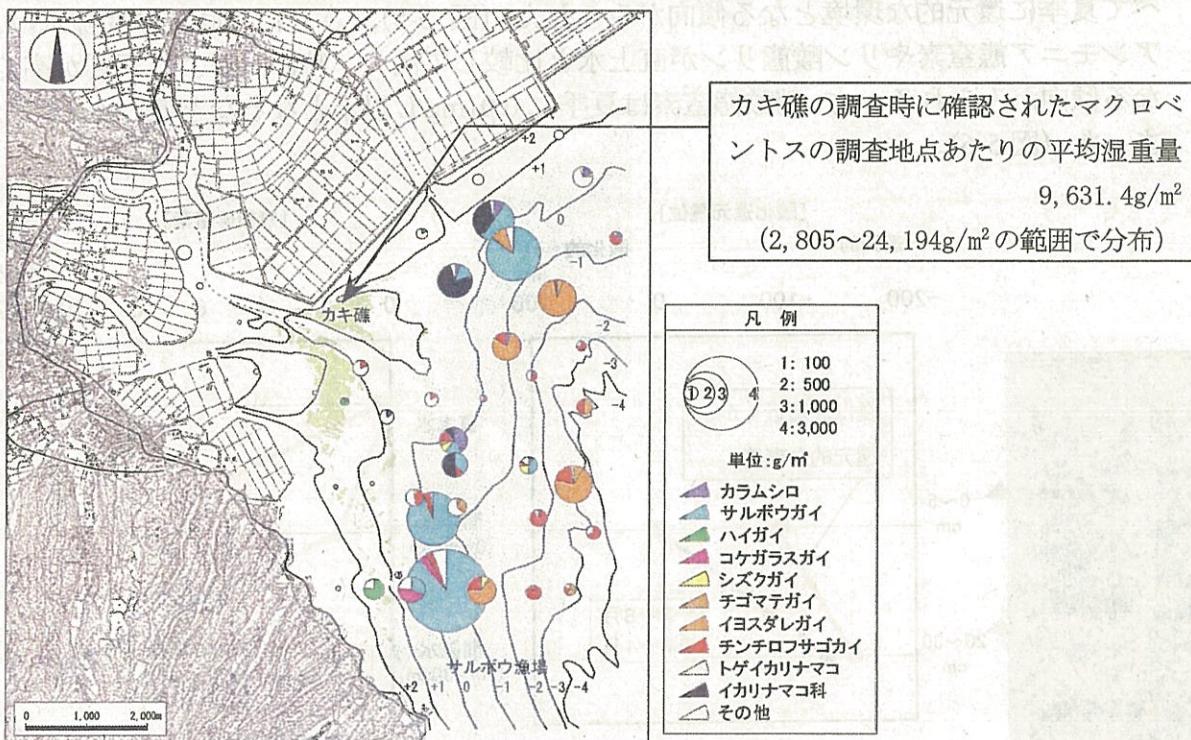


図 5-8 マクロベントス湿重量の水平分布

メイオベントス（1~0.1mm の底生生物）は、線虫綱が高い割合を占めていたほか、底質表層には付着性の珪藻とともに、プランクトン性の珪藻がみられた（図 5-9）。このほか、ムツゴロウやヤマトオサガニについても、現存量とその分布範囲を調査した（図 5-10）。

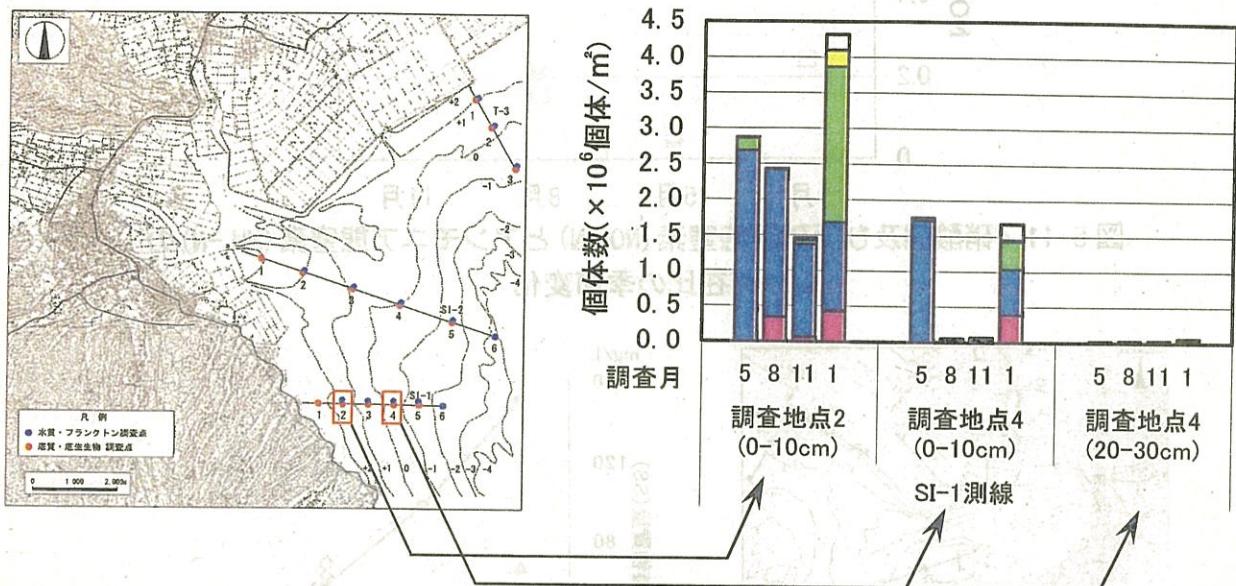


図 5-9 メイオベントスの調査結果の例 (SI-1 測線)

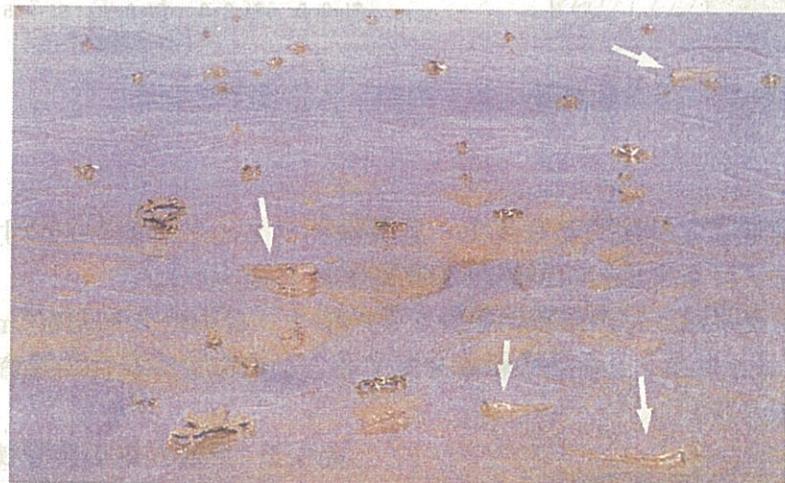


図 5-10 ムツゴロウの現地の状況

植物プランクトンは、5月と8月に微細鞭毛藻類等の小型の種が多く、1月には珪藻類 (*Skeletonema costatum*) が多くみられた。動物プランクトンは年間を通じて小型の種が多く確認された。

水質に関しては、水温、塩分、栄養塩類、溶存酸素等について季節変化を観測した。硝酸態及び亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素の存在比率をみると、5月、8月にアンモニア態窒素の割合が高くなる傾向がみられた（図 5-11）。また、浮遊物質量 (SS) は岸寄りの地点で高くなる傾向等が確認された（図 5-12）。

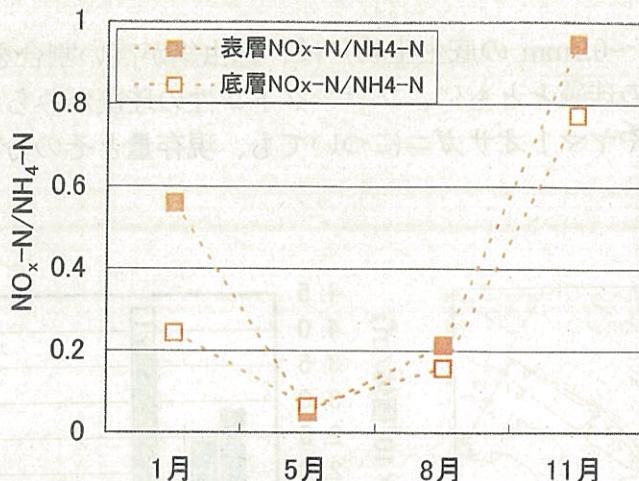


図 5-11 硝酸態及び亜硝酸態窒素($\text{NO}_x\text{-N}$)とアンモニア態窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)の存在比の季節変化

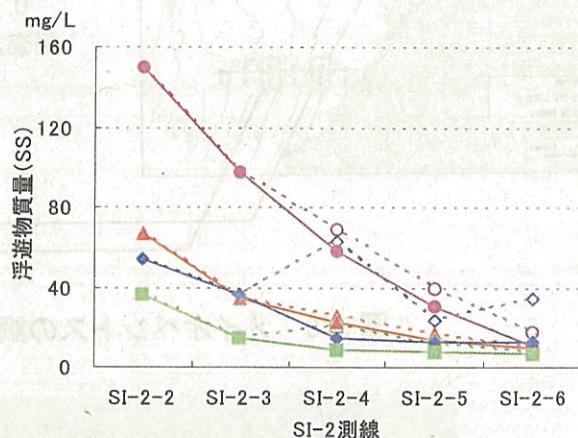
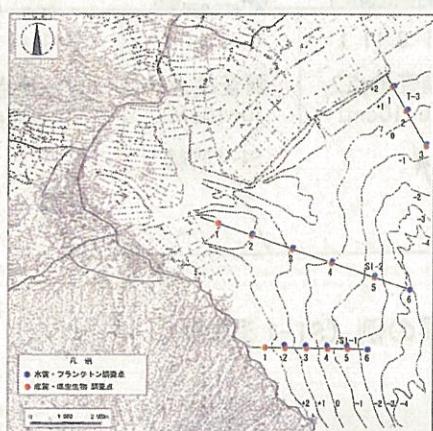


図 5-12 浮遊物質量(SS)の岸・沖方向での分布

②室内試験

干潟の物質循環過程を検討するうえで、重要なパラメーター等を把握するため、現地で採取したサンプルを用いて室内試験を実施した(図 5-13)。

底質からの脱窒速度は、室内試験結果を平均すると、夏季は $8.5 \text{ mgN/m}^2/\text{日}$ 、冬季は $2.8 \text{ mgN/m}^2/\text{日}$ となり、三番瀬の結果を除くと、干潟域での既存の調査結果と近い水準であった(表 5-1)。



図 5-13 脱窒速度の実験状況

表 5-1 底質からの脱窒速度

調査域	調査時期	脱窒速度 (mg N/m ² /日)	備考
塩田川・鹿島川 河口域	夏季	2.3~14.1	本調査
	冬季	2.0~4.3	
東京湾盤州干潟	夏季・冬季	0~3	日本水産資源保護 協会(1996)
東京湾三番瀬 (水深5m以浅 及び砂質域)	夏季 冬季	36.2~232.8 14.0~101.2	千葉県(1999)
伊勢湾 藤前干潟	夏季 冬季	0.0 0.7~19.4	名古屋市(1999)
新川・庄内川 河口域	夏季 冬季	2.4~13.4 2.1~91.9	名古屋市(1999)
有明海六角川河口域	夏季	14.02	原田、滝川(2002)

類似干潟や諫早干潟の代表的な二枚貝であるサルボウとハイガイの濾水速度（水中の有機物や植物プランクトンを取り込み濾過する速度）は、温度や水中の餌濃度によって影響されるとともに、個体の大きさに応じて値が異なることが確認された（図5-14）。

また、砂質干潟の代表種のアサリとサルボウやハイガイについて、同一の個体サイズにおける濾水速度を比較すると、両者の間に著しい差がみられなかった（図5-15）。

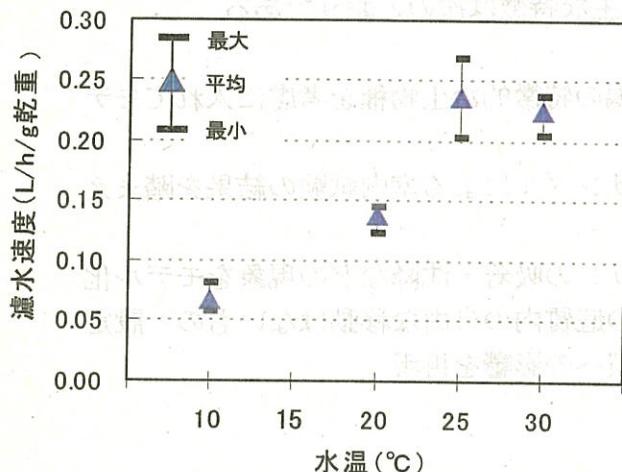


図5-14 二枚貝の（サルボウ）濾水速度
(水温との関係)

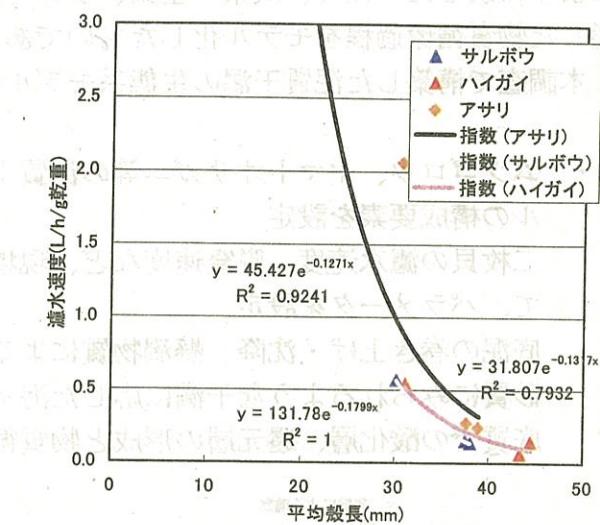


図5-15 二枚貝の濾水速度
(個体サイズとの関係)

さらに、泥質干潟の物質循環特性を把握するため、底質の付着珪藻などによる生産速度（光合成速度）、バクテリアなどによる底質の酸素消費速度、底質からの栄養塩の溶出速度などを求めた。底質からの溶出速度は、夏季に比べて、冬季の値が著しく低いことや窒素に関する溶出のほとんどはアンモニア態窒素によるものである他は、いずれも既存の干潟域で得られた調査結果の概ね範囲内であった。

(4) 類似干潟での干潟生態系モデルの構築

諫早干潟の類似干潟として選定した塩田川・鹿島川河口域において、現地調査結果や室内試験結果等に基づき、泥質干潟の物質循環を再現する干潟生態系モデルの構築を行った。

① 干潟生態系モデルの概要

干潟生態系モデルは、干潟の生態系を構成する様々な生物を生物以外の物質を機能等により大別したうえで、炭素、窒素、リンを指標元素として、構成要素の食物連鎖等を通じた物質循環過程をモデル化したものである（図5-16）。

本調査で構築した泥質干潟の生態系モデルの主な特徴は次のとおりである。

- ・ ムツゴロウ、ヤマトオサガニ等の泥質干潟の特徴的な生物種を考慮に入れてモデルの構成要素を設定
- ・ 二枚貝の濾水速度、脱窒速度など、現場サンプルによる室内試験の結果を踏まえて、パラメータを設定
- ・ 底泥の巻き上げ・沈降、懸濁物質によるリンの吸着・沈降などの現象をモデル化
- ・ 砂質にみられるような干満に応じた海水の底質内の自由な移動はないものと設定
- ・ 底質での酸化層、還元層の形成と物質循環への影響を再現

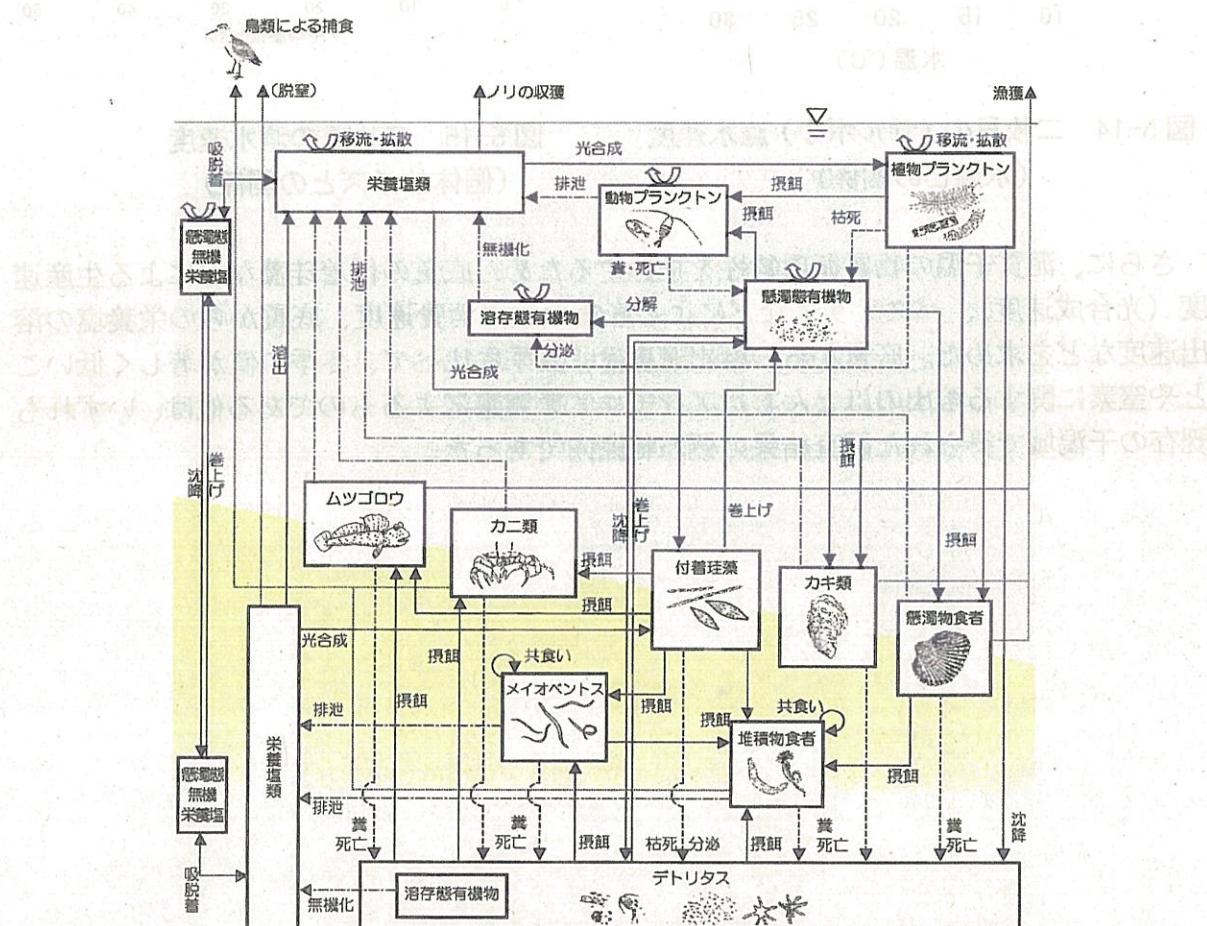


図 5-16 泥質干潟の干潟生態系モデル

モデルは、図 5-17 に示すとおりの塩田川・鹿島川の河口域・浅海域を対象として、300 m メッシュに分割して、現地調査や室内試験の結果を基に、平成 14 年 4 月からの 1 年間の通年計算を行った。

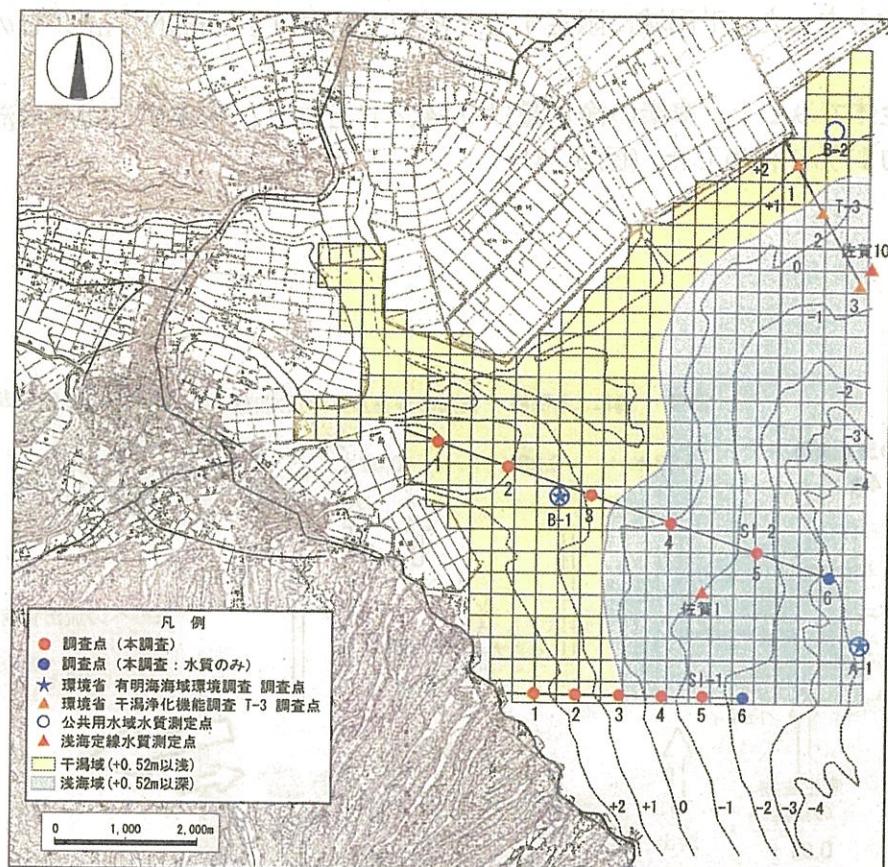


図 5-17 類似干潟での計算領域

②計算条件とモデルの検証

現地調査での観測値と計算値の比較を通して、構成されたモデルの再現性を検討したところ、底泥中においてアンモニア態窒素やリン酸態リンが高くなる一方で、硝酸態窒素が低くなるなど栄養塩類の濃度分布等をよく再現しているといえる。また、水質、プランクトンや底生生物についても、年間を通じた濃度や現存量、岸沖方向の変化傾向等が概ね再現され、泥質干潟における特徴がよく表されているものと考えられた。

さらに、物質循環量の再現性を検証するため、脱窒速度や底質からの溶出速度等の室内試験結果と比較したところ、一定の再現性が確保されていることが確認された。

(5) 類似干潟の浄化機能

干潟生態系モデルの通年計算から物質収支を求め、塩田川・鹿島川河口の干潟域及び浅海域での単位面積当たりの年間平均浄化量を推定したところ、窒素は $8.4\text{mgN/m}^2/\text{日}$ の浄化となった。干潟域に限定すると平均で窒素は $14.5\text{mgN/m}^2/\text{日}$ の浄化となった。

対象領域全体でみると、窒素の浄化量は $0.34\text{t}/\text{日}$ となり、陸域からの平均流入負荷量の窒素で約 11%に相当した（図 5-18）。

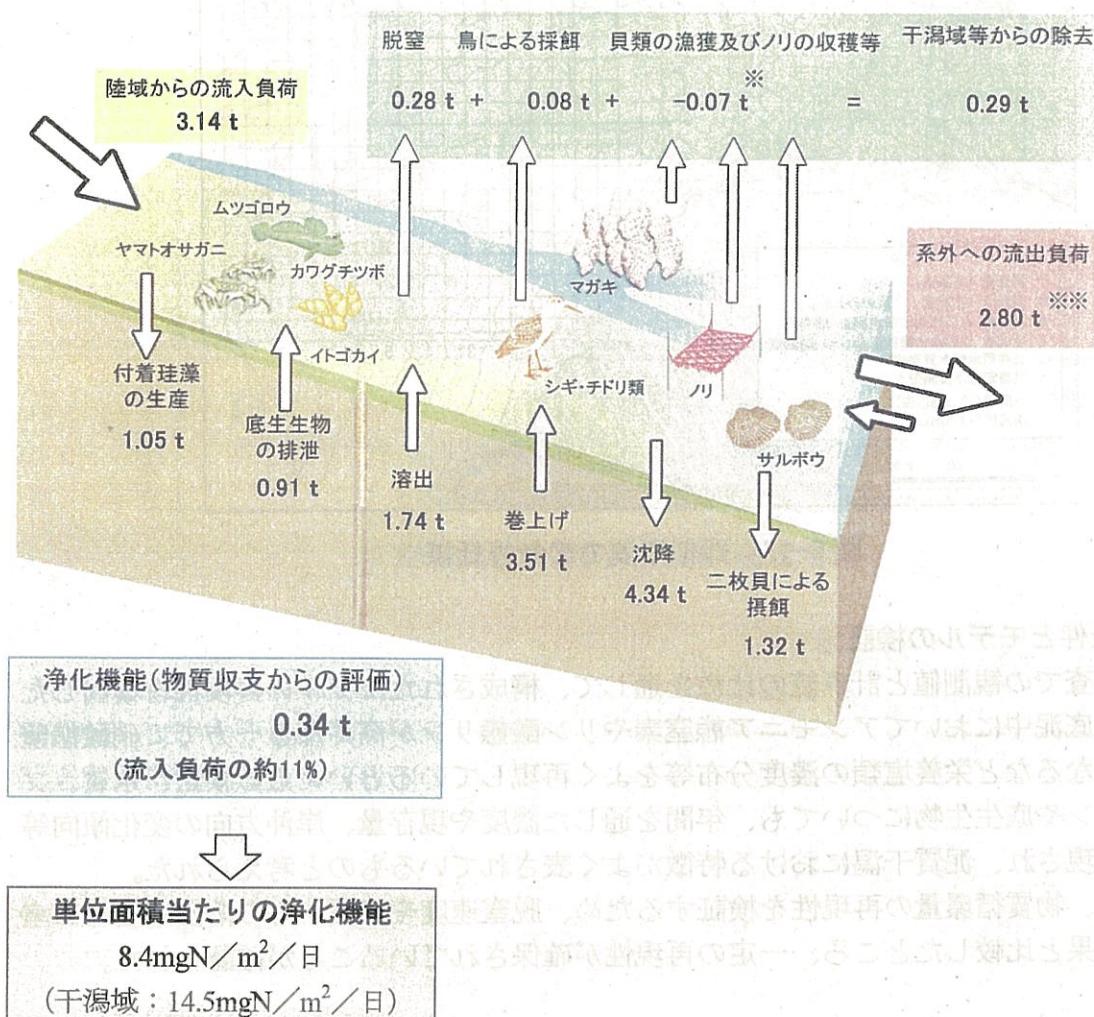


図 5-18 類似干潟（塩田川・鹿島川河口域）における物質収支

※ ノリ養殖における施肥を考慮に入れた結果

※※ 境界における流動による収支

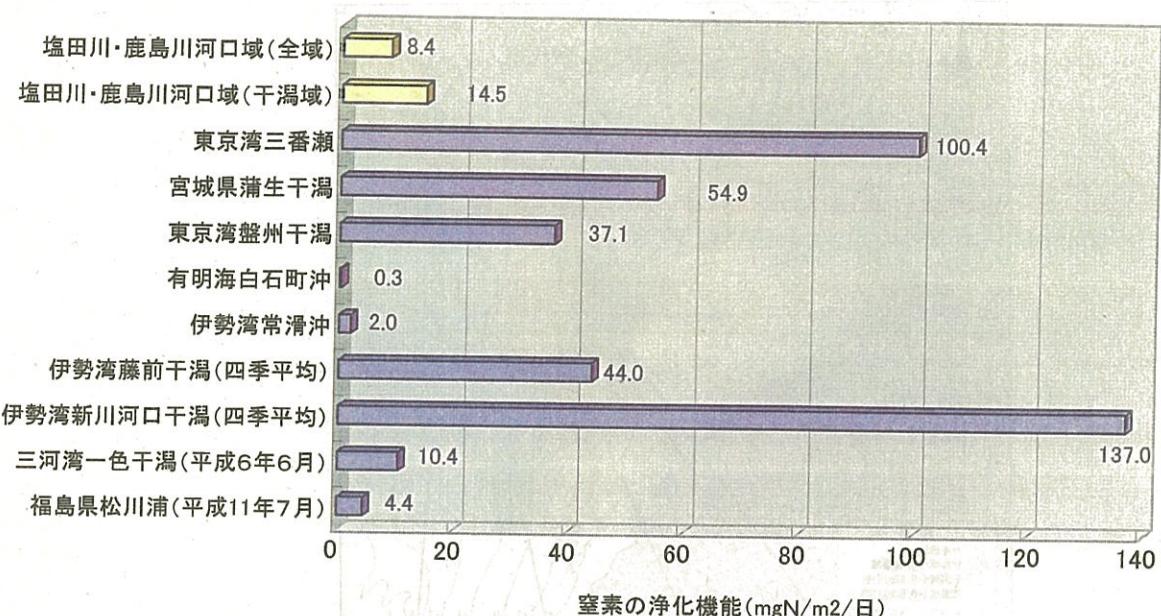


図 5-19 干潟生態系モデルを活用した水質浄化機能の評価結果の比較

この結果を、これまでに報告された干潟生態系モデルを用いて干潟域等の浄化機能を評価した結果と比較したところ、既存の評価結果の範囲内にあるものの、比較的低い水準であった（図 5-19）。

干潟域等での物質収支を各月単位で計算し、年間変動をみると、季節に応じて変化しており、水質浄化機能は年間を通じて安定しているとは限らないことが示された（図 5-20）。また、生物現存量の違いや漁業の実施状況等の影響で場所による差がみられた（図 5-21）。

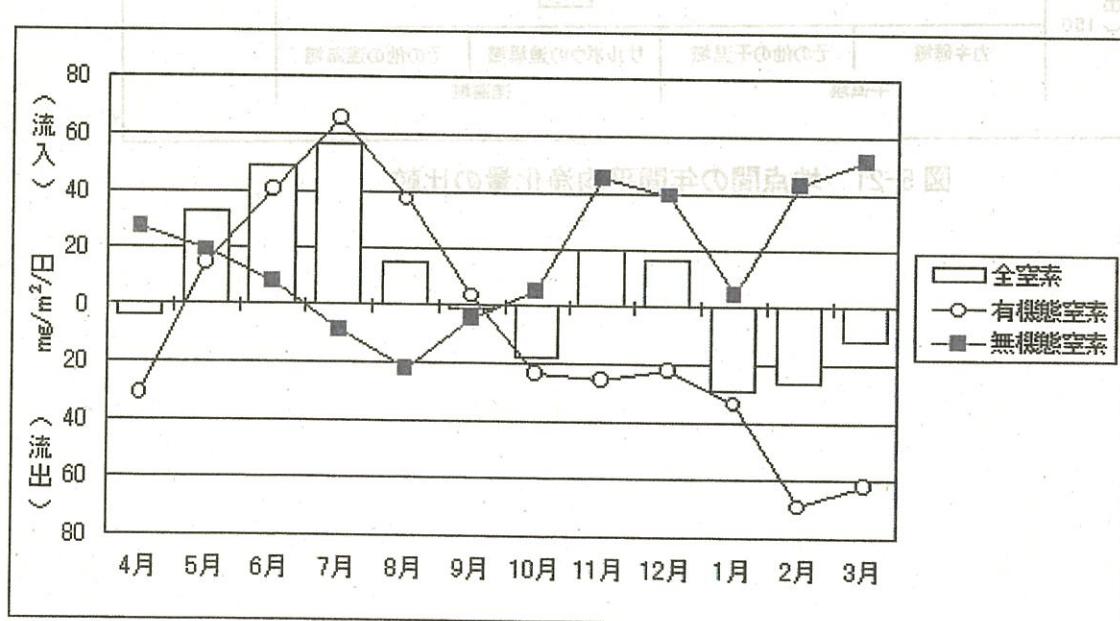


図 5-20 類似干潟における物質収支（浄化量）の年間変動（窒素）

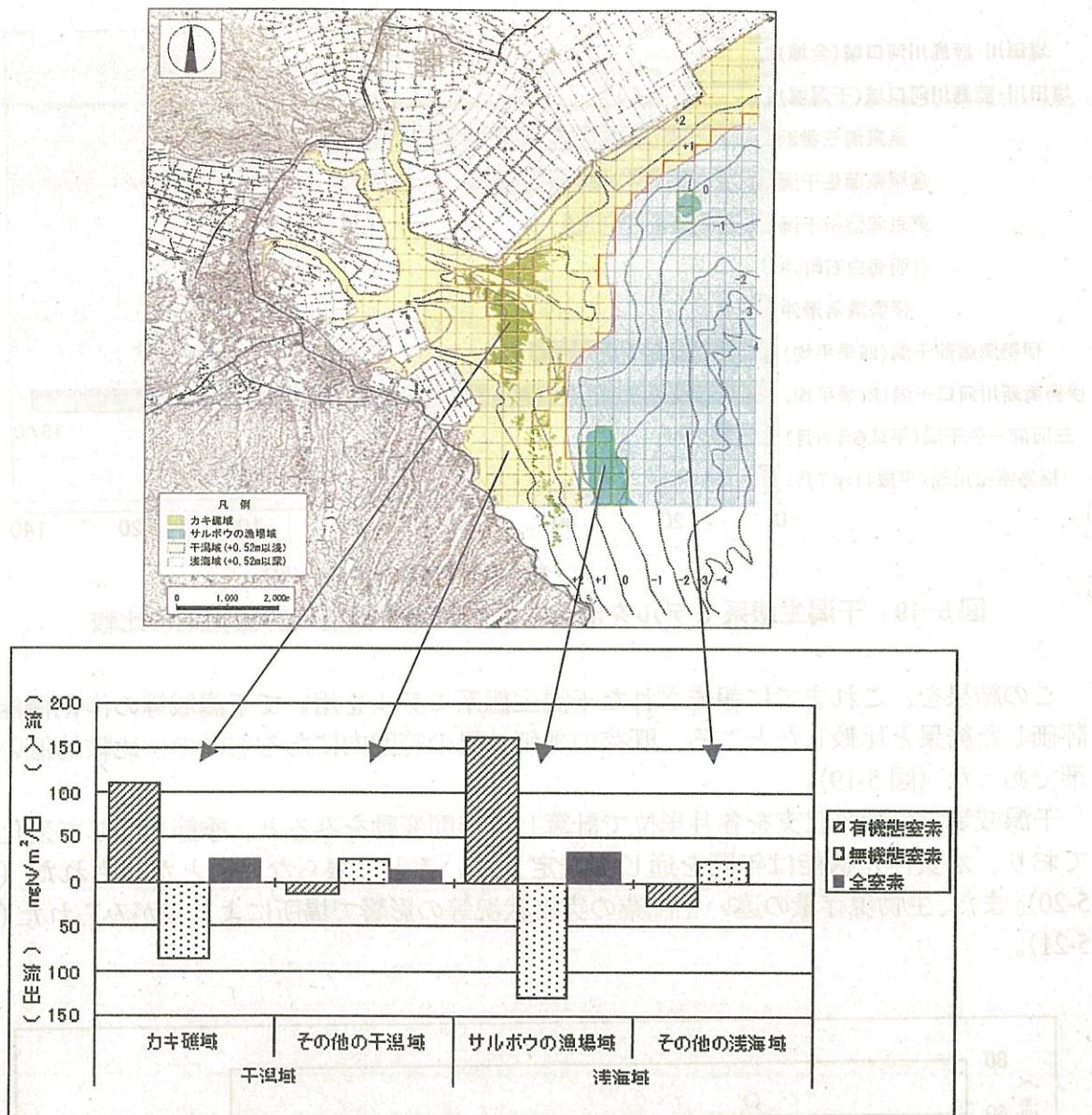
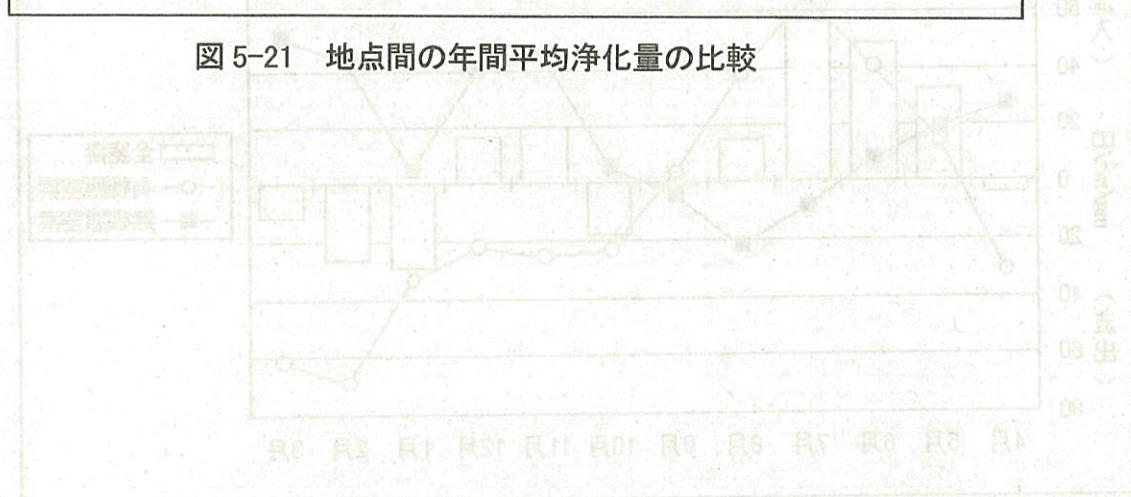


図 5-21 地点間の年間平均浄化量の比較



（実測）濃度測定の（暫定値）変動傾向と干潟干出率 (05-2 図)

(6) 諫早干潟の浄化機能

① 諫早干潟の特性

諫早干潟には、高来町、吾妻町地先の岸近くに砂やれきがみられるものの、全体からみるとわずかな面積に止まり、シルト・粘土分が90%以上占めるほぼ全域泥質の干潟域である（図5-22）。

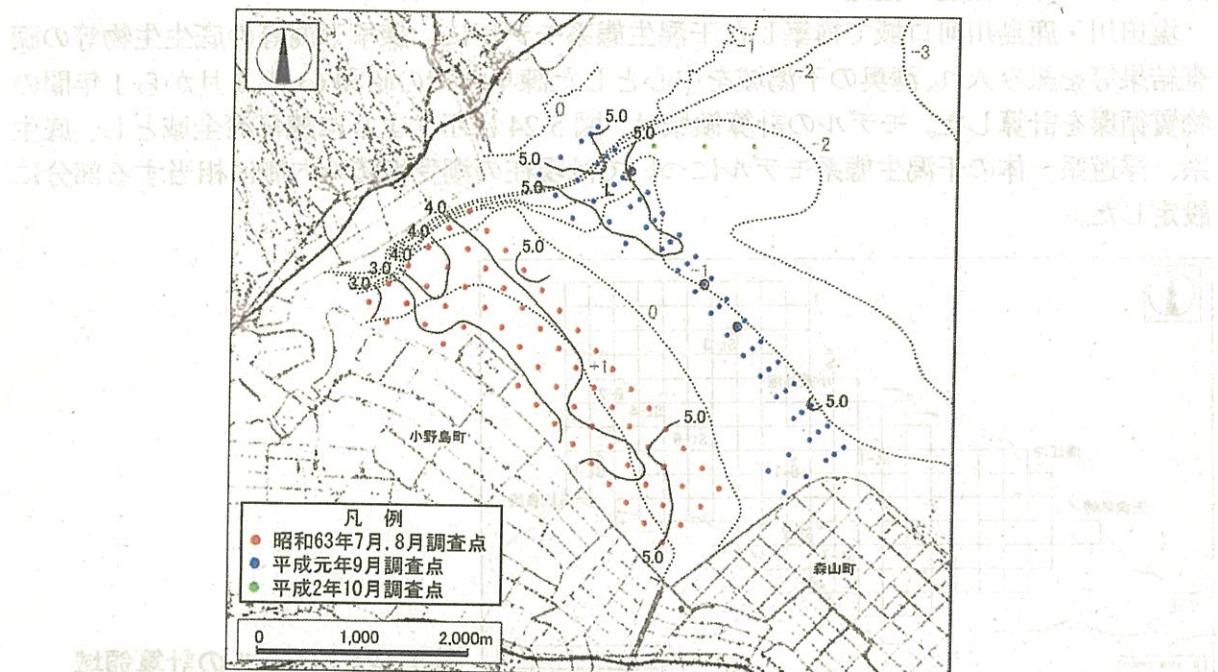
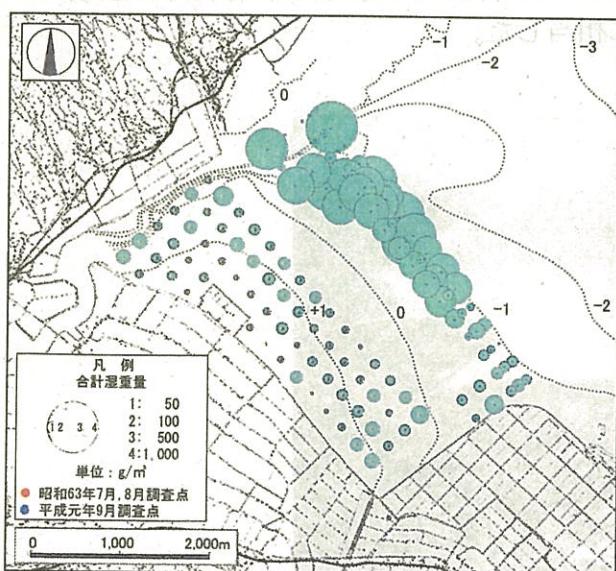
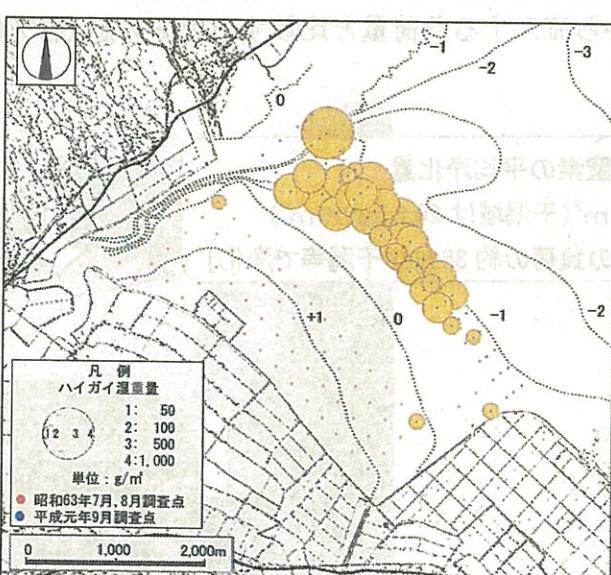


図5-22 平均粒径の水平分布

マクロベントスについては、湿重量でみると、ハイガイの占める割合が高いのが特徴であり、ハイガイ等の大型種がみられる地点を除くと、湿重量は 100g/m^2 未満の地点が多くみられた（図5-23）。また、類似干潟同様、カキ礁が比較的広い範囲に存在しており、カニについては類似干潟より高い現存量を示す地点がみられていた。



[マクロベントス全体]



[ハイガイ]

図5-23 マクロベントスの水平分布（昭和63年度、平成元年度調査）

動物・植物プランクトンとともに、類似干潟でみられる水準に近い値を示しており、栄養塩については、全窒素、全リンとともに、有明海の湾奥部の類似干潟とくらべると、概して低い水準であった。

②諫早干潟の浄化機能の推定

塩田川・鹿島川河口域で構築した干潟生態系モデルに、諫早干潟等の底生生物等の調査結果等を組み入れ、湾奥の干潟域を中心とした諫早湾での昭和63年4月から1年間の物質循環を計算した。モデルの計算領域は、図5-24に示すように諫早湾全域とし、底生系、浮遊系一体の干潟生態系モデルについては現在の潮受堤防の内側に相当する部分に設定した。

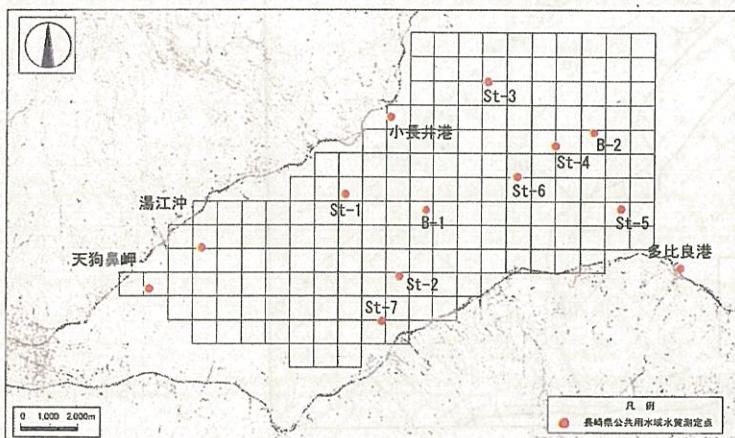


図5-24 モデルの計算領域

昭和63年度の通年計算から物質収支を求め、現在の潮受堤防の内側に相当する諫早干潟及び浅海域での単位面積当たりの年間平均浄化量を推定したところ、窒素は $10.6\text{mgN}/\text{m}^2/\text{日}$ の浄化となった。干潟域に限定すると平均で窒素は $20.2\text{mgN}/\text{m}^2/\text{日}$ の浄化となった（図5-25）。

諫早干潟及び現在の堤防内側の浅海域全体でみると、浄化量は窒素は $0.38\text{t}/\text{日}$ となり、本明川等の陸域からの平均流入負荷量の窒素で約36%に相当した。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。

1日当たりの窒素の平均浄化量

$10.6\text{mgN}/\text{m}^2$ (干潟域は $20.2\text{mgN}/\text{m}^2$)

[陸域からの負荷の約36%が干潟等で浄化]



図5-25 謞早干潟の水質浄化機能の推定結果