

第8回 八代海域調査委員会

日時 平成14年9月30日(月) 14:00～16:30
場所 KKR ホテル熊本 1階 有明・不知火の間

議事次第

1. 開会

2. 議事

(1) 前回の委員会からこれまでの経緯説明

「漁業者代表・行政関係委員」意見交換会等

(2) 提言書(案)について

保全対策の方向性、モニタリング計画等

(3) 現地調査結果について

1) 八代海底質・底生生物調査(春季)

2) 八代海流況・水質等調査(夏季)〈速報〉

(4) その他

3. 閉会

第8回 八代海域調査委員会 出席者一覧

委員長 弘田禮一郎 熊本大学名誉教授

委員

(学識経験者)

大本照憲 熊本大学工学部助教授
門脇秀策 鹿児島大学水産学部教授
楠田哲也 九州大学大学院工学研究院教授 (欠席)
篠原亮太 熊本県立大学環境共生学部教授 (欠席)
滝川 清 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター教授
堤 裕昭 熊本県立大学環境共生学部教授
逸見泰久 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター助教授

(敬称略50音順)

(漁業者代表)

松本忠明 熊本県漁業協同組合連合会代表理事会長
宮本 勝 熊本県漁業協同組合連合会第三部会長
福田 諭 熊本県漁業協同組合連合会第四部会長
桑原千知 熊本県漁業協同組合連合会第五部会長
沖崎義明 熊本県漁業協同組合連合会第六部会長
赤寄辰雄 鹿児島県東町漁業協同組合代表理事組合長 (代理) 波戸親志 営漁指導課長

(敬称略順不同)

(行政関係者)

森田安雄 水産庁九州漁業調整事務所振興課長
工藤 啓 国土交通省九州地方整備局河川部河川調査官
尾坐 巧 国土交通省九州地方整備局港湾空港部海域環境・海岸課長
久保一昭 海上保安庁第十管区海上保安本部海洋情報部海洋調査課長
本山茂夫 気象庁長崎海洋气象台業務課長
桑島偉倫 国土交通省八代工事事務所長
塚原健一 国土交通省川辺川工事事務所長
今永 繁 国土交通省熊本港湾空港工事事務所長 (代理) 小原和行 副所長
田北茂樹 熊本県環境生活部環境保全課長 (代理) 河野孝一 水保全対策室長
望月一範 熊本県企画振興部企画課長 (代理) 古里正信 川辺川ダム総合対策室長
東憲一郎 熊本県土木部河川課長 (代理) 宇藤信幸 土木審議員
板崎 清 熊本県林務水産部水産振興課長 (代理) 岩下 徹 水産審議員
伊勢田弘志 熊本県水産研究センター所長
前田和宏 鹿児島県水産試験場長

(敬称略順不同)

(オブザーバー)

杉田金義 八代漁業協同組合代表理事組合長
平山隆夫 熊本県企業局企業審議員
長田京司 電源開発(株)九州支店西日本支店支社長代理

(敬称略順不同)

事務局

国土交通省八代工事事務所

八代海域調査委員会

配席表

資料-2

KKR ホテル熊本 有明・不知火の間
平成14年9月30日
14:00~16:30

熊本大学工学部助教
大本 照憲
鹿児島大学水産学部教授
門脇 秀策
熊本大学名誉教授(委員長)
弘田 禮一郎
熊本県立大学環境共生学部教授
堤 裕昭
熊本大学沿岸域環境科学教育
研究センター教授
滝川 清
熊本大学沿岸域環境科学教育
研究センター助教
逸見 泰久

鹿児島県水産試験場長
前田 和弘
熊本県水産研究センター
所長
伊勢田 弘志
水産庁九州漁業調整
事務所振興課長
森田 安雄
気象庁長崎海洋気象台
業務課長
本山 茂夫
海上保安庁第十管区海上
保安本部海洋情報部海洋
調査課長
久保 一昭
国土交通省熊本港湾空港
工事事務所長
今永 繁
国土交通省九州地方
整備局港湾空港部海域
環境・海岸課長
尾坐 巧
国土交通省
八代工事事務所長
桑島 偉倫
国土交通省
川辺川工事事務所長
塚原 健一
国土交通省九州地方
整備局河川調査官
工藤 啓

熊本県漁業協同組合
連合会代表理事会長
松本 忠明
熊本県漁連第三部会長
宮本 勝
熊本県漁連第四部会長
福田 論
熊本県漁連第五部会長
桑原 千知
熊本県漁連第六部会長
崎 義明
八代漁業協同組合代表
理事組合長
杉田 金義
鹿児島県東町漁業協同
組合代表理事組合長
赤崎 辰雄
熊本県企画振興部
企画課長
望月 一範
熊本県環境生活部
環境保全課長
田北 成樹
熊本県林務水産部
水産振興課長
板崎 清
熊本県土木部河川課長
東 憲一郎

漁協
及び
県関係機関
付き人席

熊本県企業局
企業審議員
平山 隆夫
電源開発(株)九州支社
西日本支店支社長代理
長田 京司

事務局

事務局

事務局

報道関係者席

報道関係者席

出入口

第7回八代海域調査委員会以降の経緯

第7回八代海域調査委員会以降、以下のヒアリング、意見交換会を行った。

◇八代海域環境保全に関する漁業者ヒアリング

◇行政関係者意見交換会

◇「漁業者代表・行政関係委員」意見交換会

◇第7回委員会開催〔平成14年4月22日：KKR熊本〕

1) 出席委員（敬称略）

委員長 弘田禮一郎 熊本大学名誉教授

委員

（学識経験者）

大本 照憲	熊本大学工学部助教授
門脇 秀策	鹿児島大学水産学部教授
楠田 哲也	九州大学大学院工学研究院教授
篠原 亮太	熊本県立大学環境共生学部教授
滝川 清	熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター教授
堤 裕昭	熊本県立大学環境共生学部教授
逸見 泰久	熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター助教授

（漁業者代表）

井手 正徳	熊本県漁業協同組合連合会代表理事会長
（代理）吉岡博秋	参事
沖崎 義明	熊本県漁業協同組合連合会第六部会長
福田 諭	熊本県漁業協同組合連合会第四部会長
松本 忠明	熊本県漁業協同組合連合会第五部会長
宮本 勝	熊本県漁業協同組合連合会第三部会長
森枝 哲男	鹿児島県東町漁業協同組合代表理事組合長
（代理）波戸親志	営漁指導課長

（行政関係者）

森田 安雄	水産庁九州漁業調整事務所振興課長
工藤 啓	国土交通省九州地方整備局河川部河川調査官
（代理）森川 幹夫	建設専門官
尾坐 巧	国土交通省九州地方整備局港湾空港部海域環境・海岸課長
久保 一昭	海上保安庁第十管区海上保安本部海洋情報部海洋調査課長
本山 茂夫	気象庁長崎海洋气象台業務課長
桑島 偉倫	国土交通省八代工事事務所長
塚原 健一	国土交通省川辺川工事事務所長
今永 繁	国土交通省熊本港湾空港工事事務所長
田北 成樹	熊本県環境生活部環境保全課長
（代理）河野 孝一	水保全対策室長
望月 一範	熊本県企画振興部企画課長
（代理）古里 正信	川辺川ダム総合対策室長（欠席）
東 憲一郎	熊本県土木部河川課長
（代理）宇藤 信幸	土木審議員
板崎 清	熊本県林務水産部水産振興課長
（代理）梅崎 祐二	課長補佐
伊勢田 弘志	熊本県水産研究センター所長
前田 和宏	鹿児島県水産試験場長

（敬称略順不同）

2) 議 題

①八代海域の保全対策について

②平成14年度現地調査計画(案)について

③平成13年度調査結果報告(冬季調査、ミネラル調査結果他)

3) 八代海域の保全対策について

(議論の結果)

①事務局が水質保全目標値を設定するために用いた、負荷量の削減見込み値等(熊本県資料)について県からの説明を聞くこととする。

②シュミレーションモデル(多層メッシュモデル)については、現時点で委員会として了承。ただし、今後の委員会審議の過程で、必要に応じ改良も考慮する。

(議論の要旨)

- ・「八代海における環境保全のための取り組み」に対する基本的考え方のフロー上、「環境モニタリング調査計画の策定」で検討作業上完結するのはよいが、実態として「保全対策の方向性」にフィードバックさせて欲しい。
- ・「他海域の諸元と汚濁負荷削減目標」の整理については、面積、容積に加えて閉鎖度指数も記載すべき。
- ・「赤潮の海域別発生頻度」を示すことに対し、データについてはあくまでも赤潮の発見された頻度を示しているため、誤解を招かない表現にしてほしい。
- ・「赤潮の海域別発生頻度」について、赤潮は湾奥で発生し、養殖場で被害を及ぼすものであり、実感と合わない。
- ・熊本県により平成7年策定された負荷削減見込み値に対し現状はどうか。
- ・見込み値については、原単位を用いて算出している。1995年度はデータ少なく、その後、データを蓄積し、餌の種類(残餌量の少なくなるもの)や給餌方法の改善等を反映した。
- ・熊本県は、1995年度に比べ養殖負荷量が改善されているということについて算定の根拠、数値データ示してほしい。水質シミュレーションや保全対策を議論するうえで重要なポイントである。
- ・養殖関係が赤潮発生の負荷要因であると結論づけているように受け取れるが、生活排水、工業排水等も要因の1つではないか。
なお、養殖負荷が原因であるのであれば削減に対する手法も委員会の中で検討して欲しい。
- ・負荷削減を見込まない場合、海域の悪化がどのように進むかをシミュレーションにより計算してみることも大事ではないか。
- ・養殖負荷についてだけ注目されているが、水産業が果たす海域環境の保全機能、つまり、陸域から流入するN、Pを漁獲という形で海域の外へ取り除いている、ということもしっかり明記しておくべきである。例えば鹿児島県の東町では、海藻等による栄養塩類の除去と併せた複合養殖を行うなど既に実践しているところも存在する。
- ・海域環境の悪化を一番危惧しているのは漁業者である。養殖負荷について本当はどうなっているのかを知りたい。
- ・シミュレーション等の結果だけでなく、現地での実測データを示してほしい。
- ・赤潮だけでなく藻場の減少も問題である。これはN、P等の負荷量の増大によるものなのか、それとも温暖化等の気象条件に起因するものなのか調査してほしい。

- ・長いスパンで見ると海水温度が上昇傾向しているようであり、そういうことも藻場の減少の原因かもしれない。
- ・養殖負荷は、海域全体のN、P濃度を平均的に引き上げ、出水時等には、既設の荒瀬・瀬戸石ダムの放水等が影響し、河川からのN、P流入量が突発的に大きくなることも赤潮を引き起こしている原因の一つであると考えられる。

4) 平成14年度現地調査計画（案）について

（議論の結果）

- ・養殖負荷が問題となっていることを考えると、梅雨期だけではなく夏場の底質等の調査が必要である。

（議論の要旨）

- ・土砂の堆積速度を知るといっているのであれば、出水前後の汀線の地形変化を把握した方がよいのではないか。

◇八代海域環境保全に関する漁業者ヒアリング〔5月15日、20日〕

1) 聞き取り対象者：八代漁業協同組合長

- ①熊本県漁業協同組合連合会第3部会長
②〃第4部会長
③〃第5部会長
④〃第6部会長

2) 聞き取り結果 (主な意見)

□栄養塩負荷の削減

- ①生活排水・農業排水の改善
- ②既設ダムの水質改善
- ③底質改善（浚渫、固形化）
- ④養殖負荷の削減
- ⑤その他

□干潟・藻場等の保全・再生

- ①既設ダムの土砂供給に対する抜本的対策
- ②干潟の保全・再生
- ③天然藻場の保全及び人工藻場の造成
- ④埋め立ての抑制及び環境型護岸護岸の採用（埋め立て地）
- ⑤海底の清掃
- ⑥その他

◇行政関係者意見交換会〔6月26日：KKR熊本〕

1) 出席者：

学識経験者：弘田委員長、篠原委員、滝川委員

行政関係者：九州地方整備局及び熊本県関係部局

九州地方整備局（工藤河川調査官等）、熊本県環境保全課（河野水保全対策室長）、企画課（古里川辺川ダム総合対策室長）、河川課（宇藤土木審議員）、水産振興課（岩下水産審議員）、水産研究センター（宮原水産審議員）

2) 議 事

①負荷削減目標値の設定について

②保全対策について

3) 意 見

- ・現況の八代海域の負荷量（流入負荷）を算定するには時間的に厳しい。
- ・水質の目標値（負荷の削減量）の設定が難しいのであれば、これから先の八代海保全と負荷量を削減するための方策を県が提出し、それを見た上で委員会としての方向性を検討する。

◇「漁業者代表・行政関係委員」意見交換会〔8月1日：KKR熊本〕

1) 出席者

学識経験者：弘田委員長

漁業者代表：熊本県漁業協同組合連合会第3部会長、〃第4部会長、〃第5部会長、〃第6部会長、八代漁業協同組合代表理事組合長

行政関係者：九州地方整備局（工藤河川調査官、尾座海域環境・海岸課長、小原熊本港湾空港工事事務所副所長、桑島八代工事事務所長）水産庁（守田振興課長）、熊本県環境保全課（河野水保全対策室長）、〃企画課（望月企画課長）、〃河川課（宇藤土木審議員）、〃水産振興課（岩下水産審議員）、〃水産研究センター（伊勢田所長）

オブザーバー：熊本県企業局（平山審議員）、電源開発（株）（長田西日本支店長代理）

2) 議 事

①前回の委員会からこれまでの経過説明

- ・海域保全に関する漁業関係者の意見
- ・提言（案）骨子
- ・県における削減策【熊本県】等

②意見交換会

③今後のスケジュール

3) 意 見（提言書及び県における削減策についての意見交換）

- ・特別立法は延期になったが、制定前に早く施策を考え示して欲しい。調査より、出来ることからやって欲しい。
- ・干潟の減少の主な原因は、埋め立て、干拓でない。ダムが出来てから悪くなった。既設ダムが原因と考えられないか。
- ・既設ダムの影響で藻場、干潟がなくなる。既設ダム（荒瀬ダム等）の撤去が、対策以上に効果があり八代海の再生につながる。
- ・企業局の対策では、撤去にふれていない。水利権（荒瀬ダム）の期限が来たら撤去してもらいたい。

第8回八代海域調査委員会

提 言 書 (案)

平成14年9月

国 土 交 通 省
水 産 庁
熊 本 県
鹿 児 島 県

《 目 次 》

1	背景	1
1.1	八代海域調査委員会設置に至る経緯	1
1.2	委員会設置目的	1
1.3	検討経緯	1
2	八代海域の現況評価	6
2.1	八代海域の現況	6
2.1.1	水温	6
2.1.2	水質	6
2.1.3	赤潮	6
2.1.4	底質	7
2.1.5	干潟	7
2.1.6	藻場	7
2.1.7	漁獲量	7
2.2	影響要因の分析	8
2.2.1	赤潮の発生要因	8
2.2.2	沿岸性魚介類の減少要因	8
2.3	課題の抽出	9
3	八代海域環境保全の基本方針	9
3.1	基本理念	9
3.2	基本方針	10
3.2.1	総合保全	10
3.2.2	持続的取り組み	10
4	八代海域の保全対策の方向性	10
4.1	保全対策の方向性	10
4.1.1	水質保全	11
4.1.2	流砂系保全	12
4.1.3	海域・漁場環境保全	13
4.2	保全対策への取り組み	14
4.2.1	役割分担・連携	14
4.2.2	保全対策の重点化	14
4.3	モニタリングのあり方	14
4.3.1	モニタリングの必要性和考え方	14
4.3.2	モニタリングの方向性	14
4.3.3	実施体制等	15
4.3.4	情報の共有化	15
4.4	調査研究の促進	16

1 背景

1.1 八代海域調査委員会設置に至る経緯

八代海域は自然環境が豊かであり、沿岸漁業及び養殖漁業が盛んに行われているが、近年、八代海を取り巻く流域環境の変化や、赤潮の発生による漁業被害の発生、漁業生産の低迷等、海域・漁場環境の悪化が懸念されている。

このため、八代海域及び周辺の現状を科学的かつ客観的に把握するとともに、八代海域の将来にわたる保全を目指して、学識経験者、漁業関係者、関係行政機関からなる「八代海域調査委員会」を設置するに至った。委員会規約を別添資料1に、委員名簿を別添資料2に示す。

表 1.1.1 八代海域調査委員会の構成

委員長	弘田禮一郎
委員	学識経験者 8名（委員長を含む）
	漁業関係者 熊本県、鹿児島県内の各代表 6名
	行政関係者 国土交通省、水産庁、熊本県、鹿児島県の各代表 14名
事務局	国土交通省八代工事事務所

1.2 委員会設置目的

- 八代海域の現状を科学的に把握
- 八代海域の環境変化の要因を検討
- 環境保全の方向性を検討（保全対策の方向性、モニタリングのあり方）

1.3 検討経緯

上記目的を達成するための検討フローを図1.3.1に示す。

八代海域の現状及び変遷の把握にあたっては、公共用水域水質・底質調査、内湾・浦湾調査、農林水産統計等の既存調査成果をとりまとめたことに加え、学識経験者等から助言のあった以下の現地調査を実施するとともに、シミュレーションモデルを構築し、水質の動態を検討した。現地調査の詳細については別添資料3に、シミュレーションモデルの基本構造等については別添資料4に示す。

- ・ 八代海流況・水質等調査 ・ 八代海底質・底生生物調査
- ・ 球磨川等河川水質調査 ・ ダム湖水質・底質調査
- ・ 球磨川河口部周辺底質・底生生物調査

審議は表 1.3.1に示す委員会を9回、漁業者説明会を2回、漁業者代表
・ 行政関係委員意見交換会を1回、いずれも公開で行った。

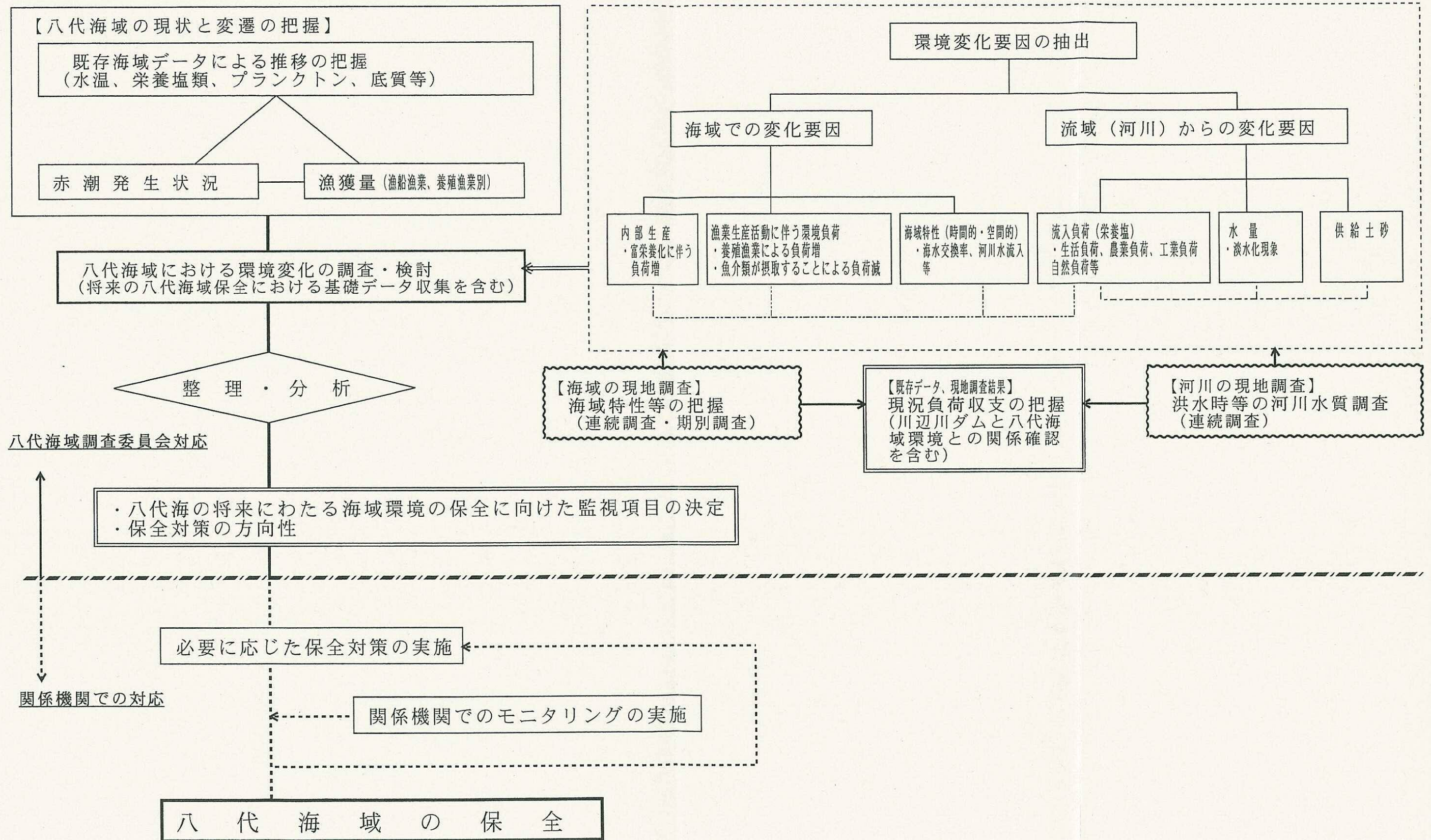


図1.3.1 検討フロー

表 1.3.1 八代海域調査委員会等一覧

開催日	名 称	主 な 議 事 内 容
平成 13 年 4 月 23 日	第 1 回八代海域調査 委員会	・ 委員会規約について・委員長選出・情報公開について ・ 委員長職務代理者の選任 ・ 八代海域の現状について ・ 八代海における調査計画 ・ 今後のスケジュールについて
7 月 11 日	第 2 回八代海域調査 委員会	・ 今後の調査方針について ・ 八代海及びその流域環境の現状と変遷について ・ 平成 13 年度調査計画について
9 月 3 日	第 3 回八代海域調査 委員会	・ 八代海及びその流域環境の現状と変遷について ・ 平成 13 年度梅雨期の現地調査結果について ・ 水質シミュレーションによる検討手法について
9 月 5 日	八代海沿岸 37 漁協 中間説明会	・ 委員会経緯説明 ・ 八代海及びその流域環境の現状と変遷 ・ 平成 13 年度現地調査方針と梅雨期の調査結果報告 ・ 川辺川ダムと八代海域環境との関係確認(ボックスモデル)
9 月 25 日	第 4 回八代海域調査 委員会	・ 水質ボックスモデルを用いた負荷収支の把握について (川辺川ダムと八代海域環境との関係確認を含む) ・ 八代海の保全への取り組み状況
11 月 6 日	八代海沿岸 37 漁協 意見交換会	・ 第 4 回八代海域調査委員会の説明
12 月 3 日	第 5 回八代海域調査 委員会	・ 今後の委員会の調査方針について ・ 既設ダムの影響について ・ 八代海域の保全対策について
平成 14 年 2 月 4 日	第 6 回八代海域調査 委員会	・ 八代海の保全対策について ・ 平成 13 年度八代海底質・底生生物調査結果について
4 月 22 日	第 7 回八代海域調査 委員会	・ 八代海域の保全対策について ・ 平成 14 年度現地調査計画(案)について ・ 平成 13 年度八代海流況・水質等調査結果(冬季)について ・ 水質(ミネラル等)調査結果について
8 月 1 日	「漁業者代表・行政 関係委員」意見交換 会	・ 海域保全に関する漁業関係者の意見 ・ 提言書の骨太方針(骨子) ・ 県における削減策 ・ 意見交換会
9 月 30 日 (予 定)	第 8 回八代海域調査 委員会	・ 八代海の環境保全について(提言案) 保全対策の方向性 モニタリング計画 等 ・ 現地調査結果について
(予 定)	第 9 回八代海域調査 委員会	・ 八代海の環境保全について(提言案) ・ 現地調査結果について

2 八代海域の現況評価

2.1 八代海域の現況

八代海域では、赤潮による漁業被害の発生、沿岸性魚介類の減少等、海域・漁場環境の悪化が懸念されている。

このため、八代海域の現況について既往データ、現地調査及びヒアリング等により把握した八代海域を取り巻く現況を次のとおり整理した。

2.1.1 水 温

○熊本県が実施している公共用水域水質測定結果では、年間最低水温（冬季の水温）が経年的に上昇する傾向がみられる（別添資料5参照）。

2.1.2 水 質

○八代海域のT-N、T-Pの濃度は、球磨川河口付近及び湾奥部で高く、南側の湾口部で低くなっている。季節的には、洪水期に高く、冬季は低い。特に洪水期は北部海域で高い傾向が見られる。（別添資料6参照）。

○熊本県と鹿児島県が実施している公共用水域水質測定結果では、水質汚濁の指標となるCODは1998年以降、やや高くなる傾向がみられる地点もあるものの、窒素・リンについては年により増減し、一定の傾向が認められない（別添資料7参照）。

○八代海域においてT-N、T-Pによる水質評価が始まった1999年度及び2000年度の環境基準達成状況をみると、CODについては、熊本水域のC類型、鹿児島水域のB類型等で両年ともに基準を達成していた水域もあったが、T-N、T-Pについては、両年にわたって基準を達成している水域はない。（別添資料8参照）。

○八代海流域の排出負荷量（COD、T-N、T-P）は養殖系、土地系、生活系等の割合が高い（別添資料9参照）。

○河川域は海域に比べて栄養塩や鉄、マンガン等のミネラルの濃度が高い（別添資料10参照）。

2.1.3 赤 潮

○八代海南部及び西部海域では魚類養殖が盛んであり、八代海域で発生するコケイニウムに代表される有害赤潮による漁業被害が大きな問題となっている。

○有害赤潮の中でも、八代海で特に問題となっているのはコケイニウム赤潮であり、2000年7月に三角から天草下島河浦町沿岸で発生したコケイニウム赤潮では、御所浦区を中心として、カンパチ、ブリ等の養殖魚類約290万尾が斃死

し、約40億円の被害が生じた。コケイニウム赤潮の発生状況を八代海の過去20数年のデータから整理すると、発生年と非発生年が数年ごとに交互にみられ、他の赤潮に比べ夏期（7月～9月）に出現する割合が高い（別添資料11参照）。

2.1.4 底 質

○八代海域の底質は、北部で泥分や有機物量等が多く、南部及び西部（湾口部）で低い。特に、西部で低い傾向を示したが、T-Pは例外的に西部で高かった（別添資料12参照）。

○熊本県が実施している公共用水域測定結果、及び熊本県水産研究センターが実施している内湾・浦湾調査では、底質の強熱減量と硫化物は年により増減はあるものの、特に増加する傾向はみられない。

○底質のCODは1992～1997年頃に増加しているが、現在は減少する傾向がみられる（別添資料13参照）。

2.1.5 干 潟

○八代海の干潟は主に八代海北部に分布しているが、干拓・埋立等によって減少している。

○環境庁の調査によれば、1945年時点では6,500ha程度あった干潟は、1945～1989年までに約2,200ha消滅している（別添資料14参照）。

2.1.6 藻 場

○漁業者への聞き取り調査では、近年藻場が減少しているとの指摘があったが、環境庁の調査によれば、1978～1989年の間に埋立等によって計19haが消滅し、現存藻場面積は1,339haとなっている（別添資料15参照）。

2.1.7 漁 獲 量

○熊本県及び鹿児島県の農林水産統計年報では、八代海での漁船漁業による漁獲量は、年変動はあるものの1993年以降減少傾向がみられる。

○熊本県では経営体数が減少しており、1経営体当たりの出漁日数や出漁日数当たりの漁獲量には減少傾向は認められない。

○熊本県及び鹿児島県の農林水産統計年報では、1986年以降、稚魚期に河口域を利用する魚類（かれい類、にべ・ぐち類、くろだい、ぼら類、すずき、ふぐ）及びえび・かに類の減少が顕著である。

○貝類は年変動が大きく、そのほとんどを占めるアサリの漁獲量については、

自己消費に回る部分も多く、正確な推移を把握することはできないが、近年では稚貝の放流を行っているものの、減少傾向にあることが指摘されている（別添資料16参照）。

2.2 影響要因の分析

八代海域では、一部の海域や年によって窒素、リンが環境基準を達成していないこと、赤潮による漁業被害の発生、干潟・藻場の減少及び沿岸性魚介類の減少等が問題となっており、このうち、赤潮の発生、沿岸性魚介類の減少は緊急かつ重要な課題となっている。その要因については未解明な部分が多いが、これらに影響がある要因について分析した。

2.2.1 赤潮の発生要因

○赤潮の発生には多くの要因が複雑に絡み合っており、発生のメカニズムは明確ではないが、漁業被害原因種による赤潮は、夏季に日射量が多く、高水温の年に多く発生する傾向が認められた（別添資料17参照）。近年、年平均気温、年最低水温は上昇傾向にあることから、海水温の上昇が赤潮の発生に関与している可能性があると考えられる。

○問題となっている漁業被害原因種の一つであるコナエビに由る赤潮と球磨川の洪水との直接的な関係はみられなかったが、植物プランクトンの生産等に関係の深い窒素（T-N）、リン（T-P）については、以下のようである。

- ・赤潮の発生と栄養塩との直接的な関係はみられなかった。（別添資料18参照）。
- ・既設ダムの富栄養化状態をボーレンバイダー手法で予測すると、市房ダムは中栄養状態、荒瀬ダム及び瀬戸石ダムは富栄養化状態の湖沼に分類され（別添資料19参照）、淡水赤潮が発生している。また、堆積した浮泥は、洪水時下流へ流出している。
- ・川辺川ダムが建設された場合の海域水質の変化を、数値シミュレーションによって予測した結果、現状とほぼ変わらないことから、水質面での影響は無視し得る程度のものとみてとれる結果であった（別添資料20参照）。

2.2.2 沿岸性魚介類の減少要因

○沿岸性魚介類減少の直接的な原因は不明だが、現在得られるデータから、沿岸性魚介類の生育や再生産に影響を与えていると考えられる要因としては、産卵場や保育場として重要な藻場・干潟の減少等が挙げられる。

○干潟の減少の原因の80%以上が埋立、干拓によるものであるが、ダムにおける堆砂や砂利採取等による土砂供給量の減少等も干潟面積の減少の一因として指摘されている。

○既設ダムの堆砂状況、砂利採取等の状況をみると、球磨川の既設3ダムでの堆砂量は2000年時点で約480万 m^3 であり（別添資料21参照）、1996年以降の球磨川における砂利採取量は年間2～10万 m^3 （別添資料22参照）、八代海域における土砂採取量（航路浚渫）は年間数万～70万 m^3 である（別添資料23参照）。

2.3 課題の抽出

近年の赤潮発生による漁業被害の軽減、環境の保全等を図るためには、今後、発生プロセスや発生要因との因果関係の解明がなお必要であるが、影響の蓋然性が指摘できる要因については、着実に改善を図っていく必要がある。

海水温の上昇等地球的な環境変動の影響に起因すると考えられる要因等、なお総合的な取り組みが必要なものも多いが、河川流域を含む八代海域で対応が可能と思われる課題を以下に抽出する。

- 河川流域を含む八代海域における水質の保全
- 河川流域から八代海域にいたる流砂系の保全
- 海域・漁場環境の保全

3 八代海域環境保全の基本方針

3.1 基本理念

八代海域は多種多様な生物の生息・生育の場であり、高い漁業生産の場として利活用されてきた。こうした良好かつ豊かな環境を維持し、将来にわたり保全していくことの重要性は、論を待たないところである。

しかしながら、流域からの流入負荷や魚類養殖による栄養塩負荷、干拓・埋立、砂利採取等による干潟・藻場の減少、水温上昇等に伴い、赤潮による漁業被害の発生、沿岸性魚介類の減少等環境保全上の諸問題が顕在化している（別添資料24参照）。

このような状況を踏まえて、将来にわたる「望ましい八代海域」の実現に向けて、

- ・八代海の生物多様性の保全及び健全な生態系の持続
 - ・海域環境の保全と漁業の持続的な維持・発展
- の両立を図っていくことを基本理念とする。

3.2 基本方針

3.2.1 総合保全

八代海域の保全にあたっては、海域環境が河川を通じた陸域環境の影響を受けることから、単に海域の環境保全を図ることによってなされるものではない。

このことを踏まえれば、水循環、土砂循環を総合的に勘案し、流入河川流域を含めた環境保全への取り組みが必要となる。

このためには、陸域・海域を含めた多くの人々が問題意識を共有し、それぞれの立場で総合的な保全に取り組んでいくことが重要である。

3.2.2 持続的取り組み

得られる知見やこれまでにとられた対策努力等を勘案して、可能な対策から速やかに実施していくものとするが、赤潮の発生等自然現象には未解明の部分が多く、今後の研究に待つ部分も多いのが現状である。

このため、継続的なモニタリングの実施により、保全対策の効果を検証するとともに、今後の分析・研究に資する持続的な取り組みが必要となる。

モニタリングの結果を順次保全対策に反映していく等、新たな知見を取り入れることにより、より効果的な保全対策に反映していくことが重要である。

4 八代海域の保全対策の方向性

4.1 保全対策の方向性

八代海域の保全を総合的に図っていくため、前述の基本方針に基づいた取り組みが重要である。また、漁業者の意見は保全対策の方向性を検討する上で貴重な声として参考とした。

海域環境保全へ向けた取り組みを考える場合、赤潮発生の要因のひとつと考えられる海水温の上昇については、CO₂排出量の抑制等、地球規模の取り組みが必要であり、地球レベルでの対策に期待するものとし、基本方針で指摘する「総合保全」「持続的取り組み」を着実にを行うことにより、基本理念の実現を目指していくという謙虚な姿勢が必要である。また、干拓、埋立等の開発行為は、沿岸性魚介類の減少の要因のひとつと考えられており、現存する干潟・藻場を損なうことがないように十分に配慮する必要がある。

ここでは、八代海の海域・漁場環境の変化要因として、複雑に絡み合う因子を「水質」、「流砂系」、「海域・漁場環境」の観点から整理し、保全対策の

方向性を示す。なお、今後具体的な保全対策の検討にあたっては、既存の計画との整合を図りつつ、漁業者の意見をふまえて策定する必要がある。なお、既存の計画・取り組みを別添資料25に、漁業者の意見を別添資料26に示す。

課 題	分 野		
	水質保全	流砂系保全	海域・漁場環境保全
有害赤潮の発生	○		○
沿岸性魚介類の減少		○	○

4.1.1 水質保全

赤潮の発生は、栄養塩負荷や最低水温の上昇等、複合的な要因が作用して生じたものと考えられる。特に、海域の富栄養化は、赤潮の発生を助長、長期化、広域化する要因となり、また、ある程度人為的に制御できる要因であることから、栄養塩負荷の削減、浄化能の強化、底泥からの溶出の削減等により、海域の水質改善に取り組むことが重要である。

①栄養塩負荷削減

負荷削減への取り組みにあたっては、流域住民や漁業者の理解と協力のもとに、流域・海域を含めた総合的な規制の概念を取り入れたうえで、人口及び産業の動向、汚水又は廃液の処理技術の水準とともに、これまでとられた対策努力、対策の難易度、負荷削減効果等も勘案して、実効性を伴う対策を段階的に行うこととする。

主な対策を以下に示す（別添資料27参照）。

・流域の負荷削減

排水処理、排水規制、環境保全型農業の促進 等

・海域の負荷削減

適正な養殖管理、複合養殖（残餌、余剰栄養塩の除去） 等

②浄化能の強化

流域においては、多自然型河川工事の促進、ダム湖内の水質浄化等、海域においては、藻場・干潟等浅海域の保全・再生や、環境に配慮した護岸工事の促進等、自然の浄化能を高める対策が必要である。

主な対策を以下に示す（別添資料27参照）。

・多自然型河川改修工法の導入

- ・河川浄化能の強化
- ・河川維持流量の確保
- ・藻場・干潟の保全、再生
- ・既設ダム対策（ ） 等

③底質の改善

水質の悪化要因としては、陸域からの負荷及び養殖負荷だけではなく、底泥からの溶出もあり、特に有機汚濁の著しい海域においては、富栄養物質の底泥からの溶出削減が必要である。

主な対策を以下に示す（別添資料27参照）。

- ・底泥の浚渫、底質改良材の散布、耕耘、覆砂 等

4.1.2 流砂系保全

土砂の移動を流域単位の流砂系としてみた場合、山地部で生産された土砂は河川により下流へ運ばれ、平野を形成し海にいたり干潟を涵養してきた。また、洪水時の大量の土砂流出は、土砂災害を引き起こし急激な河床の上昇等洪水被害を拡大する要因ともなっている。

このため、土砂流出に伴う災害を効果的に防ぎつつ、流域の土砂の循環の連続性の確保等適切な土砂管理の取り組みを、流域一貫で進めていくことが必要とされている。

①ダムにおける土砂管理

ダム等の河川横断工作物は、洪水時に発生する大量の土砂を貯め災害被害を軽減する効果はあるものの、流砂系における土砂の連続性を遮断し、下流への土砂供給量を減少させる要因ともなっている。

このため、ダム等の河川横断工作物については、その本来の機能を損なうことなく、できるだけ土砂を排出し適切に下流域への土砂供給を行うことにより流砂系の保全を図っていくことが必要である。

流域の適切な土砂管理という観点からは、今後一層の研究が必要ではあるが、取り組んでいくべき主な対策を以下に示す（別添資料27参照）。

- ・既設ダム対策（ ）

②砂利・土砂採取の制限等

河川における土砂採取は、異常な河床上昇を抑制し河道の流下断面の確保という面から有効な手法ではあるが、土砂供給のバランスを損なう採取は、

河川環境の保全や、海域の干潟の保全・涵養といった面から好ましくない。

このため、流砂系の土砂循環のバランスを確保するために取り組むべき主な対策を以下に示す（別添資料27参照）。

- ・河川砂利採取量の制限
- ・海砂利採取の制限 等

4.1.3 海域・漁場環境保全

沿岸性魚介類の漁獲量の減少には様々な要因が関与し、因果関係が未解明な部分も多いが、藻場や干潟等の浅海域は、生物の繁殖・生育・生息等の場として特に重要である。近年の藻場や干潟等浅海域の量的な減少、質的な劣化が沿岸性魚介類の減少の一因となっていると考えられていることから、藻場、干潟の保全、再生の取り組みが必要である。

また、海面養殖については、適正な養殖を行うことに加え、複合養殖に取り組むことにより漁場の改善、持続的な養殖生産の確保及び養殖業の発展と、水産物の安定供給を図ることが必要である。

①藻場・干潟の保全、再生

埋立、海岸整備、浚渫等人為的な直接改変に際し、現存する藻場、干潟等浅海域を損なわないよう配慮するとともに、藻場、干潟の保全には、河川からの水（栄養塩・ミネラル）と土砂の適切な供給が必要であることを認識し、陸・河川・海域を一体ととらえた取り組みが重要である。また、質的な劣化の認められる干潟においては、底質の改善に取り組む必要がある。

主な対策を以下に示す（別添資料27参照）。

- ・干潟・藻場の造成 等
- ・底泥の浚渫、底質改良材の散布、耕耘、覆砂 等

②養殖場の底質保全等

熊本、鹿児島両県の魚類養殖指導指針では、酸素濃度や底質の硫化物濃度等について基準値を設け、基準の範囲内で養殖を行なうことを指導している。この理念に基づいて負荷削減を盛り込んだ漁場改善計画を策定し、計画に基づいた漁場管理を徹底することによって、漁場単位での負荷削減、漁場の改善に取り組むことが重要である。これまで、餌料の品質改善、飼育密度や給餌方法の改善、魚種の転換等がなされており、今後も漁家の経済状況を考慮しながら、総合的に負荷削減に取り組むことが重要である。また、底質の悪化が著しい漁場では底質改善にも取り組む必要がある。

さらに、地域としての負荷の削減のためには、地域内の漁場単位での負荷削減に留まらず、地域としての負荷の集中を避けるためには、漁場の沖出し等も必要である。

主な対策を以下に示す（別添資料27参照）。

- ・養殖場の底質改善
- ・餌の改良
- ・漁場の沖出し 等

4.2 保全対策への取り組み

4.2.1 役割分担・連携

八代海沿岸・流域の住民、漁業者、企業体、行政機関、研究機関等の各主体が役割分担を明確化し、八代海の保全に対して認識を持ち積極的に保全対策に参画していくとともに、各主体間の連携の強化が重要である。八代海は流域を含めたシステムとして成り立っており、流域住民・漁業者を含めて、行政機関及び研究機関が情報提供や支援を行う等、連携のシステム作りが必要である。

4.2.2 保全対策の重点化

水質保全対策に関しては、どこでどの程度の負荷削減を行うことが最も効果的であるかを検証し、効果的かつ重点的な対策を実施することが必要である。

4.3 モニタリングのあり方

4.3.1 モニタリングの必要性和考え方

八代海域環境の変化を迅速かつ的確に把握するとともに、赤潮の発生要因の解明、さらに保全対策の効果等を検証することは今後、八代海の環境保全を行って行く上で極めて重要であり、これを実行するためには継続的なモニタリングが必要不可欠である。

現在、モニタリングの基礎となる観測について熊本県や鹿児島県等の各部局で実施されているが、測定項目や測定水深等に違いがあり、データの統一性を図ることがモニタリングを行う上で重要である。なお実施にあたっては、実施機関の予算、実施体制上の制約も考慮し、充実を図るものとする。

4.3.2 モニタリングの方向性

八代海のモニタリング調査を以下に示す3つの調査に区分した（別添資料28

参照）。また、これらの調査に加えて、海域を日常的に監視する目的で水質自動観測装置の導入も有効である。

① 定期調査

八代海全体の水質等の変化を監視することを視野に入れ、観測地点を選定するものとし、現観測体制で監視できない地域では新規に観測地点を設ける必要がある。測定項目については現在測定しているDO, COD, T-N, T-P等に加え、無機態窒素及び同隣、クロフィルa等、赤潮の発生と拡大に関連する項目について調査する必要がある。また、季節毎の変化を把握するために年4回程度、鉛直方向の水質を観測することが望ましい。なお、底質については年1回測定する。

② 総合調査

八代海の全体像の変化を把握するために、八代海全域での底質や底生生物、球磨川河口域における干潟の状況、干潟・藻場の分布状況等、定期調査では把握できない調査を5年に1度程度の頻度で実施する。

③ 特定課題調査

定期調査及び総合調査を通して環境の著しい変化が認められた場合や、大規模な有害赤潮等、予期せぬ事態の発生またはその可能性がある場合、上記2つの調査で把握不可能な内容がある場合は、特定の課題を設けて原因解明を目的とした調査を関係機関が協力しながら実施する。

4.3.3 実施体制等

これまで八代海及び流域河川では、国土交通省、水産庁、熊本県、鹿児島県等、複数の行政機関がそれぞれの役割に応じて各種調査を実施してきた。

本委員会では、これらの実施状況も勘案して、八代海域の総合的なモニタリングを実効あるものとすべく、今後の調査については、各行政機関がよりいっそうの連携を図り、円滑にかつ効率よく調査を行なっていくことが重要である。

また、適宜行政機関のみならず、住民、企業、漁業関係者、研究者等との連携のもとに実施することが重要である。

4.3.4 情報の共有化

モニタリング調査等で得られた情報は、共有化してデータの活用を図り、

今後の保全対策に適宜役立てていくことが重要である。

必要な情報については、関係行政機関のみならず、学識経験者等の研究者、地域住民や漁業関係者等に適宜公表が図られる体制を確保することが必要である。

4.4 調査研究の促進

既に述べたように、赤潮の発生等自然現象にはいまだ未解明の部分が多く、今後の研究の進展に待つ部分も多いのが現状である。

より良い八代海域の環境を後世に引き継いでいくことが、我々の世代の責務であるとすれば、着実な保全対策の実施、適切なモニタリング調査の実施に加え、現象解明、効果的な保全対策の調査研究は不可欠である。

このため、

- ・ 赤潮発生メカニズムの解明及び防除技術の開発
- ・ 資源増殖、海域・漁場環境改善等に関する調査研究
- ・ 保全対策実施にあたっての手法の検討とその効果の検証

等の調査研究については、今後も関係者の協力を得て促進を図る必要がある。

第 8 回八代海域調査委員会

提 言 書 資 料（案）

平成 14 年 9 月

国 土 交 通 省
水 産 庁
熊 本 県
鹿 児 島 県

第8回委員会 資料4（2） 目次

別添資料 1	八代海域調査委員会規約	1
別添資料 2	委員名簿	2
別添資料 3	八代海域調査委員会 現地調査概要	3
別添資料 4	シミュレーションモデルの概要	7
別添資料 5	八代海における水温の経年変化	9
別添資料 6	八代海における水質の水平分布	10
別添資料 7	球磨川及び八代海における水質の経年変化	14
別添資料 8	八代海における環境基準の達成状況	17
別添資料 9	八代海流域の排出負荷量（1995（H7）年）	17
別添資料 10	流下に伴う栄養塩・ミネラルの濃度変化	18
別添資料 11	漁業被害原因種とクロレニウム ポリコイデス赤潮の 発生季節別延べ日数の経年変化	20
別添資料 12	八代海における底質の水平分布	21
別添資料 13	八代海における底質の経年変化（熊本県）	23
別添資料 14	八代海における干潟面積の推移	29
別添資料 15	八代海における藻場面積の推移	29
別添資料 16	八代海における魚種別漁獲量	30
別添資料 17	7月～9月の全天日射量（熊本）、水温（東町）の平均値と 漁業被害原因種赤潮の発生延べ日数との関係	32
別添資料 18	T-N、T-P と赤潮発生日数との関係	33
別添資料 19	ボーレンバイダーモデルによる予測	34
別添資料 20	川辺川ダムの有無による夏季平常時の予測水質濃度変化値	35
別添資料 21	既設3ダムにおける堆砂率の経年変化	37
別添資料 22	球磨川における砂利採取量	37
別添資料 23	八代港周辺での航路浚渫土砂量	38
別添資料 24	八代流域・海域環境の経年変化	39
別添資料 25	既存の計画・取り組み	40
別添資料 26	漁業代表者からの保全対策の提案（聞き取り結果）	49
別添資料 27	保全対策メニュー	53
別添資料 28	モニタリングの考え方	55

1. 背景

別添資料 1 八代海域調査委員会規約

第一条（目的）

八代海域は、経済的、資源的に重要であるが、近年、赤潮が発生するなど漁場・海域環境の悪化が懸念されている。

このため、緊急的に、八代海及び沿岸における漁業をはじめとする経済活動、生活環境の状況並びに河川・海域における水質、底質等の既往調査等のデータ整理・分析を行い、八代海域の現況及びこれまでの推移を把握するとともに、経年的に水質等のデータの蓄積・整理を行っていく必要がある。

そこで、八代海域の将来にわたる保全を目指して、科学的かつ客観的に河川及び八代海域での水質、底質等の調査を行うため、学識経験者、漁業関係者、関係行政機関からなる「八代海域調査委員会」（以下「委員会」という。）を設置する。

第二条（委員会）

- 一 委員会に委員長を置き、委員の互選によって選任する。
- 二 委員長は、委員会を統括する。
- 三 委員長に事故ある時は、あらかじめその指名するものがその職務を代理する。
- 四 委員会は、必要の都度委員長がこれを招集する。
- 五 委員長は、必要に応じ委員以外の者を会議に出席させることができる。
- 六 委員会の会議、委員会資料、議事内容の公開については委員会で定める。
- 七 委員会は、幹事会を置くことができる。

第三条（事務局）

委員会の事務局は、国土交通省九州地方整備局八代工事事務所において処理する。

第四条（設置期間）

委員会の設置期間は、八代海における経年的な水質等のデータの蓄積、整理が可能となるために必要と認められる期間とする。

第五条（規約の改正）

本規約の改正は委員会の決議によらなければならない。

附則

この規約は、平成13年4月23日から施行する。

別添資料 2 委員名簿

	委員名	現職名
学識経験者	○弘田 禮一郎 大本 照憲 門脇 秀策 楠田 哲也 篠原 亮太 滝川 清裕 堤 裕昭 逸見 泰久	熊本大学名誉教授 熊本大学工学部助教授 鹿児島大学水産学部教授 九州大学大学院工学研究院教授 熊本県立大学環境共生学部教授 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター教授 熊本県立大学環境共生学部教授 熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター助教授
漁業者代表	井手 正徳 松本 忠明 宮本 勝 福田 諭 松本 忠明 桑原 千知 沖崎 義明 森枝 哲男 赤崎 辰雄	熊本県漁業協同組合連合会代表理事会長 (H13) 熊本県漁業協同組合連合会代表理事会長 (H14) 熊本県漁連第三部会長 熊本県漁連第四部会長 熊本県漁連第五部会長 (H13) 熊本県漁連第五部会長 (H14) 熊本県漁連第六部会長 鹿児島県東町漁業協同組合代表理事組合長 (H13) 鹿児島県東町漁業協同組合代表理事組合長 (H14)
行政関係者	森田 安雄 工藤 啓 飯牟禮 信幸 尾坐 巧 久保 一昭 本山 茂夫 中島 一見 桑島 偉倫 塚原 健一 今永 繁 矢澤 吉邦 田北 成樹 望月 一範 上田 史朗 東憲 一郎 板崎 清 伊勢田 弘志 前田 和宏	水産庁九州漁業調整事務所振興課長 国土交通省九州地方整備局河川部河川調査官 国土交通省九州地方整備局港湾空港部海域環境・海岸課長 (H13) 同上 (H14) 海上保安庁第十管区海上保安本部海洋情報部海洋調査課長 気象庁長崎海洋気象台業務課長 国土交通省八代工事事務所長 (H13) 同上 (H14) 国土交通省川辺川工事事務所長 国土交通省熊本港湾空港工事事務所長 熊本県環境生活部環境保全課長 (H13) 同上 (H14) 熊本県企画振興部企画課長 熊本県土木部河川課長 (H13) 同上 (H14) 熊本県林務水産部水産振興課長 熊本県水産研究センター所長 鹿児島県水産試験場長

○：委員長

別添資料 3 (1) 八代海域調査委員会 現地調査概要 (海域の流況・水質等)

調査名	調査目的	調査地点・層	調査時期	調査頻度	調査方法	測定項目
流況	北部海域の流況特性 (潮汐、河川流入、風などによる時系列変化) を把握 ブロックを設定し、水収支と栄養塩フラックス (境界面での鉛直断面分布) を把握	7地点 (ただし、st.9は2層) 6測線	2001/6 (洪水期間) 2001/12 (冬季) [2回] 2001/6 (洪水期間) 2001/12 (冬季) 2002/8 (夏季) [3回]	15 昼夜の常時観測 大潮・小潮時の上げ潮・満潮・下げ潮の4回/日	電磁流速計 (COMPAC-EM) またはベルゲン型流速計 ADCP による曳航観測	流向・流速
水温・塩分等	外部海域 (有明海、外海) および淡水流入の影響 (水温・塩分(海水密度)の時系列変化) を把握	7地点 (ただし、st.9は3層) 5地点	2001/6 (洪水期間) 2001/12 (冬季) [2回]	15 昼夜の常時観測	水温塩分計 (COMPACT) による連続測定	水温、塩分(海水密度)
水質	河川系水の拡散範囲を潮汐変動と関連付け、水平的・鉛直的に把握 ブロック別の物質 (栄養塩等) 存在量の變化を把握 感潮域における物質 (濁度、栄養塩) の流入実態の把握	36地点 (pH, DO は下記の採水層と同じ5層) 5地点 (海面下0.5, 2, 5, 10m, 海底面上1m [5層]) 15地点 (層は同上)	2001/6 (洪水期間) 2001/12 (冬季) 2002/8 (夏季) [3回] 同上 2001/6 (洪水期間) 2001/12 (冬季) 2002/8 (夏季) [2回]	大潮・小潮の上げ潮・満潮・下げ潮の4回/日 2001/6 は大潮・小潮の上げ潮・満潮・下げ潮の4回/日 2001/12 と 2002/8 は満潮・干潮の2回/日 2001/6 は大潮・小潮の上げ潮・満潮・下げ潮の4回/日 その他は大潮・小潮の満潮・干潮の2回/日	可搬型計測器 (クロロフィル a, pH, DO) 濁度, SS, VSS(UL), COD, D-COD, T-N, D-T-N, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, T-P, D-T-P, PO ₄ -P, D-PO ₄ -P, SiO ₂ -Si T-N, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, T-P, D-PO ₄ -P, SiO ₂ -Si 濁度, SS, VSS(UL), T-N, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, T-P, D-PO ₄ -P, SiO ₂ -Si	水温、濁度、塩分、DO 濁度, SS, VSS(UL), COD, D-COD, T-N, D-T-N, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, T-P, D-T-P, PO ₄ -P, D-PO ₄ -P, SiO ₂ -Si T-N, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, T-P, D-PO ₄ -P, SiO ₂ -Si 濁度, SS, VSS(UL), T-N, NH ₄ -N, NO ₂ -N, NO ₃ -N, T-P, D-PO ₄ -P, SiO ₂ -Si
プランクトン	環境指標として以下の種組成、指標種から河川水の影響、内湾度等を把握 1) 植物プランクトン 2) 動物プランクトン	5地点 1) 海面下0.5, 5m [2層] 2) 海面～5m, 5m～海底面上1m [2層]	2001/6 (洪水期間) 2001/12 (冬季) 2002/8 (夏季) [3回]	2001/6 は大潮・小潮の上げ潮・満潮・下げ潮の4回/日 2001/12 と 2002/8 は満潮・干潮の2回/日	1) 採水法 (5L採水) 2) ネット法 (北原式定量ネット)	植物プランクトンおよび動物プランクトンの同定・計数

八代海流況・水質等調査

別添資料 3(2) 八代海域調査委員会 現地調査概要(底質・底生生物)

調査名	調査目的	調査地点・層	調査時期	調査頻度	調査方法	測定項目
底生生物調査・ 八代海底質・ 底生生物	八代海全体の有機汚濁の実態把握。特に、河口・干潟等の沿岸域、魚類・真珠養殖場、最深部等の環境傾斜を把握	2001/9 は 48 地点 2002/4 は 48 地点 + 養殖場周辺 5 地点 + 干潟域 4 地点 表層 (0~2cm)	2001/9 (成層期) 2002/4 (循環期) [2 回]	1 回	スミマキンタイ型採泥器等による採泥	粒度組成, 単位体積重量, 含水率, TOC, T-N, T-P, 硫化物
	環境指標として八代海全体の有機汚濁の実態把握。特に、河口・干潟等の沿岸域、魚類・真珠養殖場、最深部等の環境傾斜を把握	同上	同上	同上	スミマキンタイ型採泥器(3 回)による採泥, 0.5mm 目以上	種の同定・計数, 分類群別湿重量
球磨川河口部周辺底質・底生生物調査	河川からの土砂流出による河口周辺海域での堆積状況を把握	球磨川河口周辺 8 地点 表層 (0~2cm) 下層 (2~5cm) は 2001 年 6 月, 7 月のみ	2001/6 (洪水期) 2001/7 (洪水後) 2002/4 (洪水前) 2002/6 (洪水前) 2002/7 (洪水後) [5 回]	1 回	干潮時に干潟の性状観察 または満潮時にコマンダ-ジ 採泥器による任意採泥 アクリルコ- (Φ 10cm) による柱 状採泥 干潮時に干潟の性状観察	浮泥の堆積状況, 底質性状, 色相, 臭気, 還元層の有無, 混入物など の (層状) 観察 粒度組成, 単位体積重量, 含水率, TOC, T-N, T-P, 硫化物
	河口周辺海域の底生生物の現状把握	球磨川河口周辺 8 地点 (2002/4 は 4 地点のみ)	2001/6 (洪水期) 2002/4 (洪水前) 2002/7 (洪水後) [3 回]	同上	スミマキンタイ型採泥器(3 回)による採泥, 0.5mm 目以上	種の同定・計数, 分類群別湿重量
	河口干潟の底生生物の鉛直分布を把握	球磨川河口干潟部 3 地点 層厚 20cm 間隔 [2~3 層]	2001/6 (洪水期) [1 回]	同上	アクリルコ- (□ 20cm, 2 回) による柱状採泥, 0.5mm 目以上	同上
	洪水前後の地形変化の把握および下記の底質・底生生物調査のバックグラウンド	球磨川河口部 中洲部・左岸部各 1 ヾ所 (100m 間隔メッシュ程度)	2002/6 (洪水前) 2002/7 (洪水後) [2 回]	1 回	採泥器等による採泥	標高
	球磨川河口干潟全域を対象とし、その現状を把握、底質と底生生物種類数・現存量との関係を把握	球磨川河口部 50 地点	2002/9 (夏季) [1 回]	同上	採泥器等による採泥	粒度組成, 単位体積重量, 含水率, TOC, T-N, T-P, 硫化物
		同上	同上	同上	採泥器等による採泥 0.5mm 目以上	種の同定・計数, 分類群別湿重量
定年堆積物 調査測	球磨川河口域およびその沖合周辺の土砂堆積速度を年代測定法により算出し、近年の河口域周辺の土砂供給の現況を把握	球磨川河口干潟部およびその沖合地点	2002/10 予定 [1 回]	1 回	アクリルコ-等によるボ-リング	Pb ₂₁₀ および Cs ₁₃₇ による年代測定

別添資料 3(3) 八代海域調査委員会 現地調査概要(河川・ダム湖)

調査名		調査目的	調査地点・層	調査時期	調査頻度	調査方法	測定項目
球磨川等河川水質調査	（洪水時） 濁度等	球磨川からの土砂流出の時系列変化、流出負荷特性の把握	球磨川 1 地点 (萩原)[1 層]	2001/6（洪水期間） [1 回]	15 昼夜連続 上記の期間に出水ピーク時 1 時間、その後 2 時間、平水時 6 時間ごと	濁度計による常時観測 自動採水装置による採水分 析	濁度 SS, VSS(IL)
	（洪水時） 水質	洪水時の各流域からの流出負荷特性の把握	(球磨川)横石、西瀬橋、多良木、(川辺川)柳瀬の 4 地点、表層 [1 層]	2001/6（洪水期間） [1 回]	出水ピーク前から 1～3 時間毎に 1 昼夜（24 時間）、その 1,2,3 日後各 1 回（計 5 日間）	採水・分析	水温、濁度、SS、VSS(IL)、BOD、COD、T-N、NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -N、T-P、D・PO ₄ -P、SiO ₂ -Si
	水質	海域の基礎生産を担う藻類の増殖に重要な役割を果たしていると考えられる栄養塩・微量金属等の河川での流下過程および既設ダムにおける現状の把握	河川 16 地点、海域 4 地点の計 20 地点、表層 [1 層] ダム湖 3 地点、表層、底層 [2 層]	2002/2（冬季） 2002/8（夏季） [2 回]	球磨川河口部及び河口前面海域、湾奥の調査地点では干潮時に実施	採水・分析	水温、濁度、SS、VSS、栄養塩類（T-N、NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -N、T-P、PO ₄ -P、SiO ₂ -Si）、微量金属（Fe、Mn、Cu、Zn（溶存有機態、溶存無機態、懸濁態））、有機物汚濁指標（BOD、COD）
	植物プランクトン		ダム湖 3 地点、海域 4 地点の計 7 地点、表層 [1 層]	同上	同上	採水法	植物プランクトンの同定計数、クロロフィル a、フコフィチン
ダム湖水質・底質調査	水質	ダム湖水質の定期的な把握	荒瀬ダムサイト 1 地点、瀬戸石ダムサイト 1 地点、表層（水面下 0.5m）、底層（湖底面上 1m）[2 層]	2002/2 [1 回]	—	採水・分析	水温、導電率(Ec)、pH、DO、SS、VSS、濁度、T-N、栄養塩類（T-N、NH ₄ -N、NO ₂ -N、NO ₃ -N、T-P、PO ₄ -P、SiO ₂ -Si）、BOD、COD、大腸菌群数、クロロフィル a、フコフィチン
	底質	梅雨期（5～6 月）および台風期（9～10 月）の出水期の間に堆積した底質の状況の把握	荒瀬ダム 5 地点、瀬戸石ダム 3 地点、上層 [1 層] 荒瀬ダムサイトでは上層、下層 [2 層]	2001/7 2001/9 2002/2 2002/7 [4 回]	—	アクリルコア-(φ 10cm)による柱状採泥	性状、粒度組成、単位体積重量、含水率、COD、TOC、硫化物等

別添資料 3(4) 八代海域調査委員会 現地調査概要 (調査実施日)

調査項目	2001年												2002年											
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月								
八代海流況・水質等調査	15昼夜連続観測																							
	大潮・小潮																							
	15昼夜連続観測																							
	水温・塩分等																							
	水質																							
八代海底質・底生生物調査	大潮・小潮																							
	大潮・小潮 (感潮域)																							
	プランクトン																							
	底質																							
	底生生物																							
球磨川河口部周辺底質・底生生物調査	底質																							
	底生生物																							
	地形測量																							
	河口干潟全域底質																							
	底生生物																							
年代測定																								
	球磨川																							
	濁度等 (洪水時)																							
	水質 (洪水時)																							
	水質																							
ダム湖	植物プランクトン																							
	水質																							
	底質																							

別添資料 4 シミュレーションモデルの概要

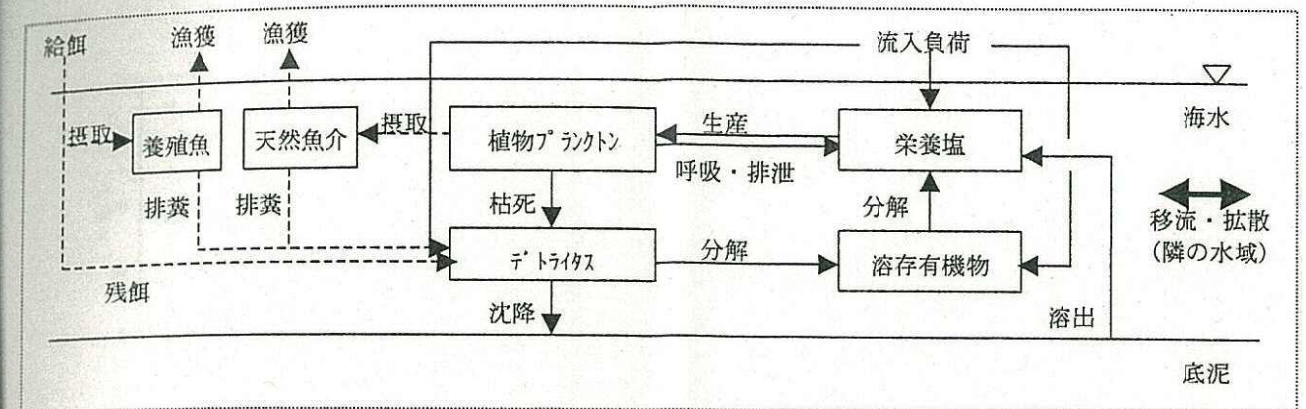


図 4-1 モデルの基本構造

表 4-1 モデルの内容

区分	内容
基本	計算領域 八代海とその周辺海域
	水平分割 500m メッシュ (図)
	鉛直分割 11 層 (海面から 3m 毎に 30m までを区分し、それ以深は海底まで) (図)
	計算期間 夏季の大潮・小潮を含む 15 昼夜 (水質は 1994~1996 年度の 6~8 月を再現目標とした)
海水流動	計算項目 流向・流速、水温、塩分
	基本式 運動方程式、水温・塩分の拡散方程式、連続の式
	内部諸係数 海面摩擦係数、粘性係数、拡散係数、海底摩擦係数
	外部制御条件 外海：潮位・水温・塩分 沿岸：河川流量 海面：日射量・雲量・気温・風・相対湿度
水質変化	計算項目 植物プランクトン (COD、O-N、O-P、Chl.a)、デトリタス (COD、O-N、O-P)、溶存有機物 (COD、O-N、O-P)、無機栄養塩 (I-N、I-P)、DO
	基本式 物質の移流・拡散式、物質の形態変化式
	内部諸係数 拡散係数、再曝気係数、生産速度定数 (最大増殖速度、最適日射量、最適水温、窒素・リン半飽和定数、COD/Chl.a 比等)、分解速度定数 (温度定数)、沈降速度
	外部制御条件 外海：水質濃度 沿岸：河川流入負荷 海面：養殖負荷 海底：溶出負荷、DO 消費速度 (溶出負荷と DO 消費速度はメッシュ毎に分布を与えた。) その他：漁獲による取上量
その他	再現性の検証 計算期間に該当する八代港の潮位、潮流の流向・流速、水質 (水温、塩分、COD、T-N、T-P) の実測値と計算結果を測定点毎に比較・検討

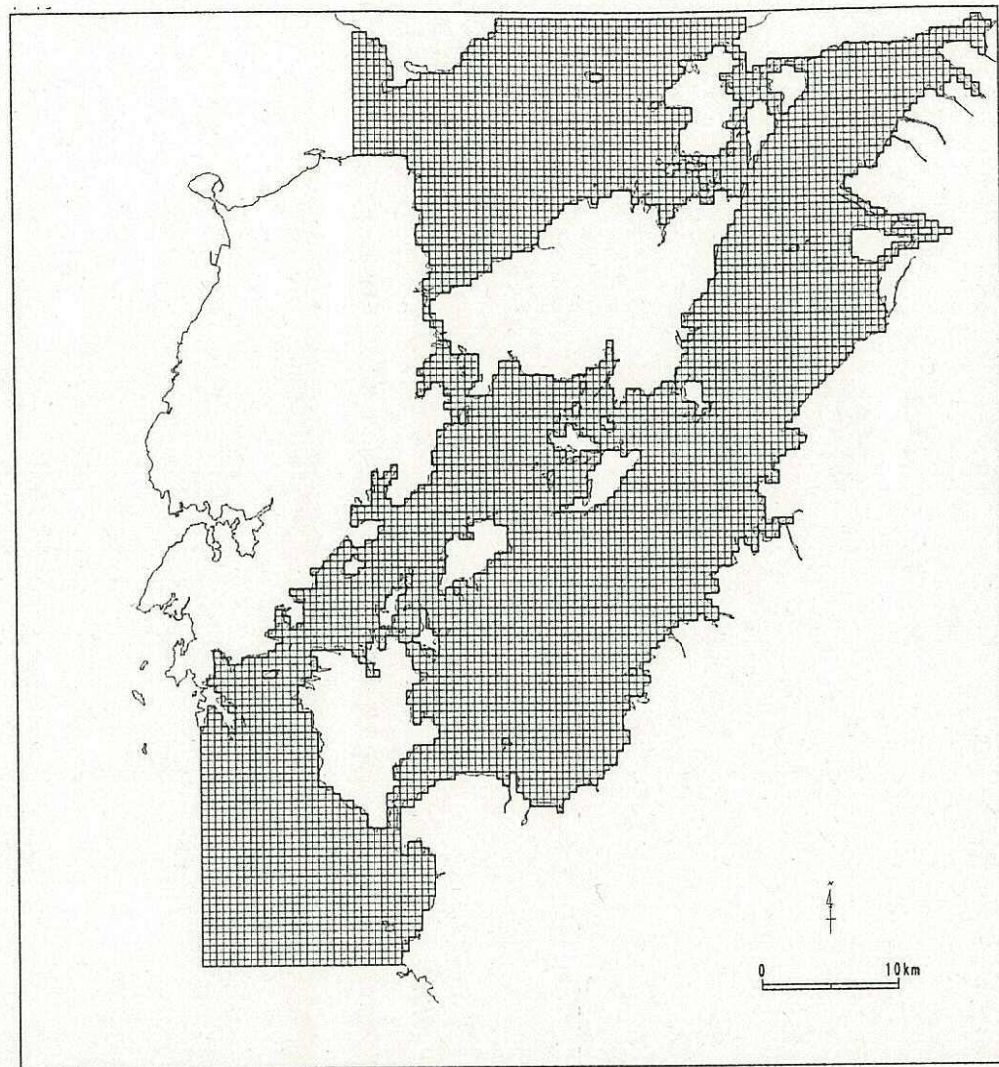


図 4-2 モデルのメッシュ分割

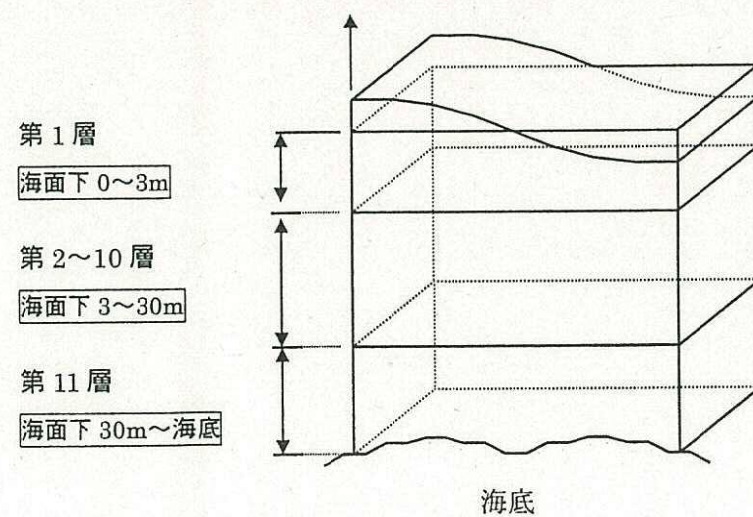
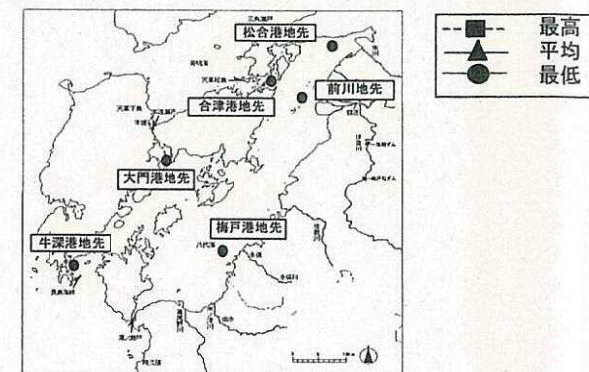
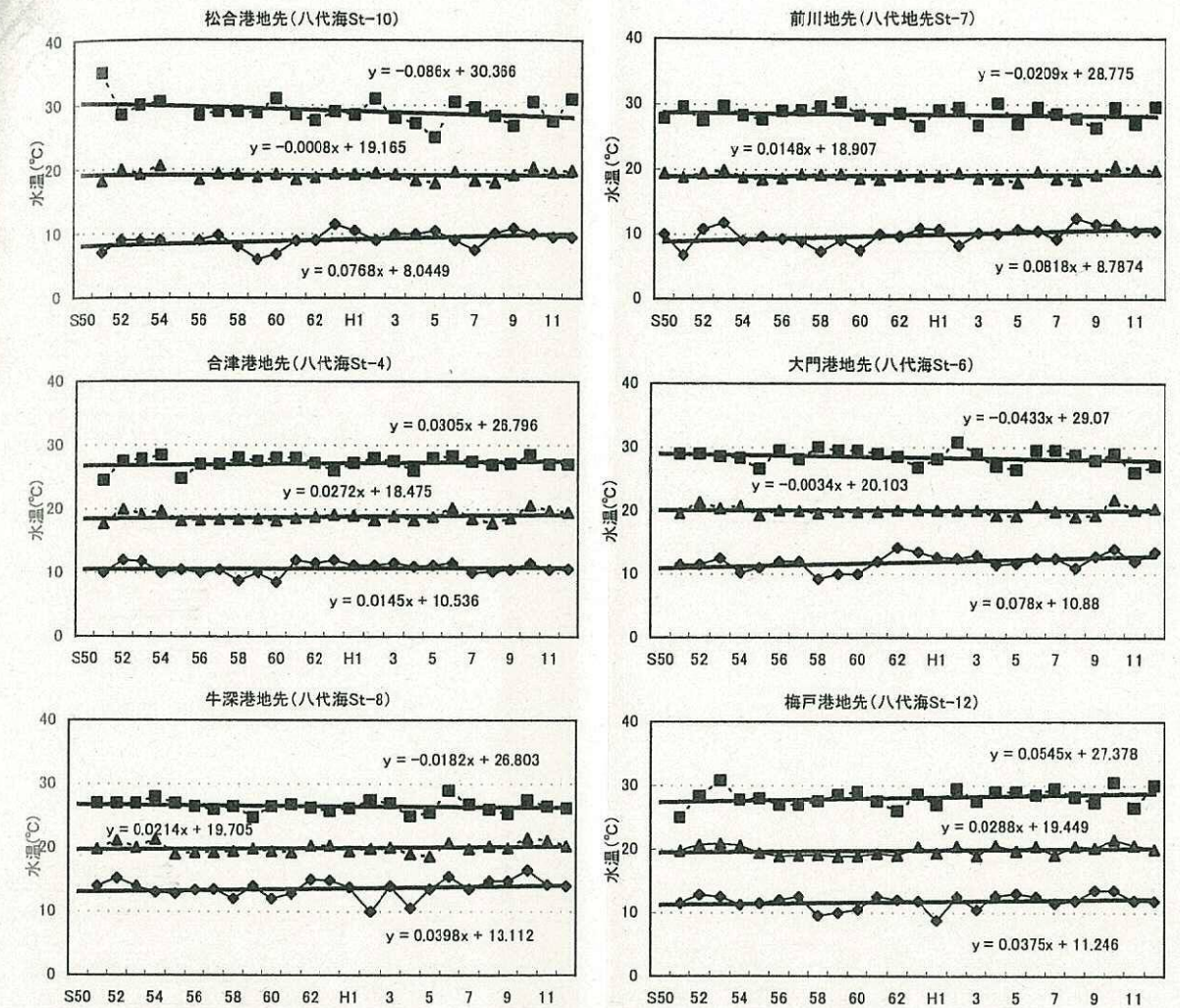


図 4-3 モデルの層分割

2. 八代海域の現況評価

2.1 八代海域の現況

2.1.1 水温

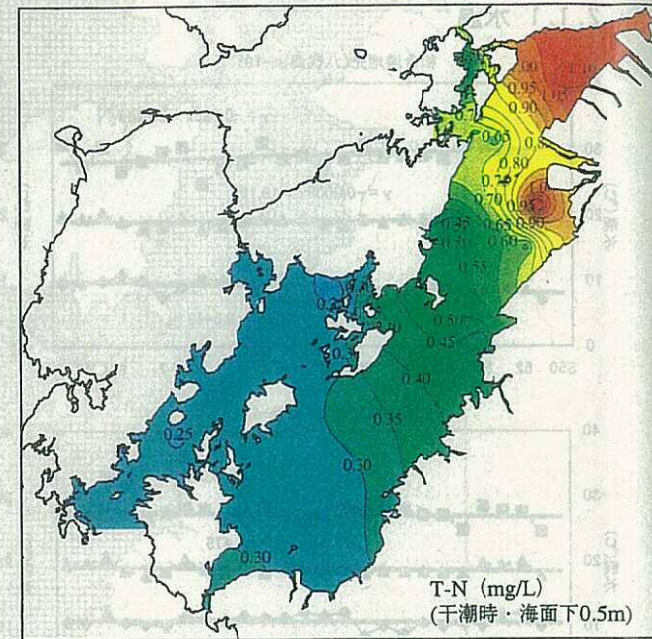
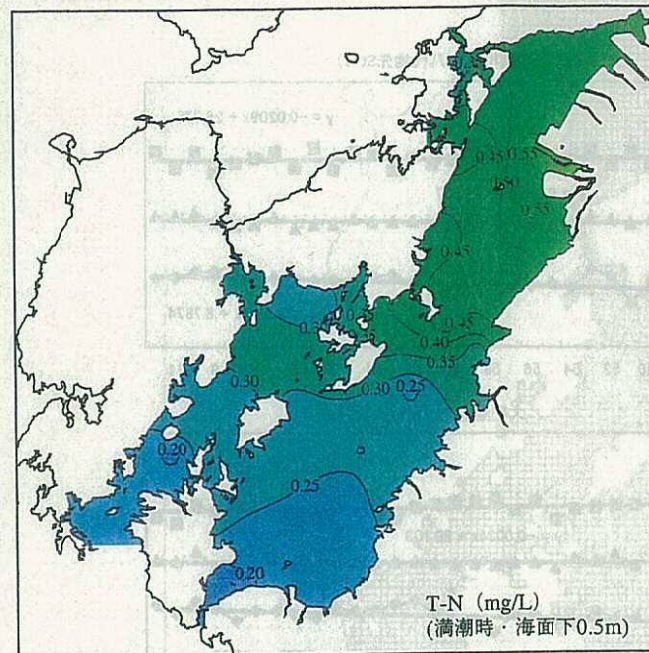


別添資料5 八代海における水温の経年変化

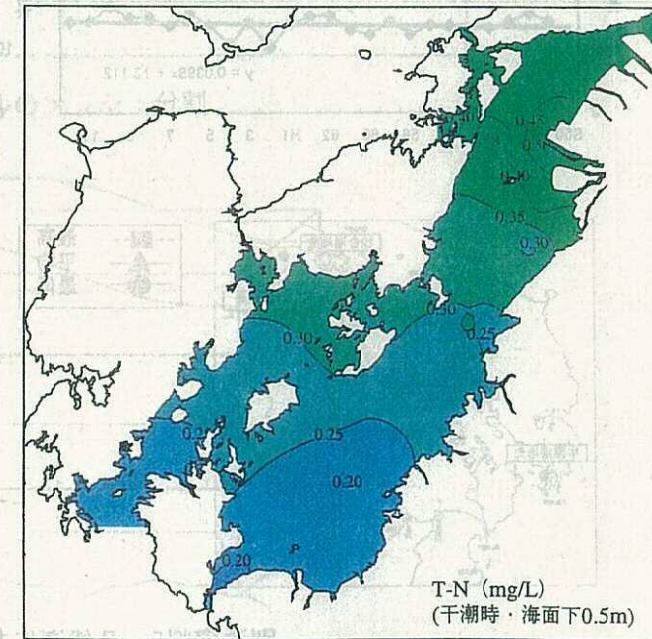
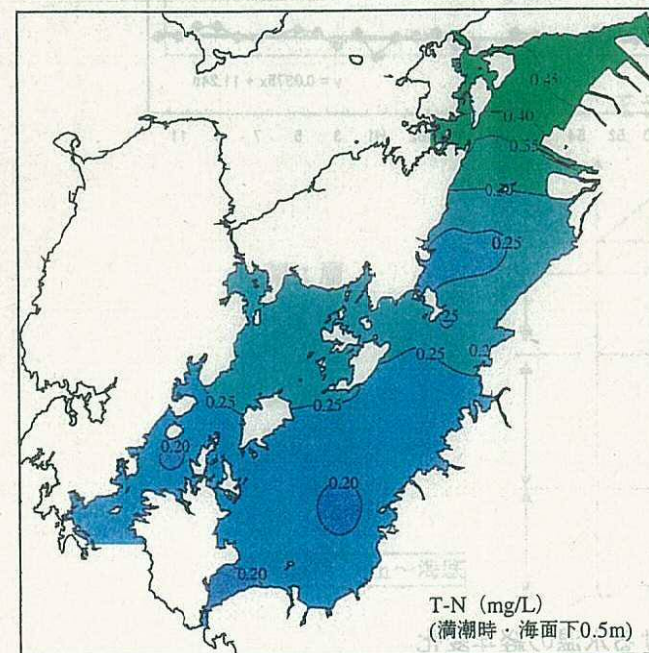
出典：熊本県作成資料

2.1.2 水質

[調査日：2001年6月21日（大潮期）]

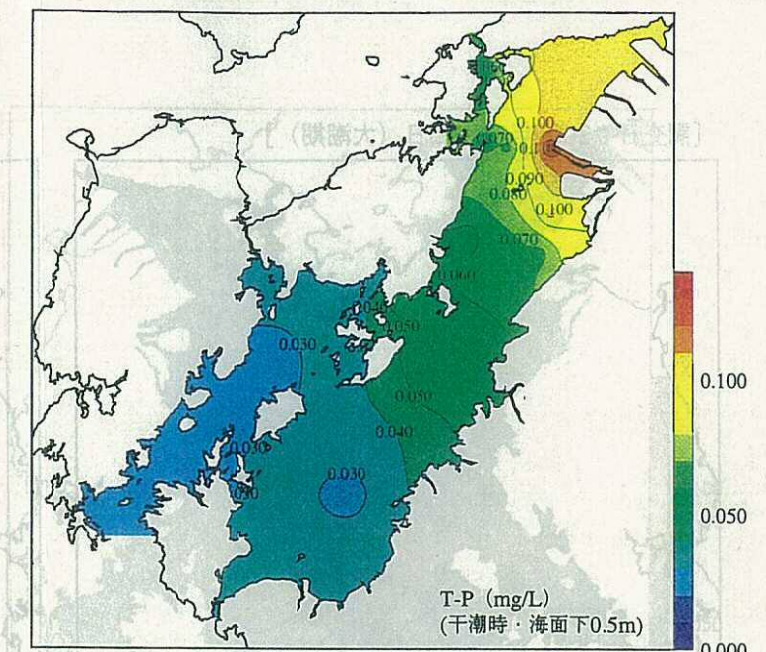
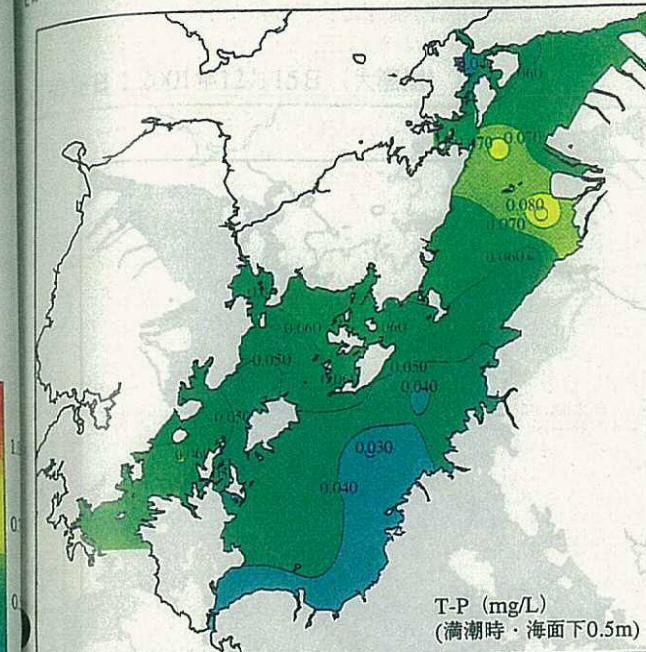


[調査日：2001年6月28日（小潮期）]

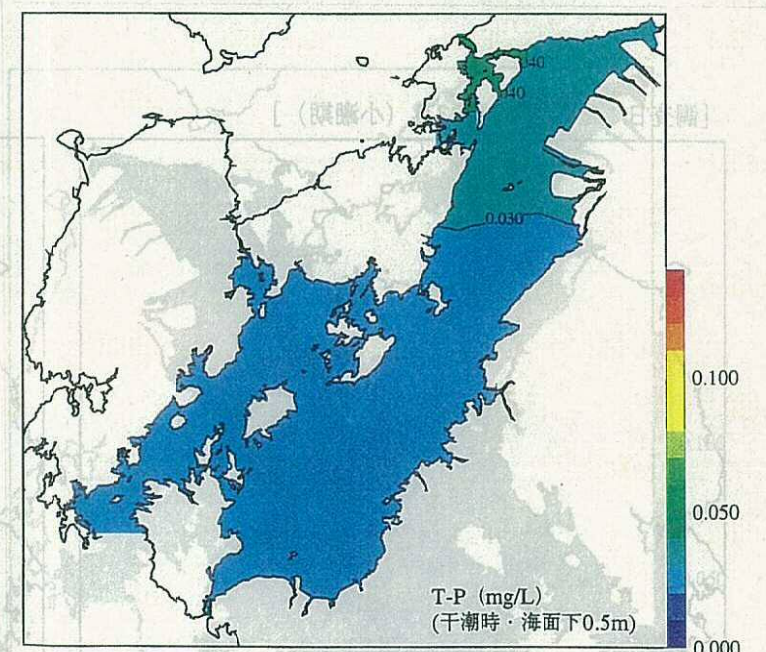
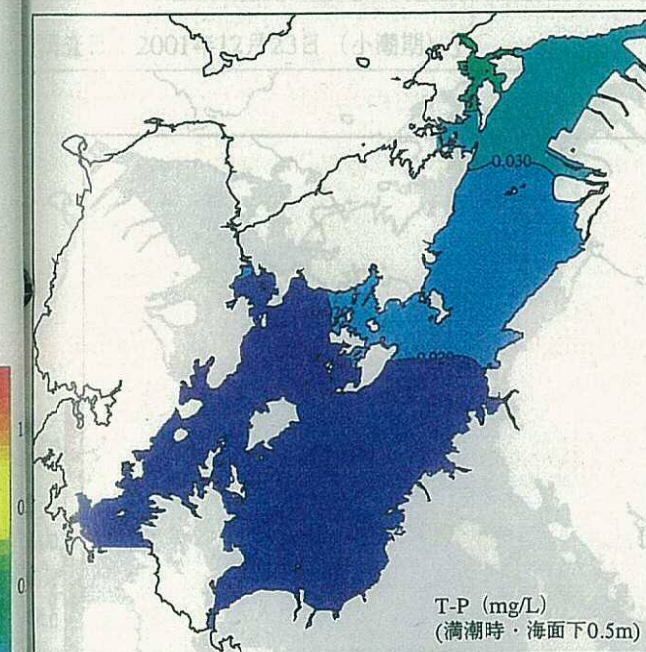


別添資料 6(1) 八代海における T-N の水平分布（洪水期）

[調査日：2001年6月21日（大潮期）]

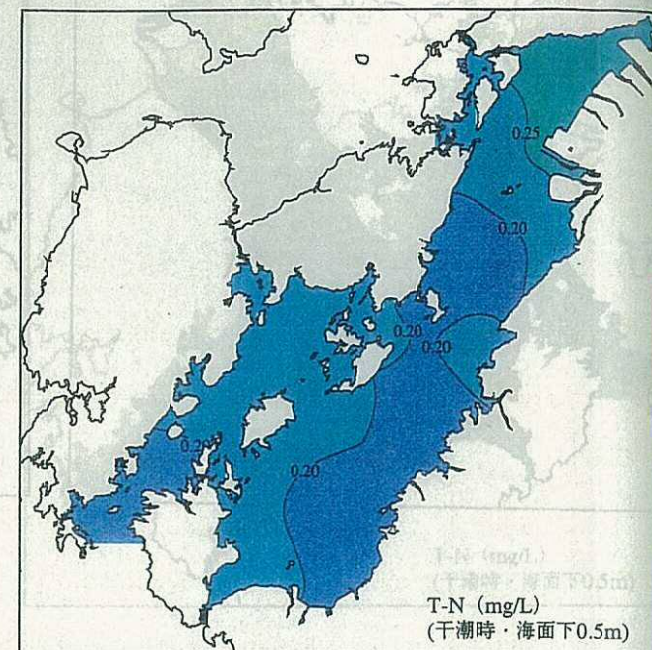
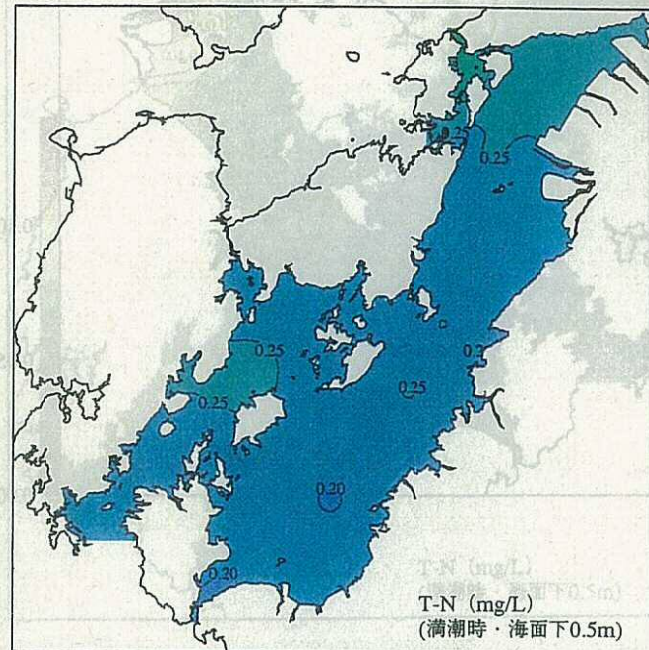


[調査日：2001年6月28日（小潮期）]

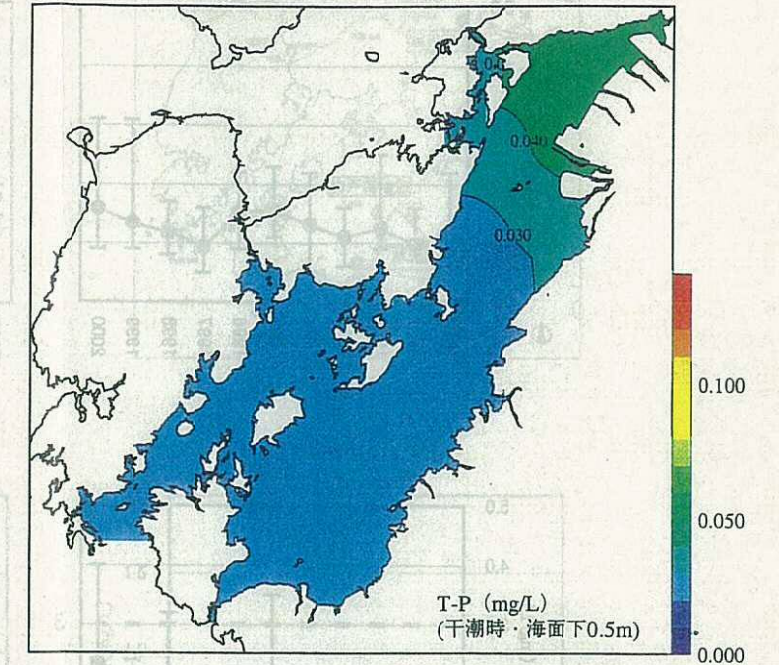
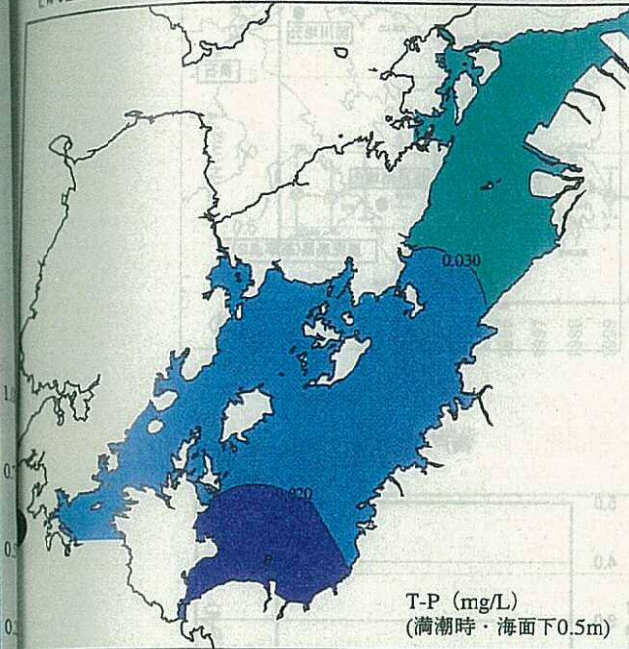


別添資料 6(2) 八代海における T-P の水平分布（洪水期）

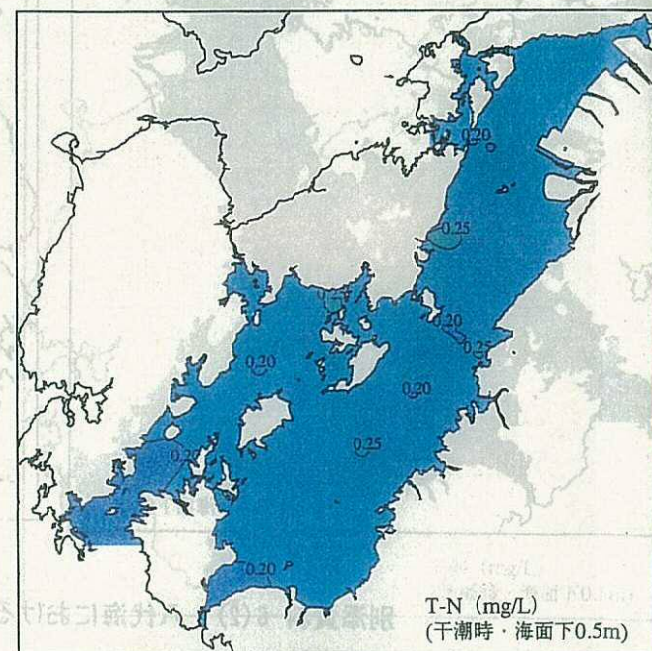
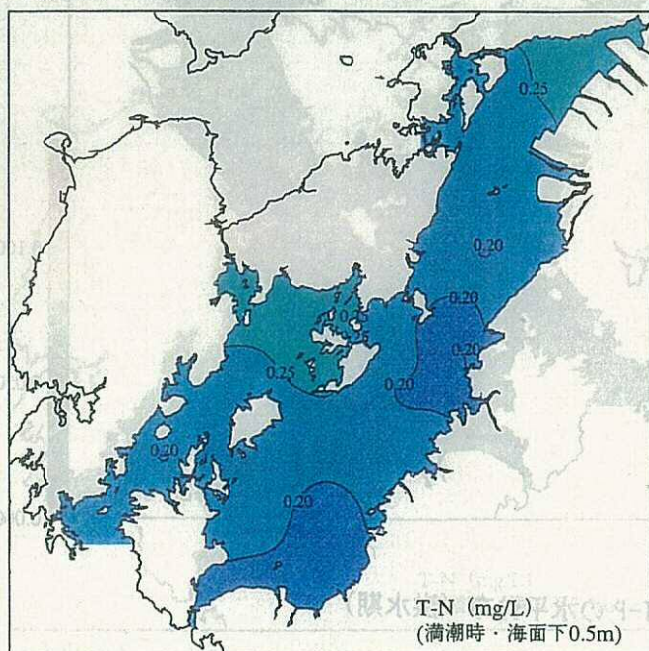
〔調査日：2001年12月15日（大潮期）〕



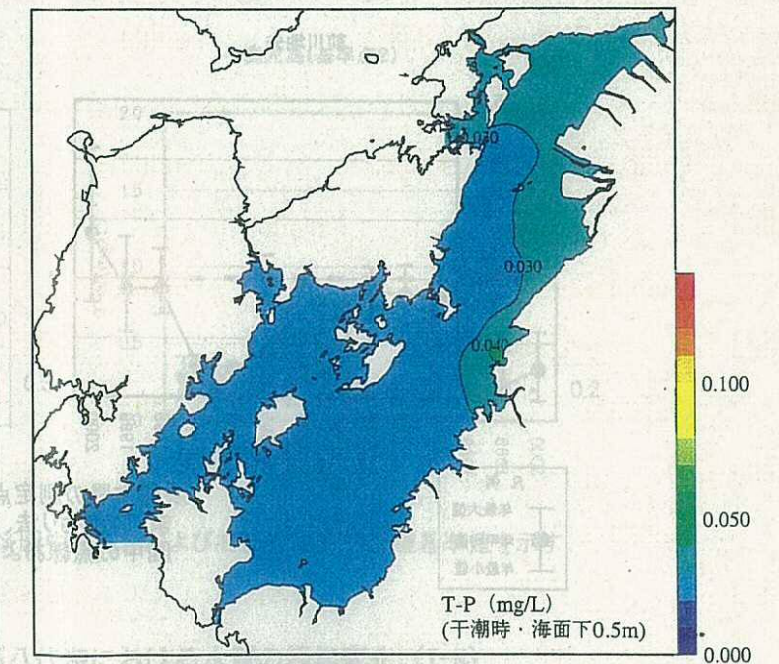
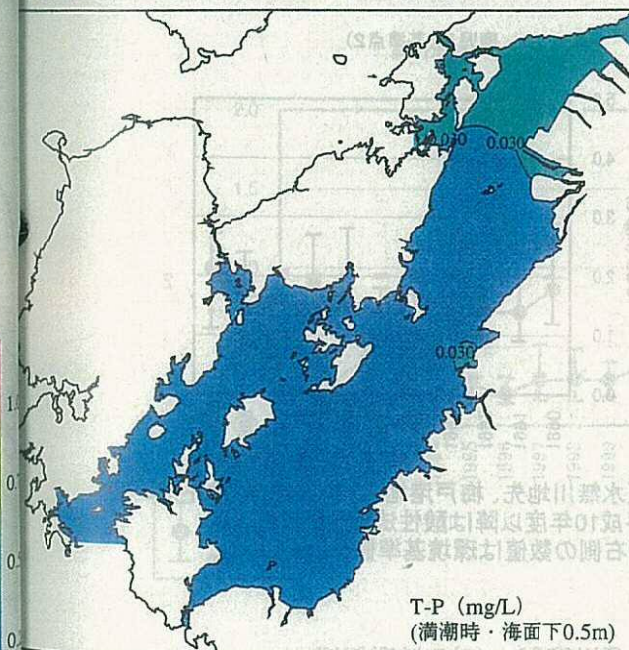
〔調査日：2001年12月15日（大潮期）〕



〔調査日：2001年12月23日（小潮期）〕

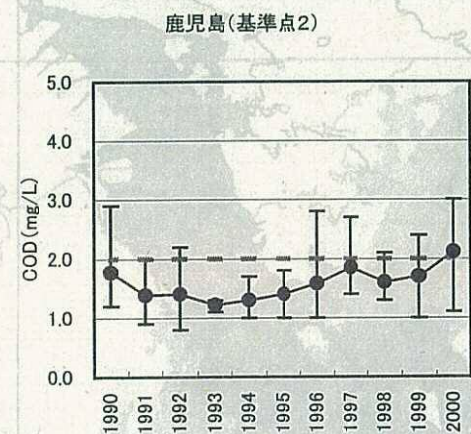
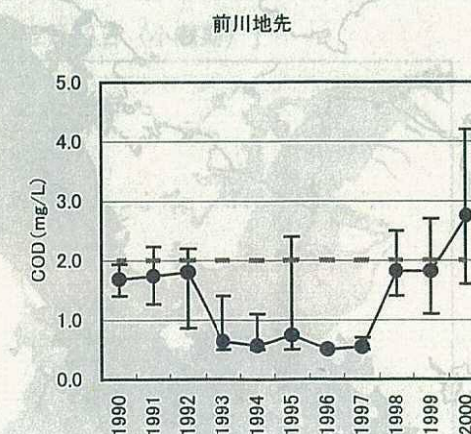
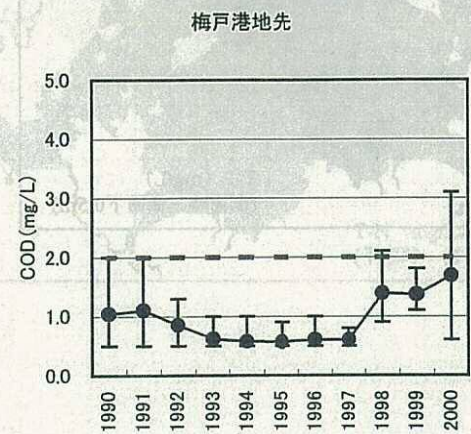
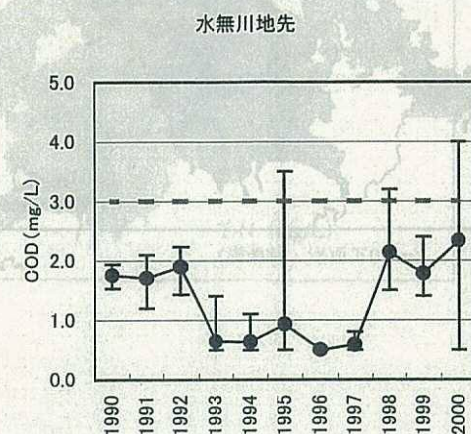
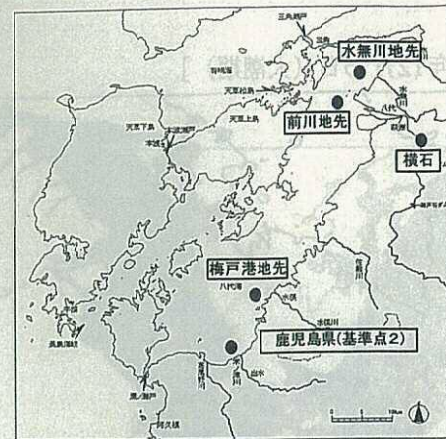
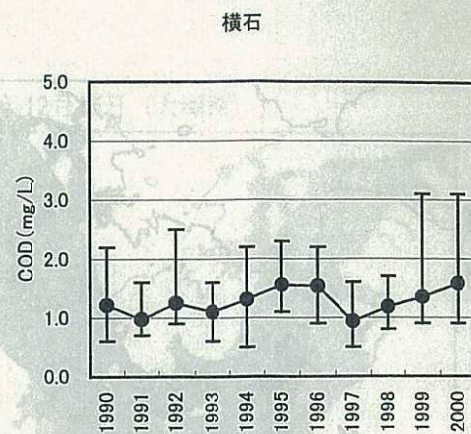


〔調査日：2001年12月23日（小潮期）〕



別添資料 6(3) 八代海における T-N の水平分布（冬季）

別添資料 6(4) 八代海における T-P の水平分布（冬季）

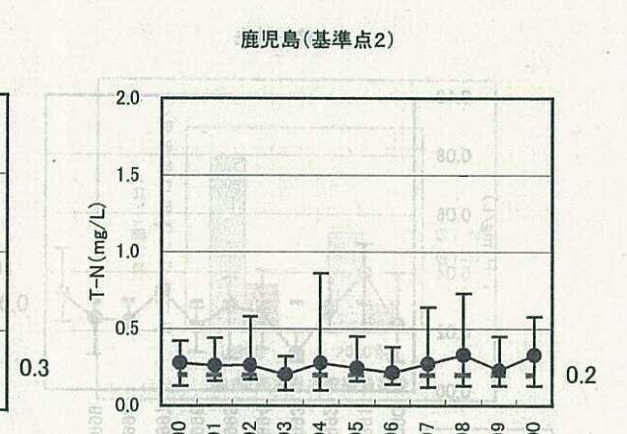
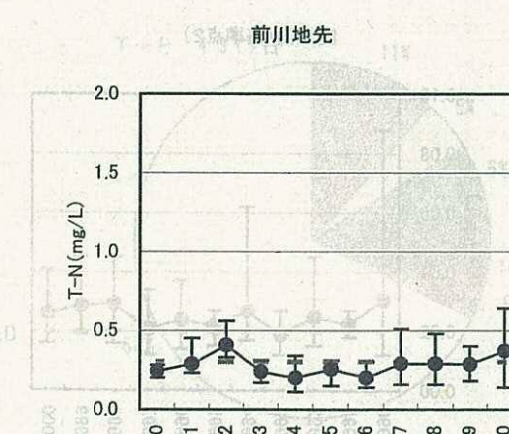
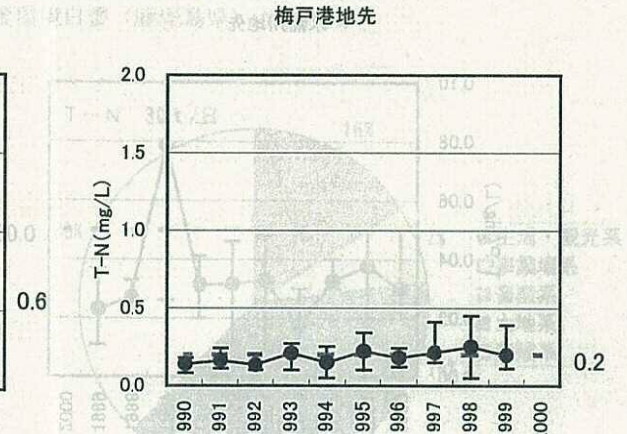
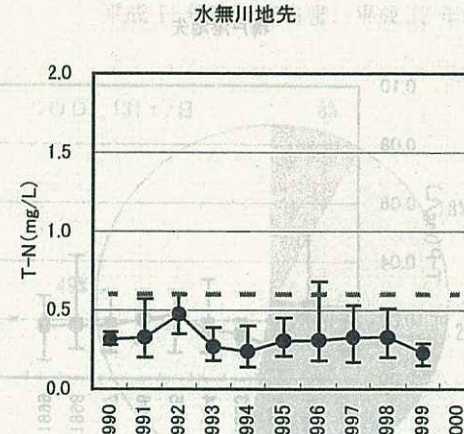
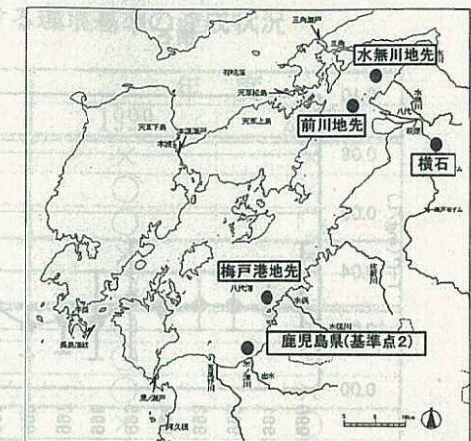
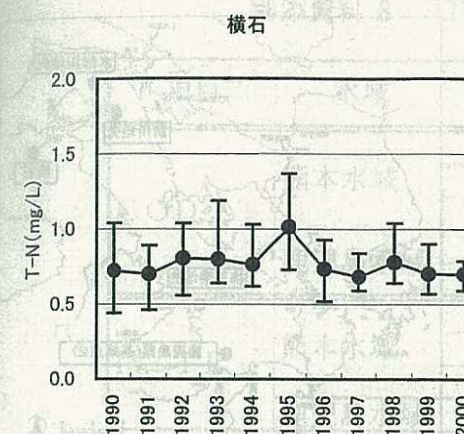


凡例
 年最大値
 年平均値
 年最小値

※熊本県の測定点(水無川地先、梅戸港地先、前川地先)は平成9年までアルカリ法、平成10年度以降は酸性法で分析している。
 図中の点線および右側の数値は環境基準値を示す。

別添資料 7 (1) 球磨川及び八代海における水質の経年変化 (COD)

出典：国土交通省資料
 水質調査報告書(公共用水域及び地下水)(熊本県)
 公共用水域及び地下水の水質測定結果(鹿児島県)

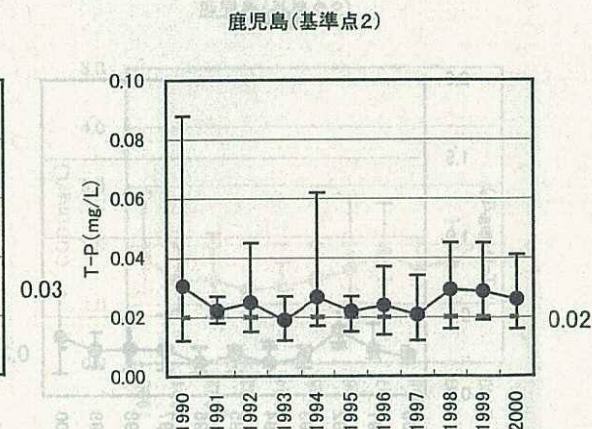
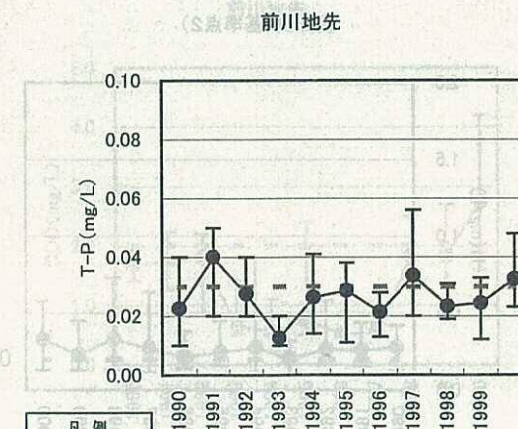
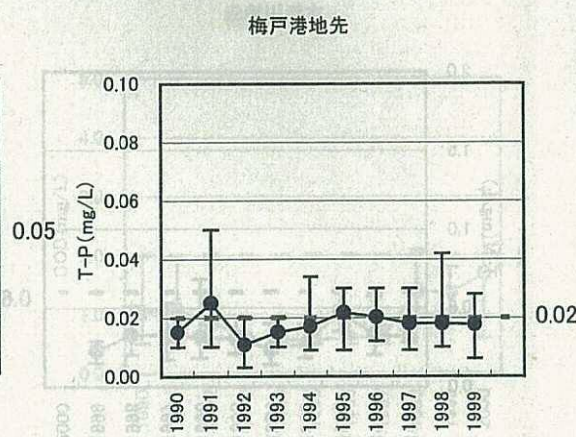
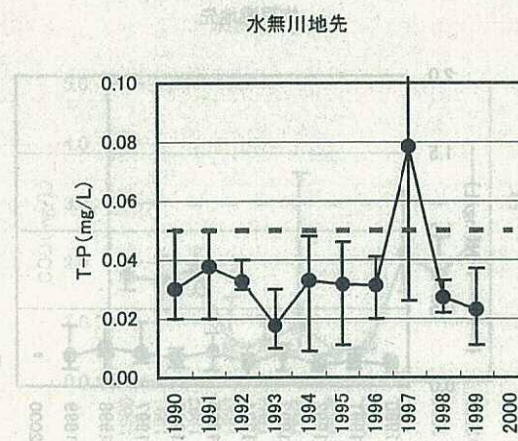
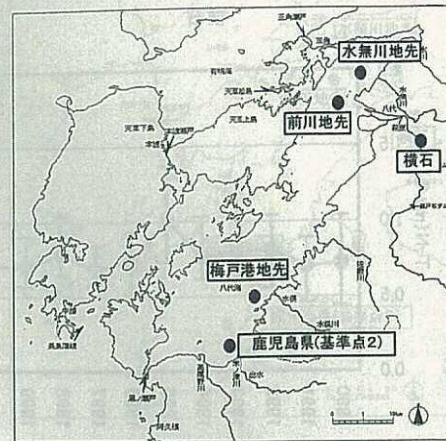
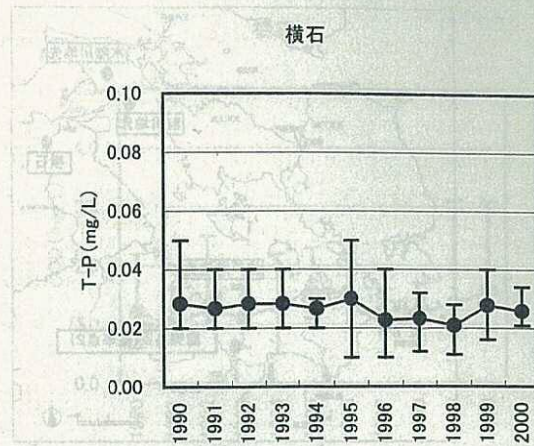


凡例
 年最大値
 年平均値
 年最小値

※図中の点線および右側の数値は環境基準値を示す。

別添資料 7 (2) 球磨川及び八代海における水質の経年変化 (T-N)

出典：国土交通省資料
 水質調査報告書(公共用水域及び地下水)(熊本県)
 公共用水域及び地下水の水質測定結果(鹿児島県)



凡例
● 年最大値
● 年平均値
■ 年最小値

※図中の点線および右側の数値は環境基準値を示す。

別添資料 7(3) 球磨川及び八代海における水質の経年変化 (T-P)

出典：国土交通省資料

水質調査報告書（公共用水域及び地下水）（熊本県）

公共用水域及び地下水の水質測定結果（鹿児島県）

別添資料 8 八代海における環境基準の達成状況

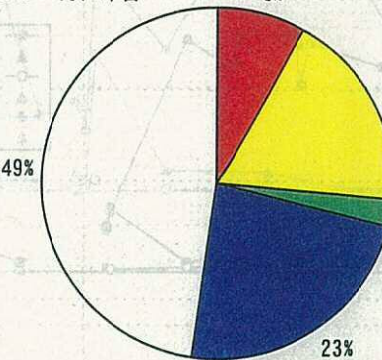
項目	水域	類型	年度	
			1999	2000
COD	熊本水域	A	×	×
		B	○	×
		C	○	○
	鹿児島水域	A	×	×
TN, TP	熊本水域	I	○	×
		II	○	×
		III	○	×
	鹿児島水域	I	×	○

注) ○：達成 ×：未達成を示す。

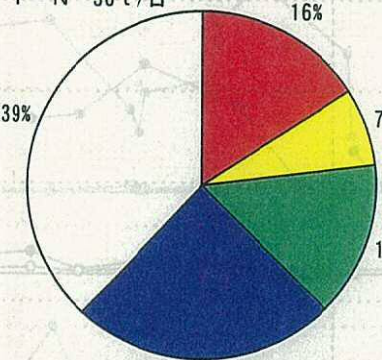
出典) 平成 11 年度環境白書、平成 12 年度環境白書（熊本県）

平成 11 年度環境白書、平成 12 年度環境白書（鹿児島県）より作成

COD 131 t/日

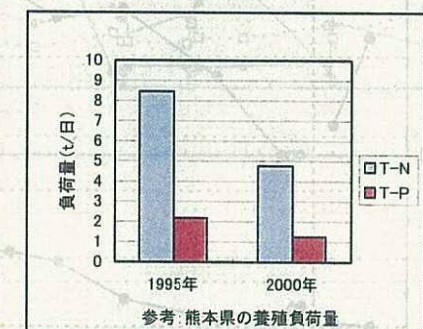
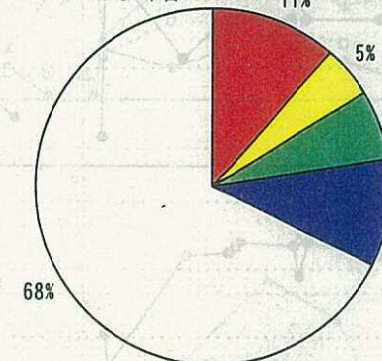


T-N 30 t/日



■ 生活・観光系
■ 事業場系
■ 畜産系
■ 土地系
■ 養殖系

T-P 4.3 t/日



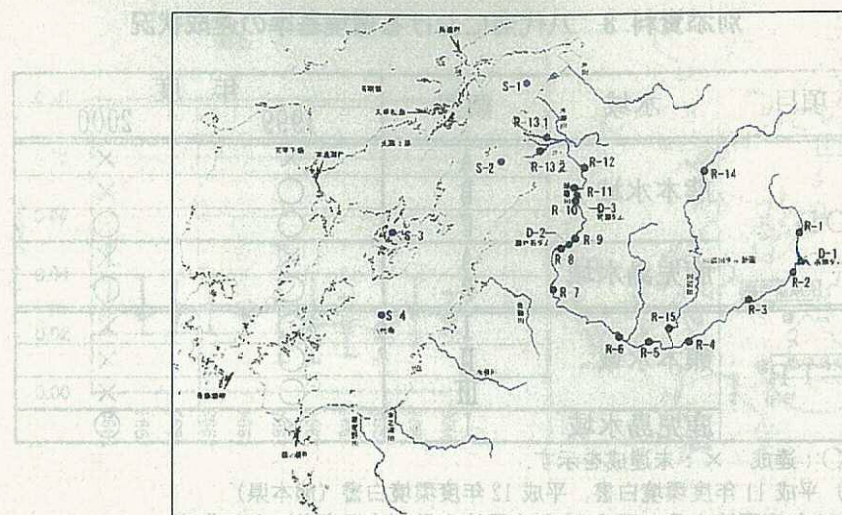
参考：熊本県の養殖負荷量

別添資料 9 八代海流域の排出負荷量 (1995 (H7) 年)

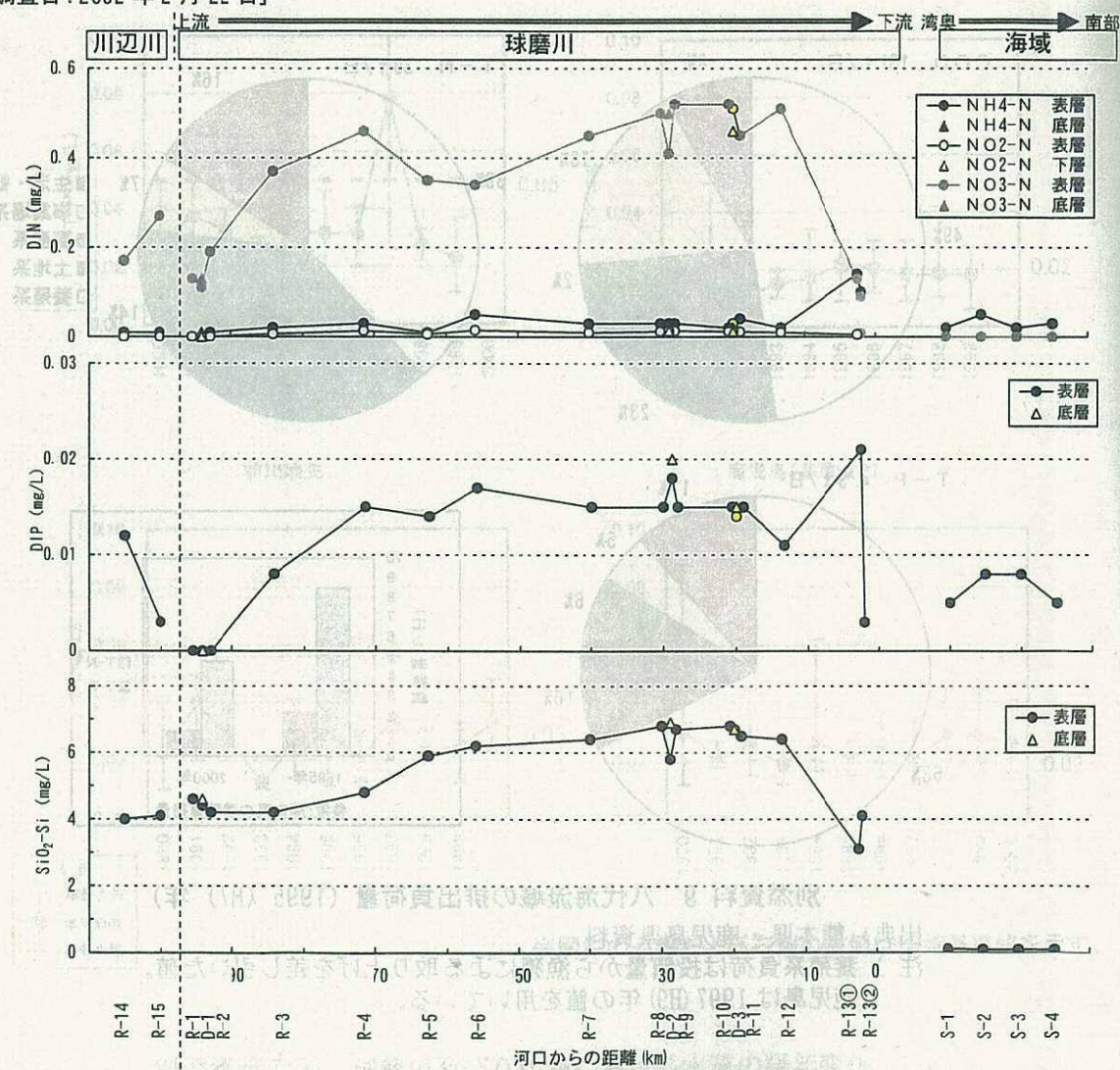
出典) 熊本県・鹿児島県資料

注) 養殖系負荷は投餌量から漁獲による取り上げを差し引いた値。

鹿児島は 1997 (H9) 年の値を用いている。



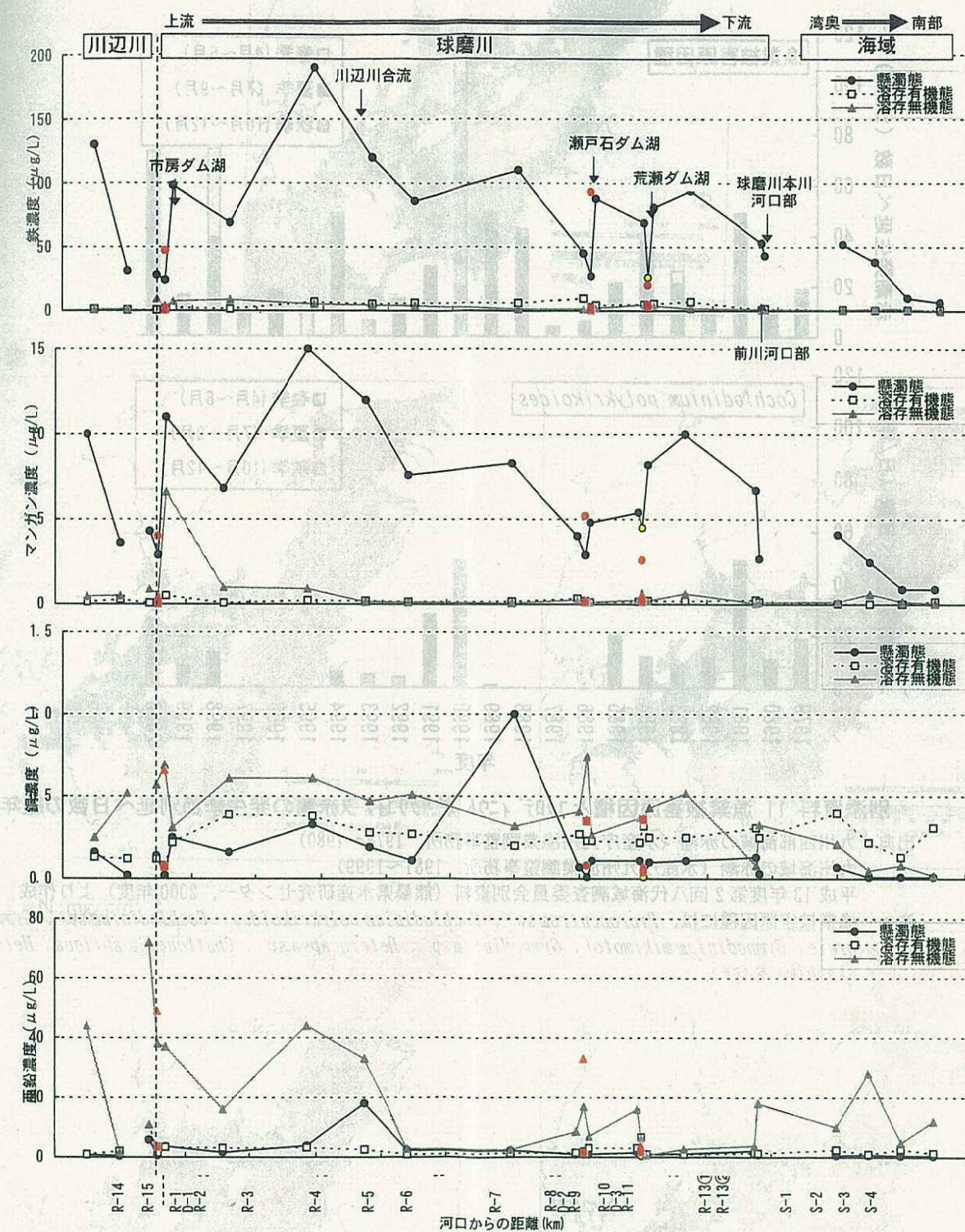
[調査日: 2002年2月22日]



注) 1. 現地調査時、荒瀬ダム(図中では黄色で表示)においては、上流の村道拡幅工事のため水位を下げてゲート放流を実施していた。
2. ダム湖調査時の水深は、市房ダム: 38.8m、瀬戸石ダム: 17.7m、荒瀬ダム: 12.4mであった。

別添資料 10 (1) 流下に伴う栄養塩・ミネラルの濃度変化

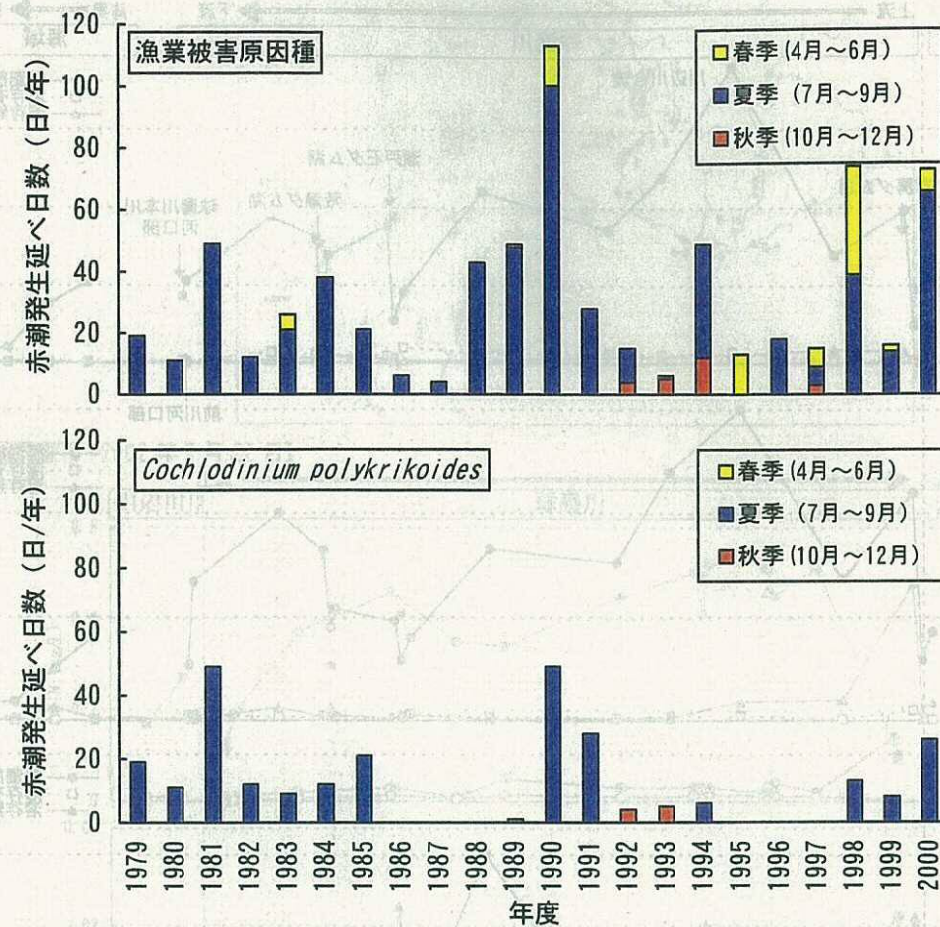
[調査日: 2002年2月22日]



注) 1. 現地調査時、荒瀬ダム(図中では黄色で表示)においては、上流の村道拡幅工事のため水位を下げてゲート放流を実施していた。
2. ダム湖調査時の水深は、市房ダム: 38.8m、瀬戸石ダム: 17.7m、荒瀬ダム: 12.4mであった。

別添資料 10 (2) 流下に伴う栄養塩・ミネラルの濃度変化

2.1.3 赤潮



別添資料 11 漁業被害原因種とコクロリコイデス赤潮の発生季節別延べ日数の経年変化

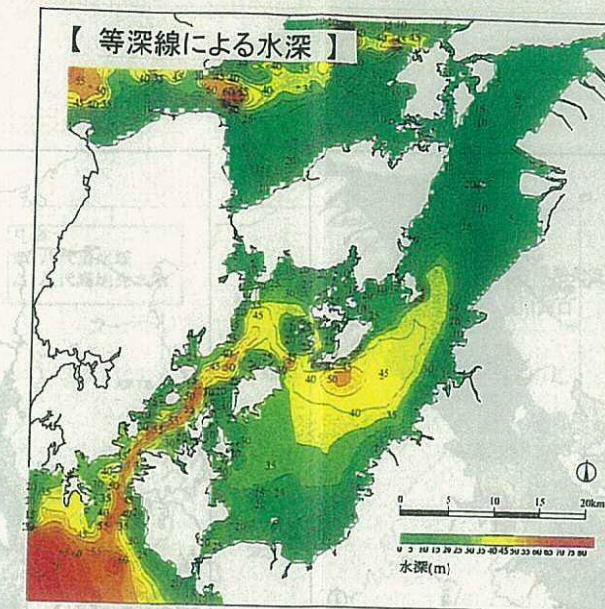
出典：九州西部海域の赤潮（水産庁九州漁業調整事務所，1978～1980）

九州海域の赤潮（水産庁九州漁業調整事務所，1981～1999）

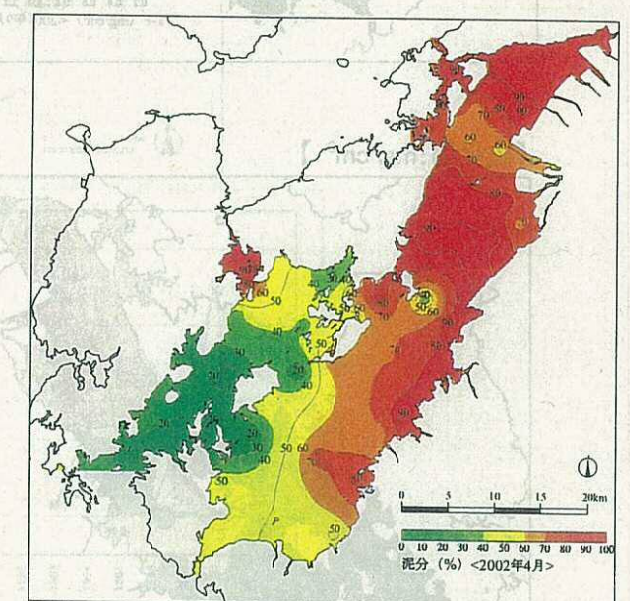
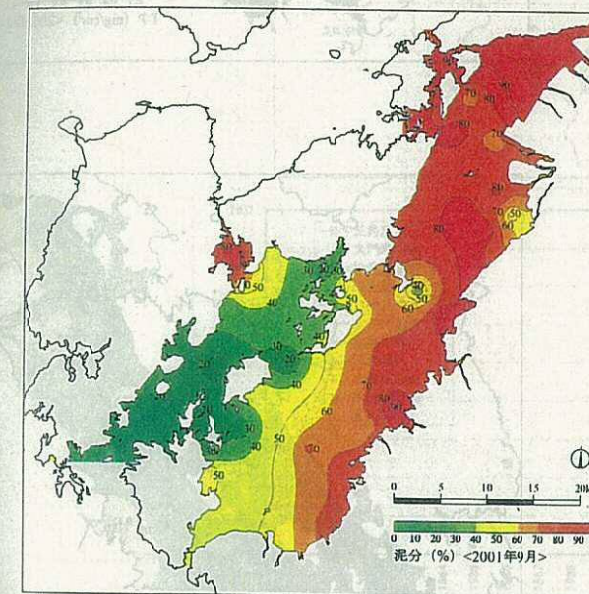
平成 13 年度第 2 回八代海域調査委員会別資料（熊本県水産研究センター，2000 年度）より作成

注：漁業被害原因種には、*Prorocentrum* sp.、*Cochlodinium polykrikoides*、*Cochlodinium* sp.、*Gymnodinium breve*、*Gymnodinium mikimotoi*、*Gymnodinium* sp.、*Heterocapsa* sp.、*Chattonella antiqua*、*Heterosigma akashiwo* を含む。

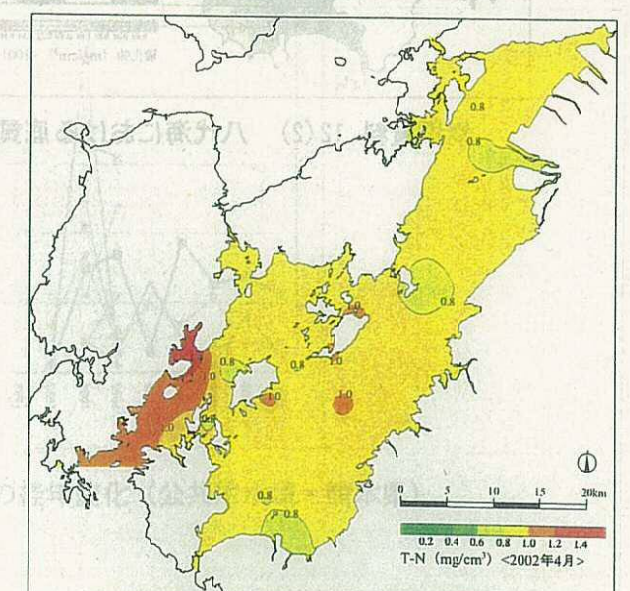
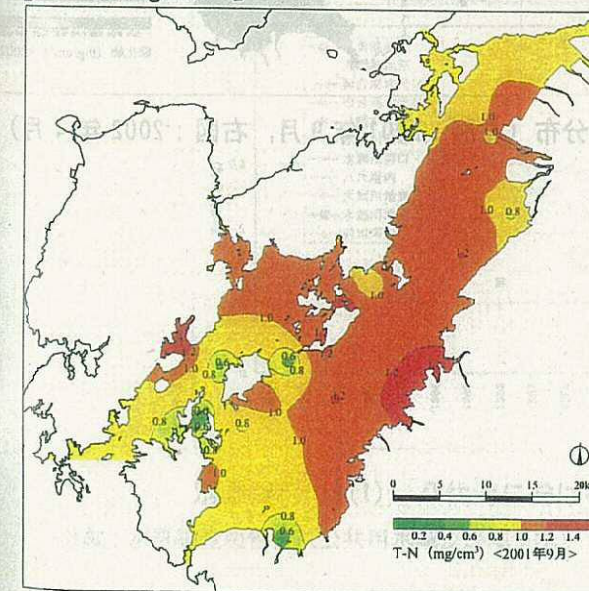
2.1.4 底質



【泥分】

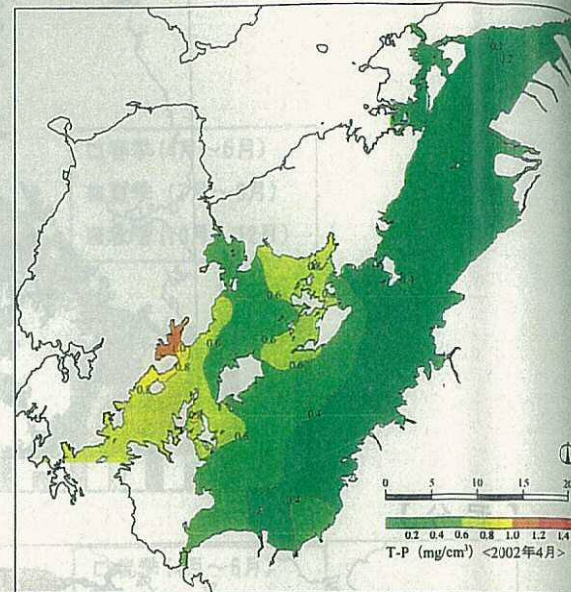
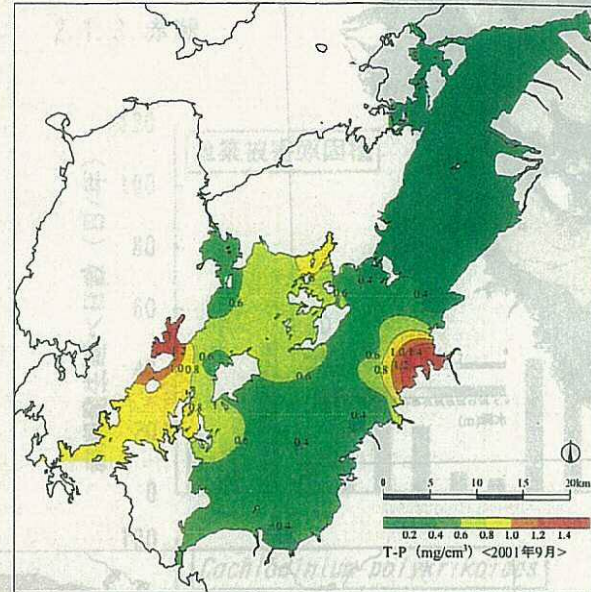


【T-N:mg/cm³】

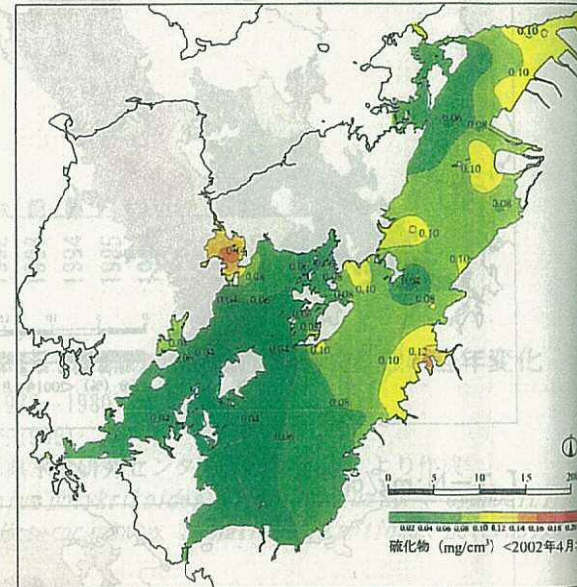
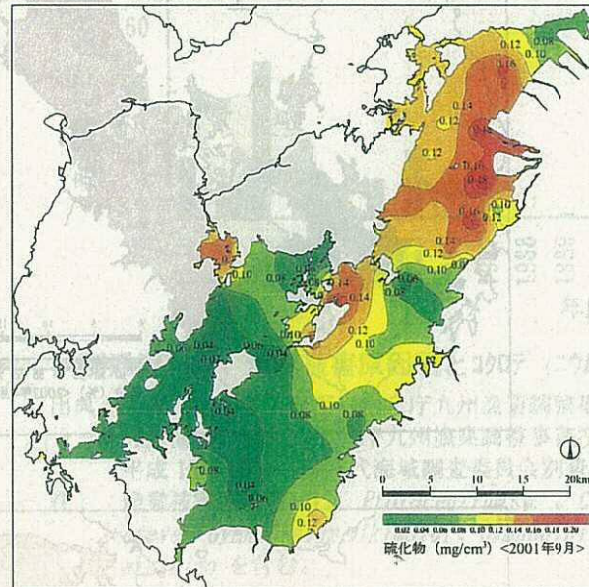


別添資料 12(1) 八代海における底質の水平分布（左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月）

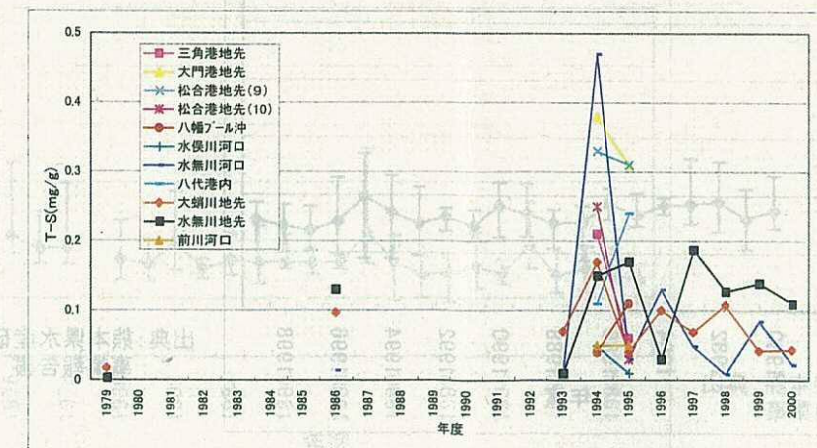
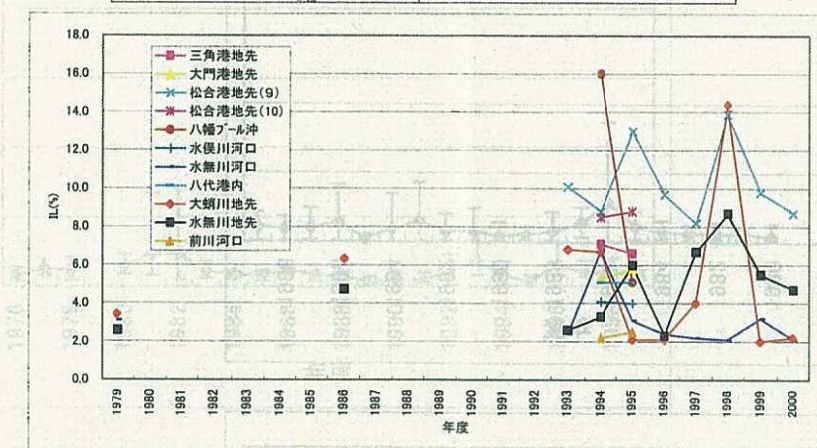
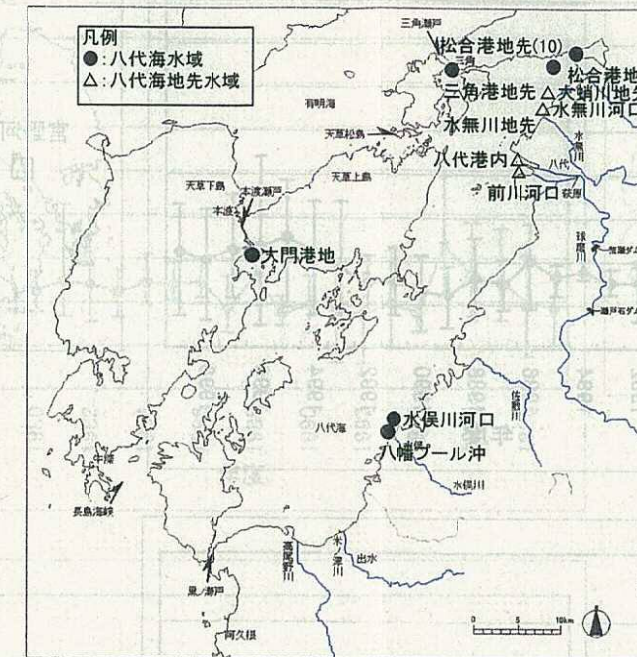
【 T-P:mg/cm³ 】



【硫化物:mg/cm³】

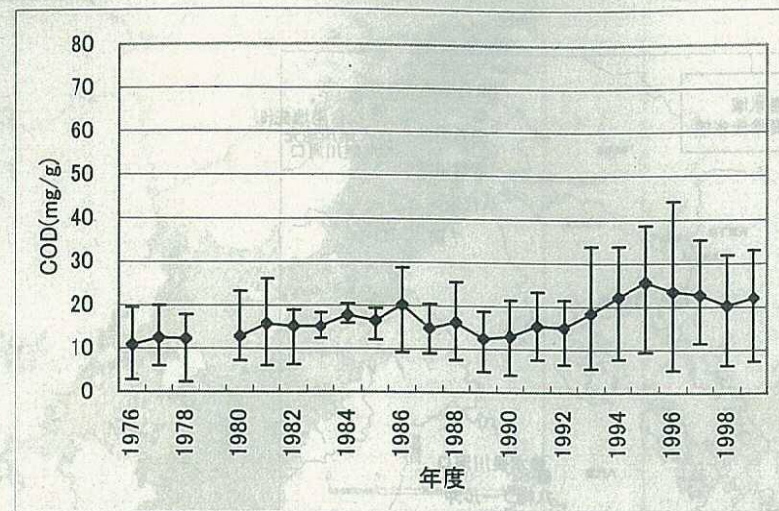


別添資料 12(2) 八代海における底質の水平分布 (左図: 2001年9月, 右図: 2002年4月)

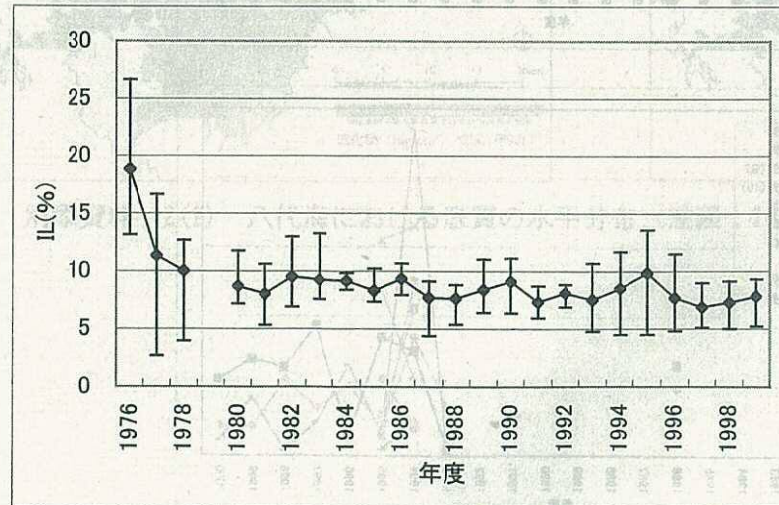
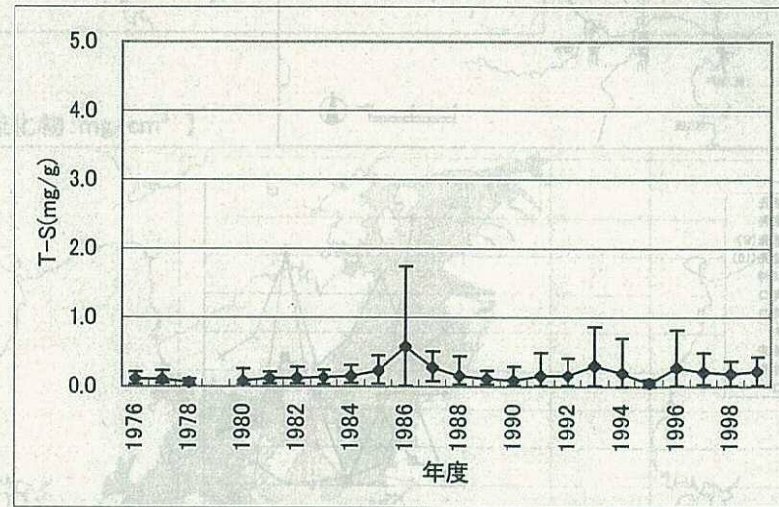


別添資料 13(1) 八代海における底質の経年変化 (公共用水域・熊本県)

出典: 水質調査報告書 (公共用水域及び地下水)

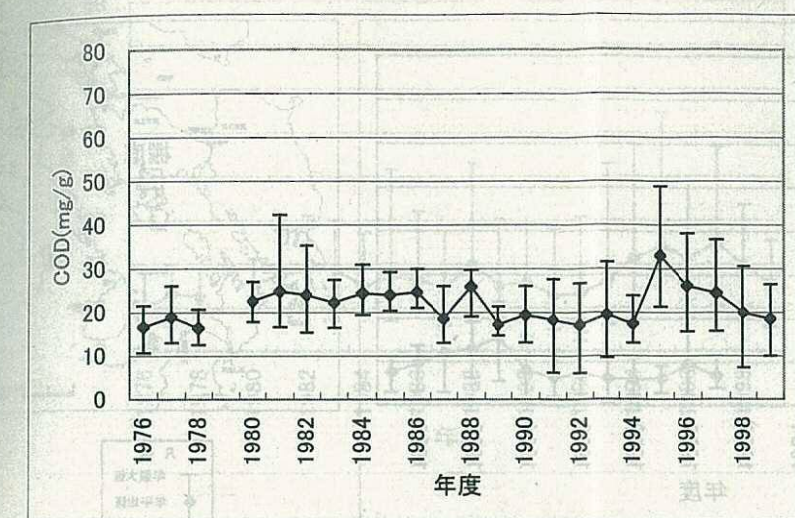


凡例
 年最大値
 年平均値
 年最小値

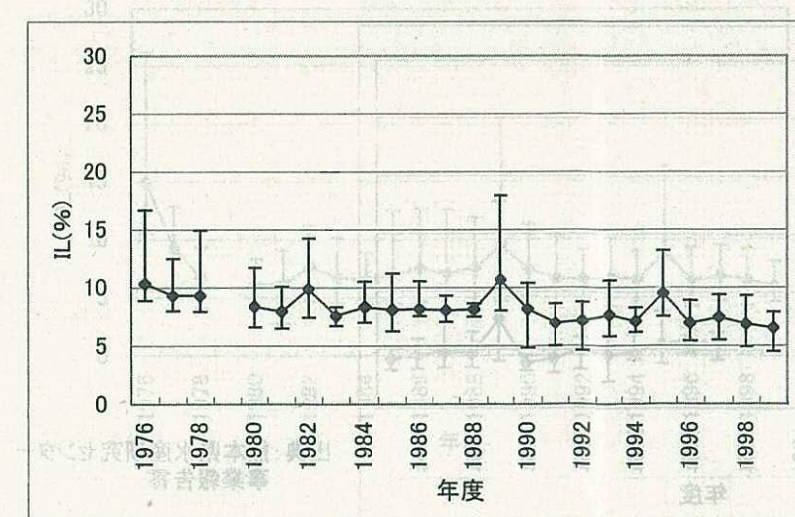
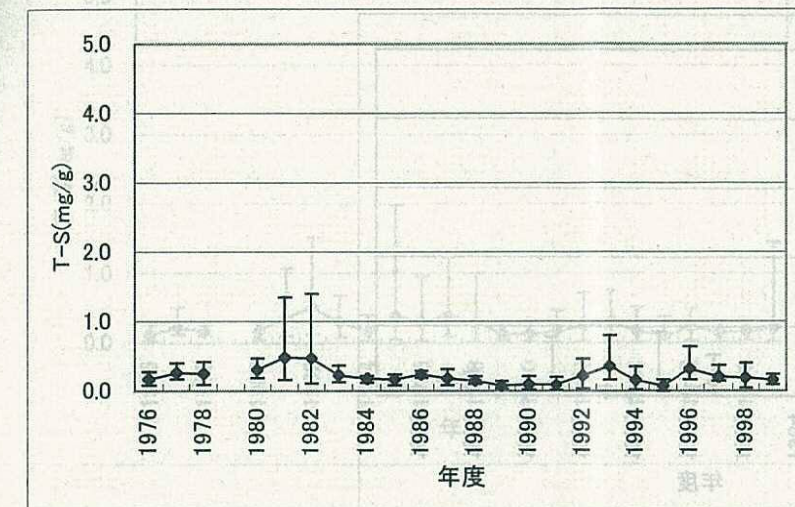


出典: 熊本県水産研究センター
事業報告書

別添資料 13(2) 八代海における底質の経年変化 (内湾・浦湾調査; 宮野河内)

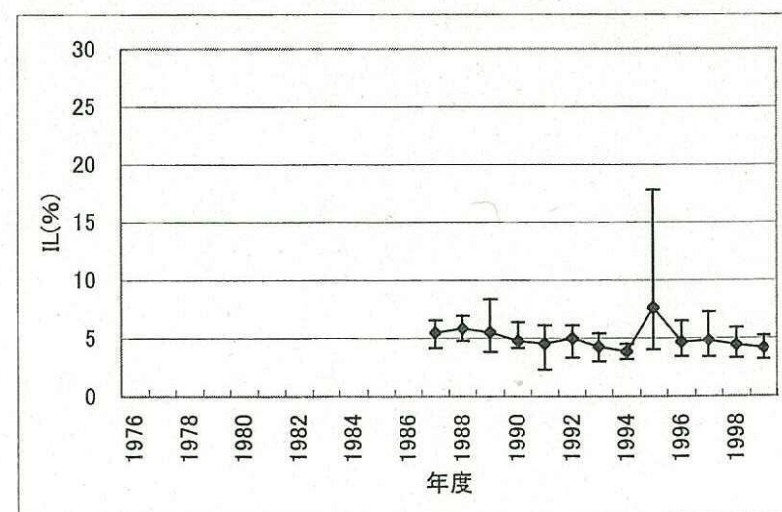
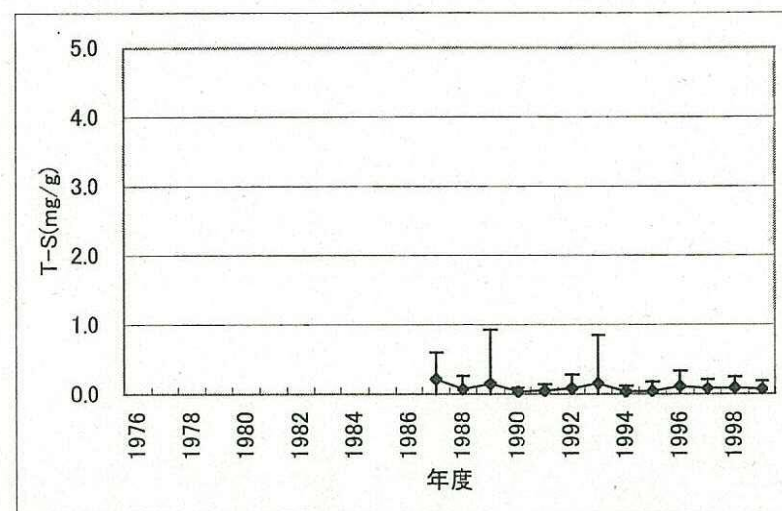
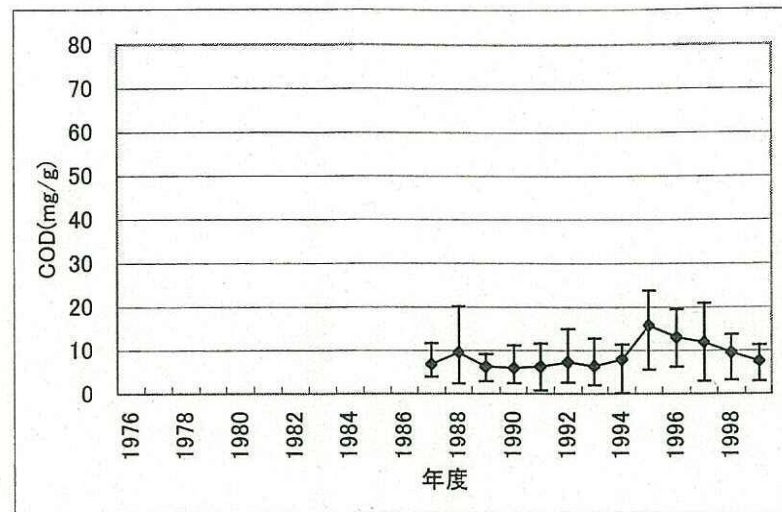


凡例
 年最大値
 年平均値
 年最小値



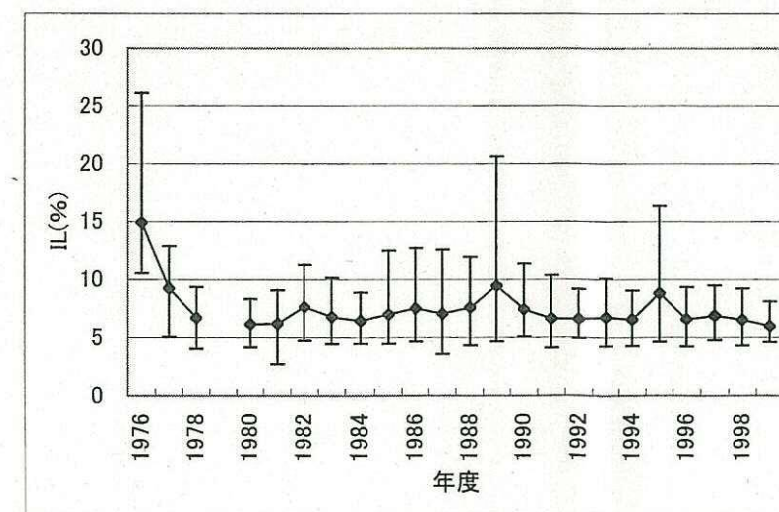
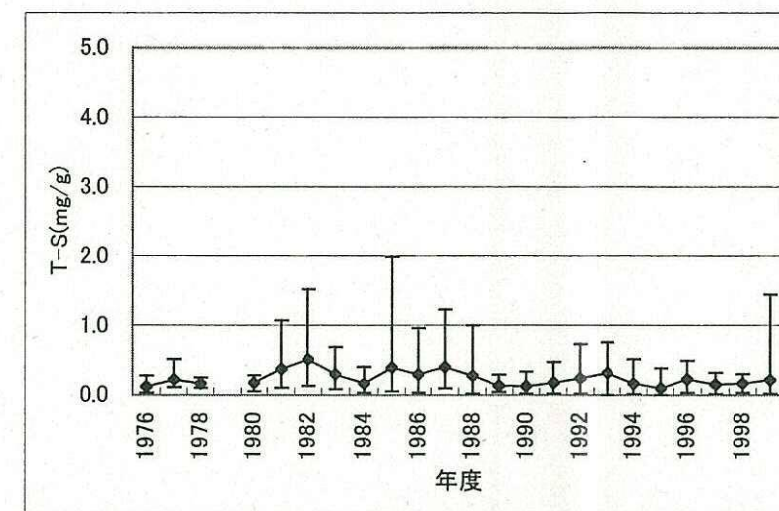
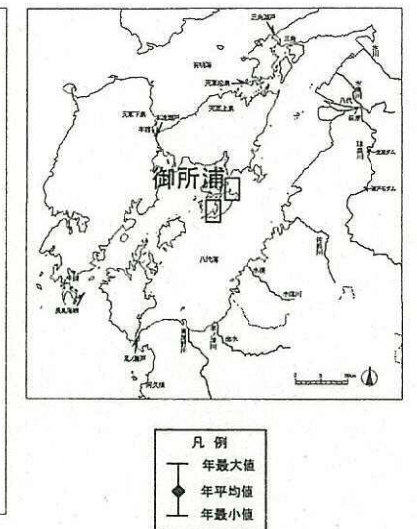
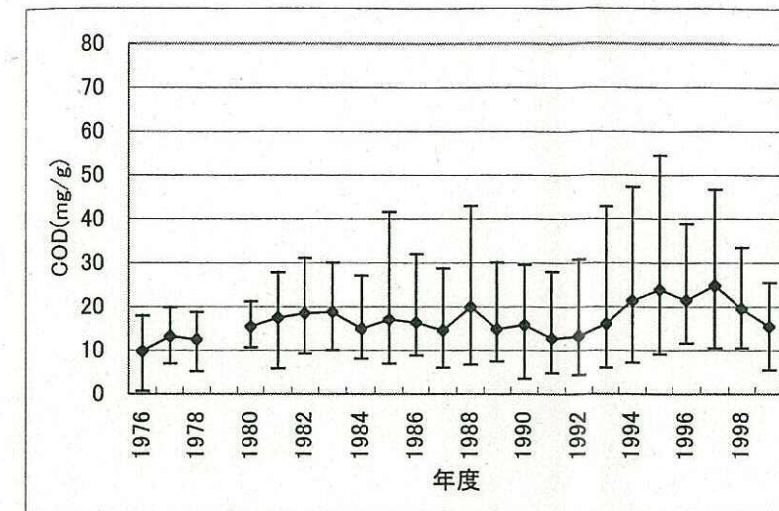
出典: 熊本県水産研究センター
事業報告書

別添資料 13(3) 八代海における底質の経年変化 (内湾・浦湾調査; 福浦)



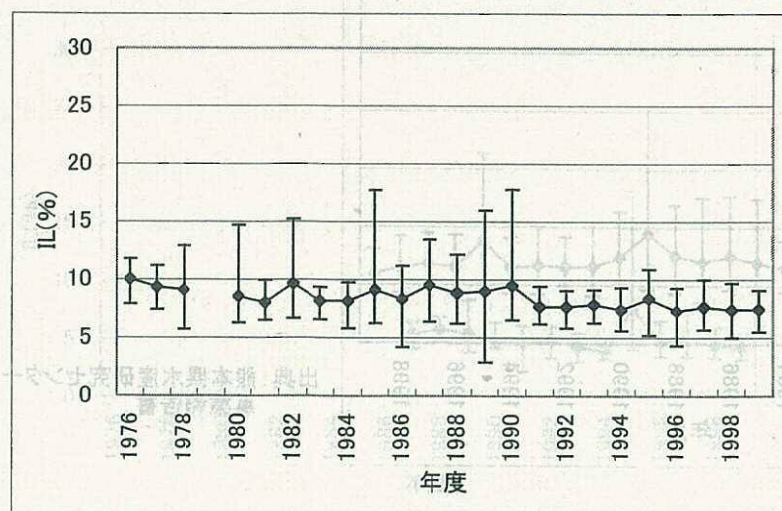
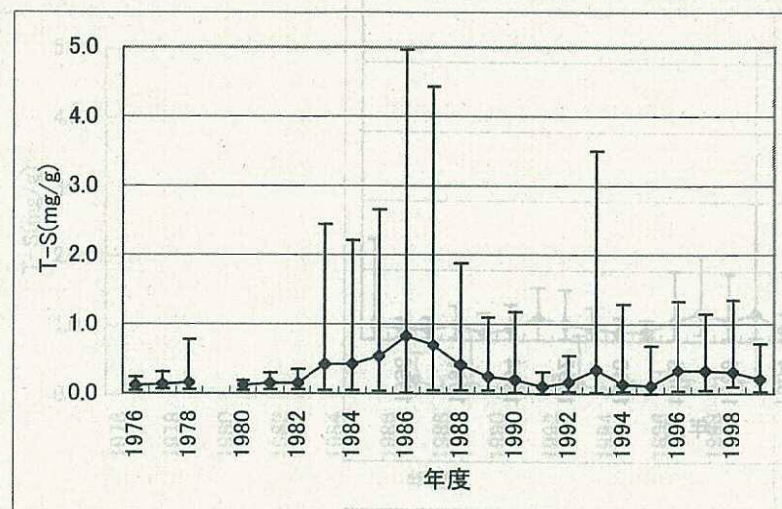
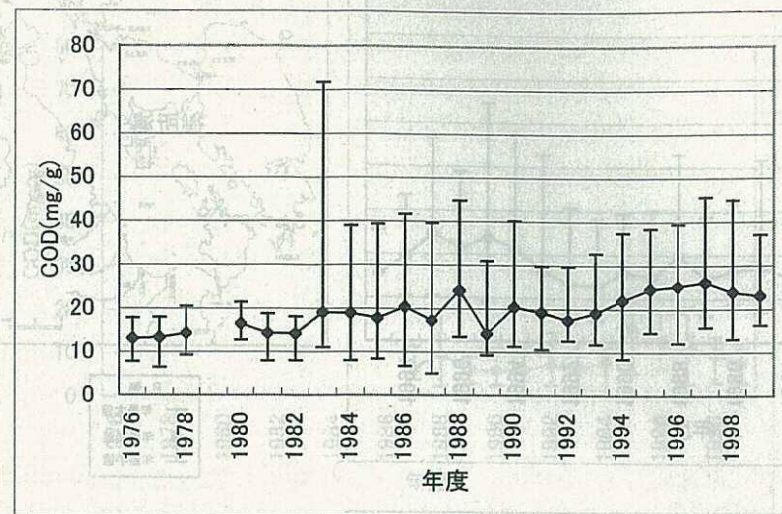
出典：熊本県水産研究センター
事業報告書

別添資料 13(4) 八代海における底質の経年変化（内湾・浦湾調査；棚底）



出典：熊本県水産研究センター
事業報告書

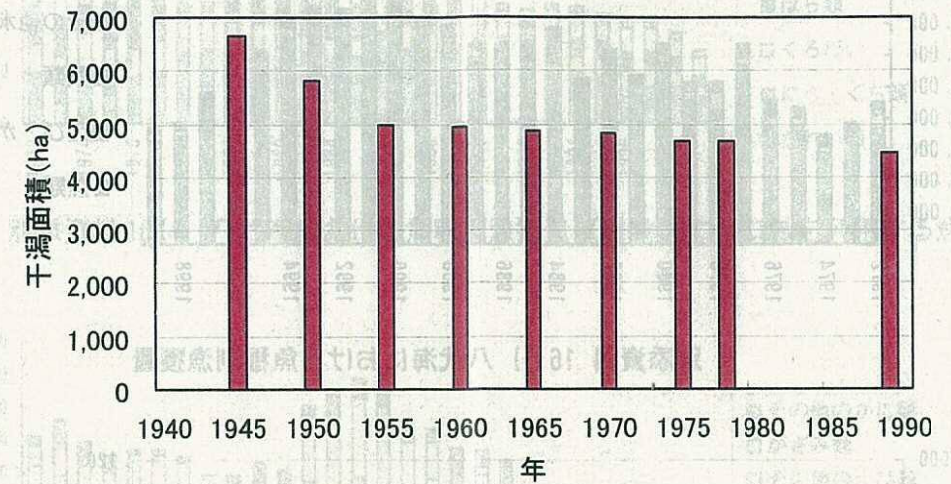
別添資料 13(5) 八代海における底質の経年変化（内湾・浦湾調査；御所浦）



出典：熊本県水産研究センター
事業報告書

別添資料 13(6) 八代海における底質の経年変化（内湾・浦湾調査；下浦）

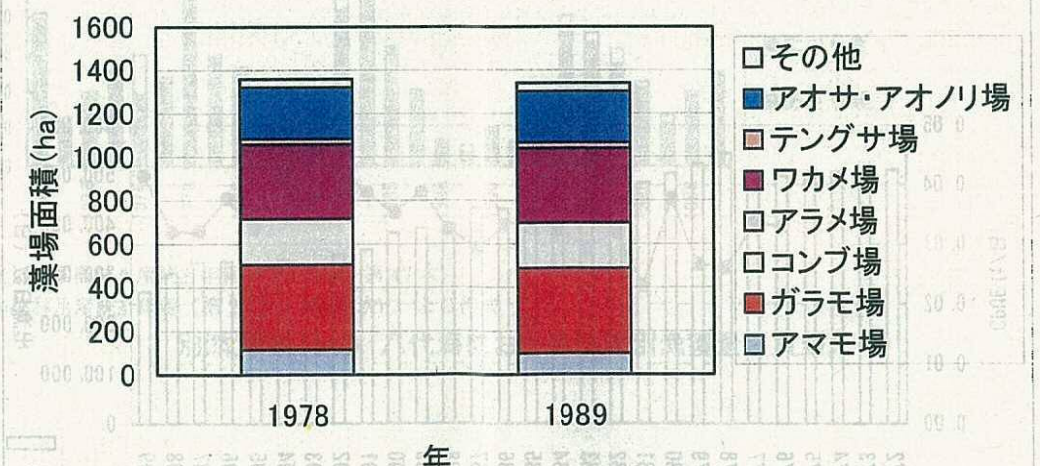
2.1.5 干潟



別添資料 14 八代海における干潟面積の推移

※干潟面積は 1989 年の現存面積に各年の消滅面積を足したものである。
出典：日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況 第一巻干潟（1997、環境庁）
第二回自然環境保全基礎調査報告書（1980、環境庁）

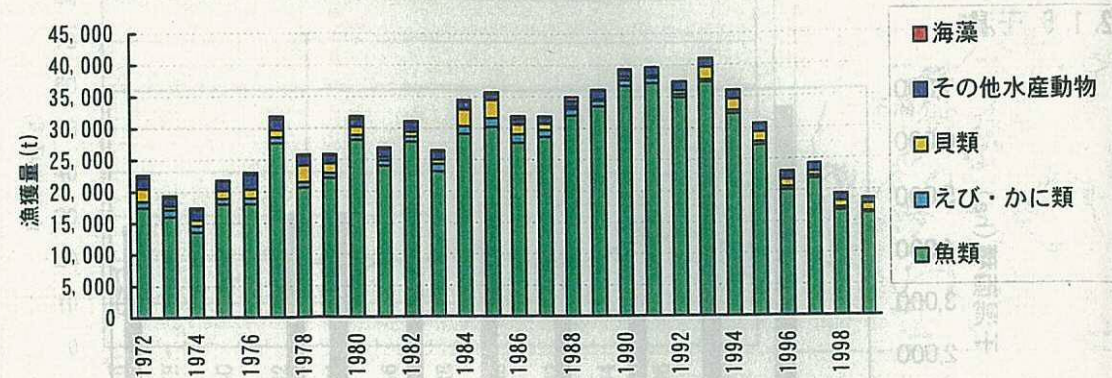
2.1.6 藻場



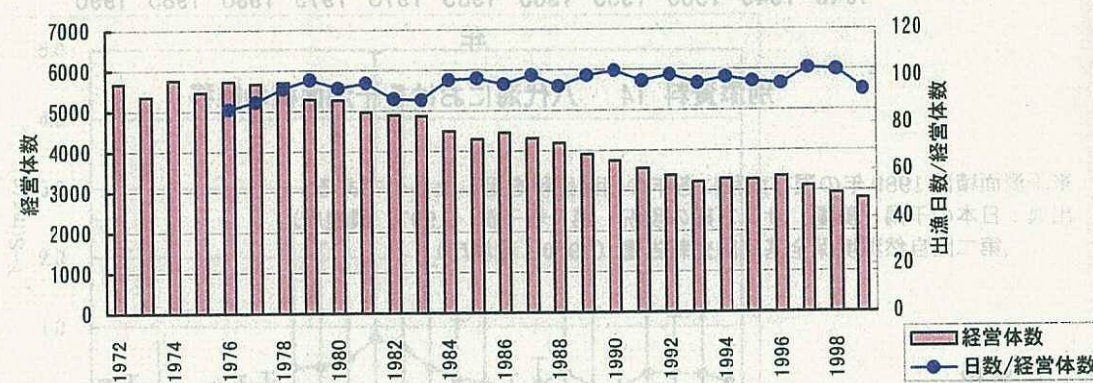
別添資料 15 八代海における藻場面積の推移

※図のタイプ別藻場面積は現存藻場面積に、各藻場面積の総数に対する割合を乗じたものである。
出典：日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況 第二巻藻場（1997、環境庁）

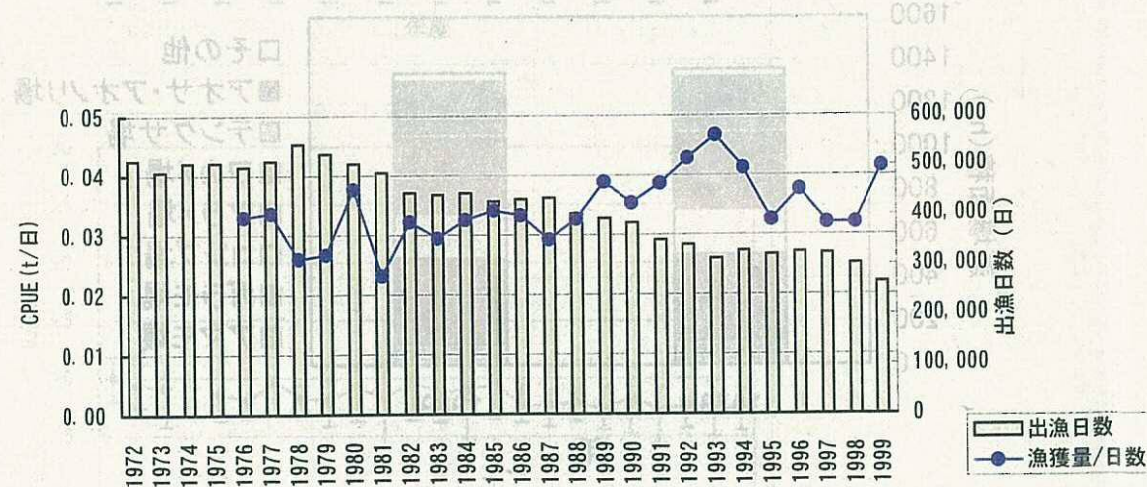
2.1.7 漁獲量



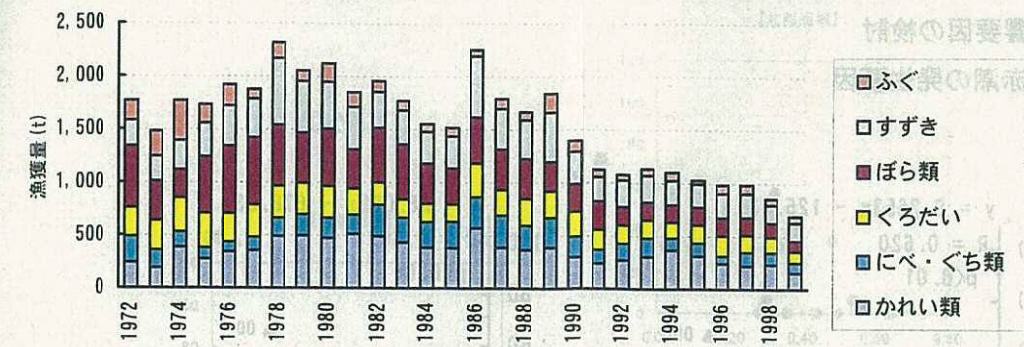
別添資料 16 (1) 八代海における魚種別漁獲量



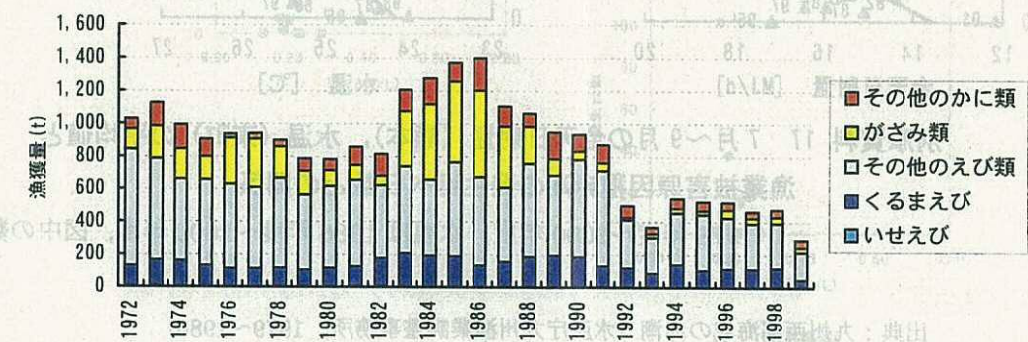
別添資料 16 (2) 八代海における経営体数と1経営体当たりの出漁日数 (熊本県)



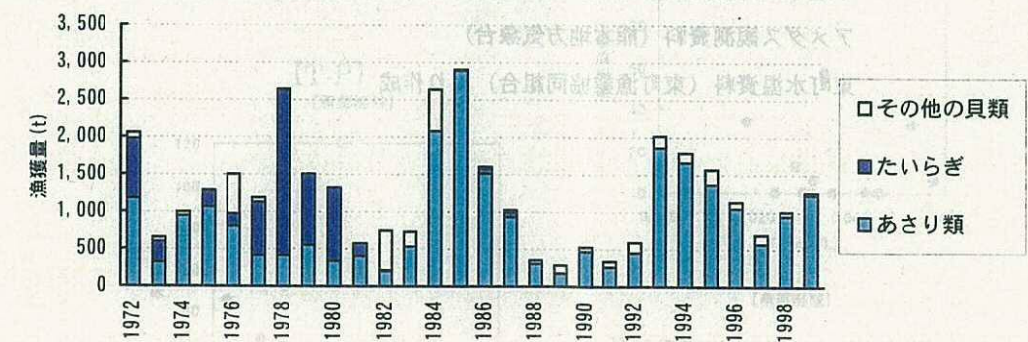
別添資料 16 (3) 八代海における漁獲努力量とCPUEの経年変化 (熊本県)



別添資料 16 (4) 八代海における魚種別漁獲量 (稚魚期に河口域を利用する魚類)



別添資料 16 (5) 八代海における魚種別漁獲量 (えび・かに類)

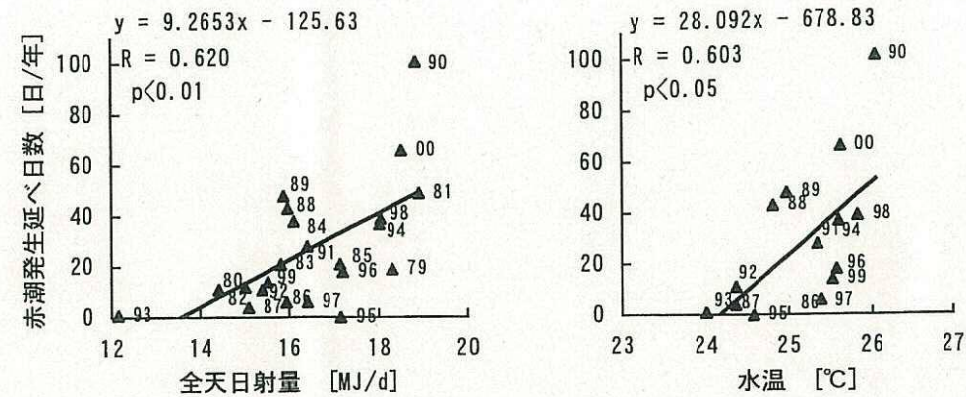


出典：熊本農林水産統計年報（第20次～第47次）
鹿児島農林水産統計年報（第20次～第47次）より作成

別添資料 16 (6) 八代海における魚種別漁獲量 (貝類)

2.2 影響要因の検討

2.2.1 赤潮の発生要因



別添資料 17 7月～9月の全天日射量（熊本）、水温（東町）の平均値と
漁業被害原因種赤潮の発生延べ日数との関係

（1979年度～2000年度，水温は1986年度～2000年度，図中の数字は年

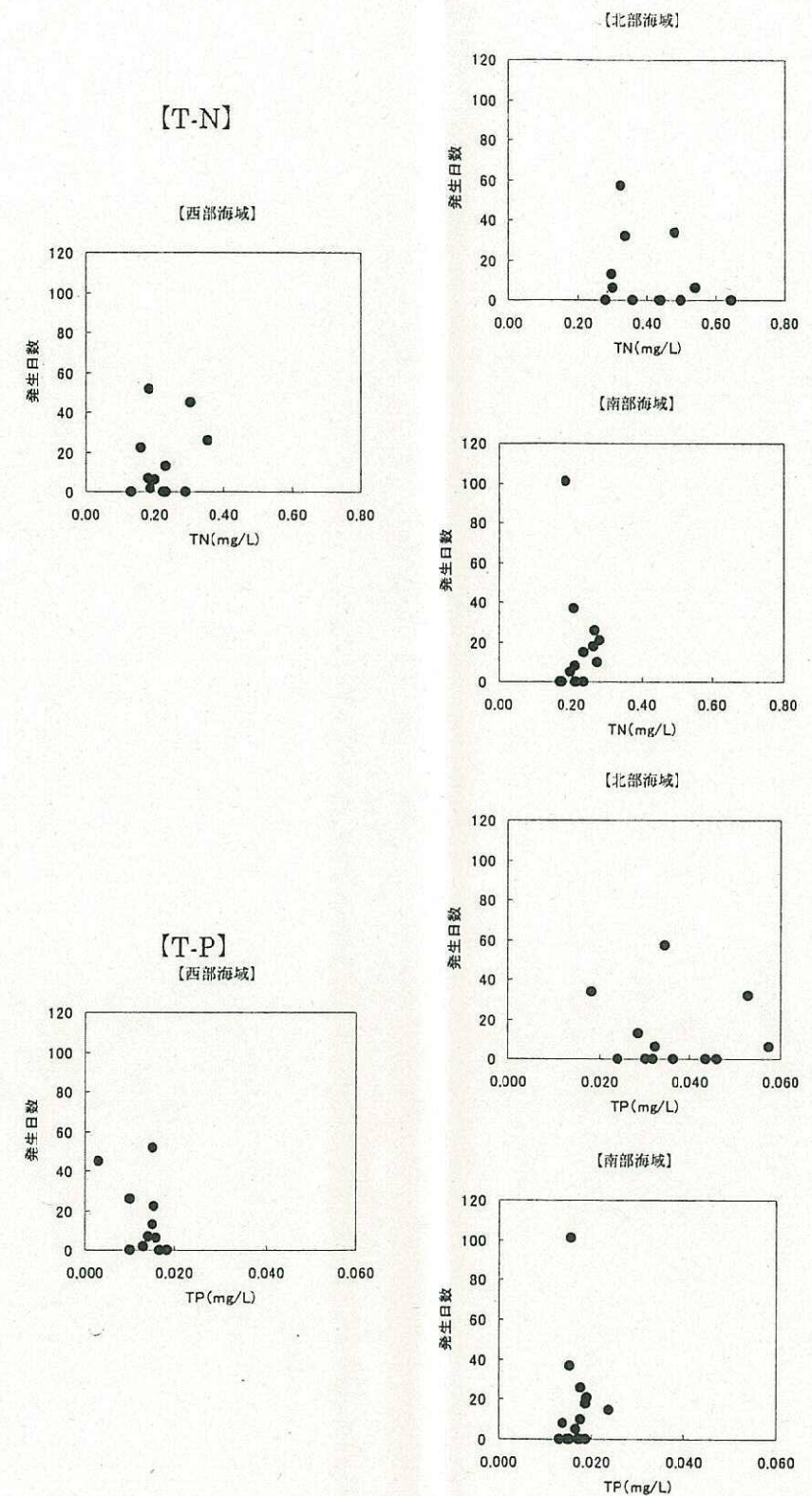
出典：九州西部海域の赤潮（水産庁九州漁業調整事務所，1979～1980）

九州海域の赤潮（水産庁九州漁業調整事務所，1981～1999）

平成13年度第2回八代海域調査委員会別資料（熊本県水産研究センター，2000年度）

アメダス観測資料（熊本地方気象台）

東町水温資料（東町漁業協同組合）より作成

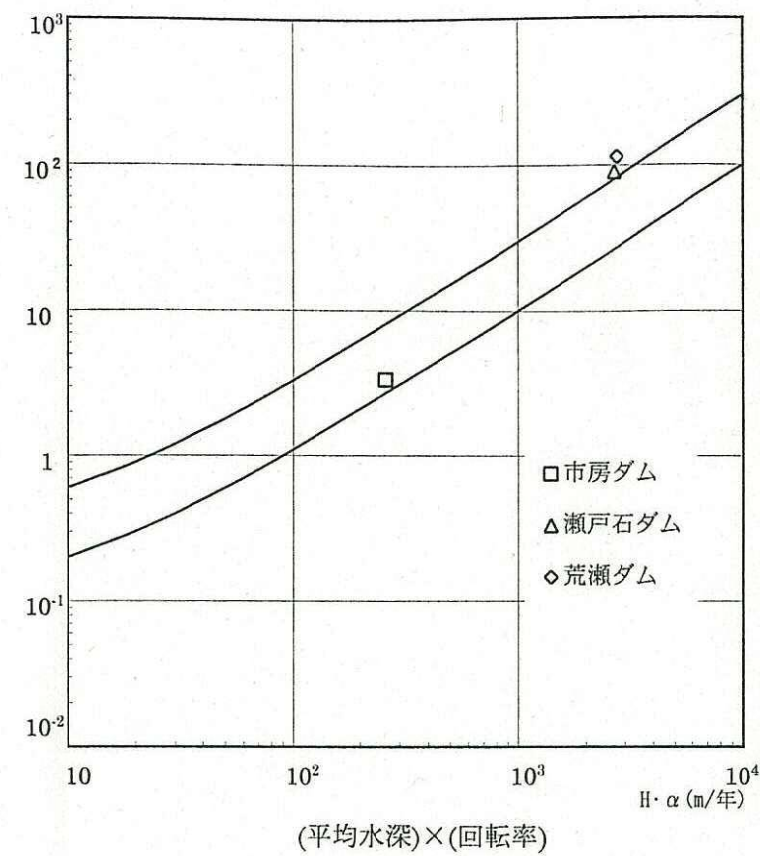


出典）1985～1999年度 九州海域の赤潮（水産庁）、公共用水域測定結果（熊本県、鹿児島県）より作成
注）各年度の海域別6～8月合計赤潮発生日数と平均水質との関係を整理

別添資料 18 T-N、T-P と赤潮発生日数との関係

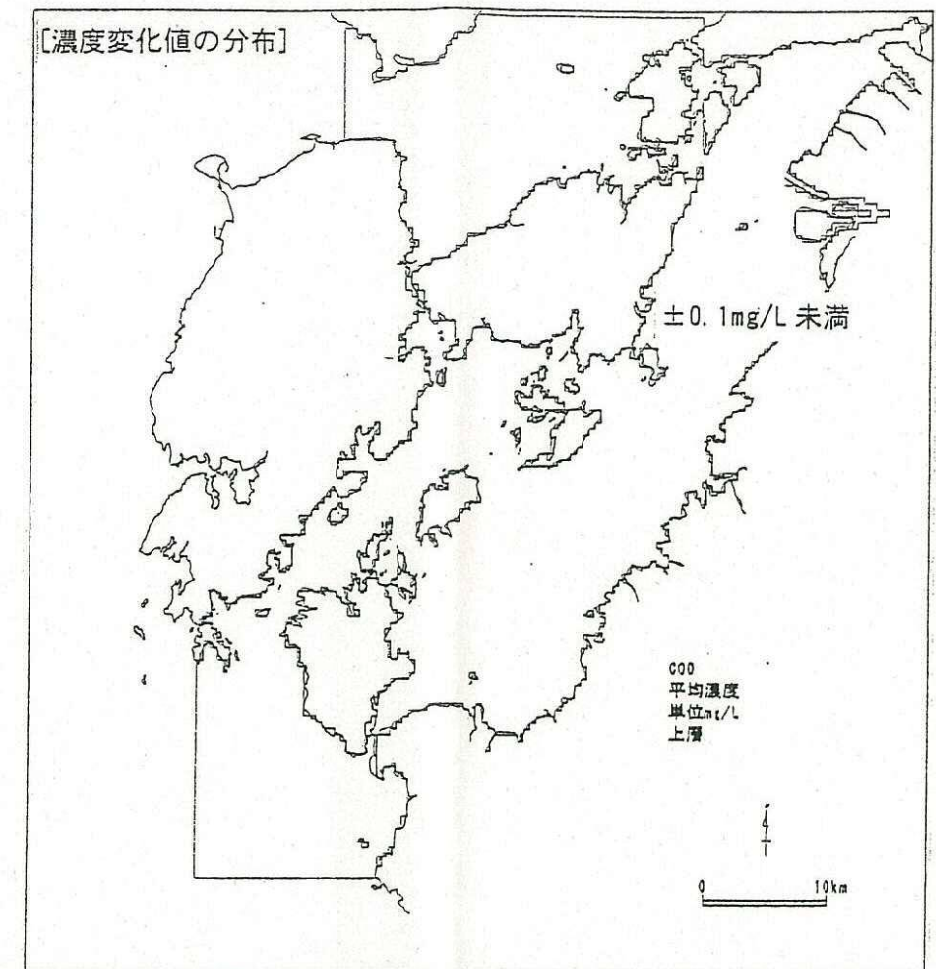
($\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{年}$)

単位湛水面積あたりの年間リン流入負荷量



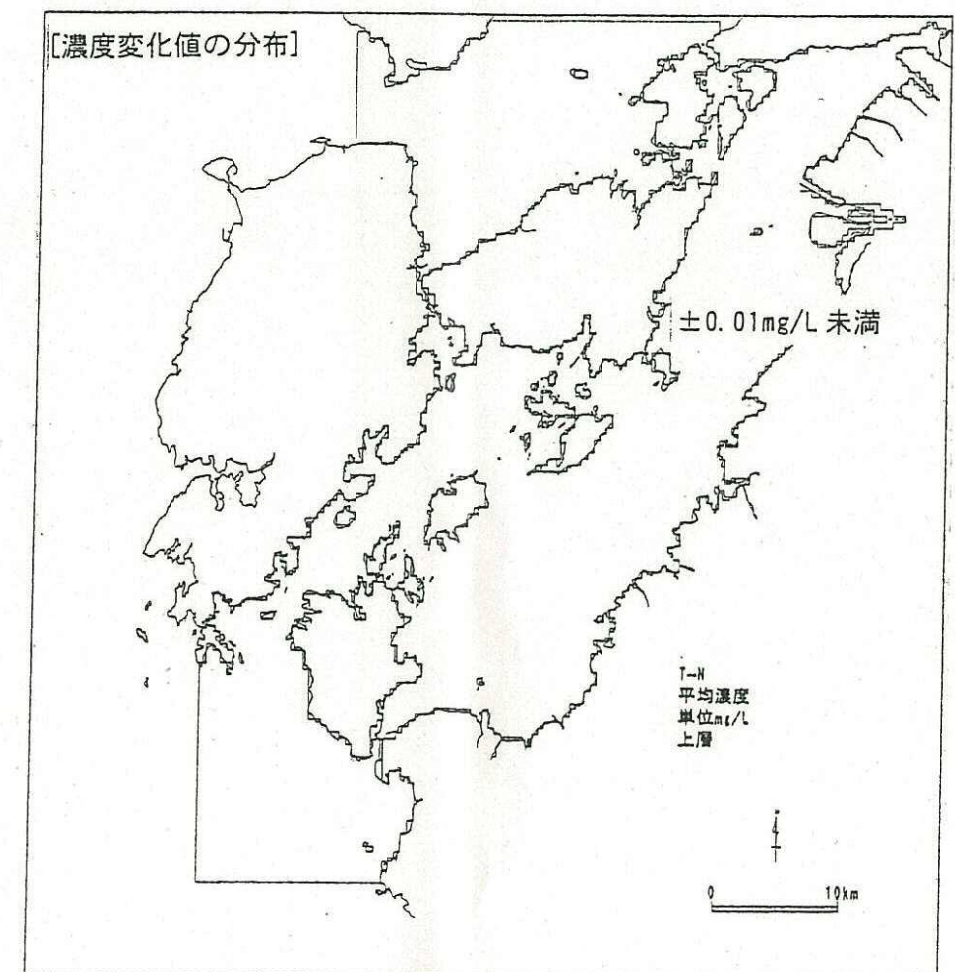
別添資料 19 ポーレンバイダーモデルによる予測

[濃度変化値の分布]

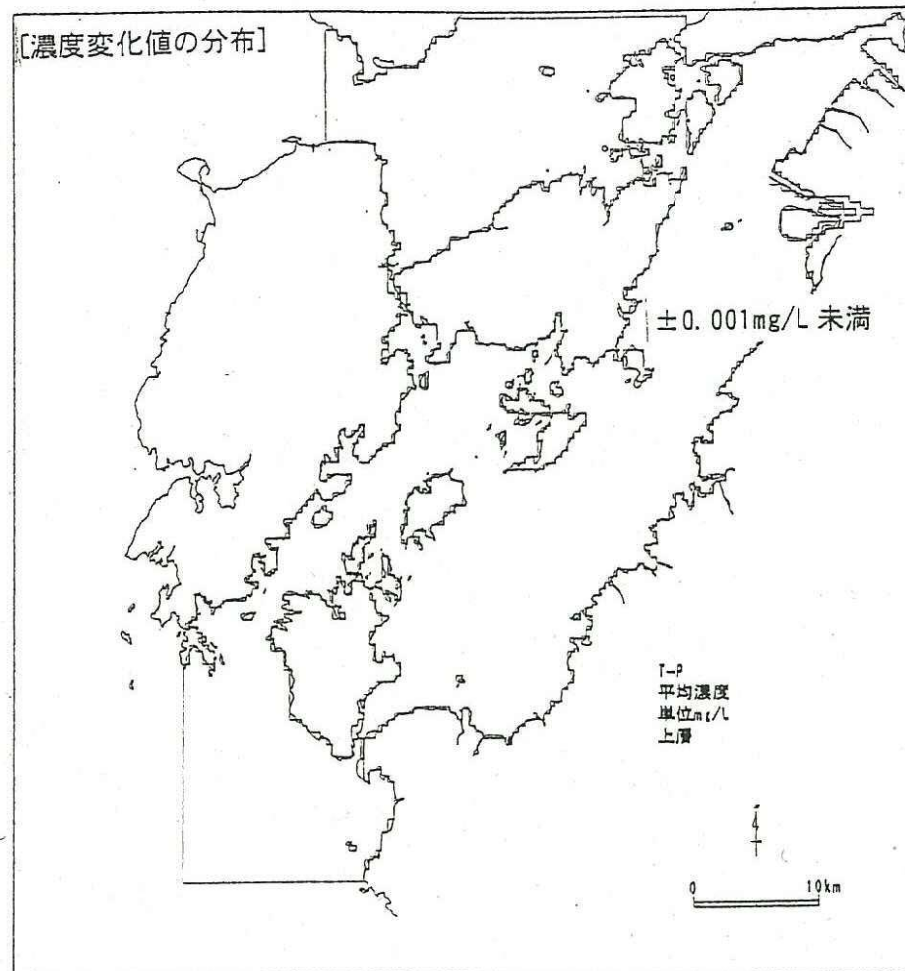


別添資料 20(1) 川辺川ダムの有無による夏季平常時の予測水質濃度変化値 (COD)

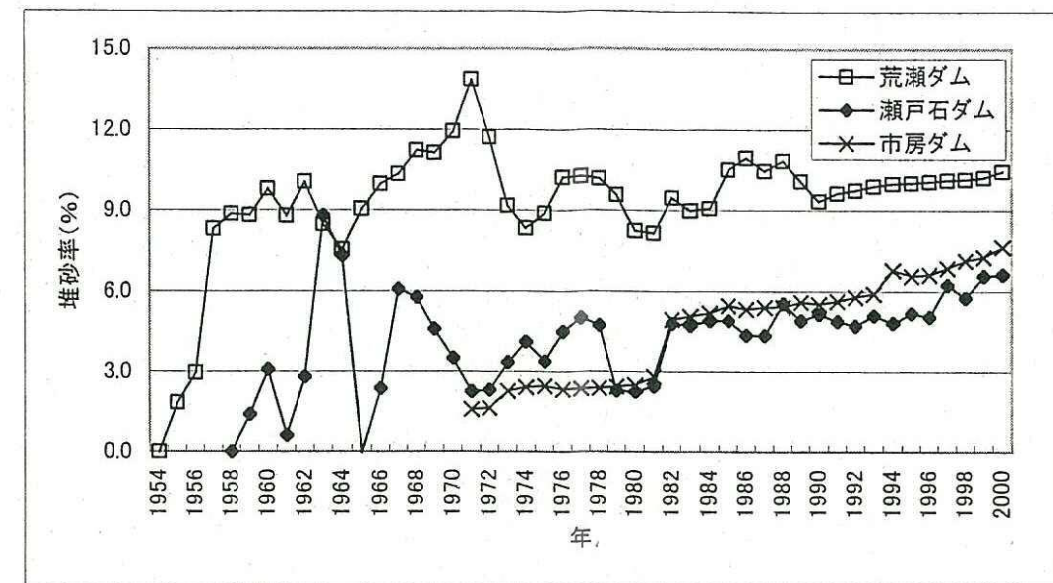
[濃度変化値の分布]



別添資料 20(2) 川辺川ダムの有無による夏季平常時の予測水質濃度変化値 (T-N)

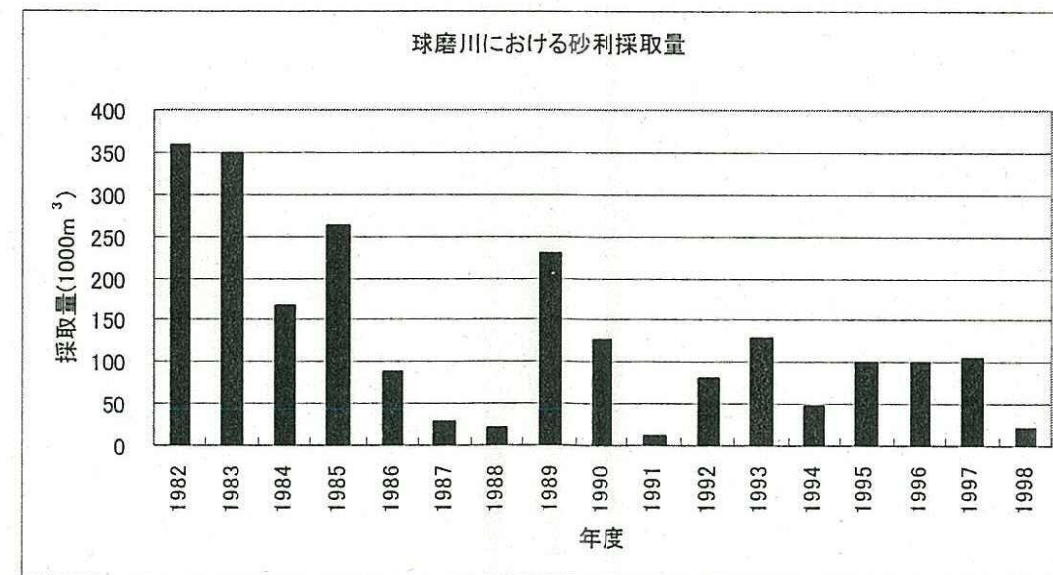


別添資料 20(3) 川辺川ダムの有無による夏季平常時の予測水質濃度変化値 (T-P)



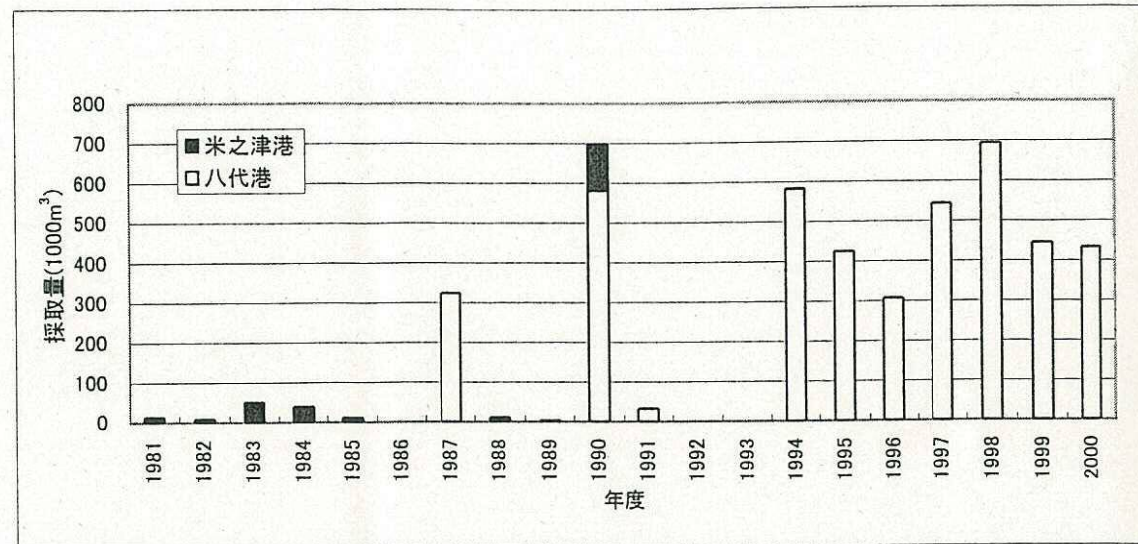
備考) 総貯水容量は荒瀬ダムが10,137千 m^3 、瀬戸石ダムが9,930千 m^3 、市房ダムが40,200千 m^3 である。

別添資料 21 既設3ダムにおける堆砂率の経年変化



出典：国土交通省資料より作成

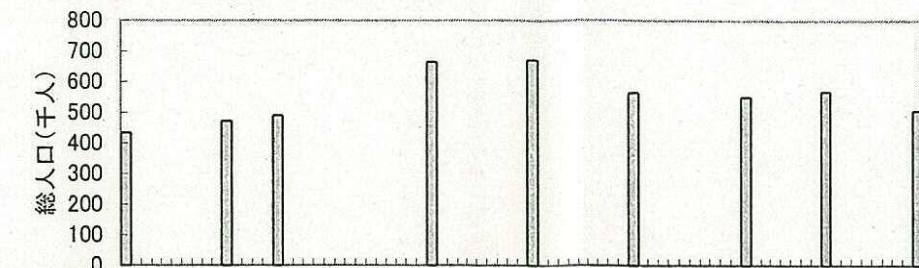
別添資料 22 球磨川における砂利採取量



出典：国土交通省資料より作成

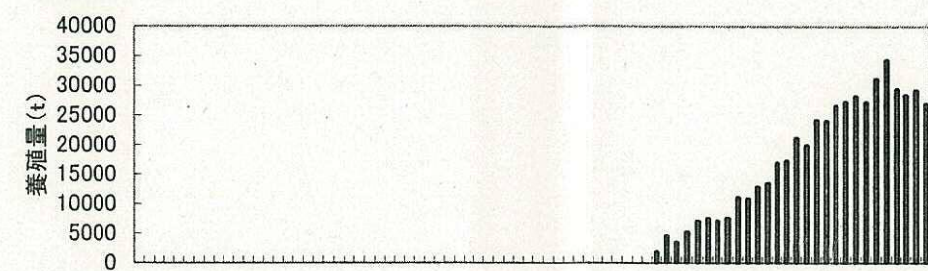
別添資料 23 八代港周辺での航路浚渫土砂量

【八代海流入河川流域人口(熊本県)】



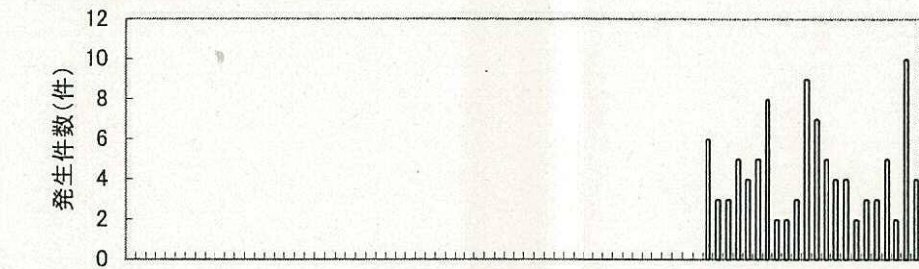
(出典)
熊本県統計年鑑より作成

【養殖量】



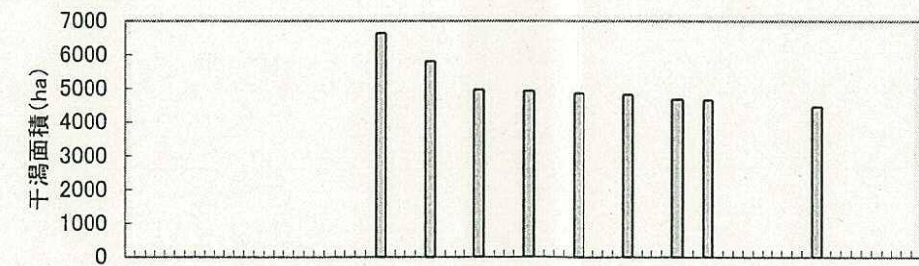
(出典)
熊本県農林水産統計年報
鹿児島県農林水産統計年報
(1972～1999)より作成

【漁業被害原因赤潮発生件数】



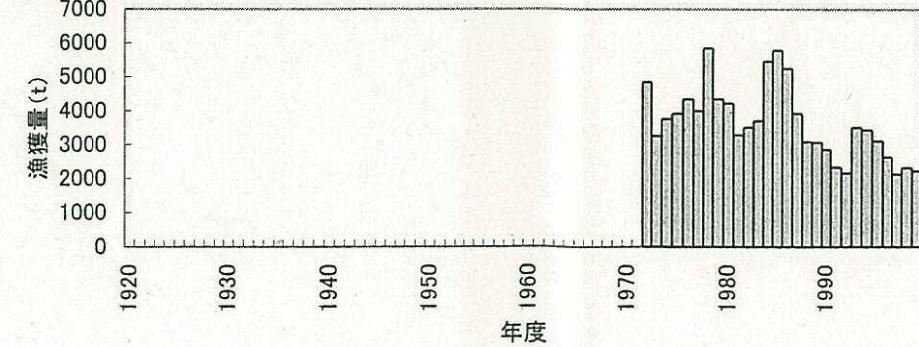
(出典)
九州西部海域の赤潮
九州海域の赤潮
(1978～1999)より作成

【干潟面積】



注：干潟面積は1989年の現存面積に各年の消滅面積を足したものである。
(出典)
日本の干潟、藻場、サンゴ礁の現況 第一巻干潟(1997、環境庁)
第二回自然環境保全基礎調査報告書(1980、環境庁)より作成

【沿岸性魚介類の漁獲量(漁船漁業)】



注：沿岸性魚介類は、ふぐ、すずき、ほら類、くろだ、にべぐち類、かれい類、えび・かに類、貝類の漁獲量の合計
(出典)
熊本県農林水産統計年報
鹿児島県農林水産統計年報
(1972～1999)より作成

別添資料 24 八代流域・海域環境の経年変化

別添資料 25 既存の計画・取り組み

<県の計画>

熊本県	1. 熊本県総合計画（パートナーシップ21くまもと） 2. 熊本県環境基本指針・熊本県環境基本計画 3. 熊本県有明海・八代海再生に向けた総合計画
鹿児島県	4. 21世紀新かごしま総合計画 5. 鹿児島県環境基本計画

<漁業者の取り組み>

海岸・港内清掃	出水漁協、東町漁協、長島町漁協、阿久根市漁協、黒之浜漁協 等
海底清掃	姫戸漁協 等
養殖場の水質・ 底質のモニタリング	東町漁協
環境保全型複合養殖	東町漁協

1. 熊本県総合計画 「パートナーシップ21くまもと」(抜粋)

県では、県民共通の指針として、平成5年に熊本県総合計画を策定し、「ゆたかさ多彩『生活創造』くまもと」を基本目標として取り組んできましたが、21世紀を目前に控えた今日、本県を取り巻く社会経済情勢は大きく変化しています。そこで、こうした時代の変化に対応し、21世紀における県勢発展の礎とするため、新たな総合計画の策定を行うこととしました。

計画の性格と役割	「ゆたかさ多彩『生活創造』くまもと」を基本的には継承しつつも、社会経済情勢の変化に対応するため、中長期的な視野から21世紀初頭における熊本県のあるべき姿を展望し、県をはじめとした行政機関、県民や企業、団体などが一体となって何に取り組むべきかを示した県民共通の指針であるとともに、県が推進すべき重点施策を掲げた県政運営の基本となる。
計画の期間	平成12年～平成22年（西暦2010年）
基本目標	・新世紀を拓く産業が息づくくまもと ・新世紀を支える基盤が充実するくまもと ・新世紀に生きる「ひと」が輝くくまもと ・次の世代へ継承する豊かな環境をはぐくむくまもと ・新世紀とともに築く「協働社会」くまもと

○地域ごとの振興計画

地域ごとの振興計画では、それぞれの地域がめざす発展方向を明らかにし、県民、NPO、企業、市町村、県などが協働して地域を振興していくために、「11の郷（くに）づくり」を提唱し、県土全体として調和のとれた個性ある発展をめざします。

(八代海沿岸市町村を含む地域のみ抜粋)

地域	振興計画	環境関連項目（抜粋）
宇城地域	・安全で快適な「生活」づくり ・誇りあるふるさとづくり ・力強い産業づくり	・自然環境の保全 ・地域特性に対応した農林水産業の展開
天草地域	・観光振興によるまちづくり ・福祉振興によるまちづくり ・広域・連携による事業の推進	・天草の自然、農林漁業、歴史文化を生かした体験型観光振興 ・環境の保全・再生
八代地域	・南九州の流通拠点づくり ・魅力いっぱい八代農業の推進 ・県南拠点のオアシスづくり	
水俣・芦北地域	・環境先進モデル地域づくり ・水俣・芦北地域のくらしを守り育てる	・環境にやさしいライフスタイルの創出 ・環境をベースにした新たな交流の推進 ・環境技術の開発導入 ・不知火海の保全と利活用

2. 熊本県環境基本指針・熊本県環境基本計画

県では、平成2年10月、全国に先駆けて「熊本県環境基本条例」(以下「条例」という。)を制定し、環境政策の基本理念や県、事業者及び県民の責務、県の施策の基本的事項を規定した。

また、条例に基づき、平成3年11月に「熊本県環境基本指針」(以下「基本指針」という。)を、平成8年12月に「熊本県環境基本計画」(以下「基本計画」という。)を策定し、理念や目標、取組の方向など、環境の保全・創造に向けた基本的事項を明示した。

これまで、この基本指針・基本計画に沿って施策を推進し、フォローアップとして、毎年、目標に向けた施策の進捗状況を点検し、その結果については、熊本県環境政策推進本部及び熊本県環境審議会に報告するとともに、県の環境白書等により公表してきたところであるが、「環境立県くまもと」の形成に向けたシナリオを明らかにする必要があること、また、基本指針(概ね10年を目処)の策定から9年が経過し、基本計画(平成8～17年度対象)の中間見直しの年に当たることから基本指針及び基本計画を併せて見直した。

主要課題及び対策について(抜粋)

○水環境の改善

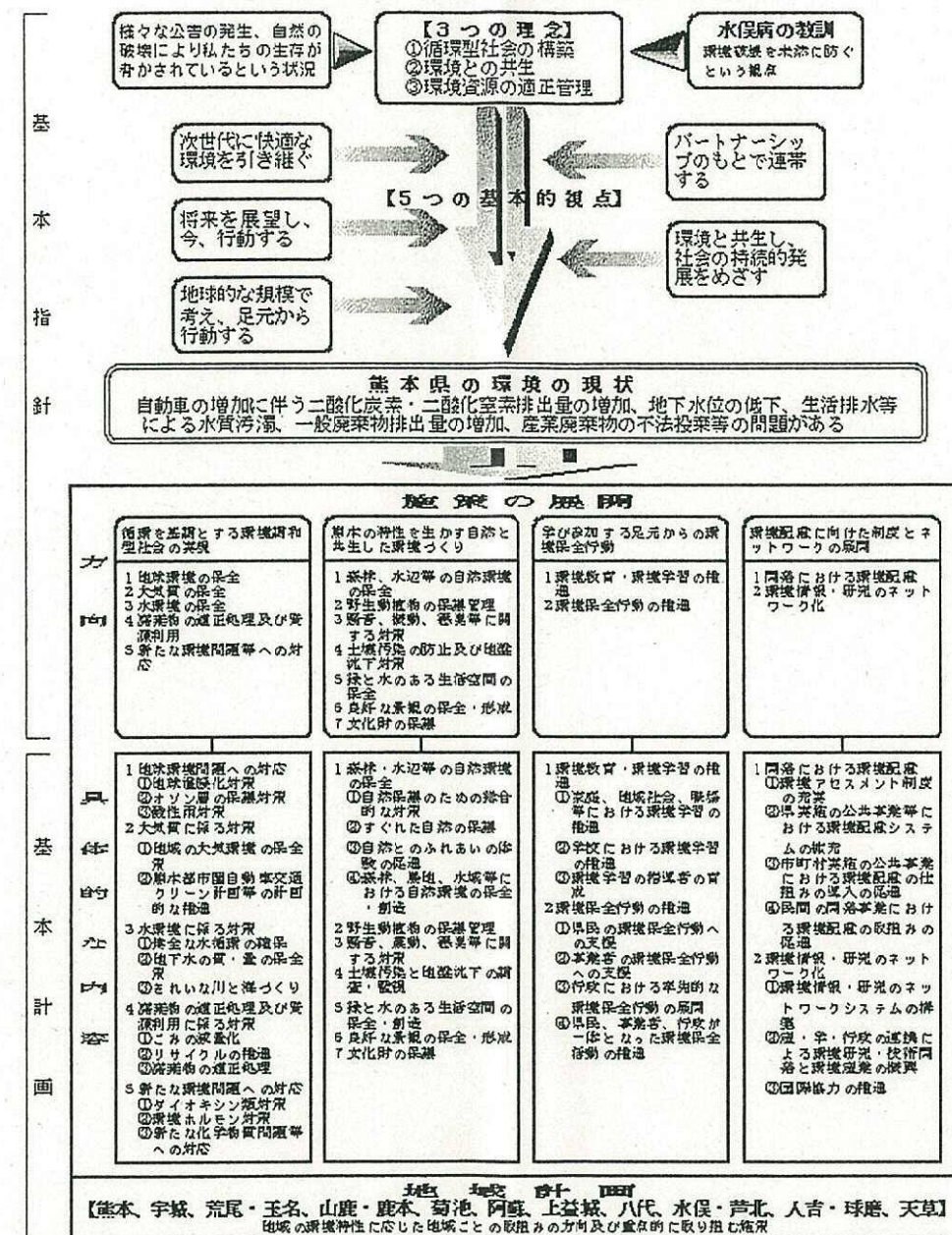
<現状・問題点>

- ・地下水位の低下、硝酸性窒素汚染の全県的広がり、濃度の上昇。
- ・都市部の中小河川で水質の改善なし。
- ・有明海、八代海等で赤潮の発生等。

<重点対策>

- (1) 地下水について、水質・水量の一体的な保全を図る。
- (2) 河川・海域等水質の総合的な保全を図る。
 - 公共下水道、流域下水道、農業集落排水施設、合併処理浄化槽等生活排水処理施設の整備の促進
 - 隣県や関係機関との連携による有明海・八代海の保全策の実施
 - 窒素・リン等の富栄養化物質の削減対策の検討
 - 堆きゅう肥の流通体制の整備等による自然循環型農業の推進

環境基本指針及び環境基本計画概念図



快適な環境の保全・創造

環境立県くまもと
県民、事業者及び行政があらゆる活動を展開するに当たって、環境への配慮を当たり前のこととして行う循環と共生を基調とする社会

3. 熊本県有明海・八代海再生に向けた総合計画（抜粋）

かつて「宝の海」「豊穡の海」といわれた有明海・八代海は、近年、大規模な赤潮が発生したり、漁業生産の低下等がみられる。これらの海域環境変化の要因については、藻場・干潟域の減少、沿岸域の開発、流域の生活・産業排水等による富栄養化の進行、河川形態の変化、洪水時の河川等からの土砂等の大量流入、台風や海流の変動等による海水温の変化や潮流の変化など様々な原因が挙げられている。

有明海・八代海の再生に向け熊本県として実施する有明海・八代海的环境保全及び水産資源の回復に向けた当面の対策、効果的な環境監視体制の整備等について以下のように取りまとめた。県として当該対策等について総合的かつ計画的に取り組むこととしたい。

有明海・八代海の現状	
問題点	考えられる要因
赤潮の異常発生	・ 異常気象 ・ 海域の富栄養化（生活排水等陸域からの負荷、干潟等による自然の浄化能力の低下、養殖漁業等による海域への直接的な負荷 等）
水産資源の減少	・ 魚介類の産卵・生育の場である干潟や藻場の減少 ・ 潟等の沿岸域の底質の変化 等



本県において現段階で講ずべき対策	
赤潮発生をもたらす等海域への環境負荷を抑制するための環境保全策	・ 生活排水対策等の強化による窒素、リン等の削減 ・ 自然界の浄化能力の維持・向上 ・ 海域における直接的な負荷の低減 ・ 赤潮発生のメカニズムの解明及び防除技術の開発
水産資源の回復のための環境保全策	・ 藻場・干潟の保全 ・ 沿岸底質等の改善
水産資源の回復のための増殖等の施策	・ 漁場の整備 ・ 漁場環境に応じた持続的養殖生産の推進 ・ 資源増殖、漁場環境改善等に関する調査・研究の充実・強化 ・ ダムの有効活用等による河川流量の調整
有明海及び八代海の効果的な環境監視及び水産研究体制の整備	・ 海域の総合的な環境調査・分析及び常時監視並びに水産研究等を行う新たな機関の設置 ・ 閉鎖性海域の環境評価の方策の検討

4. 21世紀新かごしま総合計画（抜粋）

本県においては、平成2年6月に、西暦2001年を目標年次とする総合基本計画を策定し、この計画を県政運営の基本とし、これに基づき、戦略プロジェクトをはじめとする施策・事業の計画的推進に取り組んでいます。

これまでの施策・事業の推進により県政は着実な前進が図られてきていますが、一方で、本県を取り巻く今日の社会経済情勢は、少子・高齢化の進行、国際化や高度情報化の進展など大きく変化しており、こうした時代の変化に的確に対応した県政の推進が求められています。

また、21世紀の新しい時代の流れに対応しつつ、長期的展望に立って、県勢発展の新たな展望を切り開いていくべき重要な時期となっています。

このような状況を踏まえ、新たな視点・発想から21世紀において本県の進むべき方向、課題、基本的施策を明らかにするため、県民をはじめ各界各層の意見を踏まえ、広く英知を結集し、平成13年度を初年度とする長期計画を策定するものです。

計画の性格と役割	21世紀における新たな時代潮流に対応し、長期的展望に立って、本県が目指すべき将来の目標を明らかにするとともに、その実現に向けた展開方策を示すものであり、県民をはじめ市町村や民間企業等と一体となて、21世紀の新しい鹿児島を創造するための今後の県勢推進の基本となる。
計画の期間	平成13年度～平成22年度
基本理念	共生ネットワークで築く心豊かで活力あふれる「かごしま」
計画の目標	・ 共に築く健やかで心豊かな快適生活県「かごしま」 ・ 多彩なネットワークでつくる創造性豊かな産業圏「かごしま」 ・ 交流連携で伸びゆく魅力あふれる南の拠点「かごしま」

○地域別振興方策

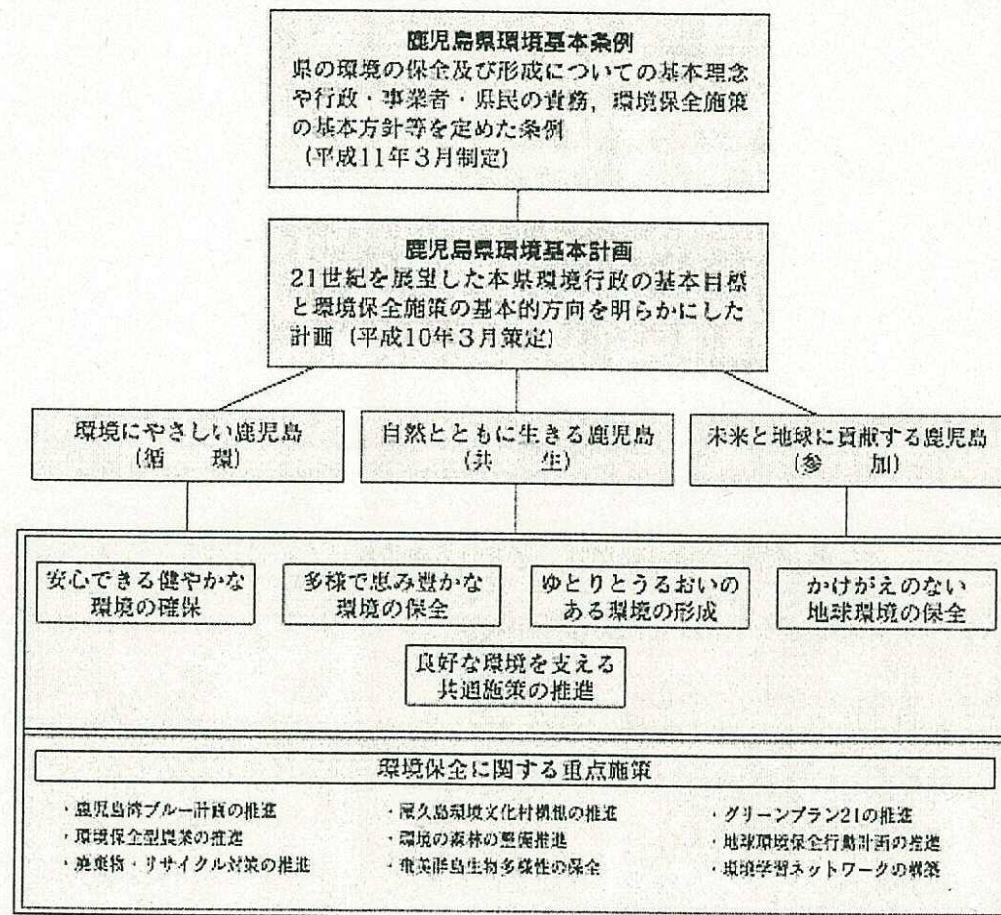
（八代海沿岸市町村を含む地域のみ抜粋）

地域	取り組み	環境関連項目（抜粋）
北薩地域	・ 健やかで個性豊かなくらしと活力ある地域の創造 ・ 新たな時代を担う多彩な人材の育成 ・ 創造性あふれ力強く伸びゆく産業の振興 ・ 人と自然が共生する環境にやさしい社会の実現 ・ 国内外に広がる交流ネットワークの形成	・ 水質等の監視体制の充実や規制強化等 ・ 公共下水道、合併処理浄化槽及び集落排水施設等の整備の促進 ・ 県民、事業者、関係市町村、団体等と一体となった地域環境の保全 ・ 廃棄物の減量化・リサイクル、適正処理の促進（情報提供、普及啓発 等） ・ 雲仙天草国立公園や各県立自然公園等の優れた自然の保全 ・ ツルやウミガメの保護など多様で豊かな自然生態系の保全 ・ 地球環境の保全に向けた行動を展開するため、民間団体や事業者団体、市町村等で構成する推進組織を設置し、「環境を大切にする県民運動」の推進

5. 鹿児島県の環境基本計画

県では、本県の自然的社会的特性に十分配慮した環境保全施策を明らかにし、県はもとより市町村、事業者、県民・民間団体など全ての主体が一体となった取組を総合的かつ計画的に推進するため、健やかでうるおいのある豊かな環境を目指して「鹿児島県環境基本計画」を策定します。

この計画は、本県環境の保全に向けて、各主体が責任と自覚をもって取り組んでいくため、21世紀を展望した本県環境行政の基本目標を示すとともに、環境保全施策の基本的方向を明らかにするものです。



「鹿児島の環境」(H13年度版環境白書)より

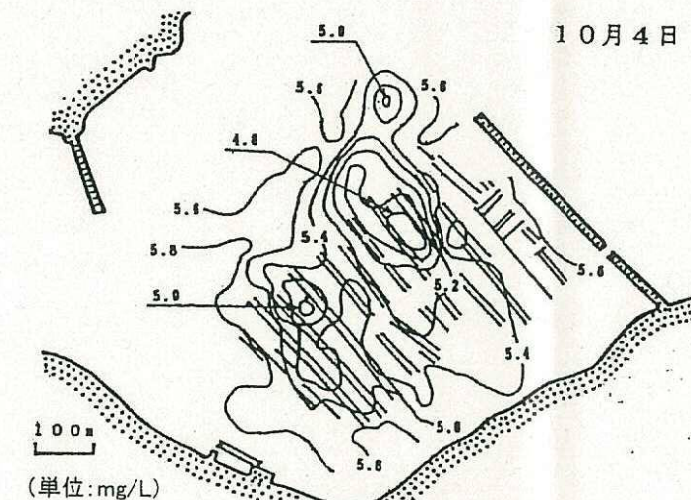
漁業者自らの取り組み

養殖場の水質・底質のモニタリング(養殖天気図の作成)

・鹿児島県東町漁協

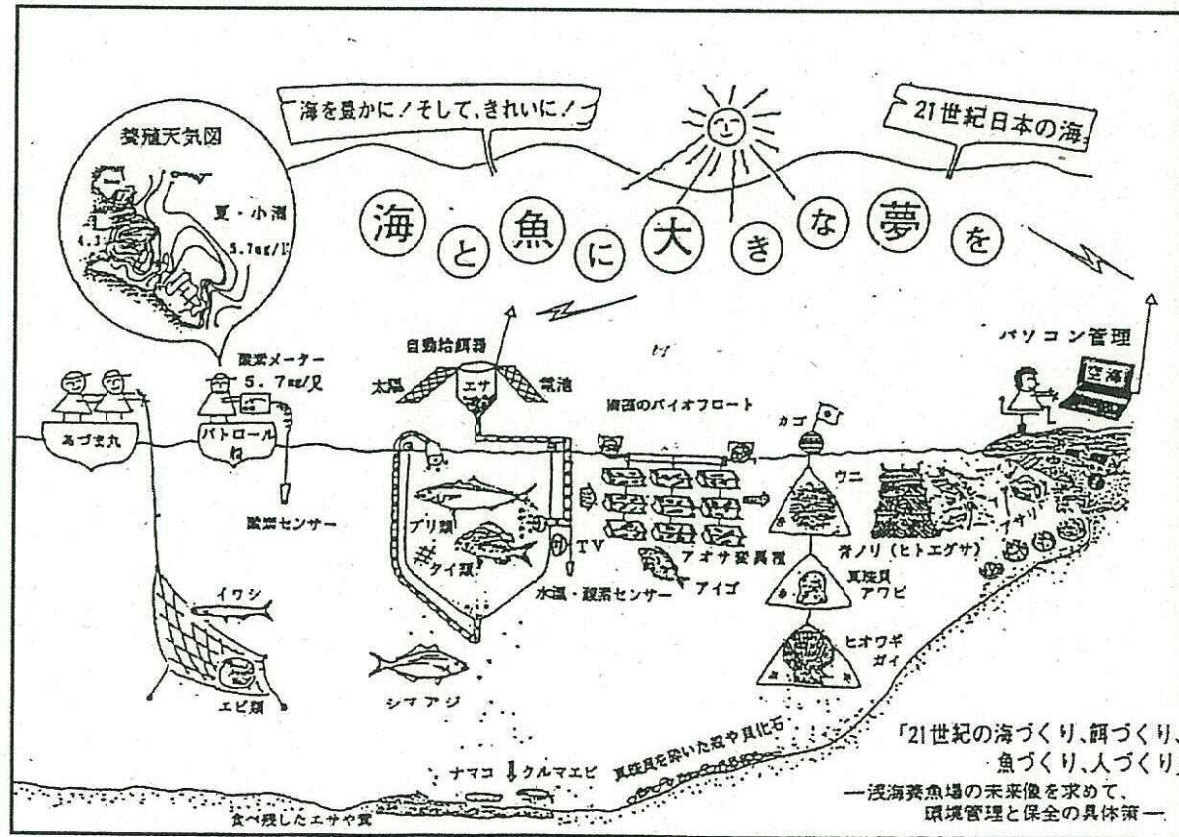
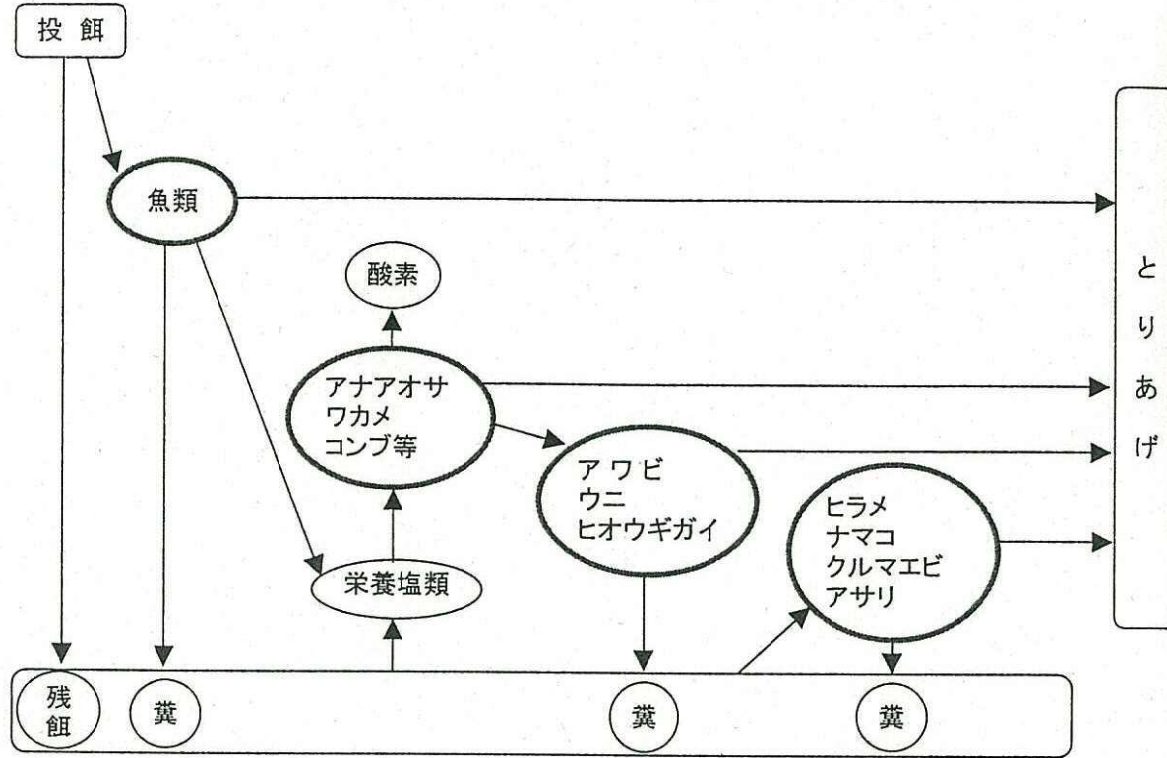
大学との共同研究で、1983年以来毎年8～9月期の小潮期に全養魚場の水質(溶存酸素)および底質(全硫化物量)を測定し、養殖漁民にわかりやすい環境情報を提供している。養殖天気図とは、養殖場全体の水質の溶存酸素濃度や底質の全硫化物量の水平・鉛直分布図のことである。

溶存酸素や全硫化物のモニタリングならびに養殖天気図の作成によって漁場の環境特性と推移を把握し、日常の養殖管理に役立てている。



環境保全型複合養殖
・鹿児島県東町漁協

大学と共同研究で、「複合養殖」が試みられている。
魚類養殖における余剰負荷を有効利用し、海藻養殖、ナマコ、エビ等の放流（増殖）を組み合わせることによって、高い生産性を得るとともに、生態系が持つ浄化能力（海藻類による水質浄化、底生生物による底質浄化等）を利用した漁場環境の改善に取り組んでいる。



環境保全型複合養殖

別添資料 26(1) 漁業代表者からの保全対策の提案 (2002年5月15, 20日 聞き取り結果)

分類	流域対策	生活・産業	保全対策メニュー等	北部			南部	西部
				第三部会	第四部会 (八代漁協)	第五部会	第四部会	第六部会
栄養塩負荷の削減	流域対策	生活・産業	生活排水、農業排水の改善	○	○		○	○
		河川	河川工事の濁り流出防止		○			
		ダム	既設ダムの水質改善に対する抜本的対策	○	○			
			漁場保全のための河口部付近における河川流量の確保		○			
干潟・藻場等の保全・再生	底質の改善		浚渫、固形化			○		○
			養殖場の底質改善					○
	養殖負荷の削減		養殖負荷の削減			○	●	
			砂利採取の制限		●			
	干潟の保全・再生	砂利採取の制限	砂利採取の制限		○			
			土砂供給		○			
			干潟の保全			○	○	
			砂浜の保全				○	
	藻場の保全・再生	藻場の再生	干潟の造成					
			天然藻場の保全	○	○			
埋立護岸に環境創造型の採用			○			○		
人工藻場の造成						○		
漁場環境の改善	流域	ゴミ問題の啓発						
		海底清掃				○		
		海域	埋立の抑制、海域影響に対する改善			●		
		漁獲制限（乱獲防止）	○		○	○	○	
水産振興策	漁業管理					●		

注) ○は漁業者から挙げられた要望。その内、●は対策を行っているものを示す。

別添資料 26(2) 漁業代表者からの保全対策の提案 (2002 年 5 月 15, 20 日 聞き取り結果)

分類			保全対策のメニュー等	ヒアリング内容
栄養塩負荷の削減	流域対策	生活産業	生活排水、農業排水の改善	農家の除草剤により、2～3年で藻場が無くなった。藻場がある頃は、サヨリ、イカが産卵に来て、良くとれた。
				既設のダムの影響だけでなく、生活排水の影響も大きいのではないか。
				生活排水（合成洗剤）とゴミを流さないの2点が対策として重要である。その他は生活に必要なものである。ナイロン、空き缶が流されてくるのが一番の問題である。
				環境悪化の原因は生活排水が主だと思う。排水規制も法律ができれば可能ではないか。
		河川	河川工事の濁り流出防止	氷川の工事をみていると濁りが流れてくるのが分かる。
		ダム	既設ダムの水質改善に対する抜本的対策	既設ダム（荒瀬・瀬戸石ダム）の対策を考えなければならない。既設ダムでは、ガスも湧き、赤潮やアオコ等の異常発生により水は悪くなる。
				市房ダムの濁りの対策（水の色が違う）を何とかして欲しい。
	川辺川ダムが清水（生きた水）を流しても（下流の）既設ダムでは赤潮発生しており相殺される。既設ダムが一番の問題ではないか。			
		河口部付近における河川流量の確保	上流の利水により、下流域は冬場に渇水状態にある。水が無いため、海水交換作用や浄化作用が行われなくなっており、農業等で必要の無いときは海に流して欲しい。	
	底質からの溶出負荷削減		底質改善（浚渫、固形化）	浚渫土砂の捨て場がない。
			底質改善は莫大な費用がかかり難しい。本渡地区では底質を固めるものを使って行ったことがあるが結果は聞いていない。また、この結果が良いからみんなやりなさいという所まで行っていない。補助事業でできればと思う。保全措置法ができれば補助事業になるのではないかと考えている。	
			底質改善は浚渫が一番望ましいが、浚渫土砂を受け入れてくれる所がない。固める方法が良い。ガスの発生を押さえられる。	
養殖負荷の削減	養殖場の底質改善		真珠養殖も（底質を）汚染させているのではないか。糞や現場での貝掃除のクズがたまっているのではないか。魚類よりはいいと思うが。	
			餌によって負荷量は変わるが、最近では、青物のカンパチ、シマアジ（赤潮に弱く、餌を多く食べる）からタイ（赤潮に強く、餌は青物に比べて食べない）に魚種が変わってきていることから底質改善の問題はあるが養殖負荷は減るのでないか。増えはしないと思う。	
	養殖負荷の削減		保全対策は養殖場の問題もあり、漁業者自らが取り組んで行かないといけない。	
			現在では、生餌は高くつき、EP（ドライペレット）に変わってきている。	
養殖業界には負荷削減の（県からの）指導はない。元々生餌を用いていたが、今は配合飼料を使っている。指導を受けて行ったのではなく、自主的に行っている。指導を受けていればもっと早く改善できたと思う。				

別添資料 26(3) 漁業代表者からの保全対策の提案 (2002 年 5 月 15, 20 日 聞き取り結果)

分類			保全対策のメニュー等	ヒアリング内容
干潟・藻場等の保全・再生	干潟の保全・再生	砂利採取の制限	砂利採取の制限	八代漁協では砂利採取をやめた。
		土砂供給	既設ダムの土砂供給に対する抜本的対策	電力需要が一番少ない時期に堆砂を流せば良いのではないかな。3～4 日で流れるのでは。
				既設ダムのきれいな砂をうまく吐き出せれば望ましい。
		干潟の保全	河口（干潟）のヘドロ化	荒瀬ダムでは、砂が残り、シルトが流れてくる。アサリはガタだけでは沈み窒息死する。上流から砂とシルトと一緒に流れて来れば大丈夫である。出水前の干潟は砂の状態だが、出水後は歩けないくらい泥が多くなる。
				漁場自体が変わってきた。泥の部分が多くなって（砂を好む）クルマエビの漁場が減り、（泥にすむ）ヨシエビが多くなった。ヨシエビの価格はクルマエビの 1/3 である。
		砂浜の保全		八代海の魚は球磨川河口及び大築島で産卵し、大きくなる。そこにヘドロがたまっている。
				河川（河口部）のヘドロが一番問題である。
		干潟の再生	干潟の造成	本当の渚でないとダメ、不純物がいつまでも漂っている。
				昔（若い頃）は、隣の地区にきれいな砂浜があった。裸足で歩けたが、今は砂が減り大きな石ばかりで裸足で歩けない。ここ 30 年くらいで大きく変わった。
	藻場の保全・再生	藻場の保全	天然藻場の保全	八代海の再生が第一である。漁場の造成を含めて、アサリの生息地を作るということは一番でっとうり早く、アサリは浄化能力が高い。また、ヨシ・アシを増やすことも、これらには浄化能力があり、魚もよってくる。少しでも（八代海を）良い状態にしたい。
				人工干潟は大いにお願ひしたい。
				人工藻場より、自然の藻場でないとダメである。藻場があれば魚は増える。
				藻場は河川水の流入してくる所にできていた。そこに作るのが自然である。外海に面している所（牛深等）では人工藻場も効果があるかもしれない。
		藻場の再生	埋立護岸に環境創造型の採用	藻場を人工的に作っても産卵はしない。条件が整わない場合は逆に邪魔になる。
				自然は自然として活かしたほうが良い。天然に生える場所に人工藻場を設置しても意味がない。
		人工藻場の造成		大築島の埋立については、工事会社と環境保全等のための勉強会を行った。また、関空にも見学に行った。
				コンクリートを使わないで自然石を用いた方法を考えて欲しい。
				人工藻場を造成して頂けると助かる。要望したかったことであり、特にアマモが良い。試験を行っているが根付かない。透明度が問題ではといわれている。
				藻場造成の委員会を作って、何とかしようと勉強を行っている。

別添資料 26(4) 漁業代表者からの保全対策の提案 (2002年5月15,20日 聞き取り結果)

分類		保全対策のメニュー等	ヒアリング内容
漁場環境の改善	流域	ごみ問題の啓発	生活排水（合成洗剤）とゴミを流さないの2点が対策として重要である。その他は生活に必要なものである。ナイロン、空き缶が流されてくることが一番の問題である。
	海域	海底清掃	(海の) ゴミはとった後の処理が問題である。ダイオキシンの問題があり燃やせない。
		埋立の抑制、海域環境に対する改善	海底清掃を行うとハッキリ漁獲高にでてくる。 海底に沈んでいるゴミの問題の方が先ではないか。海が最終処分場になっている。それをやるといふなら漁業者は一生懸命やる。 藻場があれば魚は増える。大築島の南側を埋め立てというのが影響が大きい。 大築島は、魚が集まるいい漁場であり、大築島の埋立については、天草では関心が高い。西側の埋立の影響はある。 大築島の埋立の環境汚染の影響は大きいのではないか。
水産振興策	漁業管理	漁獲制限(乱獲防止)	乱獲を押さえることに取り組んでいる。漁民の方々は昔はとることしか頭になかったが、今は漁獲制限も考える方向にある

3. 八代海域環境保全の基本方針

別添資料 27 (1) 保全対策メニュー

水 質 保 全		
栄養塩負荷の削減	流域（流入負荷削減）	排水処理施設の整備 生活排水処理施設整備計画の策定・調整 排水処理施設の整備 （下水道、農業集落排水施設、漁業集落排水施設、合併処理浄化槽、家畜糞尿処理施設等） 高度処理
		規制の強化 生活排水対策重点地域指定の拡大 小規模し尿処理施設に対する規制の強化 水質汚濁防止法に係る上乗せ排水規制の見直し 生活環境保全条例での横だし規制見直し 濃度規制、総量規制
		環境保全型農業の促進 減農薬・減化学肥料栽培の普及促進、農業施肥の適正化堆肥の利用・生産・流通の促進等
	海域（養殖負荷削減）	適正な養殖管理 漁場改善計画の策定、適正給餌
		複合養殖 残餌・余剰栄養塩の除去
		化学薬品の削減
浄化能の増強	河川	多自然型工法の導入 礫間接触浄化
	ダム	選択取水、清水バイパス、沈殿池 ダム湖内の水質浄化 曝気循環、底泥の浚渫
	海域	藻場・干潟等による自然浄化
		外郭施設等の改良、水質浄化施設 海水交換型防波堤等
底質の改善	海域	汚泥浚渫、堆積物除去
		底質改良剤の散布
		耕耘
		覆砂
その他	各種工事に伴う河川の汚濁防止	
	河川、ダムにおける巡視	
	河川、ダムにおける塵芥処理	
	清掃活動の後援	
	河川流量の確保	

別添資料 27(2) 保全対策メニュー

流砂系保全			
流砂系保全	土砂管理	ダム	排砂施設、貯砂ダムの設置
			堆積土砂の掘削
	砂利採取の制限	河川	砂利採取の削減
		海域	海砂利採取の適正管理 (監視の強化、採取量の縮小・廃止等)

漁場環境保全			
干潟・藻場の保全・再生	底質改善	海域	覆砂
			耕耘
			作潒
			汚泥浚渫、堆積物除去、清掃
			底質改良剤の散布
	干潟の保全	海域	開発行為における環境配慮
			水産動植物の採捕禁止区域の設定・管理
			自然環境保全地域の指定
			干潟造成
	干潟の再生	海域	ヨシの植栽
			藻場の保全
	藻場の保全	流域	水源かん養林等の整備
		ダム	河川流量の調節(栄養塩の継続的な供給)
		海域	開発行為における環境配慮
			水産動植物の採捕禁止区域の設定・管理
養殖場の底質改善	藻場の再生	海域	自然環境保全地域の指定
			外郭施設の改良(緩傾斜護岸等)
			藻場造成
			養殖場の底質改善
その他		海域	餌の改良
			漁場の分散
			ノリ養殖の酸処理剤の適正使用

別添資料 28 モニタリングの考え方

1. 定期調査の考え方

八代海及び流域河川の今後のモニタリング(定期調査、総合調査、特定課題調査)のうち、定期調査については、これまで国土交通省、水産庁、熊本県、鹿児島県など複数の行政機関によって実施されている調査の範囲内で実施することが最も効率的であるが、現状においては、調査層、調査頻度、調査項目等の違いが生じている。そこで、調査の継続性と整合性を踏まえたモニタリング計画を策定する必要がある。また、水質やプランクトンは常に流動する環境場にあるため、定期調査のバックグラウンドを把握する上で、八代海の代表地点および代表層における常時観測データを取得する必要がある。モニタリング(定期調査)に当って必要と考えるモニタリング内容の考え方を整理した。

(1) 調査点

調査点は以下のとおり選定することが望ましい。

調査域	調査場所	考え方
海域	湾奥から湾口に向けての中央ライン上の調査点	特定負荷源からは離れており、湾奥から湾口にかけての、海域の特徴を捉える調査点。
	環境基準点	全窒素・全リンの環境基準点。
	監視地点	シミュレーションの結果から、栄養塩濃度が高い調査点。
	常時観測地点	定期調査のバックグラウンドを把握する調査点。
	河川下流域	八代海に流入する主要河川の水質を把握する調査点。 最下流の測点で感潮域ではない調査点を選定する。

注：ここでの河川モニタリング点は海域への影響を把握する観点で設定しているが、ダム湖内外での水質調査は、河川環境のモニタリングとしてそれぞれの管理者が実施することが望ましい。

(2) 調査層

水質調査層は以下のとおり選定することが望ましい。

区分	考え方
水質(毎月)調査	現在、浅海定線調査では5m層、公共用水域調査では0.5m層での調査が行なわれている。モニタリング(定期調査)点は、お互いの調査点を補完的に選定することが効率的であることから、調査層の整合性を図ることが必要である。
水質(毎季)調査	水質の鉛直構造の季節的な変化に対応して、各季節に1回は鉛直的な構造を把握するために多層での調査を行なうことが望ましい。
水質(常時)調査	定期調査との整合性を図ることが望ましい。

(3) 調査頻度

水質、底質、底生生物調査は、以下の頻度で実施することが望ましい。

区 分	考え方
水質調査	既存調査では、調査点によって異なっている。水質は短期的な変動も大きいことから、代表調査点においては、自動観測による連続測定(常時観測)を行なうとともに、面的な把握は、現在最も頻度高く調査が行なわれているケースに合わせて、月1回程度の調査を行うことが望ましい。
底質、底生生物	水質のように短期的な変動は少なく、水塊の鉛直構造や生物の生活サイクル等によって季節的に変動すると考えられる。このうち最も底質環境の悪化、底生生物生息環境の悪化が考えられる夏季の調査を実施することが望ましい。

(4) 調査項目

水質、底質調査は、以下の項目について実施することが望ましい。

区 分	調査域	調査項目	考え方	定期調査	常時調査
水 質	海 域	水温、塩分	河川水と海水の混合状態等の水塊の物理的な基本情報を把握できる。	○	○
		透明度	上層水質の汚濁の程度を把握できる簡易的かつ有効な指標となる。	○	
		pH、DO、COD	環境基準項目であり、生物にとって必要な水質環境、海水の汚濁の程度の指標となる。	○	
		T-N、T-P	環境基準項目であり、海域の富栄養化状況の指標となる。	○	
		DIN、DIP	植物プランクトンの増殖に必要な無機態の窒素・リンの濃度が把握できる。	○	
		クロロフィル a	植物プランクトン現存量の指標となる。	○	○
		濁度	赤潮、河川水の拡散、底泥の舞い上がりなどの指標となる。		○
		流向・流速	物質輸送を支配する。		○
	河川域	水温、Ec（電気伝導度）	水質の物理的な基本情報を把握できる。河川域における海水の混合状態を推定することができる（感潮域でやむをえず調査する時）。	○	
		pH、DO、BOD	環境基準項目であり、生物にとって必要な水質環境や水質の汚濁の程度の指標となる。	○	
		T-N、T-P	河川域の富栄養化の指標となる。	○	
		DIN、DIP	海域の植物プランクトンの増殖に必要な無機態の窒素・リンの濃度が把握できる。	○	
底 質	海 域	粒度組成、単位体積重量、含水率	底質の物理的な基本量を把握できる。	○	
		T-N、T-P、TOC	底質の有機物の蓄積量の指標となる。	○	
		硫化物	底生生物にとって有害な硫化水素存在量の指標となる。	○	

2. 総合調査の考え方

総合調査は、八代海の全体像を把握するために定期調査では把握できない八代海の細部の環境や累積的な環境の変化を5年に1度程度の頻度で調査する。

この際、本委員会で開催した調査を基本としつつ、定期調査で兼ねられる部分についてはデータを共有することによって、無駄の無い調査を行う。

総合調査としては下表に示す調査を行なうことが望ましく、調査の実施にあたっての考え方を整理した。

調査区分	調査内容
底質・底生生物調査	定期調査は、特定負荷からは離れた八代海中央ライン（湾奥～湾口に至る）での調査を中心に実施することから、沿岸域の調査点を加えて実施する。 調査は、定期調査と同様に底質環境が最も悪化すると考えられる夏季に行なう。
干潟詳細調査	定期調査では実施しないが、八代海では球磨川河口干潟は生物の成育、再生産の場として、また、水質浄化の場としても重要であり、5年に1度程度で底質、生物調査を実施する。
干潟・藻場調査	生物の成育、再生産の場として重要な干潟、藻場の分布状況について、定期的に資料を収集する。

3. 特定課題調査の考え方

定期調査及び総合調査を通して環境の著しい変化が認められた場合や、予期せぬ事態の発生またはその可能性がある場合（例えば大規模な赤潮の増大、漁業被害の拡大等）で、上記2つの調査で把握不可能な内容がある場合は、特定の課題を設けて原因解明を目的とした調査を実施する。

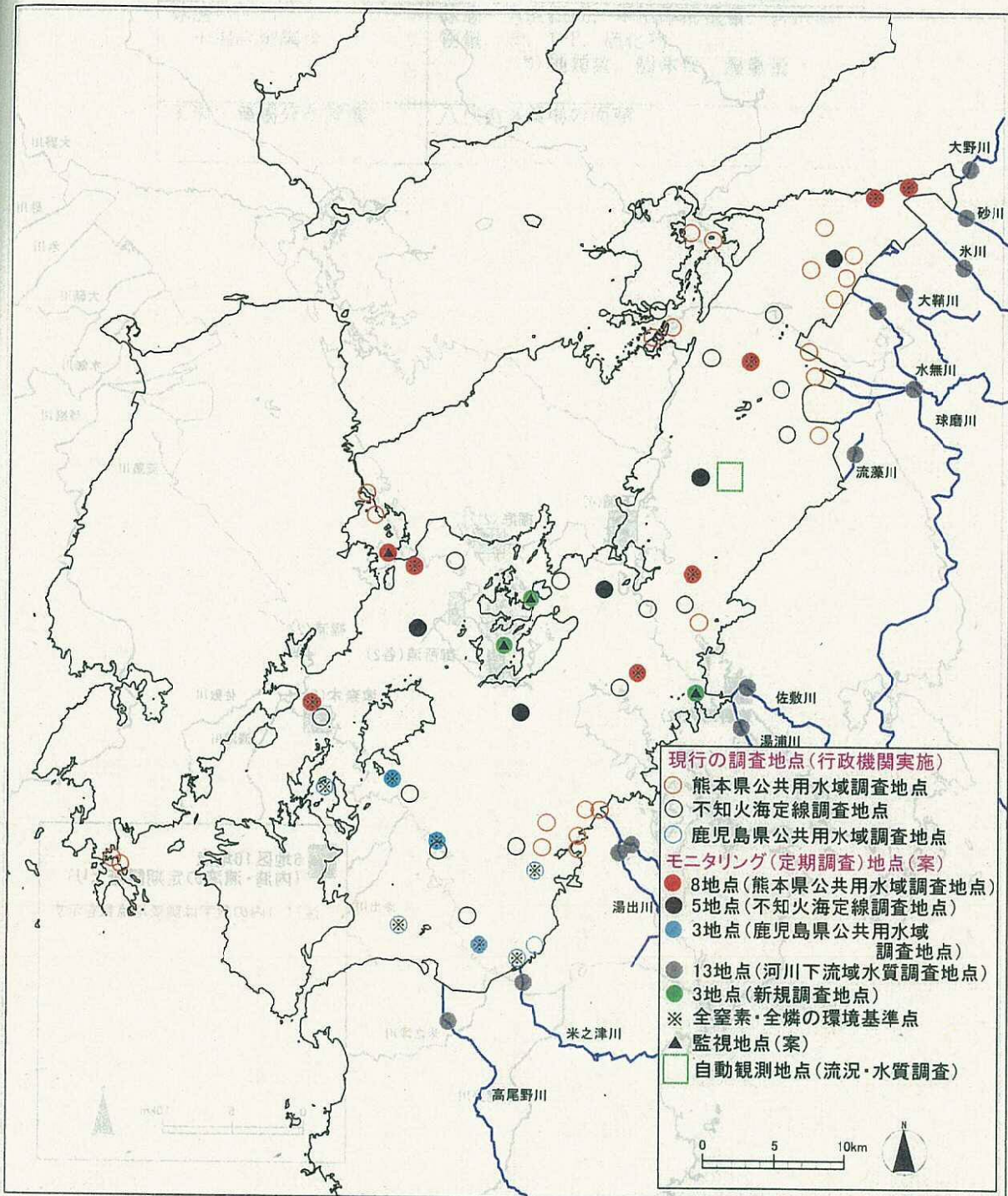
特定課題調査の実施にあたっては、本委員会検討した海域、河川での調査の考え方（下表参照）を参考に調査計画を検討することが望ましい。

調査区分	調査内容
海域 流況・水質調査	水質は経時的な変化が大きく、大潮、小潮や潮の干満によっても変化することを念頭において、月令や潮時の違いによる調査を行うことが望ましい。 水質分布は、流れによって既定される部分も大きいことから、水質調査と同時に流れの鉛直断面分布の調査を行い、各断面における水質フラックスを把握することが望ましい。
河川水質調査	河川水質は、その流下過程において、支川の合流、ダム等の構造物や流域からの負荷特性に従って変化すると考えられることを念頭において、調査点配置を検討することが望ましい。

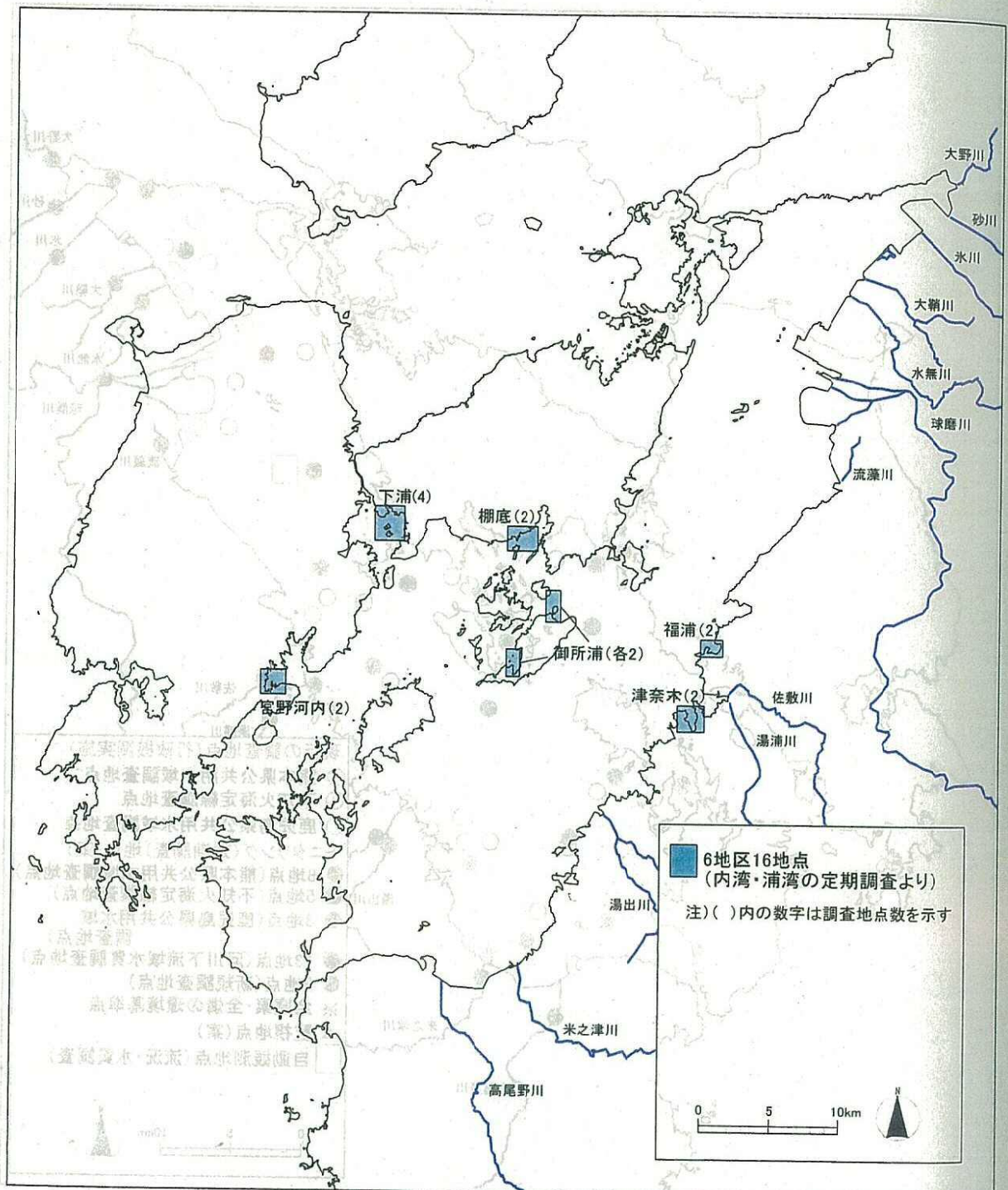
参考資料：モニタリング項目一覧（定期調査）

調査域	調査項目	調査の目的	調査点			調査層	調査頻度	測定項目
			地点数	実施調査名（行政機関）	調査点の詳細			
海域	水質（毎月）	八代海およびその流域の定期的な水質監視	19 地点	不知火海定線調査（熊本県水産研究センター）	最深部：5 地点	0.5m	毎月／年	透明度、水温、塩分、pH、DO、COD、T-N、T-P、DIN、DIP、クロロフィル a、SiO ₂ -Si
				公共用水域水質調査（熊本県）	環境基準点 ^{注1)} 7 地点 監視地点 ^{注2)} 1 地点			
				公共用水域水質調査（鹿児島県）	環境基準点 3 地点			
				（新規調査）	監視地点 3 地点			
	水質（毎季）	八代海の定期的な水質鉛直分布の把握	19 地点	不知火海定線調査（熊本県水産研究センター）	最深部：5 地点	0.5, 5, 10, 20, 30, Bm	4 回／年	透明度、水温、塩分、pH、DO、COD、T-N、T-P、DIN、DIP、クロロフィル a、SiO ₂ -Si
				公共用水域水質調査（熊本県）	環境基準点 7 地点 監視地点 1 地点			
				公共用水域水質調査（鹿児島県）	環境基準点 3 地点			
				（新規調査）	監視地点 3 地点			
	流況・水質（自動観測）	八代海の代表箇所における連続的な水質監視	1 地点	（新規調査）	最深部：1 地点	0.5m	連続	流向・流速、水温、塩分、濁度、クロロフィル a、T-N、T-P
	底質・底生生物（夏季）	八代海全域の定期的な底質及び底生生物の監視	19 地点	—	最深部：5 地点	—	1 回／年	(底質)粒度組成、単位体積重量、含水率、強熱減量、T-N、T-P、TOC、硫化物 (底生生物)種類数、個体数、湿重量
				公共用水域底質調査（熊本県）	環境基準点 7 地点 監視地点 1 地点			
				—	環境基準点 3 地点			
				（新規調査）	監視地点 3 地点			
河川（下流域）	水質	八代海に流入する主な河川の水質監視	13 地点	水質調査（国土交通省）	球磨川 1 地点	—	毎月／年	水温、塩分（感潮域のみ）、pH、DO、COD、T-N、T-P、DIN、DIP、SiO ₂ -Si
				公共用水域水質調査（熊本県）	熊本県の主要河川（球磨川を除く） 10 地点			
				公共用水域水質調査（鹿児島県）	鹿児島県の主要河川 2 地点			
養殖場	水質	養殖場の周辺環境の把握	16 地点	内湾・浦湾の定期調査（熊本県）	南部、西部の養殖場周辺 6 地区	0.5, 5, Bm	毎月／年	透明度、水温、塩分、pH、DO、COD、T-N、T-P、DIN、DIP、クロロフィル a、SiO ₂ -Si
	底質					—	4 回／年	粒度組成、単位体積重量、含水率、強熱減量、T-N、T-P、TOC、硫化物

注 1) 環境基準点とは、公共用水域水質調査の T-N、T-P の環境基準点を示す。
注 2) 監視地点とは、第 7 回委員会で赤潮多発地域での水質モニタリング地点（案）として選定した地点を示す（第 7 回委員会資料-4 p1-67 参照）。
注 3) 現行の調査内容は、海域は近年（1999～2002 年度）、河川・養殖場は測定開始年（1970 年代）からの実施状況を整理した。
注 4) 現行の調査内容の調査頻度は、測定項目によって異なっているため、各調査点の測定項目の中で年間調査回数の最大値の範囲を示す。
注 5) 熊本県の公共用水域水質調査では、総水銀のみ測定している地点があるが、これは特殊地点とみなし対象外としている。
注 6) 現行の調査内容の測定項目の（ ）内の数字は、年間測定回数の範囲を示す。また、河川については、1 ヶ月に複数回もしくは複数層測定している場合も計上している。



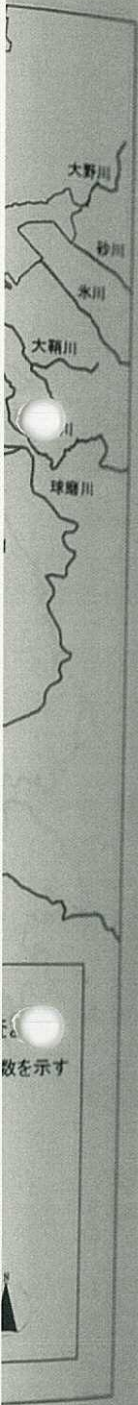
参考資料：定期調査調査地点案（海域水質・底質・底生生物、河川水質調査）

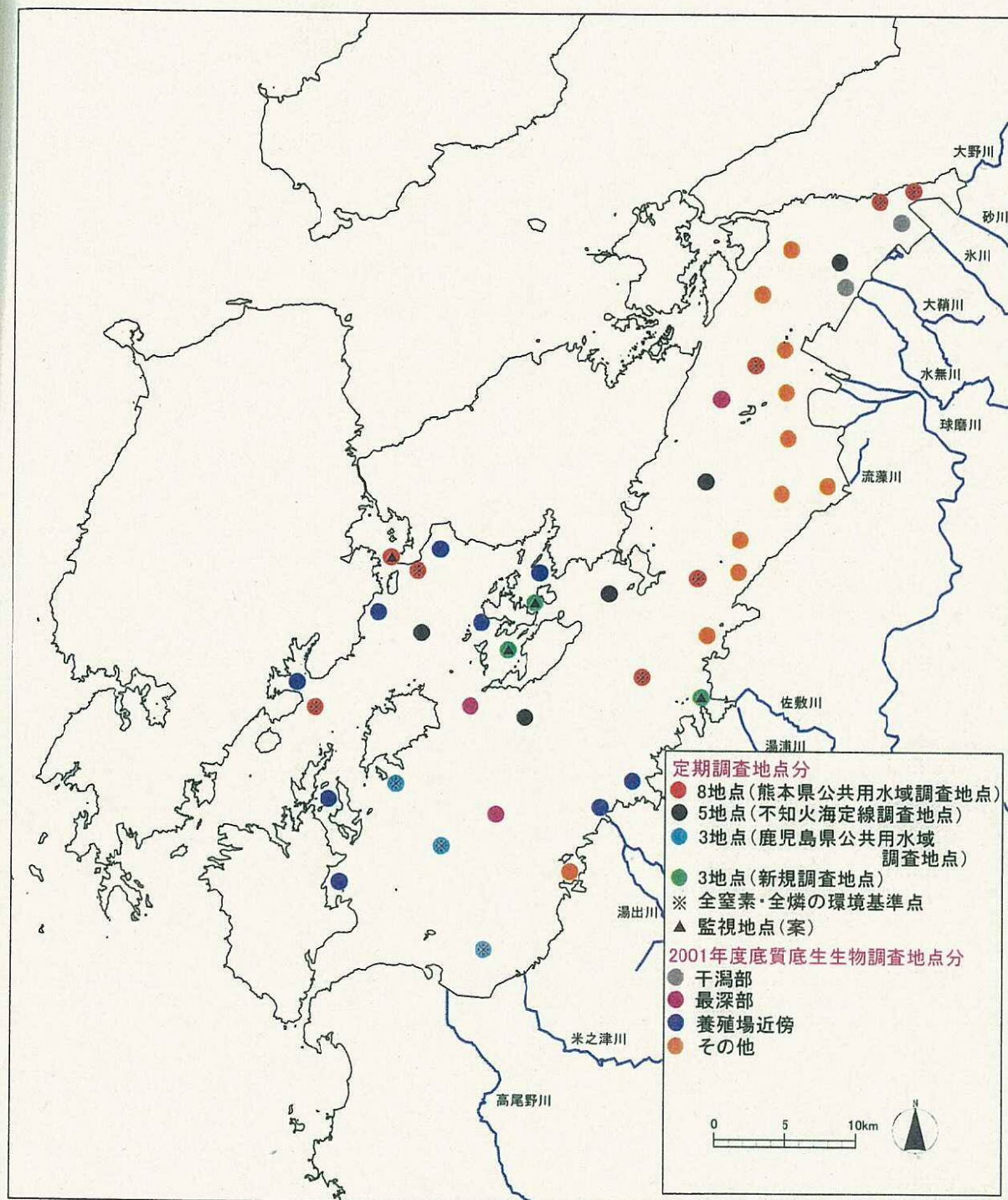


参考資料：定期調査調査地点案（養殖場水質・底質調査）

参考資料：モニタリング項目一覧（総合調査）

調査名	調査の目的	調査項目	調査地点・層	調査時期	測定項目
八代海 底質・底生生物調査	八代海全体の有機汚濁およびその環境指標の実態把握。特に、河口・干潟等の沿岸域、魚類・真珠養殖場周辺、最深部等の環境傾斜の把握	底質 底生生物	44 地点（うち 19 地点は定期調査地点） 底質は表層～2cm 深	晩夏季（成層期の底層環境悪化期） ／5 年	（底質）粒度組成，単位体積重量，含水率， TOC，T-N，T-P，硫化物 （底生生物）種類数，個体数，湿重量
球磨川河口 干潟詳細調査	球磨川河口干潟の底質・底生生物の現状（堆積有機物量、底生生物現存量等）の把握	底質，底生生物	球磨川河口干潟	夏季／5 年	（底質）粒度組成，単位体積重量，含水率， TOC，T-N，T-P，硫化物 （底生生物）種類数，個体数，湿重量
干潟・藻場分布調査	八代海域の干潟及び藻場分布状況の実態把握	干潟及び藻場分布	八代海全域	—	干潟及び藻場の面積





参考資料：総合調査調査地点案（底質・底生生物調査）

第8回八代海域調査委員会

資料

平成14年9月

国土交通省
水産庁
熊本県
鹿児島県

1. 八代海底質・底生生物調査

1.1 底質	1-2
(1) 概要	1-2
(2) 底質の分布特性	1-4
(3) 底質等の相関分析	1-10
(4) 窒素、磷及び有機炭素堆積量の推定	1-14
1.2 底生生物	1-15
(1) 概要	1-15
(2) 種類数・個体数	1-17
(3) 多様性指数	1-17
(4) 個体数組成	1-17
(5) 指標種	1-18
1.3 底質・底生生物群集による海域区分	1-22
(1) 底質（粒度組成）	1-22
(2) 底質（含有量）	1-22
(3) 底生生物	1-26
1.4 主成分分析	1-30

2. 夏季調査結果速報

2.1 夏季調査概要	2-1
2.2 八代海流況・水質等調査結果	2-2
(1) 調査の実施概要	2-2
(2) 調査期間中の気象・水象	2-4
(3) 調査期間中の赤潮発生状況	2-4
(4) 流況	2-9
(5) 水温・塩分等の鉛直測定	2-34
(6) 海域水質（室内分析）	2-53
2.3 球磨川河口部周辺底質・底生生物調査	2-65
(1) 球磨川河口部干潟観察	2-65

<参考>用語の解説

巻末資料

1. 八代海底質・底生生物調査

2001年9月26～28日、2002年4月21～24日に、八代海全域の48地点（図1.1-1）において、スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて底泥を採取し、表面から2 cmまでの表層泥を底質分析試料とした。底生生物調査では1地点当たり3回（採泥面積0.15 m²）底泥を採取し、0.5mm メッシュ上に残った生物の同定・計数を行なった。

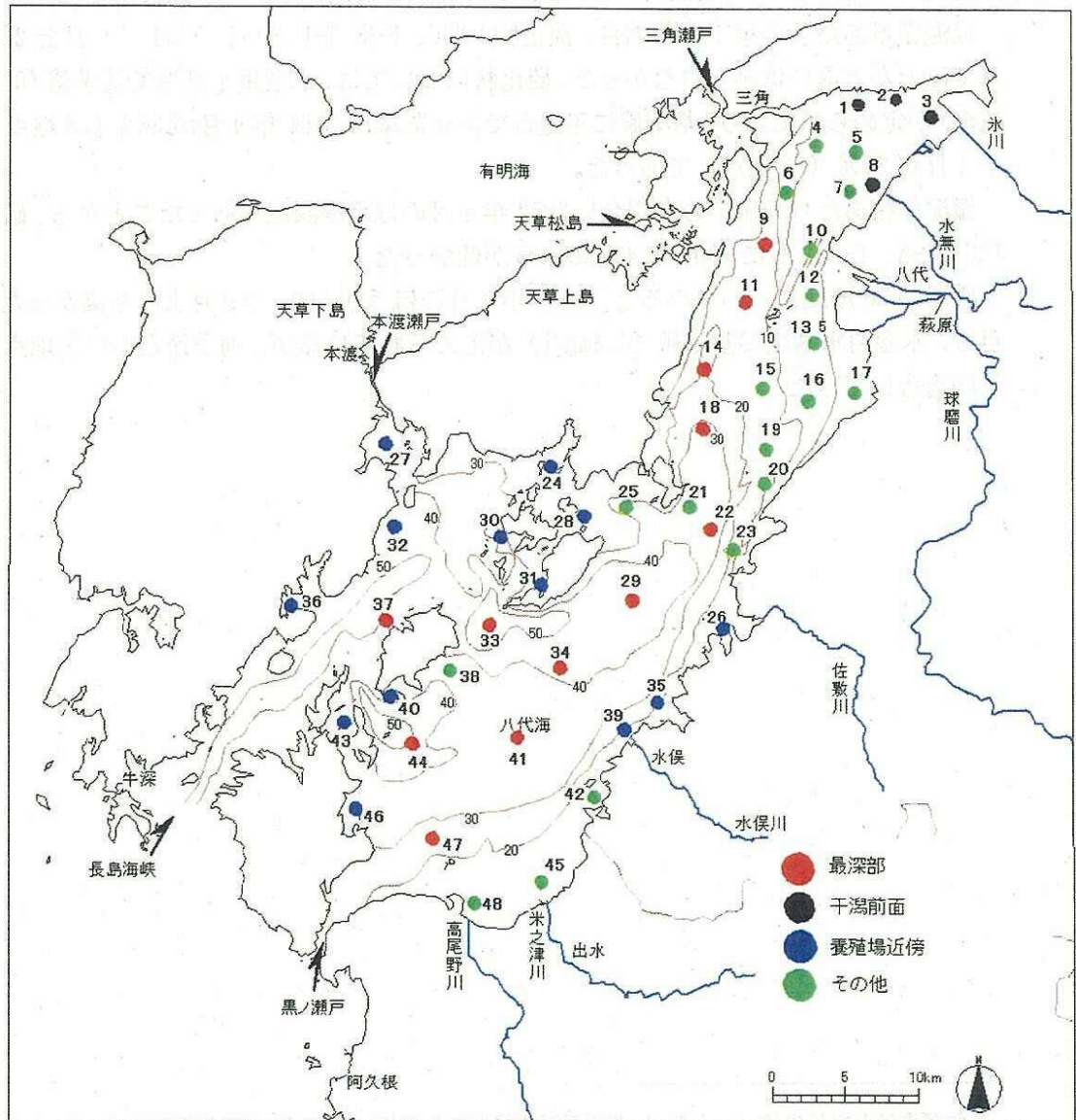


図 1. 1-1 底質・底生生物調査地点

1.1 底質

(1) 概要

底質の調査結果を図 1.1-2 に示した。なお、項目間の平均値の有意性については、 $p < 0.005$ の水準で検討した。

物理的性状についてみると、泥分や中央粒径 ϕ_{50} は両季節で大きな違いはなかったが、単位堆積重量は 2001 年 9 月、含水率は 2002 年 4 月のほうが高く、2002 年 4 月のほうが湿潤泥であった。なお、泥温は 9 月のほうが高く、季節的な違いが明瞭であった。

乾泥重量あたりの値でみた場合、硫化物、TOC、T-N、T-P ともに 2001 年 9 月と 2002 年 4 月でほとんど違いはみられなかった。硫化物については、水産用水基準で基準値 (0.20mg/g 乾泥) が定められており、基準値に不適合であった率は 2001 年 9 月が 38% (18 地点)、2002 年 4 月が 27% (13 地点) であった。

湿泥体積あたりの値でみた場合¹、2002 年 4 月のほう湿潤泥であったことから、硫化物、TOC、T-N、T-P ともに 2002 年 4 月のほうが低かった。

底層の DO 濃度についてみると、2002 年 4 月のほうが 2001 年 9 月よりも高かった。本項目は、水産用水基準で基準値 (4.3mg/L) が定められているが、両季節ともに全地点で基準値に適合していた。

¹ 乾泥重量あたりの値 (mg/gDry) から湿泥体積あたりの値 (mg/cm³) への換算

含有量を化学分析する際は、試料を強熱して水分を完全に蒸発させて測定するため、乾泥重量あたりの値が分析結果となる。水産用水基準などはこの値を用いている。

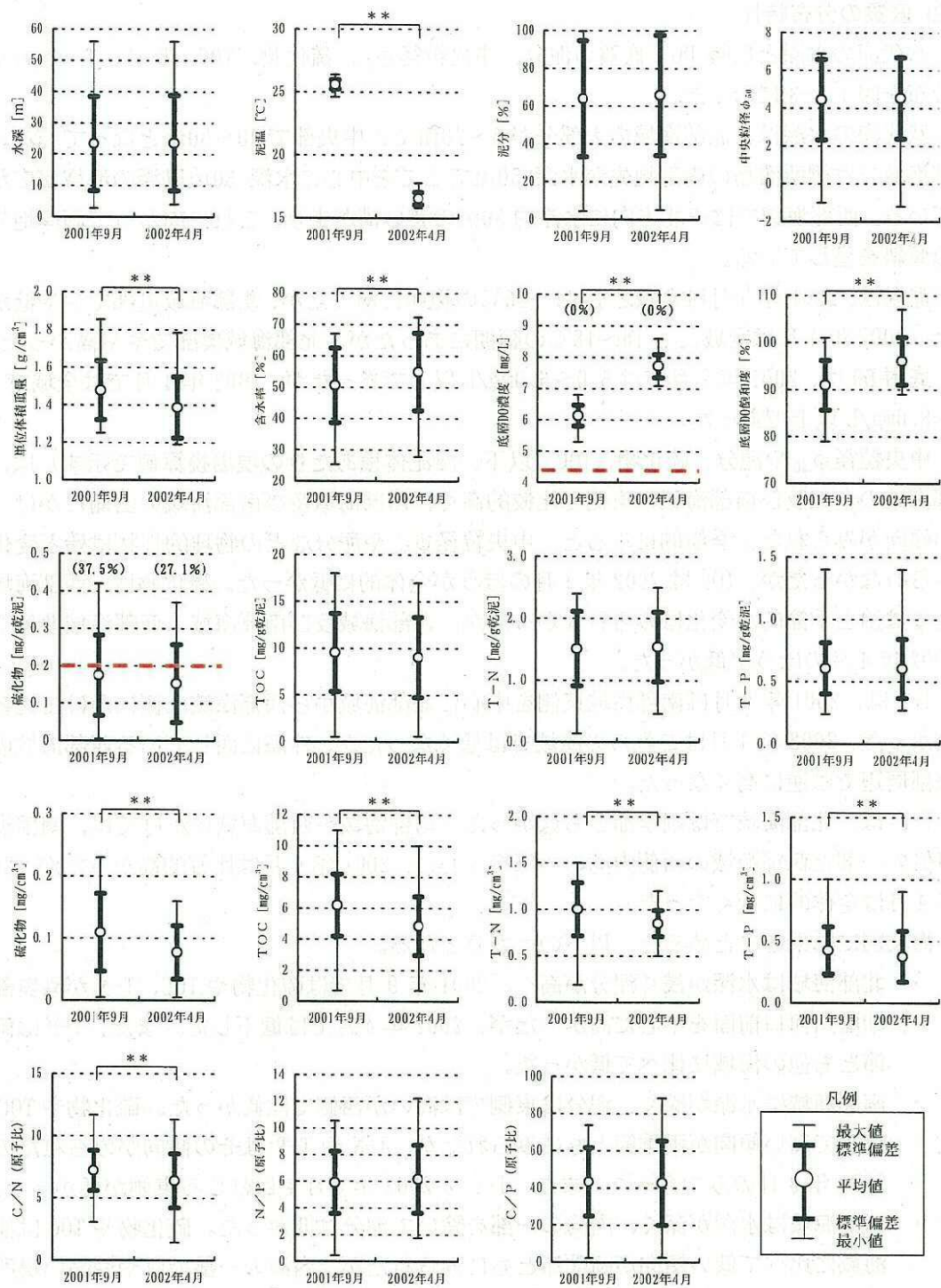
ここでは、現場の底質環境を評価するために、試料を強熱する前に測定した単位体積重量および含水率を用いて体積あたりの含有量をもとめた。

換算式は以下の通りである。

$$C^* = C (1 - (W/100)) \rho$$

C^* : 湿泥あたり含有量 (mg/cm³), C : 乾泥あたり含有量 (mg/gDry),

W : 含水率 (%), ρ : 単位体積重量 (g-wet/cm³)



注1) 中央粒径 $\phi_{50} = -\log_2 d_{50}$

注2) cm^3 湿泥あたりの硫化物、全有機炭素、全窒素、全燐の含有量については、以下の換算式を用いて算出した。

cm^3 湿泥あたり含有量 = g 乾泥あたり含有量 $\times (1 - \text{含水率}/100) \times \text{単位体積重量 g 湿泥}/\text{cm}^3$

注3) 硫化物 (g 乾泥あたり) および DO 濃度については、図中に水産用水基準値 (日本水産資源保護協会, 2000) を赤色の点線で示し、不適合率を () 内に示した。

注4) モードから大きく外れたデータは特異点とみなし、両調査月からその地点のデータを削除した。

注5) 図中の ** は 0.5% の危険率で有意であることを示す。

図 1.1-2 底質の調査結果

(2) 底質の分布特性

八代海の水深と底層 D0、底質の泥分、中央粒径 ϕ_{50} 、硫化物、TOC、T-N、T-P の水平分布を図 1.1-3 に示した。

八代海の水深は、北部海域の大部分が 5~20m で、中央部で 20~30m となっている。南部海域では御所浦島の南部地先が水深 50m でここを中心に水深 30m 以深の海域が広がっている。西部海域では南北方向に水深約 50m の狭い溝が走り、これに向かって両岸地先は急傾斜を呈している。

泥温は、2001 年 9 月は全域とも 24~26℃ の範囲にあったが、北部海域奥部でやや低かった。2002 年 4 月は全域とも 16~18℃ の範囲にあったが、北部海域奥部でやや高かった。

底層 D0 は、2001 年 9 月では 5.0~6.0mg/L 以上であったが、2002 年 4 月では全域で 7.0~8.0mg/L 以上であった。

中央粒径 ϕ_{50} や泥分、硫化物、TOC（以下、湿泥体積あたりの現場換算値で示す）は、北部海域の全域及び南部海域の東側で比較的高く、西部海域及び南部海域の西側にかけて低い傾向がみられた。季節的にみると、中央粒径 ϕ_{50} や泥分などの物理的性状は殆ど変化がみられなかったが、TOC は 2002 年 4 月のほうが全体的に低かった。硫化物は、西部海域南側では殆ど季節的な変化はみられなかったが、北部海域及び南部海域、西部海域北側では 2002 年 4 月のほうが低かった。

T-N は、2001 年 9 月は南部海域東側を中心に北部海域から西部海域北側にかけて比較的高かった。2002 年 4 月はこれらの海域では低くなったが、外海に面している西部海域の海峡部周辺では逆に高くなった。

T-P は、北部海域では両季節とも低かった。南部海域~西部海域にかけては、南部海域東側の一部と西部海域の西側内湾の一部を中心に、2001 年 9 月は比較的高かったが、2002 年 4 月は全体的に低くなった。

海域別に結果をまとめると、以下のとおりとなる。

- ・ 北部海域は水深が浅く泥分が高く、2001 年 9 月では硫化物や TOC、T-N が湾奥部や球磨川河口前面を中心に高かったが、2002 年 4 月では低下した。また、T-P は両季節とも他の海域に比べて低かった。
- ・ 南部海域は水深が深く、泥分は東側では高いが西側では低かった。硫化物や TOC は東側で高い傾向が両季節ともにみられたが、T-N や T-P はその傾向がみられたのは 2001 年 9 月のみであった。また、T-P は 2002 年 4 月ではむしろ東側が低かった。
- ・ 西部海域は水深が深く、内湾の一部を除いて泥分は低かった。硫化物や TOC は他の海域に比べて低い傾向が両季節ともにみられたが、内湾の一部ではやや高い場所もみられた。T-N は 2001 年 9 月は他の海域と同程度であるが、内湾の一部では両季節ともやや高い傾向がみられた。T-P は他の海域よりも高い傾向が両季節ともにみられ、特に内湾の一部ではより高い傾向がみられた。

八代海全体での傾向をみると、硫化物、TOC、T-N、T-P は 2001 年 9 月のほうが 2002 年 4 月に比べて平均的に高く、湾奥から湾口にかけての環境勾配も大きかった。この全体的な傾向とは別に、南部海域や西部海域の一部の内湾では値が著しく高い場所が両季節ともに確認された。これらの場所には養殖場が隣接しており、そのような局所的な環境が八代海において存在していることが明らかとなった。

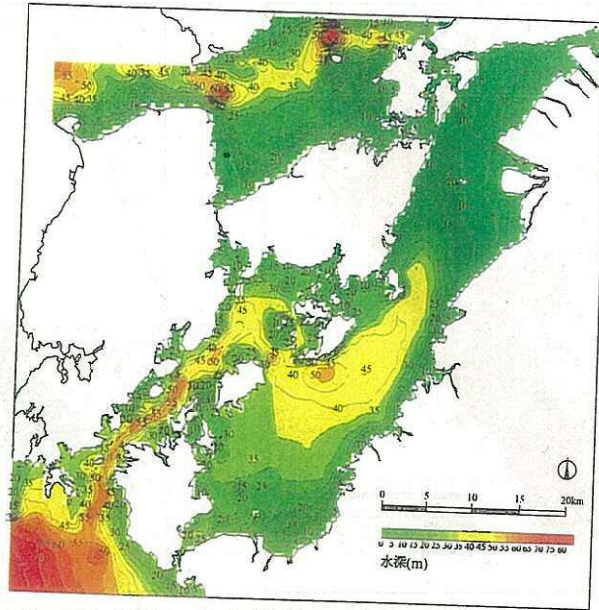


図 1.1-3(1) 等深線による水深

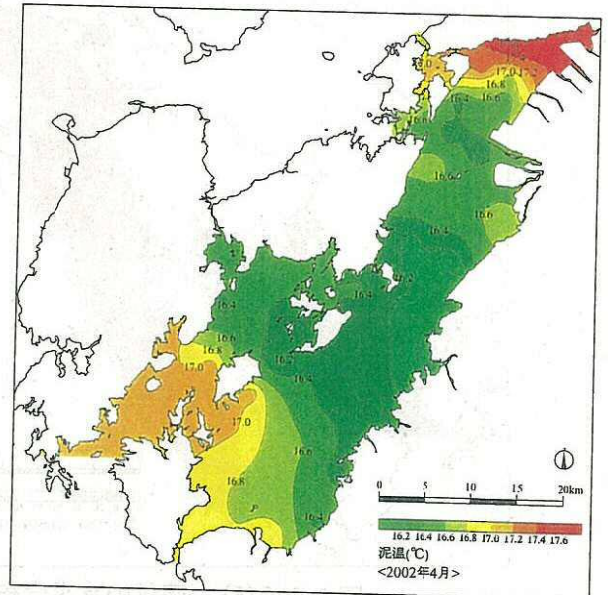
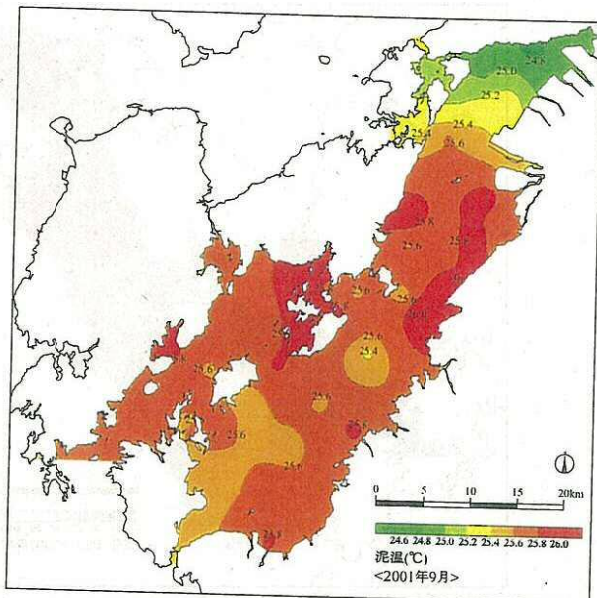


図 1.1-3(2) 泥温 (左図：2001年9月，右図：2002年4月)

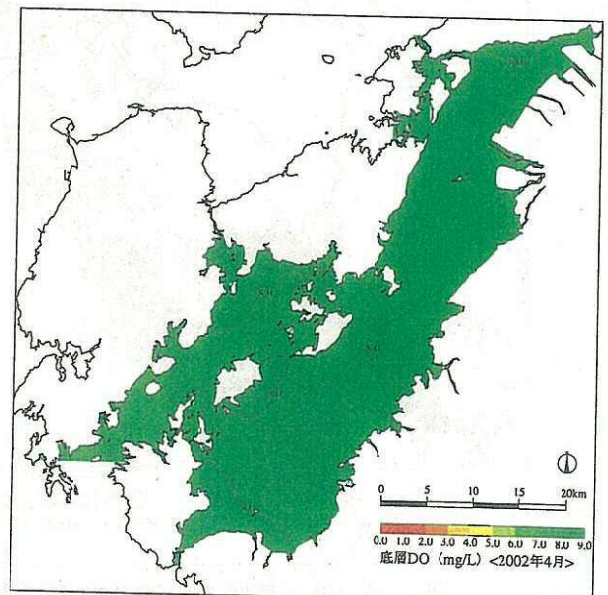
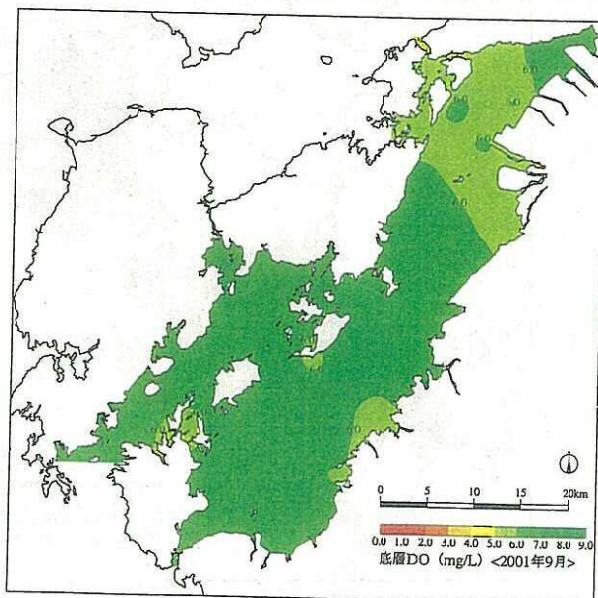


図 1.1-3(3) 底層DOの水平分布 (左図：2001年9月，右図：2002年4月)

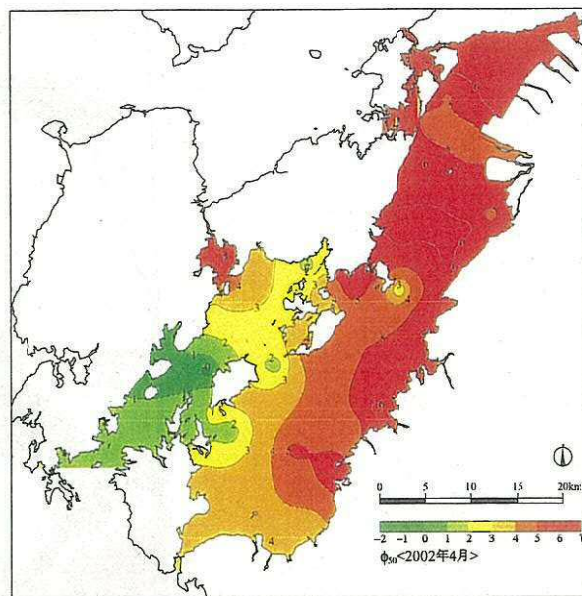
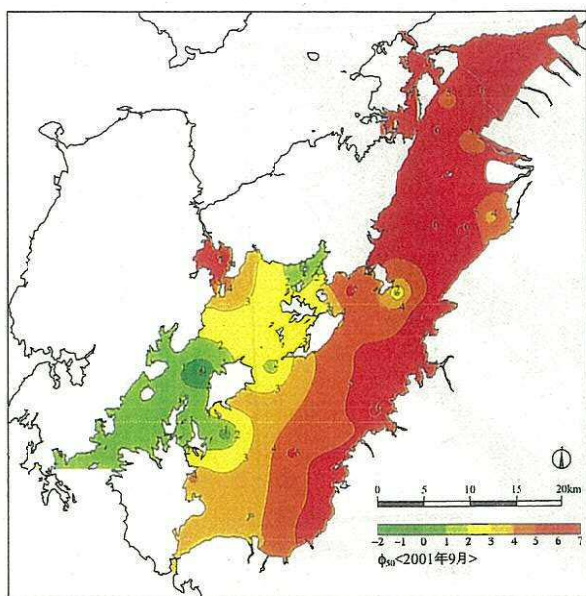


図 1.1-3(4) 底質の水平分布(中央粒径 ϕ_{50}) (左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月)

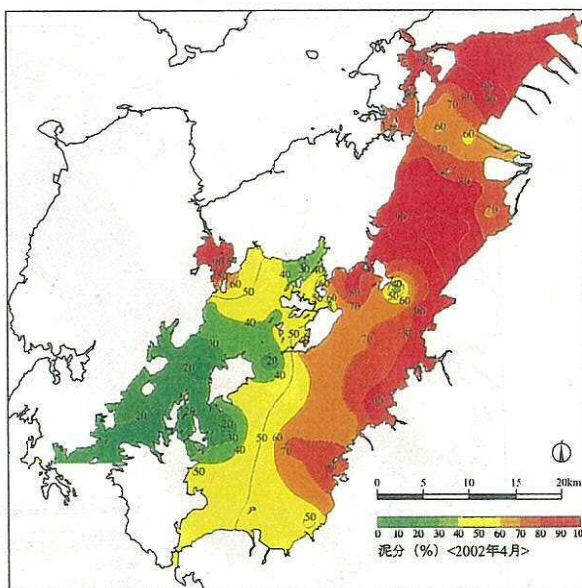
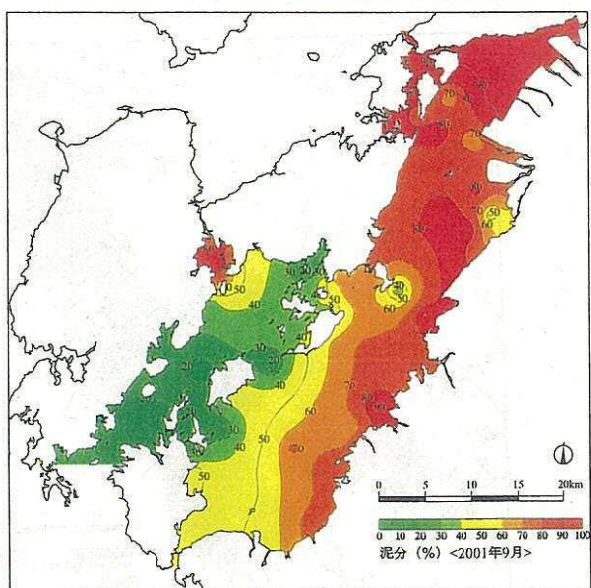


図 1.1-3(5) 底質の水平分布(泥分) (左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月)

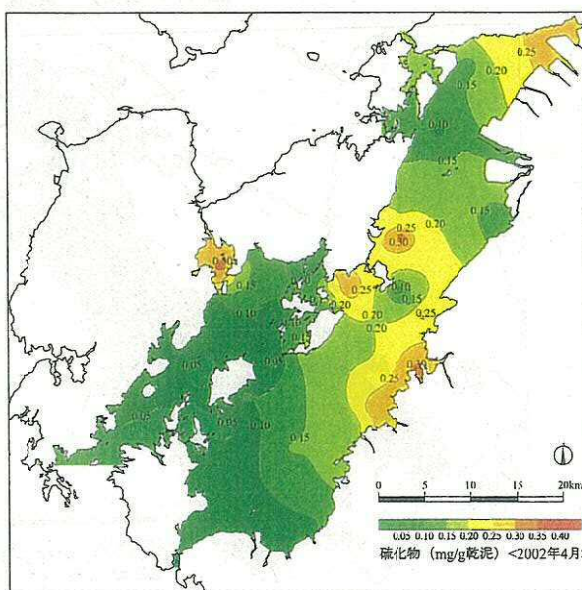
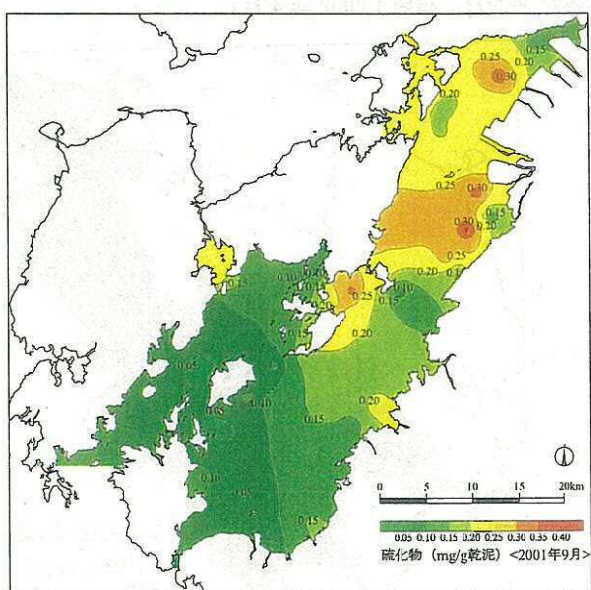


図 1.1-3(6) 底質の水平分布(硫化物：mg/g 乾泥) (左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月)

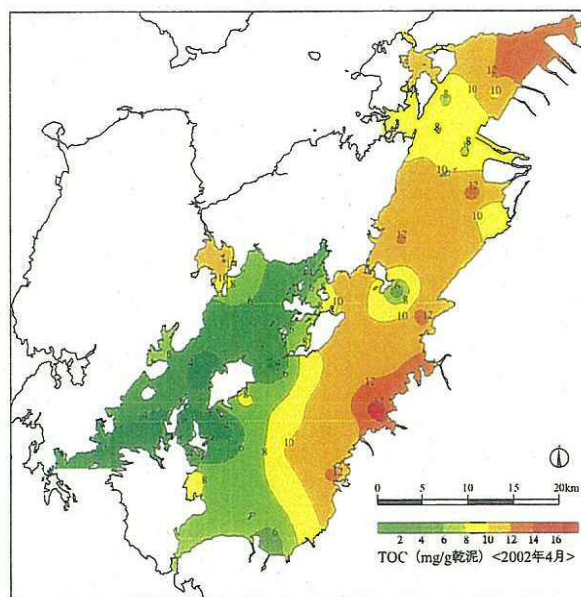
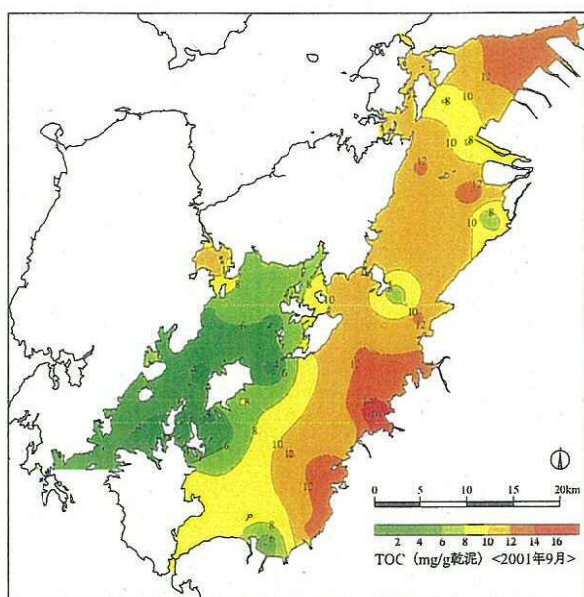


図 1.1-3 (7) 底質の水平分布 (TOC : mg/g 乾泥) (左図 : 2001 年 9 月, 右図 : 2002 年 4 月)

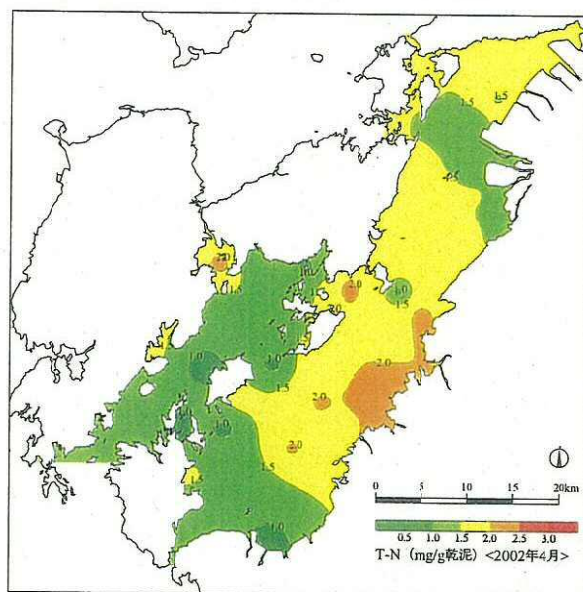
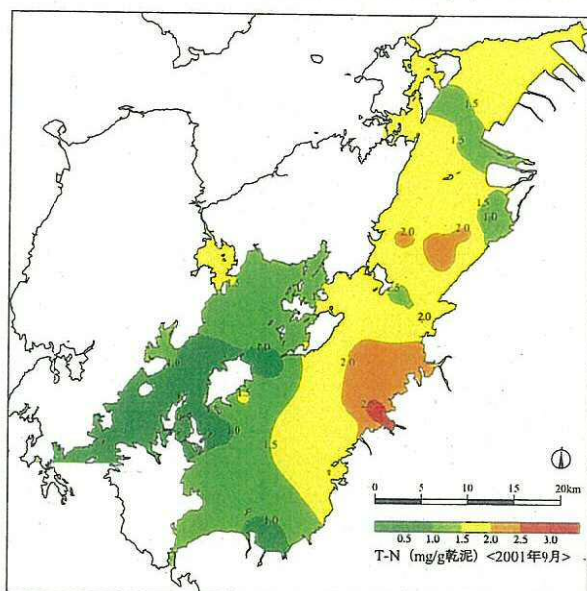


図 1.1-3 (8) 底質の水平分布 (T-N : mg/g 乾泥) (左図 : 2001 年 9 月, 右図 : 2002 年 4 月)

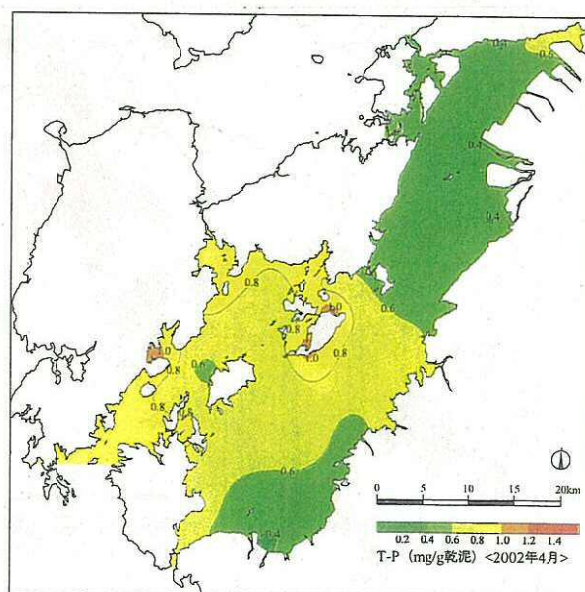
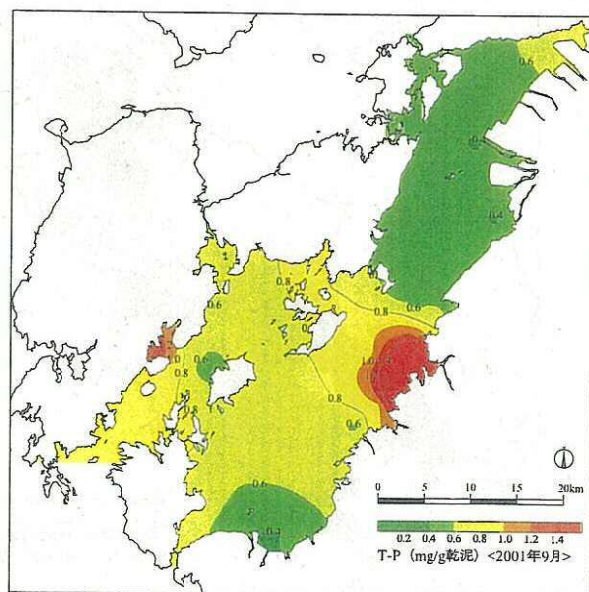


図 1.1-3 (9) 底質の水平分布 (T-P : mg/g 乾泥) (左図 : 2001 年 9 月, 右図 : 2002 年 4 月)

(余白)

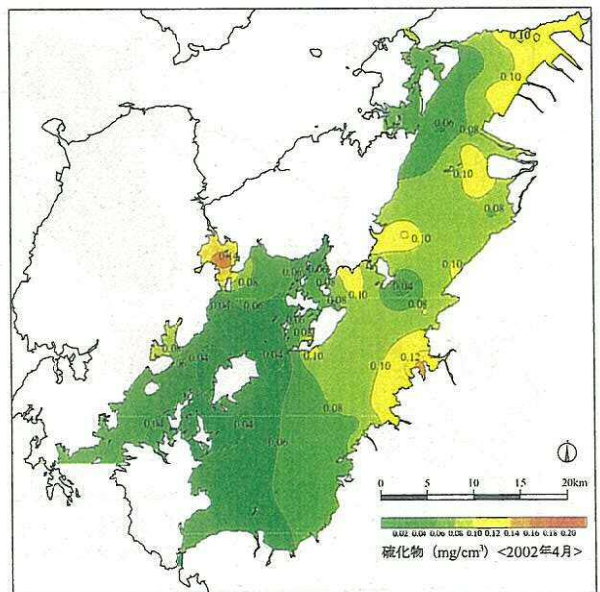
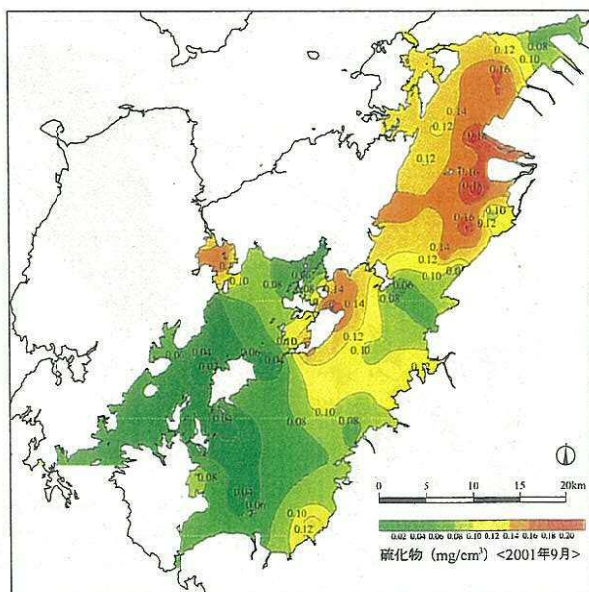


図 1.1-3(10) 底質の水平分布(硫化物 : mg/cm^3) (左図 : 2001 年 9 月, 右図 : 2002 年 4 月)

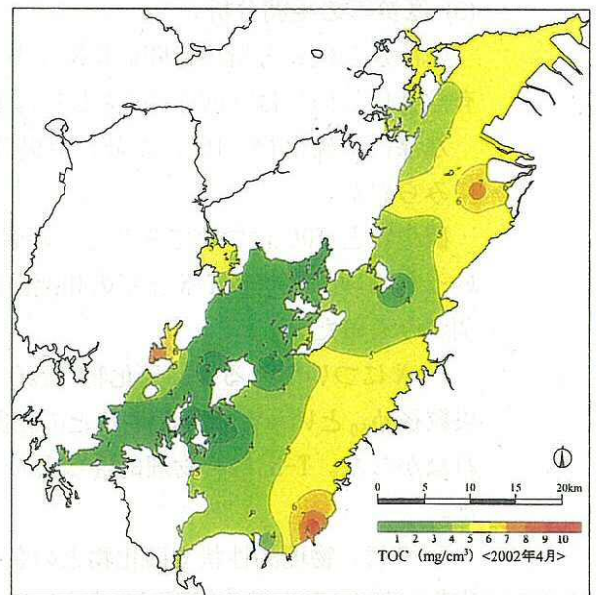
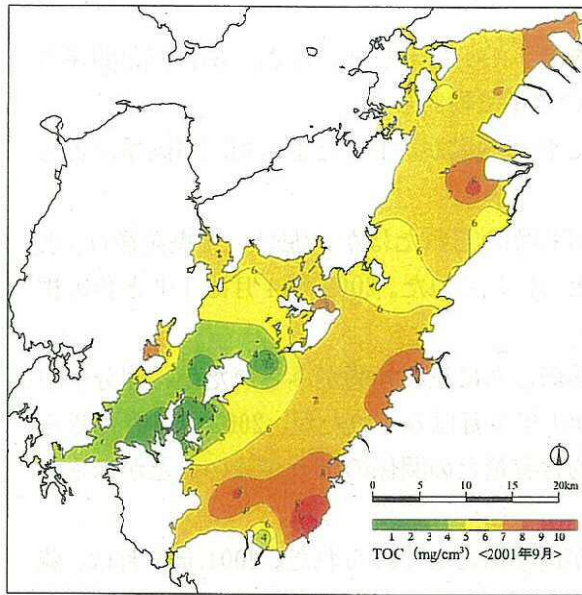


図 1.1-3(11) 底質の水平分布(TOC : mg/cm^3) (左図 : 2001 年 9 月, 右図 : 2002 年 4 月)

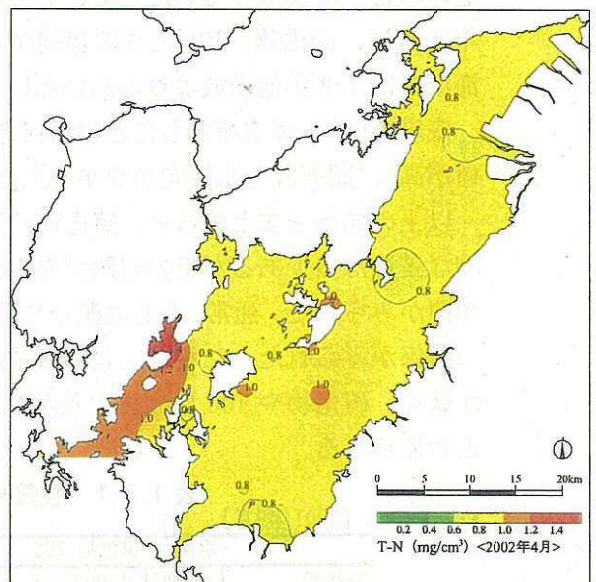
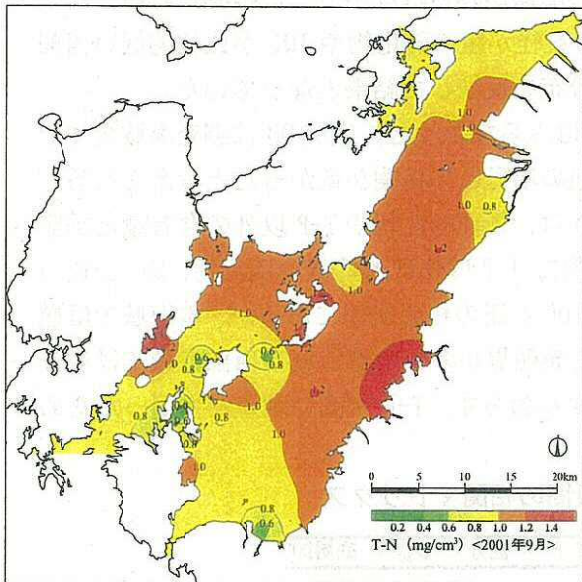


図 1.1-3(12) 底質の水平分布(T-N : mg/cm^3) (左図 : 2001 年 9 月, 右図 : 2002 年 4 月)

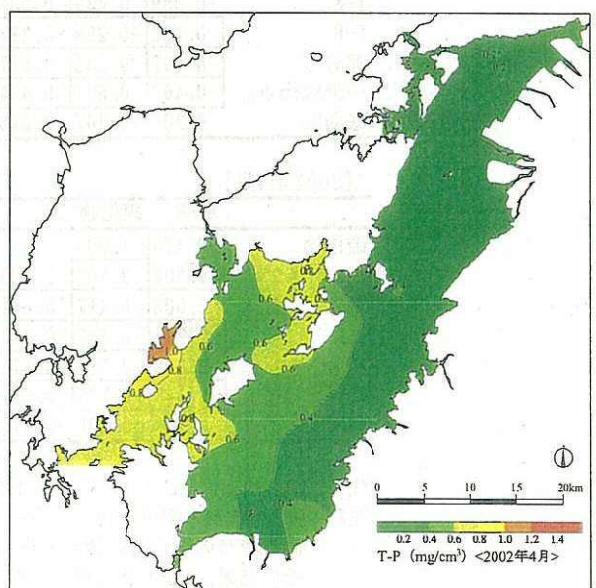
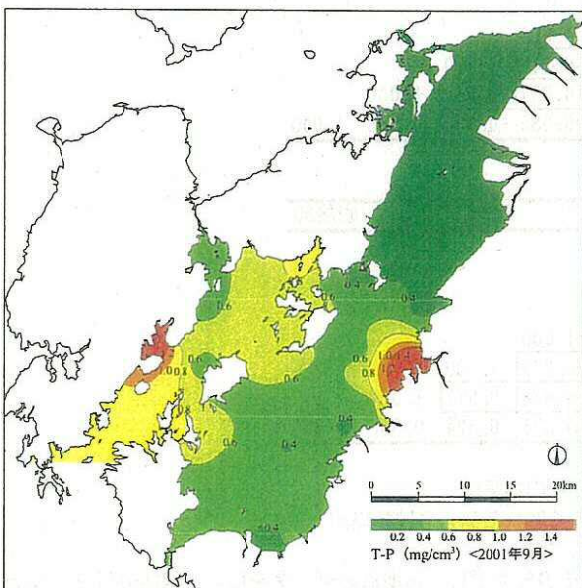


図 1.1-3(13) 底質の水平分布(T-P : mg/cm^3) (左図 : 2001 年 9 月, 右図 : 2002 年 4 月)

(3) 底質等の相関分析

水深及び底質分析項目間の相関マトリクスを表 1.1-1 に示した。なお、項目間の関係の有意性については、 $p < 0.005$ もしくは $p < 0.01$ の水準で検討した。

水深は、硫化物、TOC、泥分、中央粒径 ϕ_{50} と負の相関が、T-P と正の相関が両季節ともにみられた。

硫化物と TOC についてみると、両者で正の相関がみられたほか、泥分、中央粒径 ϕ_{50} といった物理的性状や T-N と正の相関が両季節ともにみられた。2002 年 4 月は T-P と負の相関がみられた。

T-N についてみると、硫化物、TOC とは両季節ともに正の相関がみられたが、泥分や中央粒径 ϕ_{50} といった物理的性状との相関は、2001 年 9 月はみられたが、2002 年 4 月はみられなかった。T-N は、物理的性状よりも有機物含有量との関係のほうが強いことが示された。

T-P は、物理的性状や硫化物との負の相関が両季節ともにみられた。2001 年 9 月は、硫化物、TOC、T-N との相関はみられなかった。2001 年 9 月は前述のとおり、T-P の分布が他の項目とは異なっていたため、他の項目との関係がみられなかったと推測される。2002 年 4 月は、硫化物、TOC と負の相関がみられ、粒径が粗く硫化物や TOC が比較的低い西部海域では T-P が他海域よりも高いという水平分布を反映した結果となっていた。

底層 D0 は、両季節ともにどの項目とも相関はみられなかった。底層 D0 は調査海域全体で値が高く、顕著な分布傾向がなかったために、他の項目との相関が低かったと考えられる。

以上の結果をまとめると、硫化物、TOC、T-N は、物理的性状や T-P 以外の含有量と季節的な差は多少あるが正の相関がみられた。逆に、T-P は物理的性状や硫化物、TOC と負の相関がみられた。通常、T-P は泥分や硫化物、TOC と正の相関関係にあるが、本海域では逆の関係がみられた。これは、北部海域に比べて養殖場が多い南部海域や西部海域では泥分が低く、硫化物や TOC は大きな差がないにもかかわらず、T-P が高い地点が多かったためと考えられる。

表 1.1-1 底質分析項目間の相関マトリクス
【2001年9月】

	水深	硫化物	TOC	T-N	T-P	泥分	ϕ_{50}	底層D0
硫化物	-0.421	1.000						
TOC	-0.446	0.508	1.000					
T-N	-0.089	0.439	0.736	1.000				
T-P	0.482	-0.299	-0.285	-0.139	1.000			
泥分	-0.497	0.532	0.517	0.412	-0.743	1.000		
中央粒径 ϕ_{50}	-0.467	0.557	0.486	0.399	-0.697	0.969	1.000	
底層D0	0.207	-0.362	-0.012	-0.083	-0.085	-0.138	-0.158	1.000

【2002年4月】

	水深	硫化物	TOC	T-N	T-P	泥分	ϕ_{50}	底層D0
硫化物	-0.479	1.000						
TOC	-0.507	0.702	1.000					
T-N	0.003	0.417	0.642	1.000				
T-P	0.395	-0.450	-0.433	0.051	1.000			
泥分	-0.469	0.783	0.570	0.337	-0.716	1.000		
中央粒径 ϕ_{50}	-0.441	0.737	0.537	0.363	-0.688	0.977	1.000	
底層D0	0.142	-0.205	-0.175	0.124	0.371	-0.324	-0.308	1.000

注1) 硫化物・TOC・T-N・T-Pは湿泥当たりの換算値。

注2) 各測定項目の頻度分布で、モードから大きく外れたデータは特異点とみなし、両調査月のからその地点のデータを削除した。

その結果、T-P：46地点、T-N：47地点、その他の項目：48地点のデータを用いて相関分析を行った。

凡例：  =0.5%の危険率で有意

 =1%の危険率で有意

これらの関係のうち、泥分と含有量項目（湿泥当たり）及び同項目間の関係について、調査地点を地域属性区分別（干潟前面域、最深部域、養殖場近傍域及びその他の海域）に図 1.1-4 に示した。

干潟前面は、泥分が高く、硫化物や TOC、T-N はやや高かった。しかし、T-P は他の海域に比べて低かった。これらの状況は、両季節においてみられた。

最深部は、泥分が増加するに従って硫化物や TOC も増加する傾向がみられた。また、T-P は泥分が増加するに従って減少する傾向がみられた。これは、泥分の低い地点（南部海域や西部海域の島嶼部周辺）で T-P が全体的に高かったためである。

養殖場近傍は、2002 年 4 月は、泥分が増加するに従って硫化物や TOC は増加したが、2001 年 9 月はその関係は明瞭ではなかった。2001 年 9 月は、泥分の低い地点（西部海域の一部）においても硫化物や TOC、T-N が高い地点が認められた。

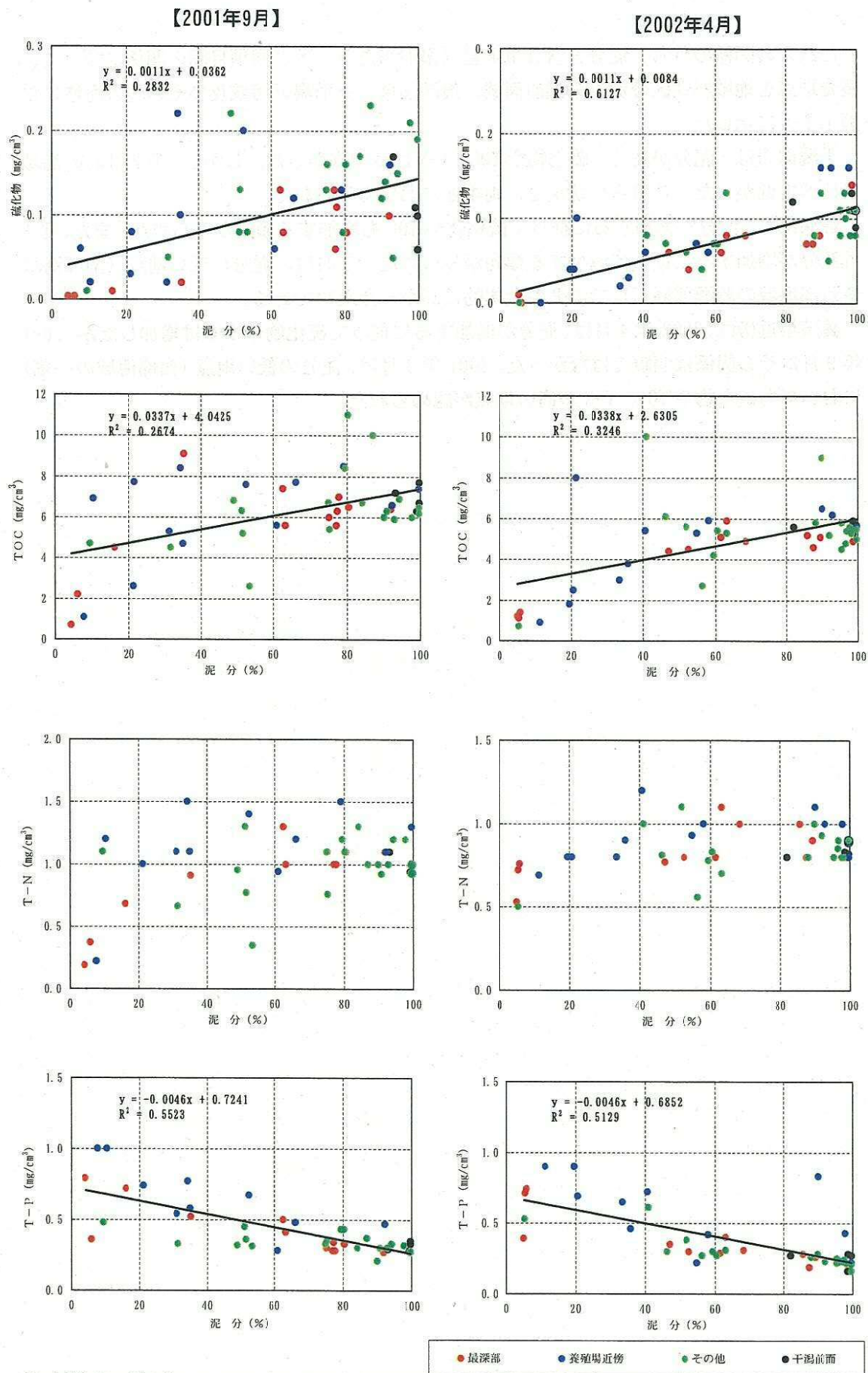
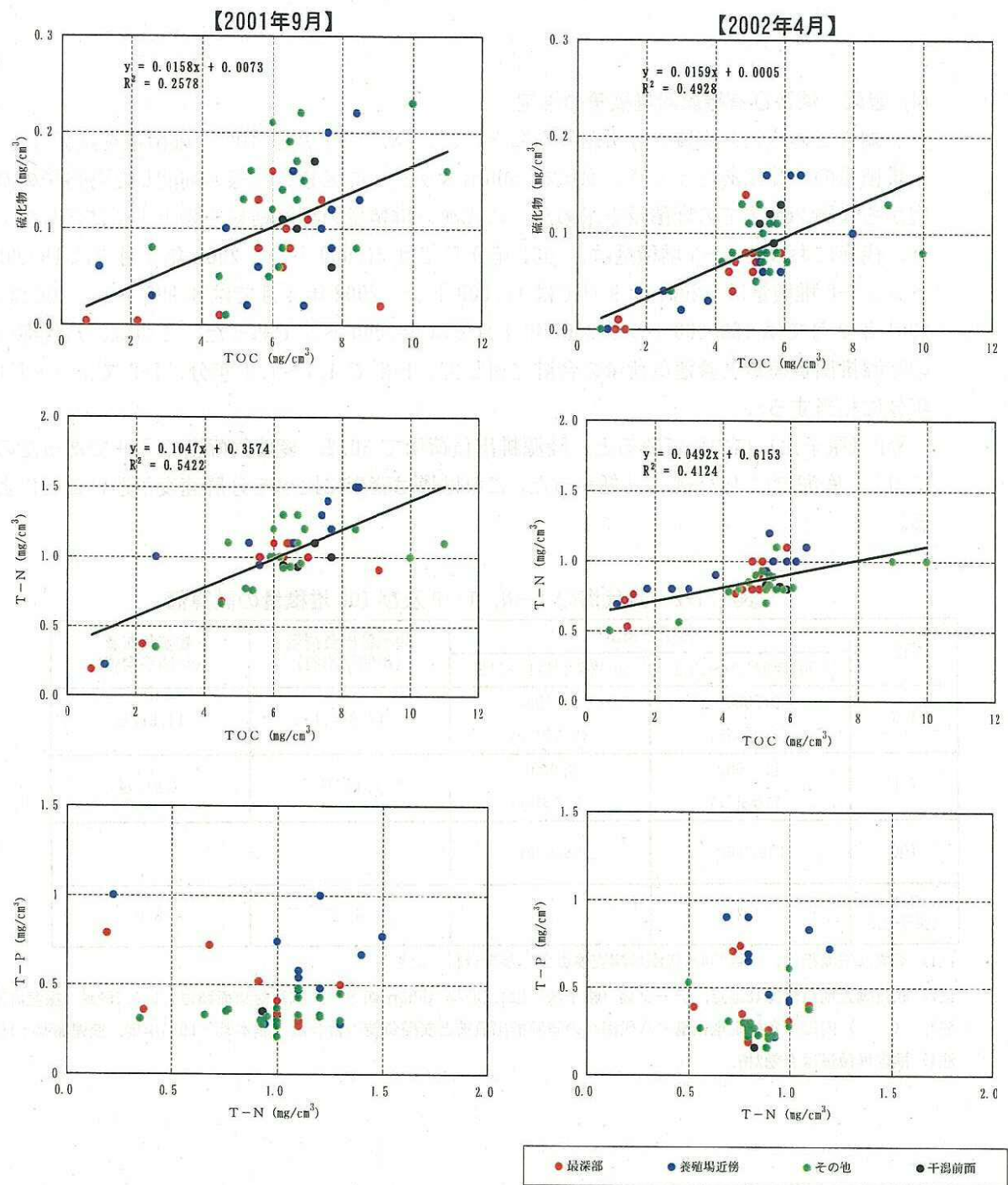


図 1.1-4(1) 底質の分析各項目間の関係



注) 各測定項目の頻度分布で、モードから大きく外れたデータは特異点とみなし、両調査月からその地点のデータを削除した。

図 1.1-4(2) 底質の分析各項目間の関係

(4) 窒素、燐及び有機炭素堆積量の推定

本調査で得られた底質の分析結果をもとに、T-N、T-P 及び TOC の堆積量を試算した。

堆積量の計算にあたっては、海域を 500mメッシュに区分し、線形補間した各格子の濃度から表層 2cm までの堆積量を求めた。八代海の堆積量の試算結果を表 1.1-2 に示した。

八代海における T-N 堆積量は、2001 年 9 月では 21,000 トン、2002 年 4 月では 19,000 トン、T-P 堆積量は、2001 年 9 月では 11,000 トン、2002 年 4 月では 8,900 トン、TOC は、2001 年 9 月では 130,000 トン、2001 年 4 月では 98,000 トンであった。これは、八代海への陸源排出負荷量と養殖負荷量の合計に対して、T-N で 1.7~1.9 年分、T-P で 5.7~7.0 年分に相当する。

N/P (原子比) についてみると、陸源排出負荷量で 30.2、養殖負荷量で 8.9 であったのに対し、底泥では 4.2~4.7 と低かった。これは燐は窒素に比べて分解速度が遅いことによる。

表 1.1-2 八代海の T-N、T-P 及び TOC 堆積量の試算値

項目	推定堆積量		陸源排出負荷量 (年間平均値)	養殖負荷量 (年間平均値)
	2001年9月26~28日	2002年4月21~24日		
T-N	21,000t (1.9年分)	19,000t (1.7年分)	18.8t/日	11.6t/日
T-P	11,000t (7.0年分)	8,900t (5.7年分)	1.4t/日	2.9t/日
TOC	130,000t	98,000t	—	
N/P (原子比)	4.2	4.7	30.2	8.9

注1) 対象海域面積は、「第2回八代海域調査委員会 参考資料」より

注2) 底質調査地点数は48地点、データ数(格子数)は4,183枠(500m四方)、試算対象面積は1,045.75km²、採泥層厚は2cm.

注3) () 内は、各推定堆積量/八代海への陸源排出負荷と養殖負荷の合計値(熊本県:1995年度, 鹿児島県:1997年度)

注4) 推定堆積量は有効2桁.

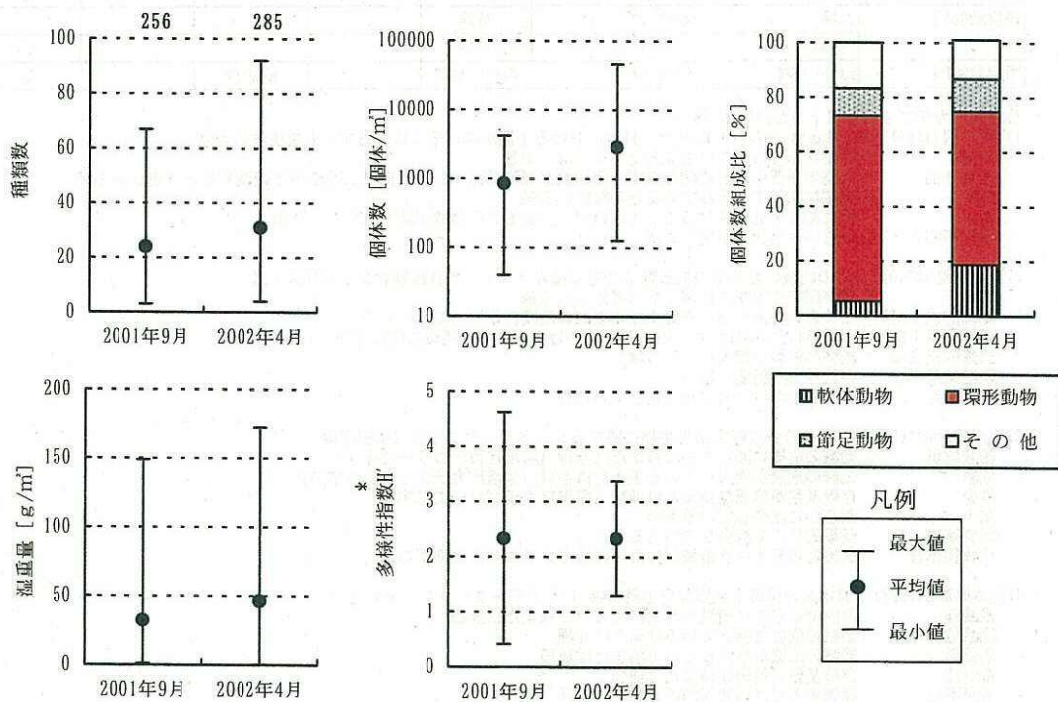
1.2 底生生物

底生生物の調査結果を図 1.2-1、貴重種リストを表 1.2-1 に示し、種類（分類群）数、個体数、湿重量、多様性指数及び汚濁指標種の水平分布を図 1.2-2 に示した。

(1) 概要

底生生物は、2001 年 9 月には 256 種類が確認され、平均 853 個体/m²、平均 32.27 g/m²が採集された。2002 年 4 月には 285 種類が確認され、平均 2,893 個体/m²、46.13 g/m²が採集された。2001 年 9 月と 2002 年 4 月の 2 回の調査を通じて 359 種類、26,978 個体、564.55g が採集された。

種類数、個体数、湿重量は、2001 年 9 月よりも 2002 年 4 月のほうが多かった。個体数組成比でみると、両季節ともに環形動物が最も多かった。多様性指数²では平均値では殆ど差はなかったが、2001 年 9 月のほうが最大・最小の範囲が広がった。



注) 種類数の図上の数字は、48地点全域での総種類数を示す。

図 1.2-1 底生生物の調査結果

² 多様性指数 種の豊かさと種間の均等性を統合した一つの統計量であり、指数が高いほど多様な群集を、低いほど単純な群集を示す。詳細は p.1-17 参照。

2001年9月および2002年4月の現地調査で確認された底生生物について、希少性の高さや学術上の重要性の観点から、公的機関等で定められた14種を「貴重種」として選定した。エドガワミズゴマツボ、チゴマテ、ムツバアリアゲガニは内湾の泥底を主な生息場とし、キヌタレガイ、バラフマテガイなどは砂泥底もしくは細砂底を主な生息場としていた。

表 1.2-1 底生動物の貴重種選定結果一覧

門	綱	和名	貴重種のカテゴリー				出現状況	
			WWF干潟 ¹⁾	環境省RL ²⁾	水産庁RDB ³⁾	熊本県RDB ⁴⁾	2001年9月	2002年4月
軟体動物門	マキガイ綱	エドガワミズゴマツボ	危険				○	○
		ムツボシジミガイ	危険			絶滅危惧種		○
	ニカイガイ綱	アサキスレガイ	危険				○	
		キヌタレガイ	危険				○	○
		ヤマホトギスガイ	危険				○	○
		ハラマテガイ	危険					○
		チゴマテ	状況不明				○	○
		シラガイ	危険				○	
		オキガイ	危険				○	○
節足動物門	甲殻綱	ムツバアリアゲガニ	絶滅寸前				○	○
		アリナヤワガニ		情報不足			○	
棘皮動物門	ウニ綱	オキアブク	危険					○
	ナマコ綱	トゲイナリナマコ	危険				○	○
原索動物門	ナメジウ綱	ナメジウ	希少/危険		危急種		○	○

貴重種のカテゴリーは以下の資料に基づいた

1) WWF干潟(1996): WWF Japan Science Report 日本における干潟海岸とそこに生息する底生生物の現状

絶滅 野生状態でどこにも見あたらなくなった種
 絶滅寸前 人為の影響の如何に関わらず、個体数が異常に減少し、放置すればやがて絶滅すると推定される種
 危険 絶滅に向けて進行しているとみなされる種
 希少 特に絶滅を危惧されることはないが、もともと個体数が非常に少ない種類
 状況不明 最近の生息状況が乏しい種

2) 環境省RL(2000): 日本の絶滅のおそれのある野生生物の種のリスト、無脊椎動物レッドリスト

絶滅 我が国ですでに絶滅したと考えられる種
 絶滅危惧ⅠA類 ごく近い将来における野生での絶滅の危険性が極めて高いもの
 絶滅危惧ⅠB類 ⅠA類ほどではないが、近い将来における野生での絶滅の危険性が高いもの
 絶滅危惧Ⅱ類 絶滅の危険が増大している種
 準絶滅危惧 存続基盤が脆弱な種
 情報不足 評価するだけの情報が不足している種

3) 水産庁RDB(1998): 日本の希少な野生水生生物に関するレッドデータブック(水産庁編)

絶滅危惧 絶滅の危機に瀕している種または亜種(環境庁カテゴリーに準ずる)
 危急 絶滅の危険が増大している種または亜種(環境庁カテゴリーに準ずる)
 希少 存続基盤が脆弱な種または亜種(環境庁カテゴリーに準ずる)
 減少 明らかに減少しているもの
 減少傾向 長期的にみて減少しつつあるもの
 地域個体群 保護に留意すべき地域個体群(環境庁カテゴリーに準ずる)

4) 熊本県RDB(1998): 熊本県の保護上重要な野生動植物 レッドデータブックくまもと

絶滅種 県内ですでに絶滅したと考えられる種または亜種
 絶滅危惧種 絶滅の危機に瀕している種または亜種
 危急種 絶滅の危険が増大している種または亜種
 希少種 存続基盤が脆弱な種または亜種
 情報不足 評価するだけの情報が不足している種

注) 鹿児島県レッドデータブックは、2002年8月現在未発表。

(2) 種類数・個体数

地点別種類数は、2001年9月は3~67種類（平均24種類）の範囲、2002年4月は4~92種類（平均31種類）の範囲にあり、2002年4月のほうが全体的に種類数が多かった。

地点別個体数は、2001年9月は6~629個体/0.15 m²（平均128個体/0.15 m²）の範囲、2002年4月は19~6,970個体/0.15 m²（平均434個体/0.15 m²）の範囲にあり、2002年4月のほうが個体数が多かった。

種類数・個体数とも、いずれの季節も西部海域南側の東町地先~獅子島周辺を中心に最も多く、次いで北部海域湾奥部の干潟前面域や球磨川河口前面域において多かった。

(3) 多様性指数

多様性指数は生物群集の多様性を示す指数の一種であり、ここでは Shannon-Weaver (1946) の H' を補正した森下 (1996) の H^* を用いた。サンプルの大きさの影響を受けにくいので、小標本でも適用できるとされている。

$$H^* = H' + \frac{A}{\left(2N + \frac{A}{3.3}\right)}$$

$$H' = -\sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

$$A = S + S_1 \frac{S}{S - S_1}$$

ここで、 S : 種数、 S_1 : 1個体だけ出現した種数、 N : 総個体数、 n_i : i 種の個体数である。

多様性指数は、2001年9月は0.418~4.627の範囲で、湾奥部の干潟前面域、田浦町前面から芦北・津奈木町までの海域中部で2以下の比較的低い地点がみられた。2002年4月は1.297~3.374の範囲で、2001年9月に比べて地点間の格差がなくなり、全域で2~3程度の比較的高い状態であった。

(4) 個体数組成

個体数組成比は底生生物の主要な分類群別の個体数百分率を示したものである。

軟体動物は、2001年9月は北部海域湾奥の干潟前面域を除き10%未満の地点が多く、全般に低い傾向にあったが、2002年4月は球磨川河口前面域、御所浦北側海域、南部海域南側沿岸域において40%を超えていた。

環形動物は、両季節とも50%以上の地点が多く、分類群中で最も多かった。最も湾奥部の干潟前面域では両季節とも環形動物組成比が比較的低かった。その他、2002年4月は球磨川河口前面域においても比較的低かった。

節足動物は、両季節とも20%未満の地点が多く、全般に低い傾向にあったが、2002年4月は東町地先~獅子島周辺において30%を超えていた。

(5) 指標種

海域の富栄養化状態や有機汚濁状態の指標種として知られている種類のうち、本調査では環形動物門多毛綱のヨツバネスピオ A 型、ヨツバネスピオ B 型、軟体動物門二枚貝綱のシズクガイの 3 種が採集されており、この 3 種の合計個体数を汚濁指標種の水平分布として図示した。

汚濁指標種は、2001 年 9 月は北部海域の球磨川河口前面域を中心に出現したが、個体数は少なかった。2002 年 4 月は北部海域の球磨川河口前面域と南部海域南側沿岸域を中心に出現し、個体数も多かった。底質の TOC、T-N、T-P などの有機物含有量は、汚濁指標種の個体数とは逆に 2002 年 4 月よりも 2001 年 9 月のほうが高かった。また、水平分布図で比較すると、汚濁指標種の個体数が多い場所と有機物含有量が高い場所は一致していなかった。生物の出現状況は、底質条件だけでなく、水深や海水流動、底層水質などの他の物理化学的要素や、水温、繁殖期や幼生加入期などの季節的要素が複雑に絡んでいることが、底質の状態と一致しなかった原因であると考えられる。

一方、弱内湾性種とされている種類について、本調査で出現した種類のうち 7 種（環形動物のパラキドン *Paralacydonia paradoxa*、ダルマゴカイ、節足動物のクビナガスガメ、ヒトツメスガメ、アペリスカ *Ampelisca* sp.、ニッポンスガメ、原索動物のナメクジウオ）について、合計個体数の分布を示した。

弱内湾性種は、2001 年 9 月は西部海域を中心に出現し、2002 年 4 月は北部海域の球磨川河口前面域を中心に出現した。

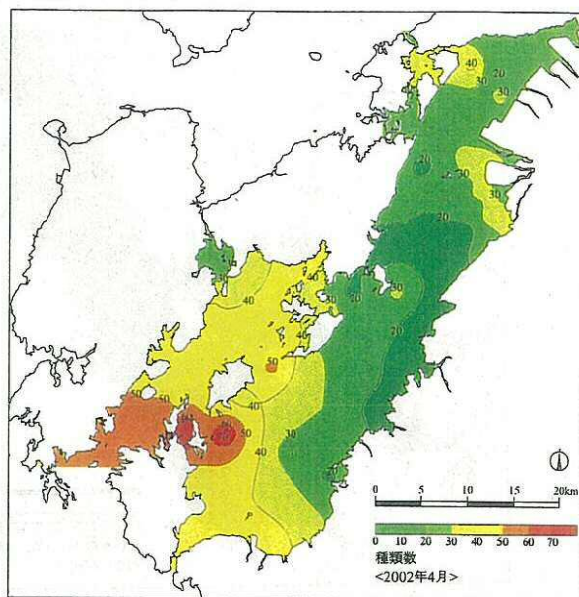
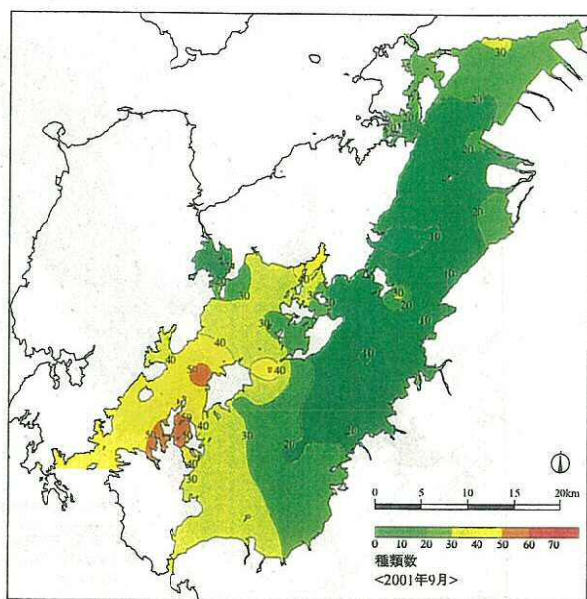


図 1.2-2(1) 底生生物の水平分布（種類数）（左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月）

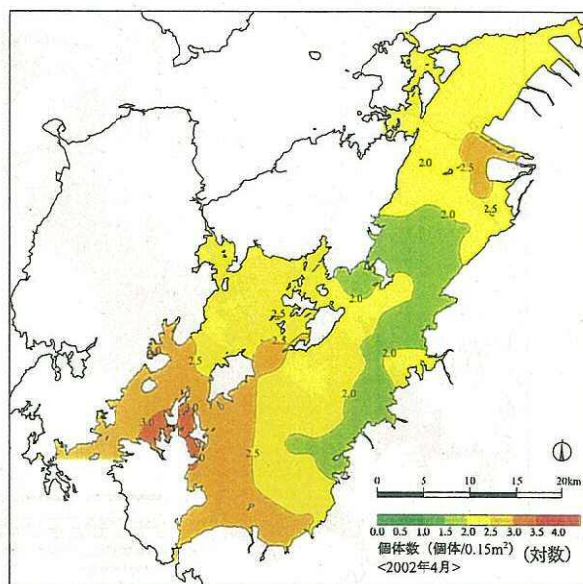
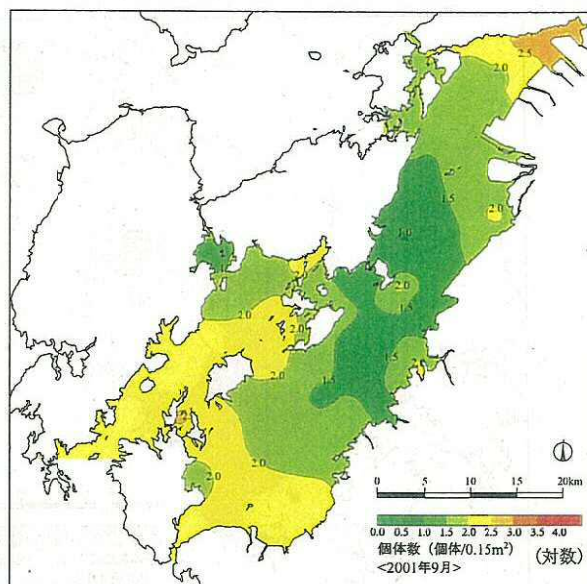


図 1.2-2(2) 底生生物の水平分布（個体数）（左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月）

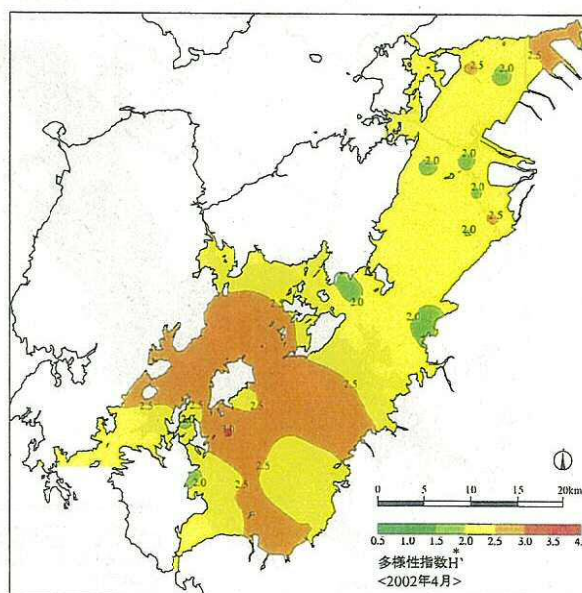
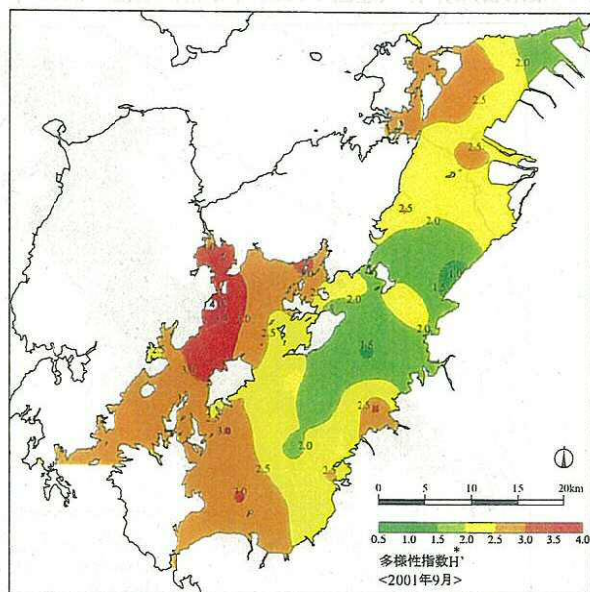


図 1.2-2(3) 底生生物の水平分布（多様性指数）（左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月）

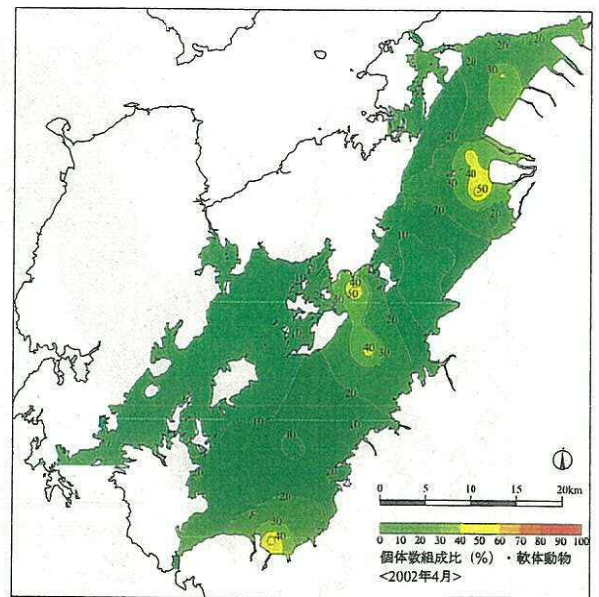
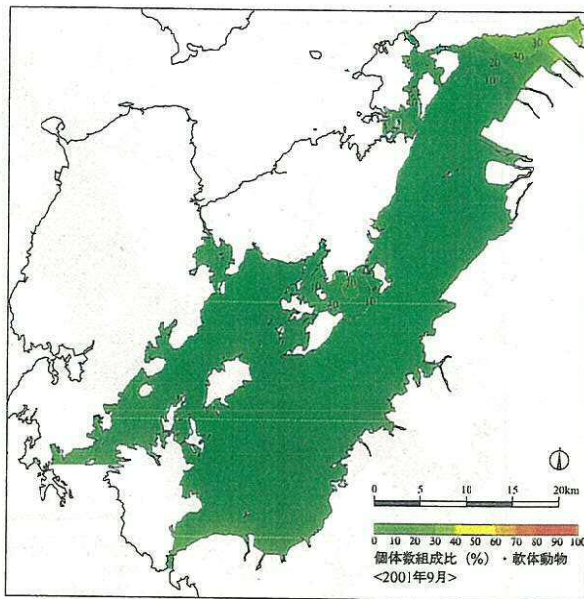


図 1.2-2(4) 底生生物の水平分布（個体数組成比：軟体動物門）（左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月）

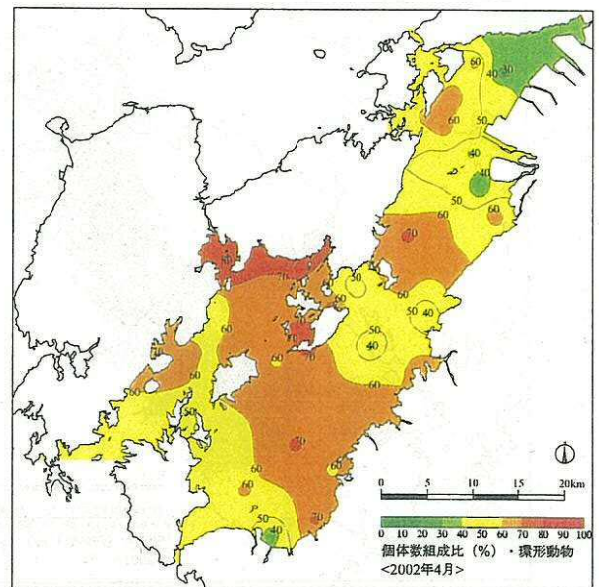
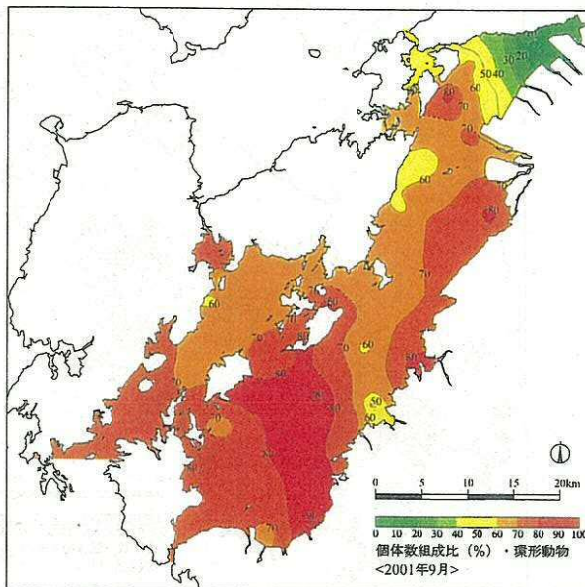


図 1.2-2(5) 底生生物の水平分布（個体数組成比：環形動物門）（左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月）

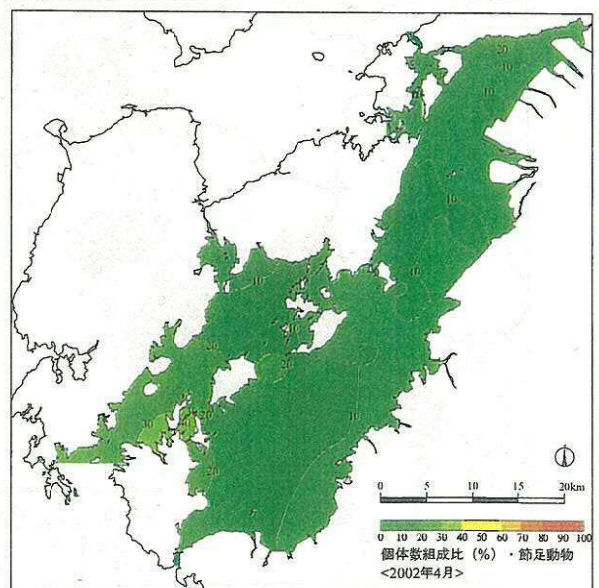
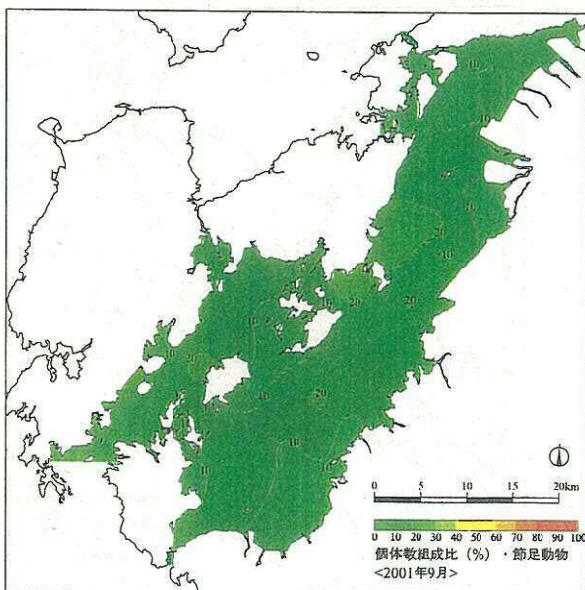


図 1.2-2(6) 底生生物の水平分布（個体数組成比：節足動物門）（左図：2001 年 9 月，右図：2002 年 4 月）

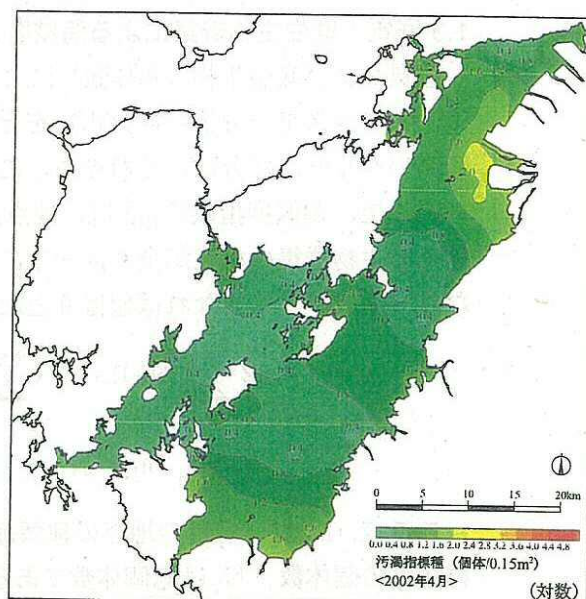
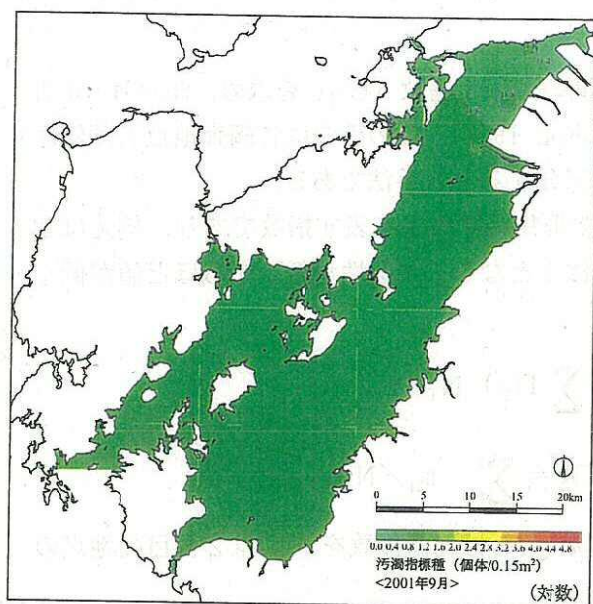


図 1.2-2(7) 底生生物の水平分布（個体数：有機汚濁指標種）（左図：2001年9月，右図：2002年4月）

（ヨツバネスピオA型、ヨツバネスピオB型、シズクガイの3種の合計個体数を示した。）

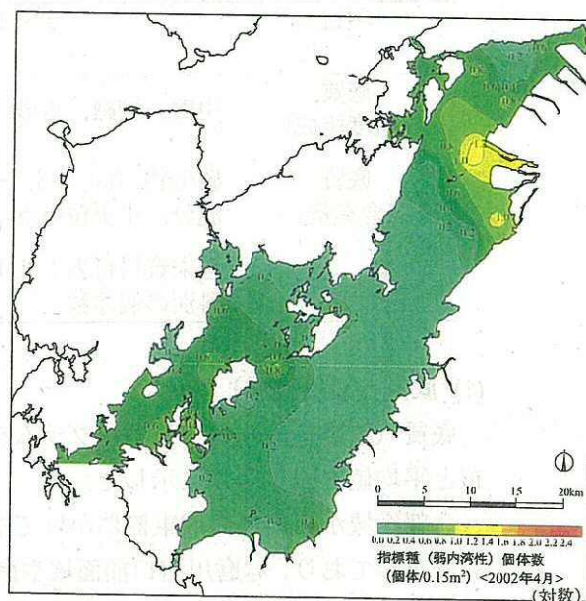
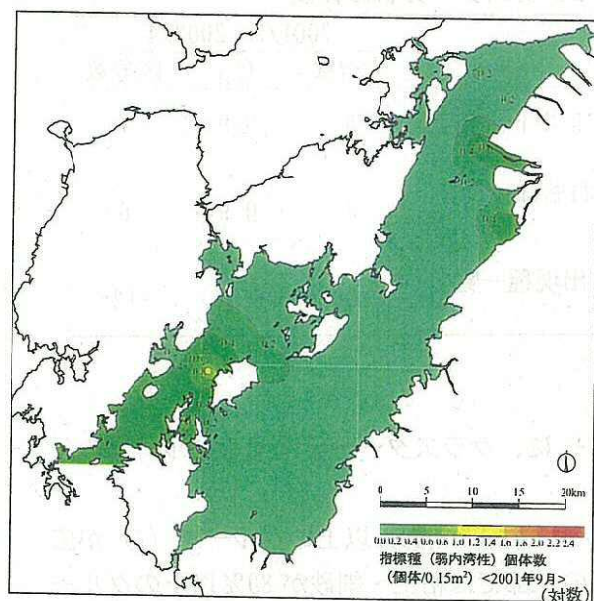


図 1.2-2(8) 底生生物の水平分布（個体数：弱内湾性種）（左図：2001年9月，右図：2002年4月）

（*Paralacydonia paradoxa*、ダルマゴカイ、クビナガスガメ、

Ampelisca sp.、ニッポンスガメ、ナメクジウオの7種の合計個体数を示した。）

1.3 底質・底生生物群集による海域区分

底質および底生生物（個体数）による地点間の類似度指数（ C_{Π} ）を求め、Moundford 法によるクラスター分析（群分析）を行った（木元 1967）。この手法は各調査地点を類似性の高いグループに分け、それをもとに海域を区分する解析手法である。

ここで、類似度指数 C_{Π} とは、地点間の生物群集の類似性を表す指数であり、例えば 2 地点の生物群集の構成が全く同一であれば値は 1 となり、類似性が低下するほど値が低くなり、構成が全く異なれば値は 0 となる。

$$C_{\Pi} = 2 \sum_{i=1}^s n_{1i} n_{2i} / \left(\sum \Pi_1^2 + \sum \Pi_2^2 \right) N_1 \cdot N_2$$

$$\sum \Pi_1^2 = \sum_{i=1}^s n_{1i}^2 / N_1^2 \quad \sum \Pi_2^2 = \sum_{i=1}^s n_{2i}^2 / N_2^2$$

ここで、 n_{1i} は 1 番目の地点の種類毎の個体数、 N_1 は総個体数を、 n_{2i} は 2 番目の地点の種類毎の個体数、 N_2 は総個体数である。

底質の粒度組成、含有量および底生生物群集についてクラスター分析を行い、Moundford 法によるデンドログラムからある C_{Π} の水準でタイプ分けした（表 1.3-1）。

表 1.3-1 底質・底生生物のクラスター分析の概要

項目	データの種類	2001/9・2002/4		
		データ数	C_{Π}	区分数
底質 (粒度組成)	中礫、細礫、粗砂、細砂、シルト、粘土	6	0.9	7
底質 (含有量)	硫化物、TOC、T-N、T-P (いずれも、mg/cm ³)、泥分、中央粒径 ϕ_{50}	6	0.9	6
底生生物	巻末資料付表 1.2-1 に示す出現種一覧の科別の個体数	160	0.45	12

(1) 底質（粒度組成）

底質（粒度組成）のデンドログラムを図 1.3-1 に、クラスター分析によるグループの分布と平均値を図 1.3-3 に示した。

北部海域から南部海域東側にかけては、シルト・粘土が 80%以上のグループ (A) が広く分布しており、球磨川河口前面域や南部海域の一部では粘土～細砂が 80%以上のグループ (B・D) が分布していた。南部海域西側および西部海域は、様々なグループが分布しており、粘土～細砂が 80%以上のグループ (D) や砂・礫が 80%以上のグループ (E・F・G) が多くみられた。

季節的にみると、球磨川河口前面では 2001 年 9 月はシルト・粘土が 80%以上のグループ (A) が多かったが、2002 年 4 月はそれらのグループに代わり細砂が 40%近く占めるグループ (B) が増えた。これらの状況以外に大きな変化はみられなかった。

(2) 底質（含有量）

底質（含有量）のデンドログラムを図 1.3-2 に、クラスター分析によるグループの分布と平均値を図 1.3-4 に示した。

北部海域から南部海域にかけては、泥分が高く T-P 以外の含有量が高いグループ (a) が

広く分布していた。南部海域西側および西部海域は、様々なグループが分布しており、その分布状況は季節によって異なっていた。すなわち、2001年9月は泥分が低く T-P、T-N、TOC が高いグループ (c) や硫化物、TOC、T-N、T-P が高いグループ (b) が多く、2002年4月は泥分が低く T-P、T-N がやや高いグループ (e) や泥分が低く T-P が高いグループ (f) が多くみられた。また、同地点でも季節によってグループが異なる場合が多かった。

以上より、八代海の底質の物理的性状は、北部海域～南部海域東側にかけては泥分の多い場所が多く、南部海域西側～西部海域にかけては砂分や礫分の割合の多い場所が多かった。これらの季節的な変化はほとんど認められなかった。含有量は、北部海域～南部海域にかけては季節を通してほぼ同様の環境（泥分が高く T-P 以外の含有量が高い）であったが、南部海域西側～西部海域にかけては同一地点で季節的な変化が多くみられ、これらの海域では奥部に比べて底質の化学的環境が変動しやすいことが明らかとなった。

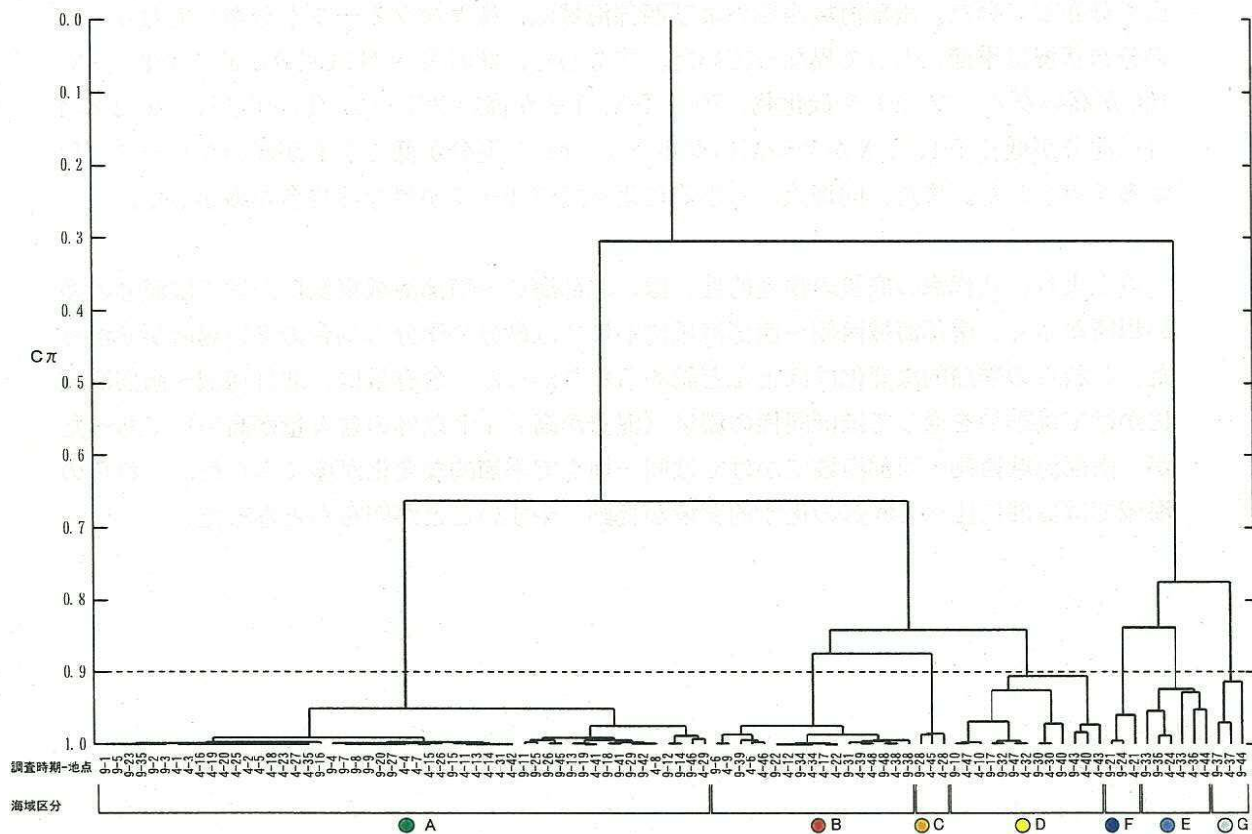


図 1.3-1 Mount ford 法による底質（粒度組成）のテンドログラム

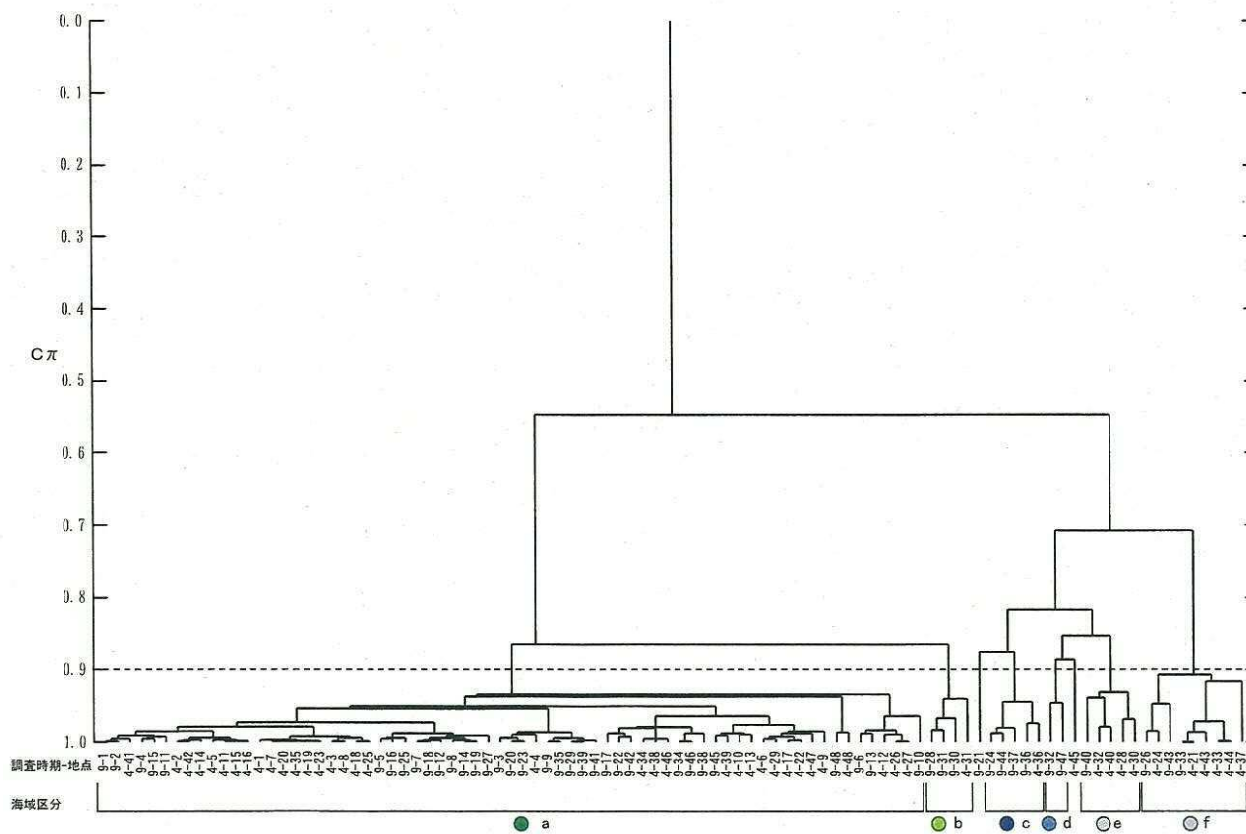


図 1.3-2 Mount ford 法による底質（含有量）のテンドログラム

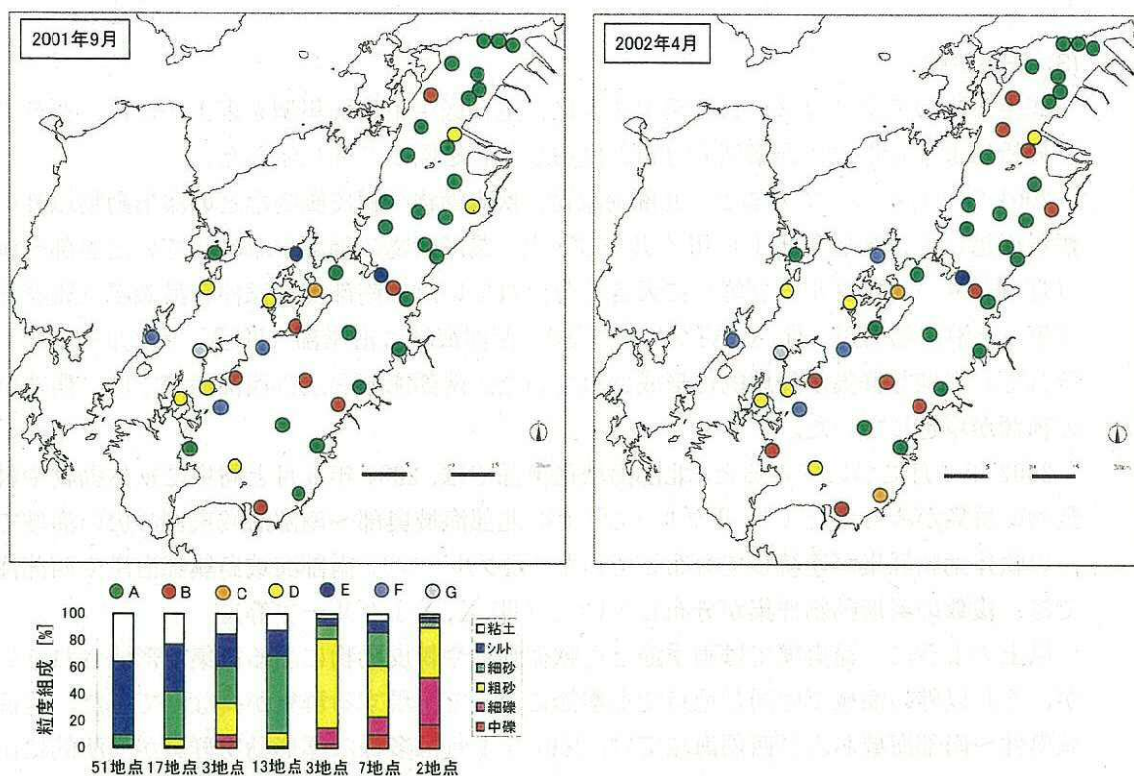


図 1.3-3 クラスター分析による底質（粒度組成）グループの分布と平均値

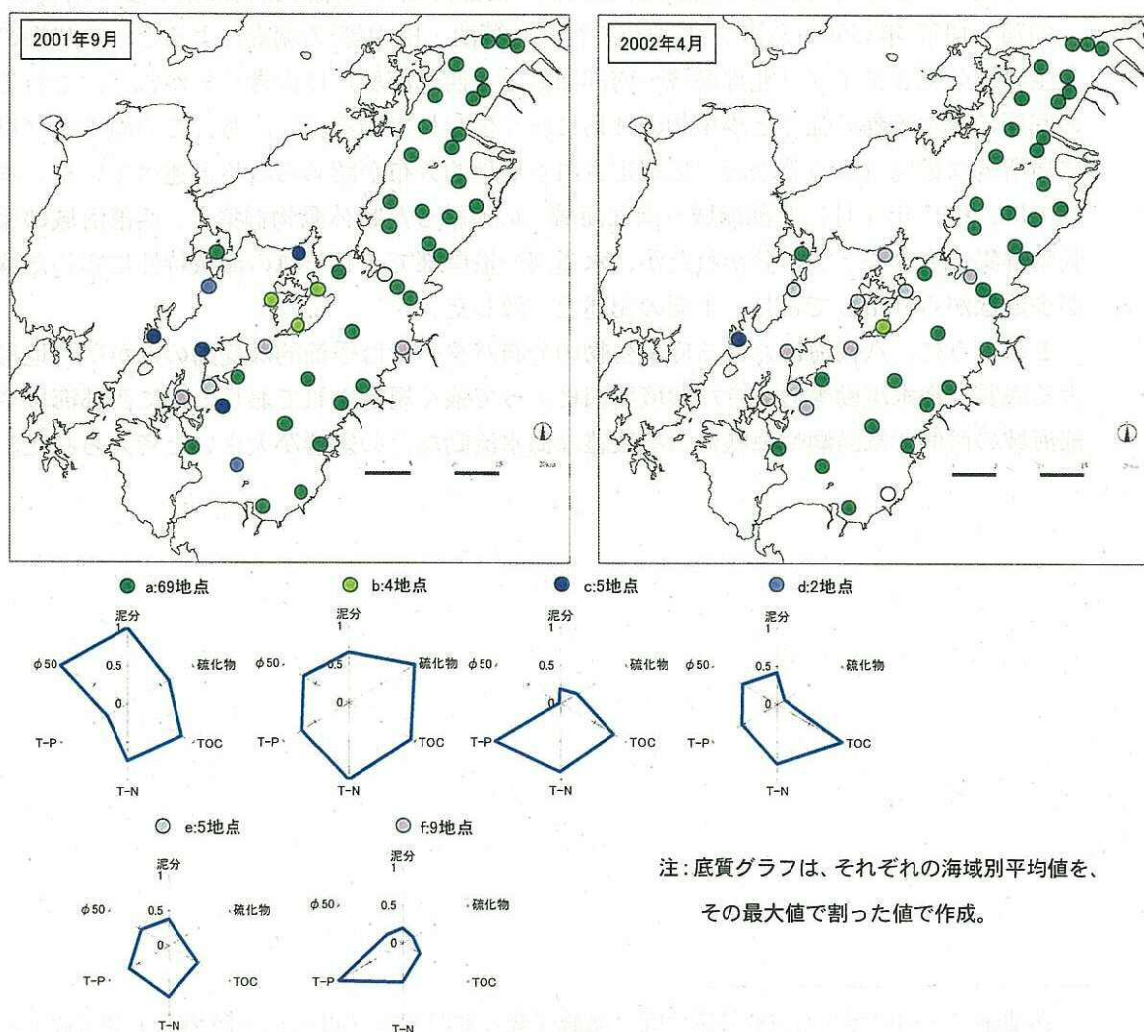


図 1.3-4 クラスター分析による底質（含有量）グループの分布と平均値

(3) 底生生物

底生生物のデンドログラムを図 1.3-5 に、主な底生生物群集型を表 1.3-2 に、クラスタ分析による底生生物群集型の分布と優占した科を図 1.3-6 に示した。

2001 年 9 月についてみると、北部海域は、軟体動物や棘皮動物などの環形動物以外の種類が卓越していた最奥部（Ⅰ，Ⅱグループ）と、環形動物の種類が卓越していた奥部～南側（Ⅲ，Ⅳ，Ⅴ，Ⅵ，Ⅷグループ等）に大きく分かれていた。南部海域は沖合最深部（Ⅷグループ等）と沿岸部周辺（Ⅲ，Ⅴ，Ⅵグループ等）、西部海域は沿岸部（Ⅲ，Ⅳ，Ⅴグループ等）にそれぞれ多様な群集が局地的に形成されていた。南部海域および西部海域では、環形動物の種類が卓越していた。

2002 年 4 月についてみると、北部海域最奥部では、2001 年 9 月と同様に軟体動物や棘皮動物の群集がみられた（Ⅰ，Ⅱグループ）が、北部海域奥部～南部海域東側の広い海域で同一の軟体動物群集が連続して分布していた（Ⅶグループ）。南部海域島嶼部沿岸や西部海域では、複数の環形動物群集が分布していた（Ⅲ，Ⅹ，ⅩⅠグループ等）。

以上のように、最奥部では両季節とも軟体動物や棘皮動物による群集が形成されていたが、それ以外の海域では同じ地点でも季節によって出現する群集が異なっていた。北部海域奥部～南部海域および西部海域では、2001 年 9 月は多様な環形動物群集が局所的に出現しており、連続性はみられなかった。2002 年 4 月は北部海域奥部～南部海域東側沿岸部にかけて同一の軟体動物群集が連続的に出現し、西部海域では環形動物群集が多く出現した。

1975～1977 年（S50～52）に 21 地点で行った菊池・田中等²の調査によると、八代海の底生生物区分は 2 タイプ（北部海域～南部海域と、西部海域）に大きく分かれて、それぞれの底層の海水流動の強さと堆積物の性格に強く依存している。しかも、この両タイプ以外に局所的な環境（水道部など）に規定される局地的分布が認められると述べている。本調査では、2001 年 4 月に北部海域～南部海域への連続した軟体動物群集と、西部海域の環形動物群集の大きく 2 つに分かれたが、水道部や沿岸部でそれぞれの海域特性に応じた群集が少数ながら分布しており、上記の記述と一致した。

このように、八代海における底生生物の分布パターンは季節的な変動のほかに、地形による底質、海水流動等の大きな環境要因によって強く規定されており、特に西部海域や南部海域の西側では島嶼や海峡による複雑な海水流動などの影響が大きいと考えられた。

²菊池泰二・田中雅生(1978)特定研究「海域保全」有明海班（昭和 50～52 年度）研究成果報告, 59-74.

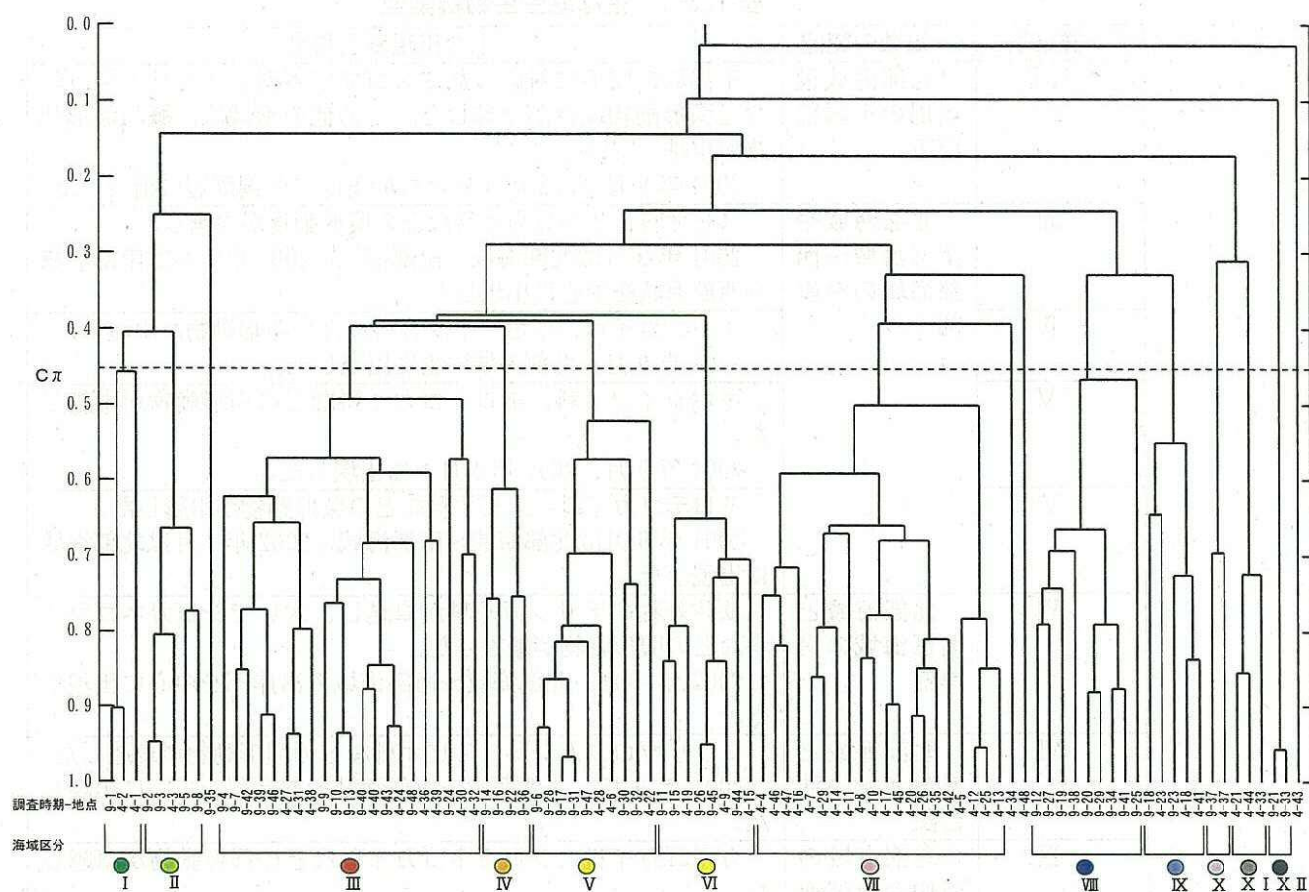
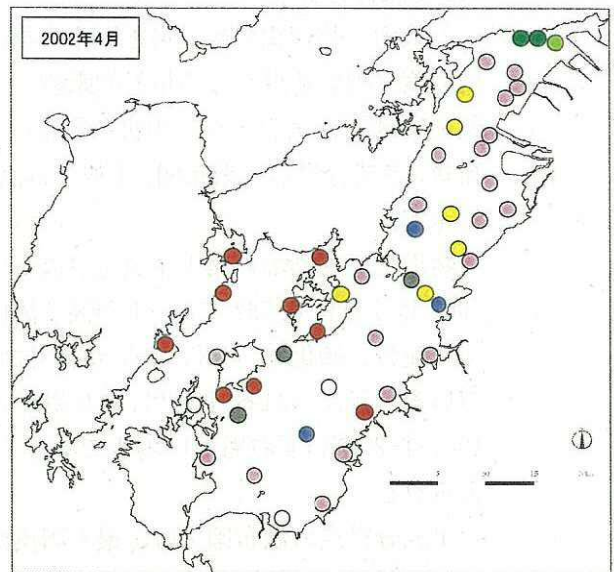
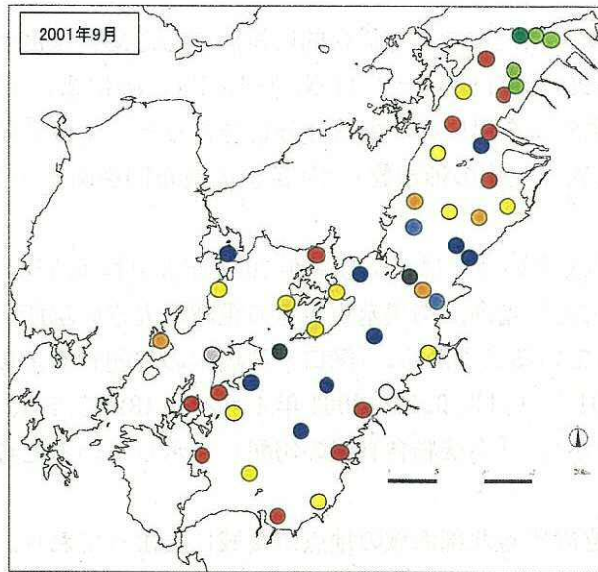


図 1.3-5 Mount ford 法による生物群集によるテンドログラム

表 1.3-2 主な底生生物群集型

群集型	海域の範囲	主な出現種と特徴
I, II	北部海域最奥部の干潟部周辺	干潟域の環境に対応したミズゴマツボ科、イカリナマコ科など環形動物以外が卓越した。その他の海域は、概ね環形動物が卓越していた。 2001年9月、2002年4月とも最奥部の干潟周辺に出現した。
III	北部海域や南部海域～西部海域の沿岸部	スピオ科、イトゴカイ科などの環形動物が卓越した。 2001年9月は北部海域～南部海域、2002年4月は南部海域～西部海域を中心に出現した。
IV		イトゴカイ科、ギボシイソメ科などの環形動物が卓越した。 2001年9月、北部海域に主に出現した。
V		ギボシイソメ科、モロテゴカイ科などの環形動物が卓越した。 2001年9月、2002年4月とも出現した。
VI		モロテゴカイ科、スピオ科などの環形動物が卓越した。 2001年9月は北部海域～南部海域、2002年4月は北部海域に出現した。
VII	北部海域と南部海域の沿岸部	軟体動物のアサジガイ科が卓越し、次いでシログネゴカイ科などの環形動物が優占した。 2002年4月、北部海域～南部海域の沿岸部を中心に出現した。
VIII	北部海域と南部海域の沖合部	ノラリウロコムシ科、スピオ科などの環形動物が卓越した。 2001年9月、北部海域～南部海域の沖合部を中心に出現した。
IX	北部海域の南側や南部海域の沖合部	カギゴカイ科、シログネゴカイ科などの環形動物が卓越した。 2001年9月は北部海域の南側、2002年4月は北部海域の南側や南部海域の沖合部に出現した。
X～XII	—	—



群集型		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	単位: %
分類群	科名													全地点
軟体動物	ミスゴマツホ科	21.5	7.9											
	チリハキガイ科		15.0											
	ウロガイ科		5.8											
	アサシガイ科							26.7						6.9
	ケシハマクリ科							5.5						
環形動物	ノリウロコムシ科								37.0	15.8				
	タサウコガイ科											25.4		
	オヒメゴガイ科									6.3	9.2			
	カキコガイ科			6.1		5.2	5.4			24.2				
	シリス科										10.2			
	チロリ科				9.2									
	シロカネゴガイ科							16.8	7.0	20.0				5.3
	キホシツメ科			5.3	13.6	30.5	6.1							
	ブリイソム科										5.4			9.9
	スピタ科			25.1		9.4	10.8	10.7	9.7		8.3	10.3	6.7	10.2
	モロチゴガイ科					10.6	44.4	8.1	9.3	8.4				
	ツハサゴガイ科												46.5	
	ミスヒキゴガイ科			5.3										
	ハホウキゴガイ科	9.3												
	イトゴガイ科	8.2		10.7	26.5	5.6	7.1		6.6					
	フサゴガイ科				6.3									
	ケヤリムシ科				9.6									
節足動物	ユンボソコヒ科			5.6										
	イシクソコヒ科													8.7
	メダココヒ科	11.8										5.7		
	スガメソコヒ科										8.6			
棘皮動物	イカリナマコ科	12.0	46.6											
地点数		3	5	21	4	10	8	20	9	5	2	3	2	

注) 優占種は各群集型の上位5種。ただし5%未満は除く。

図 1.3-6 クラスタ分析による底生生物群集型の分布と優占した科一覧

1.4 主成分分析

八代海の物理化学的環境と底生生物の出現状況について総合的に検討するため、水深や内湾度（湾奥基点からの相対的距離）、底質の含有量データ（T-N、T-P、TOC、硫化物）、底質の物理的性状データ（中央粒径 ϕ_{50} 、泥分）を用いて、主成分分析を行った。主成分負荷量、主成分得点の散布図、主成分得点と底生生物の種類数・個体数との散布図を図 1.4-1 に示す。

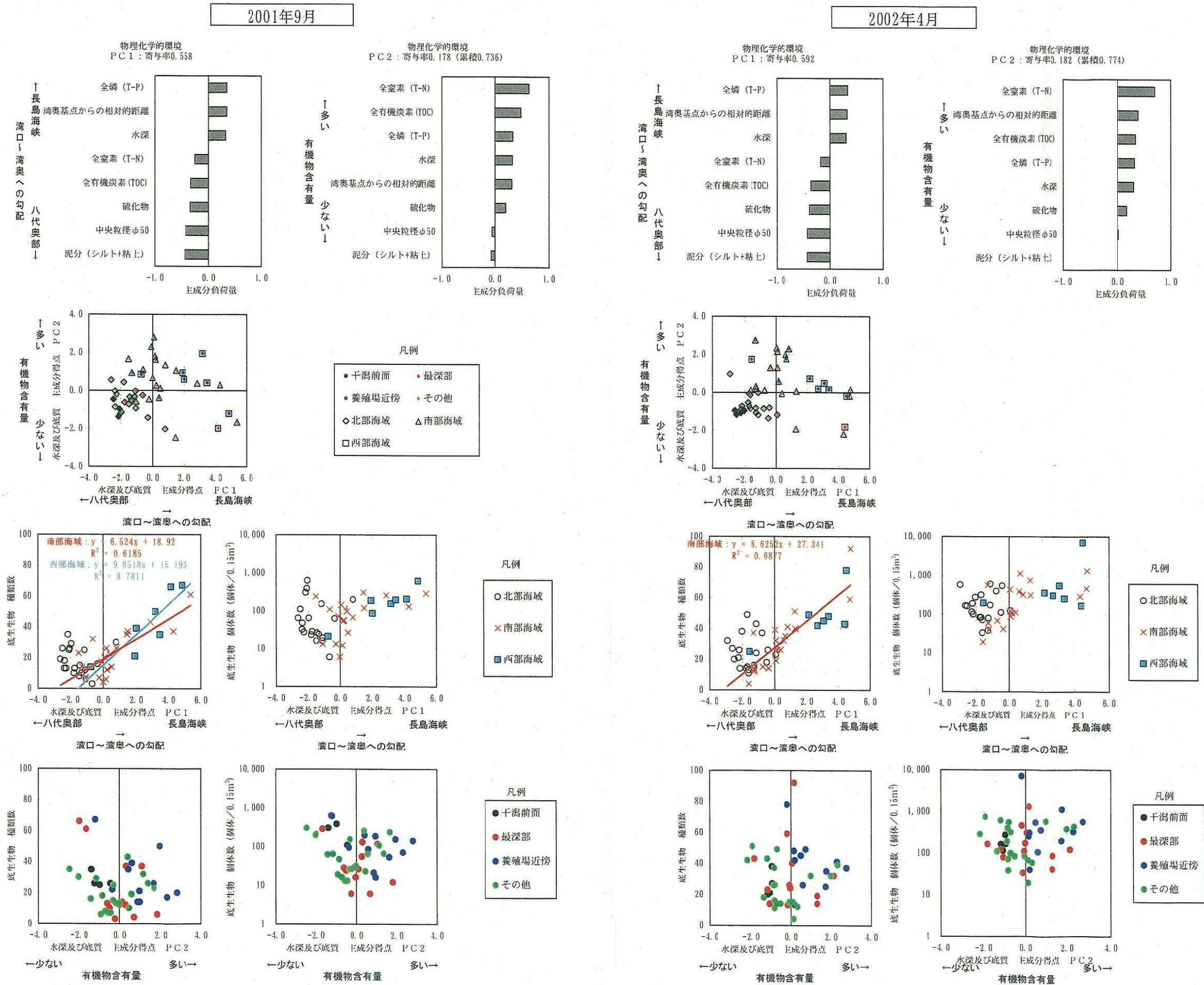
物理化学的環境の第 1 主成分（以下、PC1 という）は、寄与率が 2001 年 9 月は 0.558、2002 年 4 月は 0.592 で、T-P が高く湾口に近い場所（湾奥基点からの距離が大きい場所）では泥分、硫化物、TOC、T-N が低くなっていることから、「湾口～湾奥への勾配」を示していると考えられる。PC2 は、寄与率が 2001 年 9 月は 0.178、2002 年 4 月は 0.182 で、T-N、TOC、T-P がいずれも高い場所であることから、「有機物含有量の勾配」を示していると考えられる。

主成分得点の散布図では、最も湾奥に位置する北部海域の地点が負域に集まっており、PC1 の「湾口～湾奥への勾配」に対応していた。PC2 の主成分得点についてみると、養殖場近傍の地点はプラス側に、球磨川河口近傍である干潟前面の地点はマイナス側に集まっていた。よって、PC2 の「有機物含有量の勾配」の含有量が多い場所は、養殖場近傍であることが示唆された。球磨川河口からの流入負荷よりも養殖場からの負荷が八代海の物理化学的環境に影響を及ぼしていることが明らかとなった。

PC1 の主成分得点と種類数の散布図をみると、2001 年 9 月の南部海域と西部海域、2002 年 4 月の南部海域では湾口に近いほど種類数が多くなる有意な相関がみられた。北部海域は他の海域より主成分得点の範囲は狭く種類数との関係も明瞭ではなかった。個体数との散布図をみると、種類数と同様に南部海域や西部海域で個体数がやや多い傾向がみられたが、種類数ほど顕著ではなかった。

PC2 の主成分得点と種類数・個体数の散布図について、地域属性区分別（干潟前面域、最深部域、養殖場近傍域及びその他の海域）にみた結果、明瞭な関係はみられなかった。なお、養殖場近傍の地点は「有機物含有量の勾配」の含有量が多い傾向にプロットされていた。

以上より、八代海の物理化学的環境は、湾口～湾奥へ環境勾配（第 1 の要素）と養殖負荷による有機物含有量（第 2 の要素）により大きく規定されていることが明らかとなった。



注) 各測定項目の頻度分布で、モードから大きく外れたデータは特異点とみなし、両調査月からその地点のデータを削除して主成分分析を行った。

図 1.4-1 主成分分析結果

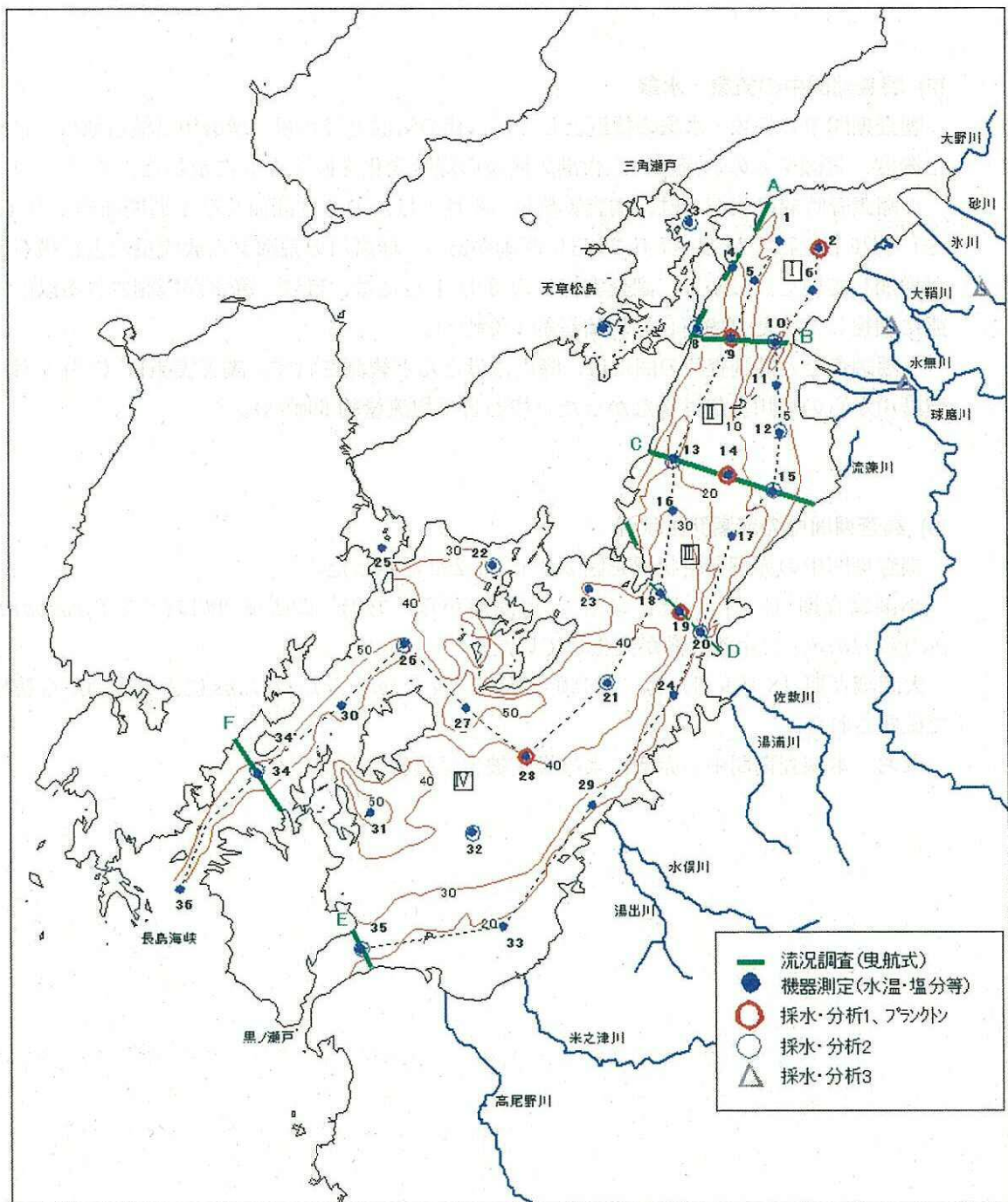
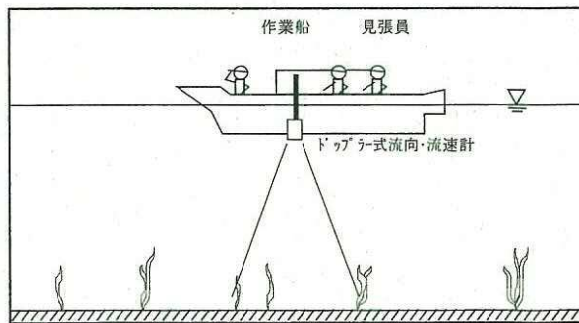
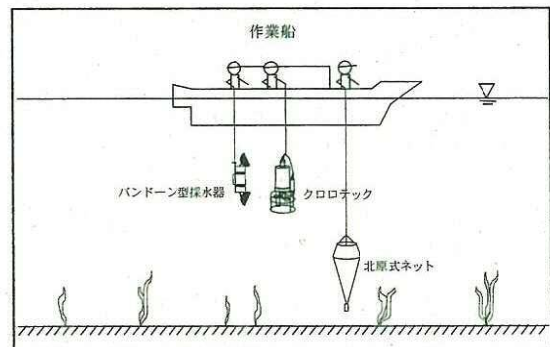


図 2.2-a 八代海流況・水質等調査地点および球磨川河口周辺底質等調査地点



曳航式型流向・流速計の調査状況



水質・プランクトン調査状況

(2) 調査期間中の気象・水象

調査期間中の気象・水象の状況として、八代の気温と降水量、球磨川（横石地点）の流量と濁度、荒瀬ダムの放流量、八代港の潮位の経時変化を図 2.2-b に示した。

小潮調査時前の状況では、調査実施日（8 月 1 日）の 2 週間前及び 1 週間前の 7 月 17 日～7 月 20 日、7 月 25 日～7 月 26 日に降雨があり、球磨川の荒瀬ダム放流量および横石流量が増加していた。しかし、調査実施日の 8 月 1 日には、ほぼ、降水が観測される以前の状態に回復していた（横石日平均流量約 120m³/s）。

小潮調査と大潮調査の間には、降雨はほとんど観測されず、調査実施日（8 月 9 日）の球磨川からの河川流量は少なかった（横石日平均流量約 69m³/s）。

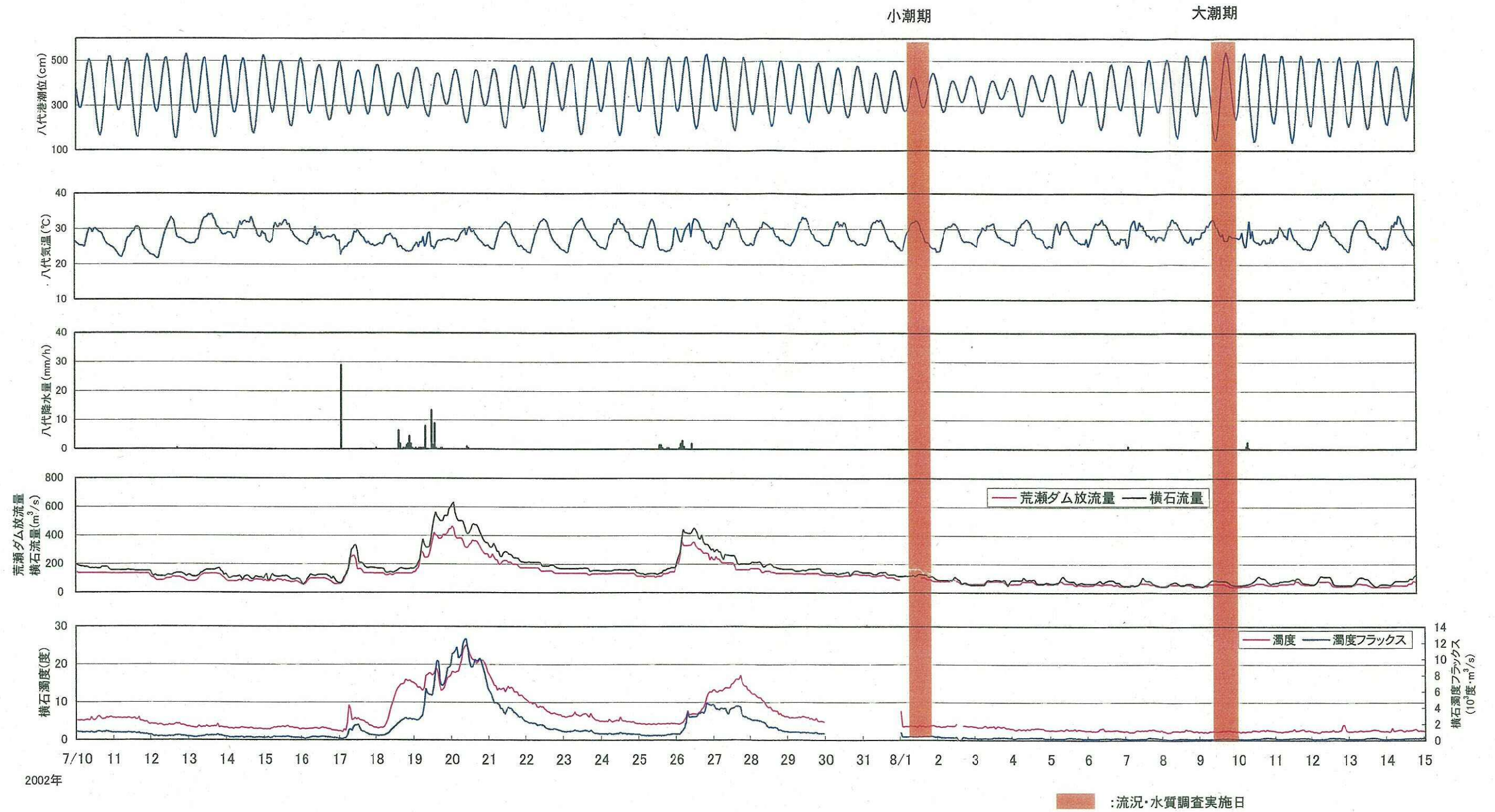
(3) 調査期間中の赤潮発生状況

調査期間中の赤潮発生状況を図 2.2-c、2.2-d に示した。

小潮調査期（8 月 1 日）の約 2 週間前から、コクロイウム ポリクリコイデス *Cochlodinium polykrikoides* による赤潮が発生していた。

大潮調査期（8 月 9 日）は、ノチルカ シンチランス *Noctiluca scintillans* による赤潮が倉岳町沖で確認された。

なお、本調査期間中の赤潮による漁業被害は報告されていない。



注) データは速報値であり、今後修正の可能性がある

出典: 国土交通省資料、アメダス観測資料より作成

図 2.2-b 調査期間中の気象・水象の経時変化

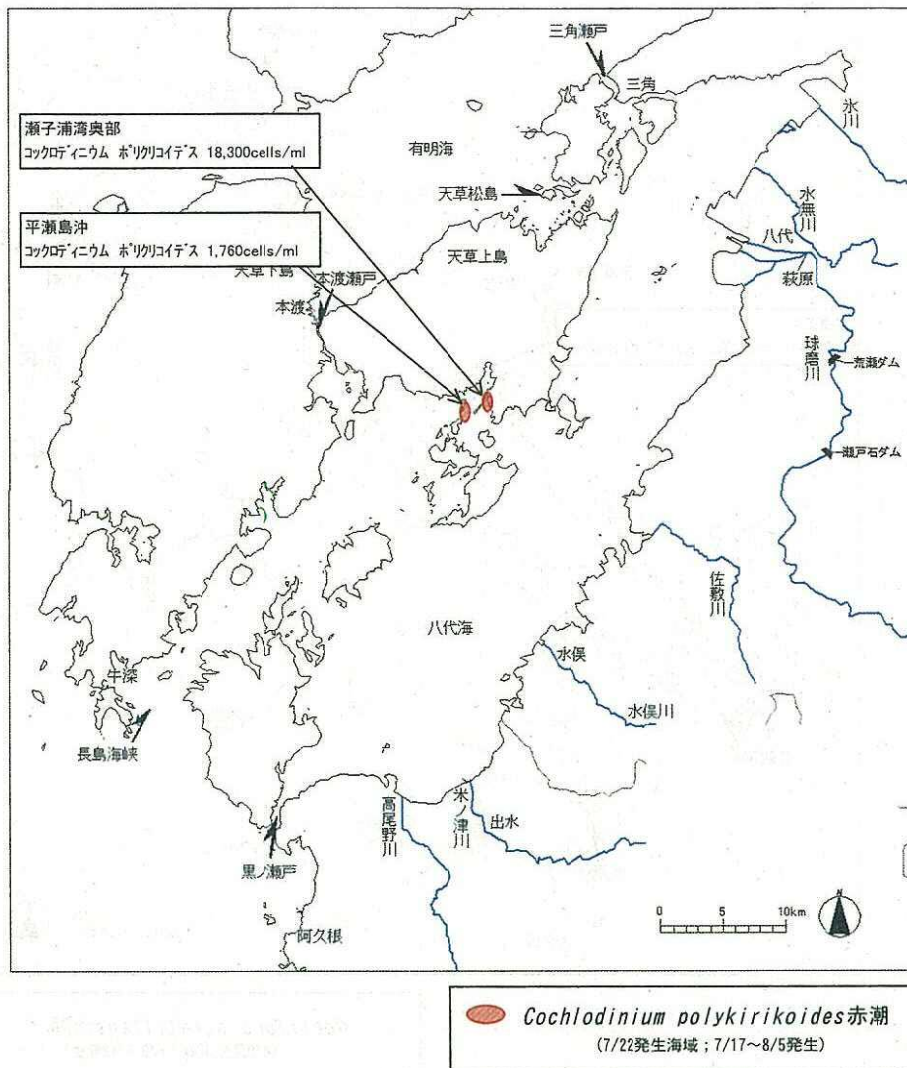


図 2.2-c 夏季小潮調査時 (2002 年 8 月 1 日) 赤潮出現状況 (速報)

出典: 赤潮情報第 23 号~38 号 (平成 14 年 7 月 16 日~8 月 5 日)

(熊本県水産研究センター) より作成

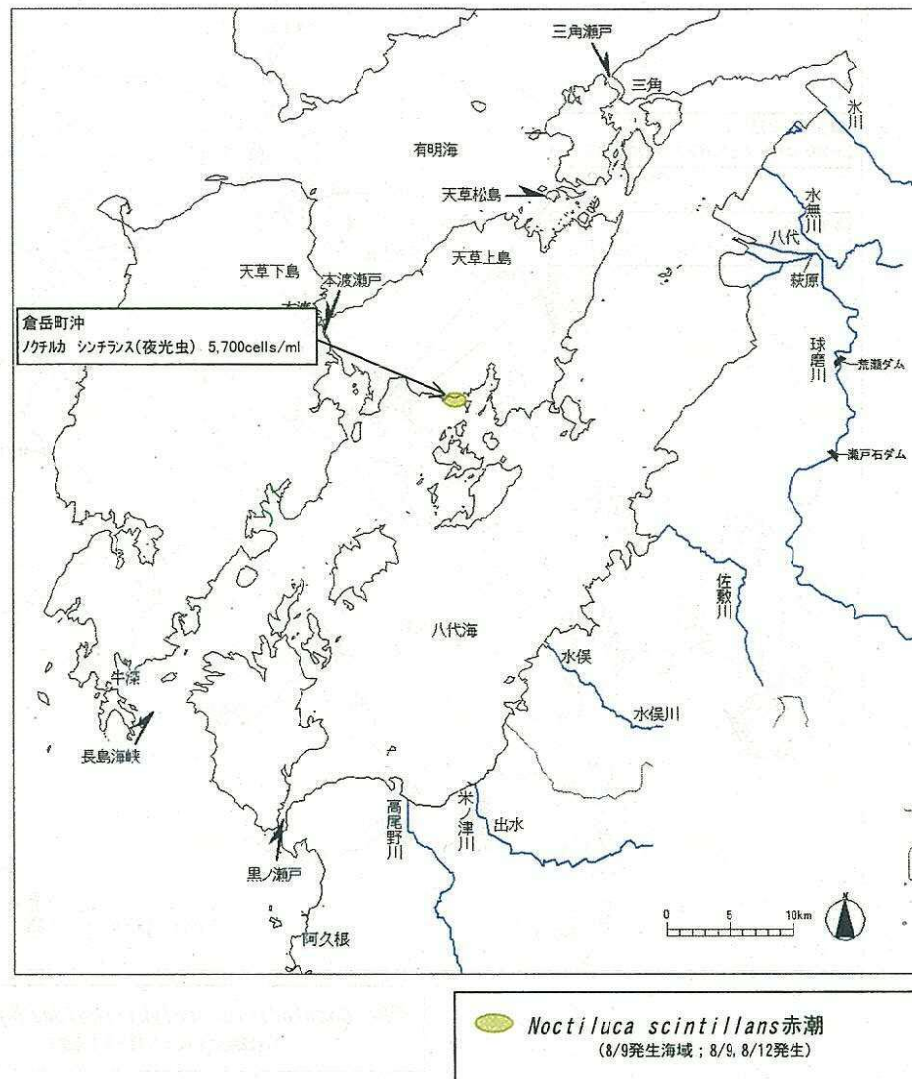


図 2.2-d 夏季大潮調査時 (2002 年 8 月 9 日) 赤潮出現状況 (速報)

出典: 赤潮情報第 39 号~48 号 (平成 14 年 8 月 7 日~8 月 28 日)

(熊本県水産研究センター) より作成

(4) 流況

8月1日（小潮期）および8月9日（大潮期）に、八代海の6測線において、ADCPによる多層流向・流速測定を行った。水深2m、6m、15mにおける結果を図2.2-1、図2.2-2に示す。

小潮期、大潮期とも全層で、上げ潮時には北向きの流れが見られ、下げ潮時には南向きの流れが見られた。

流速は、長島海峡で大きく、大潮期の上げ潮時および下げ潮時には、100cm/sを超える流速が見られた。

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

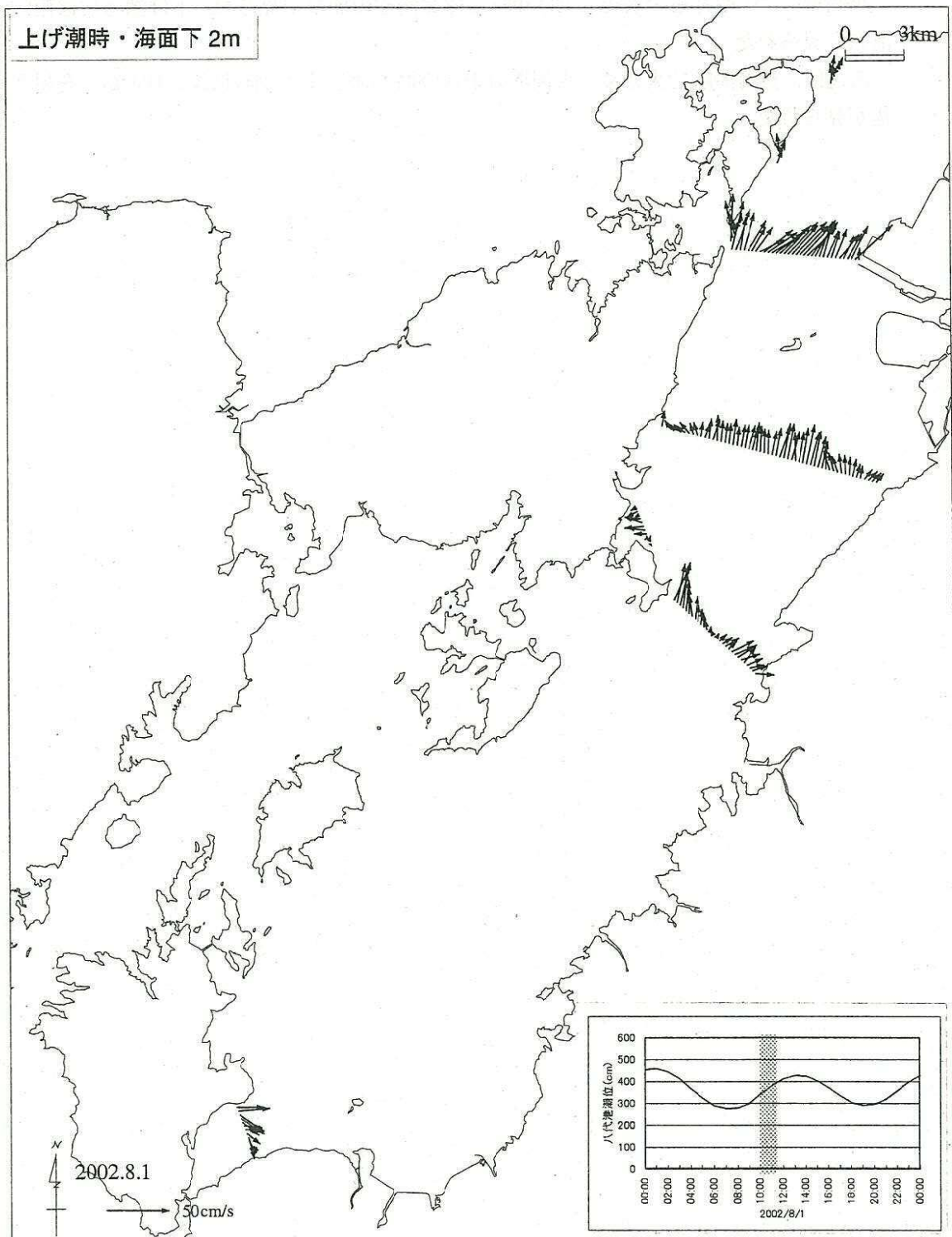


図 2.2-1(1) 流速ベクトル水平分布(小潮期・上げ潮時・海面下2m)

[調査日：2002 年 8 月 1 日（小潮期）]

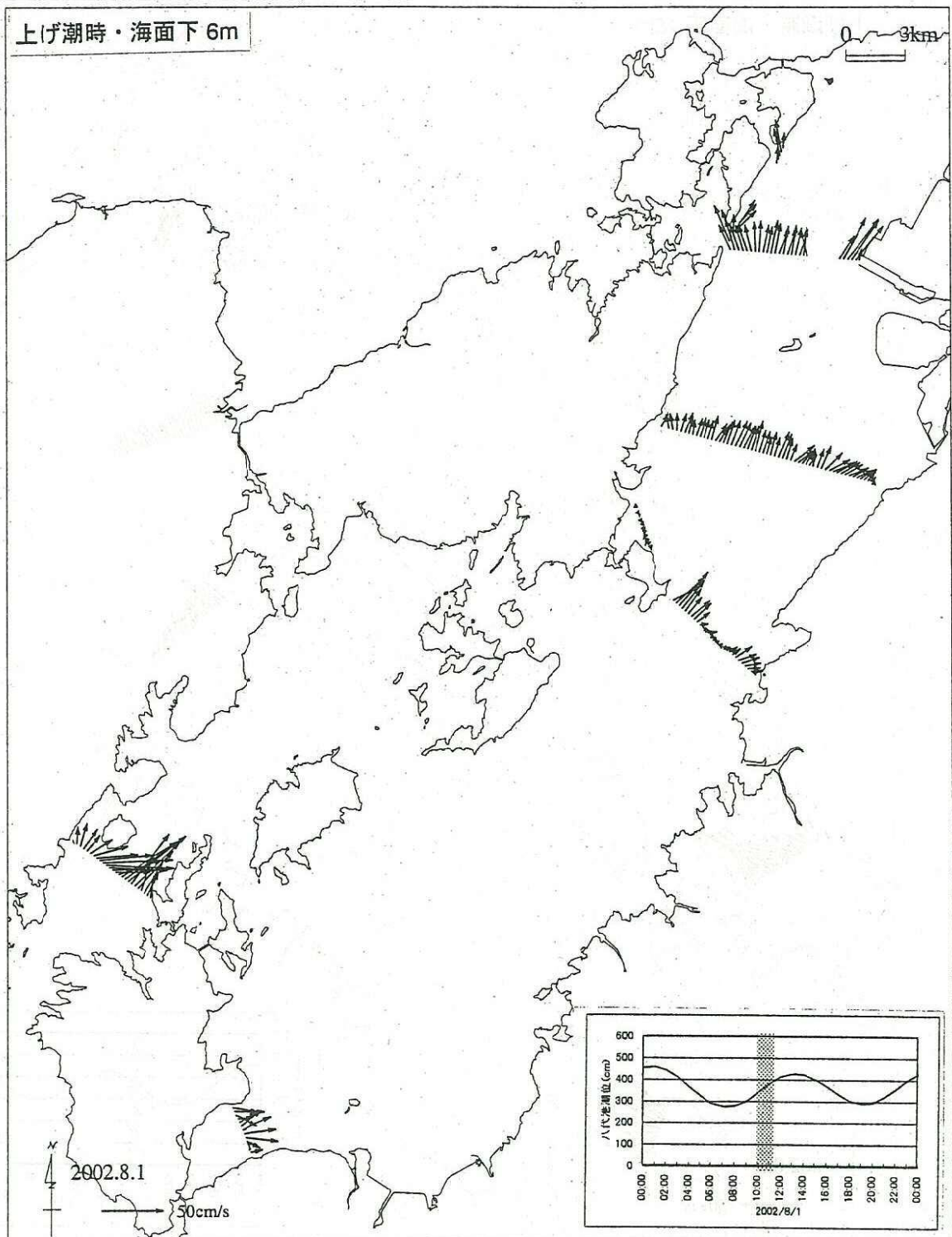


図 2.2-1(2) 流速ベクトル水平分布(小潮期・上げ潮時・海面下 6m)

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

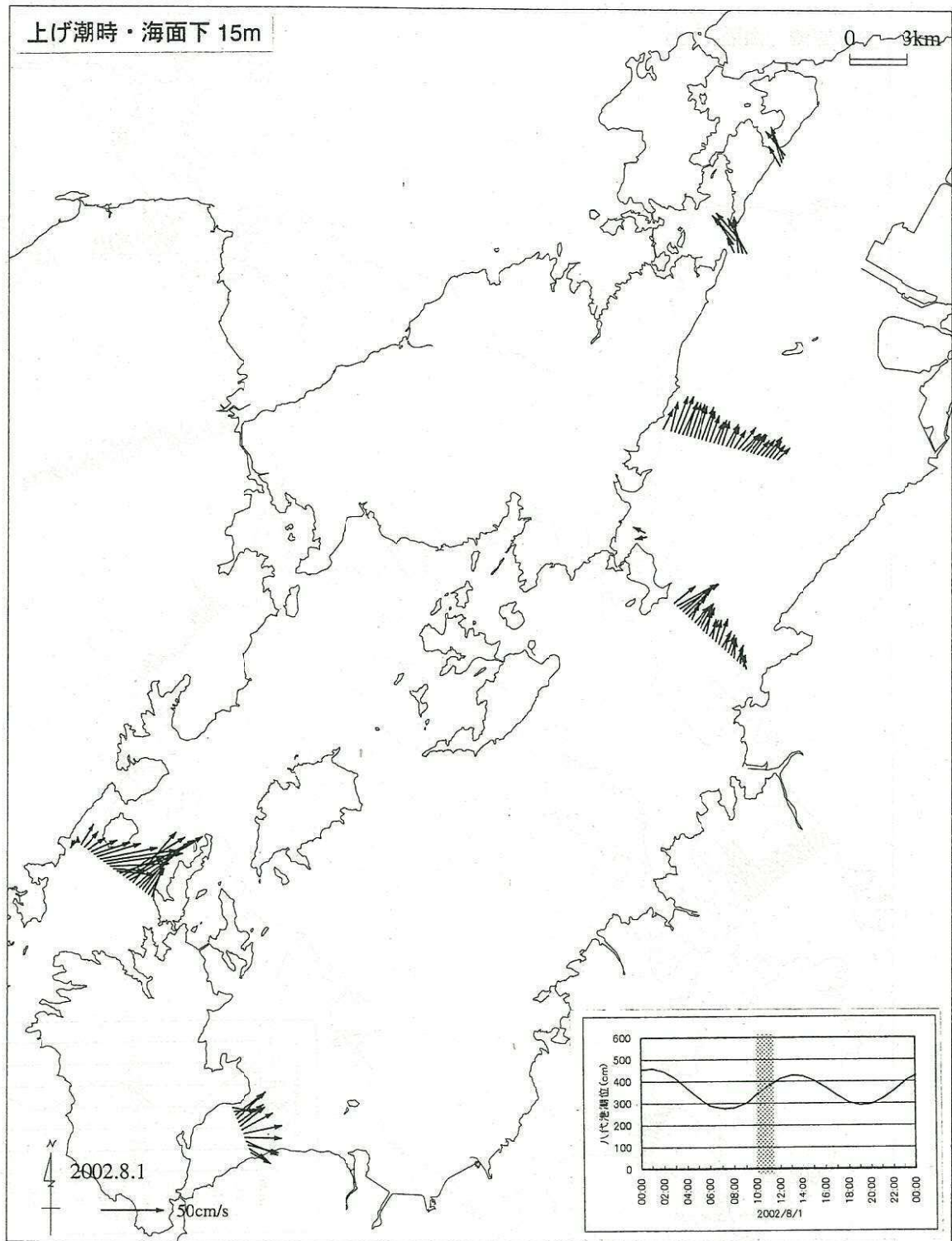


図 2.2-1(3) 流速ベクトル水平分布(小潮期・上げ潮時・海面下 15m)

【調査日：2002年8月1日（小潮期）】

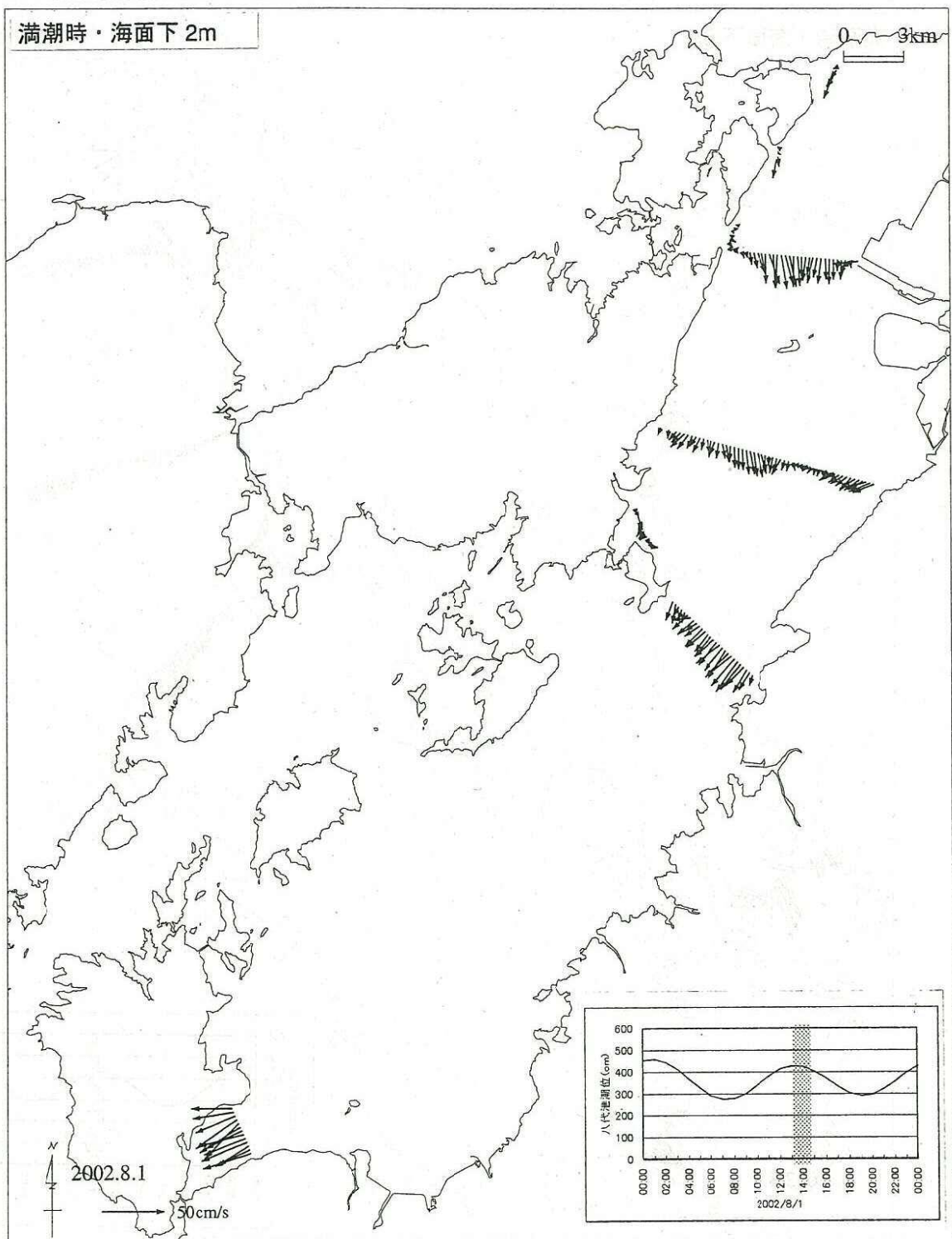


図 2.2-1(4) 流速ベクトル水平分布(小潮期・満潮時・海面下 2m)

[調査日：2002 年 8 月 1 日（小潮期）]

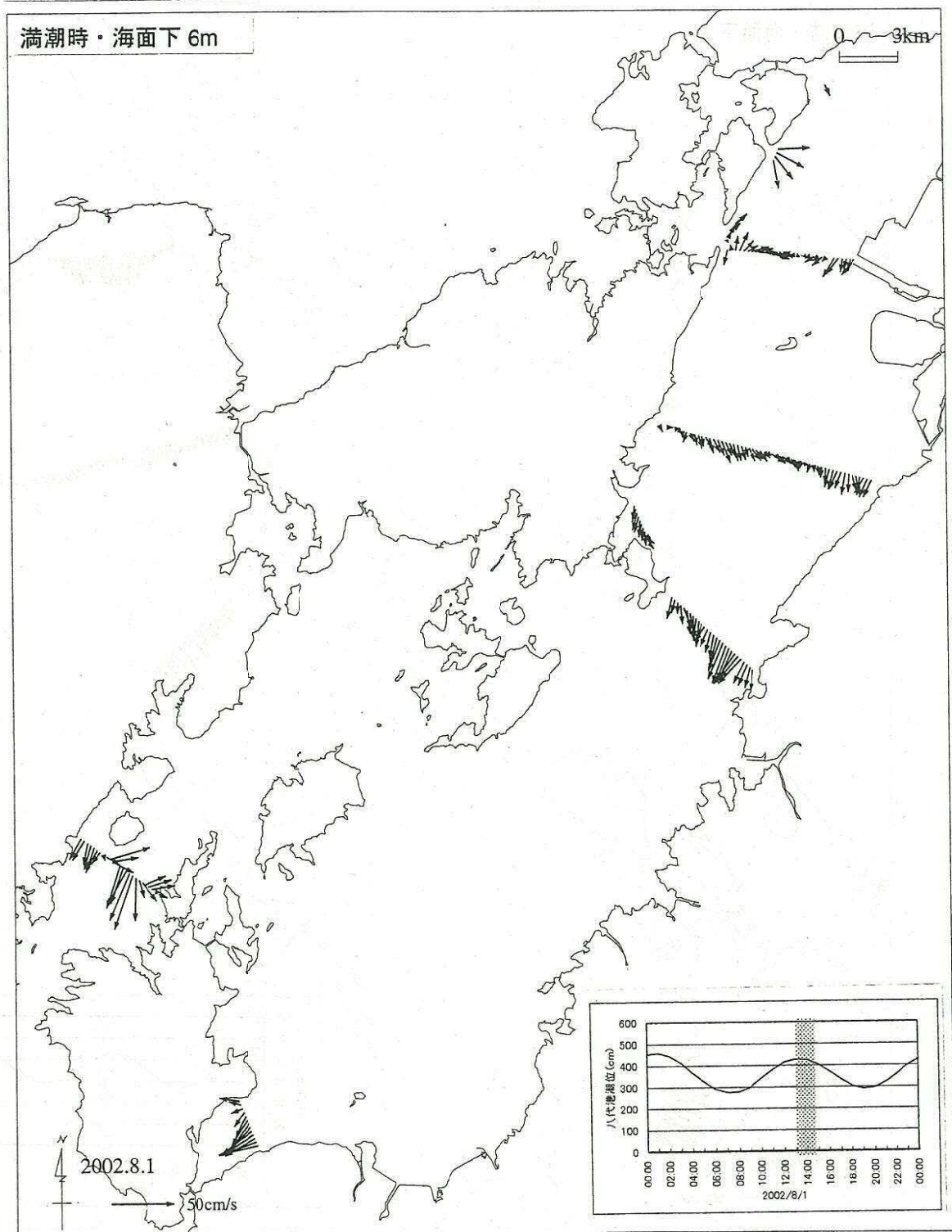


図 2.2-1(5) 流速ベクトル水平分布(小潮期・満潮時・海面下 6m)

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

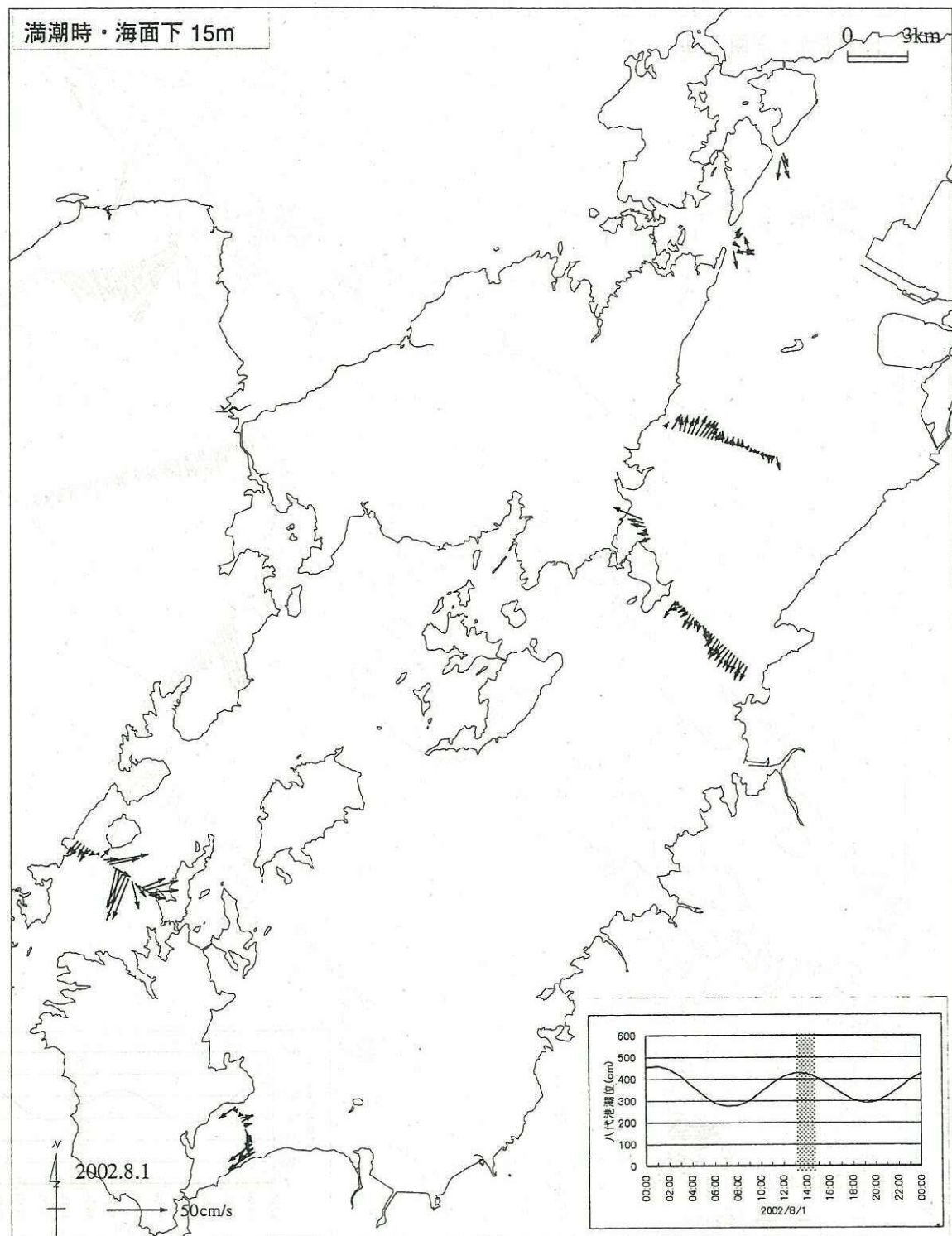


図 2.2-1(6) 流速ベクトル水平分布(小潮期・満潮時・海面下 15m)

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

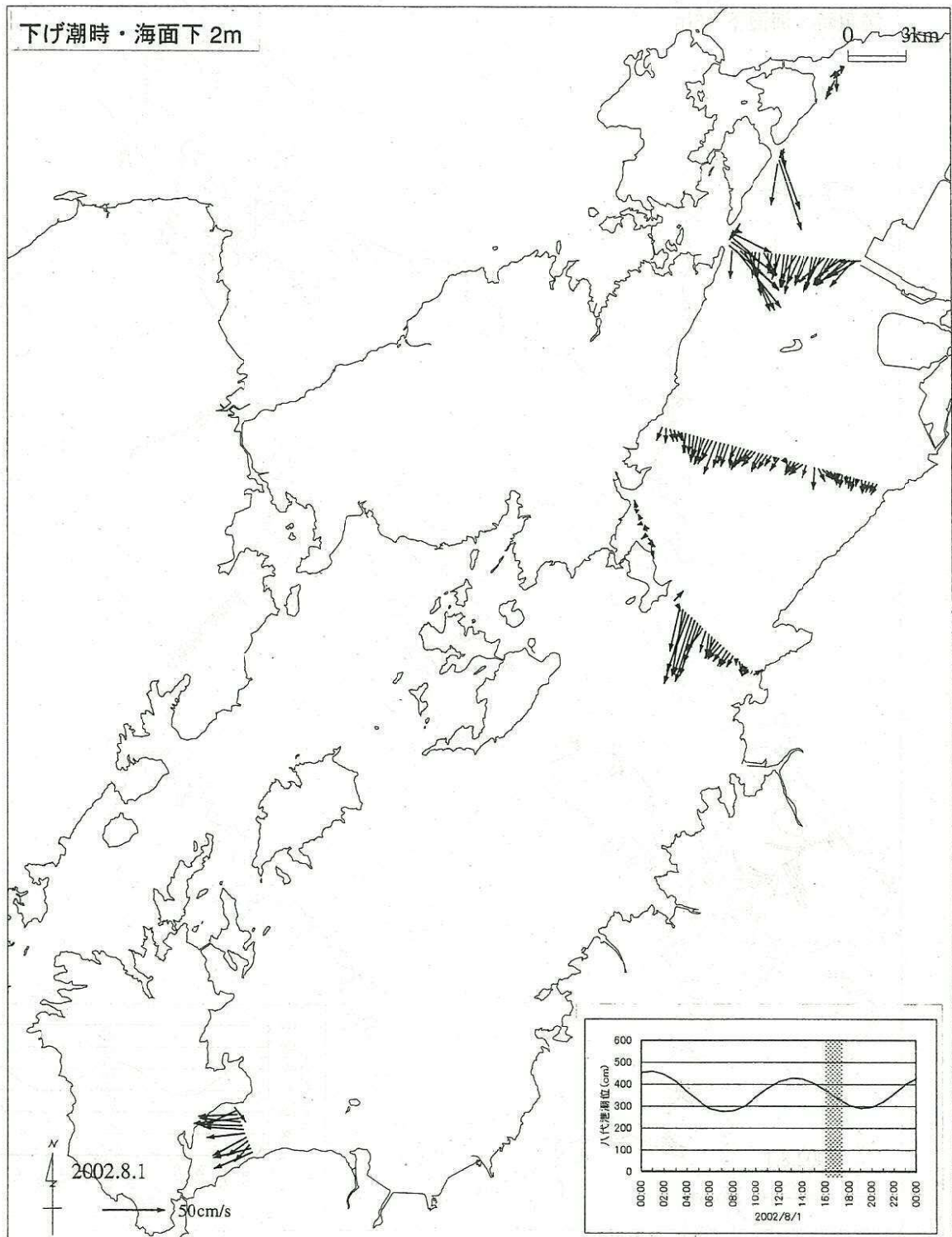


図 2.2-1(7) 流速ベクトル水平分布(小潮期・下げ潮時・海面下 2m)

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

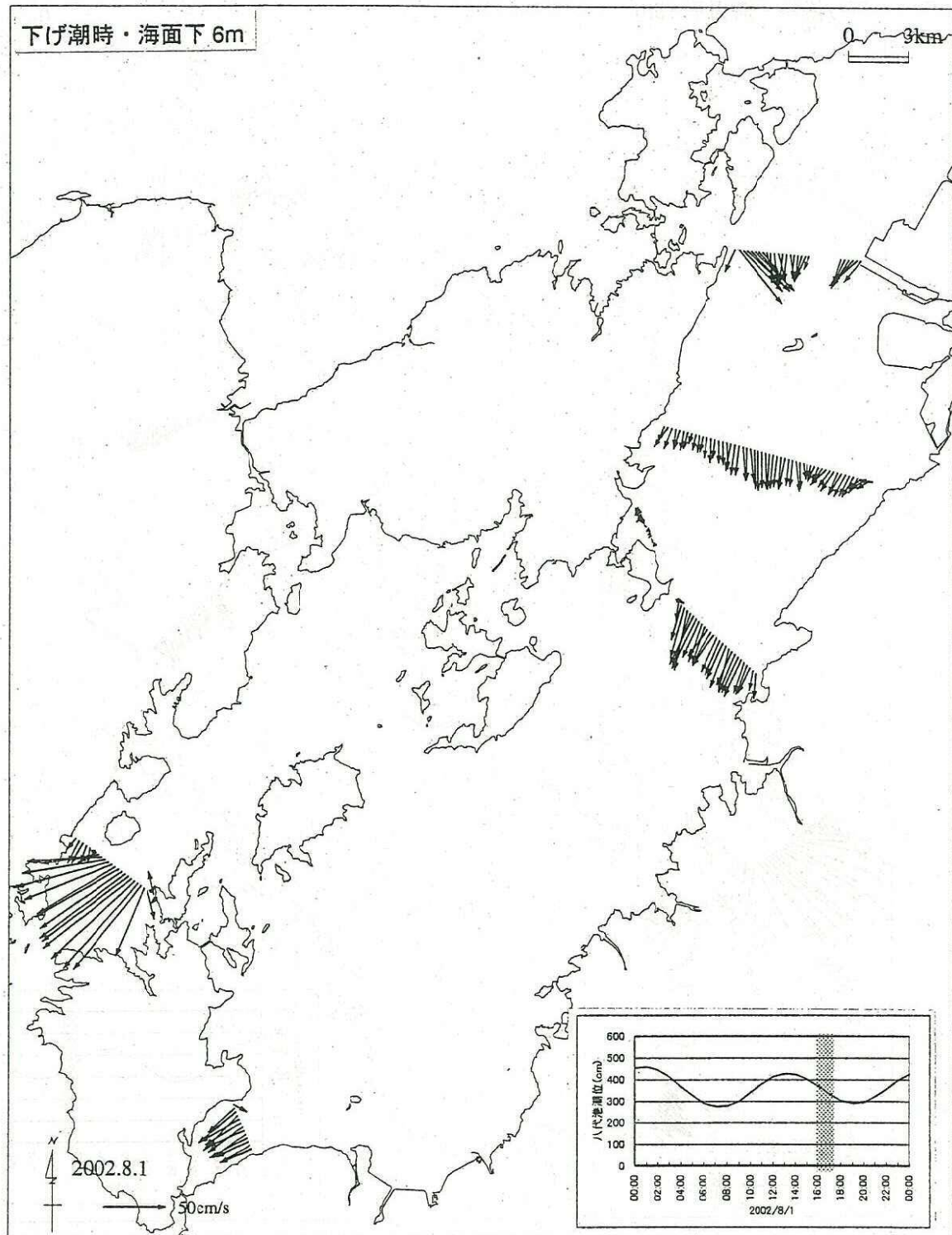


図 2.2-1(8) 流速ベクトル水平分布(小潮期・下げ潮時・海面下 6m)

[調査日：2002 年 8 月 1 日（小潮期）]

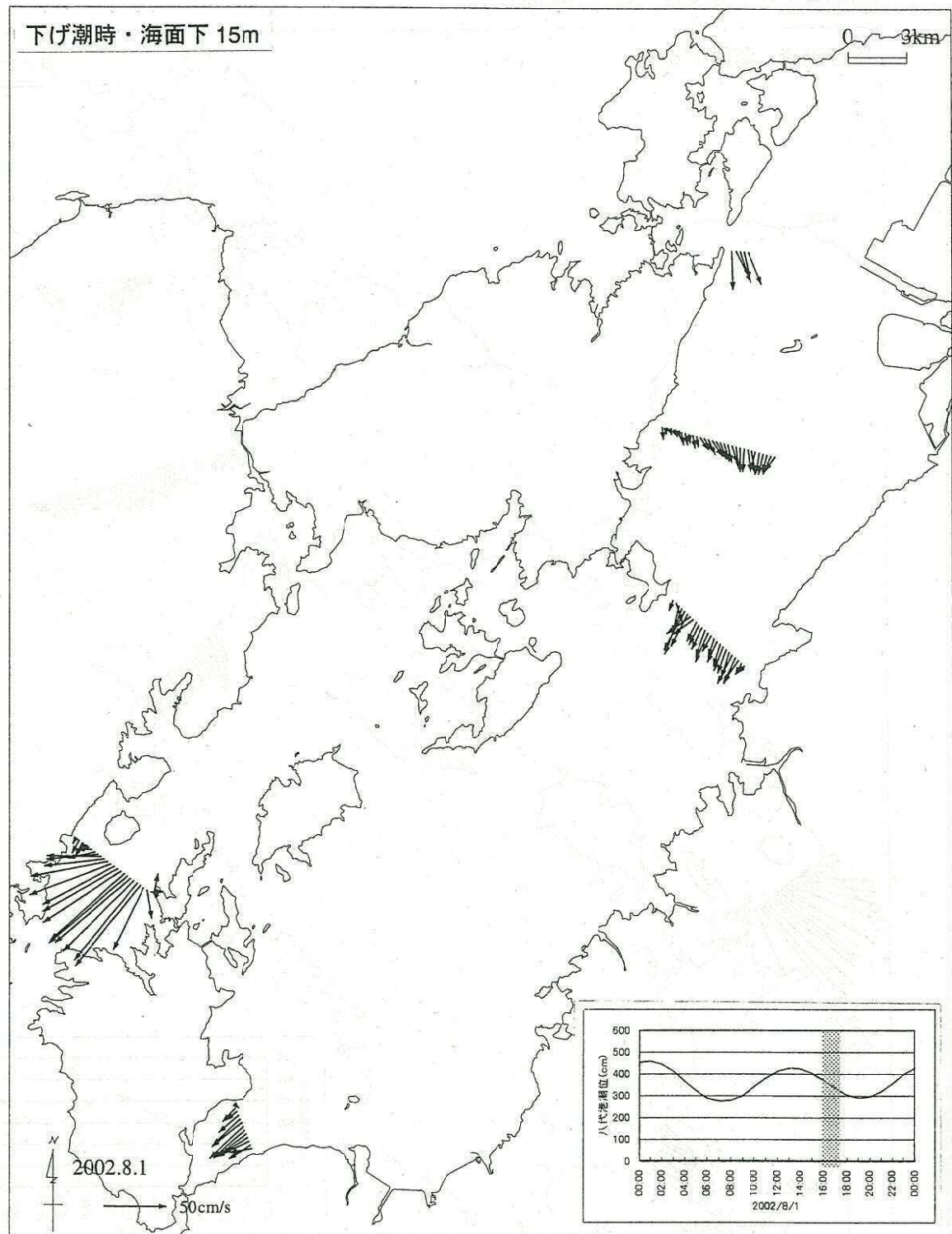


図 2.2-1 (9) 流速ベクトル水平分布(小潮期・下げ潮時・海面下 15m)

[調査日：2002 年 8 月 1 日（小潮期）]

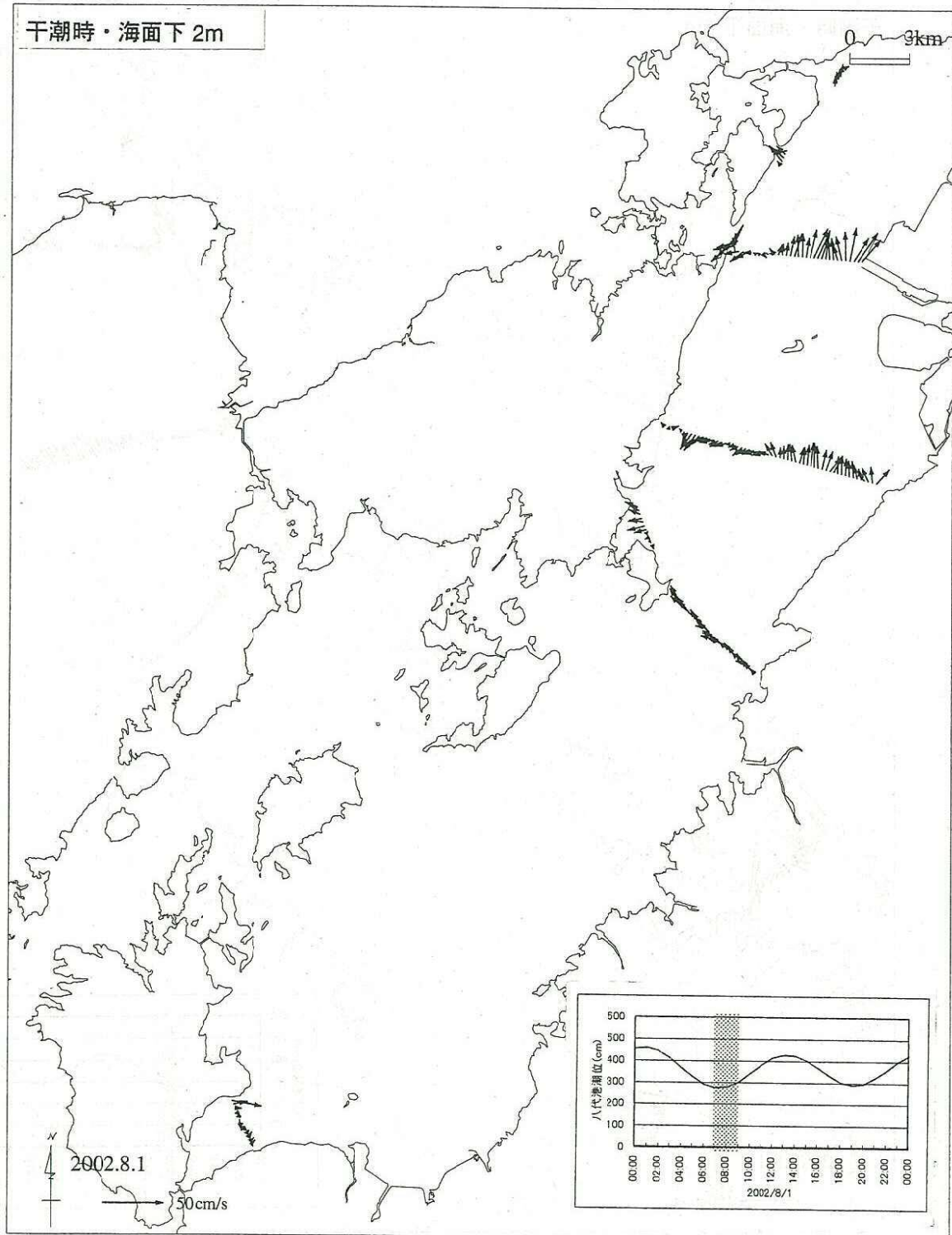


図 2.2-1(10) 流速ベクトル水平分布(小潮期・干潮時・海面下 2m)

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

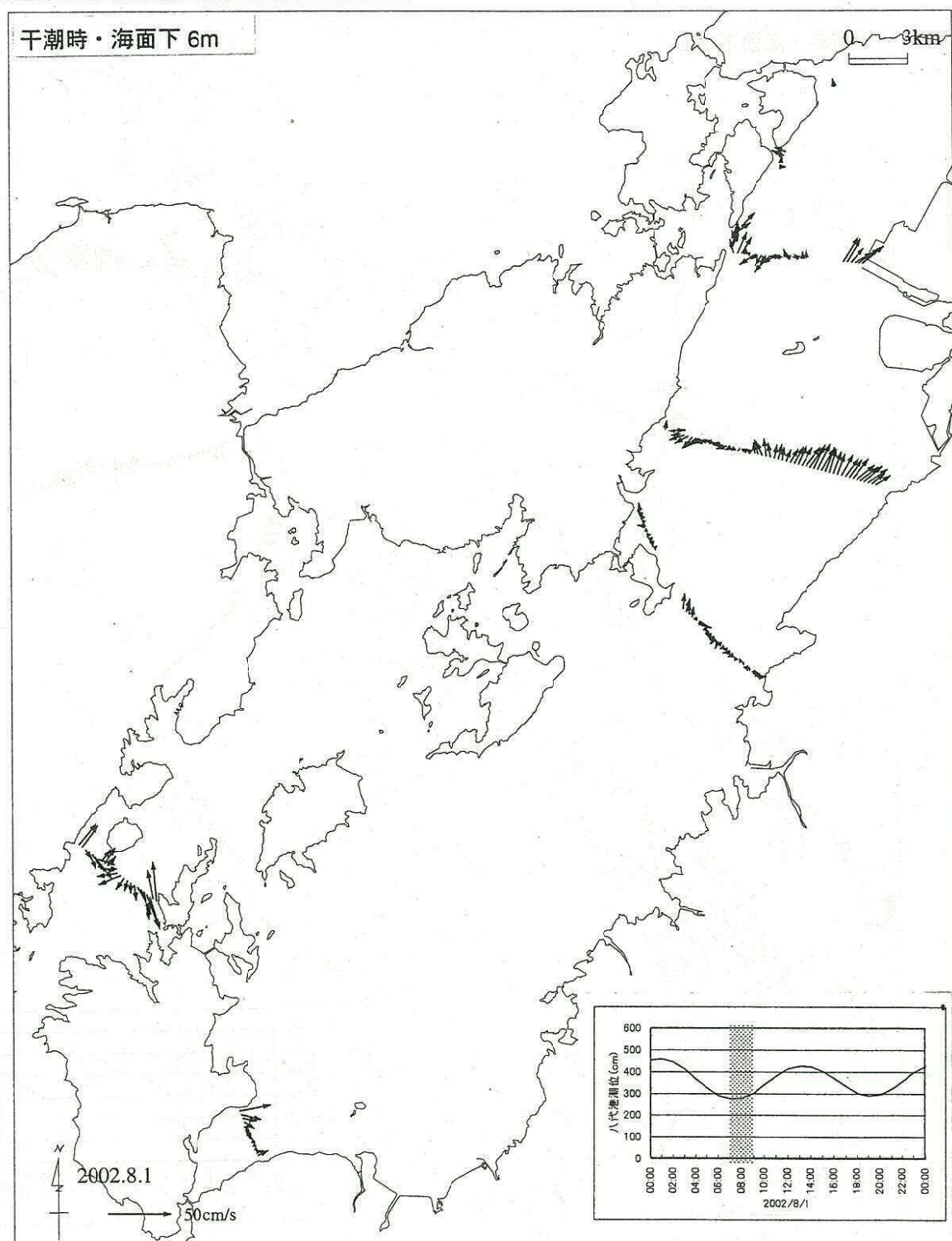


図 2.2-1(11) 流速ベクトル水平分布(小潮期・干潮時・海面下6m)

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

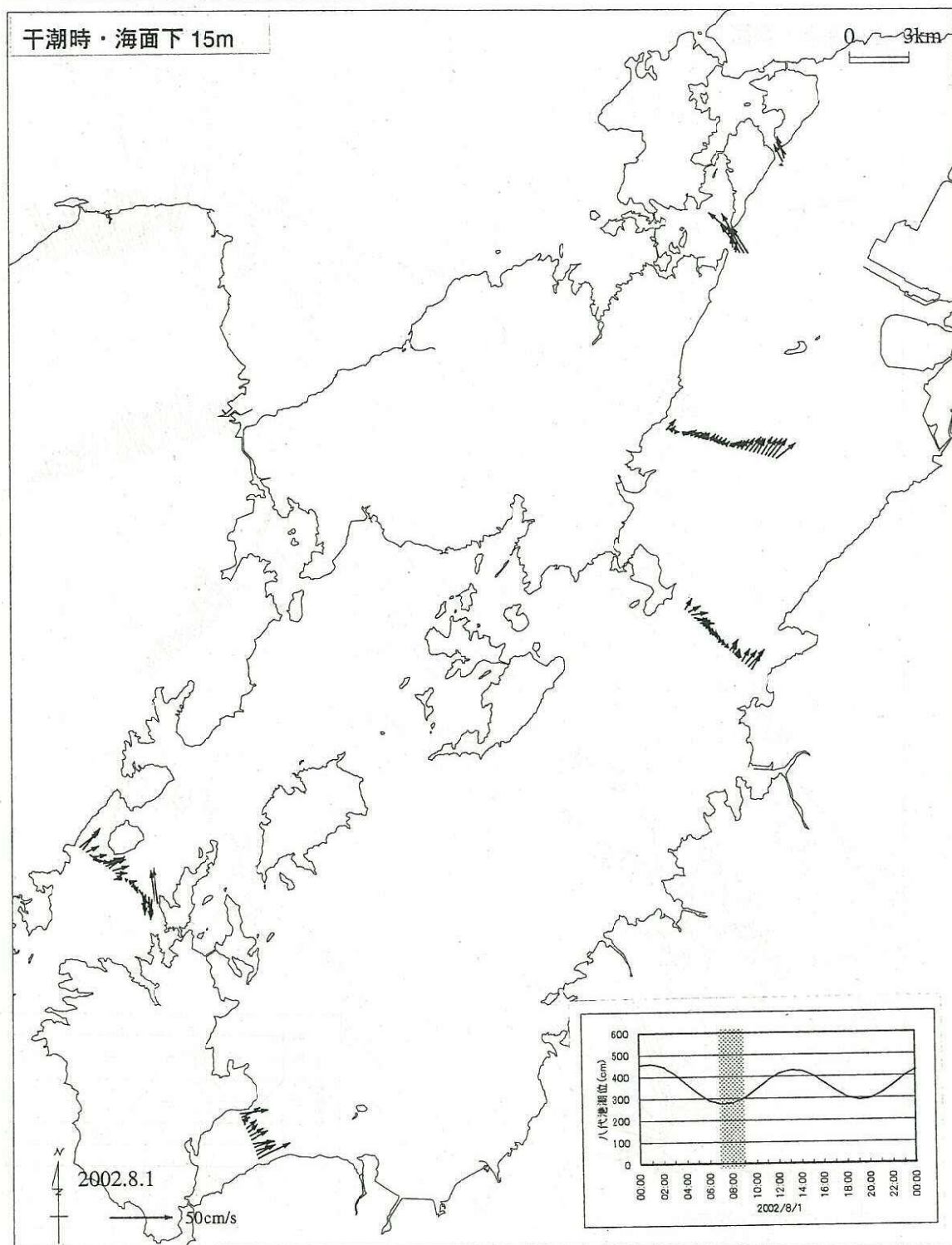


図 2.2-1(12) 流速ベクトル水平分布(小潮期・干潮時・海面下15m)

〔調査日：2002年8月9日（大潮期）〕

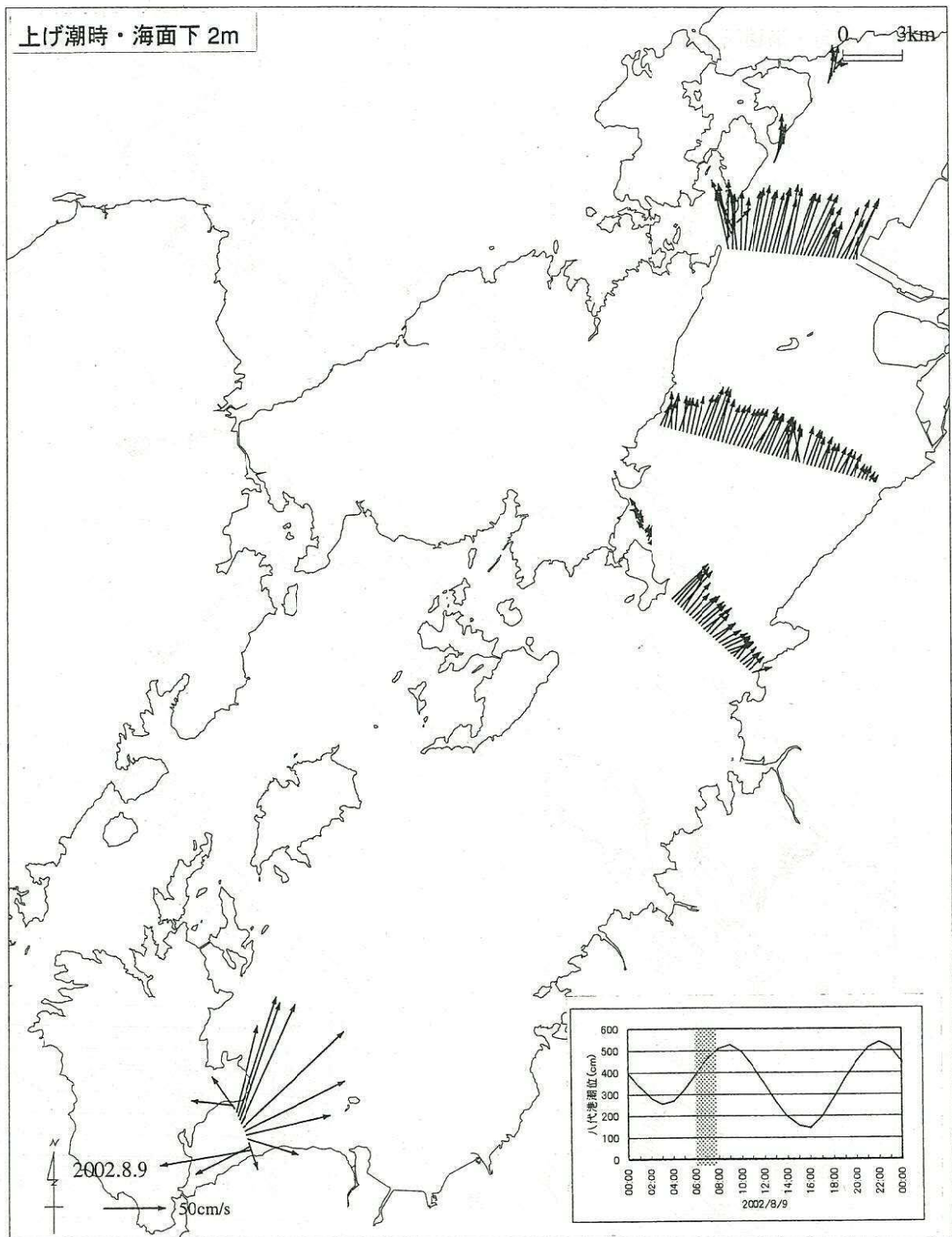


図 2.2-2(1) 流速ベクトル水平分布(大潮期・上げ潮時・海面下 2m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

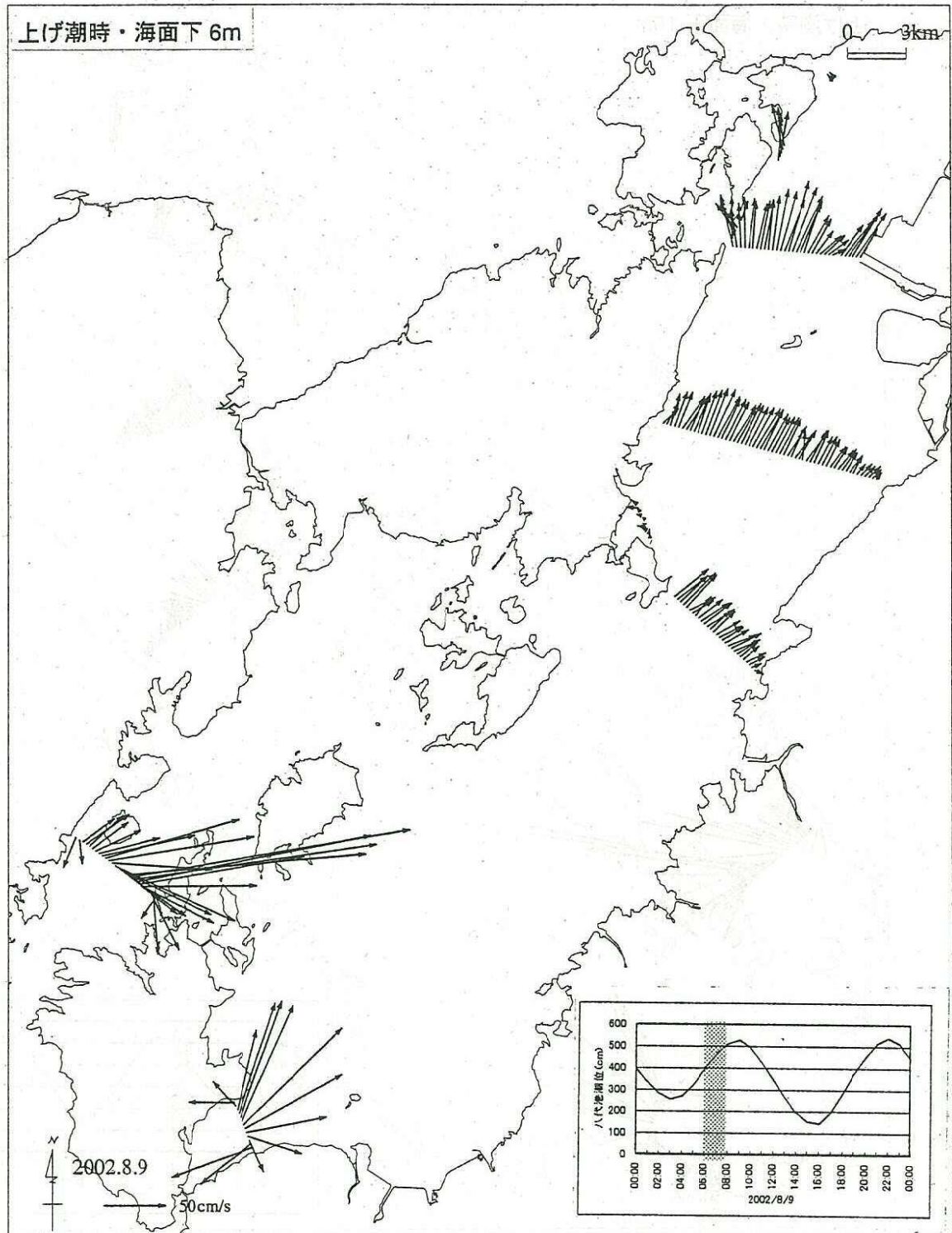


図 2.2-2(2) 流速ベクトル水平分布(大潮期・上げ潮時・海面下 6m)

〔調査日：2002年8月9日（大潮期）〕

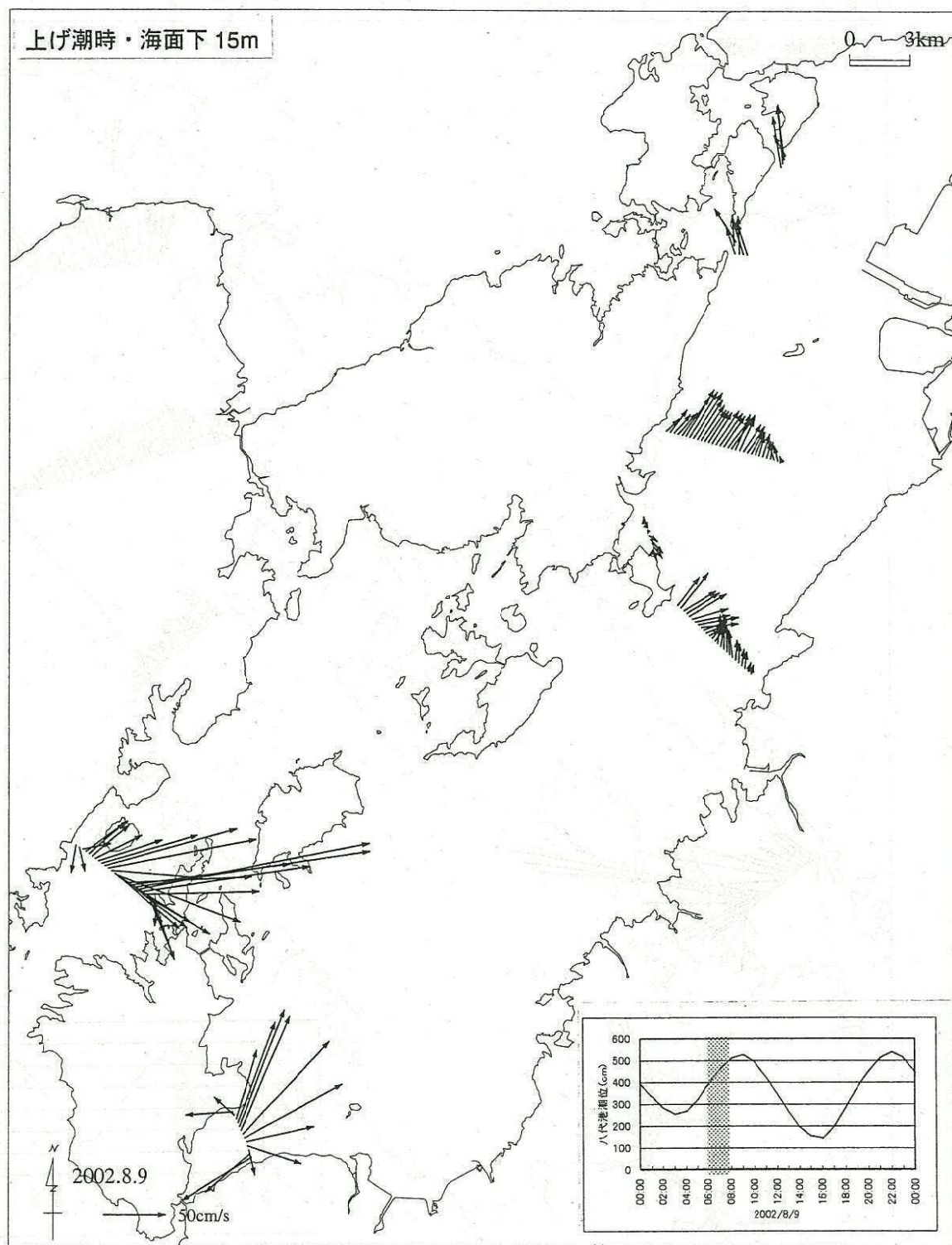


図 2.2-2(3) 流速ベクトル水平分布(大潮期・上げ潮時・海面下15m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

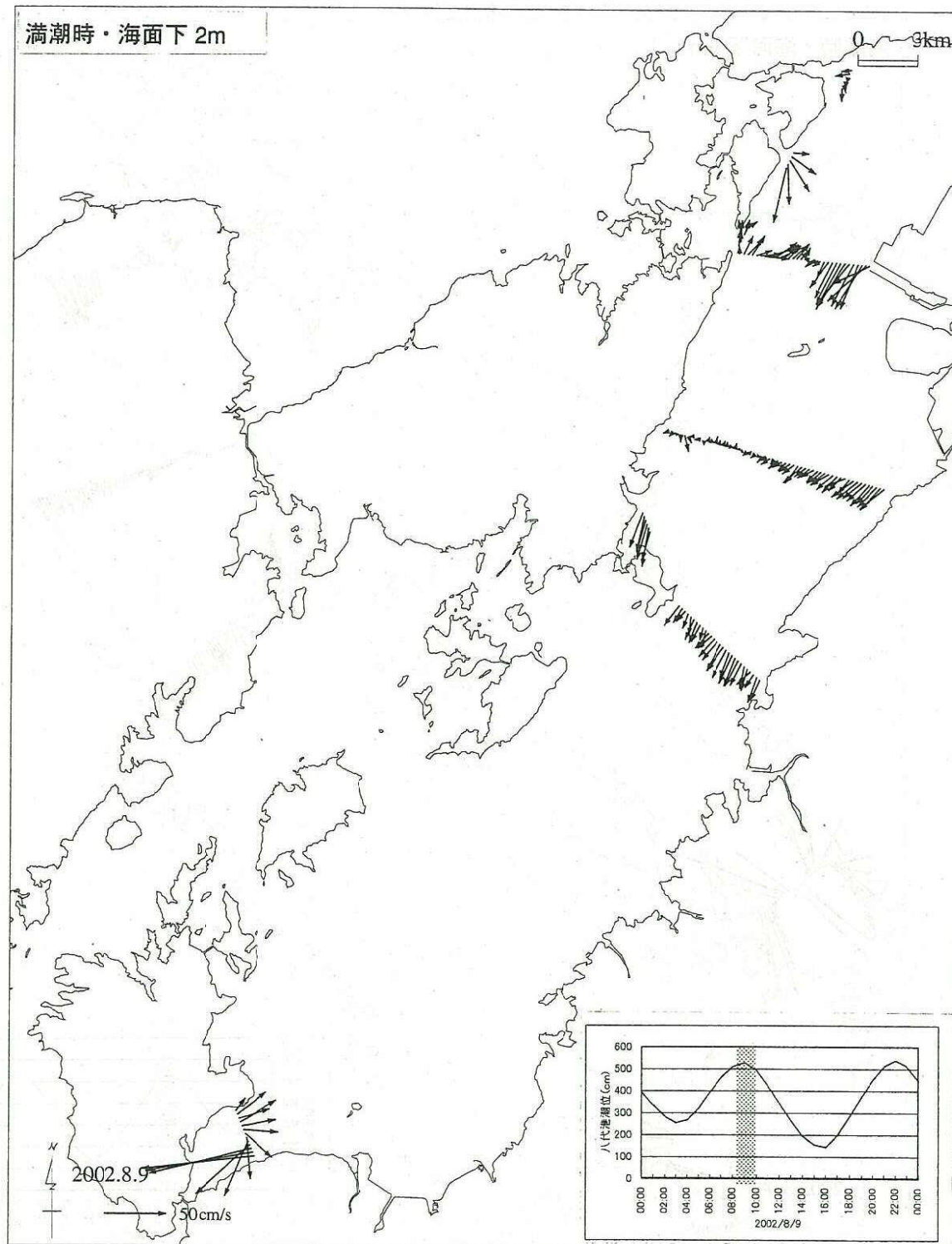


図 2.2-2(4) 流速ベクトル水平分布(大潮期・満潮時・海面下 2m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

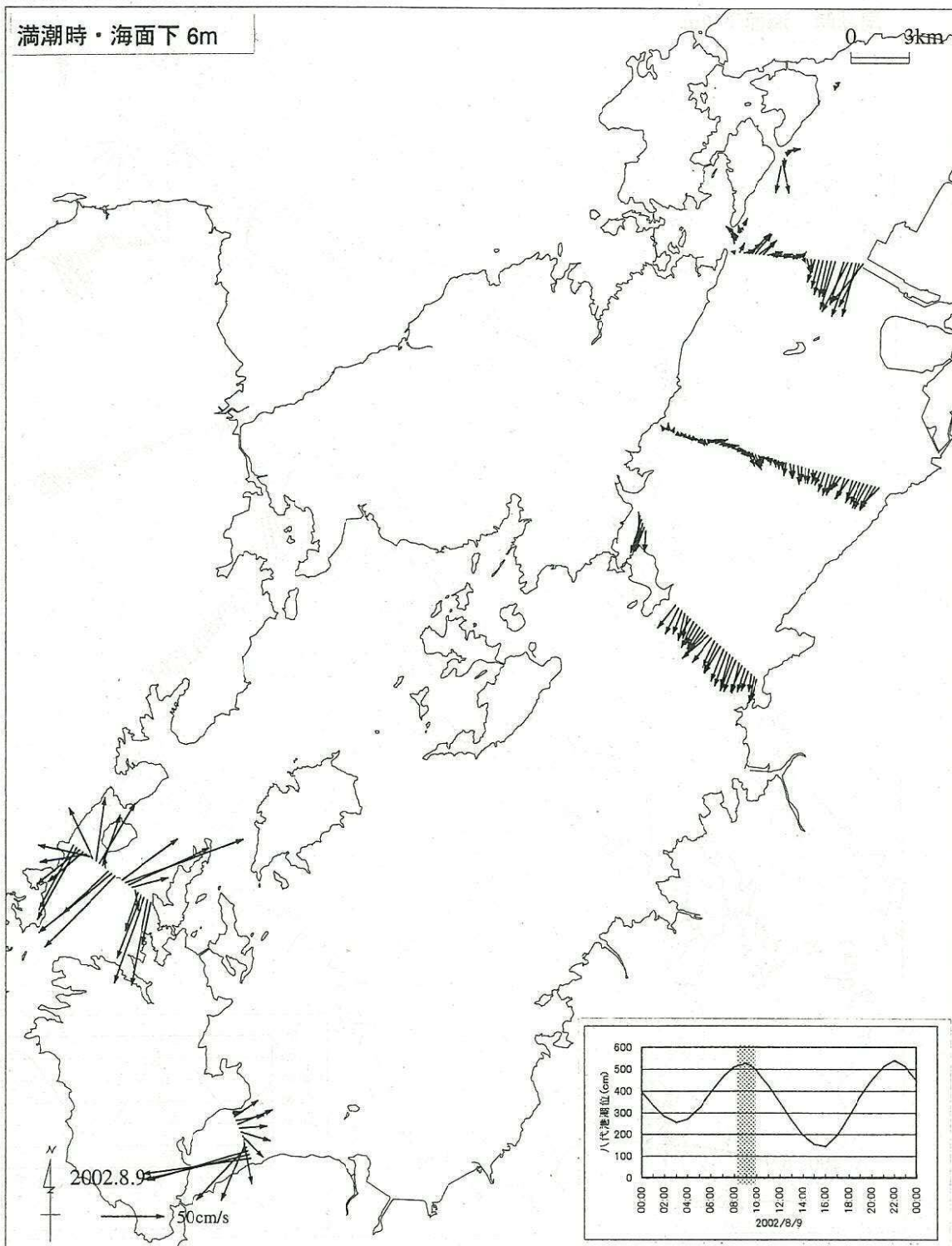


図 2.2-2(5) 流速ベクトル水平分布(大潮期・満潮時・海面下 6m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

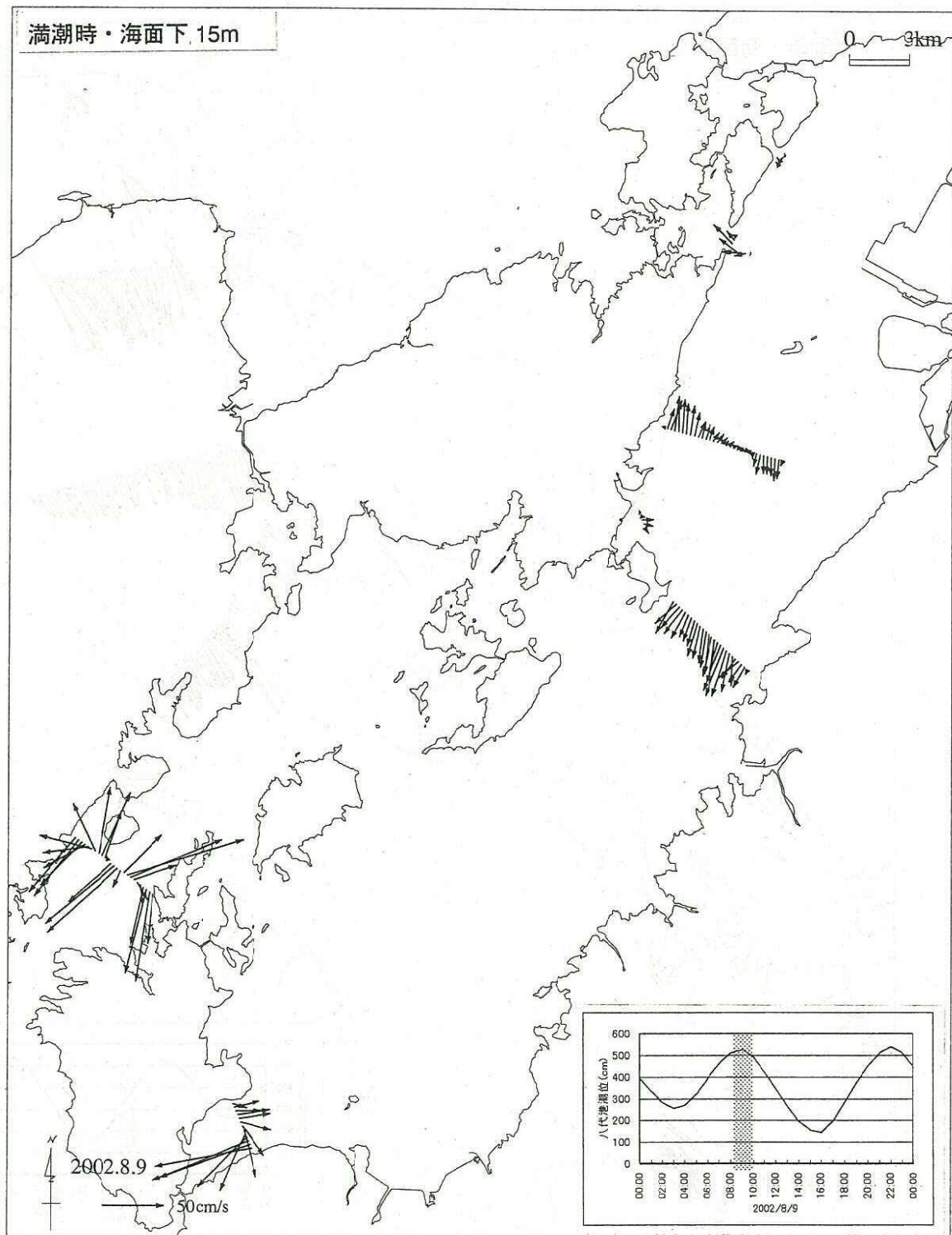


図 2.2-2 (6) 流速ベクトル水平分布 (大潮期・満潮時・海面下 15m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

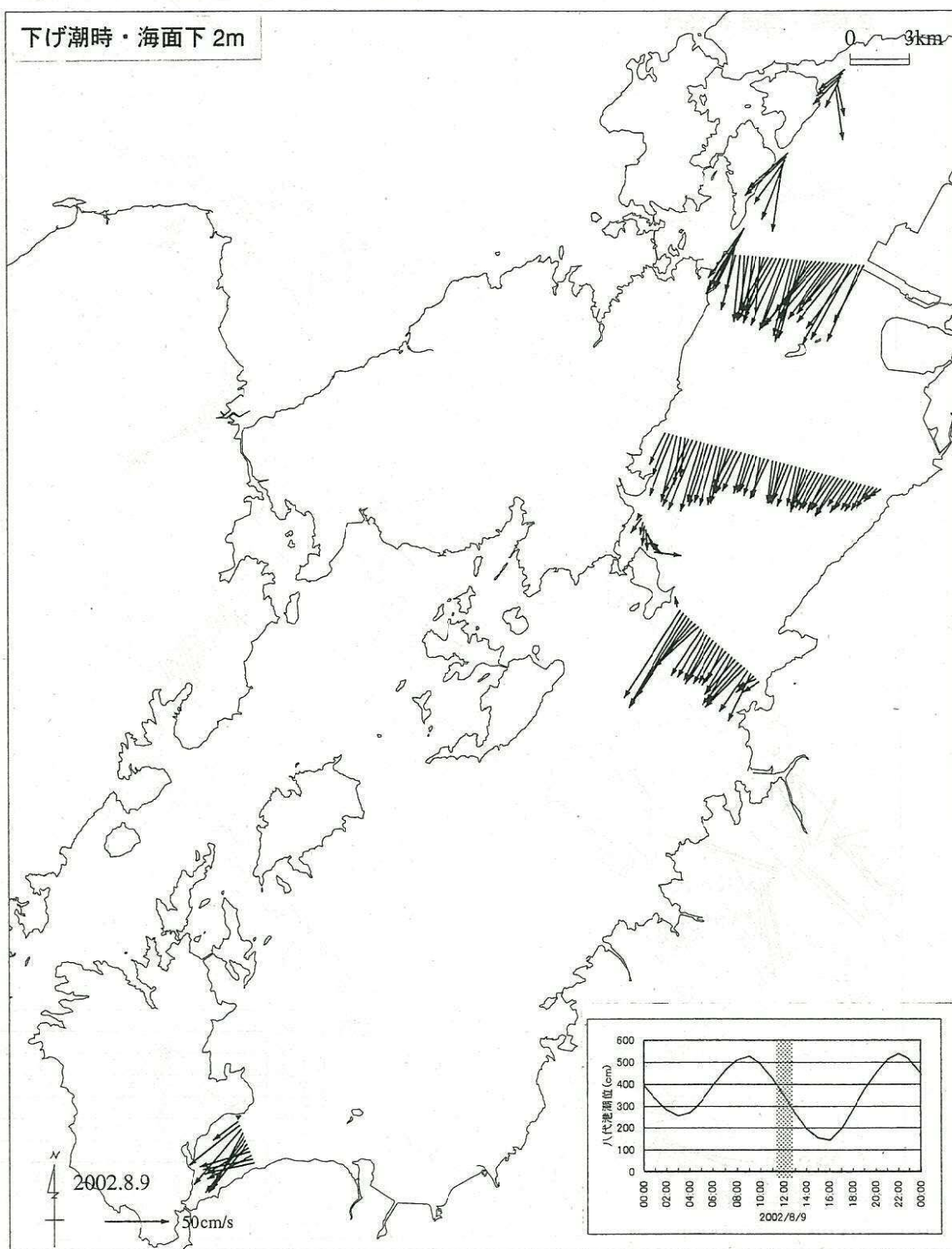


図 2.2-2(7) 流速ベクトル水平分布(大潮期・下げ潮時・海面下2m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

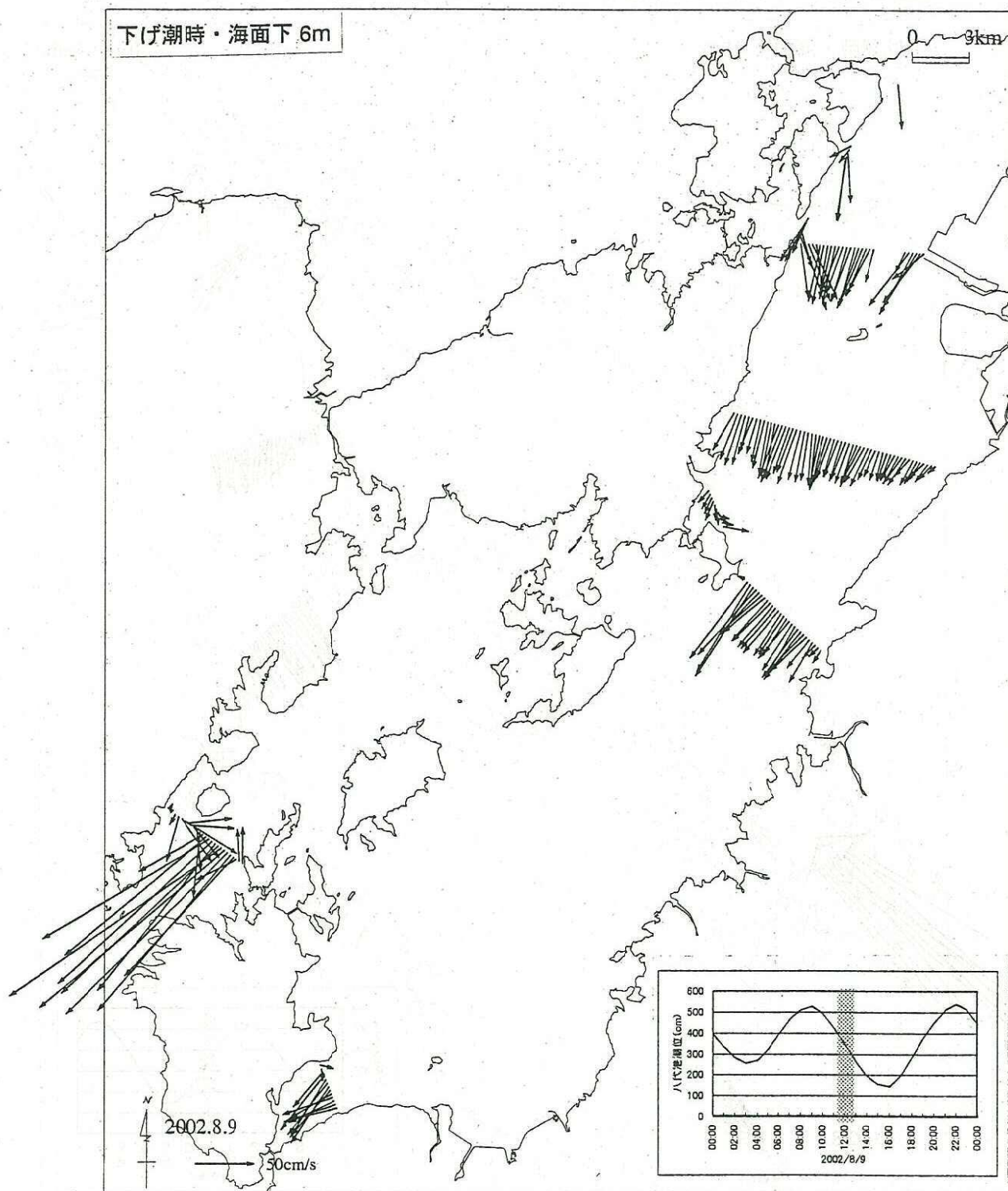


図 2.2-2(8) 流速ベクトル水平分布(大潮期・下げ潮時・海面下 6m)

[調査日：2002 年 8 月 9 日（大潮期）]

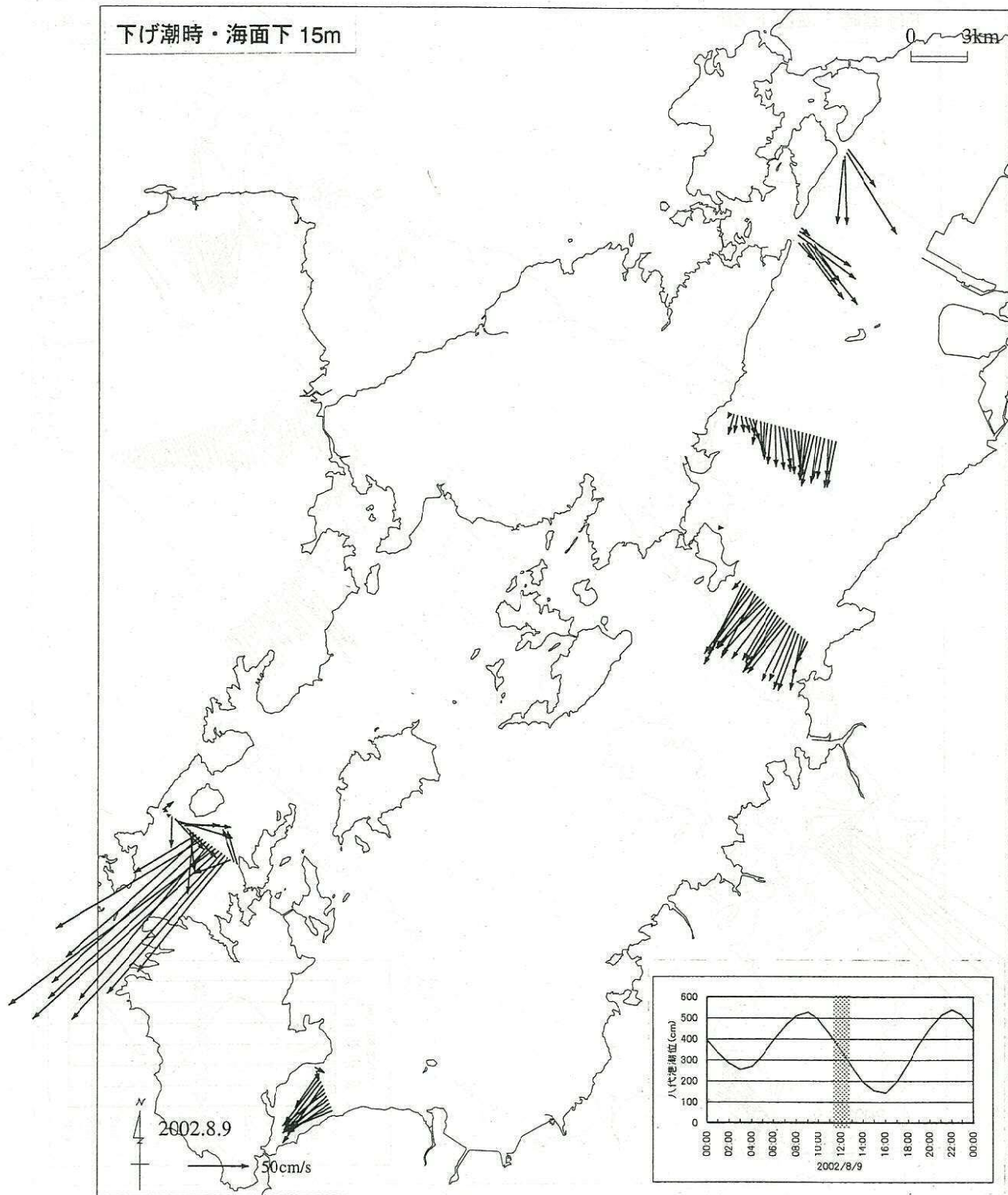


図 2.2-2(9) 流速ベクトル水平分布(大潮期・下げ潮時・海面下 15m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

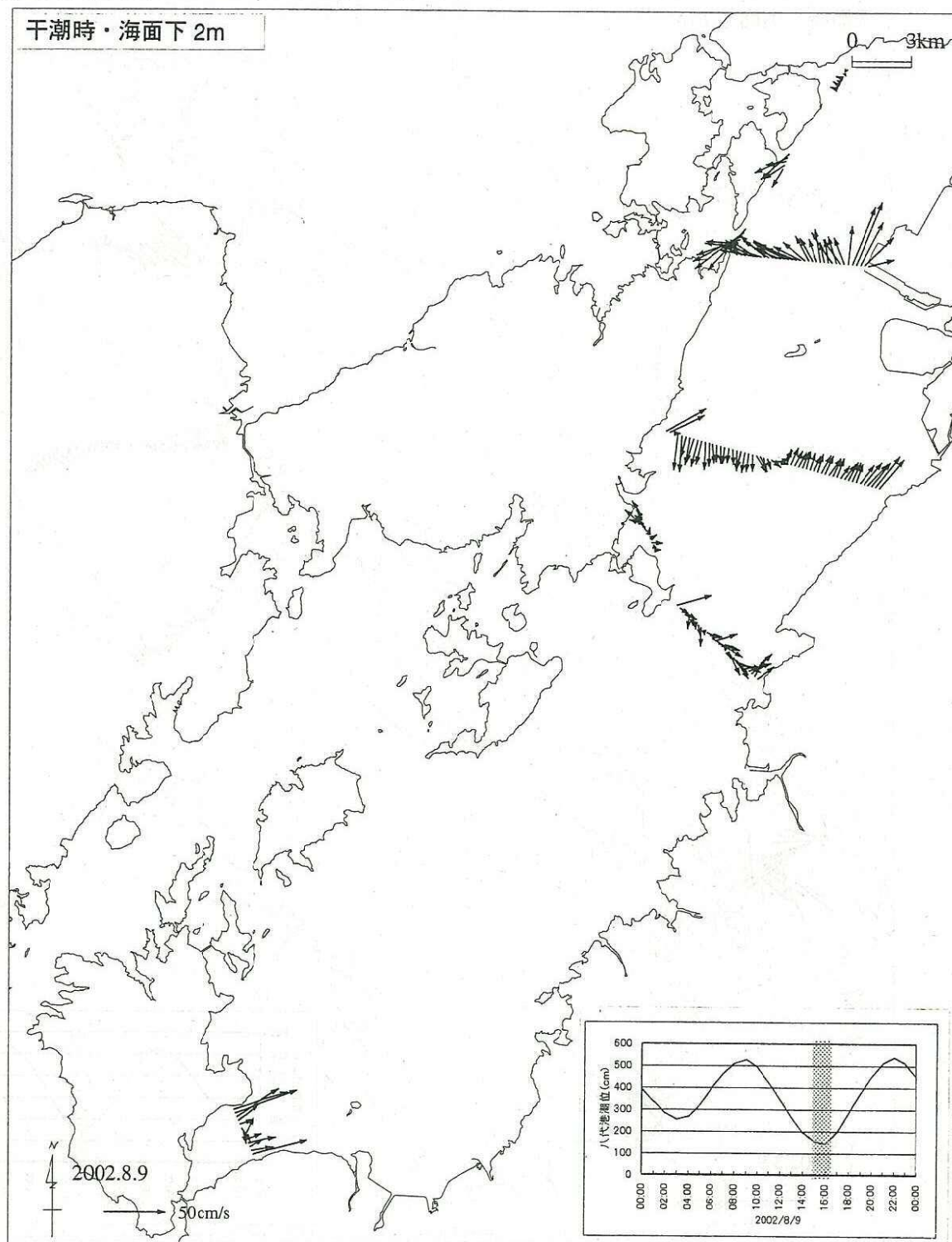


図 2.2-2(10) 流速ベクトル水平分布(大潮期・干潮時・海面下 2m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

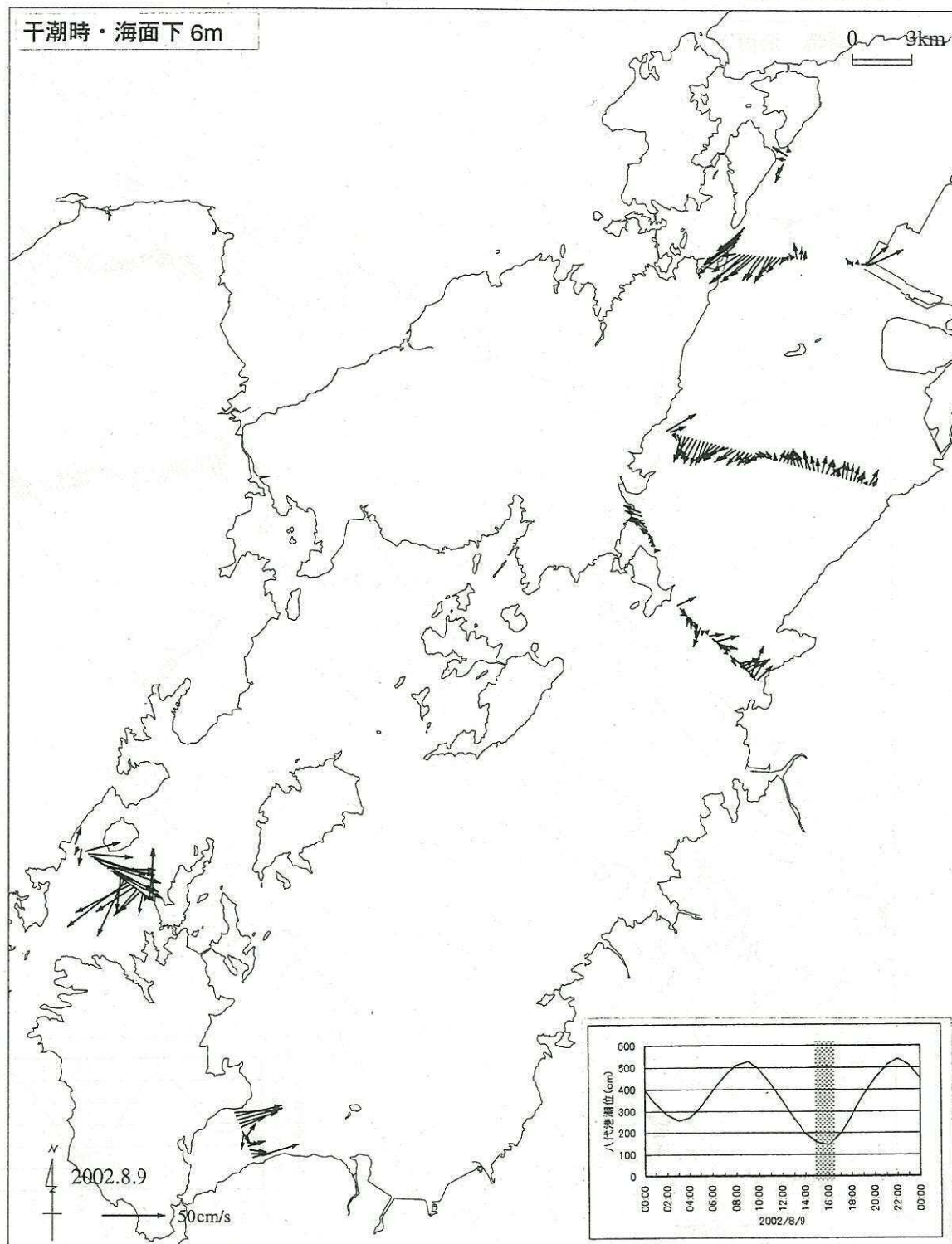


図 2.2-2(11) 流速ベクトル水平分布(大潮期・干潮時・海面下 6m)

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

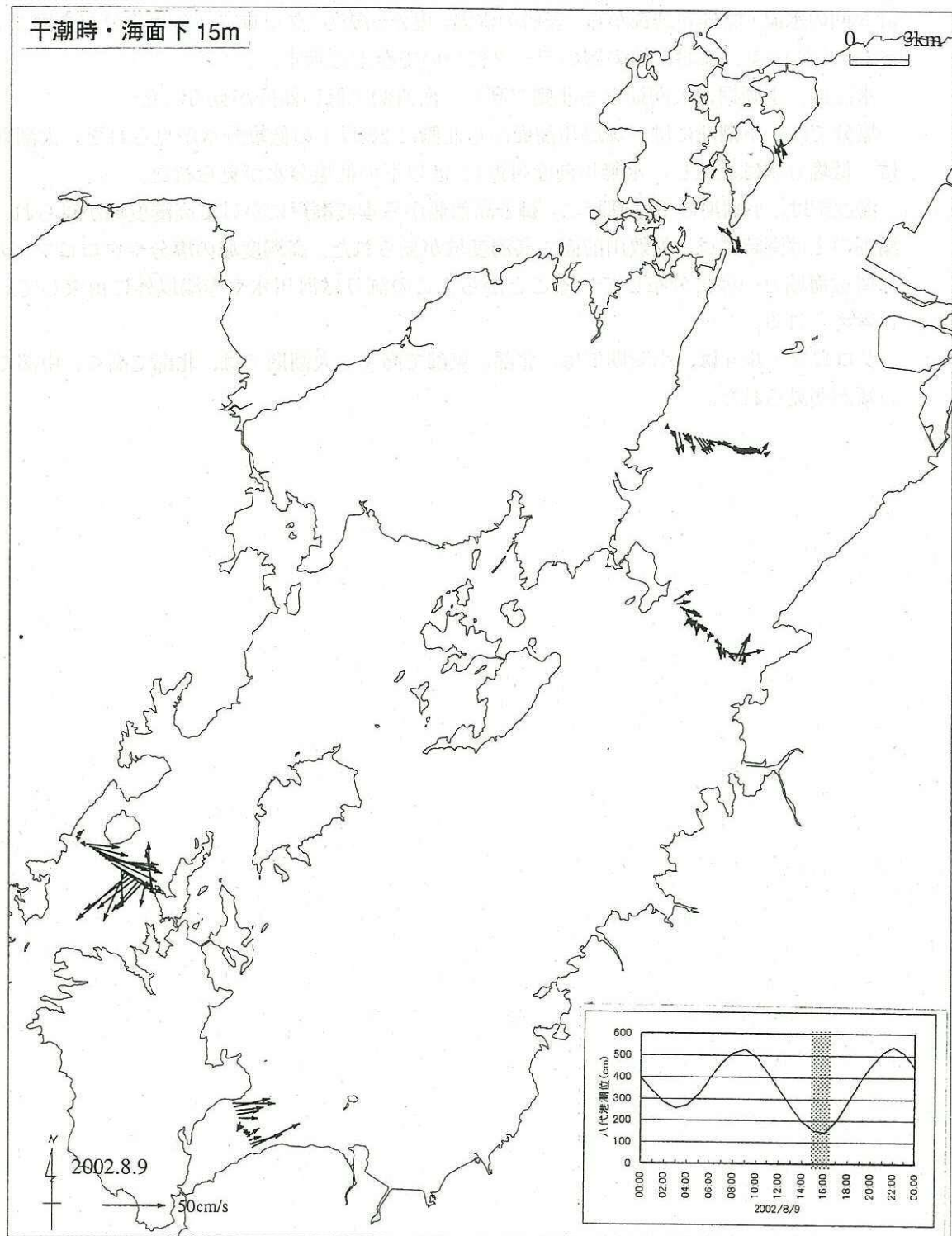


図 2.2-2(12) 流速ベクトル水平分布(大潮期・干潮時・海面下 15m)

(5) 水温・塩分等の鉛直測定

① 水平分布

小潮期（8月1日）と大潮期（8月9日）の上げ潮、満潮、下げ潮、干潮時に行われた合計8回の水温・塩分等調査から、表層の水温、塩分、濁度、クロロフィルaの分布を図2.2-3～2.2-6に示す。なお、他の層のデータについて巻末に示す。

水温は、小潮期、大潮期とも北側で高く、南西側で低い傾向が見られた。

塩分では、小潮期には、球磨川前面から北側に28以下の低塩分水が見られた。大潮期には、低塩分水は北上し、水無川前面付近に28以下の低塩分水が見られた。

濁度では、小潮期の下げ潮時に、獅子島西側から本渡瀬戸にかけて高濁度域が見られ、大潮期の上げ潮時には、佐敷川前面で高濁度域が見られた。高濁度域の塩分やクロロフィルaは周辺海域と一様に分布していることから、この濁りは河川水や赤潮以外に由来していると考えられる。

クロロフィルaは、小潮期では、北部、東部で高く、大潮期では、北部で高く、中部で低い傾向が見られた。

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

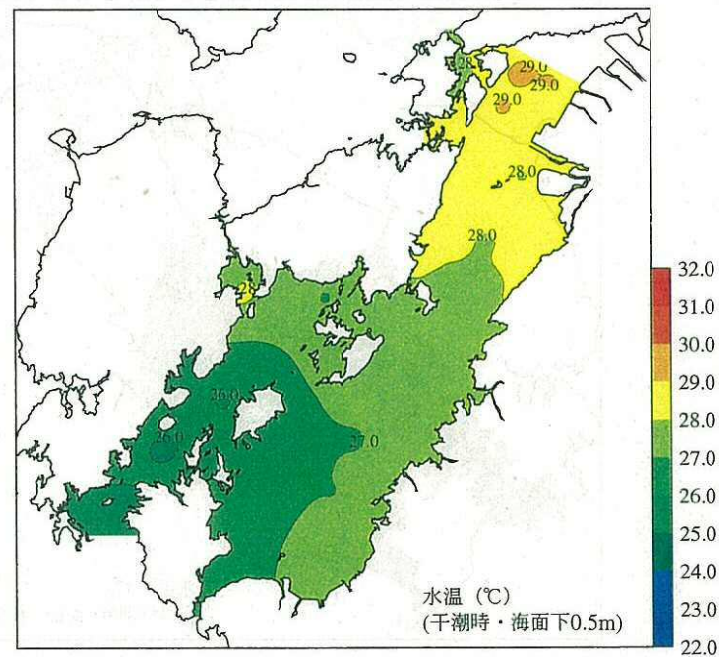
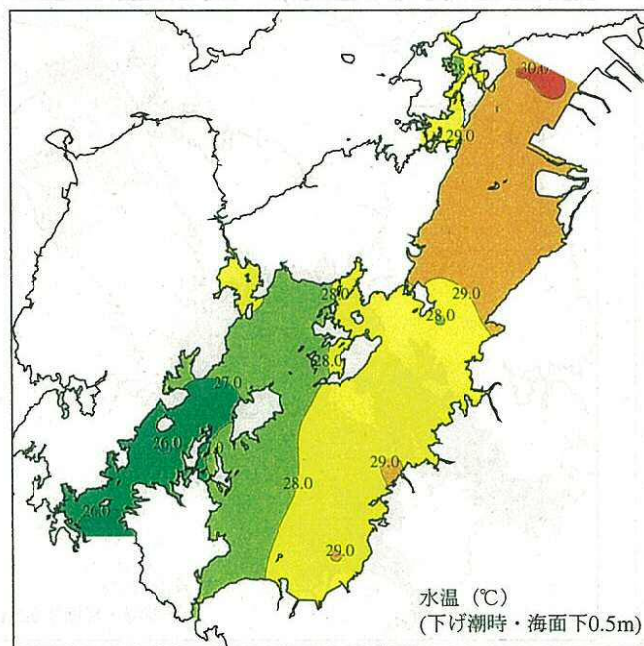
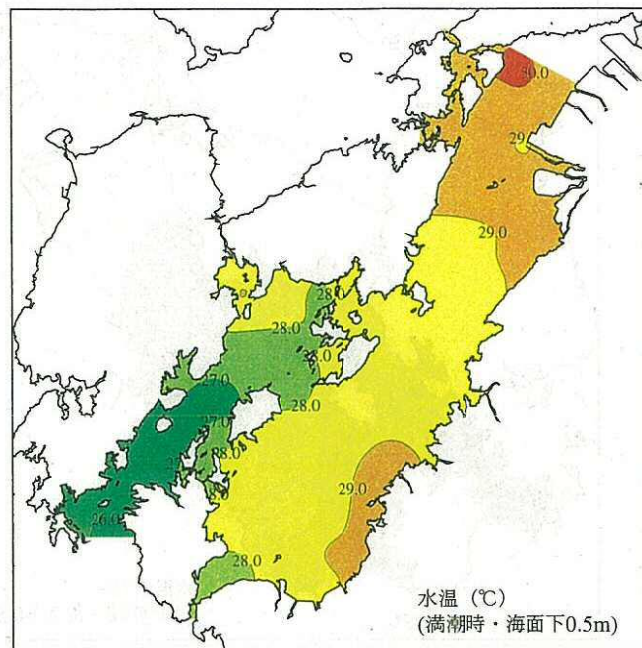
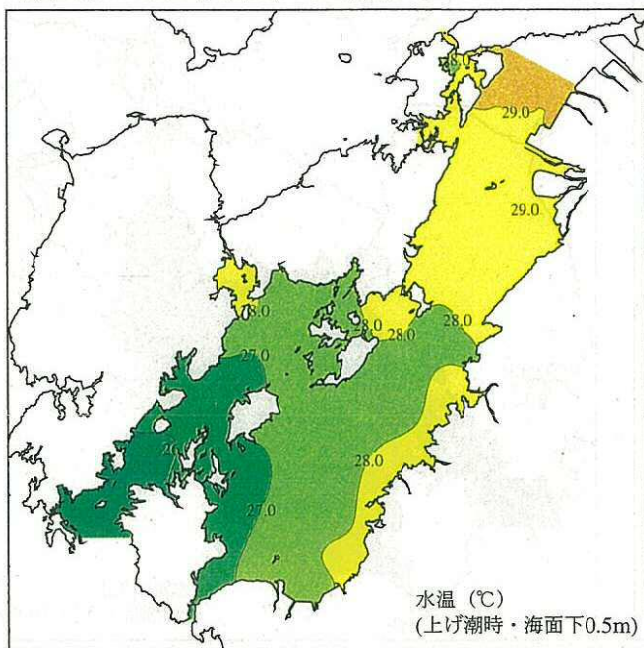


図 2.2-3(1) 表層水温水平分布図（小潮期：8月1日）

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

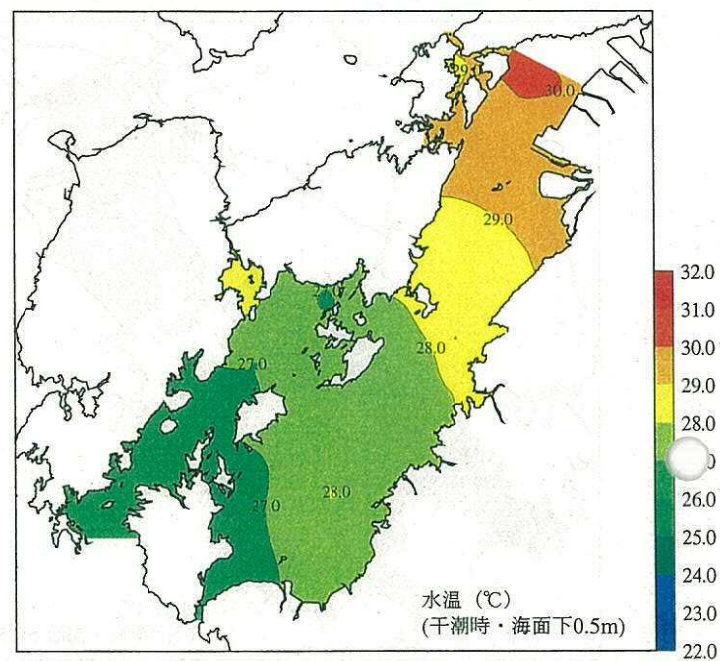
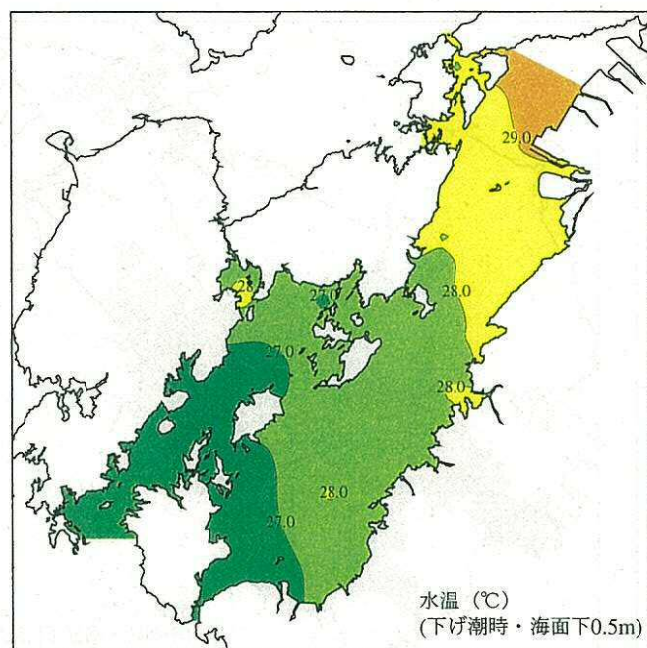
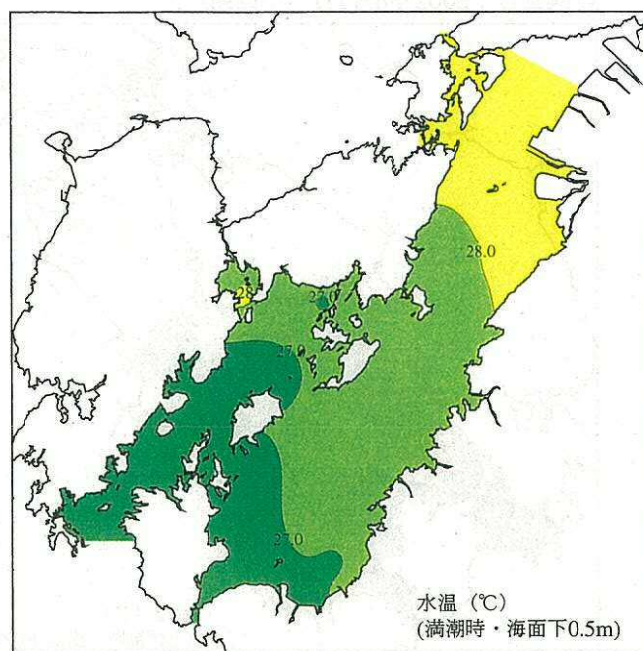
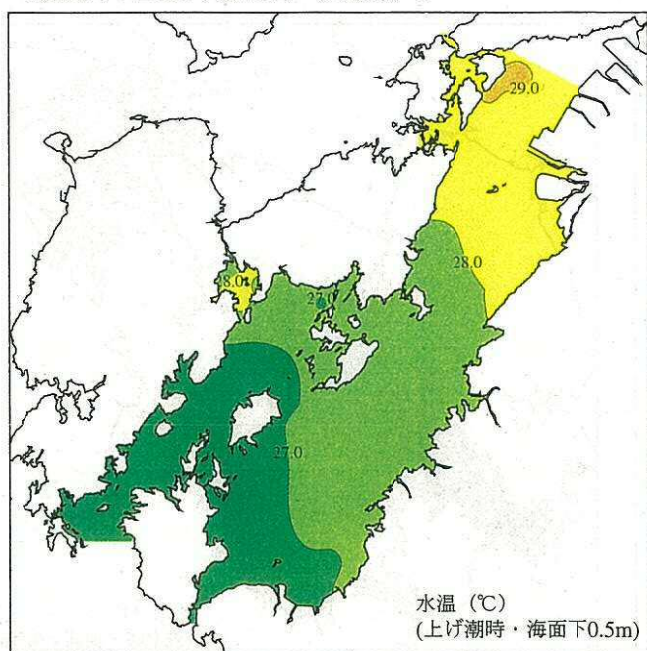


図 2.2-3(2) 表層水温水平分布図（大潮期：8月9日）

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

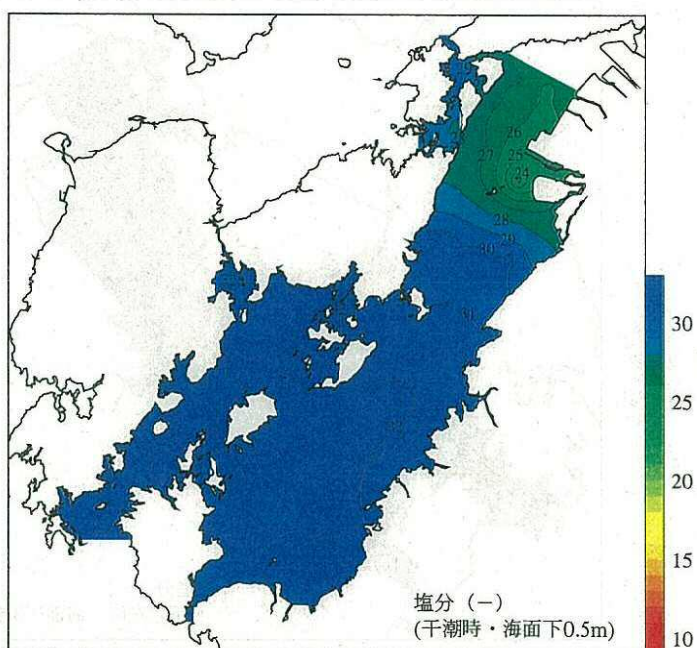
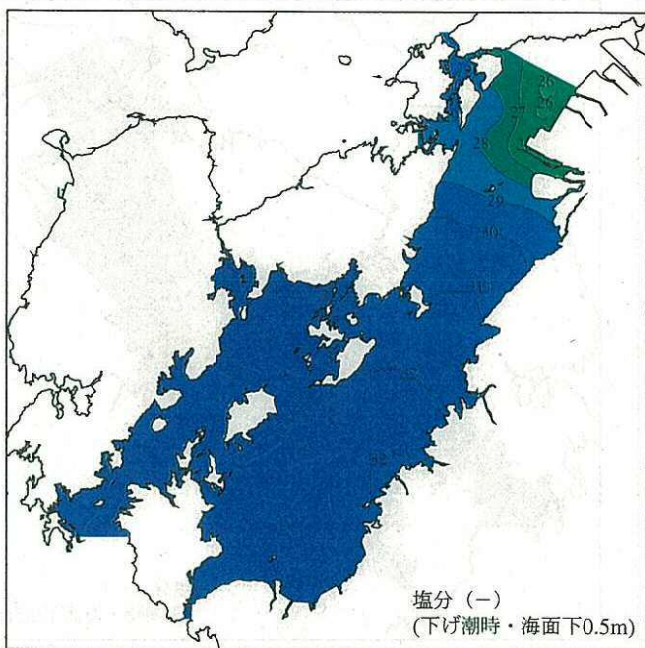
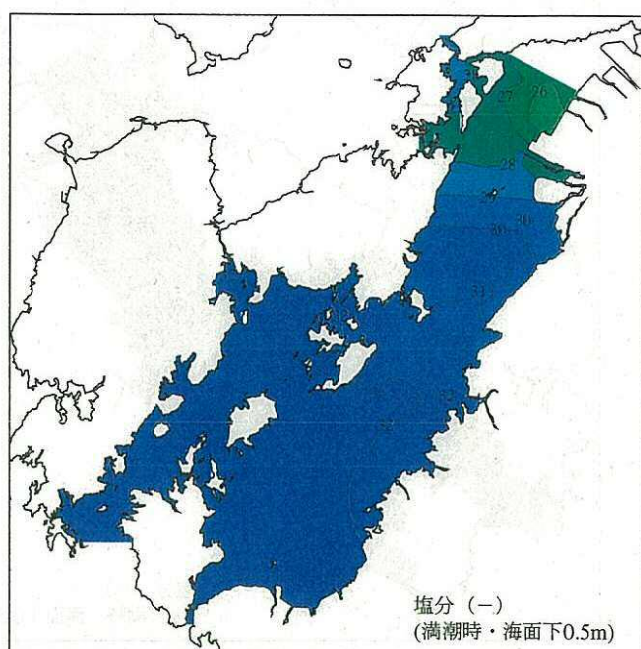
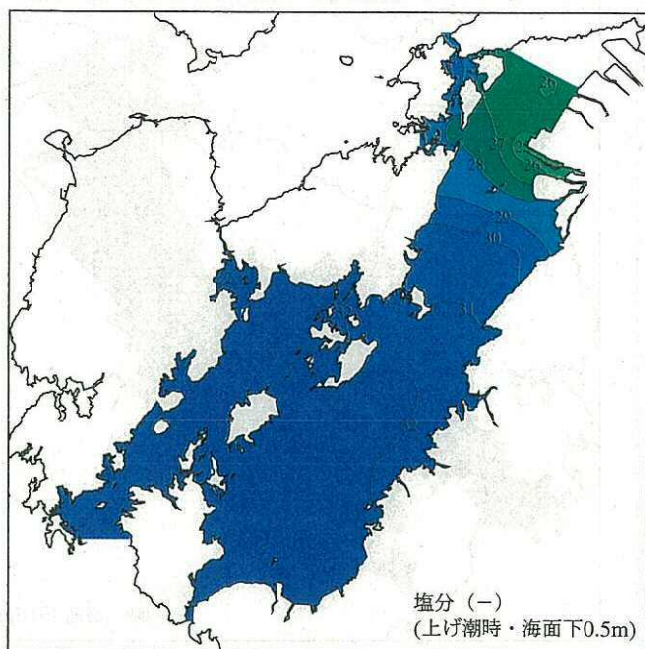


図 2.2-4(1) 表層塩分水平分布図（小潮期：8月1日）

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

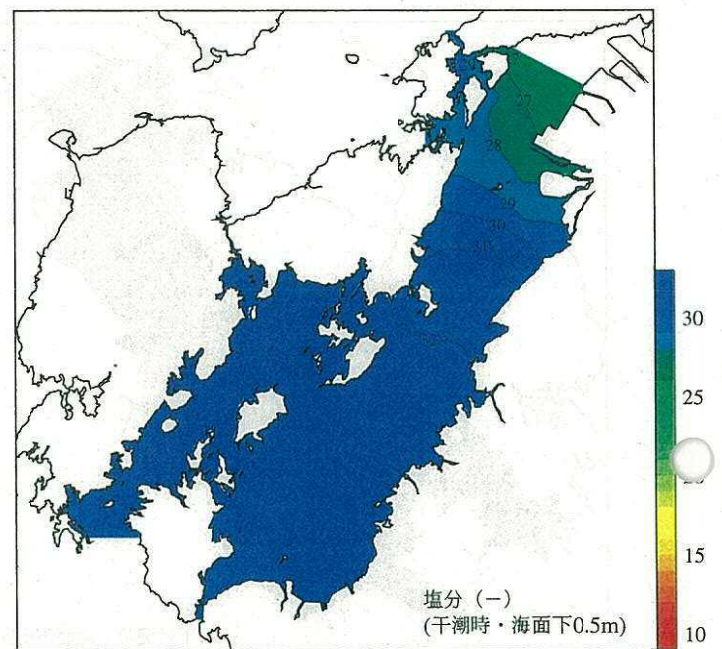
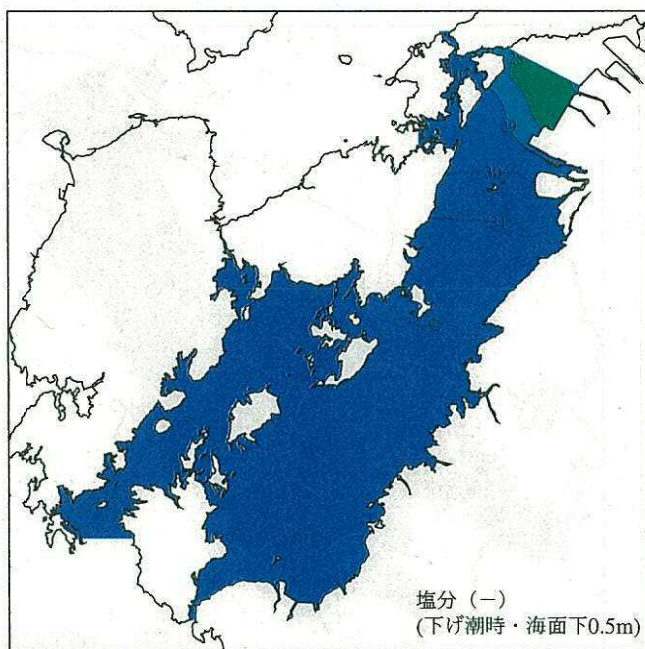
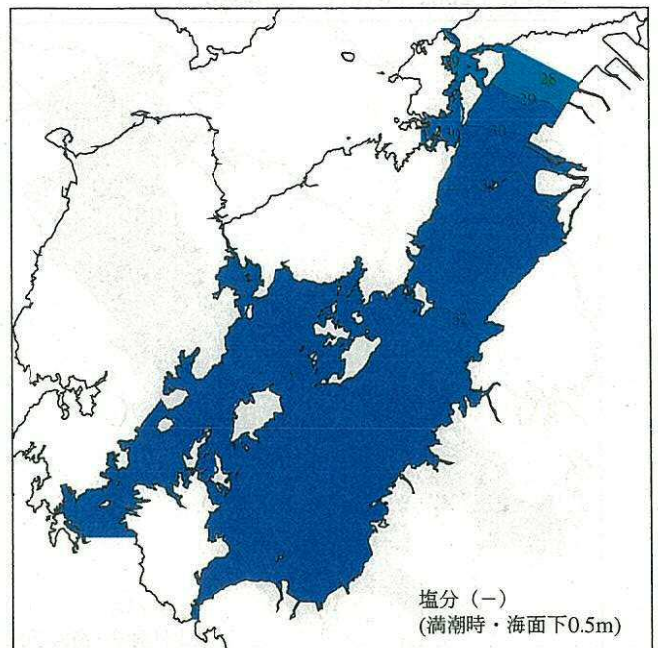
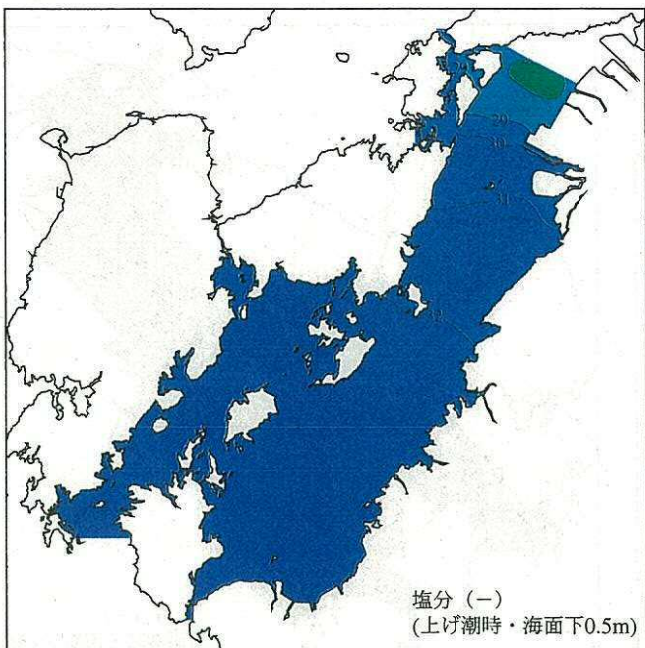


図 2.2-4(2) 表層塩分水平分布図（大潮期：8月9日）

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

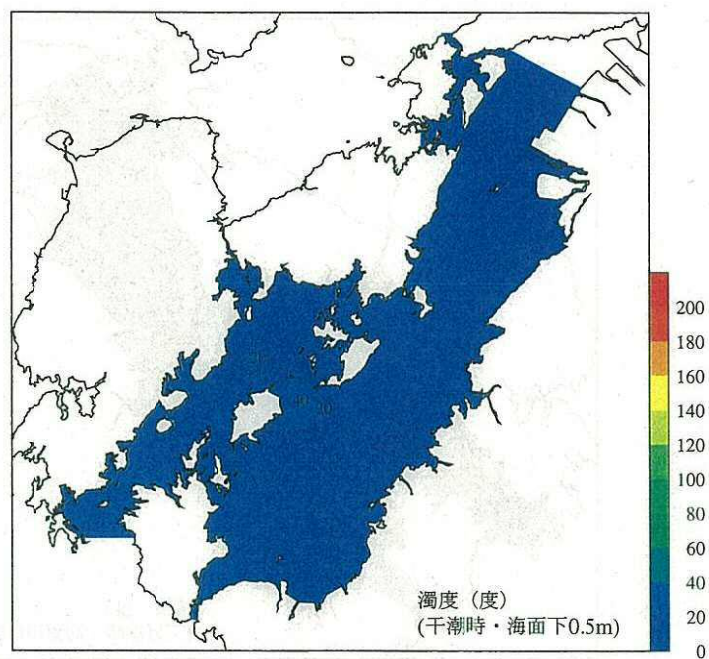
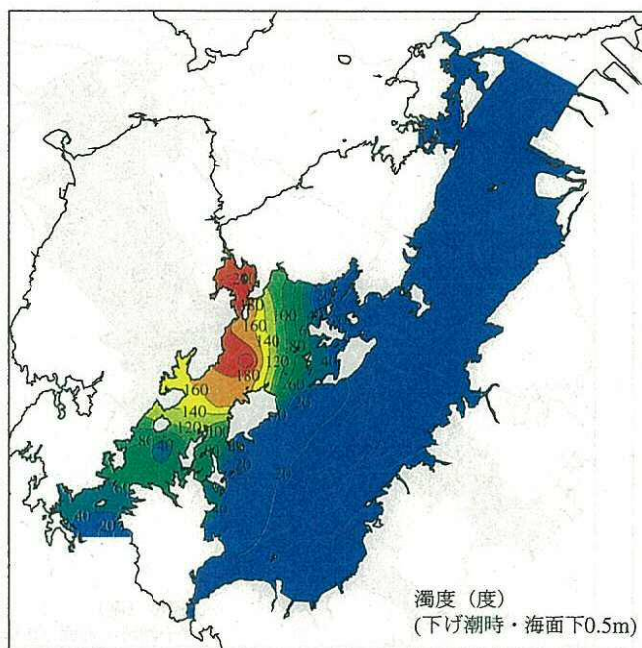
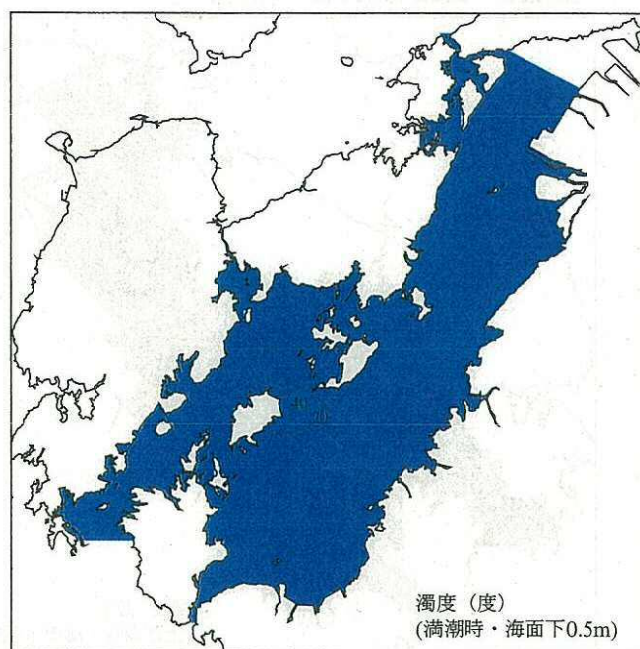
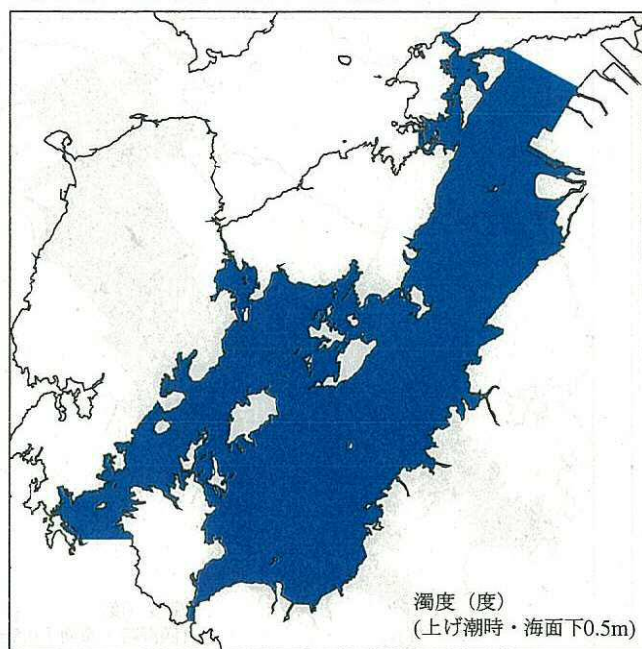


図 2.2-5(1) 表層濁度水平分布図（小潮期：8月1日）

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

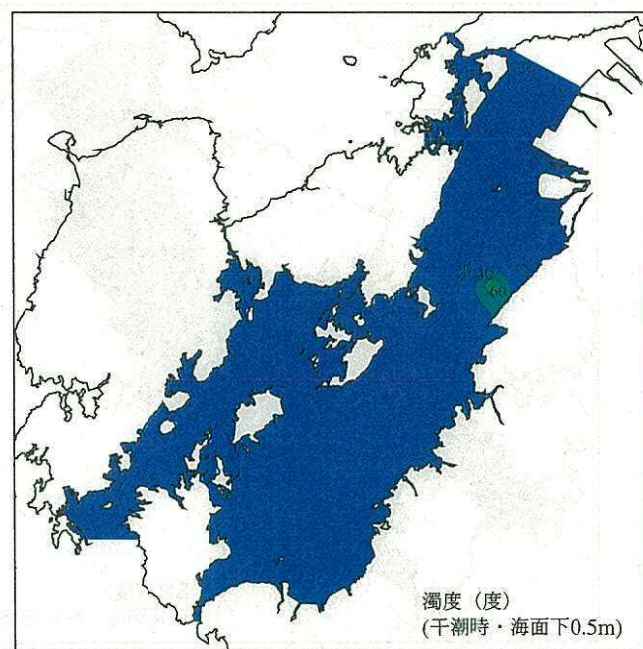
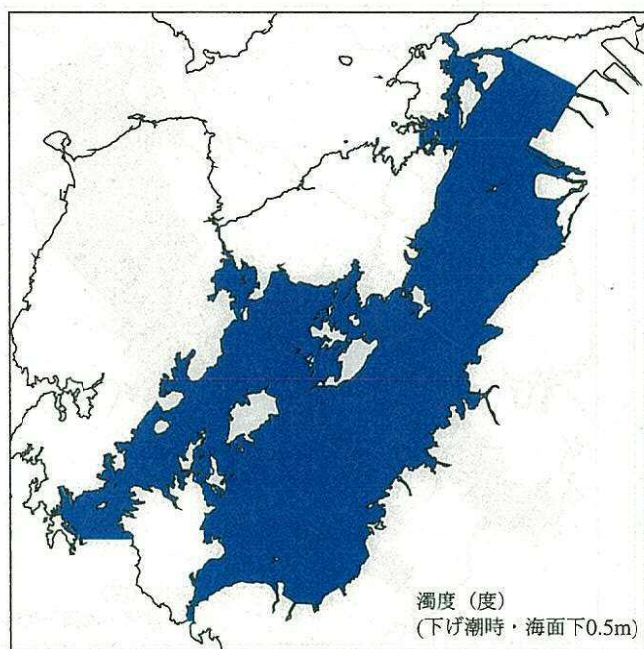
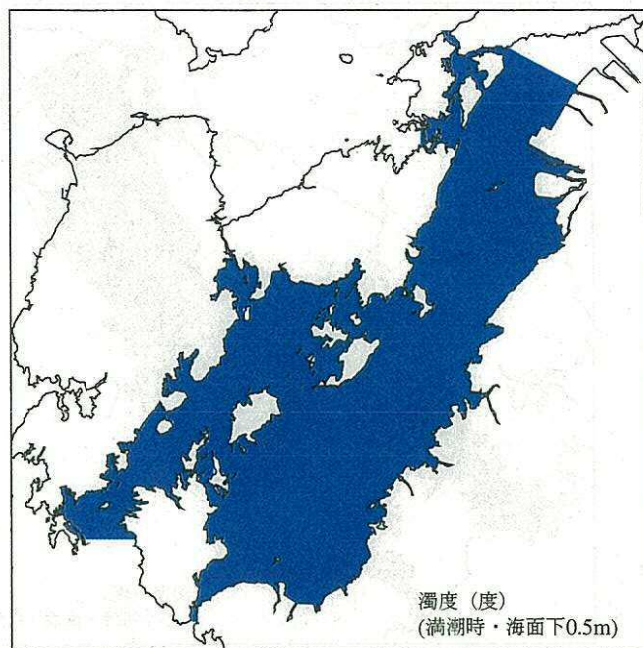
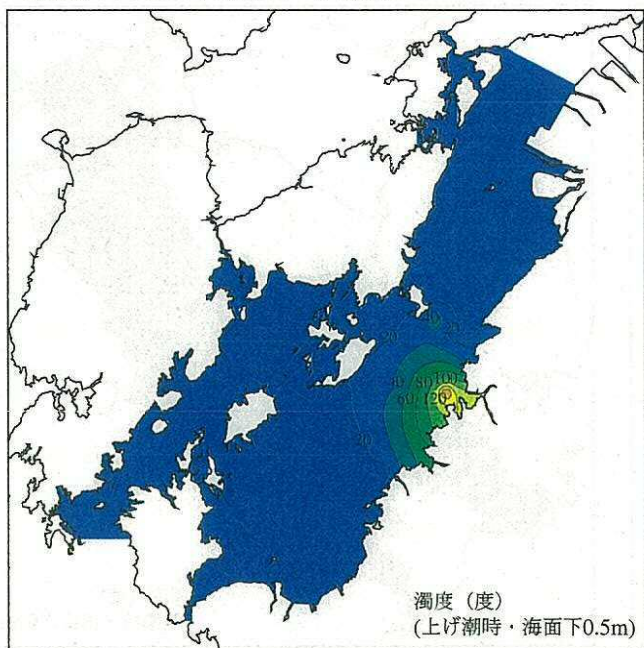


図 2.2-5(2) 表層濁度水平分布図（大潮期：8月9日）

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

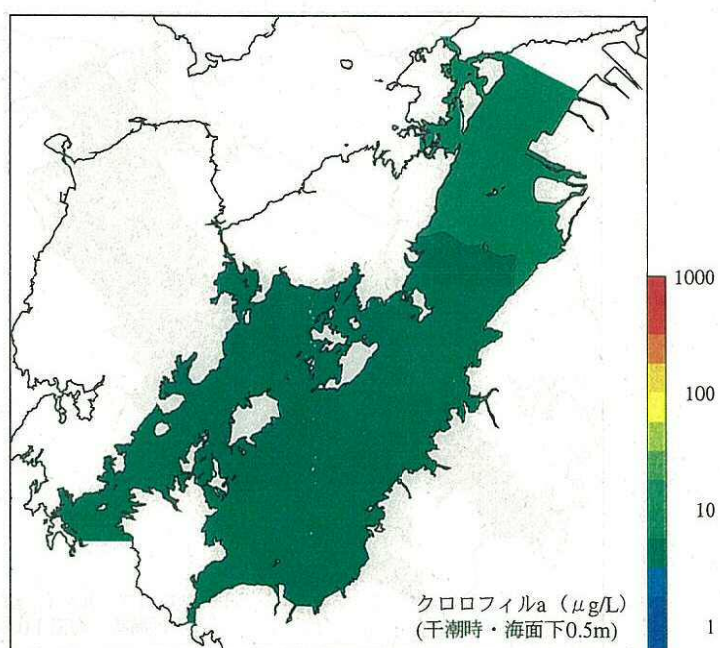
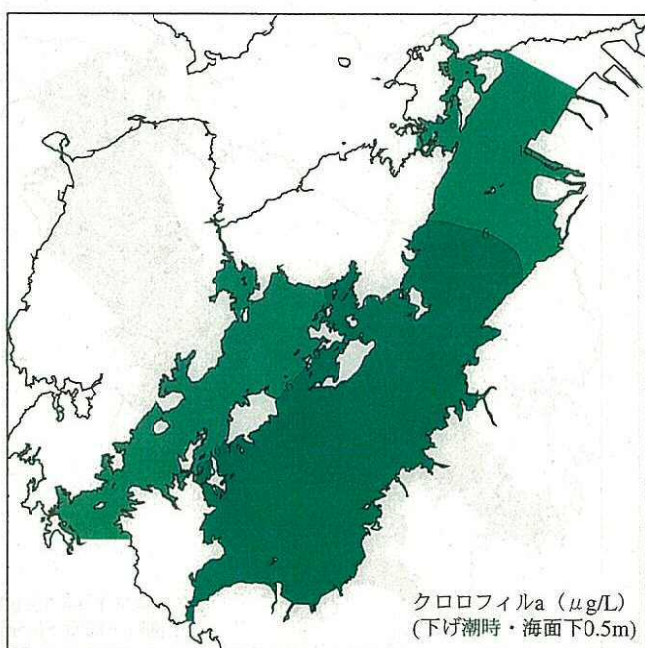
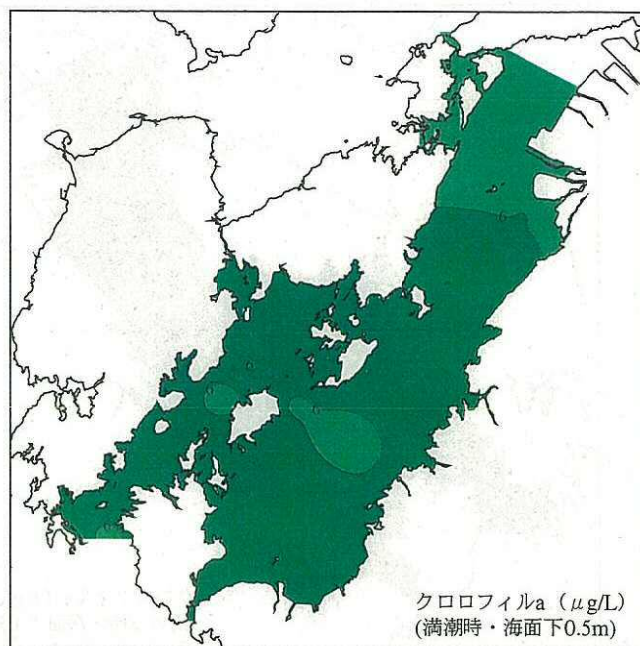
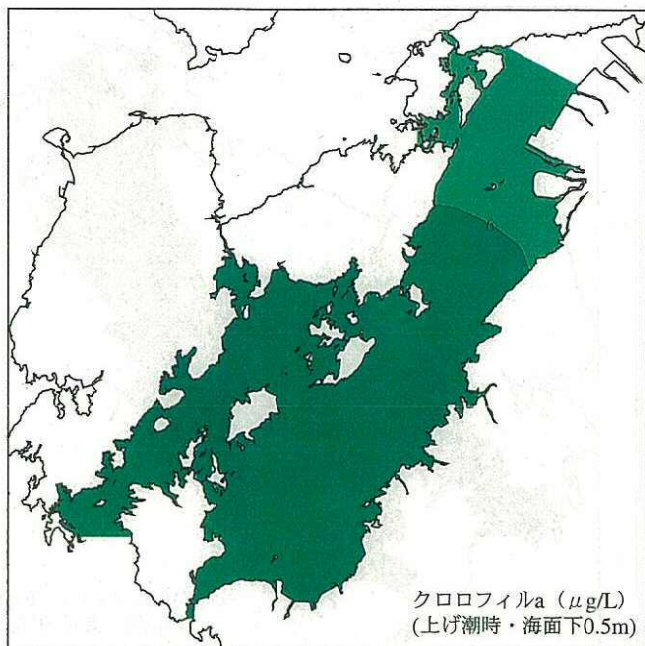


図 2.2-6(1) 表層クロロフィル a 水平分布図（小潮期：8月1日）

〔調査日：2002年8月9日（大潮期）〕

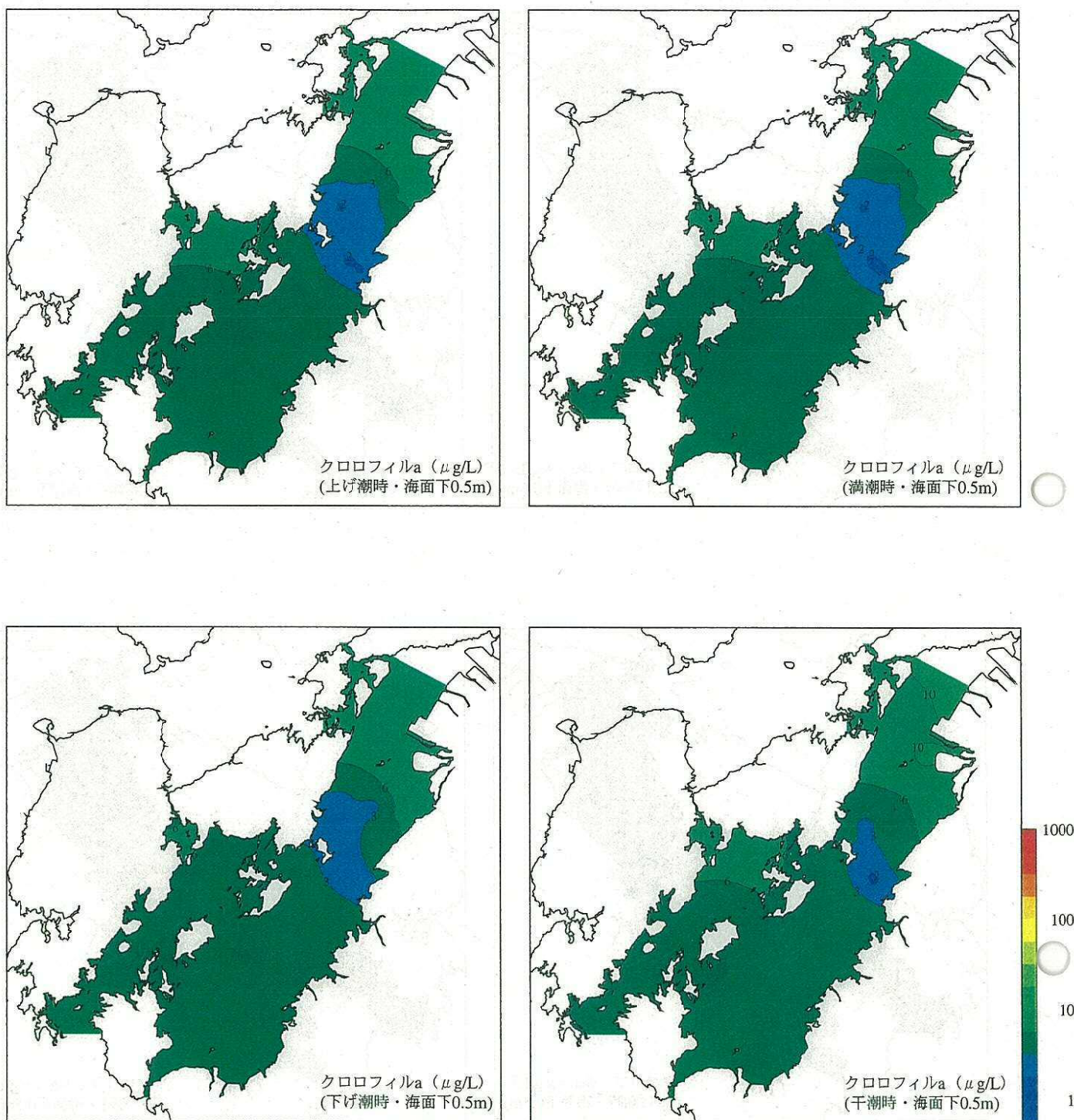


図 2.2-6(2) 表層クロロフィル a 水平分布図（大潮期：8月9日）

② 断面分布

小潮期（8月1日）と大潮期（8月9日）の上げ潮、満潮、下げ潮、干潮時に行われた合計8回の水温・塩分等調査から、満潮及び干潮の2回の断面分布図を図2.2-8～2.2-11に示す。なお、他の潮時のデータについて巻末に示す。

小潮期では、水温・塩分の分布から、西側ライン、東側ラインとも約5m付近に躍層面が見られる。大潮期になると、強い流速のため、鉛直混合が盛んとなり、東側ライン北側、南側および西側ライン北側では鉛直一様な水塊構造が見られる。

また、小潮期満潮時の東側ライン南側(St.29～35)で、水深約12mの垂表層にクロロフィル極大が見られた。

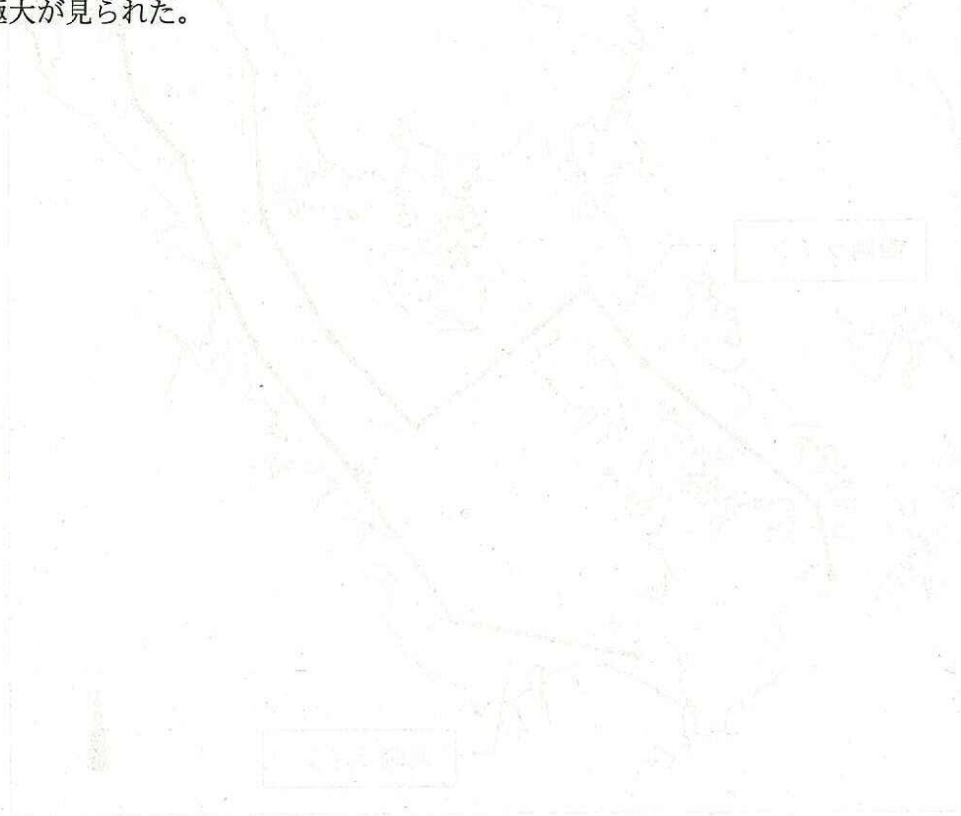


図2.2-8 小潮期満潮時の東側ライン南側(St.29～35)の断面分布図

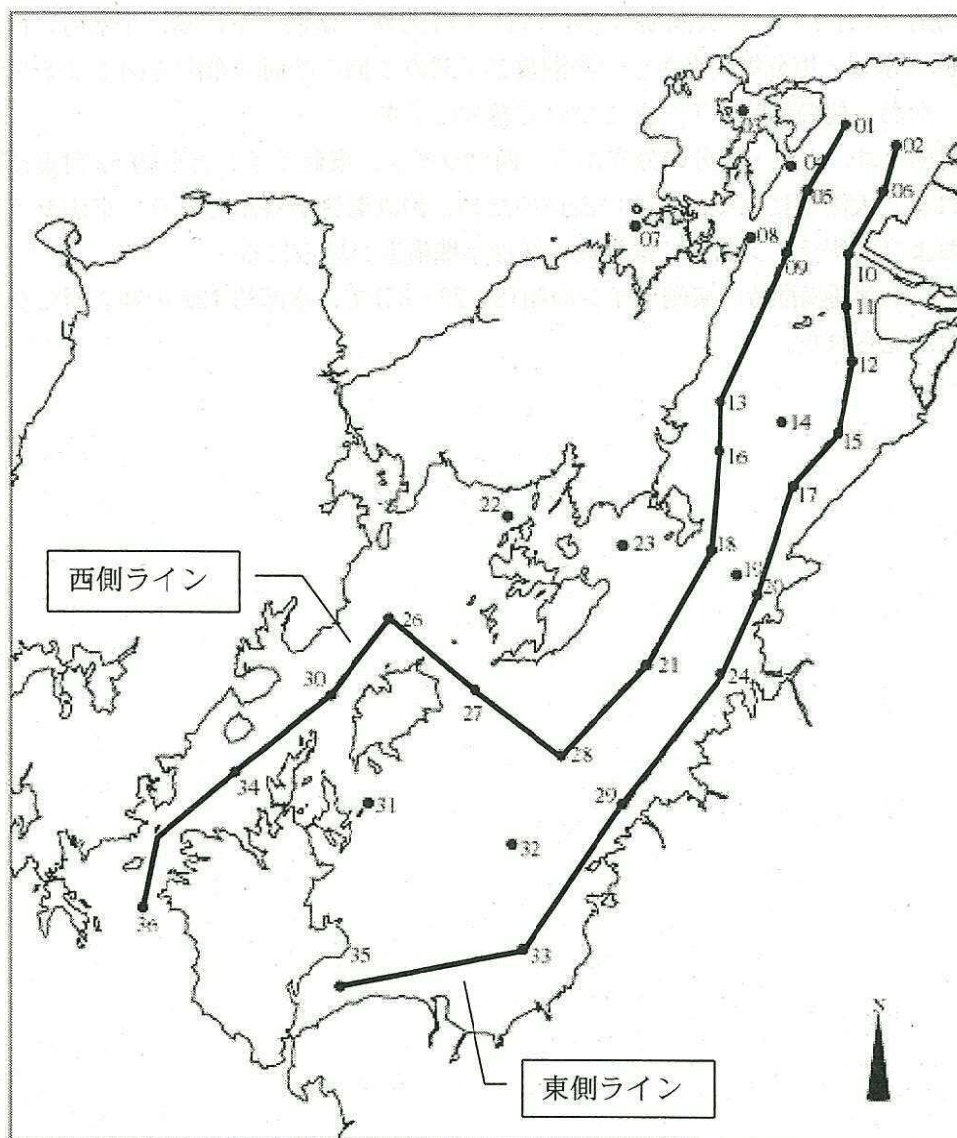


図 2.2-7 断面図作成ライン

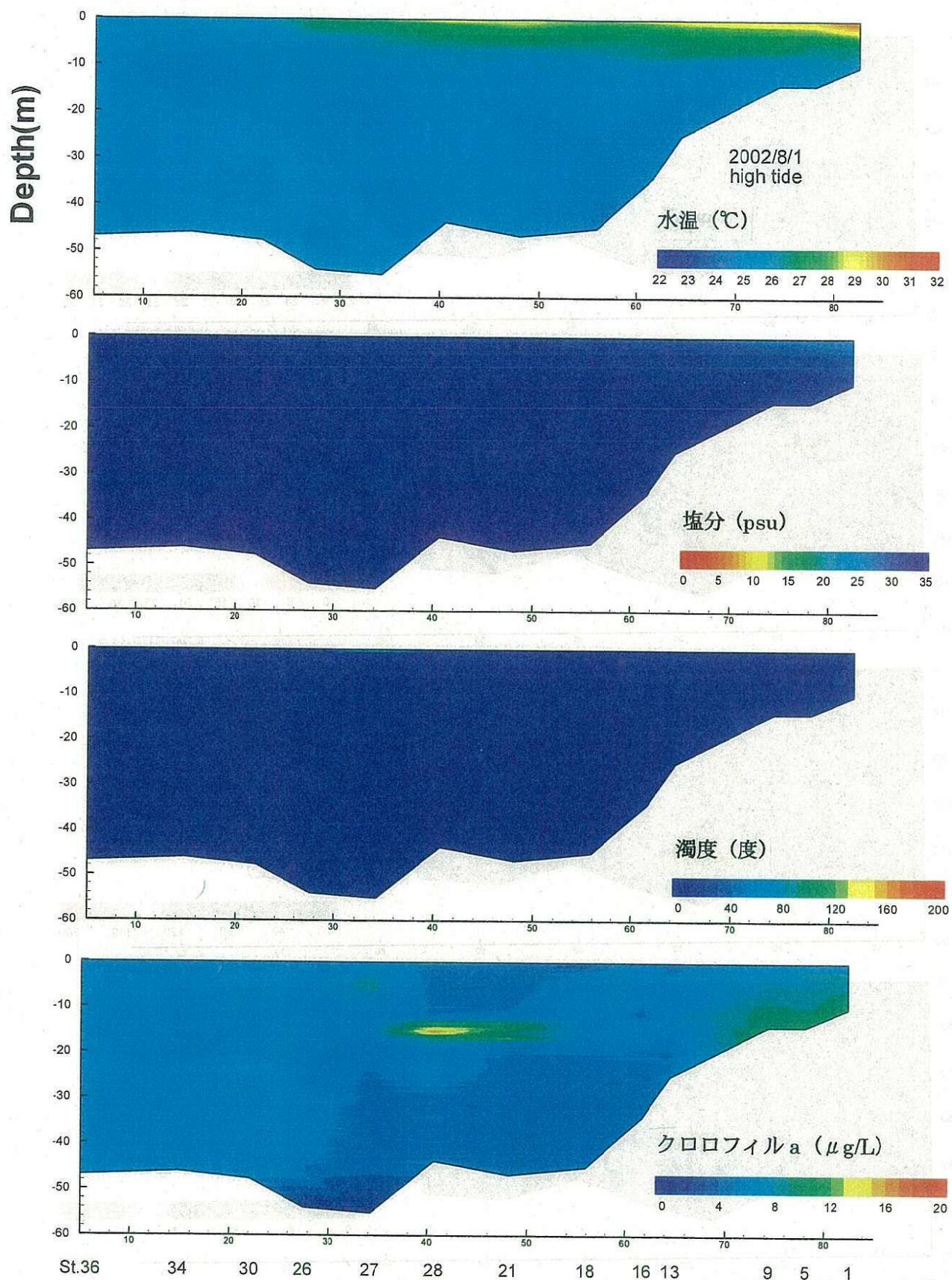


図 2.2-8(1) 水温・塩分・濁度・クロロフィル a 断面分布図 (小潮期・満潮時)



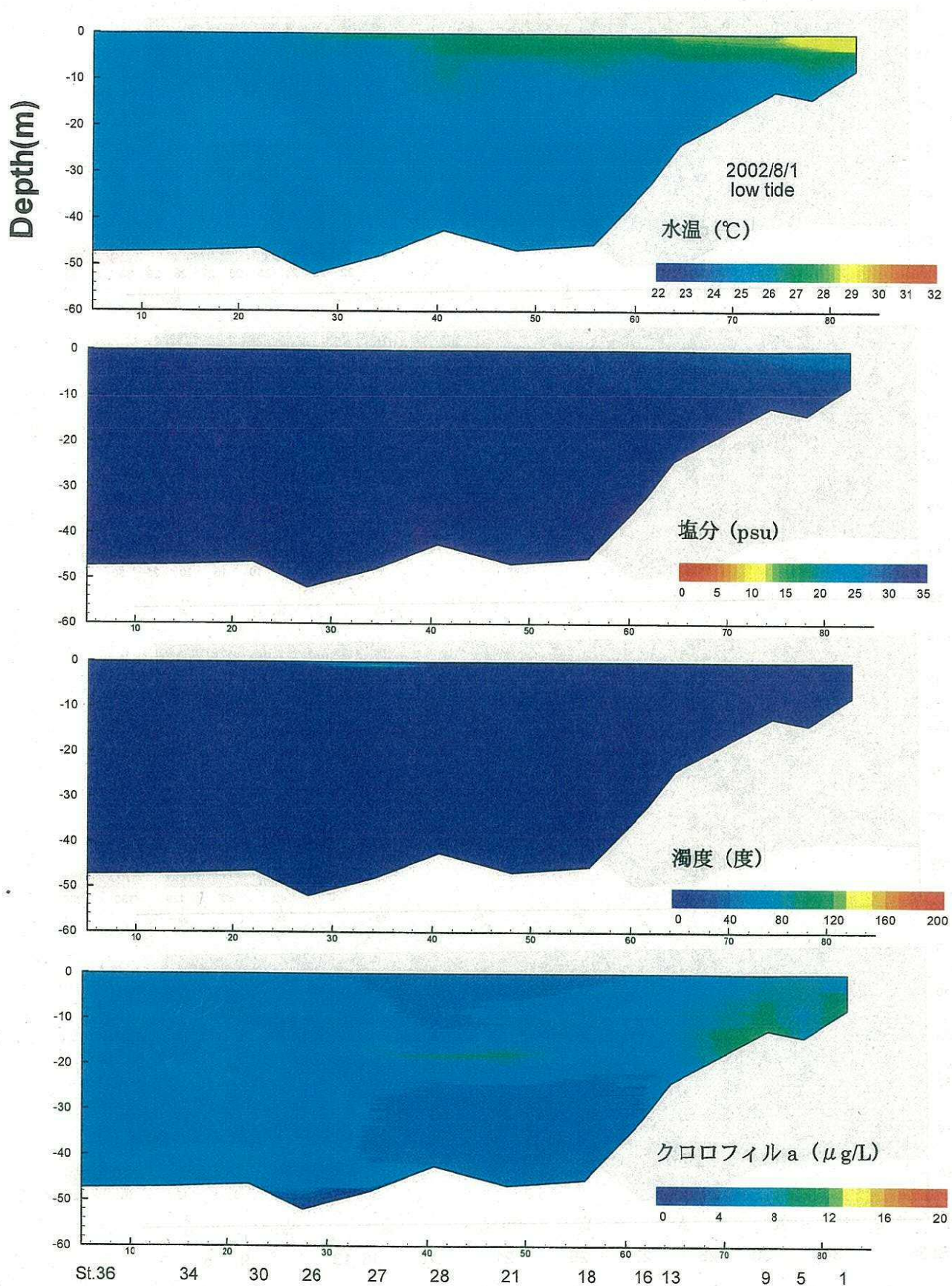
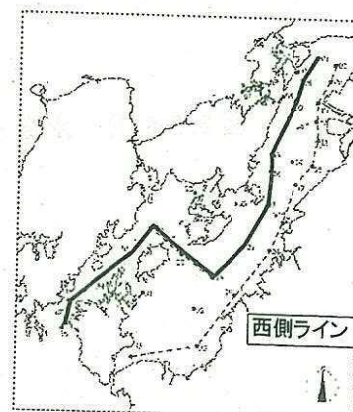


図 2.2-9(1) 水温・塩分・濁度・クロロフィル a 断面分布図 (小潮期・干潮時)



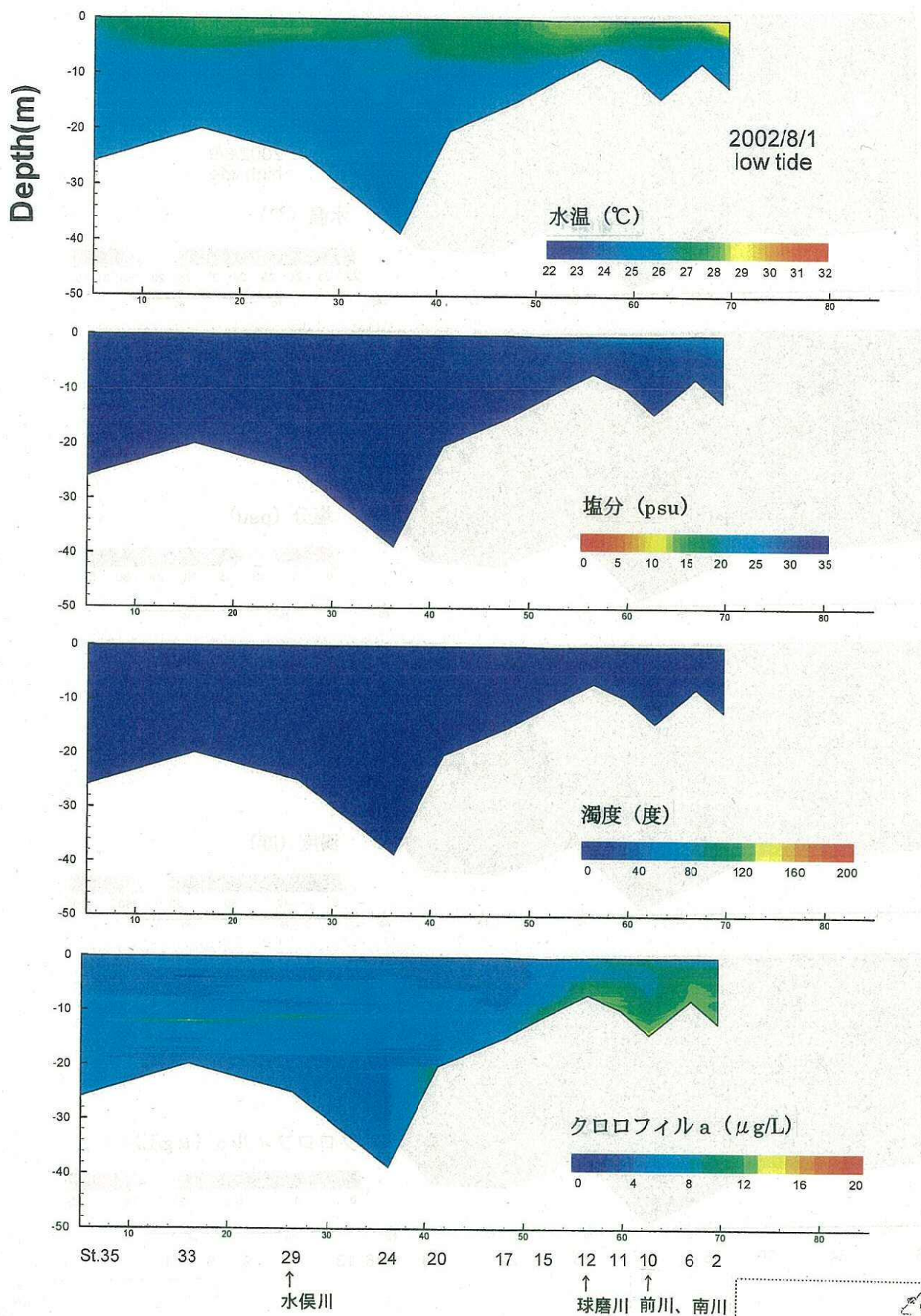


図 2.2-9(2) 水温・塩分・濁度・クロロフィル a 断面分布図 (小潮期・干潮時)

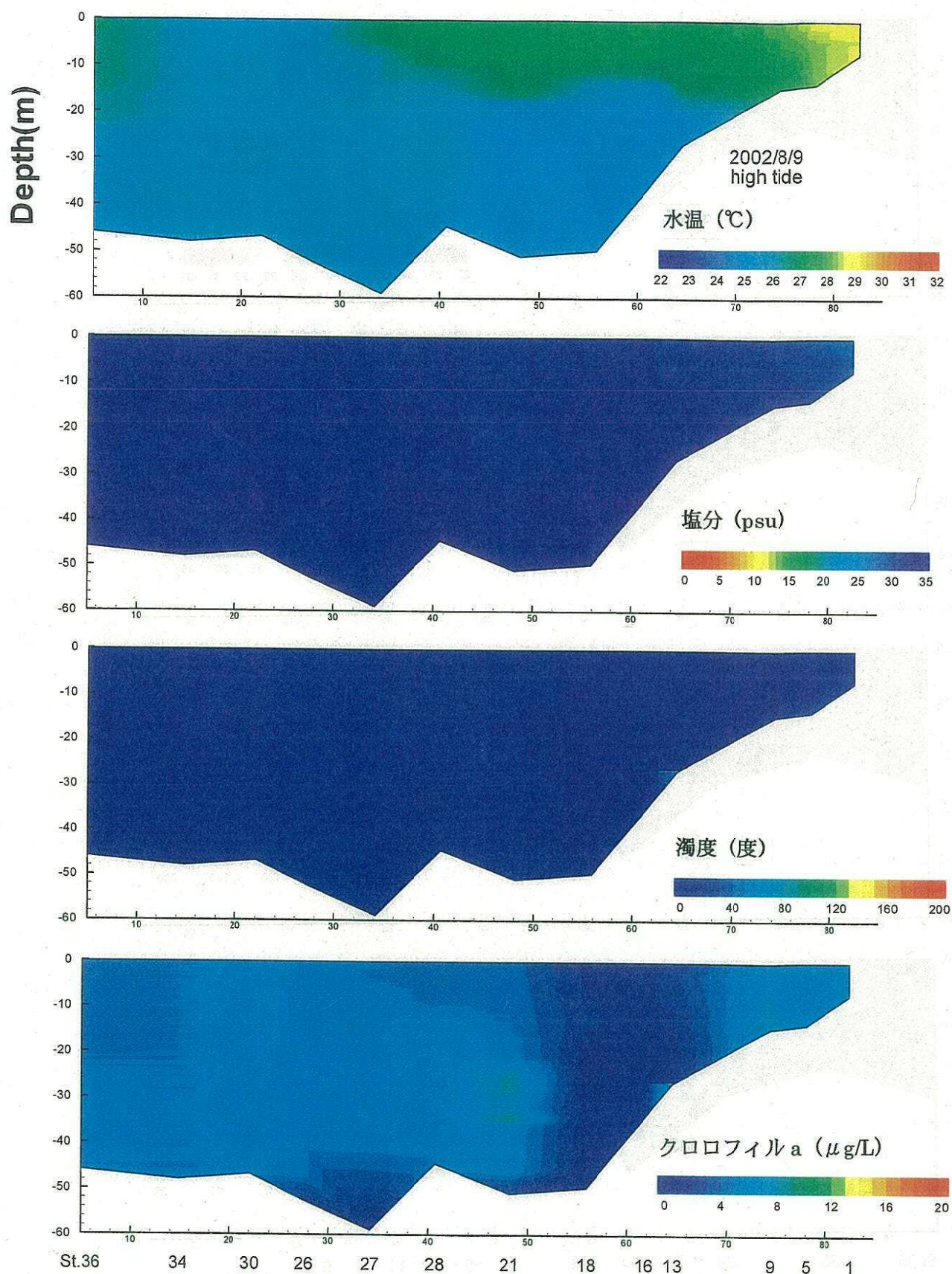


図 2.2-10(1) 水温・塩分・濁度・クロロフィル a 断面分布図 (大潮期・満潮時)



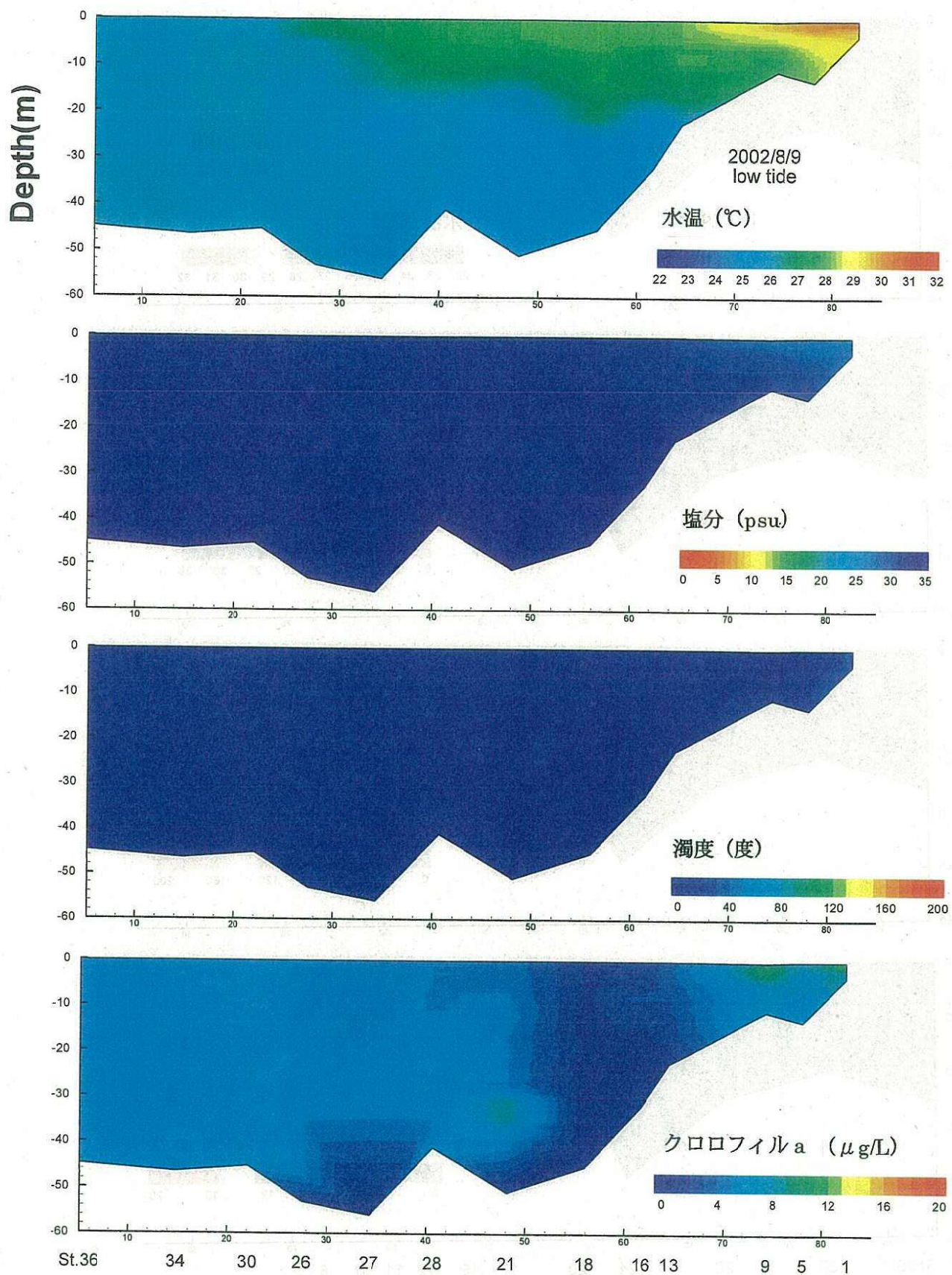
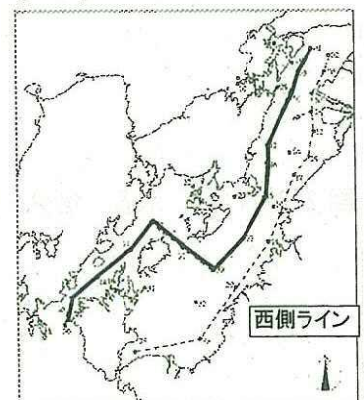


図 2.2-11(1) 水温・塩分・濁度・クロロフィル a 断面分布図 (大潮期・干潮時)



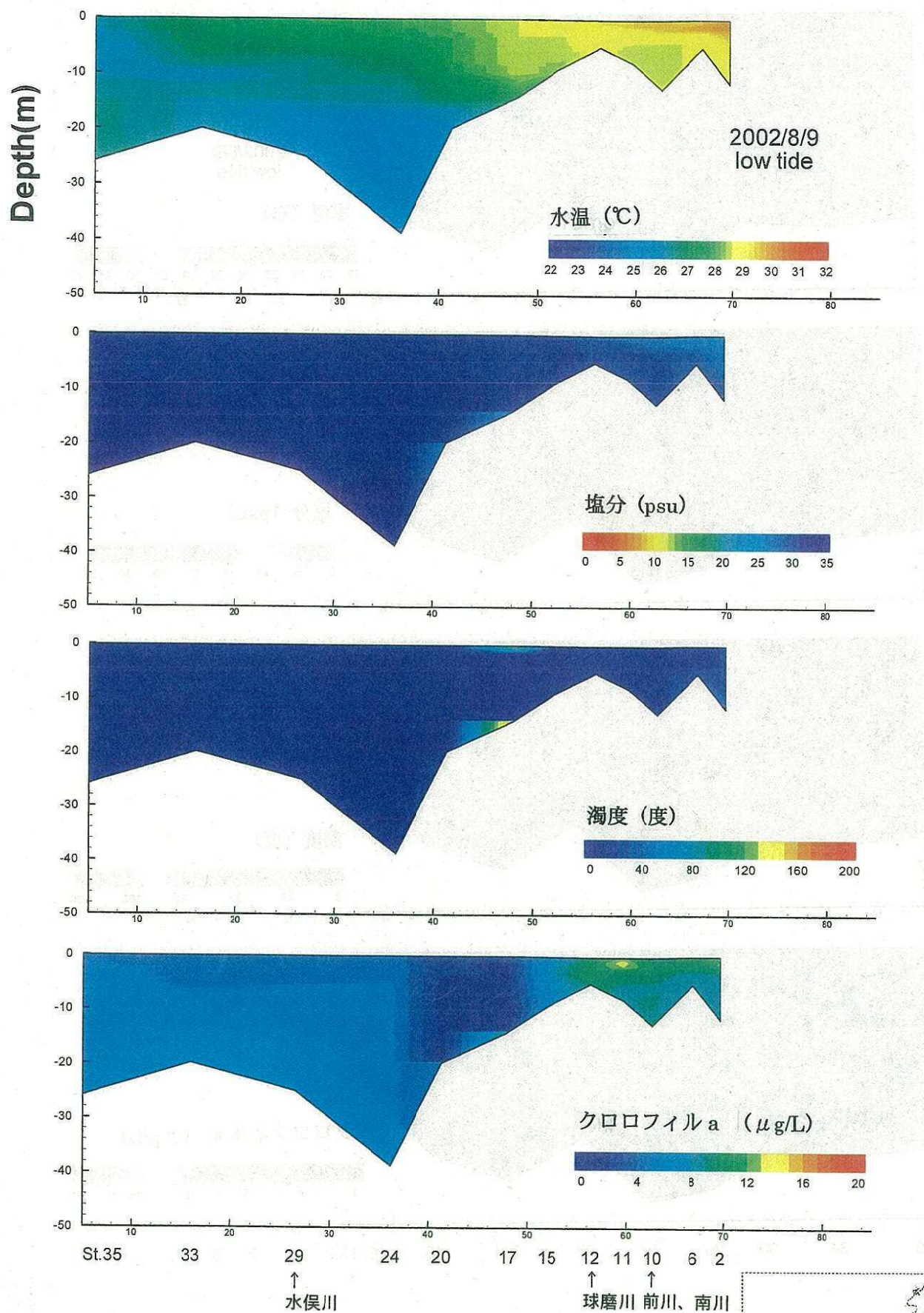


図 2.2-11(2) 水温・塩分・濁度・クロロフィル a 断面分布図 (大潮期・干潮時)



(6) 海域水質（室内分析）

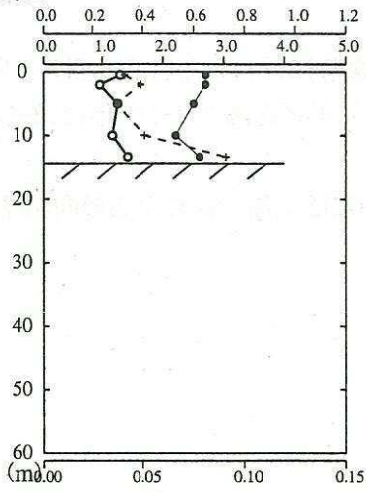
①鉛直分布

小潮期（8月1日）と大潮期（8月9日）の満潮、干潮時に行われた合計4回の水質調査結果（COD、T-N、T-P、D-IN、D- $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ）の鉛直分布図を図2.2-12～図2.2-13に示す。

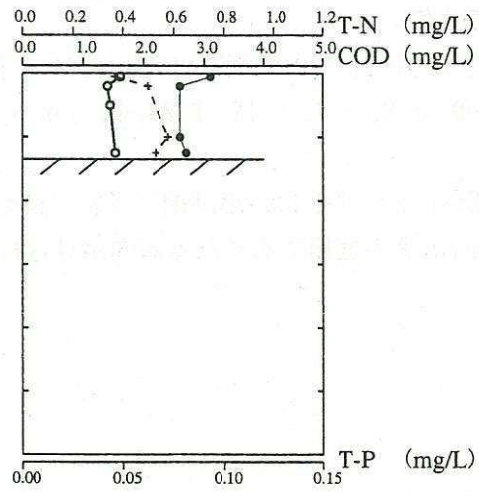
湾奥部(St.2)のT-Pは、小潮期に底層で高く、大潮期には上層で高くなる傾向が見られ、小潮期の $\text{PO}_4\text{-P}$ も底層で高くなる傾向が見られた。

[調査日：2001年08月01日（小潮期）]

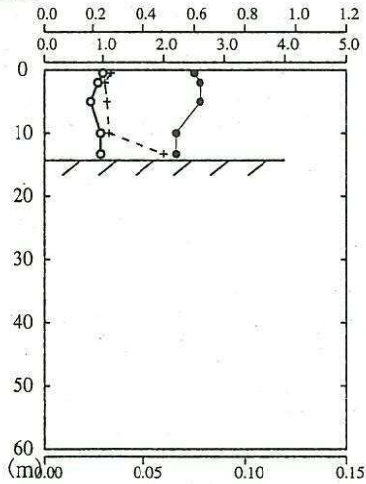
St.02 (満潮時)



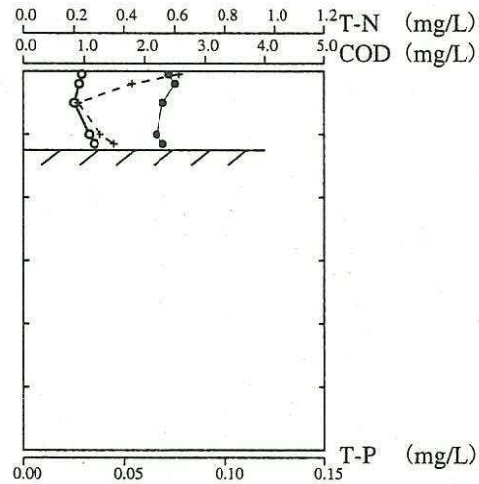
(干潮時)



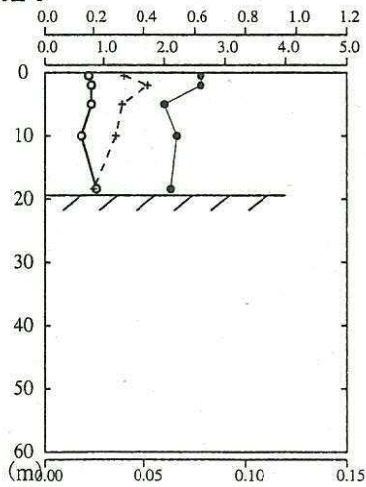
St.09 (満潮時)



(干潮時)



St.14 (満潮時)



(干潮時)

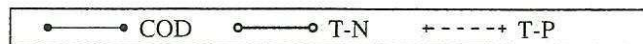
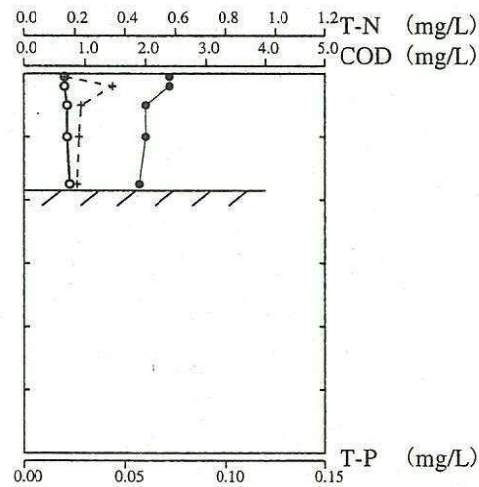
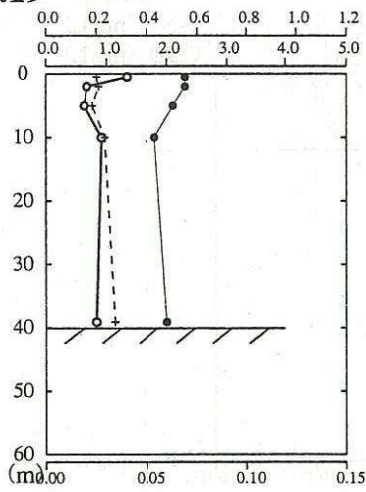


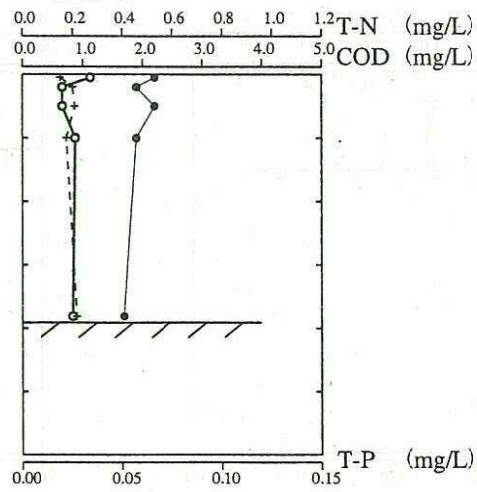
図 2.2-12(1) COD、T-N、T-P の鉛直分布図（小潮期：8月1日）

[調査日：2001年08月01日（小潮期）]

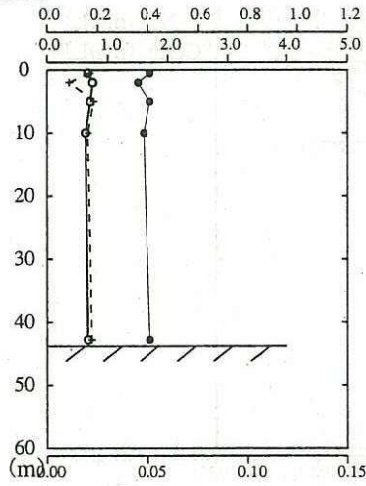
St.19 (満潮時)



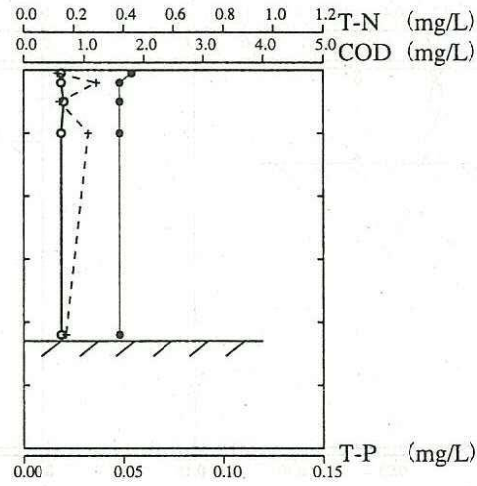
(干潮時)



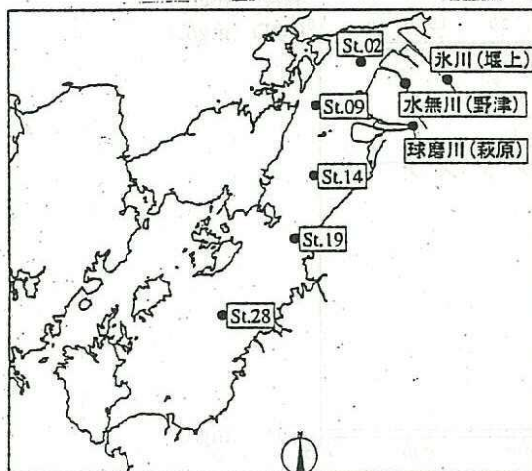
St.28 (満潮時)



(干潮時)

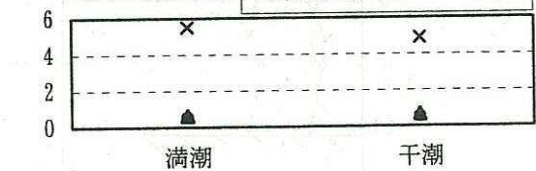


● COD ○ T-N +---+ T-P



T-N (mg/L)

× 堰上 ▲ 野津 ● 萩原



T-P (mg/L)

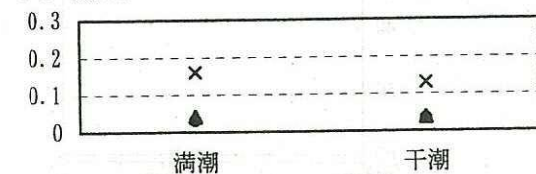
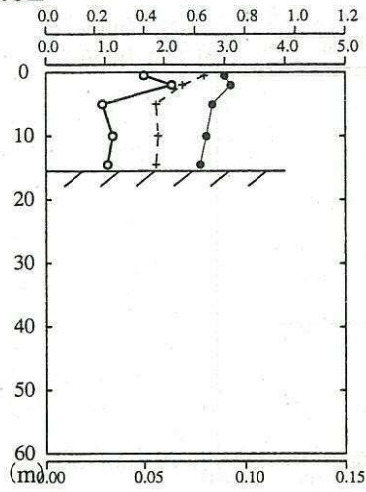


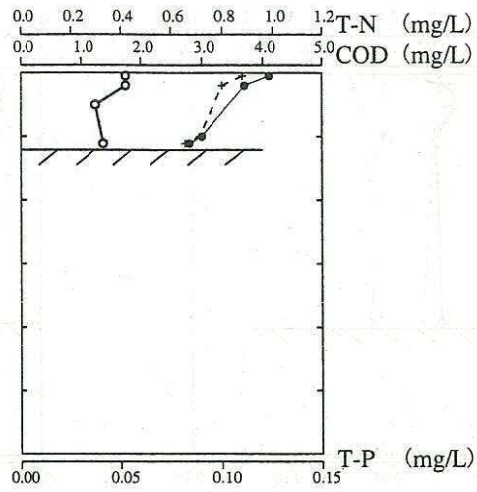
図 2.2-12(2) COD、T-N、T-P の鉛直分布図（小潮期：8月1日）

[調査日：2002年08月09日（大潮期）]

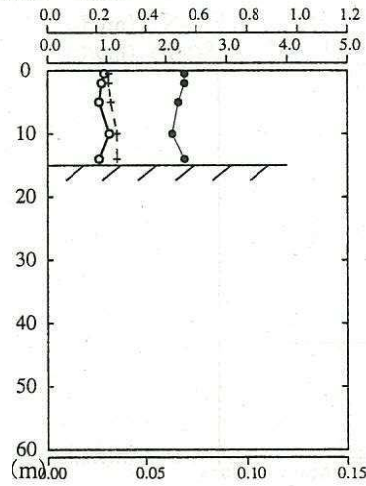
St.02 (満潮時)



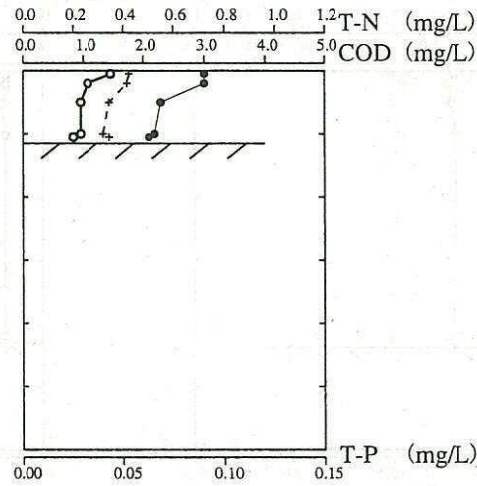
(干潮時)



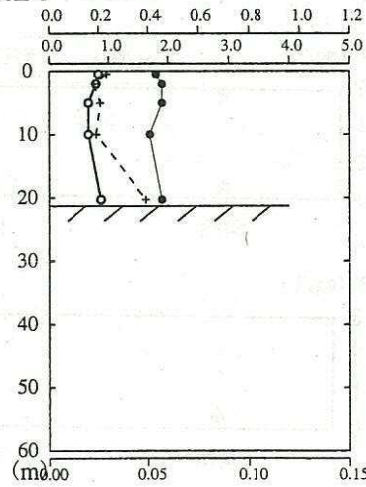
St.09 (満潮時)



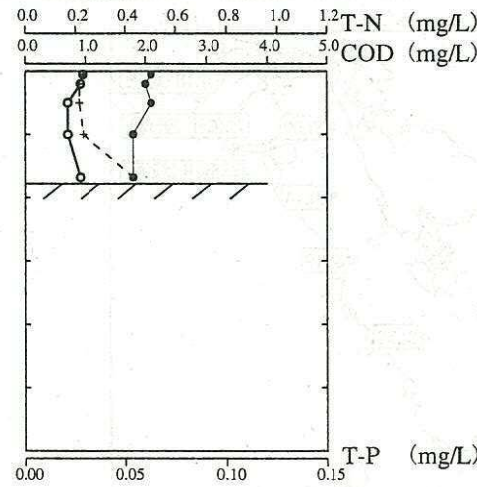
(干潮時)



St.14 (満潮時)



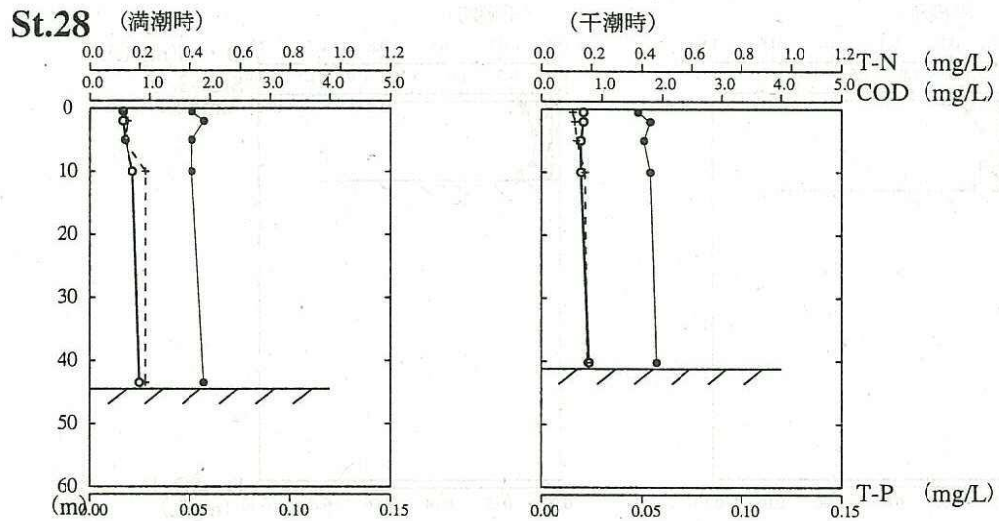
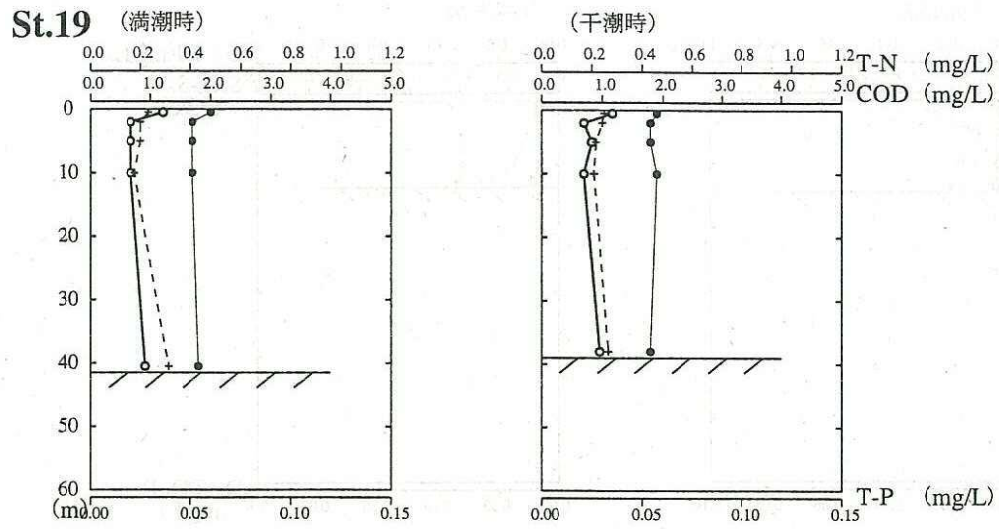
(干潮時)



●—● COD ○—○ T-N +-----+ T-P

図 2.2-12(3) COD、T-N、T-P の鉛直分布図（大潮期：8月9日）

[調査日：2002年08月09日（大潮期）]



●—● COD ○—○ T-N +---+ T-P

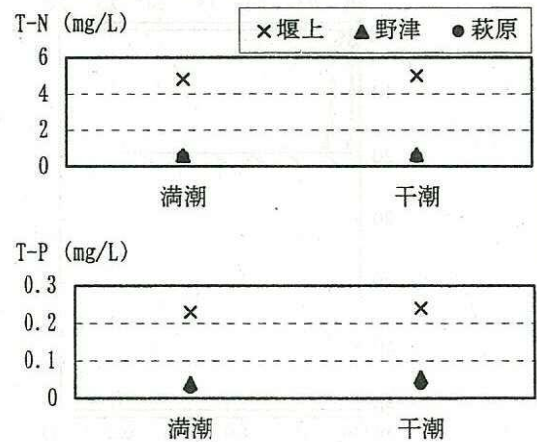
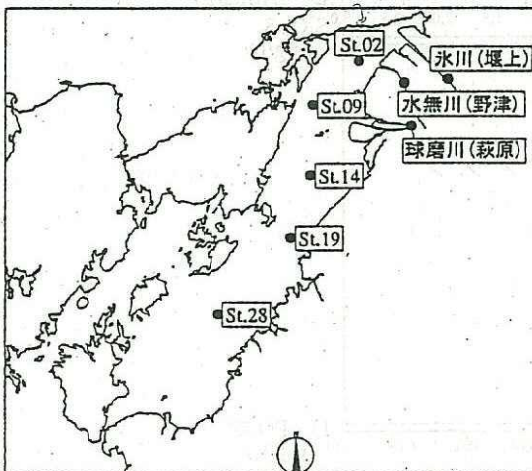
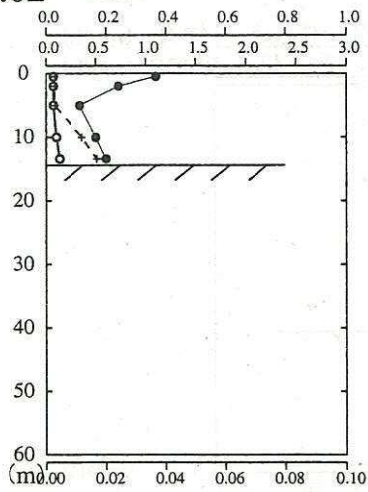


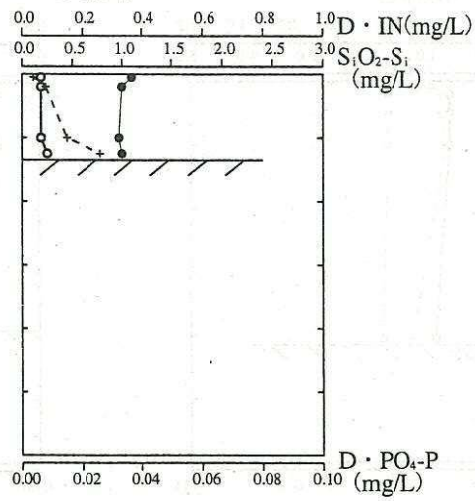
図 2.2-12(4) COD、T-N、T-P の鉛直分布図（大潮期：8月9日）

[調査日：2002年08月01日（小潮期）]

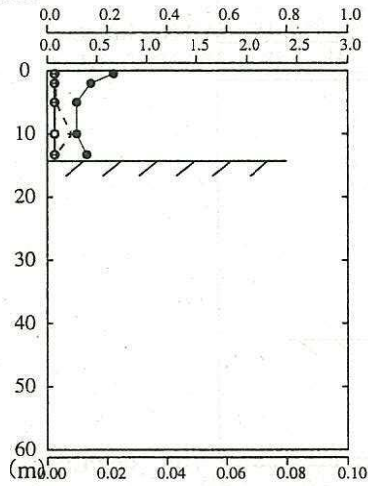
St.02 (満潮時)



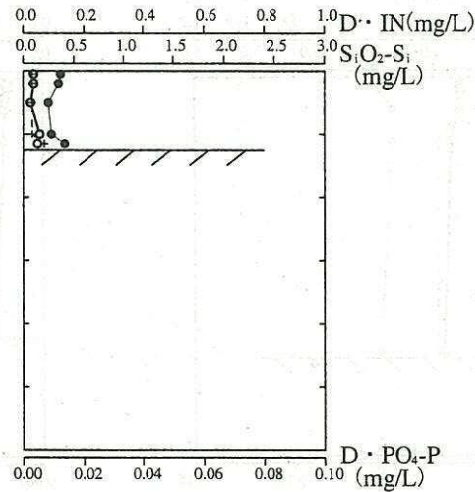
(干潮時)



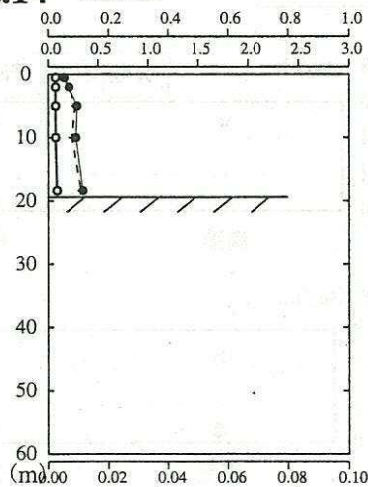
St.09 (満潮時)



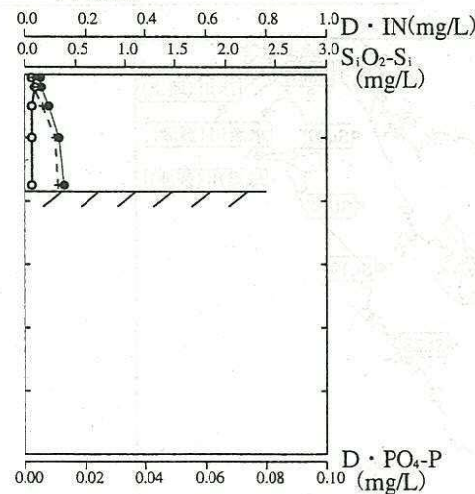
(干潮時)



St.14 (満潮時)



(干潮時)

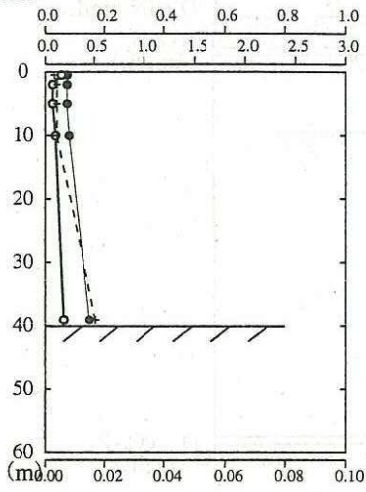


●—● $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ○—○ D-IN +----+ $\text{D-PO}_4\text{-P}$

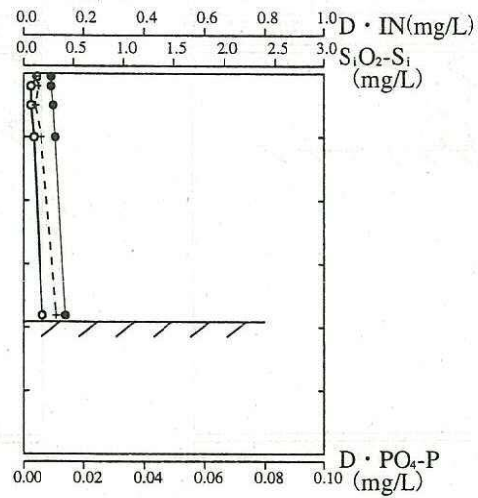
図 2.2-13(1) $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 、 D-IN 、 $\text{D-PO}_4\text{-P}$ の鉛直分布図（小潮期：8月1日）

[調査日：2002年08月01日（小潮期）]

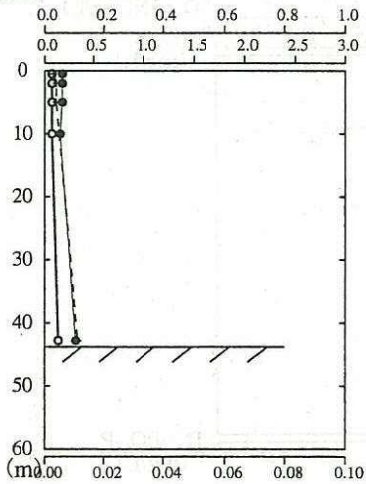
St.19 (満潮時)



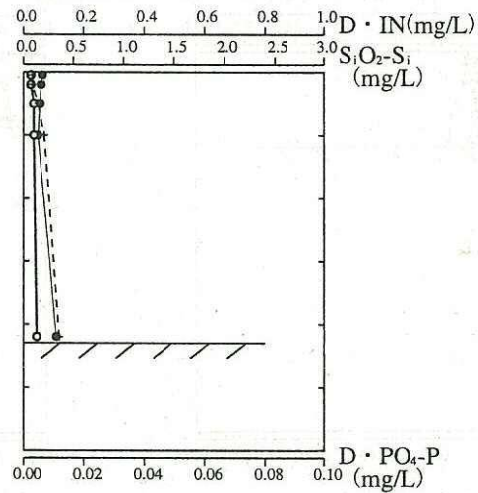
(干潮時)



St.28 (満潮時)



(干潮時)



● $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ○ $\text{D} \cdot \text{IN}$ + $\text{D} \cdot \text{PO}_4\text{-P}$

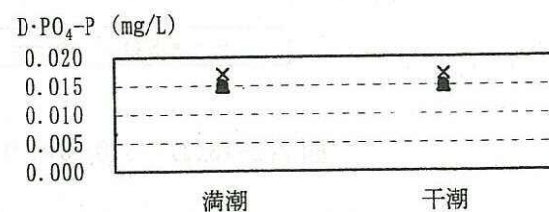
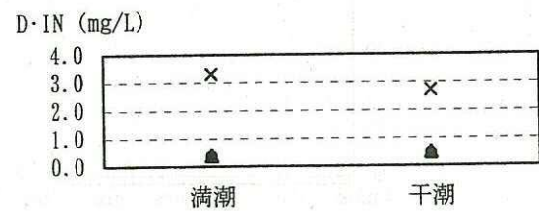
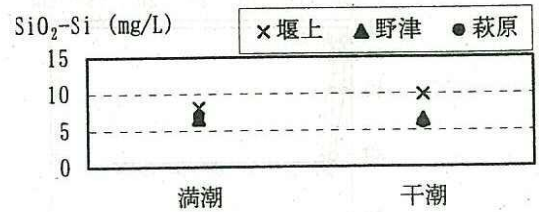
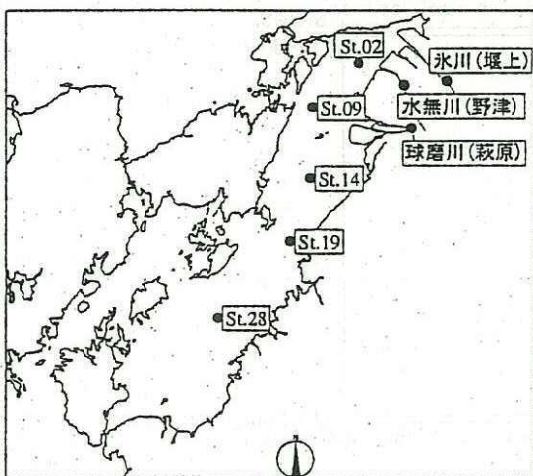
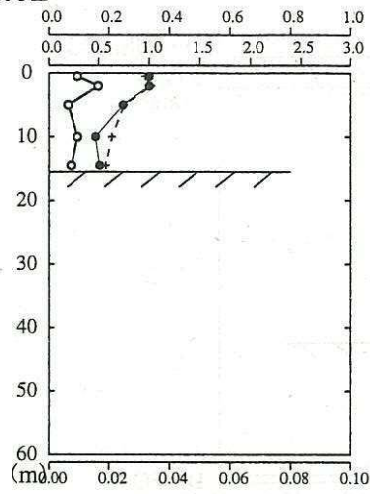


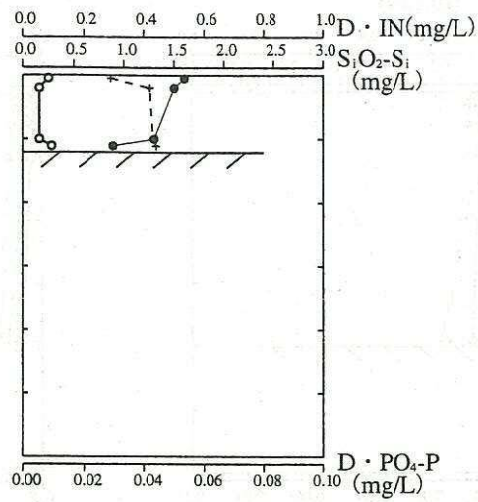
図 2.2-13(2) $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 、 $\text{D} \cdot \text{IN}$ 、 $\text{D} \cdot \text{PO}_4\text{-P}$ の鉛直分布図 (小潮期：8月1日)

[調査日：2002年08月09日（大潮期）]

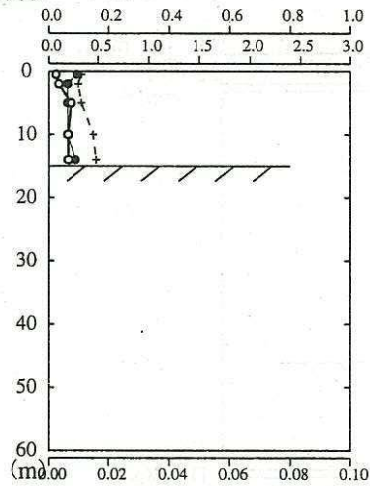
St.02（満潮時）



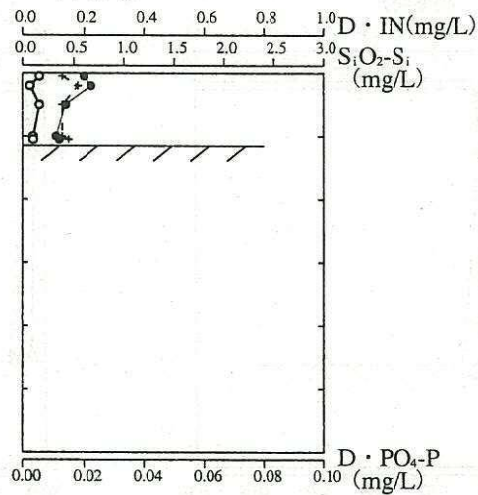
（干潮時）



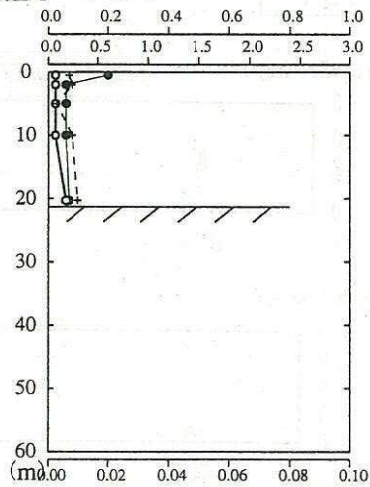
St.09（満潮時）



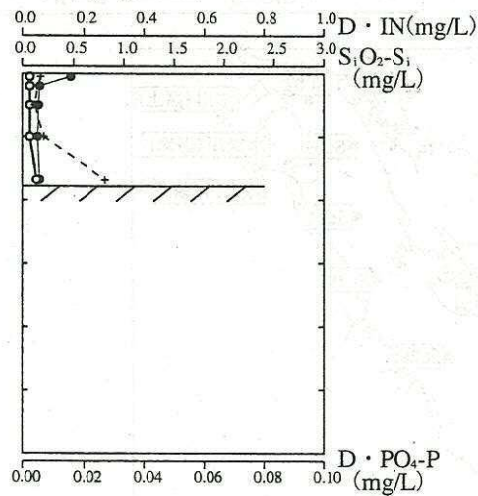
（干潮時）



St.14（満潮時）



（干潮時）

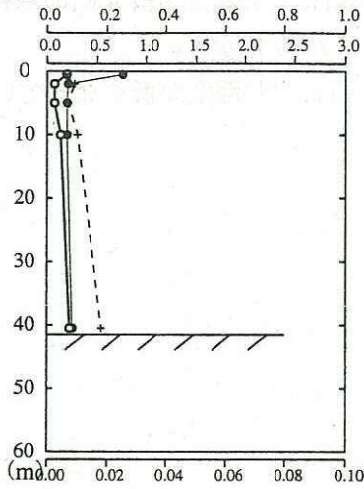


●—● $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ○—○ $\text{D} \cdot \text{IN}$ +---+ $\text{D} \cdot \text{PO}_4\text{-P}$

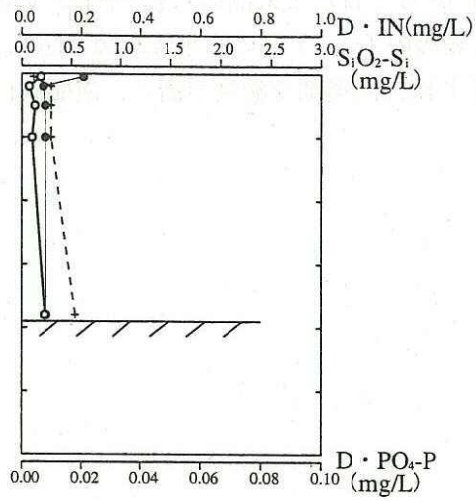
図 2.2-13(3) $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 、 $\text{D} \cdot \text{IN}$ 、 $\text{D} \cdot \text{PO}_4\text{-P}$ の鉛直分布図（大潮期：8月9日）

[調査日：2002年08月09日（大潮期）]

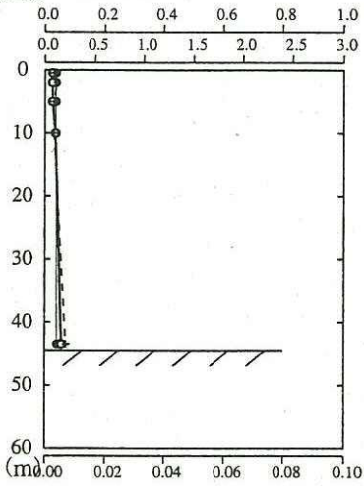
St.19 (満潮時)



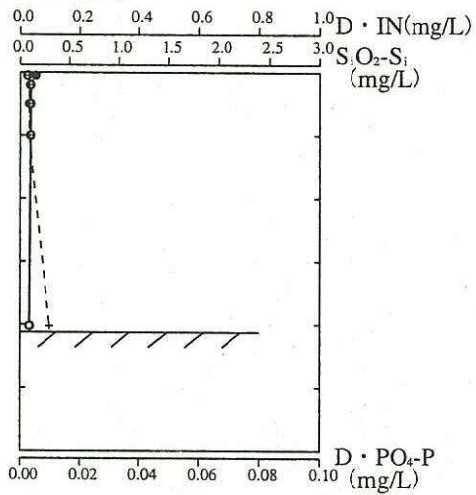
(干潮時)



St.28 (満潮時)



(干潮時)



● $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ○ $\text{D} \cdot \text{IN}$ + - - - $\text{D} \cdot \text{PO}_4\text{-P}$

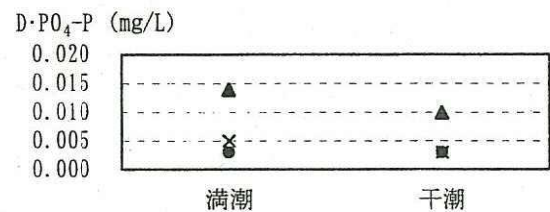
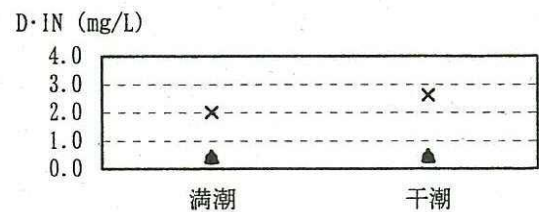
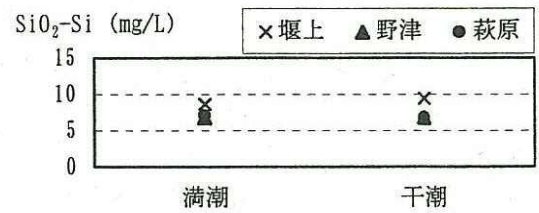
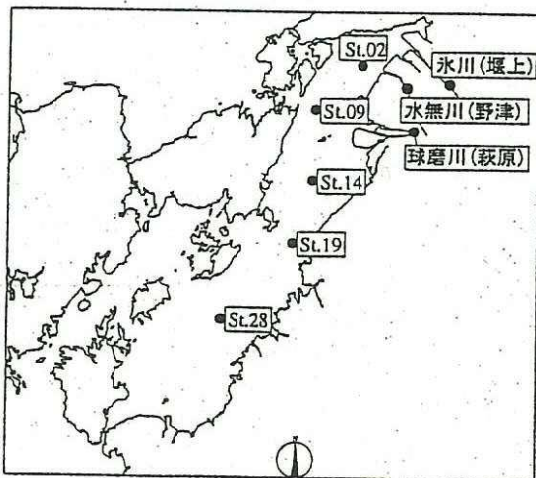


図 2.2-13(4) $\text{SiO}_2\text{-Si}$ 、 $\text{D} \cdot \text{IN}$ 、 $\text{D} \cdot \text{PO}_4\text{-P}$ の鉛直分布図 (大潮期：8月9日)

② 水平分布

小潮期（8月1日）と大潮期（8月9日）の満潮、干潮時に行われた合計4回の水質調査結果から表層のT-N、T-Pの水平分布図を図2.2-14～図2.2-15に示す。

T-N、T-Pは、湾奥部で濃度が高く、南側湾口部に向かうにつれ濃度が低くなっている。



[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

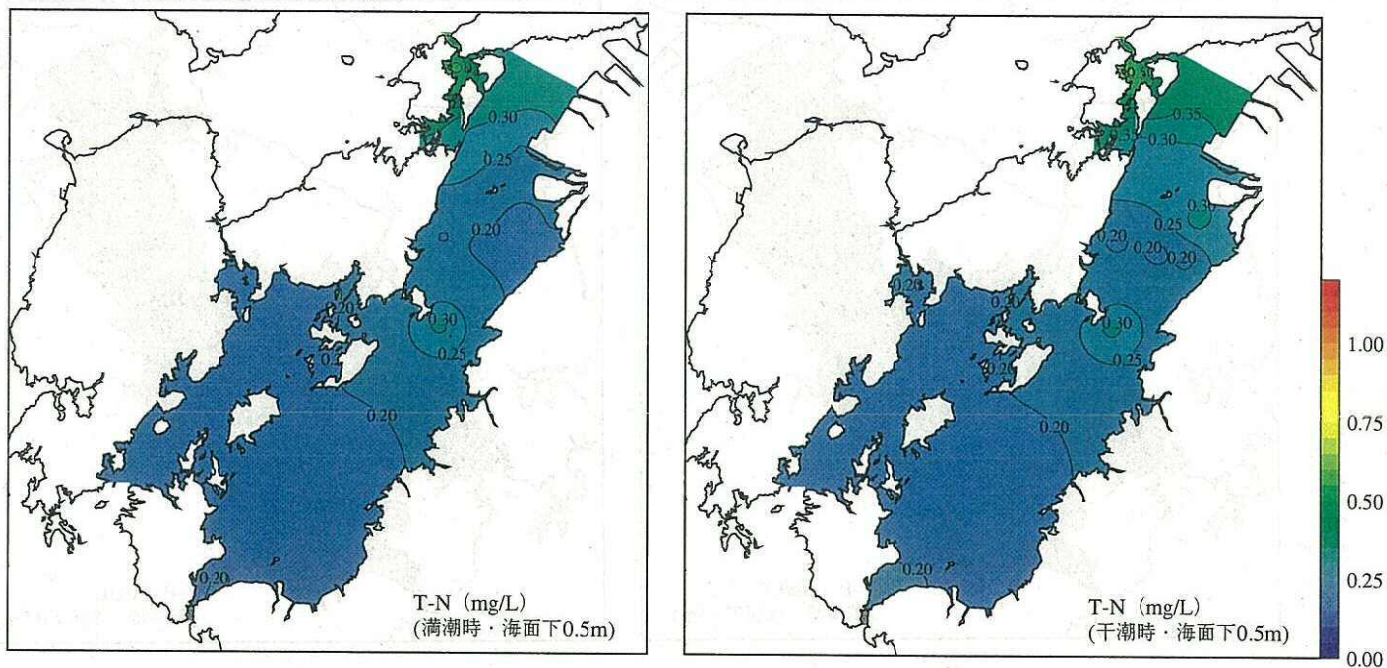


図 2.2-14(1) T-N の水平分布図（小潮期：8月1日）

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

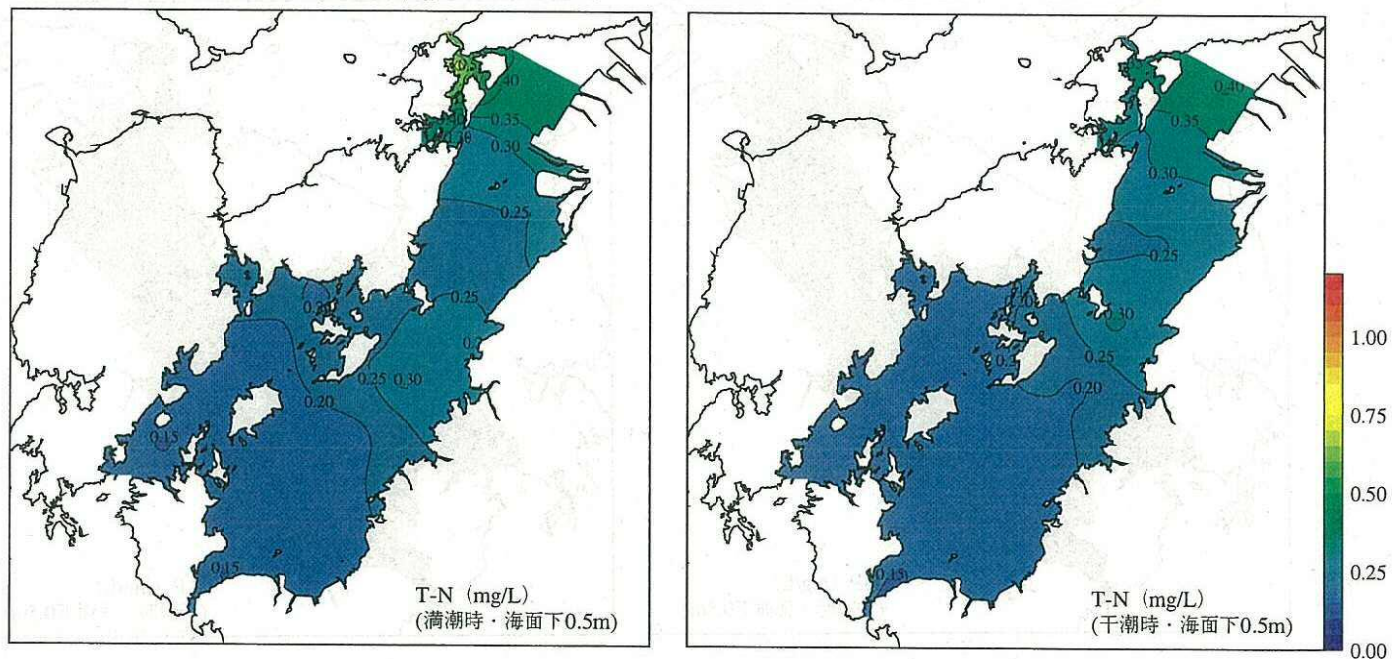


図 2.2-14(2) T-N の水平分布図（大潮期：8月9日）

[調査日：2002年8月1日（小潮期）]

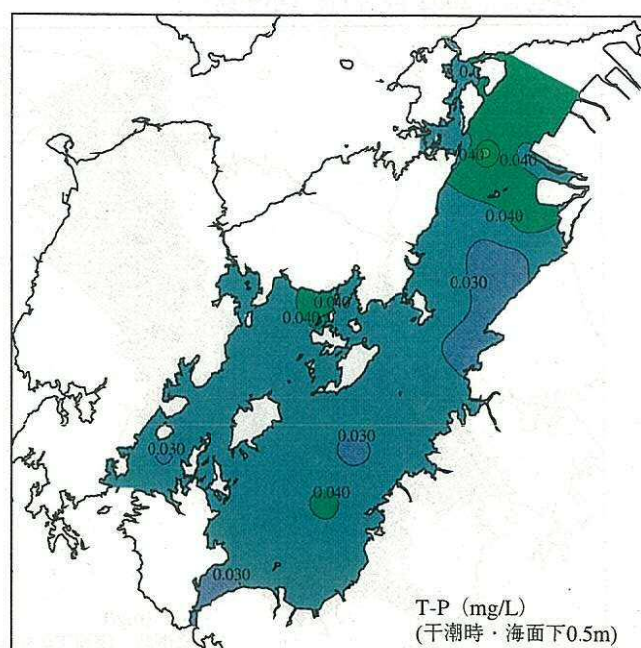
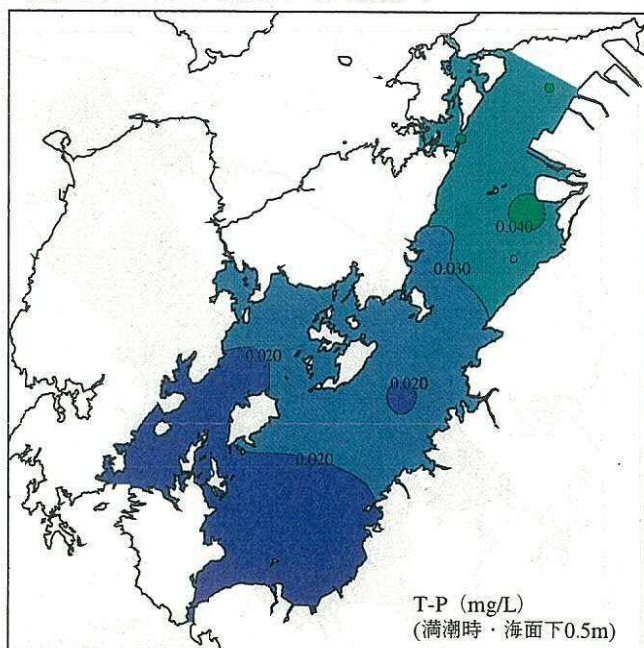


図 2.2-15(1) T-P の水平分布図（小潮期：8月1日）

[調査日：2002年8月9日（大潮期）]

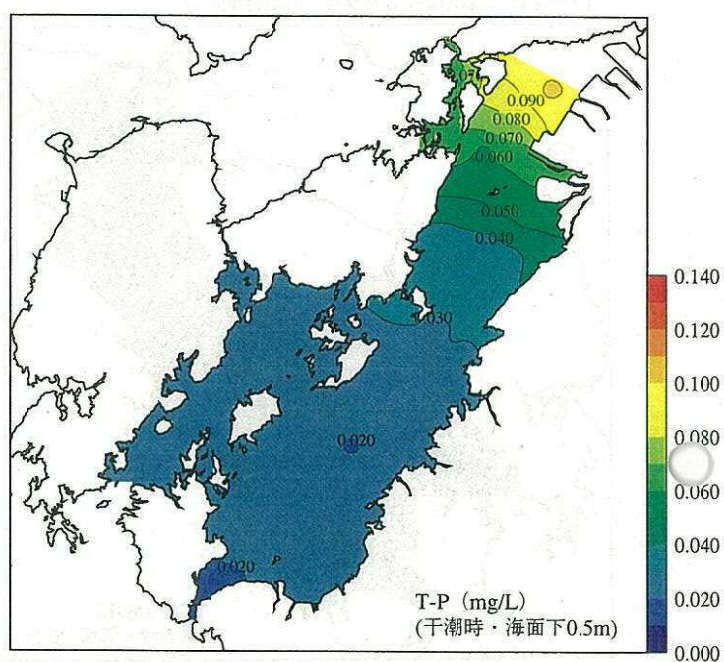
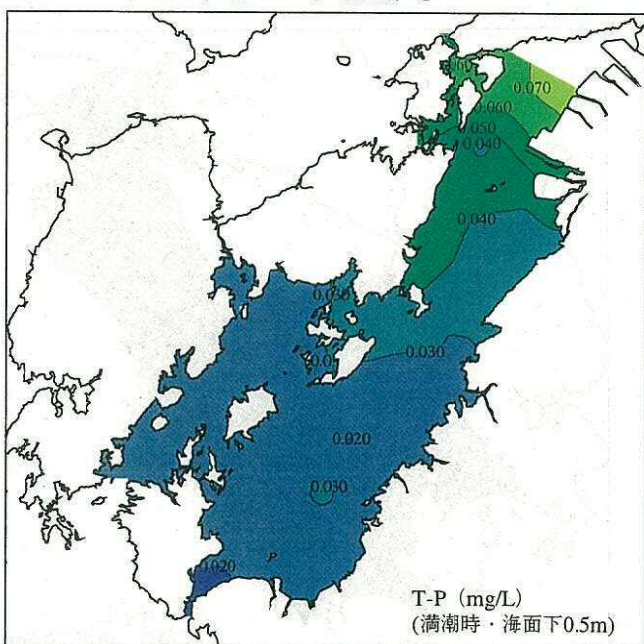


図 2.2-15(2) T-P の水平分布図（大潮期：8月9日）

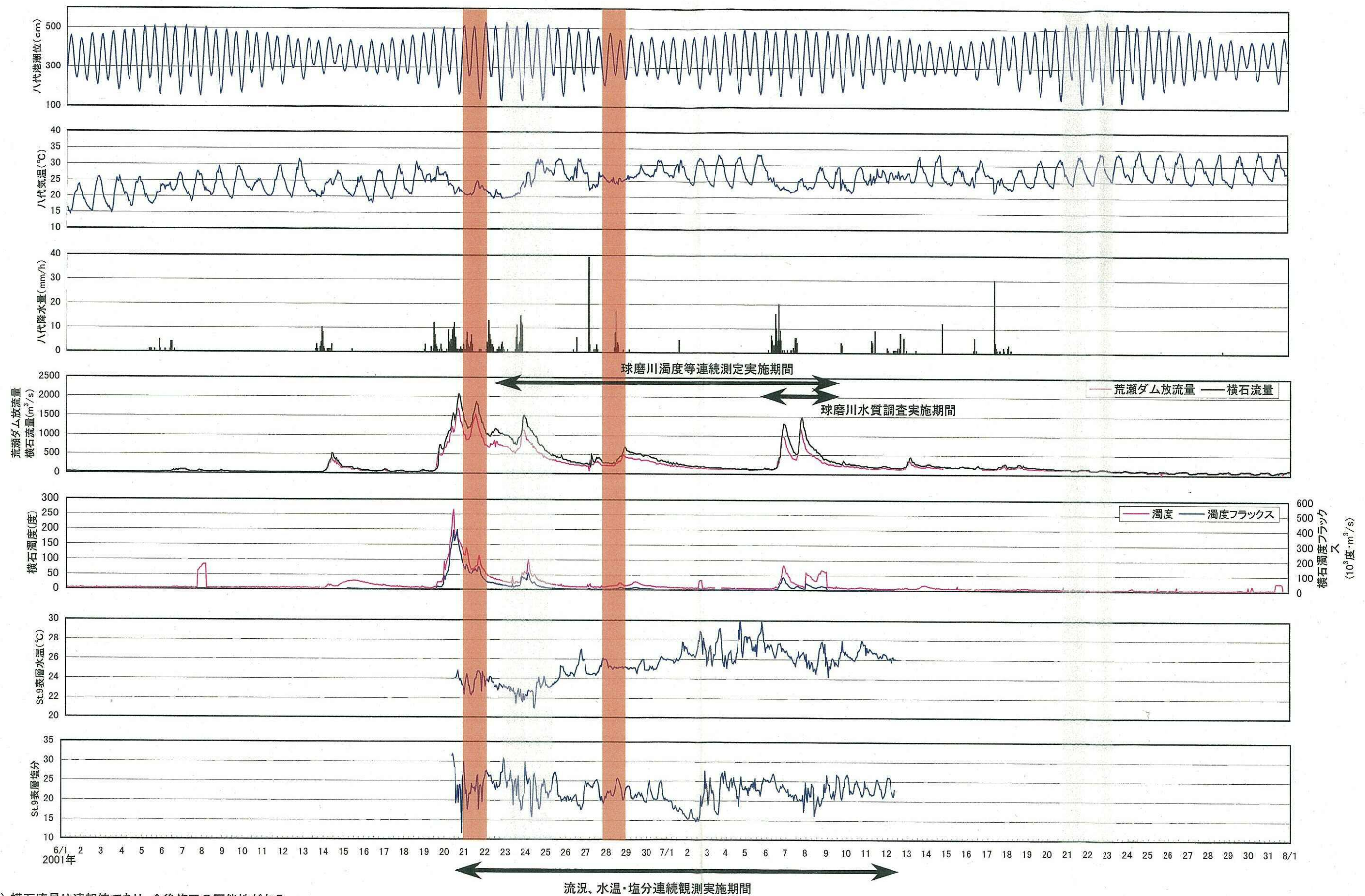
(6/5頃梅雨入)

大潮期

小潮期

(7/19頃梅雨明け)

大潮期

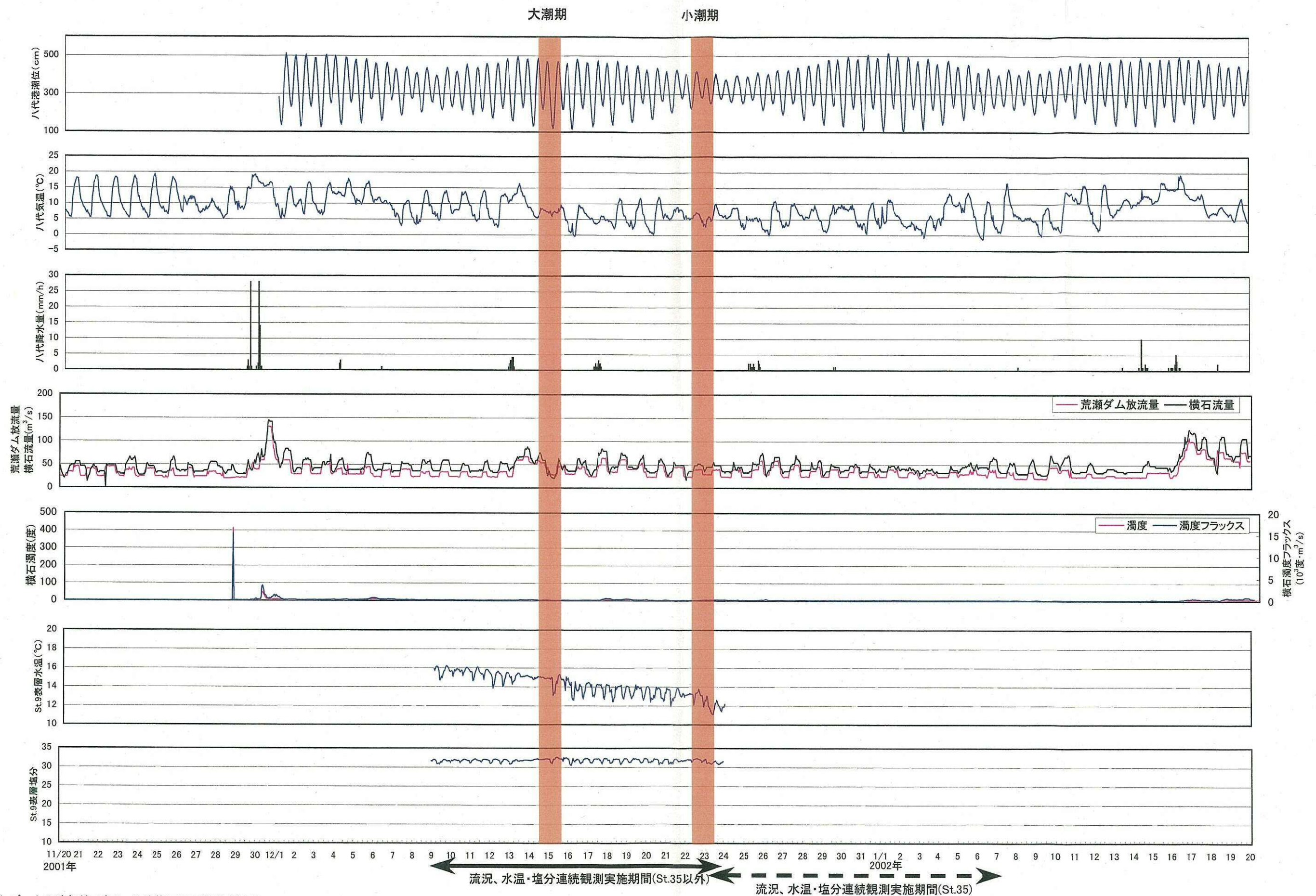


注) 横石流量は速報値であり、今後修正の可能性がある

流況、水温・塩分連続観測実施期間

：水質、曳航式流況、プランクトン調査実施日
：干潟・河口部調査実施日
出典：国土交通省資料、アメダス観測資料より作成

図 3.1-5(1) 調査期間中の気象・水象の経時変化 (梅雨期調査)



注) データは速報値であり、今後修正の可能性がある

図 3.1-5(2) 調査期間中の気象・水象の経時変化 (冬季調査)