

平成21年度

「海の健康診断」を活用した
大村湾の環境評価に関する調査研究

中間報告書

平成22年3月

海洋政策研究財団
(財団法人 シップ・アンド・オーシャン財団)

長 崎 県

ごあいさつ

本報告書は、競艇交付金による日本財団の平成21年度助成事業「海の健康診断」を活用した海域環境評価に関する調査研究の一環として実施した「海の健康診断」を活用した大村湾の環境評価に関する調査研究の成果をとりまとめたものです。

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

その原因の一つには、環境評価や改善のポイントが公害の防止や監視といった水質改善にあり、沿岸域の“海の恵み”を生み出している「海の営み」を総合的に評価するという視点が欠落していたことがあげられると思います。昨今、第3次生物多様性国家戦略や海洋基本計画などで生物多様性の確保の必要性が唱われているが、生物の多様性が確保されるためには、対象海域の生態系や物質循環が健全であること、すなわち「海の営み」健全であることが不可欠です。

海洋政策研究財団では、この「海の営み」を検査し、定量的に評価する「海の健康診断」の手法研究を平成12年より全国に先駆けて実施して参りました。これまでに「海の健康診断マスタープラン・ガイドライン」をまとめたのをはじめ、平成16年度、18年度、20年度には全国の閉鎖性海湾を対象にして「海の健康診断」一次検査・診断を実施し、個々の閉鎖性海域の環境の現状を診断カルテとしてとりまとめ、日本の沿岸海域で起きている環境変化の傾向や課題を社会に周知するとともに、「豊かな海」を取り戻すために必要な沿岸域の環境管理について、「海の健康診断」の活用を視野に入れた提言書を関係政府機関の大臣宛提出いたしました。

このたび、これまでの全国の閉鎖性海湾を対象とした全国一律の「海の健康診断」の実施に向けた研究とは視点を变えて、対象海湾を絞り、その環境特性や管理の実情に合わせて「海の健康診断」をより精緻に適用する研究を行うこととし、対象海湾を公募したところ、長崎県から大村湾で実施したい旨ご応募頂き、2ヶ年計画で「海の健康診断」大村湾モデルの研究並びに同湾の環境改善に向けた処方箋の作成を行うことといたしました。本書の内容は、その1年目の研究内容をとりまとめた中間報告書です。

本書が大村湾の環境保全、改善に日夜尽力されている長崎県や同海域に関心を持つ方々などの活動にお役に立てれば幸いです。

最後に、本事業の実施及び本報告書の取りまとめにあたりましては、長崎大学中田英昭教授を委員長とする「海の健康診断」を活用した大村湾の環境評価に関する調査研究委員会」の委員の皆様のご熱心なご議論・ご指導を賜り、この紙上をお借りして厚く御礼申し上げます。

平成22年3月

海洋政策研究財団
会長 秋山昌廣

「海健康診断」を活用した大村湾の環境評価に関する調査研究委員会 委員名簿

(順不同、敬称略)

委員長	中田英昭	長崎大学水産学部	教授
委員	松田 治	広島大学名誉教授	
委員	中田喜三郎	東海大学海洋学部	教授
委員	鈴木輝明	愛知県水産試験場	場長
委員	笠井亮秀	京都大学農学研究科	准教授
委員	山口仁士	長崎県環境保健研究センター	環境科長
委員	平野慶二	長崎県総合水産試験場	漁場環境科長

海洋政策研究財団担当

常務理事 寺島紘士

企画グループ グループ長代理 大川 光

政策研究グループ 研究員 眞岩一幸

長崎県担当

科学技術振興局科学技術振興課 課長補佐 西村一宏

科学技術振興局科学技術振興課 係長 吉原直樹

環境部環境政策課 係長 丸尾良治

目 次

ごあいさつ

委員名簿

1. 本調査研究の概要	1
1.1 研究のねらい	1
1.2 目的と検討ポイント	1
1.3 調査研究の実施主体	2
2. 検討の流れ	2
3. 二次検査の実施	3
3.1 再検査	3
1) 生物組成（分類群別漁獲量の変遷）	4
2) 生息空間（沿岸埋立（人工化）の歴史）	4
3) 生息環境、堆積・分解（貧酸素水の状況）	5
4) 除去（漁獲）（底生魚介類の漁獲量の変遷）	5
4. 精密検査	11
4.1 健康な姿の想定	12
4.2 検査方針の設定	12
4.3 検査の実施	19
1) 基本諸元の振り返り	19
2) 漁獲量の変動パターンの違いを生み出す原因の整理	21
4.4 検査のまとめ（原因と症状に関する情報の重ね合わせ）	40
5. 処方箋の作成（リストアップ）	43
6. 今後の課題等	43

1. 本調査研究の概要

1.1 研究のねらい

海は河川等から流入した栄養塩類が流れによって輸送され、栄養塩類を受け取った生物が食物網を通じて分解、生産、浄化などの様々な営みを行っている場所である。「海健康診断」は、この営みを支える海の構造や機能を「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」に着目し診断する手法である。

本調査研究は、これまでの全国の閉鎖性海湾を対象とした全国一律の「海健康診断」の実施に向けた研究とは視点を変え、対象海湾を絞り、その環境特性や管理の実情に合わせて「海健康診断」をより精緻に適合したものとなるようにその具体化を図るとともに、診断結果に基づく適切かつ効果的な処方箋を提示することを目標としている。

また、「海健康診断」の各地域における有効活用事例を多く作ることによって、全国各地域の沿岸環境再生に向けて海健康診断を普及させていくことを目指している（図 1.1）。

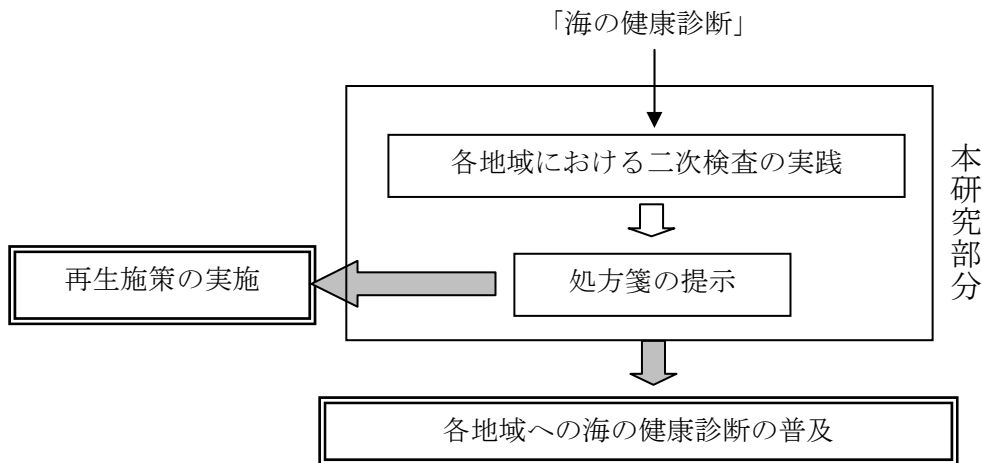


図 1.1 調査研究のねらい

1.2 目的と検討ポイント

本調査研究の目的と検討のポイントは以下のとおりである。

目的

大村湾の詳細な情報を利用することによって、海健康診断の精度を向上させ、その診断結果に基づいて大村湾の環境回復に向けた具体的な方策（処方箋）を提示する。

検討のポイント

- ① 大村湾の環境に関する多種多様な情報を十分に集約し、大村湾の健康状態をより具体的に捉える検査を実施する
- ② 検査結果にもとづいて、大村湾の悪化メカニズムを解明する
- ③ 大村湾の地域特性を考慮しつつ、効果的で実現可能な処方箋を提示する

1.3 調査研究の実施主体

本調査研究は、長崎県と海洋政策研究財団による共同研究により実施したものであり、その内容については、有識者から構成される委員会（表 1.1 参照）を通じて審議した。

表 1.1 委員会メンバー

	氏名	所属
委員長	中田 英昭	長崎大学水産学部 教授
委員	松田 治	広島大学 名誉教授
	中田 喜三郎	東海大学海洋学部 教授
	鈴木 輝明	愛知県水産試験場 場長
	笠井 亮秀	京都大学農学研究科 准教授
	山口 仁士	長崎県環境保健研究センター 環境科長
	平野 慶二	長崎県総合水産試験場 漁場環境科長

2. 検討の流れ

検討の流れを図 2.1 に示す。

平成 21 年度は、大村湾の環境レビュー、再検査を実施した上で、精密検査の試行、処方箋候補のリストアップ検査までについて検討した。

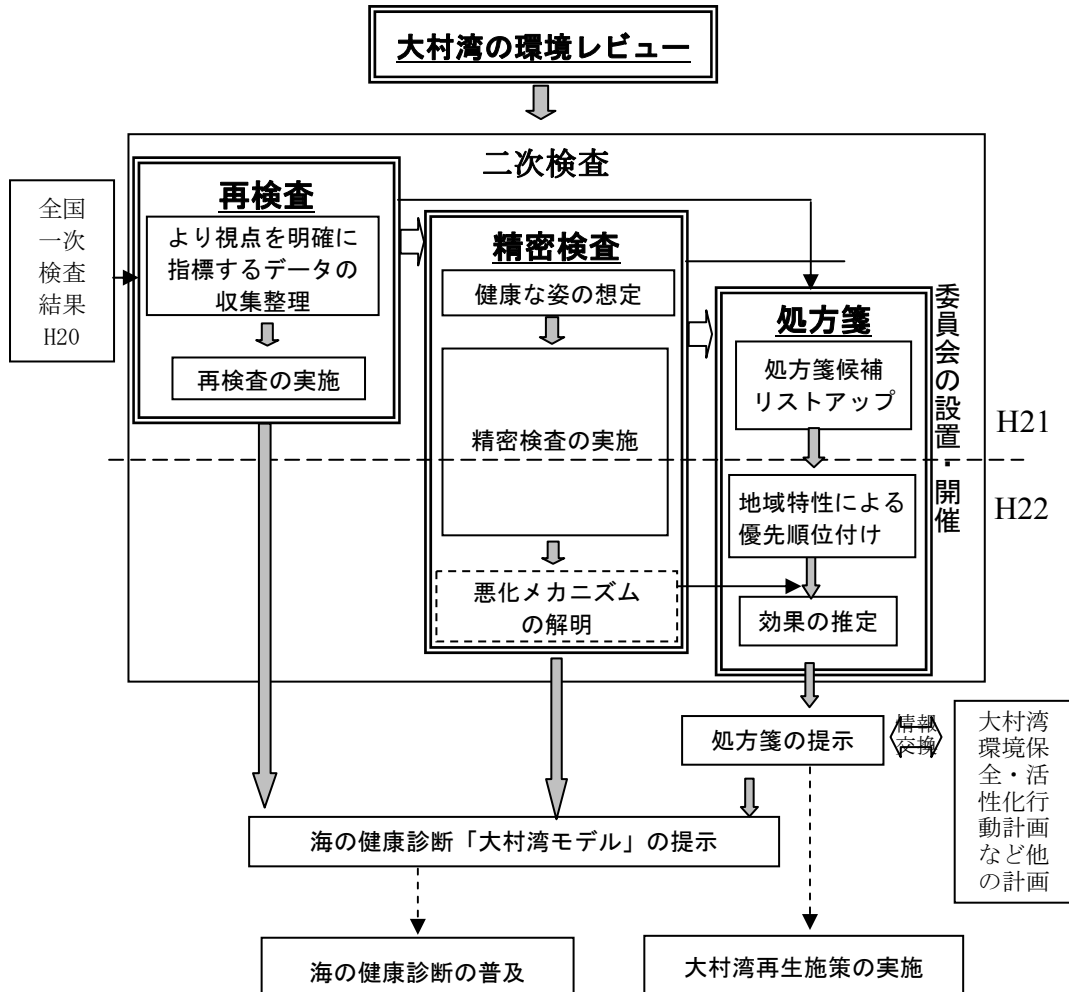


図 2.1 検討の流れ

3. 二次検査の実施

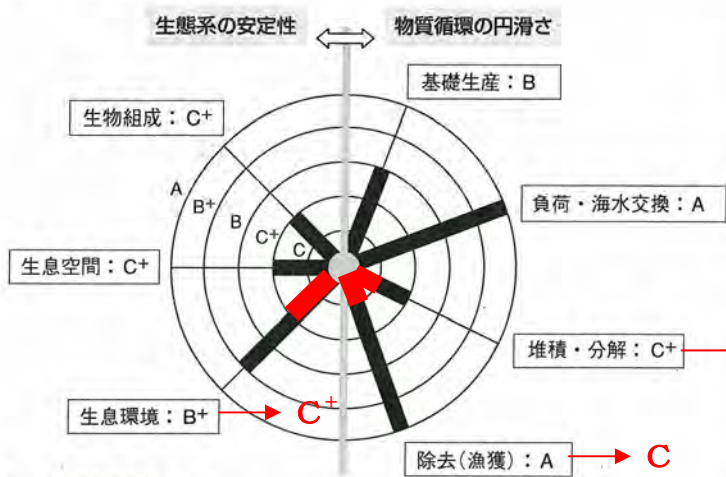
3.1 再検査

大村湾の全国一次診断チャート及び再検査結果は下に示すとおりである。

C判定となっている視点（生物組成、生息空間、堆積・分解）を中心に再検査を実施し、各視点においてC判定が検証できたことから、原因を究明する精密検査に進むこととした。また、各検査項目の再検査結果を以降に示した。

60 大村湾 長崎県

一次診断チャート



所見

生物組成、生息空間、堆積・分解がC判定である。底層における物質循環の滞りが顕著であり、生態系への影響が心配される。

一次診断カルテ

再検査結果

視点	検査項目	良好 (A)	検査基準 要留意 (B)	要精検 (C)	検査結果	診断
【生態系の安定性】を示す項目	生物組成 漁獲生物の分類群別組成の変化 (最近3年間の平均/20年間の平均: 最優占分類群の漁獲割合 (FR)、 漁獲量 (FC))	$0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ $0.7 \leq FC \leq 1.3$	$0.8 \leq FR \leq 1.2$ かつ $FC < 0.7$ または $1.3 < FC$	$FR < 0.8$ または $1.2 < FR$	FR = (1.22) FC = (1.2)	A B C → C C+
	生息空間 干潟・藻場面積の変化	干潟・藻場面積は減少していない	干潟・藻場面積のいずれかが減少している	干潟・藻場面積がともに減少している	干潟・藻場面積がともに減少している	A B C → C C+
	生息環境 有害物質の測定値 (測定値/環境基準値:PS)	すべての健康項目で $PS < 0.8$	1つの健康項目でも $0.8 \leq PS < 1$	1つの健康項目でも $1 \leq PS$	PS = (0.1)	A B C → C B+ → C+ C
【物質循環の円滑さ】を示す項目	基礎生産 透明度の変化 (最近3年間の平均/20年間の平均:透明度の割合 (TP)、最近3年間の平均-20年間の平均 (TD))	$0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ $TD < 20$	$0.8 \leq TP \leq 1.2$ かつ $20 \leq TD$	$TP < 0.8$ または $1.2 < TP$	TP = (0.8) TD = (85)	A B C → B
	赤潮の発生頻度	赤潮は発生していない	毎年ではないが赤潮は発生している	毎年赤潮は発生している	毎年ではないが赤潮は発生している	A B C
	負荷・海水交換 負荷と滞留のバランス (負荷滞留濃度:LR)	COD、T-N、T-Pともに $LR < \text{スタンダード値}$ の場合	COD、T-N、T-Pのいずれかで $\text{スタンダード値} \leq LR < \text{スタンダード値}$ の場合	COD、T-N、T-Pともに $\text{スタンダード値} \leq LR$ の場合	LR(COD) = (0.10) LR(T-N) = (0.06) LR(T-P) = (0.01)	A B C → A
	堆積・分解 底質環境 (全硫化物量の最大値:SD)	$SD < 0.2$	$0.2 \leq SD < 1$	$1 \leq SD$	SD = (湾口を除き粘土質)	A B C → C+ C
	除去(漁獲) 底生魚介類の漁獲量 (最近3年間の平均/20年間の平均:FB)	$0.7 < FB$ かつ最近3年間増加もしくは横這い傾向	$0.7 < FB$ かつ最近3年間減少傾向	$FB \leq 0.7$	FB = (0.8) 最近は(横這い)傾向	A B C → C A → C C
	堆積・分解 無酸素水の出現状況 (最低溶解酸素濃度:AW)	$2.9 \leq AW$	$0.5 \leq AW < 2.9$	$AW < 0.5$	AW = (2.6)	A B C → C

注) 一印は一部またはすべてのデータがないため、診断できない部分を示す。

1) 生物組成（分類群別漁獲量の変遷）

分類群別漁獲量の変遷を図 3.1 に示す。高度成長期前の 1960 年から 2006 年までの漁獲物の分類群別組成の変遷をみると、1970 年代に多かった底魚類（ヒラメ・カレイ類、ナマコ類など）が減少している。

高度成長期前からの長期間でも、漁獲物の生物組成は大きく変化していることがうかがわれることから、一次検査の C 判定は妥当な結果と考えられる。

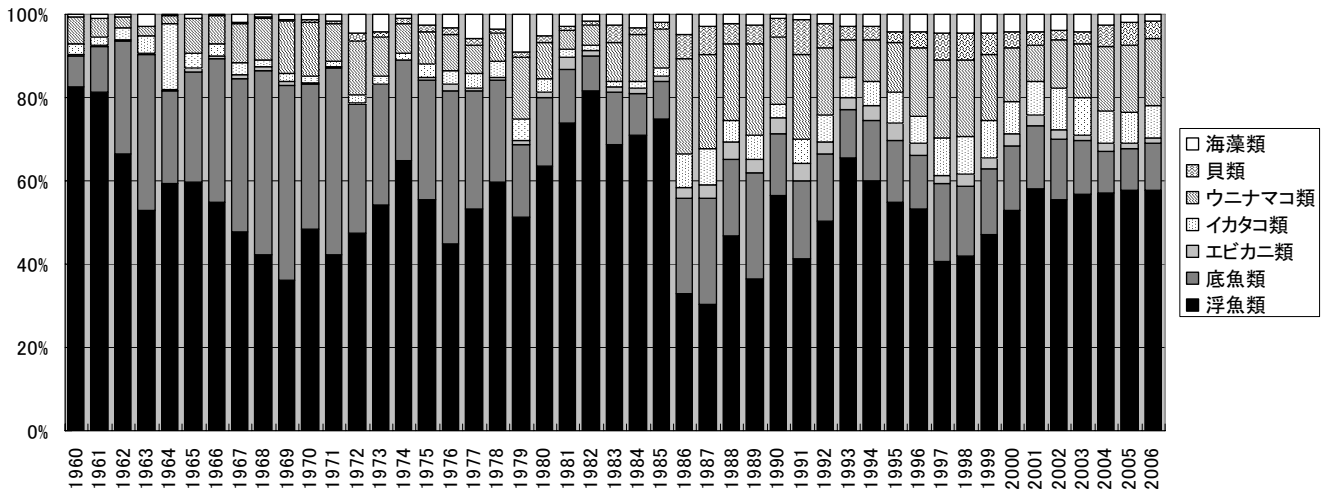


図 3.1 分類群別漁獲量の変遷

2) 生息空間（沿岸埋立（人工化）の歴史）

大村湾沿岸部における埋立面積の推移を図 3.2 に示す。埋立は 1970 年代中頃から現在にかけて徐々に行われており、現状までに約 6km²の沿岸部が埋立られている。

一次検査において確認された干潟の減少は、人為的な沿岸の埋立によるものと考えられることから、一次検査の C 判定は妥当な結果と考えられる。

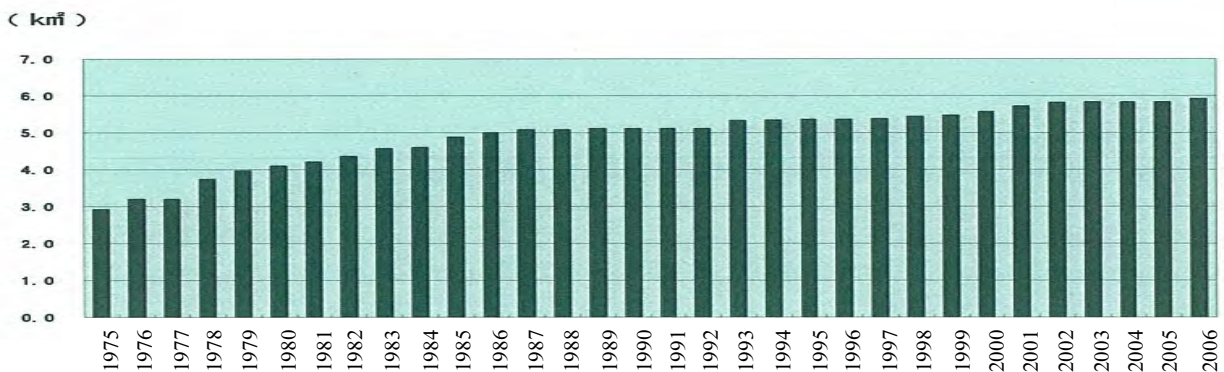


図 3.2 大村湾沿岸部における埋立面積の推移

3) 生息環境、堆積・分解（貧酸素水の状況）

長崎県総合水産試験場が実施した現地調査結果より、大村湾内全域の溶存酸素量の水平分布を図 3.3 に示す。

大村湾の貧酸素水は年によって異なるが、7月から9月上旬にかけて湾の中央部を中心にほぼ毎年発生しており、無酸素水も多くみられている。

また、このような場の底層では、夏季を中心に底生生物が少なくなることが推定され、底層での堆積・分解は円滑に行われていることは考えにくく、生息環境及び堆積・分解の一次検査の C 判定は妥当な結果と考えられる。

4) 除去（漁獲）（底生魚介類の漁獲量の変遷）

底生魚介類の漁獲量の変遷を図 3.4 に示す。

底生魚介類の漁獲量は、1960 年代後半に急激に減少し、現在は漁獲量が少ない状況が続いている。

再検査の結果、除去（漁獲）は C 判定とするのが妥当と考えられる。

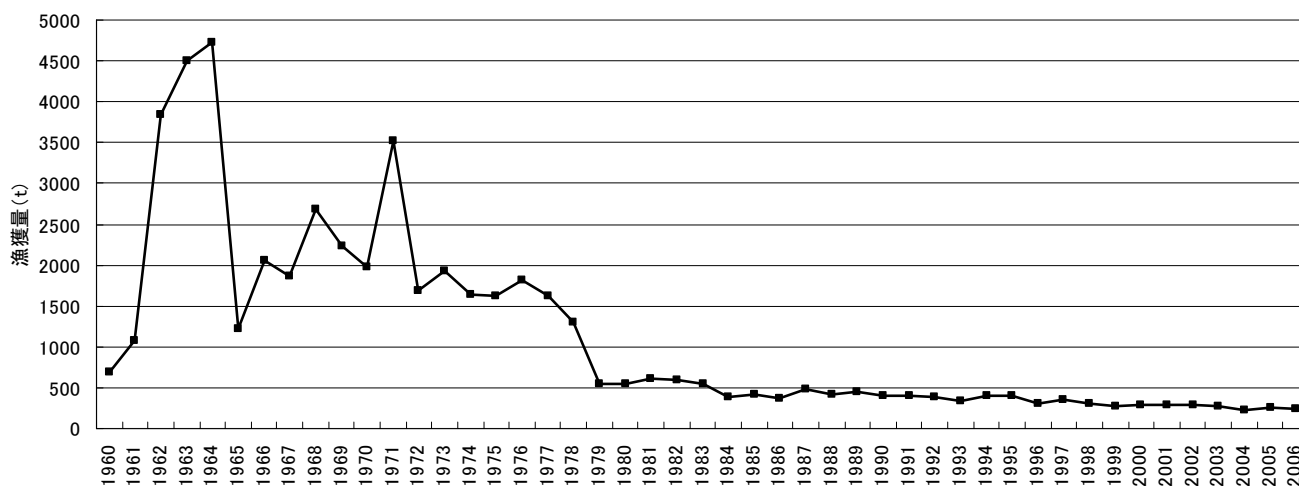


図 3.4 底生魚介類の漁獲量の変遷

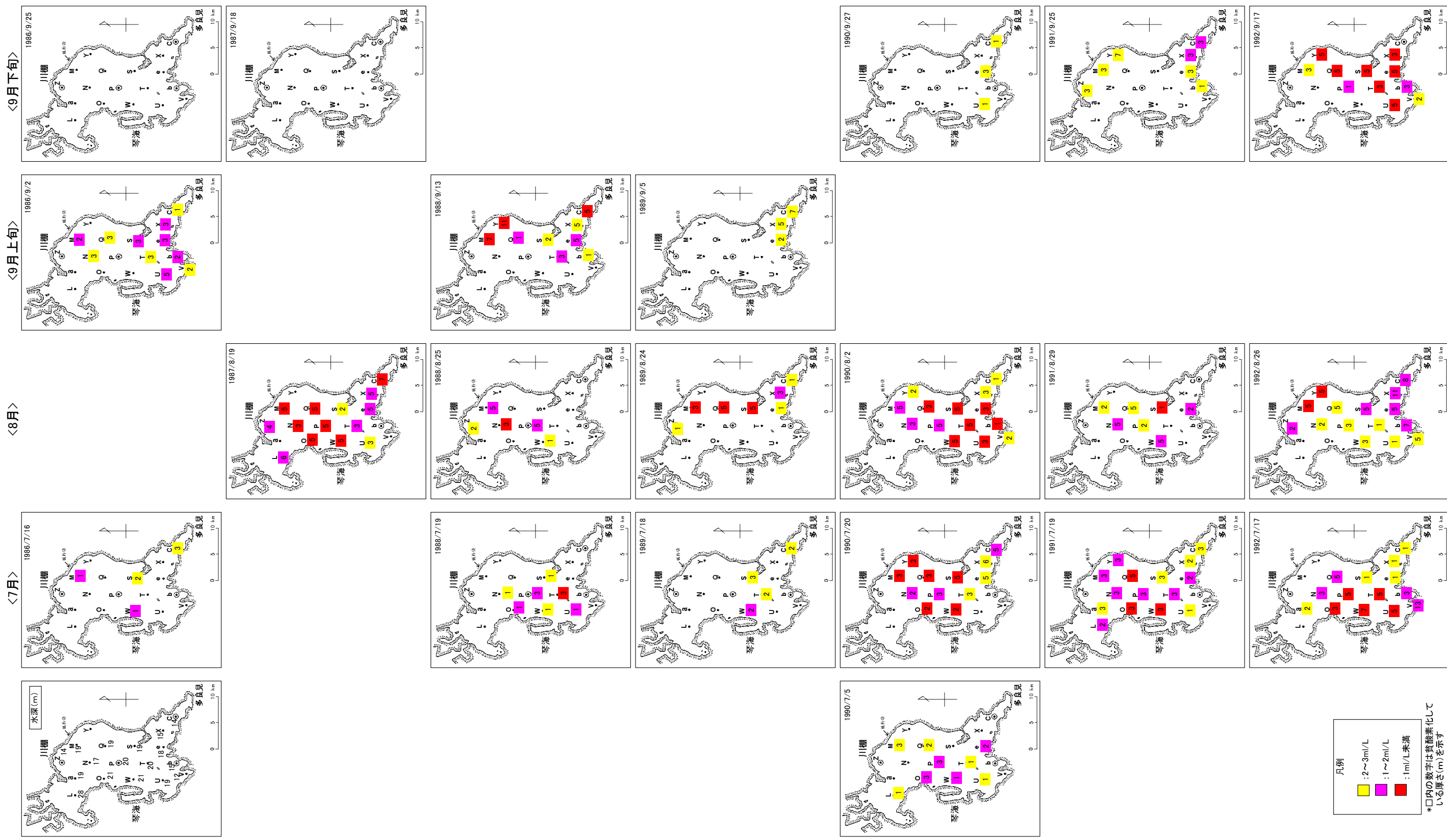


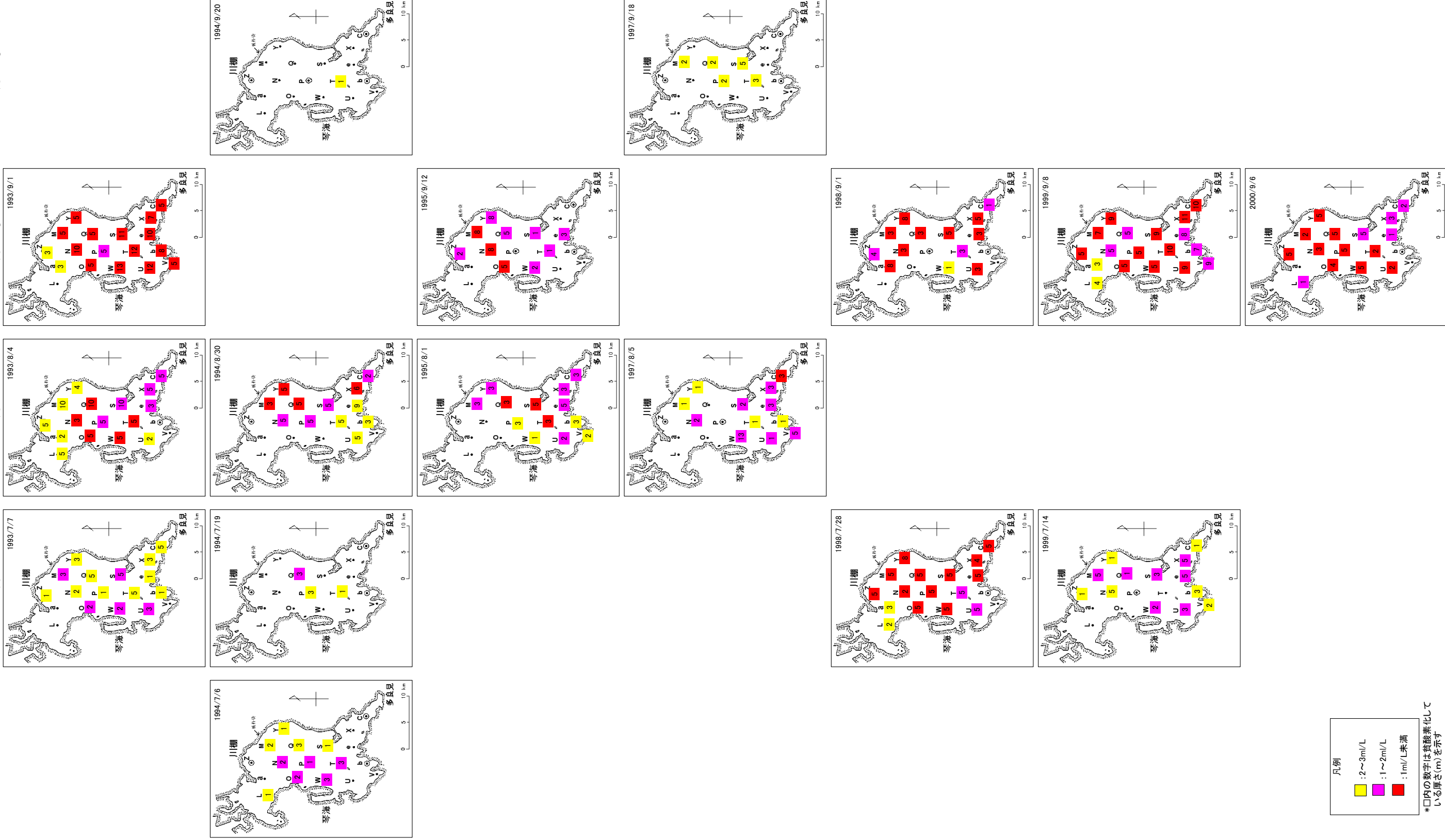
図3.3 (1) 大村湾内全域の溶存酸素量の水平分布

<9月下旬>

<9月上旬>

<8月>

<7月>



凡例
 ■ : 2~3ml/L
 ■ : 1~2ml/L
 ■ : 1ml/L未満

*口内の数字は負酸濃度として
 いる厚さ(m)を示す

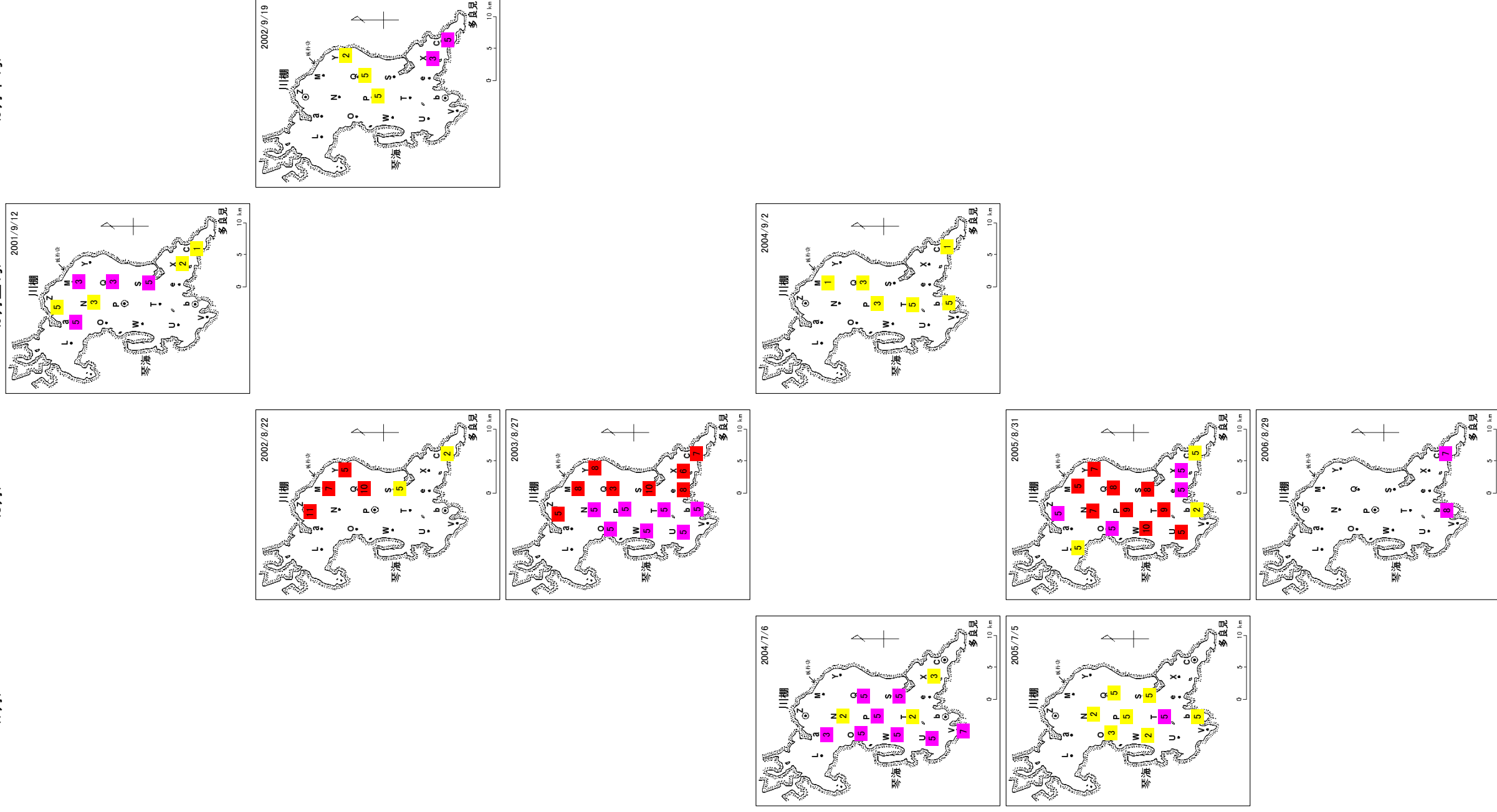
図3.3 (2) 大村湾内全域の溶存酸素量の水平分布

<7月>

<8月>

<9月上旬>

<9月下旬>



凡例
 ■ : 2~3mg/L
 ■ : 1~2mg/L
 ■ : 1mg/L未満

*口内の数字は負酸化している厚さ(m)を示す

図3.3 (3) 大村湾内全域の溶存炭素量の水平分布

4. 精密検査

再検査結果では、生態系の安定性及び物質循環の円滑さの両視点に関わる多くの検査項目でC（要精検）判定となった。この検査結果を受けて、不健康の原因を究明するための精密検査を実施した。精密検査は、次の4段階から構成することを考えている（図4.1）。

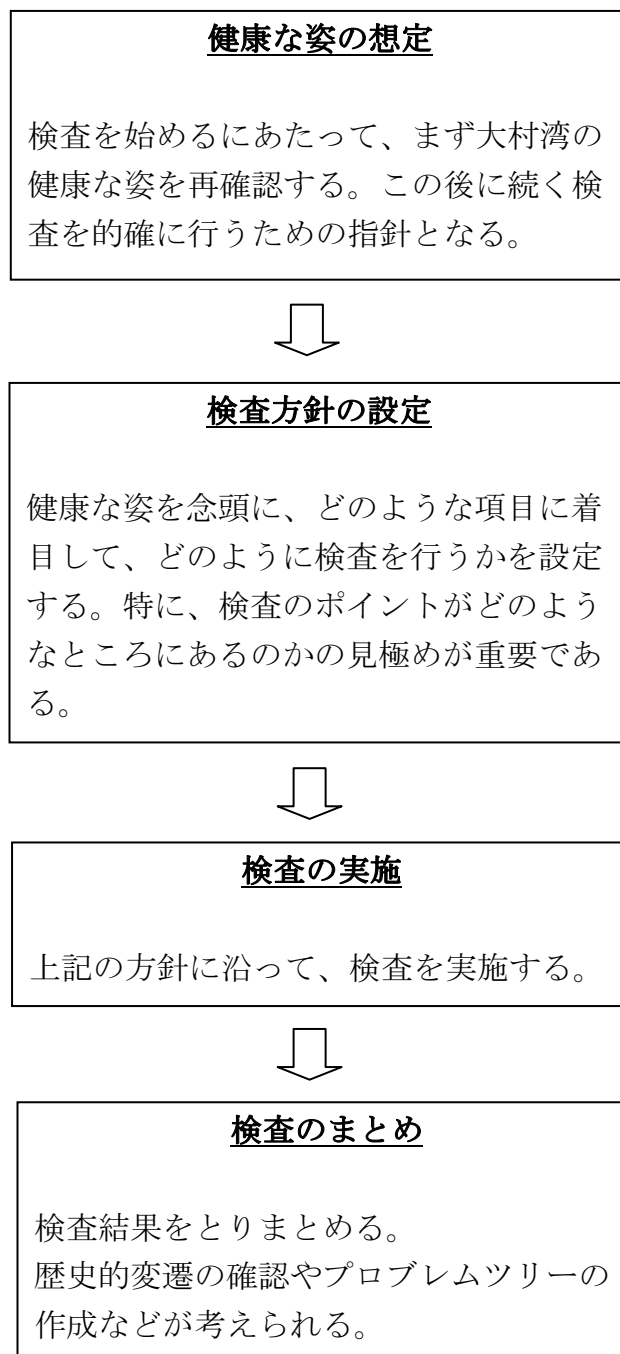


図 4.1 精密検査の流れ（案）

4.1 健康な姿の想定

海健康診断では、「安定した生態系をもち、円滑な物質循環が行われる海」を健康な海としている。しかし、各海湾を取り巻く社会状況等によっては、新たな視点を追加するなどの調整が必要になると考えられる。

そのため、各海湾の健康の定義は、「安定した生態系をもち、円滑な物質循環が行われる海」を基本にしつつ、各湾での健康な姿はそれぞれで精査することが必要である。

健康な大村湾はどう定義すればよいのだろうか。環境レビューや委員会の議論に基づいて、健康な大村湾を以下のように設定したいと考えている。

大村湾は、古くから真珠やナマコ漁など静穏性を活かした漁業が行われる豊かな海として地域の人々に大きな恵みを与えてきた。しかし、その姿は変化し、赤潮の頻発、有機物の蓄積、貧酸素水の発生などの現象が定常化し、また、それに伴う漁業の衰退といった地場産業の問題も起きている。

健康な大村湾とは、

ナマコからスナメリまで多様な生物が人々と共存し、栄養塩類が低次から高次の生物まで円滑に循環する海

であると考えられる。

4.2 検査方針の設定

精密検査は、再検査において確認された不健康の原因を究明するための検査である。海域の健康状態（症状）とそれを左右する様々な要因（原因）に関するデータを歴史的にも遡りつつ収集し、それらを重ね合わせて診ることが必要である。

大村湾における深刻な症状としては、「漁獲量の減少」が挙げられる。

まずは、魚介類の長期的な変化を捉える唯一の情報である「漁獲量の変遷」について詳細に振り返った。

大村湾の漁獲量変遷イメージを図 4.2、各種の漁獲量の変遷を図 4.3 に示す。

1960 年からの大村湾における漁獲量の変遷は、漁獲種毎に次の 4 つのパターンに分類される。このような各魚種の漁獲量変動パターンの相違は、変動要因が異なるため生じているものと考えられる。

精密検査では、漁獲量の変動パターンが異なるそれぞれの年代にどのような環境変化があったのかを把握し、それらを重ね合わせることによって、不健康の原因を究明する方針とした。

パターン1 ピーク：1960 前半、減少期：1960 後半～1970（底生の高次肉食魚が中心）

サメ類、ヒラメ・カレイ類、ニベ・グチ類、エソ類、ハモ、タチウオ、エイ類、マダイ、チダイ・キダイ

パターン2 増加期：1960 後半、ピーク：1970 前半、減少期：1970 後半

カタクチイワシ、クロダイ・ヘダイ、ボラ類、ナマコ類、スズキ

パターン3 増加期：1970～1980 前半、ピーク：1980 後半、減少期：1990

アサリ、ガザミ

パターン4 増加期：1990

サザエ類、ウニ類

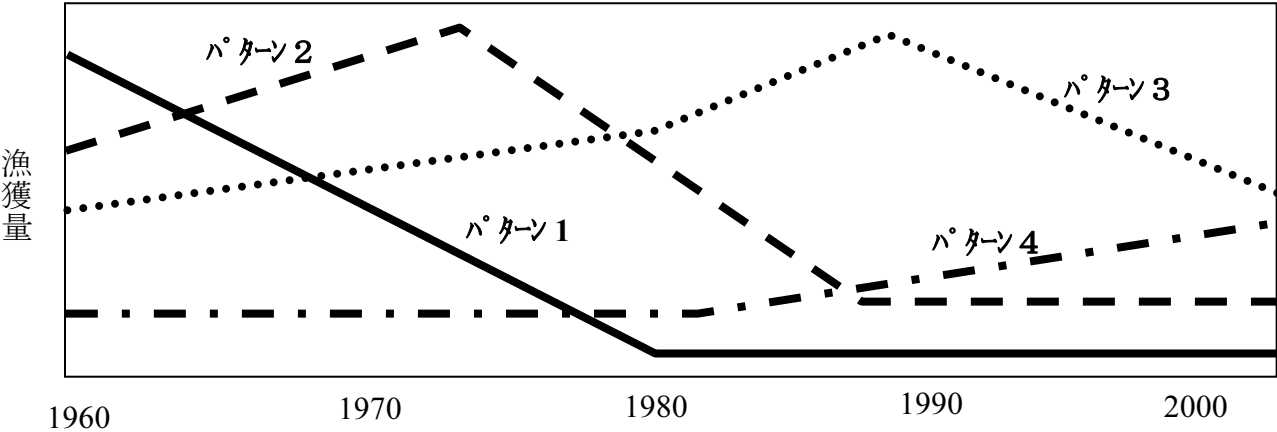


図 4.2 漁獲量変遷イメージ図

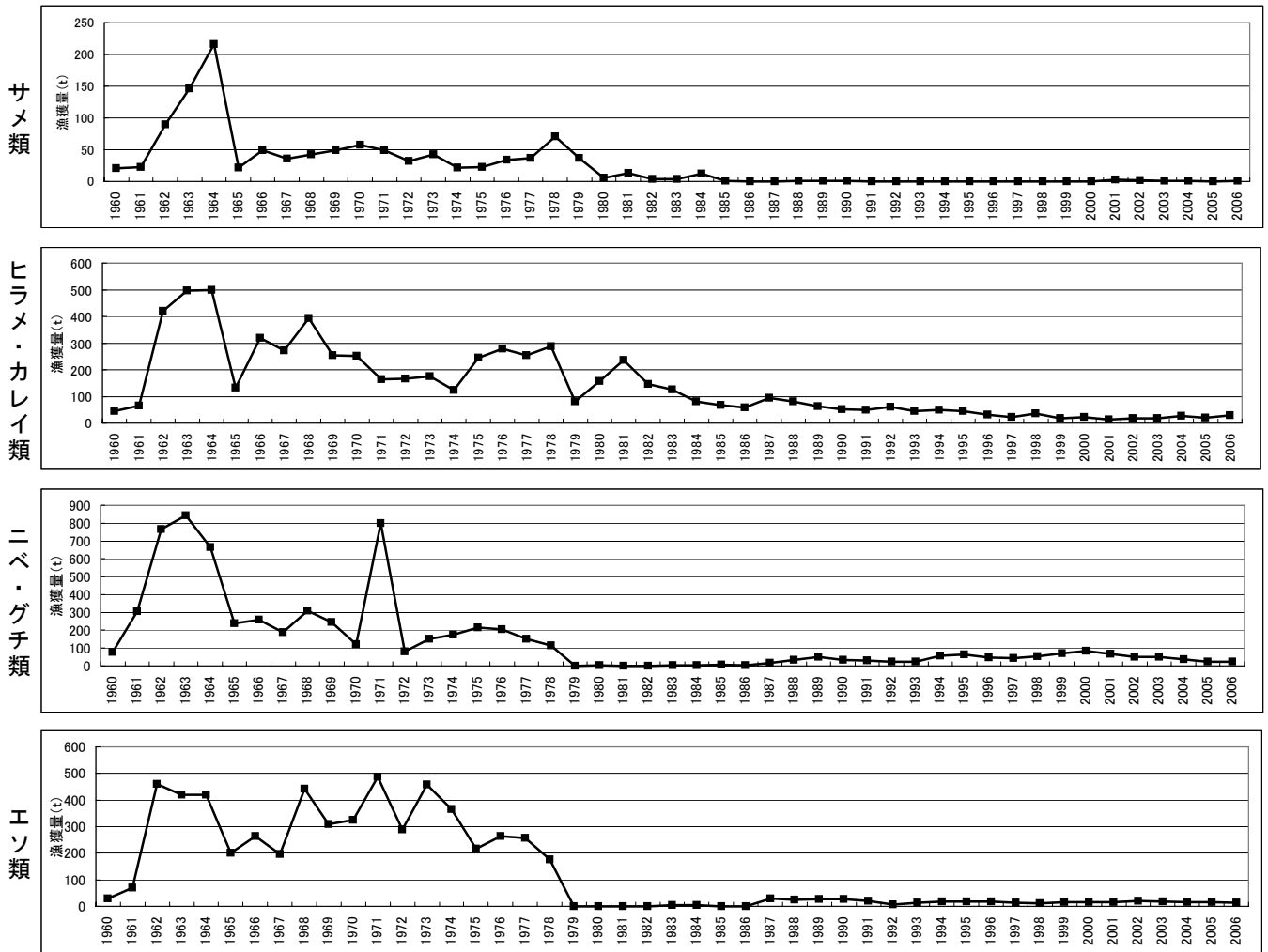


図4.3(1)各種の漁獲量の変遷

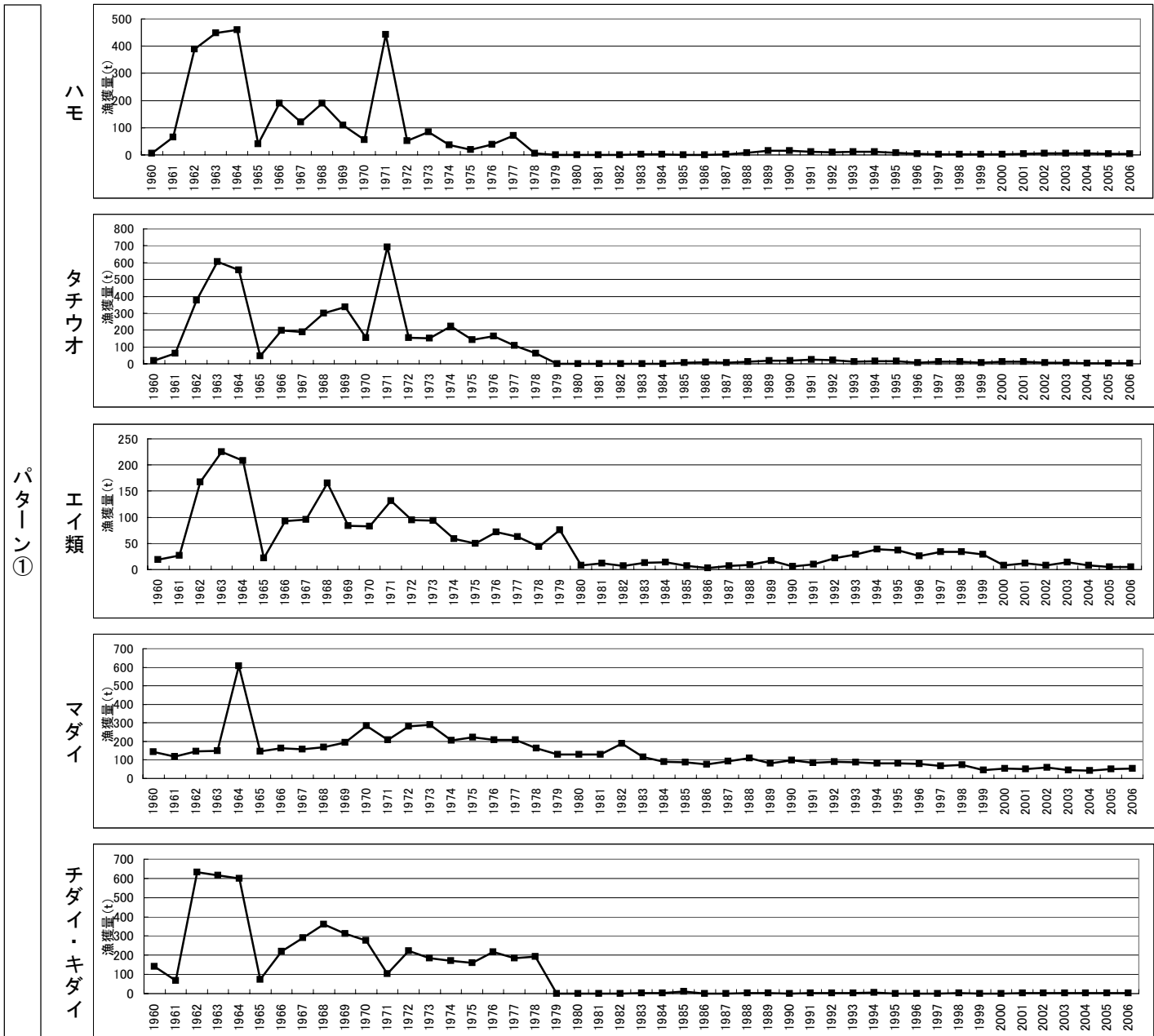


図4.3(2) 各種の漁獲量の変遷

パターン②

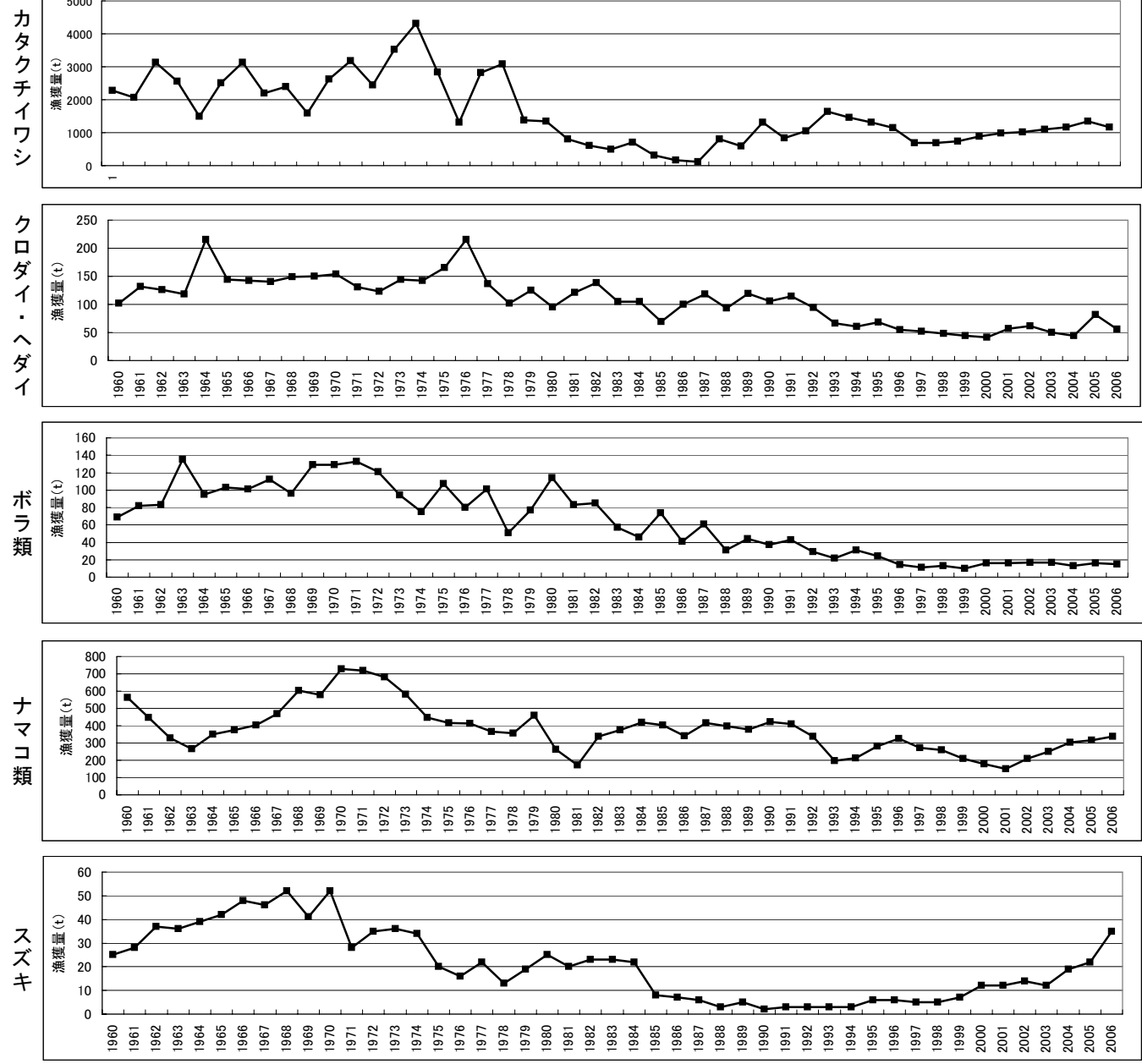


図4.3(3)各種の漁獲量の変遷

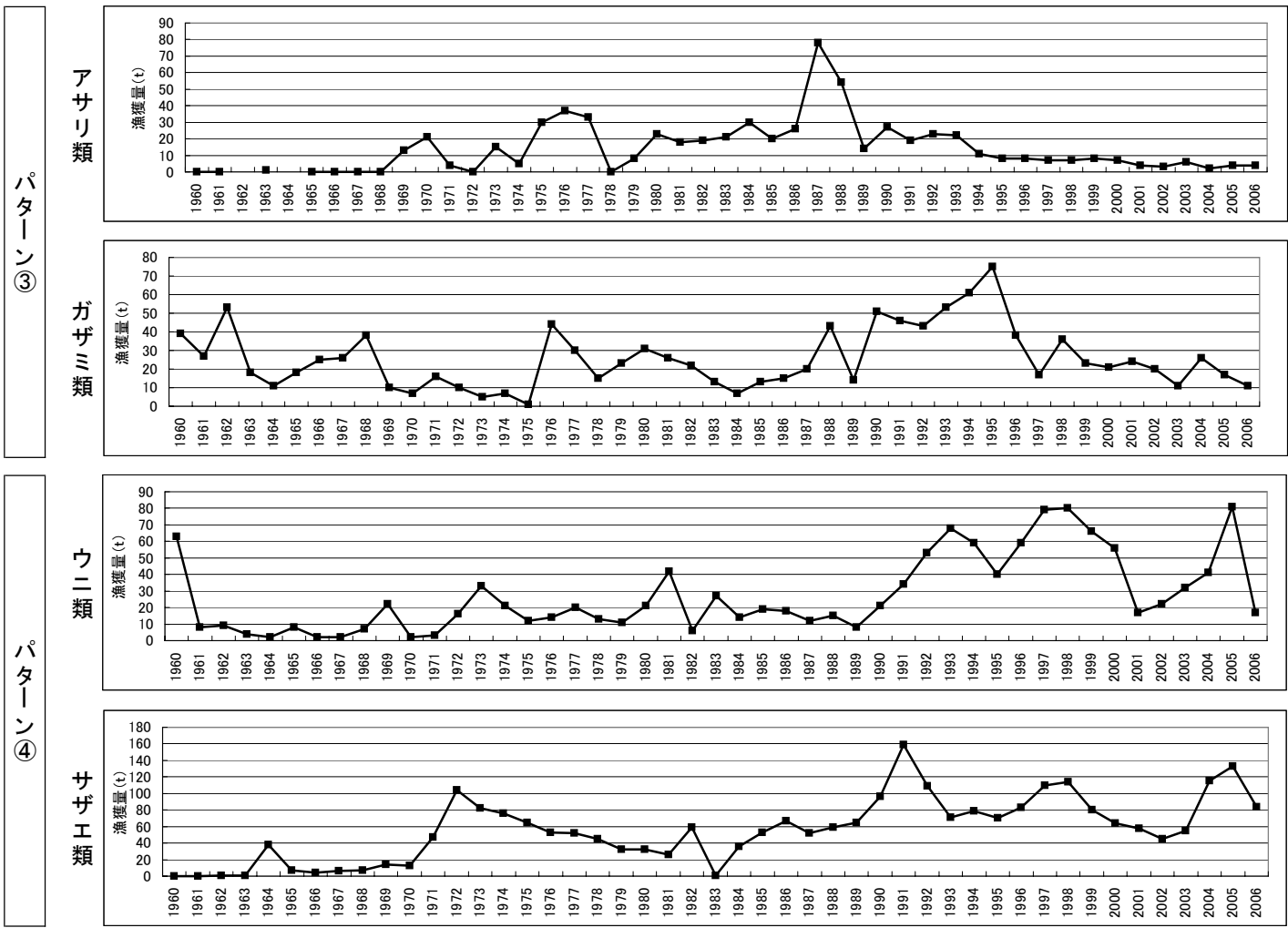


図4.3(4) 各種の漁獲量の変遷

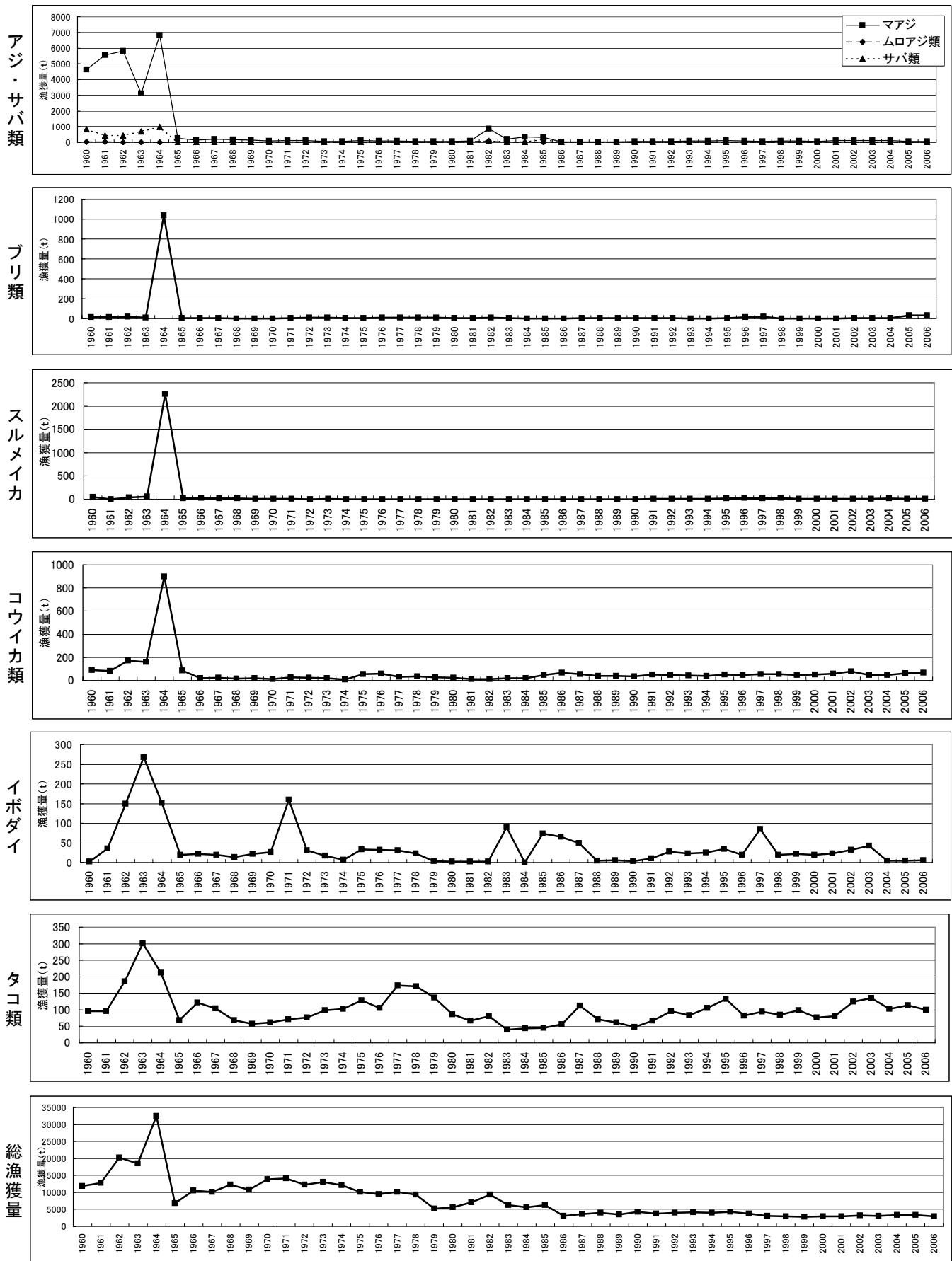


図4.3(5)各種の漁獲量の変遷

4.3 検査の実施

1) 基本諸元の振り返り

精密検査を実施するにあたって、大村湾固有の体質である基本諸元を把握しておく必要がある。大村湾の基本諸元を表 4.1、水深分布を図 4.4 に示す。

表 4.1 大村湾の基本諸元

項目		諸元	備考
地 勢	沿岸線長	360km	
	面積	320km ²	三河湾 604km ²
	最大水深	54m	
	平均水深	14.8m	三河湾 9.2m
	湾内潮位差	0.9m (大潮時) 平均 0.5m	
	外海潮位差 (佐世保湾)	2.9m	
	容積	約 4.9km ³	三河湾 5.54km ³
	島嶼数	約 50	
	閉鎖度指標	130	三河湾 1.91
	流域面積	601km ²	三河湾 3,624km ²
	河川流量	約 5 億 9000 万 m ³ /年	三河湾 20 億 m ³ /年
湾 口	針尾瀬戸	幅員	約 200m (水深約 40m)
		急潮流	最大時 9 ノット
		航路	500 トン未満の漁船、 貨物船
	早岐瀬戸	幅員	20m (水深約 2m 以下)
湾 岸	港湾	12 港 (早岐、川棚、彼 杵、大村、久山、長 与、時津、小口、宮ノ 浦、三浦・船津、三 浦・日泊、小迎)	
	漁港	12 港 (針尾、久津、惣 津、三越、音琴、千 綿、里、松原、東浦、 喜々津、伊木力、白 浜)	

(出典) 長崎県資料

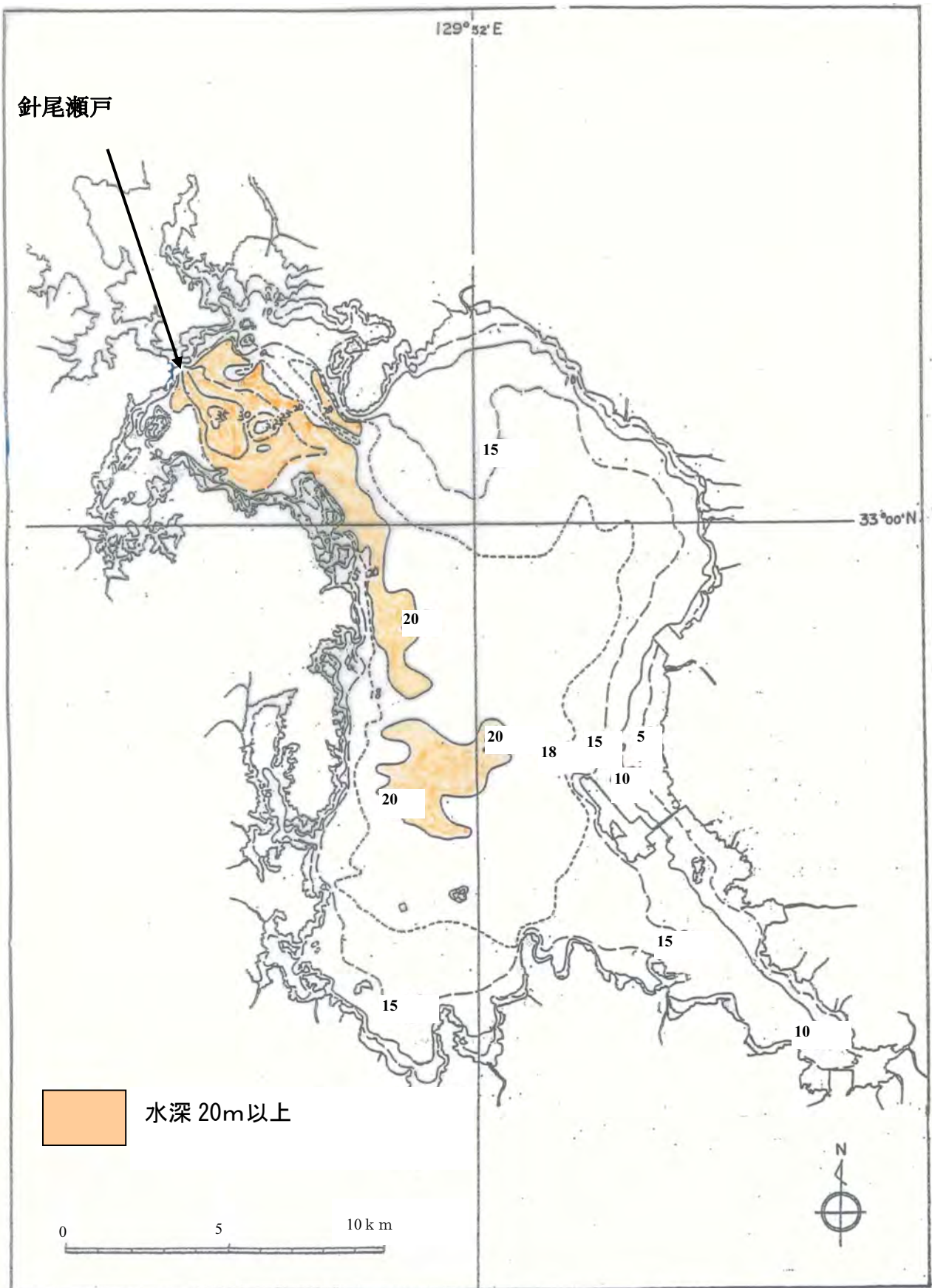


図 4.4 大村湾の水深分布

2) 漁獲量の変動パターンの違いを生み出す原因の整理

漁獲量の変動パターンの違いを生み出す原因の歴史的な変遷を図 4.5、また、それ以降に各原因の平面的な分布等を整理した。

漁獲量の変動（魚介類の変化）パターンの違いを生み出す原因としては、次の7つの原因が想定されることから、以下にその変遷や現状について整理した。

原因① 流入負荷量の推移と大村湾の栄養塩

陸域からの易分解の流入負荷（BOD）は減っているが、海域の栄養塩類（COD,N,P）は減少していない（難分解性の流入負荷が流入していることや外海からの負荷が大きい可能性が考えられる）。

原因② 海岸線の性状や埋め立ての状況

沿岸の約 50%が人工海岸に変化し、埋立面積は湾全体で見れば 2%程度だが、10m以浅に限定すると約 30%程度であり、その割合は大きい。

原因③ クロロフィル濃度などの水質、プランクトン出現状況（卓越種の変化、赤潮発生状況など）の推移

赤潮の発生状況や優占する植物プランクトンは大きく変わっていない。近年のデータでは、透明度にも明瞭な変化はみられない。

原因④ 底層水の貧酸素化の実態（貧酸素化の規模—広がり・厚み、持続時間）

貧酸素水の継続時間に大きな変化はみられないが、広がり・厚みともに近年大きくなっているものと考えられる。

原因⑤ 有機物や硫化物などの底質の推移

海底の有機物、硫化物ともに近年全体的に増加している傾向がみられる。

原因⑥ 養殖収穫量（カキ、真珠）、漁業経営体数など漁獲努力

アコヤガイの養殖量は 1980 年代以降減少している（それ以前は多かったものと考えられる）。1980 年代以降漁業経営体数は減少している。

原因⑦ 気温、降水量、風の強さ・卓越風向（おもに貧酸素化が問題になる夏季）、台風接近頻度などの気象条件

台風の接近や風向・風速には大きな変化はない。表層の水温はやや上昇傾向にある。

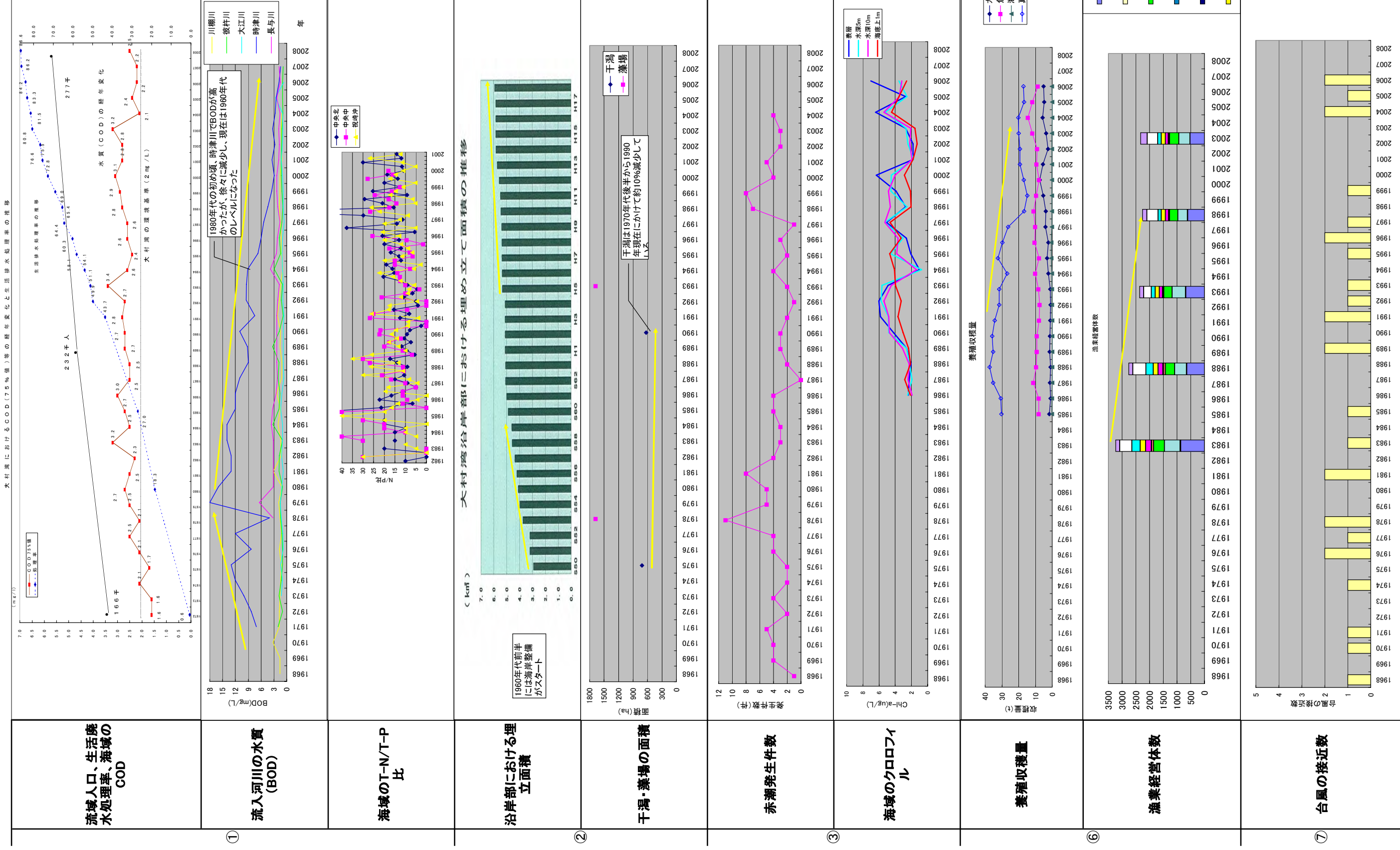


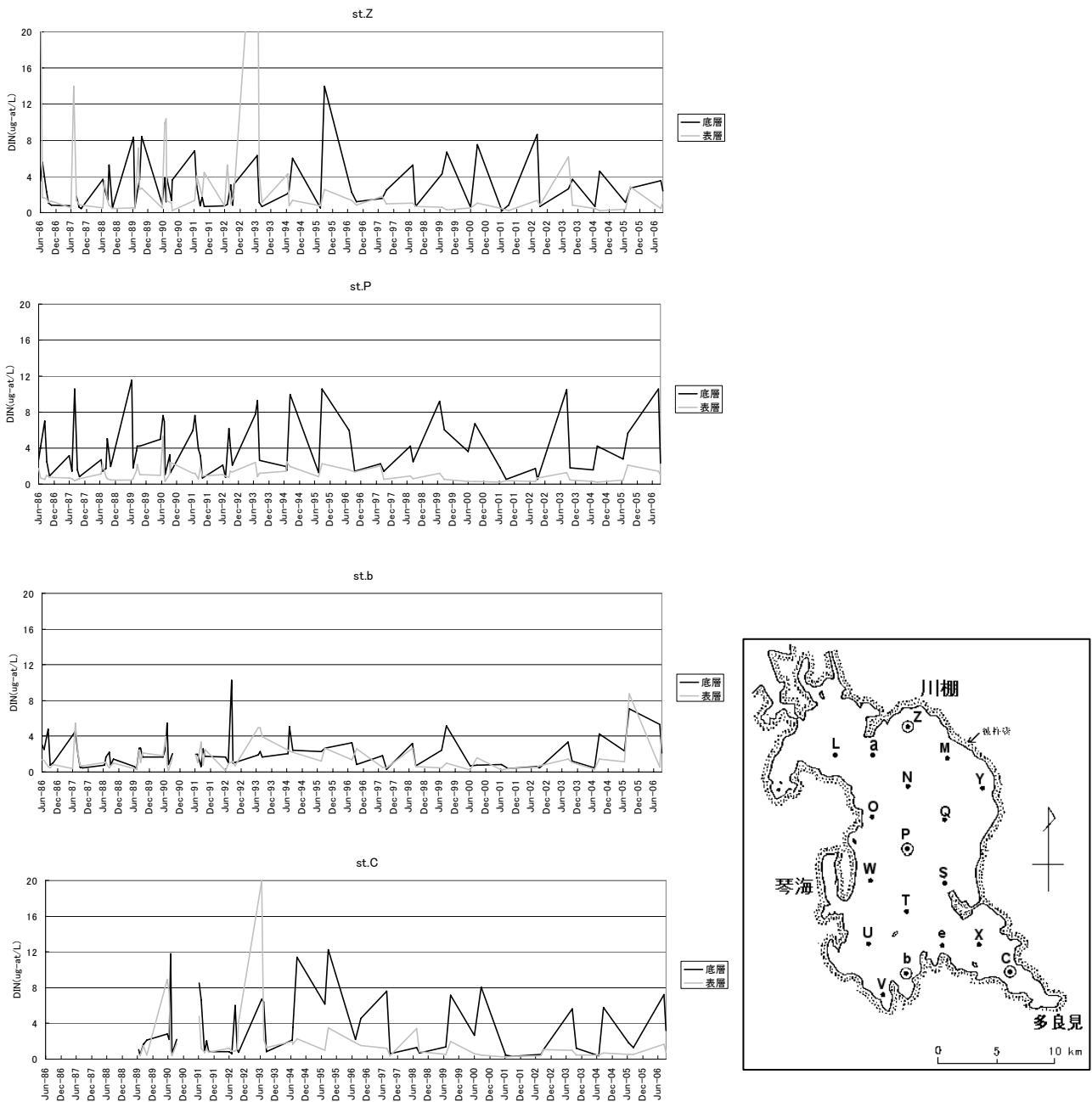
図4.5 大村湾の環境の変遷

原因① 流入負荷量の推移と大村湾の栄養塩に関する情報

「大村湾における栄養塩類の分布 (DIN、PO₄-P) (1986~2006)」

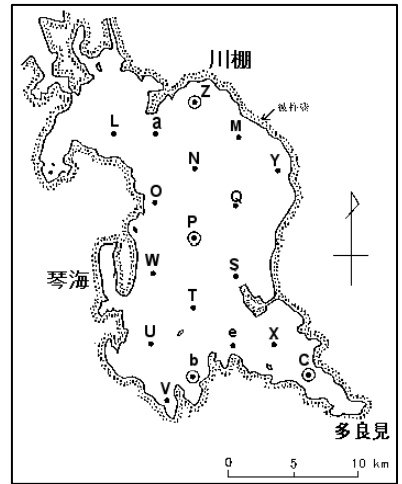
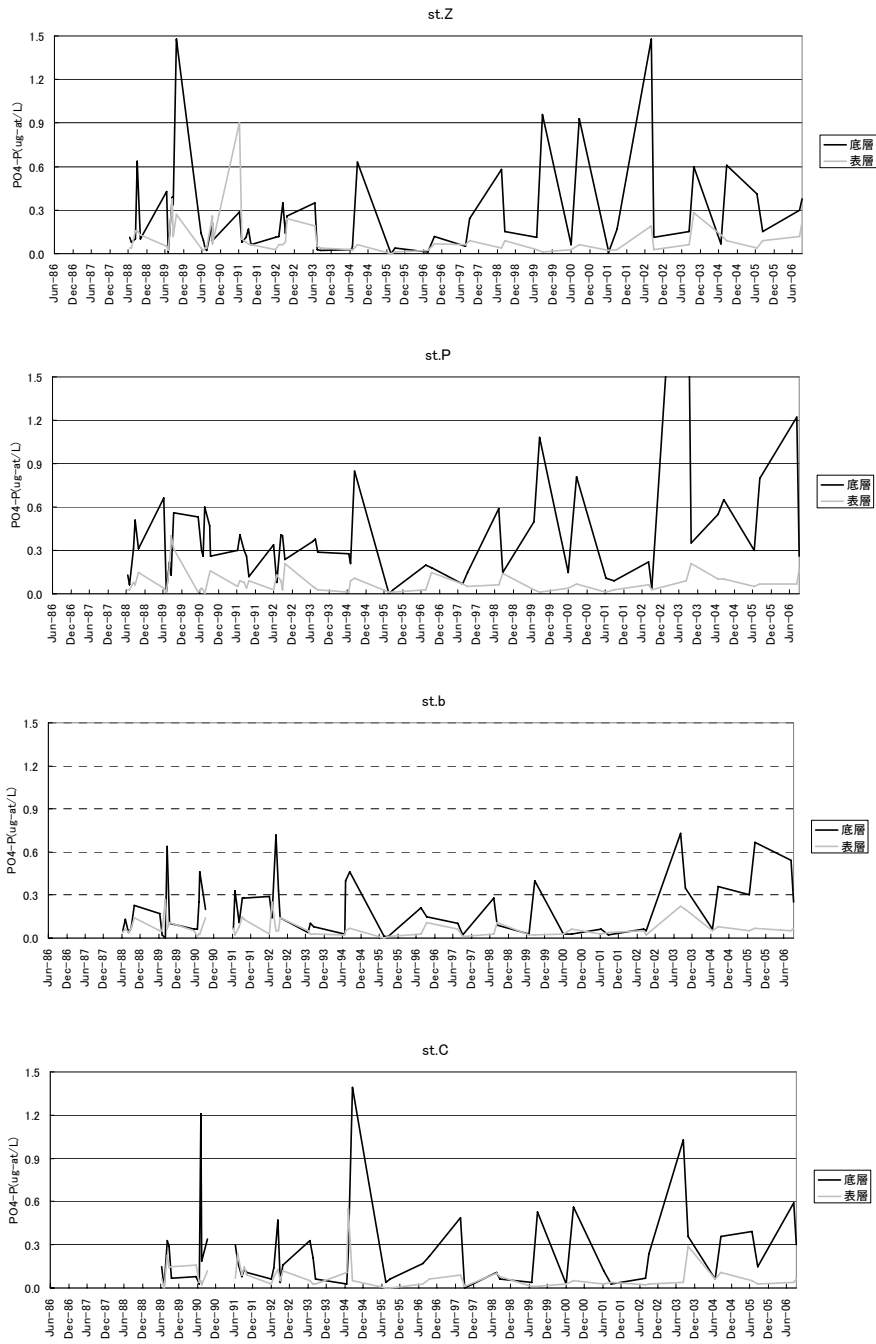
大村湾における栄養塩類の分布 (DIN、PO₄-P) 及び比を図 4.6~図 4.8 に示す。

DIN、PO₄-P とともに表層に比べて底層で高い傾向がみられ、湾中央部から南部にかけての PO₄-P は近年増加傾向にある。NP 比は年や月により大きな変動はみられるものの、明瞭な一方向の変化はみられていない。



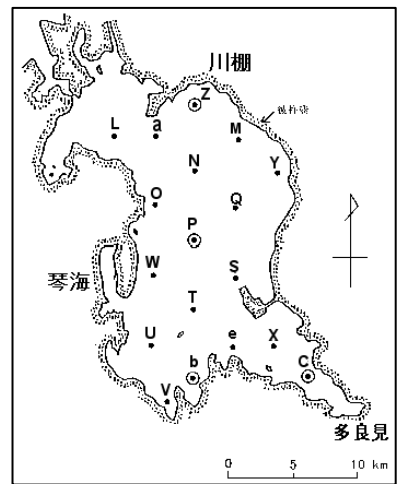
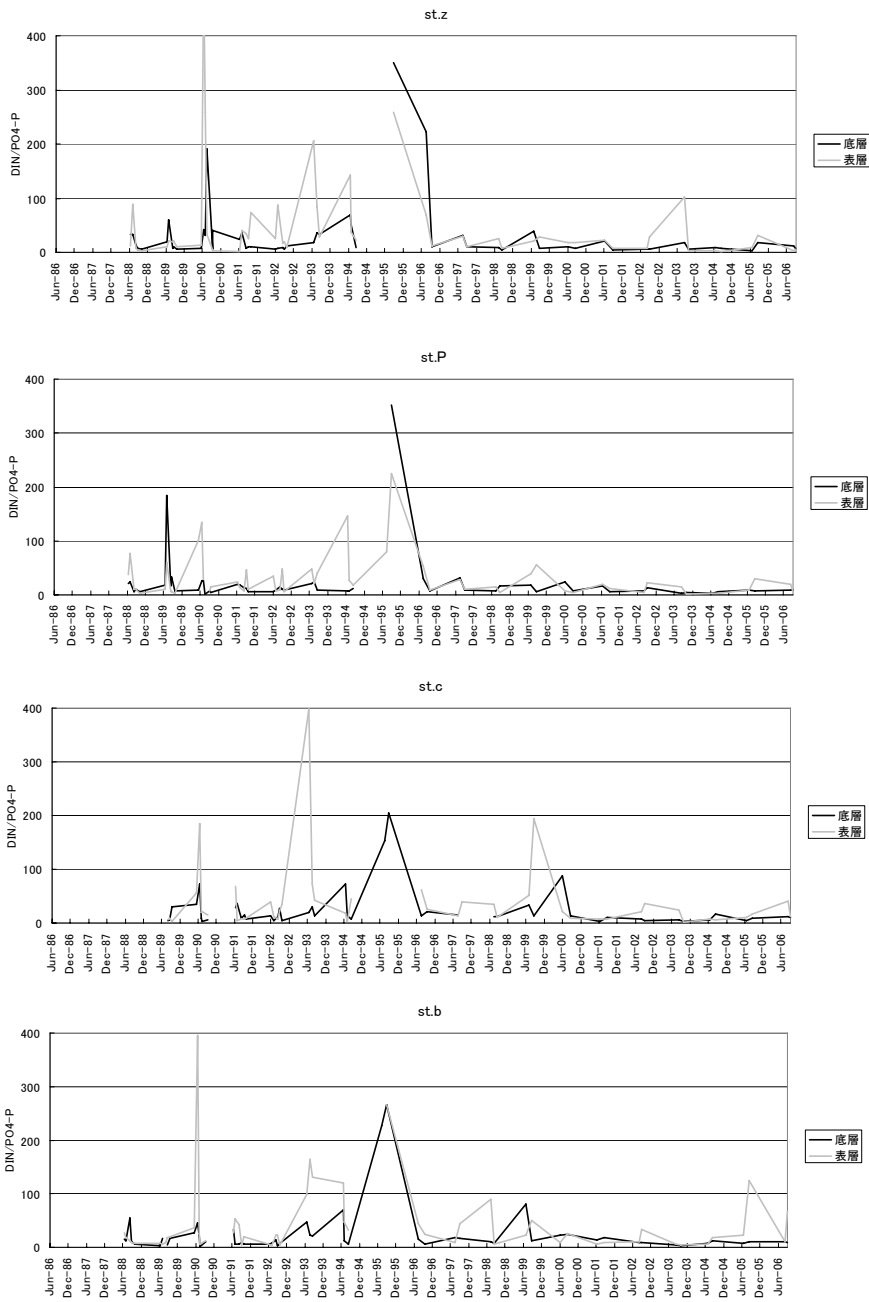
(資料提供) 長崎県総合水産試験場調査

図 4.6 大村湾における栄養塩類の分布 (DIN)



(資料提供) 長崎県総合水産試験場調査

図 4.7 大村湾における栄養塩類の分布 (PO₄-P)



(資料提供) 長崎県総合水産試験場調査

図 4.8 大村湾における NP 比の分布 (DIN/PO₄-P)

原因② 海岸線の性状や埋め立ての状況に関する情報

「沿岸の埋立・人工化の程度（昭和 40 年頃と平成 10 年頃の海岸線の比較）」

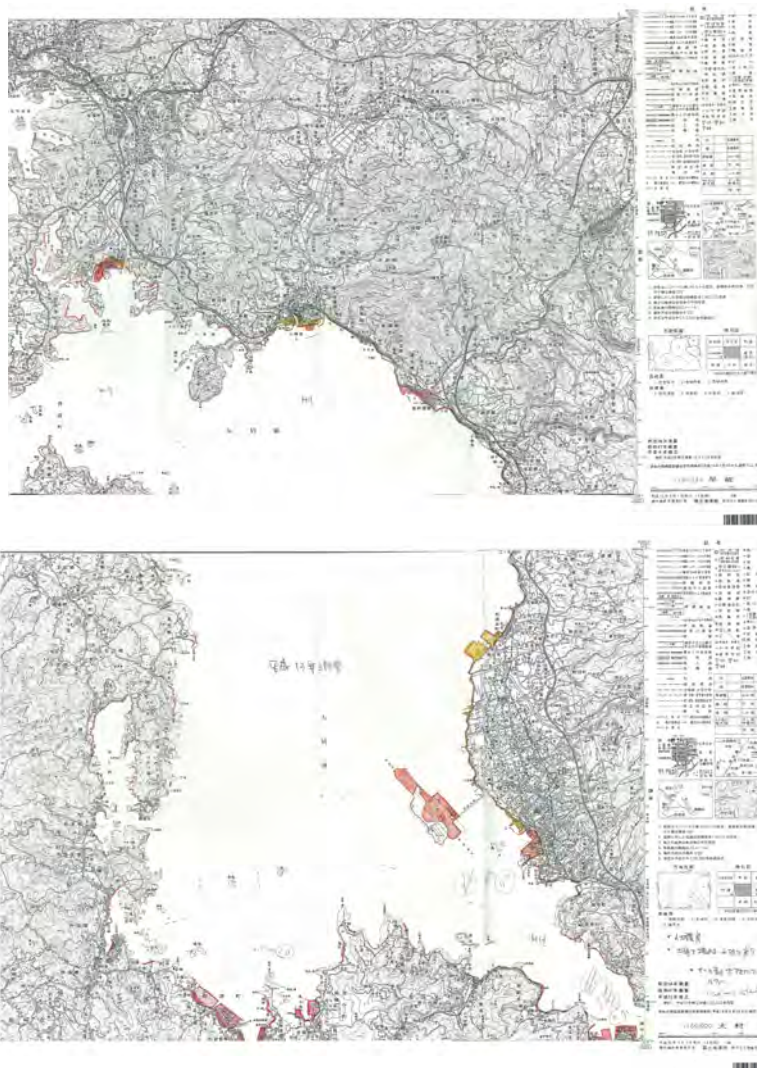
大村湾における海岸線の性状や埋め立ての状況を表 4.2 に示す。

1998 年頃には沿岸の約 50%が人工海岸に変化していた。また、埋立面積は湾全体で見れば 2%程度であったが、10m以浅に限定すると約 30%程度であった。

表 4.2 大村湾における海岸線の性状や埋め立ての状況

項目	距離及び面積	割合
人工海岸の延長距離	127km	55%
埋め立て面積	568ha	26% (5m 以浅) 24% (10m 以浅) 2% (全水深)

注) 人工海岸の延長距離及び埋め立て面積は、まだ開発がほとんど行われていなかった 1965 年頃（昭和 40 年頃）と近年の状況の代表である 1998 年頃（平成 10 年頃）とを比較して算出した。算出に用いた図（下図）については山口委員からご提供頂いた。



原因③ クロロフィル濃度などの水質、プランクトン出現状況（卓越種の変化、赤潮発生状況など）の推移に関する情報

「植物プランクトン出現状況（発生年・発生場所・優占種）の推移」

大村湾における赤潮の発生場所と発生年代を図 4.9、大村湾における赤潮の発生記録を表 4.3 に示す。大村湾における赤潮の発生は 1910 年代より知られており、近年まで毎年のように出現が確認されている。年代毎の優占種や発生場所には、明瞭な違いはみられていない。

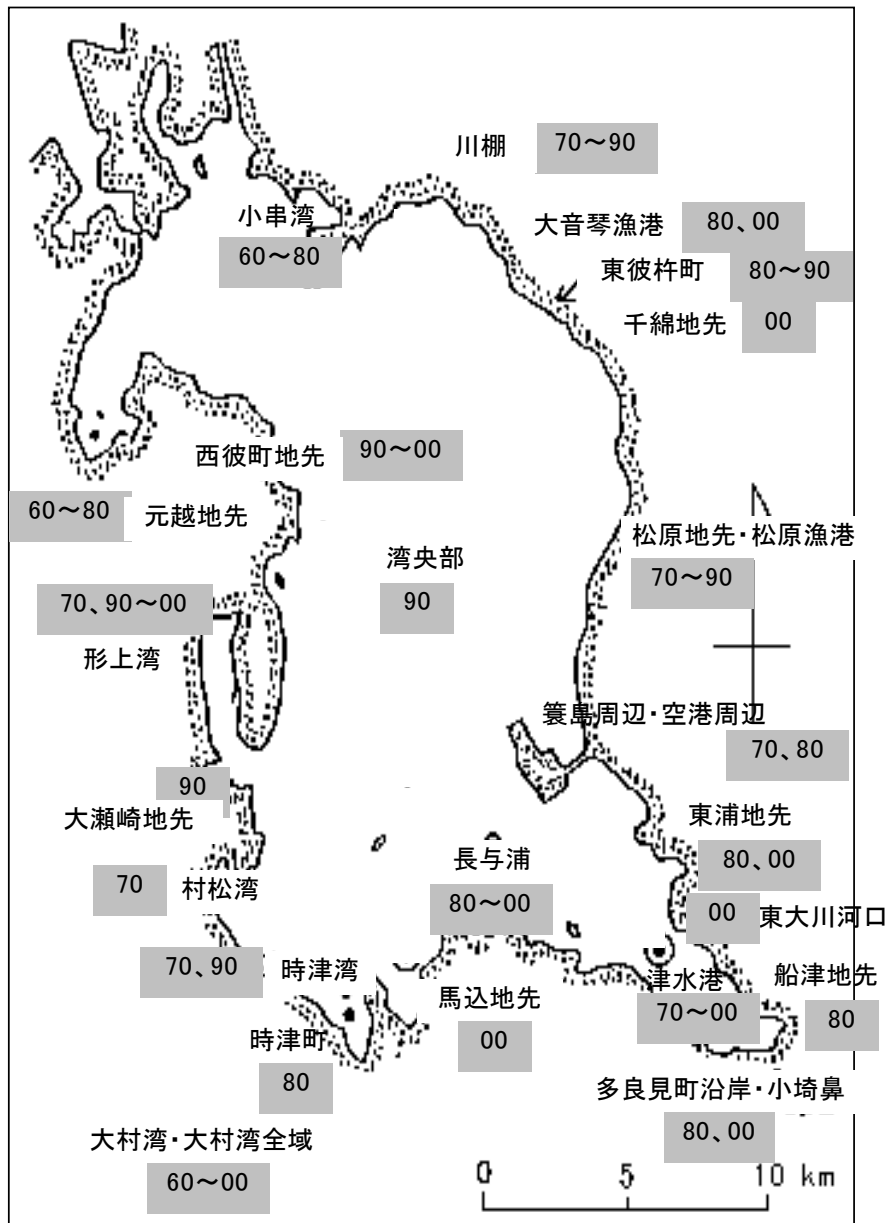


図 4.9 大村湾における赤潮の発生場所と発生年代

表 4.3 大村湾における赤潮の発生記録

西暦	和暦	日付	確認場所	優占種
1917	T6	1~2/	大村湾	Dinophysis
1947	S22	8/	大村湾	Gymnodinium simplex, Dictyocha fibula
1949	S24	1/	大村湾	Rhizosolenia styliformis
1952	S27	8/25-28	小串湾	Ceratium fricoseros, Copepoda
1955	S30		小串湾	Rhizosolenia sp, Thalassionema sp, Ceratium fusus
1962	S37	8/21-10/11	大村湾	Goniaulax sp
1965	S40	8/28-9/15	大村湾	Gymnodinium sp
1967	S42	8-9/	大村湾	Gymnodinium sp, Dictyocha fibula
1968	S43	9下	大村湾	Gymnodinium sp
1973	S48	8/8-9/27	津水湾	Gymnodinium sp, Ceratium furca, Exuviaella sp, Dictyocha fibula
1974	S49	6/5-20	津水湾	Olisthodiscus sp
		8/25-9/2	川棚	Gymnodinium sp
1975	S50	8中	形上湾、時津湾	Ceratium furca, Ceratium sp, Dictyocha sp
1976	S51	9/16-27	全域	Gymnodinium sp
		10/23-11上	津水湾	Prorocentrum sp
		10/22-27	村松湾	Prorocentrum sp
1977	S52	6/29	箕島周辺	Gymnodinium sp
		6/30-7/1	小串湾	Gymnodinium sp
		7/2-4	村松湾	Gymnodinium sp
		10/11-16	時津湾	Olisthodiscus sp
1978	S53	8/11-23	大村湾全域	Gymnodinium sp
		9/11-12	村松湾	Cheatocecos spp
		10/30-11/7	時津湾	Olisthodiscus sp
1979	S54	8/17-19	時津湾	Gymnodinium sp
		8/29-9/3	松原地先等	Gymnodinium sp
		9/4-6	小串湾	不明
1980	S55	8/27	小串湾	Gymnodinium spp
		8/28-31	津水湾	Gymnodinium spp
		9/2-13	箕島周辺	Gymnodinium spp
		10/10-13, 16-24	長与浦、津水湾	Gymnodinium nelsonii
1981	S56	8/10	大音琴地先	Gymnodinium spp
		8/13-17	空港周辺	Gymnodinium sp
		8/22-24	川棚地先	Cheatocecos spp
		9/1-6	津水湾	Thalassiosira sp
		10/9-13	東浦地先	Prorocentrum sigmoides
		10/14-15	時津町	Prorocentrum sigmoides
		11/24-12/17	時津町	Prorocentrum sp
1982	S57	8/13-17	小串湾	Ceratium sp
		9/14-17	小崎鼻	Mesodinium rubrum
		9/20-21	東彼杵町地先	Prorocentrum sp
		9/27-29	松原地先等	Prorocentrum sigmoides
1983	S58	8/15-19	大音琴漁港	不明
1984	S59	6/11	船津地先	Tetrasetimis sp
		6/26-29	川棚町深浦	Rhizosolenia sp, Cheatocecos spp
		10/1-4	東彼杵町地先	不明
1985	S60	10/1-11/13	松原地先等	Prorocentrum sigmoides
		12/7	長与浦	不明
1986	S61	9/2-24	津水湾周辺	Gymnodinium nagasakiense
		9/16-25	川棚漁港	Skeletonema costatum
		9/24	川棚町深浦	Prorocentrum sp
1988	S63	7/2-15	東彼杵町地先	Noctiluca miliaris
1989	H1	11/1-8	松原漁港	Prorocentrum sigmoides
		11/10-12/2	津水湾	Prorocentrum sigmoides
1990	H2	6/25-30	形上湾	Leptocyndrus sp
		9/17-10/3	大村湾東海岸一帯	Prorocentrum sigmoides
1991	H3	9/7-9	大村港	不明
1992	H4	8/27-31	津水湾	Cheatocecos spp
1993	H5	8/5-16	南東部	Cheatocecos spp, Rhizosolenia spp
		12/7-28	大村湾	Prorocentrum sigmoides
1994	H6	8/4-5	川棚漁港	Prorocentrum sp
		8/13-15	松原地先	Prorocentrum sigmoides
		10/1-11/13	大村湾全域	Prorocentrum sigmoides
1995	H7	6/26-30	湾中部	Noctiluca scintillans
		9/3-19	形上湾、時津湾	Heterocapsa circularisquama
1996	H8	9/19-26	松原地先	Gymnodinium mikimotoi
		12/24-25	松原漁港	Noctiluca scintillans
1997	H9	8/14-18	大瀬崎地先	Gymnodinium mikimotoi
1998	H10	5/15-18	長与浦	Gymnodinium spp
		7/2-9	大村港	Cheatocecos spp
		7/23-27	西彼杵町地先	Gymnodinium sanguineum
		9/8-9	松原地先	Prorocentrum sigmoides
1999	H11	7/27-30	形上湾	Gymnodinium mikimotoi
		8/10-17	西彼杵町地先	Cochlodinium polykrikoides
		8/10-19	東彼杵町地先	Gymnodinium mikimotoi
		8/20-24	形上湾	Gymnodinium sanguineum, Dictyocha fibula
		9/13-10/16	形上湾	Heterocapsa circularisquama
		11/15-27	元越地先	Prorocentrum sigmoides
2000	H12	11/8-9	東浦地先	Prorocentrum sigmoides
		11/9-12/6	形上湾、長与浦	珪藻類
		8/12-8/16	千綿地先	Gymnodinium mikimotoi
		9/23-10/6	形上湾	Prorocentrum sigmoides
2001	H13	10/1-2	形上湾	Prorocentrum sigmoides
2002	H14	10/9-11/8	長与浦	Prorocentrum sigmoides
2003	H15	6/23-7/17	大村湾全域	Heterosigma akashiwo, Chattonella globosa, Chattonella antique
2004	H16	7/5-12	西彼杵町地先	Gymnodinium mikimotoi
		7/8-12	形上湾	Gymnodinium mikimotoi
		10/22-11/6	形上湾	Prorocentrum sigmoides
2005	H17	8/1	形上湾	Fibrocapsa japonica
		10/3	形上湾	Prorocentrum sigmoides
		10/6	馬込地先	Prorocentrum sigmoides
2006	H18	2/24	東大川河口	微細藻類(クリプト藻類等)
		5/16	形上湾、音琴漁港	Heterosigma akashiwo
		10/26	多良見町沿岸	Prorocentrum sigmoides
2007	H19	9/16-18	津水湾	Prorocentrum sigmoides
		10/3-5	形上湾	Prorocentrum sigmoides

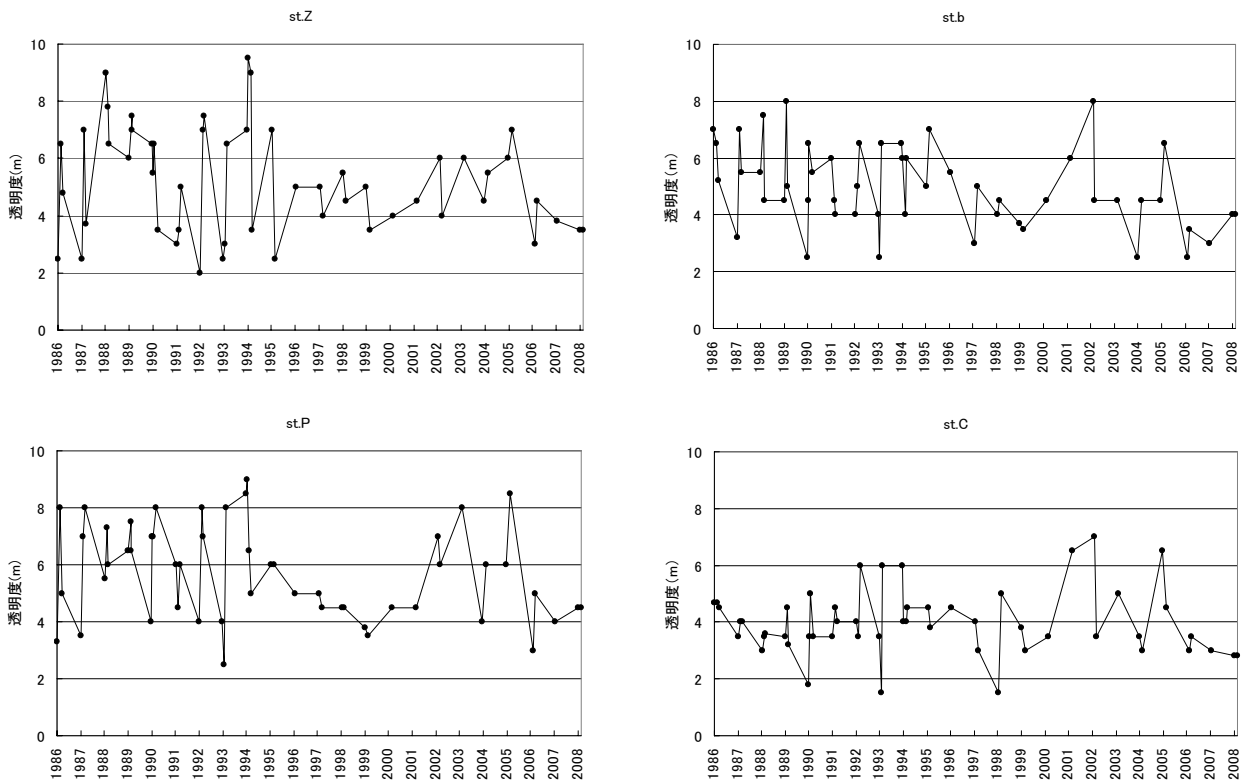
(資料提供) 長崎県総合水産試験場調査 (有害赤潮プランクトン等監視調査)

原因③ クロロフィル濃度などの水質、プランクトン出現状況（卓越種の変化、赤潮発生状況など）の推移に関する情報

「大村湾における透明度の変遷」

大村湾における透明度の変遷を図 4.10 に示す。

大村湾における透明度は、1986 年には湾奥部の津水湾（st.C）が他の地点に比べてやや低い傾向にあったが、近年はその他の地点の透明度がやや減少し、st.C の透明度がやや上昇したことによって、各地点ともに概ね同程度の透明度となっている。



(資料提供) 長崎県総合水産試験場調査

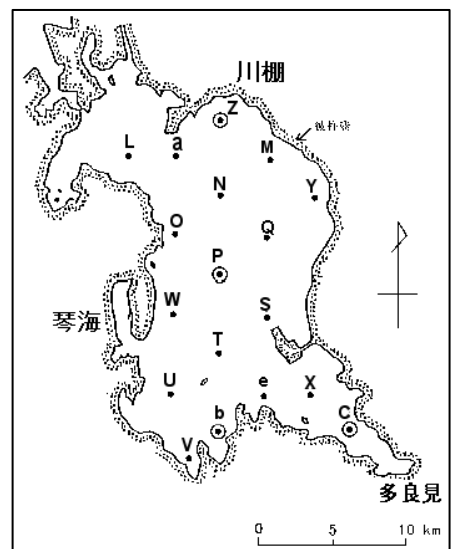


図 4.10 大村湾における透明度の変遷

原因④ 底層水の貧酸素化の実態（貧酸素化の規模—広がりと厚み、持続時間）

「貧酸素水の厚さの検討」

長崎県総合水産試験場調査による DO 断面分布の変遷を図 4.11 に示す。

年による大きな変動があるが、1980～1990 年代前半に比べて、1990 年代後半以降は、貧酸素水の厚みが増しているように見える。



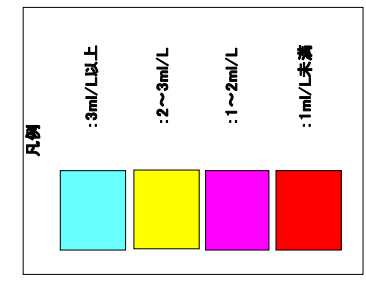
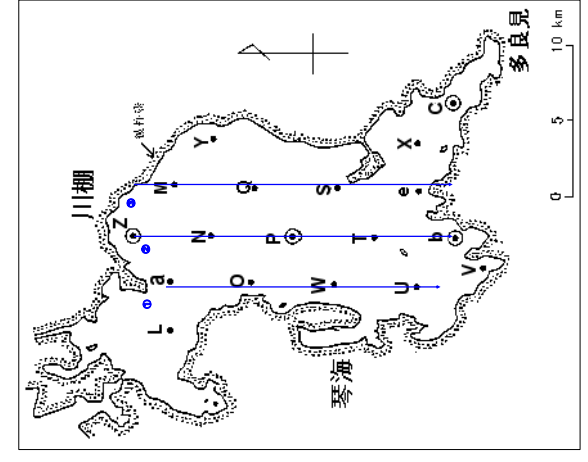
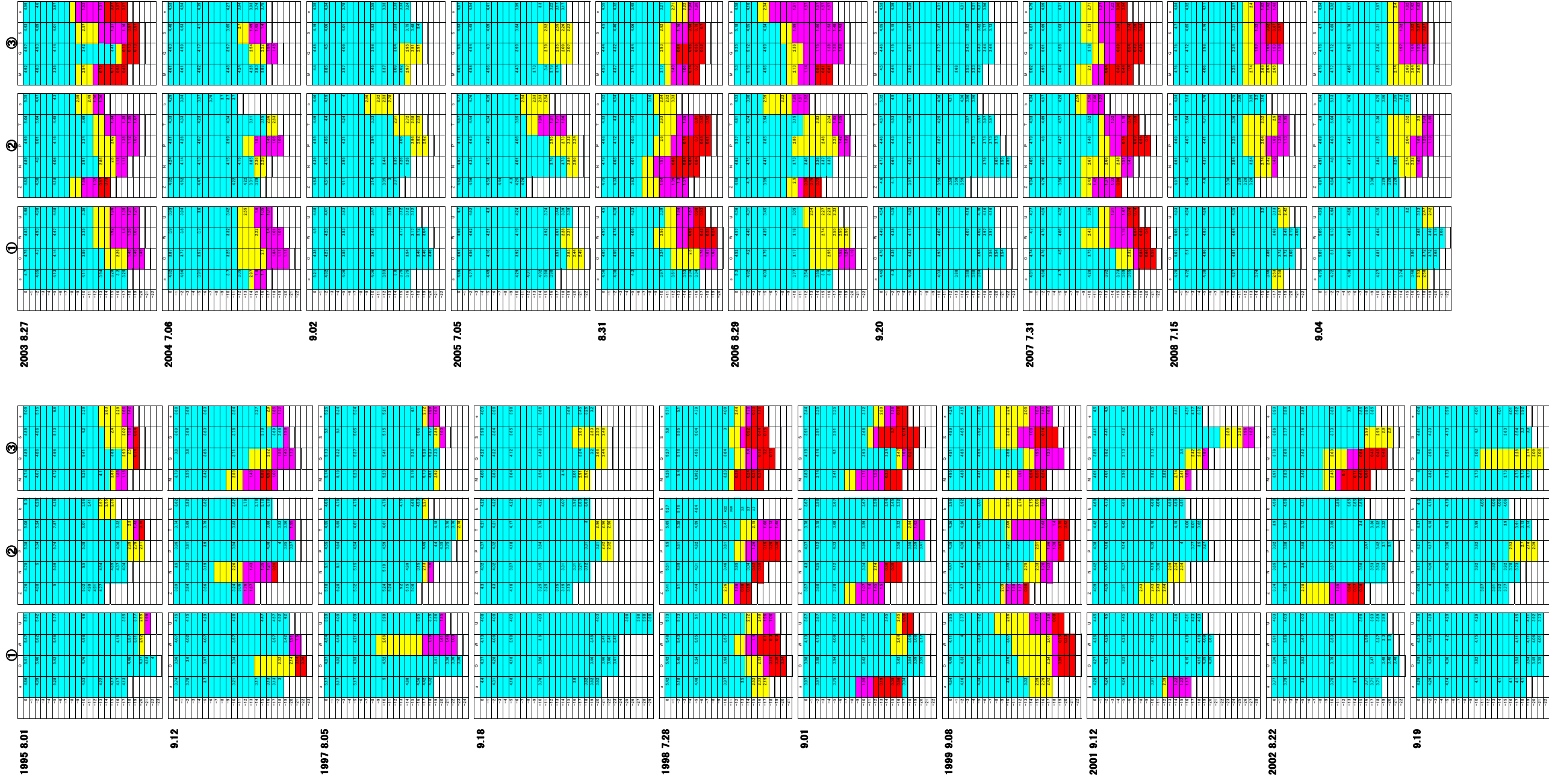


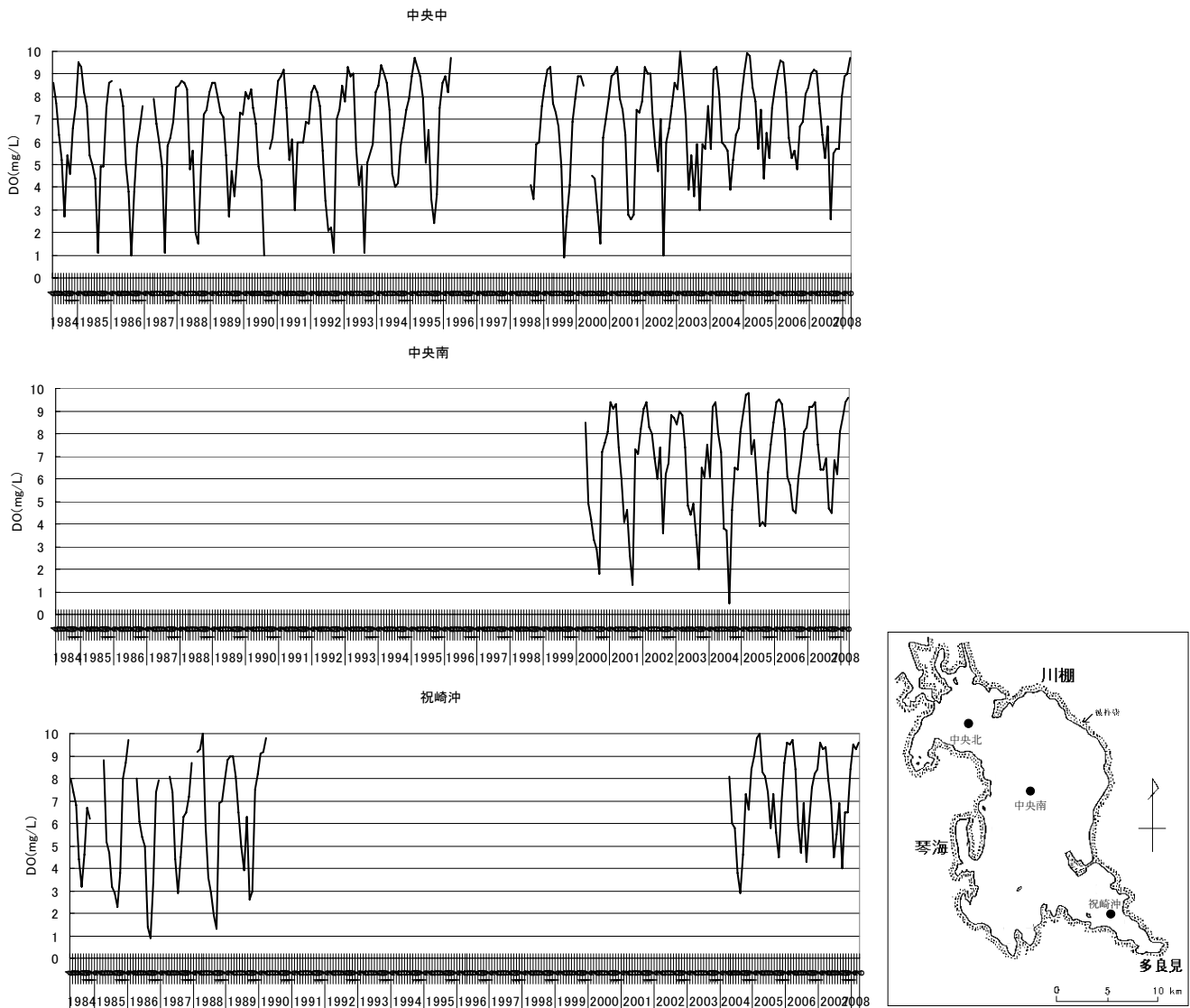
図4.11(2) 長崎県総合水産試験場調査によるDO断面分布の変遷

「持続時間の検討」

公共用水域水質調査結果による DO の推移を図 4.12、長崎県総合水産試験場調査結果による貧酸素水の継続期間を表 4.4 に示す。

公共用水域水質調査結果による DO の変遷をみると、1980 年代以降の貧酸素化する時間に大きな変化はみられなかった。

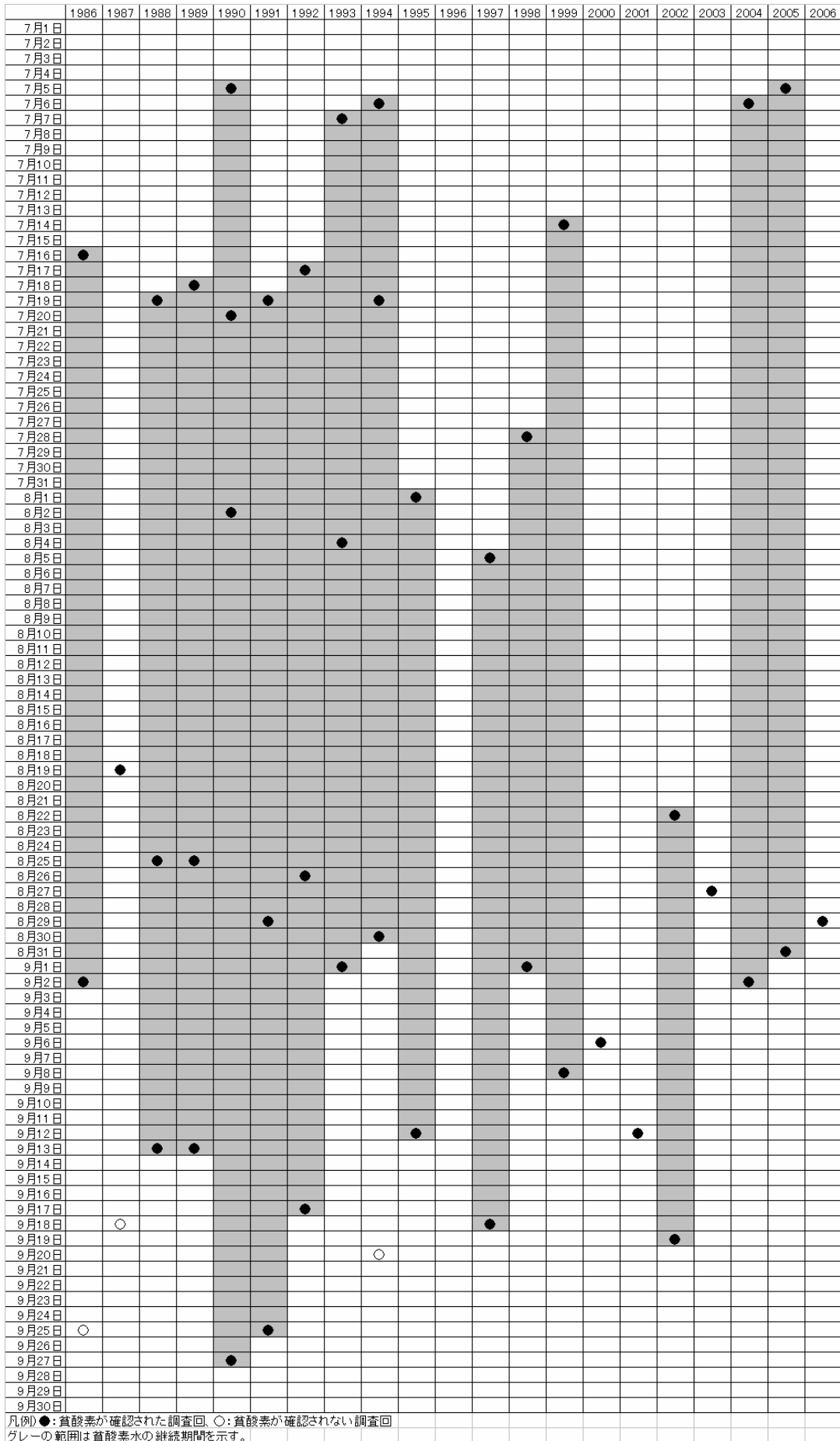
長崎県総合水産試験場調査結果によって貧酸素水の継続期間を検討したが、年による調査回数や調査時期に違いがあるため、貧酸素水の継続期間を評価することは難しいものと考えられる。



(資料提供) 長崎県資料

図 4.12 公共用水域水質調査における DO の推移

表 4.4 長崎県総合水産試験場調査結果による貧酸素水の継続期間

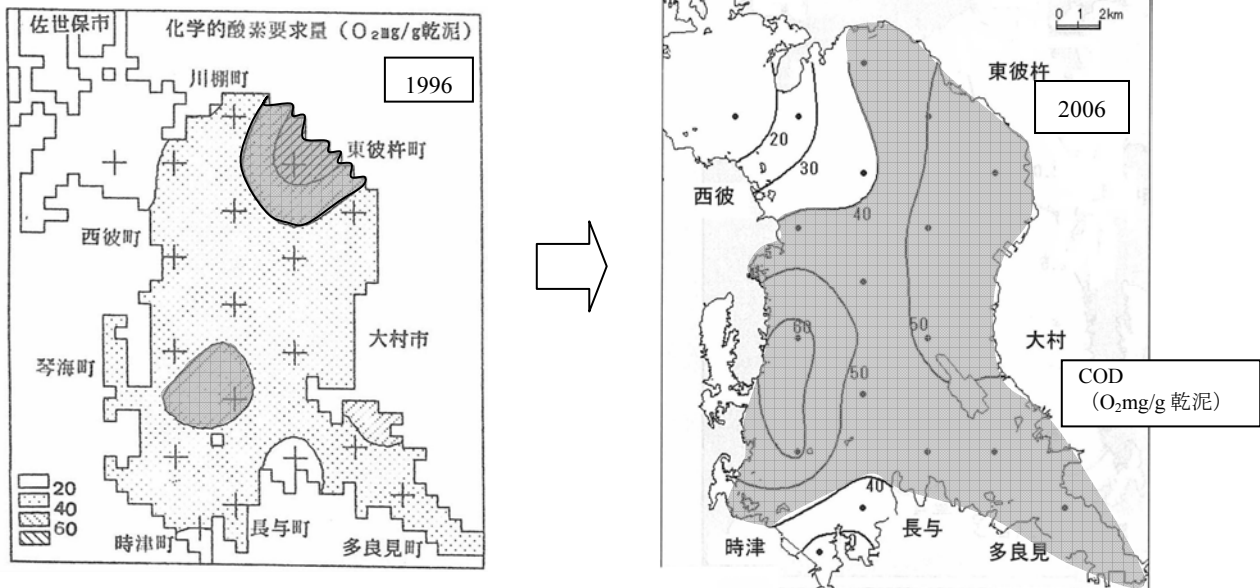


原因⑤ 有機物や硫化物などの底質の推移
「底質の有機物及び硫化物の変遷」

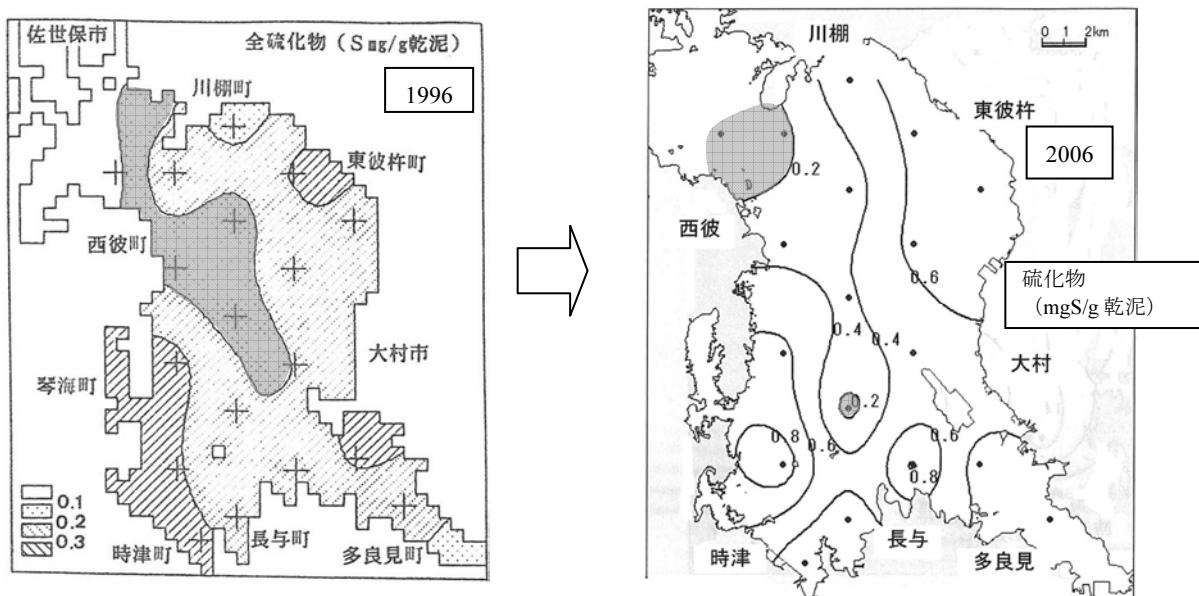
底質中の COD 及び硫化物の変遷を図 4.13 に示す。

COD40mg/g 以上は 1996 年には部分的であったが、2006 年にはほぼ湾全域に広がっている。
硫化物 0.2mg/g 未満は 1996 年には湾の入口部に存在していたが、2006 年にはほとんどない。

<COD> (グレーの網掛け部分は COD40mg/g 以上の部分)



<全硫化物> (グレーの網掛け部分は全硫化物 2mg/g 未満の部分)



(資料提供) 長崎県総合水産試験場

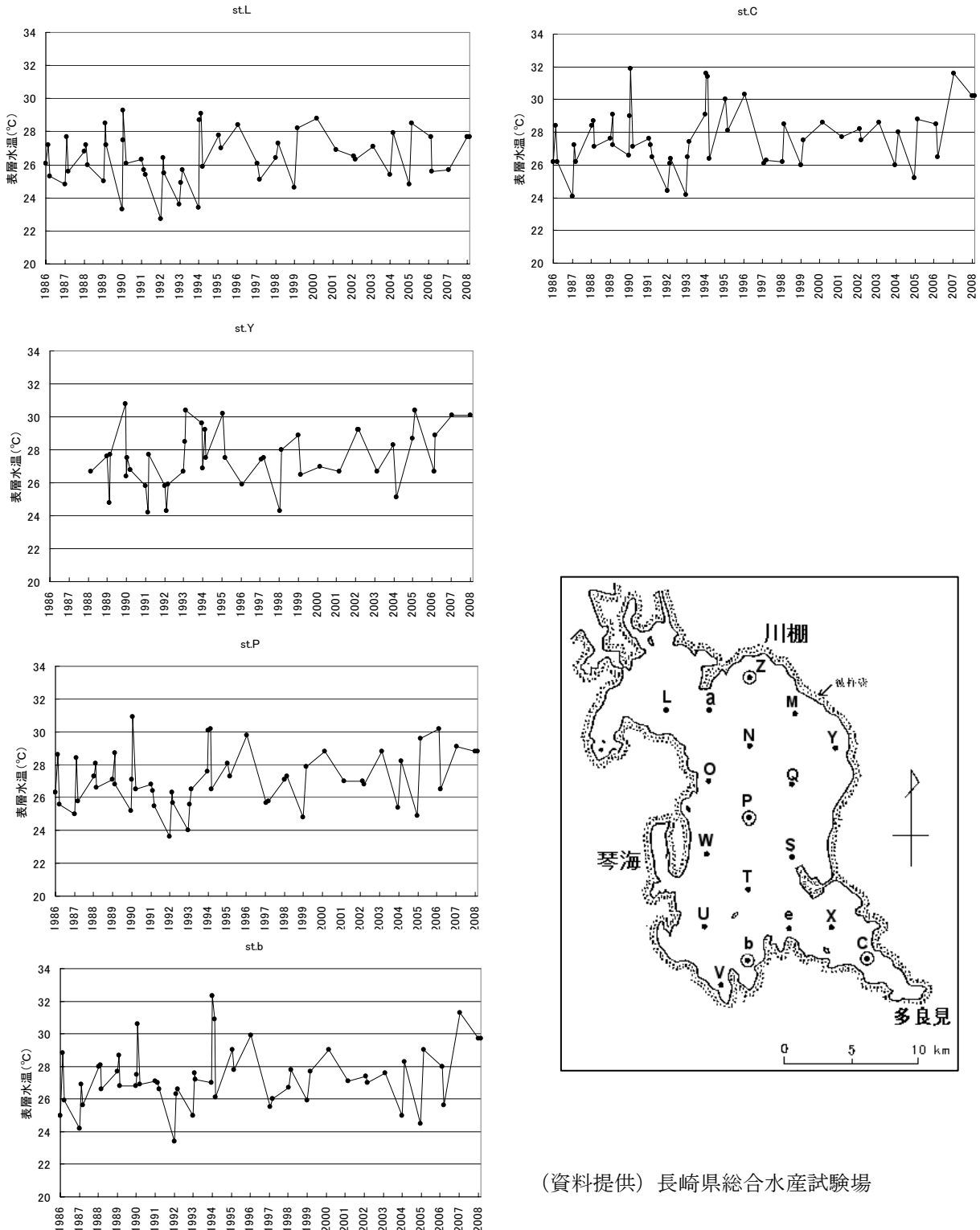
図 4.13 底質中の COD 及び硫化物の変遷

原因⑦ 水温、風の強さ・卓越風向（おもに貧酸素化が問題になる夏季）

「水温の変遷」

大村湾における表層水温の変遷を図 4.14 に示す。

1980 年代後半から近年にかけて、湾全体において表層水温が高くなっている傾向がみられる。温暖化等による影響と考えられる。



(資料提供) 長崎県総合水産試験場

図 4.14 大村湾における表層水温の変遷

「風速・風向」

長崎海洋気象台の大村における平均風速を図 4.15、最多風向一覧を表 4.5 に示す。

平均風速は 2008 年に各月で低い傾向がみられるが、調査期間全体を通じてみると大きな変化はないと考えられる。また、最多風向は、6～8 月は南東、9～10 月は北が多く経年的な変化はみられないと考えられる。

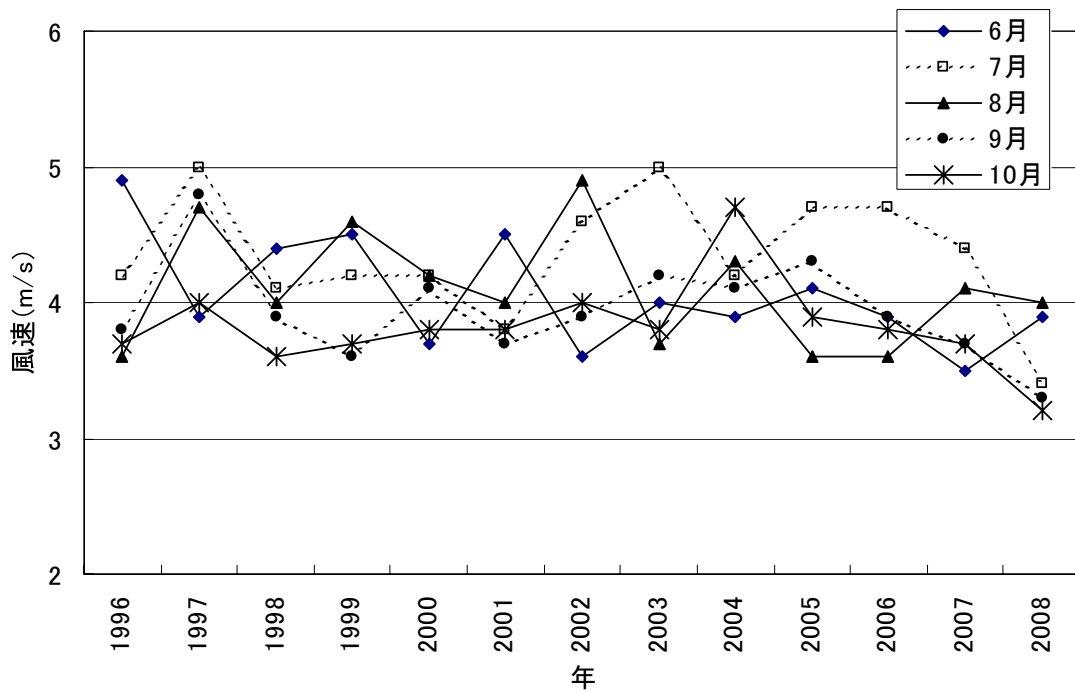


図 4.15 大村における平均風速

表 4.5 大村における最多風向一覧

年/月	6月	7月	8月	9月	10月
1996	南東	南東	南東	北	南東
1997	南東	南西	南東	北	南東
1998	南東	南東	西南西	北	南東
1999	南東	南東	南東	南東	南東
2000	南東	南東	南東	南東	北
2001	南西	南東	南東	北	南東
2002	南東	南東	北	北	南東
2003	南東	南西	南東	南東	南東
2004	南東	南東	南東	南東	北
2005	南西	南西	南東	南東	北
2006	南東	南東	南東	北	北
2007	南東	南東	南東	南東	北
2008	北北西	南東	南東	南東	南東

4.4 検査のまとめ（原因と症状に関する情報の重ね合わせ）

以上の結果をまとめた原因と症状に関する情報の重ね合わせを表 4.6、歴史的変遷から想定したプロブレムツリーを図 4.16 に示す。

大村湾における人為的なインパクトは、1960 年代の沿岸の人工化及び埋立から始まっているが、同時期にヒラメ・カレイ類などの肉食の高次魚介類の減少が起こっている。

その後、陸域からの負荷量の増加とともに、プランクトン食のイワシ類やナマコ類など低次の魚介類が増加している。特に、イワシ類は捕食者である上記の高次魚介類が減少したことによって増加したことも考えられる。

しかし、増加したナマコ類もその後 1970 年後半にかけて減少傾向となる。沿岸の人工化及び埋立によって自浄機能が減少したところに陸域から大量の負荷が流入したことによって海底環境が悪化し、貧酸素水の発生が起きたためと想定される。

その後、1980 年代から現在にかけては陸域からの流入負荷を減少させているが、海底への有機物・硫化物は増加する傾向がみられている。

また、近年、サザエ・ウニ類が増加しているが、この増加は環境の変化ではなく主たる漁獲種の資源量が減少したことにより、漁獲種の転換を図ったものと考えられる。

以上のようなシナリオを想定したが、この中の不確定な部分のうち、①自然海岸線の重要性和②負荷量を減少させても貧酸素水が改善しない原因がポイントとなる。

具体的には、次の 2 点について、より詳細に検討を進めていく必要がある。

ポイント① 自然海岸・浅海域の重要性の検討（底生魚介類の生息域と埋立場所、貧酸素水発生域との対応関係の整理）

- ・ カレイ類やナマコ類の生息域に関する情報の整理
- ・ 埋立等による海岸・浅海域の変化との対応関係の検討
- ・ 貧酸素水の発生・分布状況との対応関係の検討

ポイント② 貧酸素水の拡大要因の検討

- ・ 貧酸素化にかかわる物理条件（流れの停滞性の変化、外海水の流入状況（流入深度や流入量の変化）、鉛直成層強度の変化など）
- ・ 海底への有機物の沈降フラックス
- ・ 各種生物による取り込みなど有機物の収支条件と経年的な変化

表 4.6 原因と症状に関する情報の重ね合わせ

項目	1960		1970		1980		1990		2000		備考
	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	前半	後半	
環境	沿岸の人工化・埋立										
	流入負荷量		増加		増加		減少				
	貧酸素水		■		■		■		■		既存資料（平成7年度大村湾底質改善調査業務（長崎県））において1976～1982に湾全体での発生を確認
	広さ		■		■		■		■		
	厚さ		■		■		■		■		
継続時間		■		■		■		■			
赤潮・優占植物プランクトン種											
底質（有機物・硫化物）		■		■		■		■		増加	
漁業経営体数											
サメ類、ヒラメ・カレイ類、ニベ・ グチ類、エソ類、ハモ、タチウオ、 エイ類、マダイ、チダイ・キダイ		ピーク		減少		減少		減少		増加	
カタクチイワシ、クロダイ・ヘダイ、ボラ類、ナマコ類、スズキ		増加		減少		減少		減少		低値安定	
アサリ、ガザミ		横這		増加		ピーク		減少		増加	
ウニ類、サザエ類		横這		横這		横這		横這		増加	

注) 緑字は数千トンレベル、青字は数百トンレベルの漁獲種を示す。また、■は不明を示す。

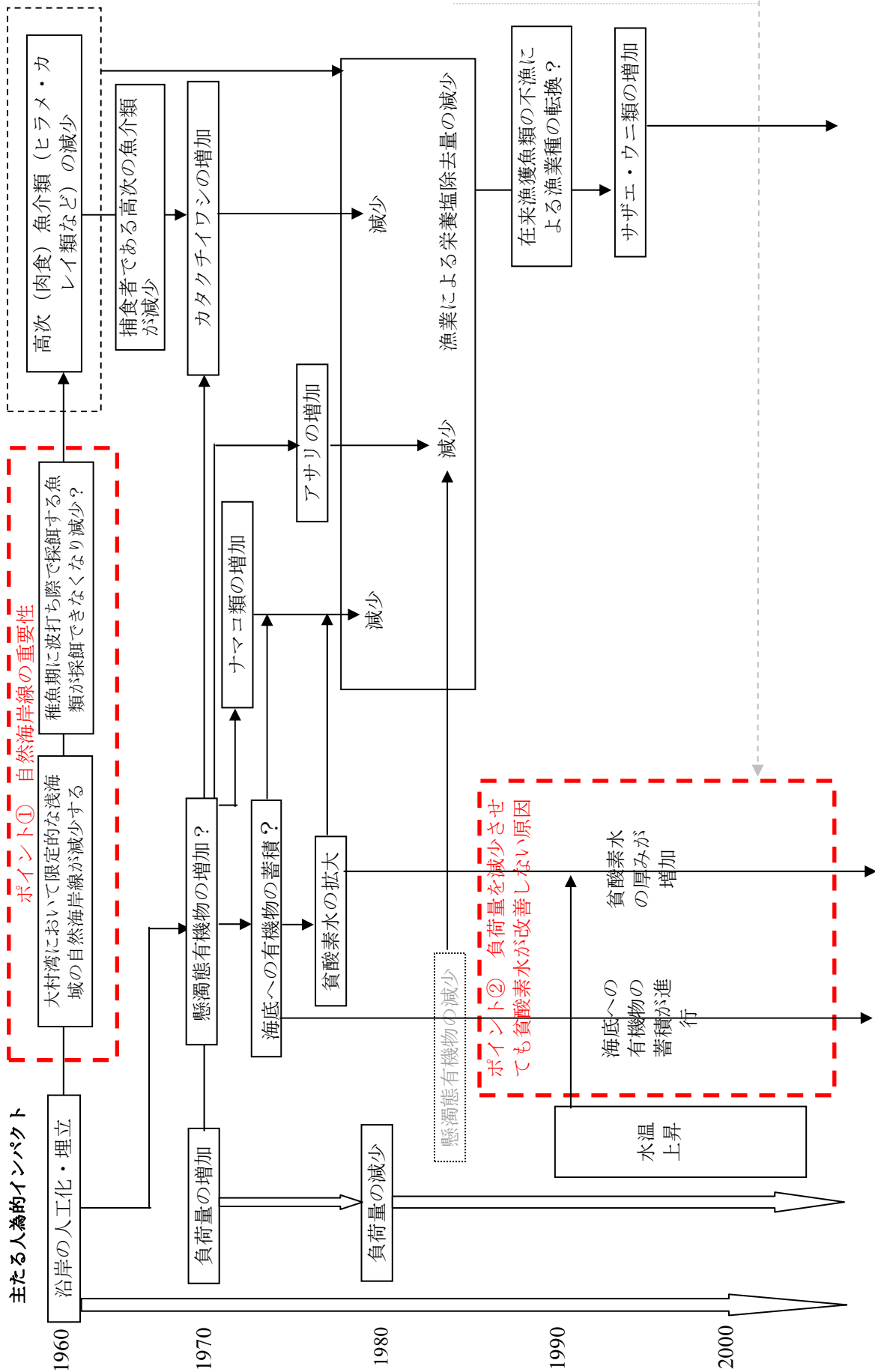


図 4.16 歴史的要因から想定したプロブレムツリー

5. 処方箋の作成（リストアップ）

精密検査のまとめから想定される処方箋としては、表 5.1 に示すものが考えられる。

生態系を安定させる処方箋としては、自然海岸の再生、貧酸素水への直接対策、流入負荷の質検討、物質循環を円滑にする処方箋として、養殖等の人為的な助力による栄養塩類の取り上げが考えられる。

表 5.1 処方箋のリストアップ

大項目		小項目
生態系を安定させる処方箋	自然海岸の再生	稚魚の餌料となる動物プランクトンが多く生息する自然海岸の波打ち際の再生
	貧酸素水への直接対策	曝気等による酸素供給 流れ・海水交換の促進
	流入負荷の質検討	難分解有機物の存在検討 生物生産と生物生息環境を両立できる栄養塩類レベルの検討
物質循環を円滑にする処方箋	人為的な助力による栄養塩類の取り上げ	カキ養殖等の生物を用いた栄養塩類の取り上げ

6. 今後の課題等

今後は、精密検査を引き続き実施し、悪化メカニズムの解明を行うために、図 6.1 に示す物質循環フロー（案）を作成する予定である。また、物質循環フローを作成することによって、処方箋による効果についても検討していく。

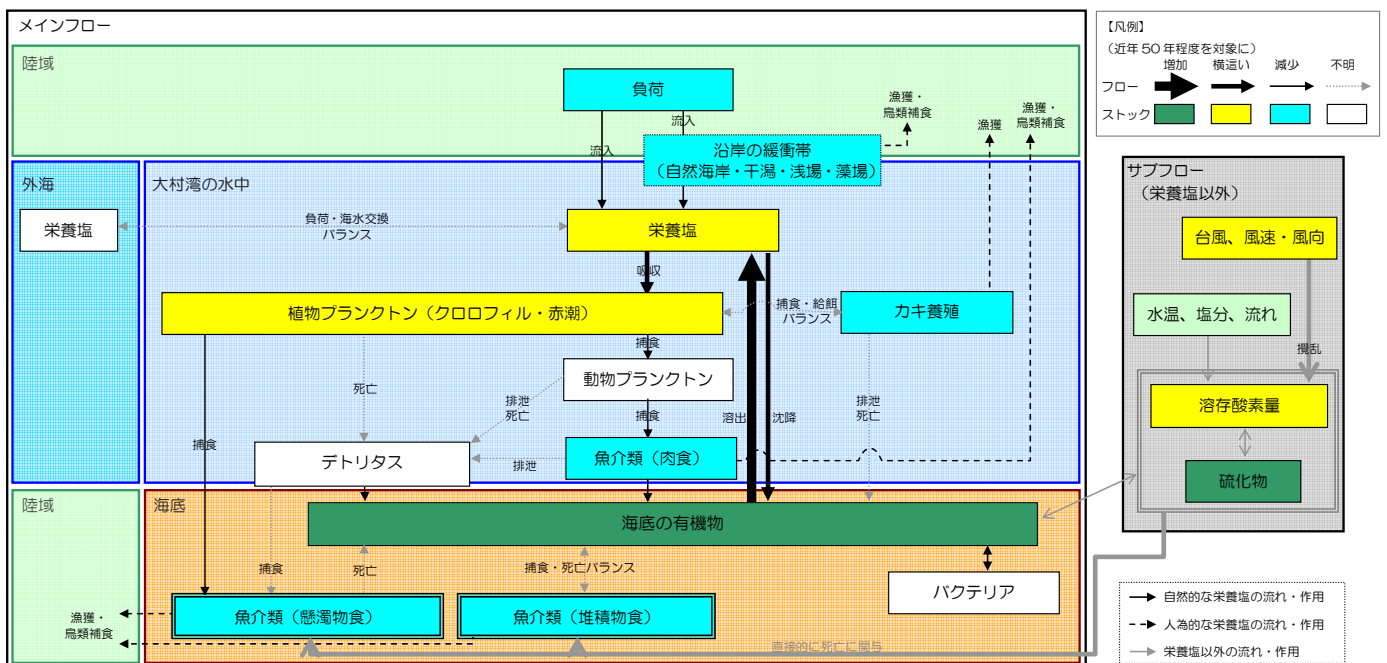


図 6.1 物質循環フロー（案）



この報告書は、競艇交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

平成21年度 「海健康診断」を活用した
大村湾の環境評価に関する調査研究中間報告書

平成22年3月発行

発行 海洋政策研究財団(財団法人シップ・アント・オーシャン財団)

〒105-0001 東京都港区虎ノ門1-15-16 海洋船舶ビル
TEL 03-3502-1828 FAX 03-3502-2033
<http://www.sof.or.jp> E-mail: info@sof.or.jp

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。

ISBN978-4-88404-243-1