

## ヘルシープラン策定要領作成に向けて

本検討委員会では、平成 24 年度に全国の閉鎖性海域に適用可能な円滑な物質循環を達成するための管理方策の策定要領（以下、「ヘルシープラン策定要領」と言う。）を作成する。

本資料は、ヘルシープラン策定要領の構成（案）と記載内容（骨子（案））を示したものであり、これまでの地域検討委員会での検討過程も参考としている。

資料の構成は、以下の ~ となっており、委員の皆様には、各モデル地域での検討過程・結果等について地域検討委員会に対して助言すべき事項、ヘルシープラン策定要領に盛り込む項目の過不足や記載すべき内容について、ご意見を頂きたい。

### < 資料構成 >

#### 地域検討委員会での検討内容

ヘルシープラン策定要領の作成に際しては、各モデル地域の検討過程も参考とするため、各地域検討委員会でこれまで検討された主な内容を記している。

#### ヘルシープラン策定要領の目次構成と記載内容（骨子（案））

ヘルシープラン策定要領の目次とそれぞれの項目について、どのような内容を記載すべきかについて記している。

#### ヘルシープラン策定要領の作成に際して参考となる検討内容

現在検討しているヘルシープラン策定要領の目次に、各モデル地域で参考とできる考え方を当てはめ、他の閉鎖性海域においてもヘルシープランを作成する際に参考となる考え方を整理した。

## 地域検討委員会での検討内容

ヘルシープラン策定要領の作成に際しては、各モデル地域の検討過程も参考とするため、これまで行われてきたモデル地域（気仙沼湾、三河湾及び播磨灘北東部海域）での検討内容の概要について以下に示す。

検討過程・結果等について地域検討委員会（以下、「地域WG」と言う。）に対して、助言すべき事項があれば、ご意見を頂きたい。

### 【気仙沼湾地域WGの概要】

委員会開催日：10/13、12/22

委員構成：座長 東北大学 西村教授

学識経験者 5名、組合関連 2名、行政関連 13名

（委員会の議事録及び委員名簿は巻末の「参考」を参照）

### 1.健全化の方向性

#### 【目的】

気仙沼湾では、陸域からの負荷対策が講じられているものの、現在でも特に湾奥部での底質悪化によると考えられる底層水の貧酸素化は毎年報告されている。

しかし、湾奥部での底質の悪化の程度や貧酸素水の発生状況、底質悪化の要因については、詳細には把握されていないのが現状である。

特に、底質悪化の要因については、湾奥部への流入河川による影響や湾全体で行われている養殖場で堆積した有機物等の移動の可能性が想定されるが、その詳細については、不明であり、気仙沼湾全体の物質循環健全化を考える上では、底質悪化の要因の把握が重要な要素となるものと考えられた。

そこで、地域WGにおいては、本年度は以下の点に着目して調査・検討がなされている。

**底質の悪化機構の解明及び現状把握**

**栄養塩類の循環状況の把握**

**その他（気仙沼湾の季節変動）**

#### 【現時点で分かってきた不健全化の要因】

既存資料調査、現地調査、関係機関へのヒアリング等を通じて調査が行われており、以下の8つの不健全化の要因が挙げられている。

##### <負荷>

陸域からの有機物、栄養塩類の流入

漁港を利用する漁船の船倉排水による有機物の流入

二枚貝養殖場への有機物の集積

底泥からの栄養塩類の溶出

##### <環境収容力の減少>

干潟の消失

水産業による系外への除去量の低下

底生生物の減少

<底泥への有機物の過剰な蓄積>

底泥への有機物の過剰な蓄積

【物質循環の概要】

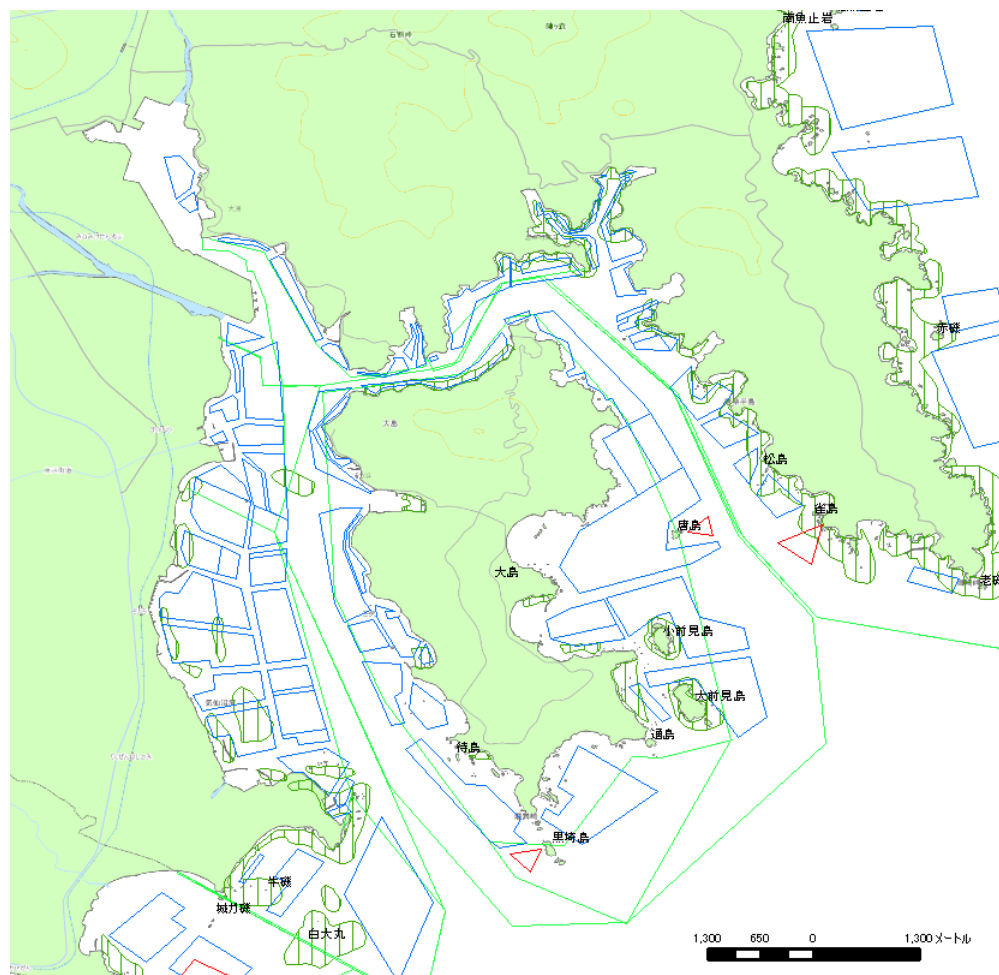
これらの調査結果から物質循環の概要について、以下のように整理されている（図 2）。

陸域からの排水負荷は下水道整備等により改善されつつある

内部生産等により新生堆積物が堆積しつつあり、湾奥～湾央で底質悪化の傾向が見られる

過去の負荷により有機物が底泥に蓄積しており、栄養塩類が溶出負荷源となっている  
自然浄化能力を含む環境収容力が低下しており、人体に例えると代謝機能が低下した状態にあると考えられる

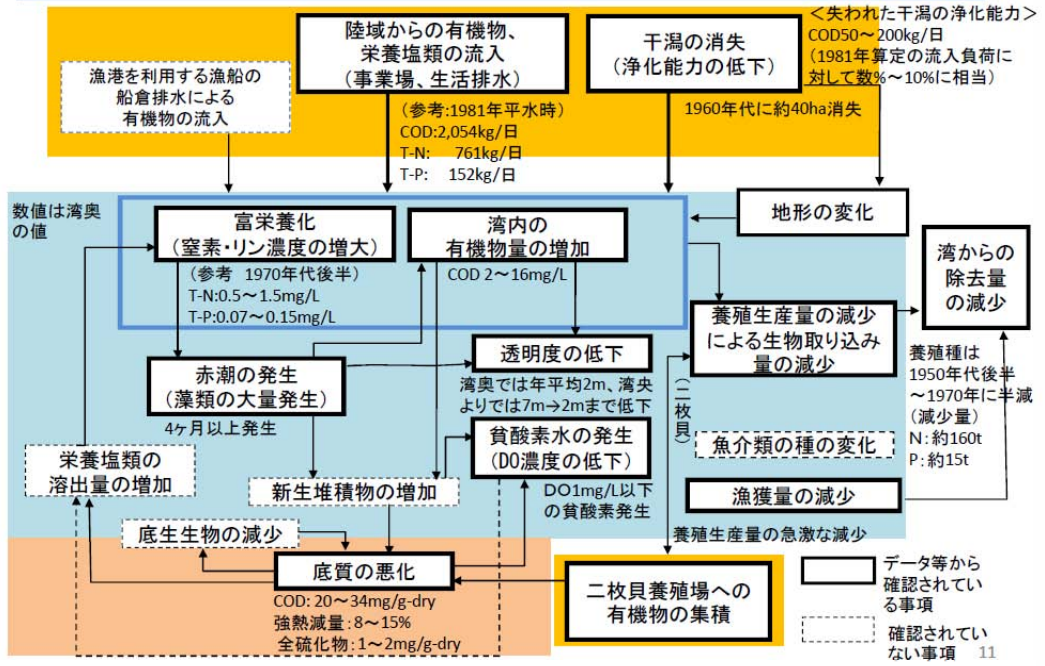
時空間的な負荷の集中等により、一時的に貧酸素や赤潮が生じていると考えられる。



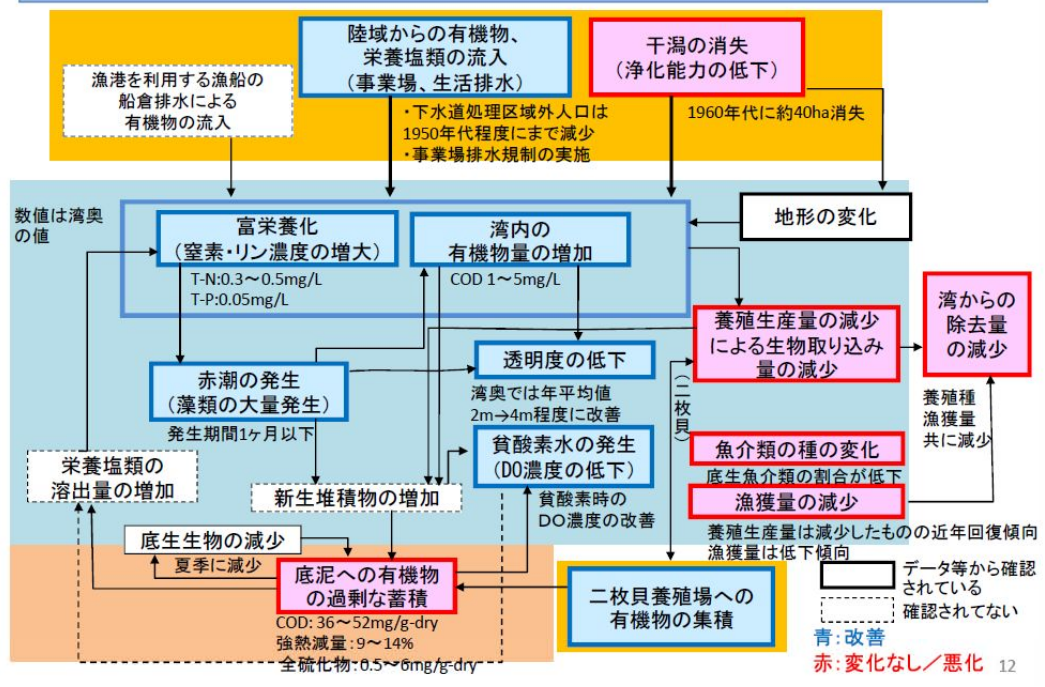
□ : 区画漁業権、 □ : 定置漁業権、 □ : 共同漁業権  
■ : 干潟、 ■ : 藻場 出典：CeisNet（海上保安庁）

図 1 気仙沼湾の地形

# 気仙沼湾の物質循環へのインパクト・レスポンスフロー (1950年代～1970年代対策実施直前)



# 気仙沼湾の物質循環へのインパクト・レスポンスフロー (現在(2000年代)と1970年代との比較)



(第2回気仙沼湾地域検討委員会資料より抜粋)

図2 気仙沼湾の物質循環へのインパクトレスポンスフロー

## 2.現地調査結果

### 【目的・項目】

底質悪化の要因解析及び物質収支モデル構築に必要な情報の取得のため、以下の項目について夏季の現地調査結果が示された。

- ・底質の成分分析（炭素・窒素同位体比、粒度組成等）、セディメントトラップ（炭素・窒素同位体比、COD等）
- ・流況
- ・水質調査（形態別栄養塩、DO等）
- ・底質の酸素消費速度、栄養塩・CODの溶出速度

### 【結果概要】

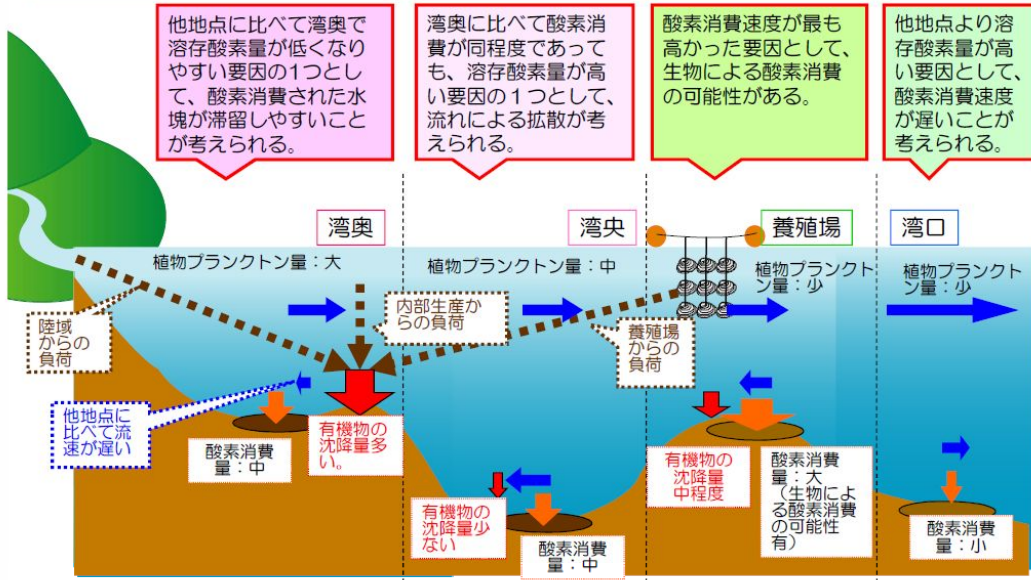
T-N、T-Pが湾奥表層、湾奥下層で高く、表層は外海向き、下層は湾奥向きへの流れがあることが分かってきた。また、湾奥は流れが弱く滞留しやすく、底泥からの栄養塩の溶出量も多いことが、貧酸素、赤潮発生の一つの要因と考えられている（図3）。

なお、カキ養殖場の直下の底質は悪化しているものと想定していたが、細砂、砂分が多く、T-N,T-Pも湾中央や湾奥に比べて小さい値となっていた。



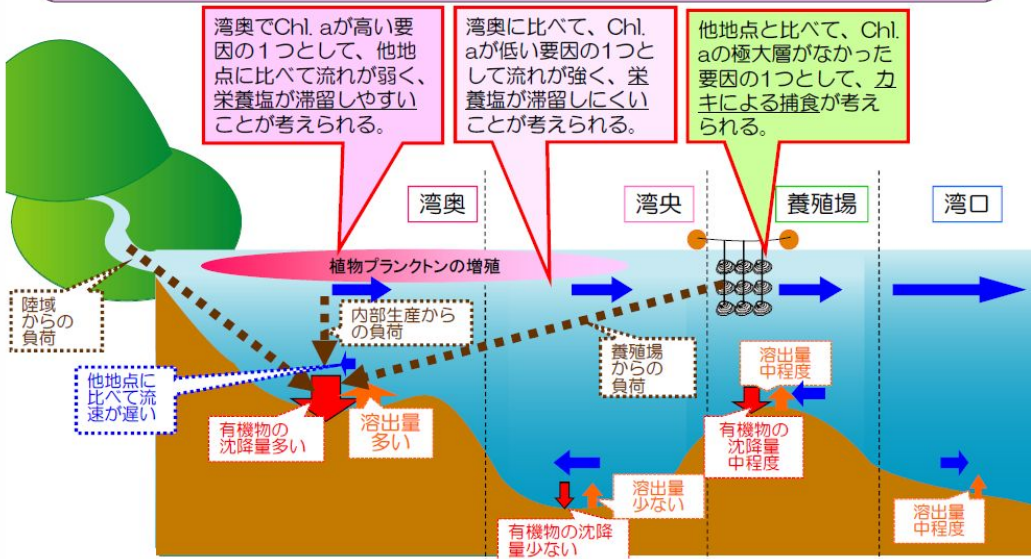
【流れと溶存酸素量の関係】

・他地点より湾奥で低酸素量になりやすい要因の1つとして、海底で酸素消費された水塊が湾奥に滞留しやすいことが考えられる。



【栄養塩の循環と不健全な事象（赤潮）との関係】

・他地点に比べて湾奥で植物プランクトンが増殖しやすい要因の1つとして、栄養塩が他地点よりも滞留しやすいことが考えられる。



底質 TOC	31.5	39.8	8.6	0.1
底質 T-N	T-N: 2.98	T-N: 4.26	T-N: 0.37	T-N: 0.37
底質 T-P	T-P: 0.92	T-P: 1.10	T-P: 0.54	T-P: 0.50

(第2回気仙沼湾地域検討委員会資料より作成)

図3 気仙沼湾の調査結果の概要

### 3.基本方針

本検討委員会の基本方針（案）として「湾奥部の底質悪化機構の解明と湾奥部の底質環境の改善等による物質循環健全化」を示していた。

第2回地域WGでは基本方針は確定していないが、以下のようなポイントが示されている。

対処すべき課題：環境収容力の低下

自然浄化機能等の環境収容力（環境収容力の向上）や水産物の水揚量（持続的な水産業利用）を改善を目指す健全度因子とし、生物多様性の増加や水産物の水揚量の安定性を改善の評価指標とする。

対処すべき課題：底泥への有機物の蓄積

湾内水質への負荷や底質環境（生物生息環境の向上 環境収容力の向上）の改善を目指す健全度因子とし、底泥中の有機物等の増加抑制、栄養塩類の溶出速度の低下、汚濁指標種から良好な環境指標種への遷移、底生生物の多様性の増加を改善指標とする。

対処すべき課題：物質循環の検討に不足する情報の確認

改善を目指す健全度因子として、不足する項目（陸域からの負荷、養殖による負荷動態、漁船の船倉排水など）の確認が必要。

### 4.物質循環の改善対策（案）

第2回地域WGでは具体的な改善対策（案）については示されていない。

なお、今後検討する方策の参考として、これまで気仙沼湾で行われてきた以下のような対策メニューが紹介されている。

大規模浚渫

海浜清掃

森は海の恋人運動

海藻活用水質浄化事業

海底清掃

### 5.来年度以降の実証試験（案）等

現時点では実証試験（案）は検討中。

## 【三河湾地域 WG の概要】

委員会開催日：11/12、12/27

委員構成：座長 東海大学 中田教授

学識経験者 5 名、組合関連 1 名、行政関連 7 名（委員会の議事録及び委員名簿は巻末の「参考」を参照）

### 1.健全化の方向性

#### 【目的】

三河湾では、恒常的な赤潮発生、夏季の貧酸素水塊及び苦潮発生、貝類大量斃死、ノリの色落ち、魚介類大量斃死といった現象が確認されており、貧酸素水塊の拡大による生態系及び物質循環への影響が懸念される結果となった。また、その結果、アサリの大量斃死やノリの色落ちなどの漁業被害が課題となっている。

アサリの大量斃死に象徴される魚介類の減少は、貧酸素水塊の拡大と良好な生物生息空間の減少によって起こったものと想定されている。また、貧酸素水塊が拡大した原因としては、負荷を生物生産へ転換する浅海域の減少、河川流量の低下などによる海域の富栄養化・赤潮の過剰発生が考えられる。さらに、貧酸素水塊の発生要因となる人為的な深掘跡地の創出も原因の 1 つと考えられている。

このような課題を解決するために、国土交通省及び愛知県は、湾口にある中山水道航路の浚渫砂を用いた大規模な干潟・浅場の再生や深掘跡の埋戻し等の対策を実施してきた。現在、アサリの漁獲量が増加するなどの対策による効果と考えられる事象が確認される一方で、ノリの色落ちがみられるなど適切な栄養塩類レベルの管理という面では問題が残っている。この問題については、競合種である植物プランクトンの過剰発生が続いていることとの関連性も想定されている。

以上より、現状での三河湾における物質循環の課題としては、「陸域から発生した栄養塩類が海域の食物連鎖の低次にあたる植物プランクトンには循環していくものの、高次にあたる魚類などの生物になぜ円滑に循環していかないのか」と考えられた。

そこで、地域 WG においては、本年度は以下の点に着目して調査・検討がなされている。

**微小プランクトンの現存量を正しく把握する**

**栄養塩類を生物の利用面からも把握する**

**面的な底生生物の分布状況を把握する**

#### 【現時点で分かってきた不健全化の要因】

既存資料調査、現地調査、関係機関へのヒアリング等を通じて調査が行われており、以下のような不健全化の要因が挙げられている（図 5）。

1960～1970 年代に干潟・浅場の減少、陸域からの流入栄養塩類の増加、河川における人工構造物の設置といった三河湾の環境を変化させる可能性があるインパクトがあった。

1970 年代に基礎生産（植物プランクトン）の増加、貧酸素水の発生範囲の拡大が起きた。この原因としては、同時期に起きた干潟・浅場の減少によって栄養塩を一時的に固定する機能が低下した三河湾に多くの栄養塩類が流れ込み、余剰となった栄養塩類



が海底に沈降・堆積し、それをバクテリアが消費することによって、貧酸素水の発生範囲が拡大したというシナリオが考えられる。

硫化物の発生も多くなった。貧酸素水の発生範囲の拡大とともに、生物の減少を招いた要因の1つであると想定される。

干潟・浅場が減少したことによって、一部の生物の成育場所も減少した。生物の減少を招いた要因のひとつであると想定される。

河川に人工構造物が設置されたことによって、出水が減少し、一時的にはあるが三河湾内のエスチュアリー循環を弱めた可能性が考えられる。

1990年代以降は、陸域から流入する栄養塩類の削減、干潟・浅場造成という環境改善対策が実施された。干潟・浅場造成後に、一定期間アサリなどの二枚貝類が増加する効果はみられているが、未だ貧酸素水発生範囲の縮小や硫化物の発生は少なくならず、三河湾が本来の健全な状態に戻ったとはいえない。

#### 【物質循環の概要】

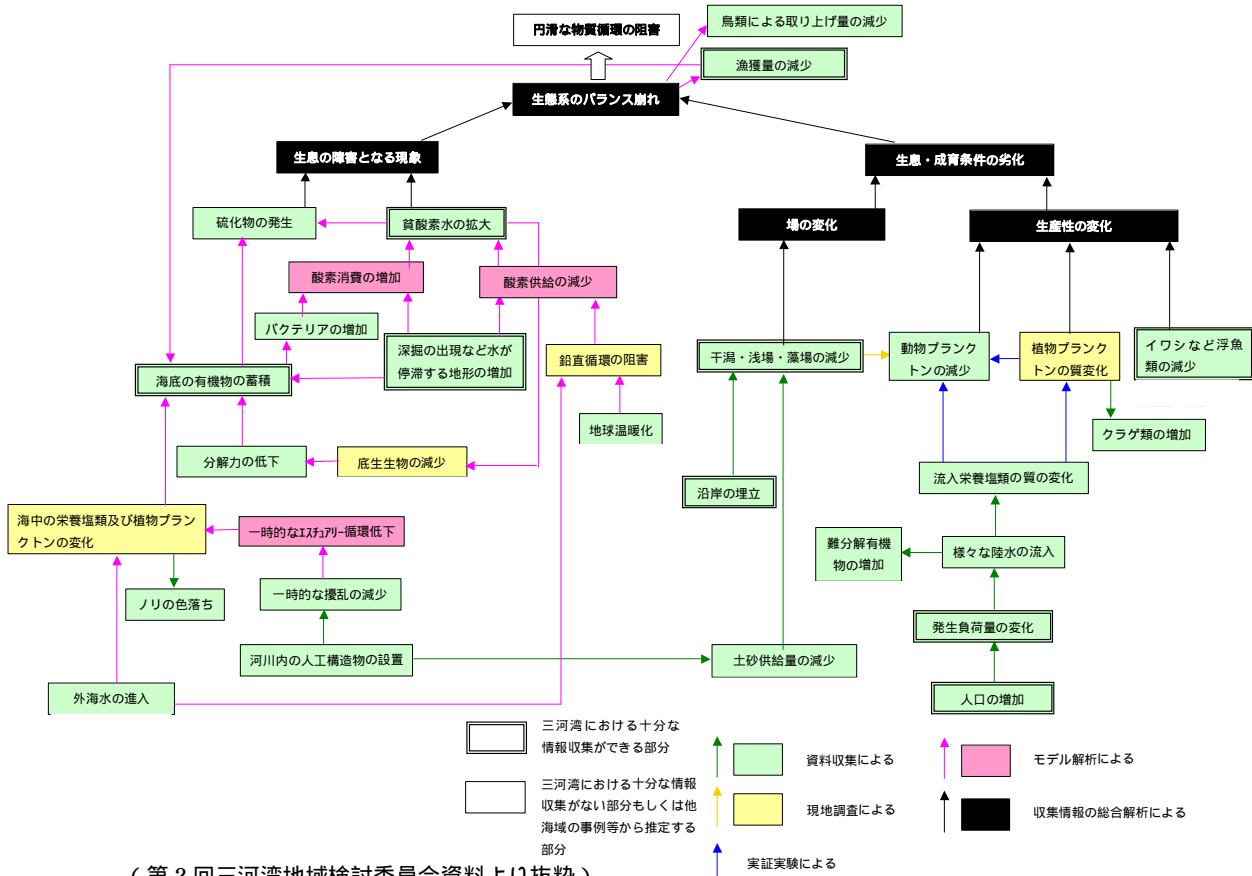
これらの調査結果から物質循環の概要について、図 6 のように整理されている。



□ : 区画漁業権、 □ : 定置漁業権、 □ : 共同漁業権

■ : 干潟、■ : 藻場 出典 : CeisNet (海上保安庁)

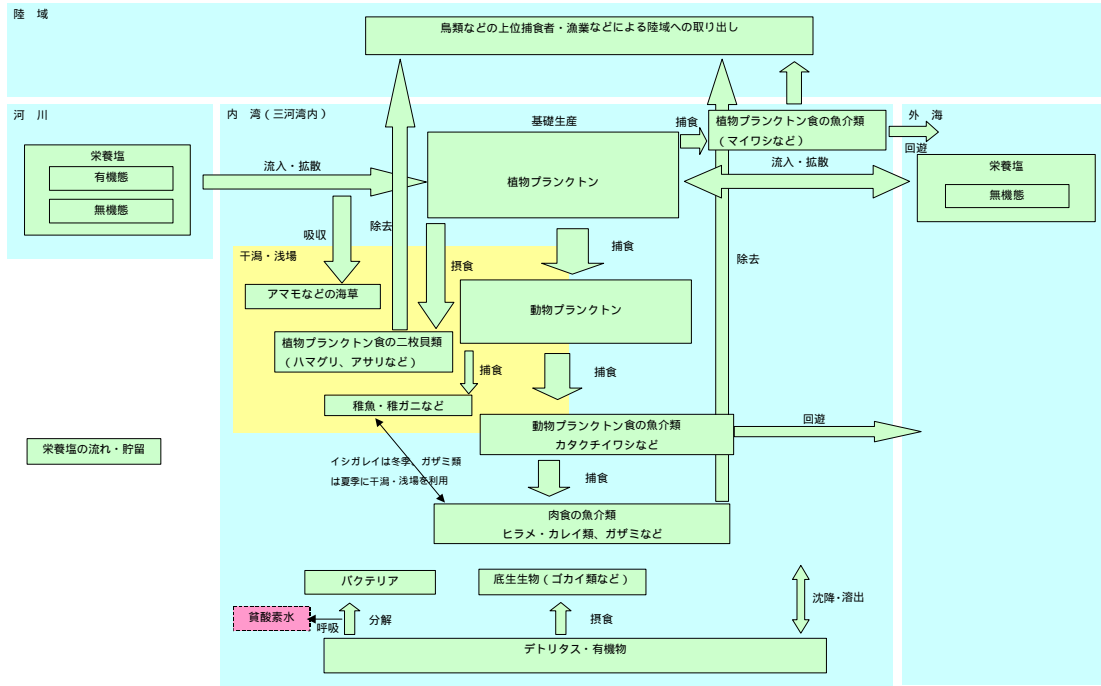
図 4 三河湾の地形



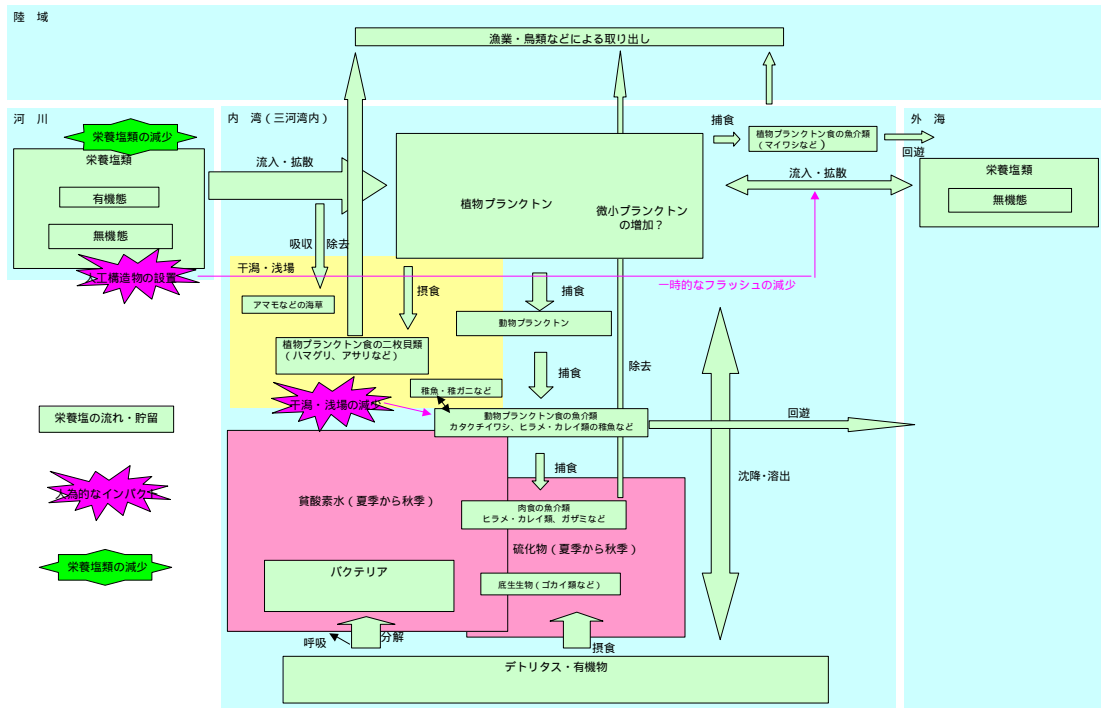
(第2回三河湾地域検討委員会資料より抜粋)

図 5 三河湾の不健全原因関連図

## 健全な三河湾



## 不健全な三河湾 (1990 ~ 2000 年代)



(第2回三河湾地域検討委員会資料より抜粋)

図 6 三河湾の物質循環フロー

## 2.現地調査結果

### 【目的・項目】

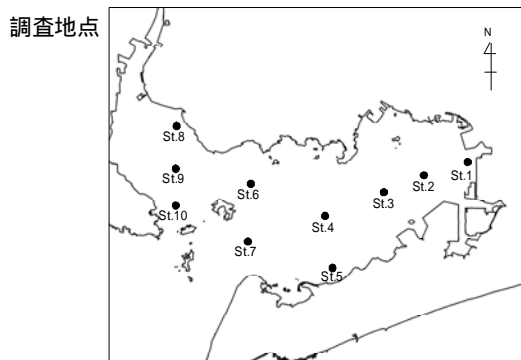
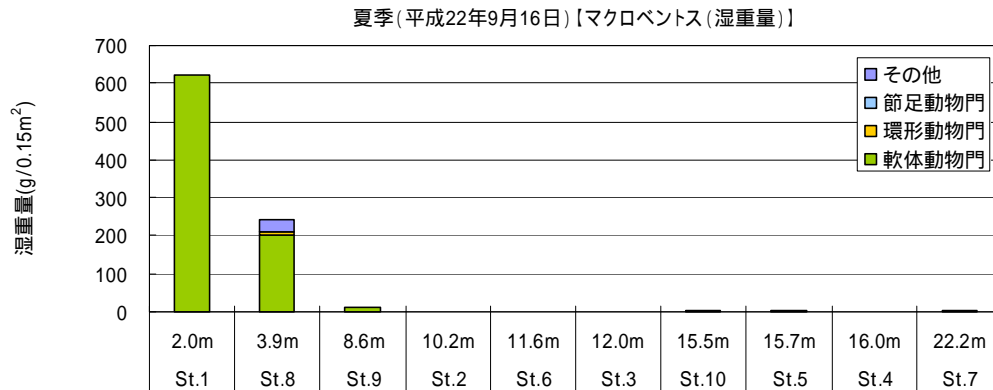
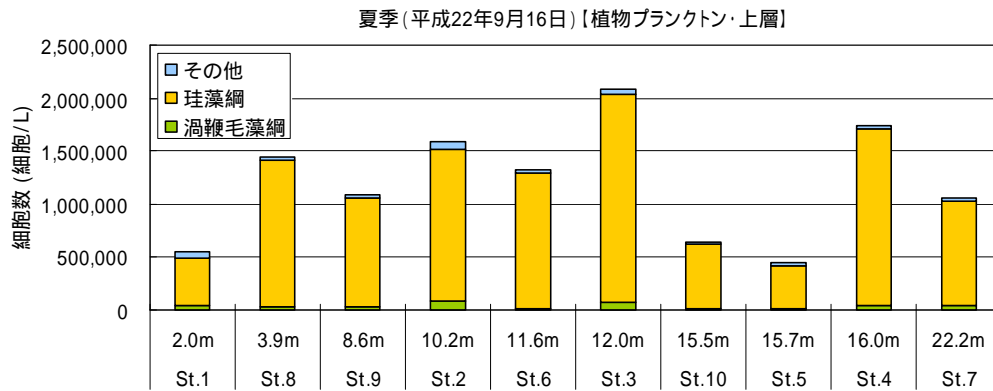
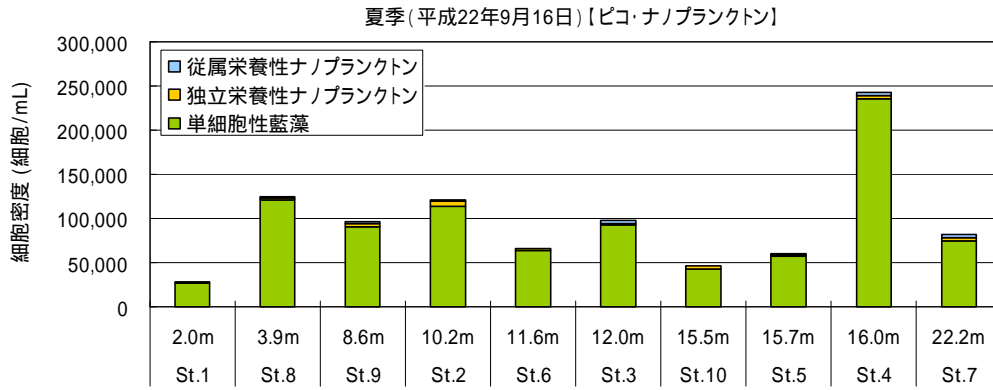
三河湾で起こっている「貧酸素水塊の拡大」と「海域の栄養塩類が食物連鎖の高次にあたる魚類などの生物に円滑に循環していかない」という現象の間にどのような関係があるのかを十分に検討する必要があり、その検討に必要なシミュレーションモデルを構築するためのデータが三河湾において不足している情報と考えられており、以下の調査が行われている。

- ・微小ピコ・ナノプランクトン調査
- ・水質調査（形態別栄養塩、DO等）
- ・面的底生生物調査（ナノベントス、マクロベントス・メイオベントス・周辺水質・周辺底質）

### 【結果概要】

微小ピコ・ナノプランクトンは、平均約10万細胞/mL（約10,000万細胞/L）であり、上層の植物プランクトン数平均約120万細胞/Lの約80倍であることがわかった。これは、物質循環量を評価するうえで無視できない細胞数であると考えられる。

ベントスは水深によって個体数が異なった。特にマクロベントスは水深が10mを超えると殆ど出現していない。



(第2回三河湾地域検討委員会資料より抜粋)

図7 ピコ・ナノプランクトン、マクロベントス調査結果

### 3.基本方針

統括検討委員会の基本方針（案）として「貧酸素水による影響の抑制などによって、豊かな生物生産が起きる健全な生態系ネットワークを取り戻すことによる物質循環健全化」を示していた。

第2回地域WGでは基本方針は確定していないが、以下のようなポイントが示されている。

- 生物多様性の増加（底生生物、底生魚介類等）
- 生物量の増加（水産物の水揚量の増加及び安定）

### 4.物質循環の改善対策（案）

現時点では改善対策（案）は検討中。

### 5.来年度以降の実証試験（案）等

現時点では実証試験（案）は示されていないが「物質循環状況解析のための調査計画」として、以下の2つの調査計画(案)が示されている。

#### プランクトン捕食選択性試験

##### 1) 実験の目的

「微小プランクトンの存在による影響」が実際にあるのかを検証するとともに、今後、三河湾における生物生産力を向上させるためにどのような工夫ができるかを検討する

##### 2) 実験の内容

<アサリによる植物プランクトン摂餌状況>

三河湾海水を満たした水槽にアサリを入れて、実験開始時と終了時のプランクトン量の変化、クロロフィル量の変化を測定

<動物プランクトンによる植物プランクトン摂餌状況>

三河湾海水を満たした水槽に動物プランクトンを入れて、実験開始時と終了時のプランクトン量の変化、クロロフィル量の変化を測定

#### 生物生産性確認調査

##### 1) 目的

三河湾における生物生産力を向上させるためにどのような工夫ができるかを検討するため（モデルによる解析においても有効な情報）

##### 2) 実験の内容

三河湾内の各場所において試験水を採取し、実験室内へ持ち帰り、一定条件（水温など）下で試験水を培養し、培養前後のプランクトン量の変化について、採取水の分析により、把握する。

<試験水採取場所>

- ・干潟・浅場上（水深1m程度：六条、一色、汐川干潟）
- ・河口（水深1m程度：豊川河口、矢作川河口、汐川河口）
- ・港湾内（水深1m程度：三河港、衣浦港）