

(1) 統括検討委員会における検討結果の報告

平成22年度 第2回 海域の物質循環健全化計画検討委員会
議事概要

開催日時：2011年1月27日（木） 10:00～12:00

開催場所：東京国際フォーラム G402

- 議事次第 -

1. 開会

2. 議事

(1) ヘルシープラン策定要領作成に向けて（地域検討委員会の状況を踏まえて）

(2) 物質収支モデルの構築について

(3) 今後の予定について

(4) その他

3. 閉会

- 議事内容 -

(1) ヘルシープラン策定要領作成に向けて（地域検討委員会の状況を踏まえて）

(p.資料-1 参照)

- ・各地域検討委員会での検討内容が紹介された。
- ・統括検討委員会で今後策定していく「ヘルシープラン策定要領」の目次構成と記載内容が説明された。
- ・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が紹介された。
（各地域委員会での検討内容を基に紹介）

【気仙沼湾に関する議論内容】

<モデル海域として>

・水質は改善傾向にあるが、底質は悪い状態が継続しており、これは他の海域にもみられる現象で、気仙沼湾における検討はモデル的に他の海域の参考になる。

<二枚貝養殖場への有機物の集積について>

・「二枚貝養殖海域の底質への有機物の集積」は、植物プランクトンが摂食されて下に落ちるという自然現象によるもの及び、養殖場でメンテナンスのために行われる付着生物の除去などの人為的インパクトによるものそれぞれを考慮する必要がある。

<エスチャリー循環流について>

・エスチャリー循環流の強さは河川流量により変化し、その強さは底層の栄養塩を表層にもたらず量に影響するため、生物生産量を考える上で重要である。

【気仙沼湾に関する議論内容】

< 伏流水や地下水などの影響について >

- ・気仙沼は山に囲まれており、伏流水による水循環、物質循環への影響について検討しておく必要がある。

< 藻場について >

- ・栄養塩循環を考えるにあたり養殖場だけでなく、自然に繁茂している藻場による栄養塩ストックも重要である。藻場の量や機能の変遷を把握することを、検討課題とする。

< 外海水の影響について >

- ・気仙沼湾では親潮の影響があると考えられるため、外海水の影響も考慮した方がよい。湾口部の TN、TP の季節変動や、湾外から湾内への流入状況などを把握しておくべきである。

【他湾の参考になる事項について】

< 三河湾：ピコ・ナノプランクトンについて >

- ・三河湾ではピコ・ナノプランクトンの存在量による循環状況への影響を検討しているが、栄養塩濃度の高い海域では共通して考慮すべき事項である。

< 播磨灘：栄養塩類の質（形態）量の比について >

- ・窒素とリンは河川から海域への流入過程を通してその変化の過程が異なる。窒素は海域に入るとその大部分が生物に利用しづらい形態となる。リンは河口域で沈降・トラップされるものの生物が利用しづらい形態になる割合は小さい。こうした生物利用を考えた場合の窒素・リンの質、窒素・リンの量の比などは物質循環の健全化を考える上で重要である。

(2) 物質収支モデルの構築について(p.資料-15 参照)

- ・各モデル地域のモデルに対する要望とそれに対する対応案が紹介された。
- ・各モデル地域のモデルについて、着目点の説明がなされた。

・今年度についてはベースモデルの構築を進め、紹介した要望等については来年度以降対応する。

(3) 今後の予定について(p.資料-21 参照)

- ・次回委員会に向けた予定が説明された。
- ・来年度以降の予定（案）が示された。

- ・ヘルシープラン策定要領の記載すべき内容について整理して示す。
- ・統括検討委員会の次回委員会において気仙沼湾の流動モデル及び水質-底質（生態系）モデルのベースモデルの結果を示す。
- ・統括検討委員会の次回委員会において来年度計画を示す。

資料：統括検討委員会における検討内容

(平成22年度 第2回海域の物質循環健全化計画検討委員会資料より抜粋)

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】

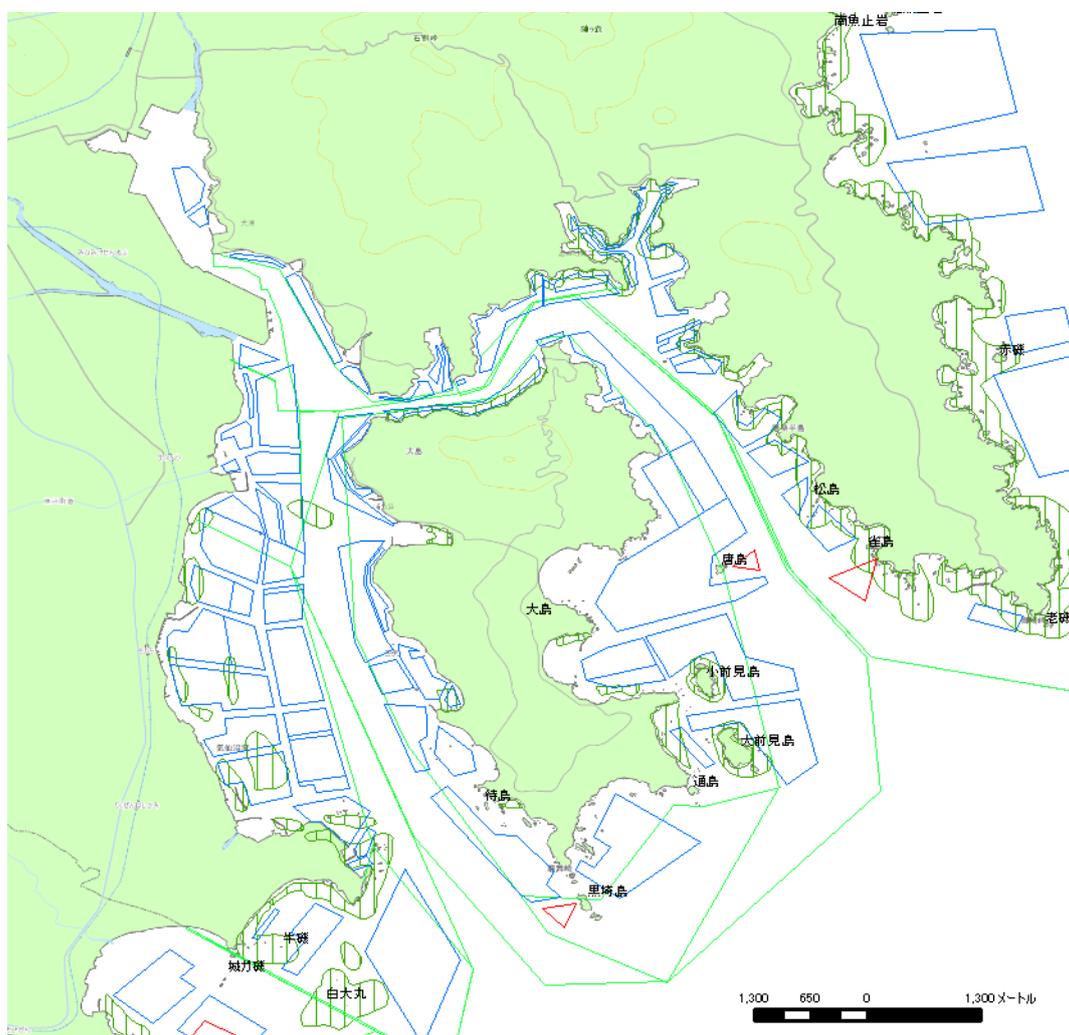
これらの調査結果から物質循環の概要について、以下のように整理されている(図2)。

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

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。

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。

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。

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）

【播磨灘北東部地域 WG の概要】

委員会開催日：10/5、12/14

委員構成：座長 京都大学 藤原教授

学識経験者 5 名、組合関連 1 名、行政関連 6 名、研究機関 1 名

(委員会の議事録及び委員名簿は巻末の「参考」を参照)

1.健全化方向性

【目的】

瀬戸内海においては、高度経済成長期以降の重化学工業の集積や都市化、人口の増大によって、陸域からの栄養塩等の負荷が増え水質汚濁が進行し、昭和40年代には「瀕死の海」とまで言われた。その後、種々の規制等により水質は一定の改善を示したが、依然として年間約100件もの赤潮が発生し、また漁獲量の減少や冬季にノリの色落ちが生じる等の水産の問題も生じている。

これらの問題は栄養塩の循環バランスが崩れたことにより生じているとみられることから、海域と周辺地域(集水域)を含む海域・陸域一体となった効率的、効果的な栄養塩の管理方策を明らかにすることが重要であると考えられた。

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。

対象海域で何が起きているかについて現状を整理し共通認識を持つ

“改善すべき状態”と環境状況の改善を評価する指標を把握

栄養塩循環の滞りの要因を抽出し、来年度以降の検討対象とする対策(案)を選定

来年度以降の検討に必要なシミュレーションモデルの構造、現地調査計画(案)を検討

【現時点で分かってきた不健全化の要因】

環境の健全度向上に対する問題事象として、事務局案としての一例が示されている。

陸域・海域における栄養塩の偏在化

- ・陸域においては、ため池等が管理状況の変化によって水質が富栄養化しアオコの発生等の問題が生じている。
- ・播磨灘北東部海域においては、港湾内の滞留部では栄養塩濃度が高く環境悪化が進んでいる。
- ・沿岸域と沖合い域では、総量規制等の対策の実施に伴い水質改善の効果がみられたが、栄養塩濃度の低下に伴うノリの色落ちや、大型珪藻種への植物プランクトンの種構成の変化が生じていると言われている。

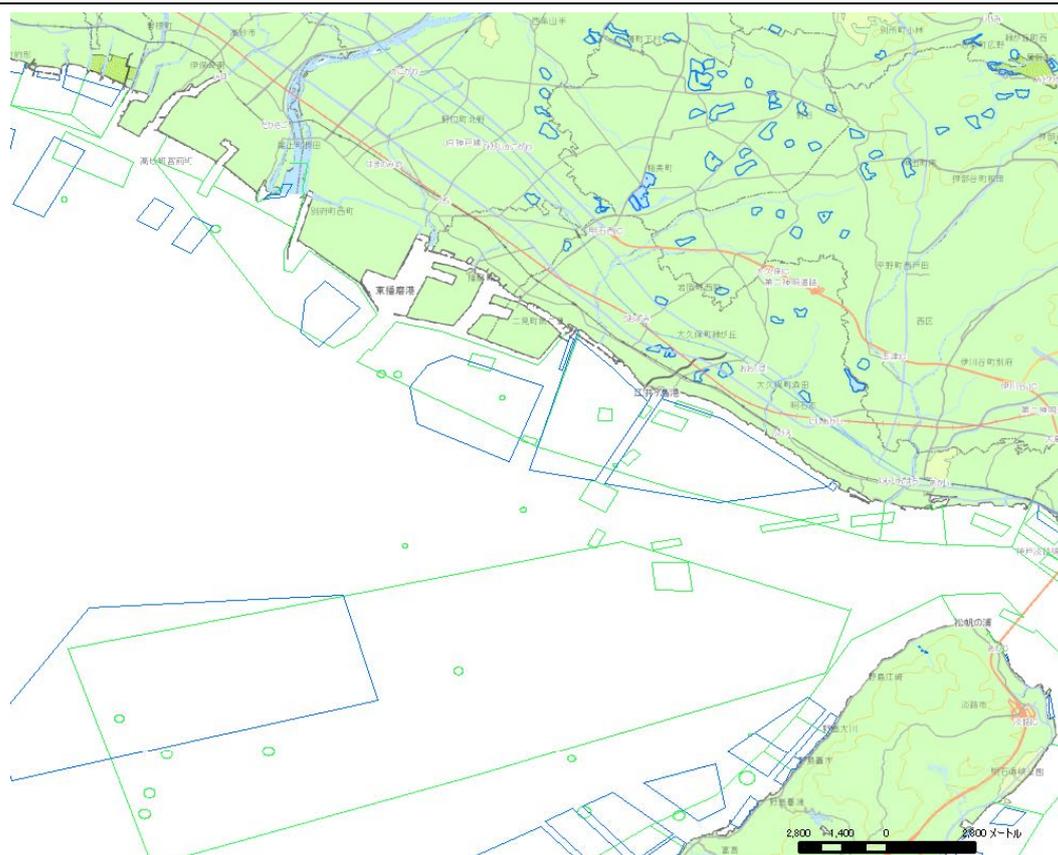
【物質循環の概要】

播磨灘北東部海域に流入する主な栄養塩(1日当り)は、加古川から窒素負荷量6.1トン、燐0.4トン、下水処理場(加古川下流浄化センター)から窒素排出負荷量0.7トンであった。最も多い事業場では5.0トンであり、同様に全燐は0.1トンであった。ため池(加古大池)の全窒素ポテンシャルを計算すると、約6.4トンであった。

海域への流入量と流入後の形態変化として、加古川における全窒素濃度は減少傾向。全燐濃度は昭和 60 年以降に大きな減少がみられない。形態別窒素濃度について、加古川は硝酸性窒素が高く、別府港内はアンモニア性窒素が高い。また、二見港沖ではアンモニア性窒素が低い。

海域での栄養塩類の分布として、播磨灘表層の DIN は減少傾向。DIP は昭和 50 年代前半よりは減少したものの、近年は大きな変化がみられない。港湾内（滞留部）に当たる別府港内の TN、TP が高くなっており、一方で沖合方向の地点においては TN、TP とともに港湾内（滞留部）より低くなっている。表層と中層の DIN は春季から夏季にかけて濃度が低く冬季に濃度が高くなるが、底層では夏季から濃度が高くなっている。

漁獲等による系外除去として、海面漁業の生産量は減少傾向。また、海面養殖業の生産量も減少傾向にあり、特に平成15年度と平成19年度はノリの色落ちによる不作がある。平成18年の海面漁業による栄養塩の除去量を概算すると、窒素量は年間約1420 トン（日量換算で約3.9 トン）、リンは年間約310 トン（日量換算で約0.8 トン）となった。平成18年の海面養殖業による栄養塩の除去量を概算すると、窒素量は年間約430 トン（日量換算で約1.2 トン）、リンは年間約50 トン（日量換算で約0.1トン）となった。



: 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 8 播磨灘北東部海域の地形

2.現地調査結果

加古川から流入した栄養塩類の形態別の動向を把握するため、河川水の拡散状況の調査及び栄養塩類の形態別の調査結果が示された。

河川水の拡散状況

水温、塩分、クロロフィルaの水平、鉛直方向の調査が行われている。塩分の状況を図9に示す。

栄養塩類の形態別動向調査

窒素・リン・CODの形態別調査が行われている。

<窒素の調査結果(図10)>

- ・流入については、全窒素・無機態窒素とも加古川のSt.1より河口部のSt.2で高くなる傾向が見られた。
- ・拡散に伴う変化については、西方向、沖方向、東方向とも全窒素・無機態窒素とも河口からの距離とともに減少する傾向が見られた。
- ・滞留部(St.13・14)は、沖合(St.8~11)に比べて高い濃度が観測された。
- ・溶存有機態窒素は、St.1以外は他の項目に比べて地点間の差が少なく、滞留部のSt.13・14も含めて0.2 mg/L程度であった。

<リンの調査結果(図11)>

- ・流入については、全窒素は加古川のSt.1より河口部のSt.2、泊川河口部のSt.5が低かったが、無機態リンはSt.1よりSt.2、5の方が高い値であった。
- ・拡散に伴う変化については、西方向と沖方向は全リン・無機態リンとも河口からの距離とともに減少する傾向が見られた。東方向は、全リン・無機態リンとも全体としては距離とともに減少傾向を示すものの、St.8以降は同程度で推移する傾向が見られた。
- ・滞留部(St.13・14)は、沖合(St.8~11)に比べて高い濃度が観測された。
- ・溶存有機態リンは、溶存有機態窒素と同様地点間の差が少なかった。

<CODの調査結果(図12)>

- ・拡散に伴う変化については、表層については、西方向と沖方向は河口からの距離とともに減少する傾向が見られた。東方向は、りんと同様全体としては距離とともに減少傾向を示すものの、St.9以降は同程度で推移する傾向が見られた。
- ・滞留部(St.13・14)は、沖合(St.8~11)に比べて高い濃度が観測された。

3.基本方針

統括検討委員会からの基本方針（案）として「物質循環の滞りを改善するなどして、安定した生態系バランスを実現する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。

人為的に管理可能な排水処理等による陸域・海域での栄養塩の偏在化の解消。

指標として、陸域の栄養塩貯留量の変化、アオコの発生回数の変化、海域の栄養塩類濃度の変化。

港湾内に沿岸域や沖合い域の栄養塩濃度の低い海水を導入することにより、港湾内の水質、底質の改善や生物多様性を向上（港湾内、沿岸域・沖合い域を含む）による健全度の向上。

指標として、水質、生物（有効な指標は検討が必要）。

沿岸域や沖合い域に港湾内の栄養塩濃度の高い海水を導入することにより、生物生産（一次生産）の増加や漁獲量の増加による健全度の向上。

指標として、水質、ノリの生産量、海面漁獲量。

4.物質循環の改善対策（案）

改善対策案については、海域での対策と、陸域での対策に分けて、事務局案の一例が示された。

【海域での対策案】

加古川の河川水の泊川への導入

泊川の河川水の加古川への導入

事業場等の排水位置・排水の分配量の変更

【陸域での対策案】

人為的に管理可能な排水処理等

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。

ヘルシープラン策定要領の目次構成と記載内容（骨子（案））

現在検討している、ヘルシープラン策定要領の目次構成（骨子（案））は以下の通りである。

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。

海域のヘルシープラン策定要領＜目次（骨子（案））＞

・“ヘルシー”の考え方

- 1．海の役割
- 2．沿岸の海域の役割
- 3．沿岸の海域への人為的負荷（インパクト）
- 4．沿岸の海域における“ヘルシー”とは
- 5．“ヘルシー”の合意形成

・ヘルシープラン策定要領

- 1．現状把握
 - 1 - 1 調査項目
 - 1 - 2 調査期間
 - 1 - 3 調査方法
 - 1 - 4 取りまとめ方法
- 2．問題点の抽出
- 3．健全化に向けての課題の抽出
- 4．基本方針の決定
- 5．健全化に向けての方策
 - 5 - 1 方策のリストアップ
 - 5 - 2 方策の効果の評価
 - 5 - 3 実現可能性の検討
 - 5 - 4 健全化に向けた方策の決定
 - 5 - 5 健全化に向けた目標の設定
 - 5 - 6 方策実施のロードマップの作成
- 6．モニタリング計画
 - 6 - 1 モニタリング項目
 - 6 - 2 モニタリング期間
 - 6 - 3 モニタリング方法
 - 6 - 4 モニタリング結果の評価
- 7．ヘルシープラン作成
 - 7 - 1 標準的な目次構成
 - 7 - 2 記載すべき内容

＜ヘルシープラン策定の参考資料として＞

・沿岸域環境の統合管理

- 1．関係法令及び関係行政機関
- 2．個別事例

・環境改善手法の概要

- ・モデル地域でのヘルシープラン例

物質収支モデルの構築

1. 各地域検討委員会からの物質循環モデルに対する要望と対応（案）

統括検討委員会では、各モデル地域の物質循環の状況の把握や物質循環の健全化のための施策の効果の程度を把握すること等を目的に物質収支モデルの構築を行うこととしており、各地域検討委員会で物質収支モデルに対する議論なされた。以下に主な要望と対応（案）を示す。

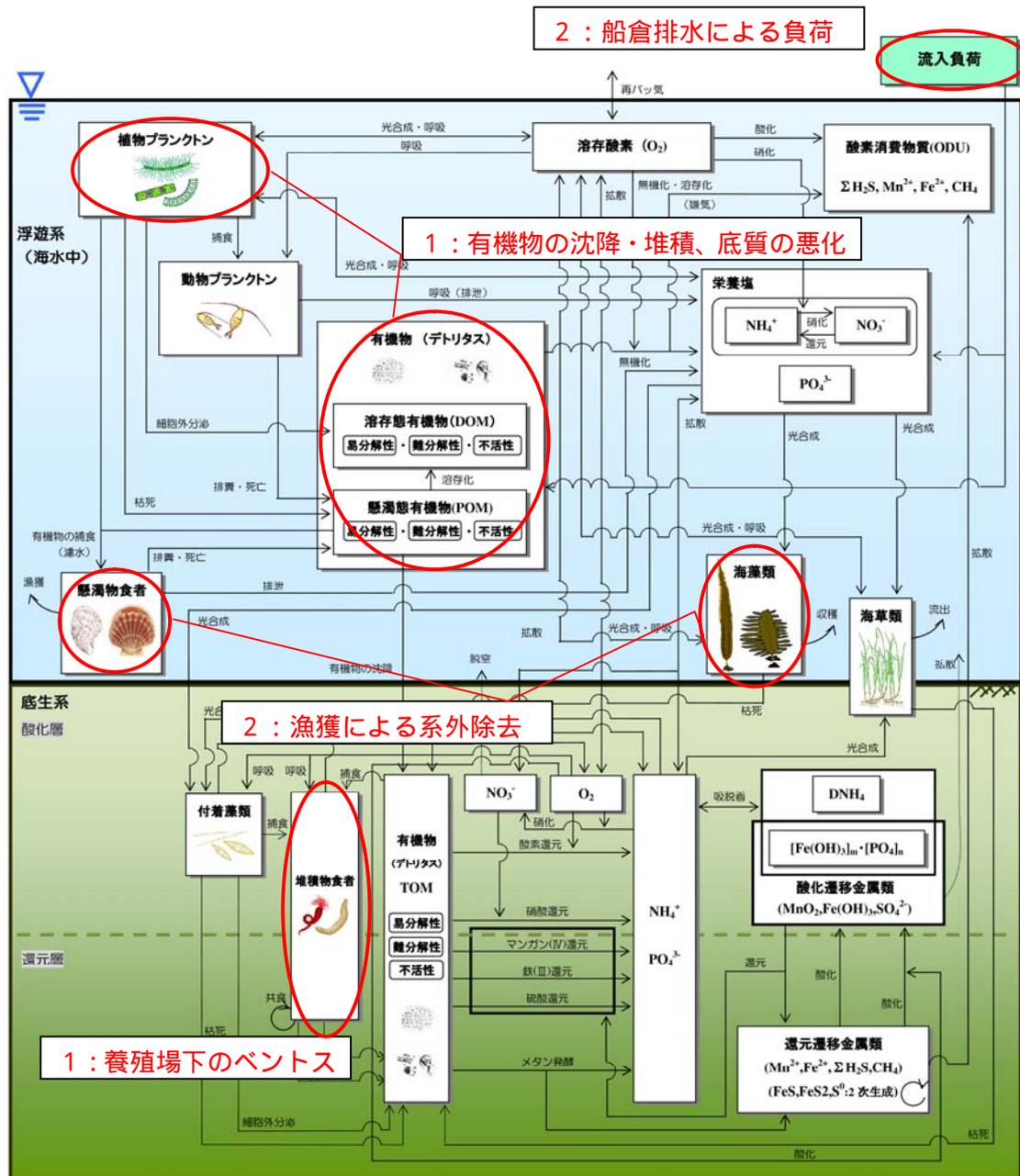
表 1.1 気仙沼湾地域検討委員会からの主な要望と対応（案）

要望	対応案	備考
今後検討する方策の効果検証：実証試験の結果を基に、規模を拡大して実施した場合の方策の効果等の検討を行いたい。	時間経過による効果の程度も踏まえた計算を行う。 (P.4)	
現状の物質循環の把握：資料収集や現地調査等では把握しきれない、物質循環の現状についてモデルから把握したい。	季節変化や水域区別の物質量や物質循環量などに留意し計算を行い、結果を整理する。(P.416)	
負荷、要因等の抜け落ちのチェック：現状の物質循環モデルでうまく表現できない部分については、モデルの前提とした負荷や要因以外に重要な要因が抜けている可能性もある。このようなこれまで認識されていなかった負荷源や物質循環に係る事象のチェックを行いたい。	現地調査や既存資料調査により得られたパラメータを用いて現況再現を行うが、特に現況再現でうまく表現できない部分について情報を提供する。	地域検討委員会で船倉排水による負荷が無視できない可能性が指摘されているところであり、必要に応じて船倉排水による負荷の影響を考慮した計算を行うにあたっては、船倉排水の水質や量についての情報を提供いただく必要がある。
底質悪化機構(負荷となる物質の移動状況)の解明：湾中央~湾奥で底質が汚濁しており、一部では現在でも悪化する傾向もみられている。陸域からの負荷や二枚貝養殖場に集積する負荷の流入等について、負荷の移動状況の解析を行いたい。解析結果から、底質悪化機構の解明や、今後実施する方策について効果的な実施場所の検討に利用したい。	特に湾中央~湾奥の底質の悪化要因を把握することが可能なモデルとする。 (P.4) また、沈降物がどこに着底するかについても整理を行う。	地域検討委員会でカキ養殖場下の底泥が比較的良好な状態であったことについてベントスの影響について指摘されているところであり、必要に応じてカキ養殖場下におけるベントスの影響を考慮した計算を行うにあたっては、ベントスの種や量についての情報を提供いただく必要がある。

2. 気仙沼湾地域における物質循環

地域からのモデルに対する要望とこれまでの検討経緯を踏まえ、気仙沼湾においては特に以下の点に着目して物質循環状況の把握や課題に対する施策の効果等を検討する。

1. 湾中央部～湾奥部での有機物の沈降・堆積、底質悪化（要望 に対応）
2. 水産業による負荷および系外除去の寄与（要望 ・ 、これまでの検討経緯）



注) 図中のストックは物質循環の構成要素を、フローは物質循環の過程を示している。また、赤枠は物質循環状況の把握や課題に対する施策の効果等を検討する上で特に注目しているところを示す。

図 2.1 気仙沼湾地域において着目する物質循環過程 (案)

2-1 流動モデル

地域からのモデルに対する要望および上記の着目点を踏まえ、気仙沼湾地域における流動モデルについて以下の設定を予定している。

表 2.1 気仙沼湾地域で構築する流動モデルの設定（案）

項目	設定内容
再現対象年	2008 年
計算期間	4/1 ~ 3/31 の 1 年間
層分割	13 層 (0-2, 2-4, 4-6, 6-8, 8-10, 10-12, 12-14, 14-16, 16-18, 18-20, 20-25, 25-30, 30m 以深) 地域検討委員会において、成層の表現が重要であるとの意見を受け、表層については層厚を薄くし、層の数を増やすことにより表現できるようにした。
その他	リアス式地形における流れの再現性確保の観点から地形条件の設定を見直した。

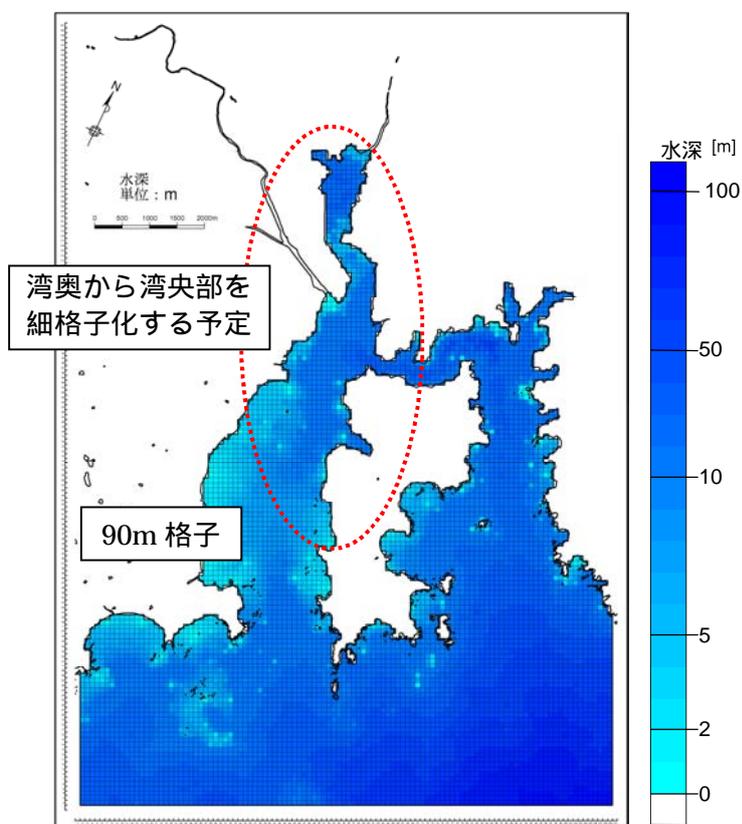


図 2.2 気仙沼湾地域における物質収支モデルの計算範囲と格子設定（案）

2-2 水質 - 底質結合生態系モデル

地域からのモデルに対する要望および上記の着目点を踏まえ、気仙沼湾地域における生態系モデルについて以下の設定を予定している。

- ・流入負荷として、陸域負荷および下水処理場や大規模事業場からの負荷のほか、漁業船舶の船倉排水に伴う負荷を考慮する。
- ・生態系モデルの構成要素として表 2.2 の生物を考慮する。

表 2.2 気仙沼湾地域で構築する生態系モデルで考慮する生物（案）

構成要素	対象とする生物
植物プランクトン	珪藻類
動物プランクトン	カイアシ類
海藻類 (SWD)	コンブ、ワカメ
海草類 (SGS)	アマモ
付着藻類(DIA)	付着藻類
懸濁物食者(BSF)	カキ、ホタテ
堆積物食者(BDF)	ベントス

5-2 現時点における各モデル地域における物質循環の特徴

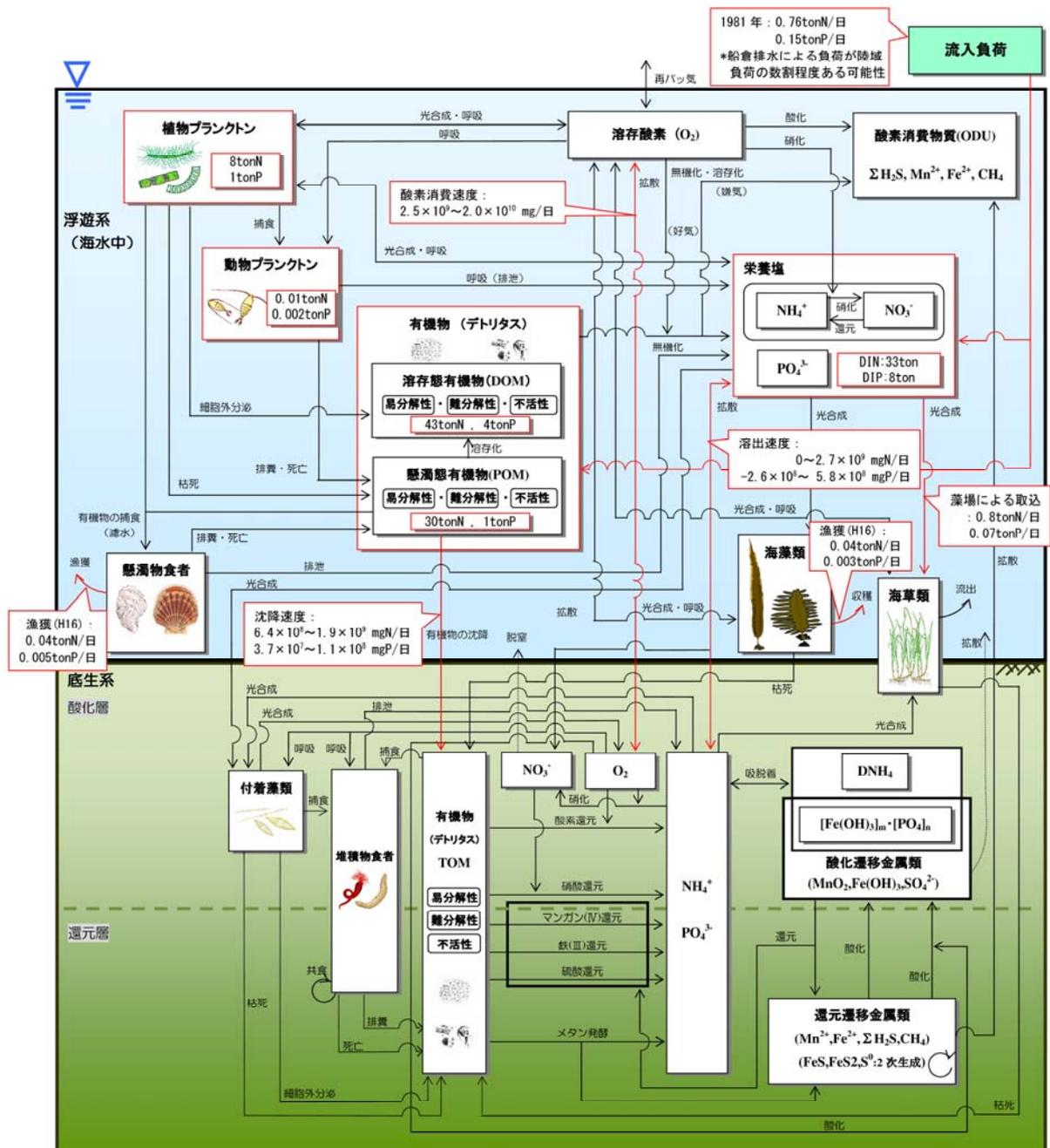
地域検討委員会の資料等から整理した現時点で明らかになっている知見をもとに、各種の仮定に基づいて試算した各地域における物質循環イメージを図 5.1～図 5.3 に示し、また、それらの特徴を表 5.3 に示す。各モデル地域における物質循環の特徴として、次のことが考えられる。

制限栄養塩の観点から、気仙沼湾地域および播磨灘北東部海域では主に窒素が制限になっており、三河湾地域では主にリンが制限になっている可能性が考えられる。また、播磨灘北東部海域においては、河川等からの流入負荷と海域では N/P が異なっており、河川等からの流入の影響や海域における栄養塩類の形態変化が他の海域と異なっている可能性が考えられる。

流入負荷と溶出負荷の関係については、気仙沼湾地域および三河湾地域とも流入負荷と溶出負荷は同程度の可能性が考えられるが、三河湾における窒素負荷については溶出負荷よりも流入負荷が多い可能性が考えられる。

流入負荷に対する漁獲の割合について、気仙沼湾地域では養殖業による取上げ量が、流入負荷量に対して 10%程度に相当しており、流入負荷、溶出負荷のほか船倉排水による負荷、外海からの負荷など想定される多様な栄養塩供給源については、現時点では不明である。

また、三河湾地域においては、アサリ漁獲量による取上げ量は、流入負荷量に対して 1%に満たないが、三河湾地域は多種多様な漁業が営まれている地域であり、アサリ漁獲以外の漁業を含めるとどの程度となるか現時点では不明である。



- ・気仙沼湾の面積は26.3km²、容積は0.4km³として算出した。
- ・植物プランクトン、有機物、栄養塩のN、Pは現地調査(9/30)のクロロフィルa濃度より算出した。
- ・動物プランクトンのN、Pは大鏡湾での既存調査^{※1}(1978年9月、10月の平均)の出現個体数を元に、伊勢湾での動物プランクトンの個体数と炭素量との比率^{※2}から炭素量に換算し、炭素量から算出した。
- ・沈降速度のN、Pは現地調査(9/30)の値より算出した。
- ・漁獲のN、Pは地域検討委員会で収集した資料の値より算出した。

※1: 『日本全国沿岸海洋誌』(日本海洋学会、沿岸海洋研究部会、沿岸海洋誌編集委員会、1987年)

※2: 『1995年5月～1996年3月の伊勢湾における細菌、Synechococcus、ANF、HNF、植物プランクトン、ネット動物プランクトンの変動と相互の関係』(海洋理工学会誌 Vol.6, No.1&2、福岡真樹、畑 恭子、中田喜三郎、2002年)

注) 図中の数字は、現時点の知見をもとに各種の仮定に基づいて試算したものであり、参考である。

図 5.1 気仙沼湾地域における物質循環イメージ

今後の予定

本年度の今後の予定は以下のとおりである。

ヘルシープラン策定要領について

ヘルシープラン策定要領骨子（案）について記載すべき内容について整理を行い第3回検討委員会（3月中旬予定）にお示しする。

物質収支モデルについて

三河湾については、今回参考として紹介した計算実行結果の精度向上を図り、気仙沼湾、播磨灘北東部海域については、流動モデル及び水質 - 底質結合（生態系）モデルのベースモデルの結果をお示しする。

来年度計画について

統括検討委員会が来年度に実施すべき内容（案）及び地域WGの来年度の実施計画（案）も含めたスケジュール（案）を作成し、第3回検討委員会にお示しする。

参考までに、今度3年間の作業計画イメージを表に示す。

表 1 平成 22 年度以降の作業計画イメージ

年度	月	業務内容					
		本検討委員会での作業	モデル地域での主な作業（想定）				
平成 22 年度	4	検討委員会設置					
	5	<ul style="list-style-type: none"> ・推進すべき活動、有効な実施方策、環境改善技術の動向等整理 ・モデル地域の調査方針検討 	物質収支モデルの計算条件検討 → 委員会(6/17) (調査方針)	地域 WG 設置			
	6			夏季調査			
	7	<ul style="list-style-type: none"> ・モデル地域の調査計画取りまとめ 	物質収支モデルの構築	秋季調査			
	8			調査結果報告 実証試験案検討			
	9	<ul style="list-style-type: none"> ・ヘルシープラン策定要領の骨子（案） ・モデル地域での調査結果取りまとめ ・実証試験案取りまとめ ・次年度の計画作成 	・次年度の計画作成	委員会(1/27)	1月冬季調査		
	10			委員会(3月中旬)	冬季調査結果報告 実証試験案報告		
	11						
	12						
	平成 23 年度	4	<ul style="list-style-type: none"> ・秋季、冬季の調査結果解析 ・モデル地域で不足している情報等検討 ・実証試験案の有効性について既存事例等から検証 	物質収支モデルの改良 実証試験案による効果の程度検証	委員会(6月)	5月春季調査	
5		委員会(9月) (実証試験の効果)			実証試験		
6							
7		・次年度の計画作成			・次年度の計画作成	委員会(3月)	
8							
9							
平成 24 年度		4	<ul style="list-style-type: none"> ・海域ヘルシープラン策定要領の作成 	物質収支モデルの改良	委員会(6月)	実証試験	
		5			・実証試験スケール、大規模スケールの感度解析	委員会 10月	モデル地域のヘルシープラン策定
		6					
		7					
	8						
	9	シンポジウム開催					
	10						
	11						
	12						
1							
2							
3							

 : 栄養塩管理方策の検討
 : 物質収支モデルの構築
 : 委員会