

## 本年度の海域の物質循環健全化計画の検討方針

### 1. 業務の実施方法

#### 1-1 業務の基本方針

本業務は、全国の閉鎖性海域における栄養塩類の循環バランスを回復あるいは向上させるための具体的な行動計画（**海域ヘルシープラン**）を確立し、**豊かで健全な海域環境の構築に資する**ことを目的として実施する。

本業務の全体過程は、平成 22 年度から平成 24 年度にかけての 3 年計画で海域のヘルシープランの確立を目指すものであり、本年度は 2 年目の検討にあたる。

これまでの検討内容は表 1 に示すとおりであり、平成 21 年度に統括検討委員会の意見を踏まえて、全国の閉鎖性海域の特徴を「物質循環の円滑さ」と「生態系の安定性」の観点から全国の閉鎖性海域を類型化し、各類型の特徴を代表し、全国の閉鎖性海域のモデルとなるような 3 地域（気仙沼湾、三河湾、播磨灘北東部海域）が選定された。

平成 22 年度は、「統括検討委員会」における意見を踏まえながら、物質収支モデルのベースモデル構築、モデル地域の検討やヘルシープラン策定要領骨子(案)の検討等、「ヘルシープラン」策定に向けての各種検討が行われた。

また、それぞれのモデル地域においては「地域検討委員会」が立ち上げられ、現地調査等による必要な情報の整理・解析が行われ、物質循環の課題の解決に向けた検討が進められた。

表 1 本業務の主な全体過程

年度	統括検討委員会での主な作業	地域検討委員会での主な作業
H21	<ul style="list-style-type: none"> <li>閉鎖性海域の類型化</li> <li>モデル地域の公募、選定</li> <li>モデル地域の物質循環健全化の基本方針、調査計画等作成</li> </ul>	
H22	<ul style="list-style-type: none"> <li>モデル地域の調査方針等検討・助言</li> <li>ヘルシープラン策定要領の骨子(案)作成</li> <li>物質収支モデルのベースモデル構築</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査、現地調査</li> <li>栄養塩類の循環バランス向上対策検討(実証試験案の検討)</li> </ul>
H23 (本年度)	<ul style="list-style-type: none"> <li>栄養塩類管理方策の検討</li> <li>物質収支モデルの精度向上・解析</li> <li>ヘルシープラン策定要領(案)作成</li> <li>追加するモデル地域の選定、調査計画等作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査、現地調査</li> <li>実証試験の実施</li> <li>地域懇談会の開催</li> <li>ヘルシープラン(案)の検討</li> </ul>
H24 (想定)	<ul style="list-style-type: none"> <li>栄養塩類管理方策の検討</li> <li>物質収支モデルの精度向上・解析</li> <li>ヘルシープラン策定要領の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既存資料調査、現地調査(必要に応じ)</li> <li>実証試験の実施(必要に応じ)</li> <li>地域のヘルシープランの作成</li> </ul>
⋮	⋮	⋮

注 ←→ : 統括検討委員会と地域検討委員会での情報提供等の連携を行うことを示している。

以上のような全体過程を踏まえ、本年度は以下の基本方針により業務を遂行する。

### (1) 検討2年目地域(三河湾、播磨灘北東部海域)に関する検討

#### 栄養塩類管理方策の検討

海域の健全性については、昨年度の統括検討委員会で検討された、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが健全であること」を軸として栄養塩管理方策の検討を行う。

本年度の検討においては、各海域の現地調査結果を踏まえ、健全な海域の実現に資する物質循環状況について解析するとともに、ベースとなる各海域共通の物質循環状況を表現する手法について検討を行い、とりまとめるものとする。

#### 物質収支モデルによる検討

モデル地域では、来年度に地域のヘルシープランを策定する必要がある。ヘルシープランには、どのような対策を講じて物質循環の向上を目指すか記載することとなるため、**現在の物質循環の状態の把握及び対策を講じた場合の効果**について把握する必要がある。

そのために精度向上を図った物質収支モデルにより、モデル地域の海域の物質収支の現状の把握、対策効果の解析を行い、地域検討委員会に提示する。

### (2) 追加検討(1年目)地域に関する検討

#### 調査対象地域の選定

平成21年度に用いた手法を基本として、「物質循環の円滑さ」と「生態系の安定性」からなる**海域の類型化の観点**や**地域の取り組み意欲等の観点**等から追加検討地域の選定を行う。

#### 栄養塩類管理方策の検討

平成21年度に用いた手法を基本として、栄養塩類管理方策の検討を行う。

で選定した地域について、応募資料等をベースにして、地域に生じている障害、その原因等を把握し、**健全化に向けた基本方針を決定**する。この基本方針に基づき、健全化に必要と考えられる環境情報のうち既存資料では不明な事項を抽出し、**調査・検討方針の骨子の検討**を行う。

#### 物質収支モデルの構築

追加地域の物質循環の現状を把握し、で検討した栄養塩類の管理方策を検討するため、**栄養塩類の循環状況を再現**できる流動モデル及び生態系モデルからなる物質収支モデルの構築を行う。

### (3) 取りまとめ(連携・統括)

モデル地域では、物質循環の健全化に向けた対策の検討を行う予定であり、検討に際しては物質収支モデルによる計算結果も参考とする。そのため、**地域検討委員会と連携**し、業務を遂行する。

また、地域検討委員会での検討結果も参考としながら、昨年度作成された「ヘルシープラン策定要領骨子(案)」について、内容の充実を図り「**ヘルシープラン策定要領(案)**」を作成する。

## 2. 検討 2 年目地域（三河湾、播磨灘北東部海域）に関する検討

### 2-1 物質循環状況の解明

#### 【物質循環状況の解明の検討方針】

モデル地域の栄養塩類循環状況は、平成 22 年度の検討において、基本的な部分は定量的に解析されている。内湾の栄養塩類の循環状況についてみると、河川（流域を含む）・湾口からの流出入といった水としての直接の移行の他、水域内での生物生産過程における循環並びに循環過程における漁獲・大型魚類・鳥類の捕食による系外への移行、海底への沈降・堆積（条件によっては海底から水中への回帰）など、生物との関わりの中で循環をする。

この物質循環状況は、内湾に共通する仕組みであるが、内湾の容量や閉鎖度、河川から流入する栄養塩類の形態、生態系等によって、それぞれ固有の特徴があるものと考えられる。

平成 22 年度の検討においては、各モデル海域の物質循環の概況について解析した上で、各海域において方策検討を行う上で、重要な要素について、定量化・モデル化を進めるための現地調査等を企画しており、必要な現地調査等は、本年度に実施することとされている。

以上を踏まえ、本年度の検討においては、各海域の現地調査等の検討結果を踏まえ、健全な海域の実現方策の検討に資する物質循環状況について解析するとともに、ベースとなる各海域共通の物質循環状況を表現する手法について検討を行い、とりまとめるものとする。

#### 【作業手順】

陸域と海域を含む地域一体としての物質循環状況を明らかにするために、陸域から海域への物質循環のフロー図を作成し、物質循環の全体像を把握する。

フロー図は昨年度に三河湾地域で検討された図 1 のフローをベースとして、陸域・海域における物質循環に関する移行や蓄積を網羅的に整理する。

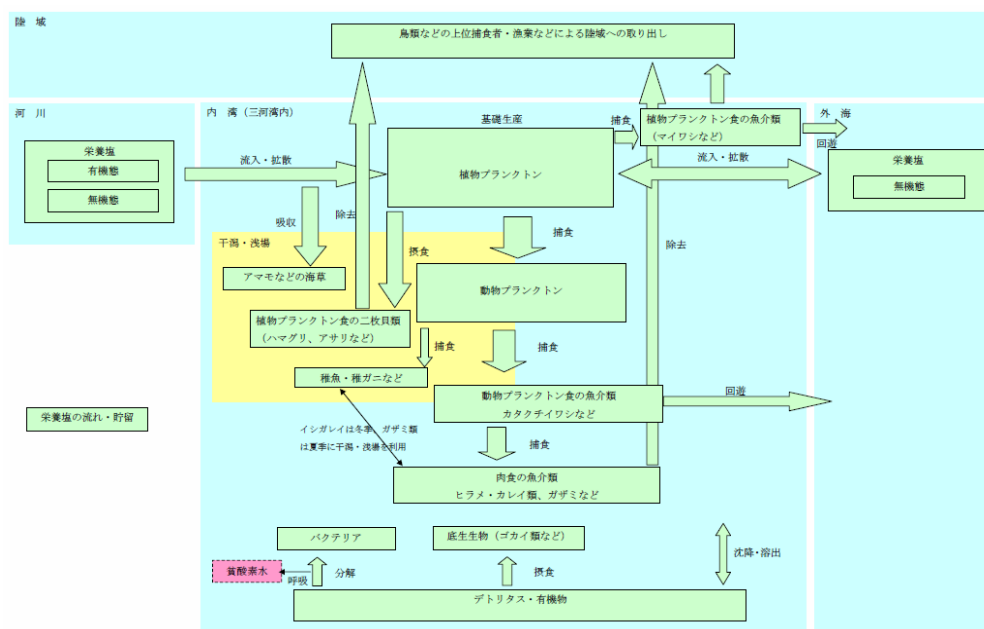


図 1 物質循環のフロー図のイメージ

整理したフロー図から、各モデル地域について、**将来対策を施す上で重要と考えられるフローやストック**に係る項目を抽出する。抽出した項目について、各地域検討において解析される「地域の栄養塩類循環状況」を基本情報として、栄養塩類の移行量、蓄積量等をフロー図に追加することにより、**定量的な地域の物質循環状況のフロー図**を作成する。

フロー図に移行量や蓄積量等を追加する際に、各地域で解析された基本情報では不足する情報があると分かった場合には、その情報を「**不足する情報**」として抽出し、その内容を地域検討委員会に示す。

地域検討委員会で不足する情報が収集された場合には、それらの情報もフロー図に追加し、陸域と海域を含めた地域一体としての物質循環状況を明らかにする。

**海域内での物質循環をクローズアップすると**、昨年度、図2のような栄養塩類の循環状況を定量的に示すフロー図が示されている。

昨年度の段階では、既存資料によりフロー図が示されているが、調査された年代や場所等が異なっている部分もあることから、本年度は精度を向上させた物質収支モデルの計算結果を用いて、図2の精度を向上させて、**視覚的に分かりやすいフロー図**を作成し、海域内での物質循環状況を明らかにする。

【物質循環状況を解明する上での地域の特性、課題】

・三河湾地域について

三河湾の物質循環の課題としては、海域内で食物連鎖の上位生物に利用されない**植物プランクトン**が海底へ沈降・堆積し、**貧酸素水の発生を助長**することによって、食物連鎖による栄養塩類の循環を弱くしていることが挙げられている。

不足する情報としては、上位生物に利用されない**ピコ・ナノプランクトン**の総量やベントスの水深や季節等による変化等が挙げられており、これらの情報については、地域検討委員会との連携を図り情報収集に努めて、モデルの精度向上を図った上で、物質循環状況の解明を行う。

・播磨灘北東部海域について

播磨灘北東部海域の物質循環の特性としては、**陸域・海域の栄養塩類の偏在化**が挙げられている。例えば、陸域では管理状況の変化により、ため池の栄養塩濃度が増加することによりアオコが発生し、海域では港湾内(浅場)において、陸域からの栄養塩類の流入と海水の滞留により環境が悪化しているが、沿岸～沖合では隣接する湾灘からの栄養塩の流入の減少により**基礎生産力が低下**している。

不足する情報としては、陸域からの栄養塩の負荷量と海域への拡散状況等であり、これらの情報については、地域検討委員会との連携を図り情報収集に努めて、モデルの精度向上を図った上で、物質循環状況の解明を行う。

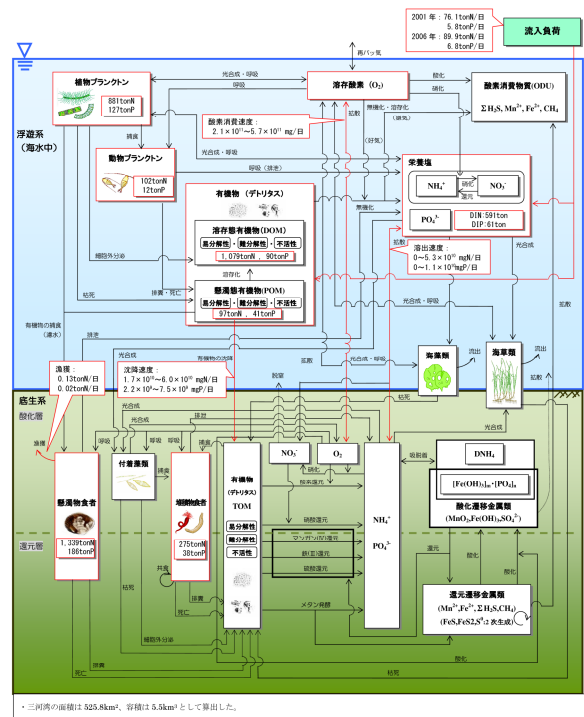


図2 物質循環状況 (三河湾の例)

## 2-2 海域の健全性評価基準の検討

### 【海域の健全性評価基準の検討方針】

海域の健全性については、昨年度の統括検討委員会で検討された、「再生産可能な生物資源を生み出す海の仕組みが健全であること」を軸として検討を行う。

「(1)物質循環状況の解明」にも記したとおり、海域の物質循環についてみると、河川(流域を含む)・湾口からの流出入といった水としての直接の移行の他、水域内での生物生産過程における循環並びに循環過程における漁獲・大型魚類・鳥類の捕食による系外への移行、海底への沈降・堆積(条件によっては海底から水中への回帰)など、**生物や底質等の要素との関わりの中で循環**をする。

この**要素間のバランスが崩れ**、物質の循環に滞りが生じること等により、赤潮の発生や貧酸素水等が発生する等、生物の再生産に影響を及ぼすような**不健全な事象が発生**する。

また、逆に必要な栄養塩類が供給されない場合には、基礎生産が制限され高次の生態系への循環量が小さくなり貧弱な生態系となってしまうことも考えられる。

以上を踏まえ、**海域の健全性評価基準の検討においては、要素間のバランスに着目**することが基本となると考える。

また、物質循環に係わる要素の移行量や蓄積量は、自然変動により絶えず変化し動的平衡にある。そのため、健全性の評価の基準に用いるデータとしては、**変動の幅や長期間での変化・累積**についても考慮して検討することが重要であると考ええる。

一方で、夏場の貧酸素や冬場の栄養塩不足など、一時的に健全性が損なわれている海域も考えられる。この場合には短期的なデータを用いた基準についても検討する必要があると考ええる。

以上を踏まえると、海域の健全性評価基準は、**要素間のバランスに着目した基準**(恒久的なバランス向上対策)と**生じている障害を回避・低減するための基準**(対処療法的なバランスの向上対策)の**2通りの基準を検討**する必要があると考ええる。

### 【検討手順】

「(1)物質循環状況の解明」に示した図1や図2のような**物質循環全体のフロー図**を作成する。物質循環に係る要素間のバランスの現状について把握した上で、想定される指標及び基準の検討を行う。

恒久的なバランス向上対策に対応した指標(例)

#### ・栄養塩の各要素への配分バランス

栄養塩が多様な要素(生物)に配分され、利用されることは、物質がある特定の要素に偏るよりは、海域は健全であると推測される。

#### ・植物プランクトンから動物プランクトンへの転換効率

栄養塩がより高次の生態系に循環していくことは、物質循環の健全性を考える上で重要であると考ええる。基礎生産(植物プランクトン)が、どの程度高次の生態系に利用されているか把握する指標として、転換効率を用いることは出来ないか。

#### ・有機物の難分解性、易分解性の比率

海域に流入する有機物のうち難分解性の成分が多い場合には、基礎生産者が利用しにくい状態となり、基礎生産力が弱まるとともに、高次の生態系に循環する物質循環も弱まると推測される。

- ・ C:N:P の比率

植物プランクトンが取り込む C,N,P の比率は一定（106：16：1）とされており、このバランスが崩れると、基礎生産力が弱まるおそれがある。

- ・ 負荷滞留濃度

海域に負荷される栄養塩の量が湾のもつ許容量（地形や海水交換量等に起因する）を超える場合には、過剰な栄養塩のストックが生じると推測される。

- ・ 底質への沈降・溶出の収支量

底質からの溶出に比べ、沈降量が多い場合には、栄養塩が水中で高次の生態系に利用されておらず、物質が健全に循環していないおそれがある。

ここでは、健全性の基準として、ある時間断面での要素間の比率に着目して例を示した。

健全性の基準は、要素間の比率だけではなく、ある変化が海域に生じた際、もとに戻ろうとする「緩衝力」や「復元力」といった観点からの検討も考えられる。

対処療法的な対策を講じた場合の指標（例）

- ・ 底層の溶存酸素濃度

底層が貧酸素化し、生物の再生産に影響が及んでいるような場合には、生物が生存可能な溶存酸素濃度を指標と出来るのではないか。

- ・ 赤潮の規模

赤潮の発生が必ずしも不健全とは言えないが、漁業被害等が発生している場合には、赤潮の規模（範囲や継続期間等）を指標と出来るのではないか。

以上のような要素間のバランス等の検討を踏まえ、物質収支モデルによる「感度解析」等の手法を用いることにより、円滑な物質循環が成立する条件下での栄養塩濃度や蓄積量等を解析する。

（例：負荷される栄養塩量の幅を変えた計算や、有機物の難分解性と易分解性の割合を変えた計算を行うことにより、その変化が、物質循環バランスのどこにどの程度影響を及ぼすのかを把握する。）

## 2-3 物質収支モデルの精度向上

### 【物質収支モデルの精度向上の検討方針】

モデル地域では、来年度に地域のヘルシープランを策定する必要がある。ヘルシープランには、どのような対策を講じて物質循環の向上を目指すか記載することとなるため、現在の物質循環がどのような状態であり、対策を講じた場合どのような効果があるのかを把握する必要がある。

そのために物質収支モデルにより、**モデル地域の海域の物質収支の現状の把握、対策効果の解析**を行う必要がある。

本年度は、昨年度構築された物質収支モデルをベースとして、**、** の検討に有効となるような物質収支モデルの精度向上を行うことを検討方針とする。

### 【作業手順】

昨年度構築されたモデルは、流動を計算する「流動モデル」と、水質を計算する「水質 - 底質結合生態系モデル」に2つのモデルから構成されている。

物質収支モデルの精度向上はこの2つのモデルそれぞれについて、精度向上を行う必要があると考える。

精度向上の基礎的考え方は、昨年度の統括検討委員会から出されている意見等も参考として表2のとおりとする。

表2 精度向上対策

海域	モデル地域の海域の物質収支の現状の把握のための精度向上	対策効果の解析のための精度向上
三河湾	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風や日照等を計算範囲全域で一定として与えていたが、<b>地域による分布の違い</b>を与える</li> <li>・<b>ナノ・ピコプランクトン</b>の追加およびベントスをメイオベントスとマクロベントスに区分する</li> <li>・2009年に計算境界付近で観測された値を考慮し現況再現性を向上する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実証試験で得られる、<b>水域毎のプランクトンの増殖速度等</b>の違いを加える</li> </ul>
播磨灘北東部海域	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風や日照等を計算範囲全域で一定として与えていたが、<b>地域による分布の違い</b>を与える</li> <li>・潮流の大きさが観測値よりも小さい場所があるため、パラメータチューニングを行う</li> <li>・計算の境界付近に水質の分布を与える</li> <li>・<b>ノリによる栄養塩の取り込み</b>を加える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・河川からの流入条件を変える対策が考えられているため、900m格子で表現している播磨灘北東部海域について加古川等流入する河川を適切に表現できるよう<b>格子の細格子化</b>を行う</li> </ul>

## 2-4 対策効果の解析、評価

### 【対策効果の解析、評価の検討方針】

対策効果の解析・評価は、「(2) 海域の健全性評価基準の検討」において検討される、海域の健全性評価基準の検討において、各地域で重要と考えられる物質循環状況を表す評価基準を用い、「(3) 物質収支モデルの精度向上」において精度向上が図られた物質収支モデルの計算結果から、対策効果による物質循環バランスの変化の程度について検討を行う考えである。

物質循環の健全化を目指す上で講じる対策については、大きく以下の2つの視点があると考ええる。

**海域の体質自体を改善することによる、恒久的なバランス向上対策**  
**海域において生じている障害を取り除く、対処療法的なバランス向上対策**

例えば、としては、海域の基礎生産力に着目した陸域負荷の調整等が考えられ、としては、浚渫や覆砂（干潟や藻場造成による一時的な効果を含む）等による底質改善等の対策が考えられる。

ヘルシープランの目的は、社会経済活動、自然条件の変化等によりバランスが損なわれた栄養塩類の循環を、陸域・海域一体となった効率的かつ効果的な栄養塩類の管理方を明らかにすることにある。

そのため、対策効果の検討においては、持続性のある向上対策の検討が望まれるため、の視点に着目した解析、評価を行うことを基本とし、地域の解析要望と合わせて地域検討委員会に提示する。

### 【作業手順】

地域検討委員会からは、昨年度の段階で対策（案）の要望が示されている。この対策（案）について物質収支モデルを用いて計算を行い、計算結果を地域検討委員会に示す。

地域検討委員会では、この結果を基に、効果の検証と有効性の評価が検討される。検討の結果、新たな対策が提示された場合には、その対策について計算を行い、**地域検討委員会とのフィードバックを行いながら対策効果の解析、評価**を行う。

昨年度の検討における各モデル地域での解析要望と、その対応の基本的な考え方は以下のとおりと考える。

### 【三河湾の解析要望】

昨年度の地域検討委員会から出された主な解析要望は以下のとおりである。

- 1．健全と想定されているかつての三河湾（1960年代）と現状の三河湾との違いの把握
- 2．現状の三河湾において環境因子を変化させた場合や**環境因子同士の組み合わせあるいは組み合わせる順番**を変化させた場合の物質循環の応答の把握
- 3．これまで様々な検討や対策が講じられてきたが不健全な事象が継続しており、これまであまり評価されてこなかった**ナノ・ピコプランクトンやメイオベントスの役割**の検討



表 3 三河湾の解析要望とその対応案

要望	対応案
現状と 1960 年頃の三河湾（健全な姿と想定）の物質循環を比較して、変化が生じている箇所の解明。	「（２）海域の健全性評価基準の検討」で検討した基準を基本として対策効果の解析を行う。
現状の三河湾に対して、干潟・浅場造成、藻場造成、河川流量の増加などの環境変化因子を変化させた場合に生じる循環状況の変化、また、変化因子の順序や組み合わせを変化させて計算してほしい。	例えば、 <b>植物プランクトンから動物プランクトンへの転換効率</b> について、現状と現在の地形に干潟等を造成した場合の比較を行い、どの程度効率が上がったかなどについて解析・評価を行う。
ナノ・ピコプランクトン、メイオベントス等のこれまで評価されてこなかった微小生物を通した物質循環を考慮して計算してほしい。	ナノ・ピコプランクトン、メイオベントス等の微小生物について、現地調査や実証試験が行われることから、これらの結果を考慮したモデルを作成する。そのうえで <b>ナノ・ピコプランクトンにどの程度栄養塩類が循環しているのか</b> を把握する。

【播磨灘北東部海域の解析要望】

昨年度の地域検討委員会から出された主な解析要望は以下のとおりである。

- 1．陸域および海域（水中）における栄養塩類の偏在の解消
- 2．海水交換の促進効果の検討

表 4 播磨灘北東部海域の解析要望とその対応案

要望	対応案
港湾内は富栄養、沖合は貧栄養となっている環境を改善するため、加古川の河川水を泊川に流し、海水交換を促進する方法と、泊川の河川水を加古川に流し海水交換を促進する方法のどちらが海水交換の促進効果が大きいか計算してほしい。	沖合との海水交換を適切に計算できるように、瀬戸内海東部を広く計算領域とした上で、加古川や泊川周辺は、格子を細かくして計算を行う。 <b>港湾内の栄養塩類の濃度の比較</b> により、どちらの方法が海水交換の促進効果が大きかったかについて評価する。
人為的に管理可能な排水処理等による海域への栄養塩濃度の変化を計算してほしい。	河川等の自然負荷のほか、人為的に管理可能な排水による負荷を考慮できるモデルとする。 単に、沖合の栄養塩濃度が高くなったか否かを評価するのみでなく、 <b>沖合の基礎生産力が向上したか否か</b> についても評価する。

### 3. 追加検討（1年目）地域に関する検討

#### 3-1 追加調査対象地域の選定

##### 【追加調査対象地域の選定の検討方針】

追加調査対象地域の選定は、全国の閉鎖性海域で物質循環の健全化を検討する上で参考とできるような、閉鎖性海域が持つ特徴を有している地域を選定することが望ましい。

また、選定に際しては、現に検討中の地域の特徴も勘案して上で選定する事を基本とする。

選定の方法は、平成 21 年度にモデル地域の選定の際に使用された方法を基本として行い、以下の事項を勘案する。

「物質循環の円滑さ」と「生態系の安定性」に区分された類型の代表性

地域の物質循環健全化に対する取り組み意欲

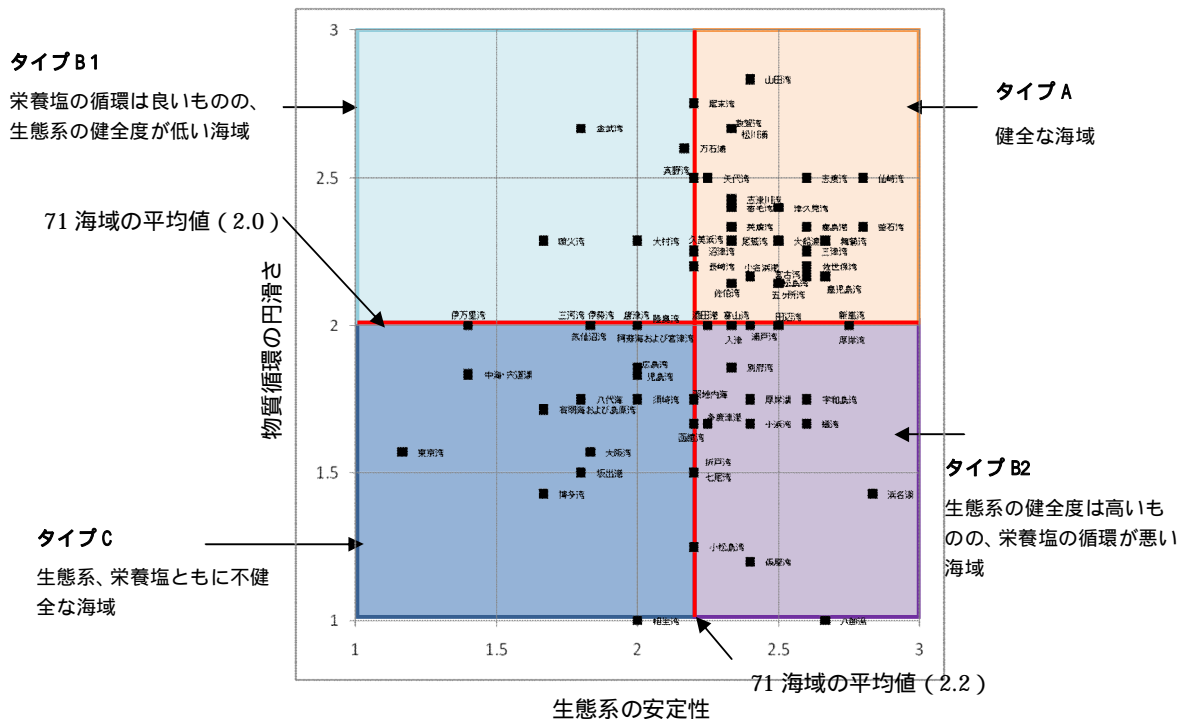
現に検討中の地域の特徴との違い

調査の実施可能性

##### 【作業手順】

「物質循環の円滑さ」と「生態系の安定性」に区分された類型の代表性について

海健康診断の対象 71 海域から「生態系の安定性」と「物質循環の円滑さ」を軸として分類された、平成 21 年度の類型区分の結果を利用する（図 3）。



地域の物質循環健全化に対する取り組み意欲について

地域の物質循環健全化に対する取り組み意欲も事業を進める上で重要であることから、平成 21 年度

に応募してきた海域を基本とし、その海域が、図3のどのタイプに位置する海域が再度確認する。  
現に検討中の地域の特徴との違いについて

現に検討中の地域である三河湾及び播磨灘北東部海域とは異なるタイプに位置する海域を選定することを基本とする。

調査の実施可能性について

同じタイプに複数の海域が該当した場合には、以下の視点及び平成21年度の委員の意見も総合的に勘案して、モデル地域を選定する。

障害の程度

- ・常態化しているか
- ・経済的損失の大きさ
- ・複数の障害が重複して発生しているか
- ・特に注目すべき障害がみられているか

他の地域への波及効果

- ・閉鎖性海域における一般的な物質循環系を備えていそうか（陸域からの流入負荷、海域での生産など）

検討の有効性

- ・人為的に改善できそうか
- ・解消・軽減対策の効果が見込めそうか
- ・地元において活発な海の環境への取組みがなされているか（特に多様な主体の連携がみられるか）

以上～の検討を行い、追加検討地域を選定する。

平成21年度に応募してきた海域の分類結果は、図4のとおりであり、現に検討が行われている三河湾及び播磨灘北東部海域は、物質循環の円滑さが悪く、生態系の安定性も不安定であるタイプCに属しており、追加調査対象地域はタイプC以外から選定することが望ましいと考えられる。

平成21年度に応募があった海域では、タイプB1には気仙沼湾、屋島湾、志度湾及び三津湾が分類され、タイプが不明瞭な海域として大村湾、内海湾及び児島湾周辺域が挙げられている。

これらの海域について、表5のようなモデル地区選定の重み付けの集計が行われている。

また、平成21年度の統括検討委員会において、「児島湾は、栄養塩不足が問題となる近隣海域の一番の原因となる海湾であるので、タイプ不明瞭であるが次点としてでも残しておく。」とあるが、当該海域は、すでにモデル地区となっている播磨灘北東部海域の近傍であり、物質循環の課題や改善対策も播磨灘北東部海域と同様な内容になると考えられる。

以上のような、現に検討が行われている海域との関係についても留意して追加地域を選定する必要がある。

【参考図】

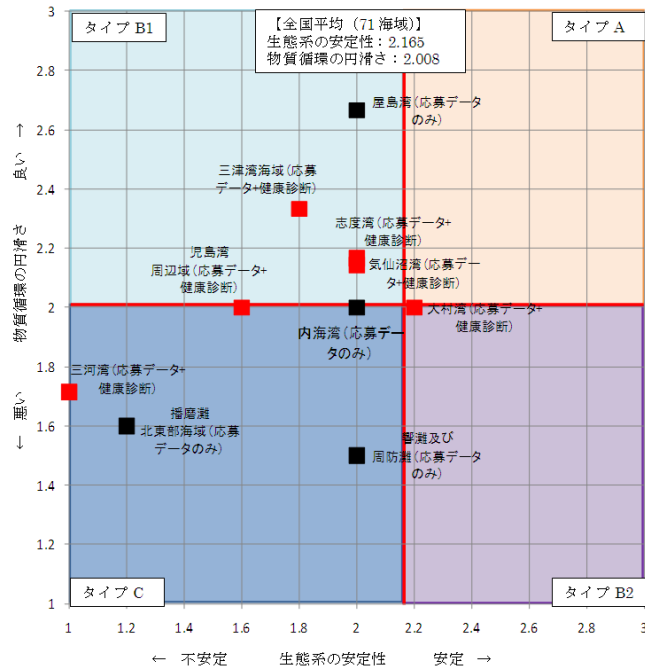


図 4 応募地域の類型区分図

表 5 各海域の集計結果

視点		各海域の類型	タイプ B1				タイプ不明瞭		
			気仙沼湾	屋島湾	志度湾	三津湾海域	大村湾	内海湾	児島湾周辺域
障害の程度	常態化しているか		3	1	1	0	2		2
	経済的損失の大きさ		0	0	0		0	0	0
	複数の障害が重複して発生しているか		2	2	2	2	3	2	2
小計			5	3	3	2	5	3	4
他の地域への波及効果	閉鎖性海域における一般的な物質循環系を備えていそうか(陸域からの流入負荷、海域での消費など)		2	2	2	2	2	2	2
	各タイプの特徴が明瞭であるか		2	2	2	2	1	1	1
小計			4	4	4	4		3	3
検討の有効性	人為的に改善できそうか		2		2	2		2	
	解消・軽減対策の効果が見込めそうか		2	2	2	2	1		2
	地元において活発な海の環境への取組がなされているか		3	3	3	2	2	3	2
小計			7	7	7		5	7	6
合計			16	14	14	12	13	13	13

注：表中の点数が高いほど、モデル地区の候補として望ましい海域とされている。

### 3-2 追加地域に関する栄養塩類管理方策の検討

#### 【追加地域に関する栄養塩類管理方策の検討方針】

「(5) 追加調査対象地域の選定」で選定された地域の栄養塩類管理方策を検討するためには、まず、この地域での栄養塩類の循環状況を把握し、不健全な事象を把握する必要がある。

これらの状況を把握した上で、不健全な事象が生じている原因となっている、物質循環の課題はどこにあるのか、この課題を解消する管理方策はどのようなものが考えられるのか等について検討を行う。

#### 【作業手順】

地域の概要の把握：応募資料等の既存資料により、地域で生じている障害、原因、既往の対策等について整理する。

課題に対する現状認識：環境の変化の変遷を踏まえ、いつごろにどのような課題が生じており、現状ではどのようになっているのかを整理し、生じている課題のインパクトレスポンスフロー図にまとめる。

健全化に向けての基本方針：課題が生じているフローが推測できたところで、課題を改善する基本方針を定める。

調査検討すべき事項：フローが推測できたものの、既存資料では不明確な点を抽出し、必要な調査項目・方法の検討を行う。

これまでに行われている既往の環境改善技術から抽出された課題に対する施策を整理し、地域検討委員会に管理方策(案)として示す。

想定される管理方策の例としては以下のようなものが考えられる

1. 水産業(養殖業)を軸とした管理方策(下図の○部分)
2. 河川水(陸域負荷)を軸とした管理方策(下図の○部分)
3. アサリ等の生物の生息に配慮した底質改善を軸とした管理方策(下図の○部分)



図5 想定される管理方策イメージ

### 【管理方策の検討方法】

追加された地域の特徴を検討した上で想定される管理方策を抽出し、**技術の熟度**（研究段階、実証段階、実用段階）、**期待される効果、経済性等の観点から追加された地域で適用可能性が考えられる管理方策の候補の検討**を行う。

（今年度）

- ・全国で行われている物質循環を向上させるための方策に係る既往事例や研究について整理を行い、モデル地域で行う実証試験や調査の際に利用できるデータベース的な資料を作成する（昨年度の成果を活用する）
- ・物質循環の管理方策の検討に必要な基礎的な知見（例えば、流況、窒素・リンの濃度等）について情報を整理し、ベースとなる物質循環モデルを構築する上で不足する調査項目の検討を行う。
- ・上記取りまとめを行い、早急に追加地域での現地調査が実施できるよう現地調査方針を決定する。

（次年度以降）

- ・現地調査結果等から、栄養塩類の循環状況を解析し、管理方策を検討するに当たり不足するデータを抽出し、必要な場合には調査方法等の検討を行う。
- ・現地調査結果、実証試験結果、物質収支モデルでの予測結果等を踏まえ、円滑な栄養塩類の循環に係わる要因を抽出する。
- ・全国の閉鎖性海域に適用可能な管理方策（ヘルシープラン）を確立するため、追加地域のヘルシープラン策定時に生じた課題についても整理を行い、各自治体等が地域のヘルシープランを策定する上で留意すべき点として整理を行う。

### 3-3 追加地域に関する物質収支モデルの構築

#### 【追加地域に関する物質収支モデルの構築の検討方針】

追加地域の物質循環の現状を把握し、物質循環の向上対策を検討するため、栄養塩類の循環状況を再現できる物質収支モデルを構築する。

海域における物質（窒素やリンといった栄養塩類等）は、**流動や拡散による物理的な輸送と食物連鎖等に基づく生物・化学的な相互作用**によって循環しており、その循環の健全さは、「生態系の安定性（物質循環のバランスが安定していること）」と「物質循環の円滑さ（物質循環に滞りが無いこと）」の観点でとらえることができるため、これらを表現できる物質収支モデルとする。

#### 【作業手順】

追加地域における栄養塩類の循環を再現し、循環を向上させる対策の効果を定量的に評価する物質収支モデルは次の2つのサブモデルから構成する。

1. 海域内外の物質輸送の基礎となる流れ・海水交換を再現する**流動モデル**
2. 海域における水質・底質・海生生物の相互作用を再現する**生態系モデル**

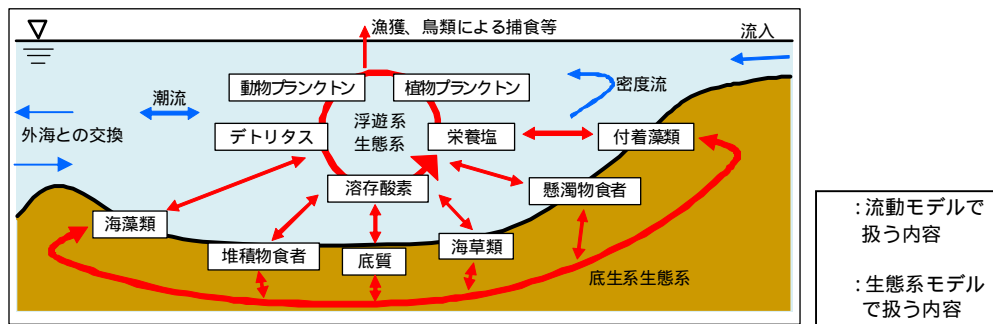


図6 構築するモデルイメージ

#### 流動モデルの基本的な考え方

閉鎖性海域においては、河川の流入に伴う**エスチュアリー循環**や湾口を通じた周辺海域との**海水交換**が物質の物理的な輸送を考える上で重要である。そこで、これらの現象を表現でき、閉鎖性海域や沿岸域において多数の実績がある多層モデルを採用する。

#### 生態系モデルの基本的な考え方

海域の物質循環は、水中や底泥中での窒素やリン等の動向や基礎生産、漁獲による除去に加え、貧酸素や青潮の発生要因であるDOや硫化水素といった指標についても検討可能とする必要がある。

また、生態系モデルは、生態系を構成する水質・底質・海生生物の**相互作用や食物連鎖等の関係を窒素およびリン、炭素の生体元素で表現できるモデル**であるが、循環を向上させる対策を講じた場合の水質・底質等の変化とそれらがもたらす波及効果、及び波及効果の連鎖による正のスパイラルについても定量的に評価できるものとする。

### 物質収支モデルの構築方法

物質収支モデルの構築にあたって、本年度はベースモデルを構築し、次年度以降、対象とする追加地域にあわせて、海域の特徴を考慮した物質循環を向上させる対策を検討できるモデルとして改良するとともに、精度の向上を図る。

具体的には、流動モデルは、対象とする海域によって異なる空間スケールや周辺海域との接し方に対応して効率的かつ詳細に計算できるように、図7に示すように外海から検討海域へ段階的に格子サイズを変化させて外海との海水交換等を考慮しつつ検討海域では実証試験のスケールに応じた詳細な検討を行うことが可能なモデルとして構築する。

また、生態系モデルでは、検討海域の特徴に応じて、二枚貝としてアサリあるいはカキ、また海藻類としてノリあるいはワカメ、コンブといった検討海域に生息する生物をモデルの構成要素として考慮できるモデルとする。

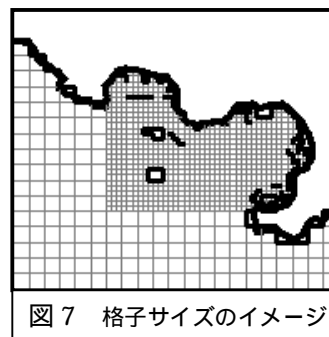


図7 格子サイズのイメージ



#### 4. 検討委員会の設置・運営

##### 【統括検討委員会の委員構成】

統括検討委員会の委員構成は、以下のとおりである。

表 6 委員構成（敬称略 五十音順）

氏名	所属・役職	備考
鈴木 輝明	名城大学大学院 特任教授	昨年度三河湾地域検討委員会の委員
寺島 紘士	海洋政策研究財団 常務理事	昨年度統括検討委員会の委員
中田 喜三郎	名城大学大学院 特任教授	昨年度三河湾地域検討委員会の座長
中田 英昭	長崎大学 教授	昨年度統括検討委員会の委員
西村 修	東北大学大学院 教授	昨年度気仙沼湾地域検討委員会の座長
藤原 建紀	京都大学大学院 教授	昨年度播磨灘北東部地域検討委員会の座長
松田 治	広島大学 名誉教授	昨年度統括検討委員会の座長
山本 民次	広島大学大学院 教授	追加調査地域の有識者

##### 【開催時期及び議事内容】

開催時期及び議事内容は以下のとおりと考える。

表 7 統括検討委員会の開催時期及び議事内容

回数	時期	議事内容
第1回	7月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域検討委員会の調査・実証試験計画への助言</li> <li>・モデル解析結果による地域の物質循環の報告</li> <li>・追加調査対象地域の検討</li> <li>・ヘルシープラン策定要領（案）原案の検討</li> </ul>
第2回	10月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海域の健全性基準の指標の検討</li> <li>・地域検討委員会の調査・実証試験結果への助言</li> <li>・地域の管理方策（案）の物質モデルでの効果検討</li> <li>・ヘルシープラン策定要領（案）の検討</li> </ul>
第3回	3月	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海域の健全性基準の考え方の検討</li> <li>・地域検討委員会の調査・実証検討結果への助言</li> <li>・管理方策（案）のモデル解析結果報告</li> <li>・追加地域のモデルによる解析結果報告</li> <li>・ヘルシープラン策定要領（案）修正版の検討</li> </ul>

## 5. 業務の実施計画

時 期	内 容	
	統括検討委員会での作業	地域検討委員会での作業
6月	統括検討委員会設置	
7月	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域の栄養塩類循環状況検討及び不足項目検討</li> <li>追加調査地域の検討</li> <li>ヘルシープラン策定要領(案)原案作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>物質収支モデルの精度向上</li> </ul>
8月	<ul style="list-style-type: none"> <li>海域の健全性基準の指標検討</li> <li>地域検討委員会の調査・実証試験の助言</li> <li>ヘルシープラン策定要領(案)作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域の管理方策(案)の物質モデルでの効果検討</li> <li>追加地域の物質収支ベースモデル作成</li> </ul>
9月		<ul style="list-style-type: none"> <li>委員会(7月)</li> </ul>
10月		<ul style="list-style-type: none"> <li>栄養塩類の循環状況、不足する項目等報告等</li> <li>管理方策(案)の効果結果報告等</li> <li>委員会(10月)</li> </ul>
11月	<ul style="list-style-type: none"> <li>海域の健全性基準の考え方の検討</li> <li>地域検討委員会の調査・実証試験の助言</li> <li>ヘルシープラン策定要領(案)修正版作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域の管理方策(案)のモデル解析</li> <li>追加地域の物質収支ベースモデル作成</li> </ul>
12月		
1月		<ul style="list-style-type: none"> <li>管理方策の結果報告等</li> </ul>
2月		
3月	<ul style="list-style-type: none"> <li>報告書取りまとめ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>委員会(3月)</li> </ul>

注 地域検討委員会との作業の連携は、随時行うこととする。