

## 栄養塩類循環バランス向上対策の検討

播磨灘北東部地域における栄養塩類の循環バランスを回復・向上させる対策について検討を行い、物質収支モデルを用いたシミュレーションを実施する対策と現地に適用して行う対策（実証試験）を抽出する。抽出した対策について、播磨灘北東部地域の健全性向上の観点や実現可能性等から効果の検証と有効性の評価を行い、地域として取り組む対策の方針案を示すこととする。

委員の皆様には対策の抽出方法とシミュレーションを実施する対策の抽出とシミュレーションの内容、実証試験を実施する事業場の選定、対策効果の検証方法についてご意見を頂きたい。また、民間事業場に対してヒアリングの実施を予定しておりその内容についてもご意見を頂きたい。

### 1 栄養塩類循環バランス向上対策の抽出

#### 1.1 検討の流れ

今年度の栄養塩類循環バランス向上対策の検討の流れとしては図 1 に示すようなフローを考えている。

- I：昨年度（平成 22 年度）に検討した当海域の問題と課題の確認
- II：上記の課題、問題を解消あるいは緩和するための対策の列挙と対策の絞り込み（シミュレーションを実施する対策と実証試験を実施する対策の決定）
- III：シミュレーション結果についての効果の検証と有効性の評価を実施（効果の検証方法と有効性の評価方法についても検討する）
- IV：実証試験実施と結果についての効果の検証（効果の検証方法についても検討する）
- V：地域として取り組む対策の方針案の決定（ヘルシープランを作成を念頭に置いた検討を実施する）

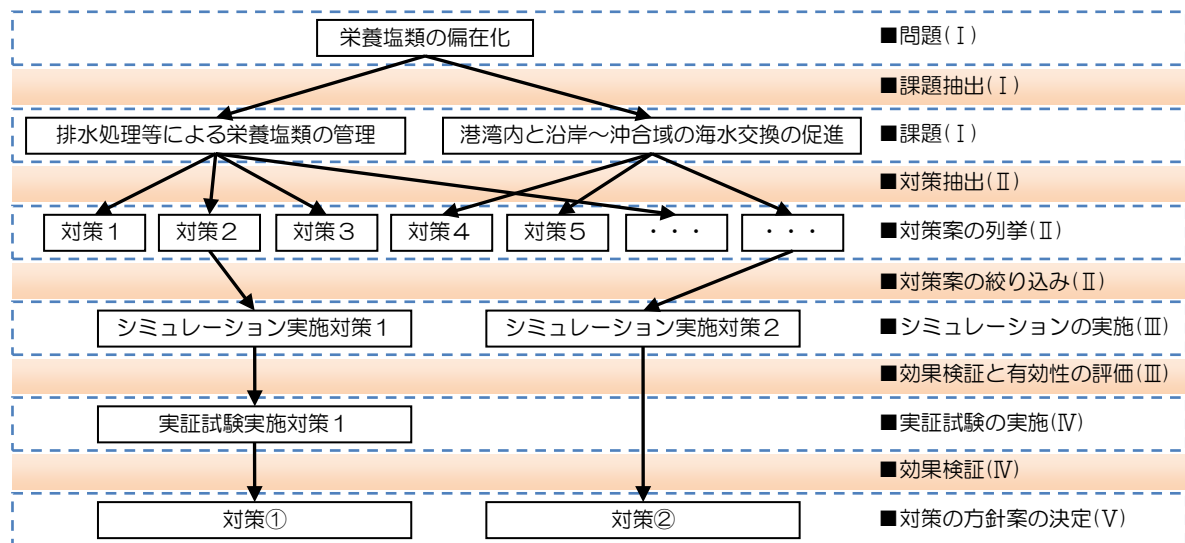


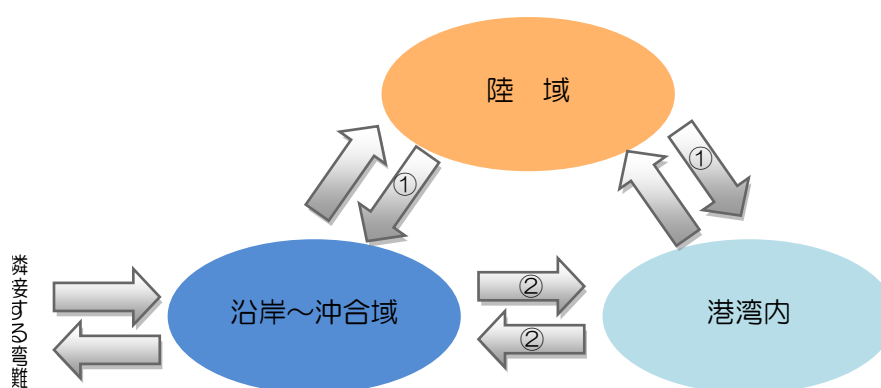
図 1 栄養塩類循環バランス向上対策検討フロー（例）

## 1.2 播磨灘北東部地域における問題

平成 22 年度の検討の結果、播磨灘北東部地域では臨海部に位置する事業場からの栄養塩類負荷が陸域負荷に占める割合として大きいことや、沿岸～沖合域の栄養塩類濃度が低く基礎生産力が落ちた状態である一方で、港湾内の止水域等においては富栄養化が一因とみられる底層の低酸素化等の環境悪化が生じていることが明らかになった。

当海域では加古川や事業場からの栄養塩類の供給量が多いにも関わらず、このような栄養塩類の偏在化が生じていることから、それら陸域から供給された栄養塩類が円滑に沿岸～沖合域に広がらず港湾内に留まっているものと考えられた。

よって、播磨灘北東部海域における栄養塩類の循環バランス向上対策については、図 2 に示すように港湾内と沿岸～沖合域の水交換を促進させるとともに、栄養塩類負荷が管理可能な事業場等の排水を有効に利用することが重要であるとみられる。



- ①：人為的に制御可能な排水処理等による栄養塩類の管理
- ②：河川等を利用した港湾内と沿岸～沖合域の海水交換の促進

図 2 播磨灘北東部地域の物質循環のイメージと対策実施箇所

## 1.3 対策案の列挙

1.2 に挙げた問題事象を解決、あるいは緩和するための方法として適しているとみられる対策を表 1 に示す。表 1 にはそれぞれの対策についての特徴、長所・短所、当地域での実現可能性について記載している。

表 1 栄養塩類循環バランス向上対策案

対策箇所	対策名	特徴	長所・短所	実現可能性	シミュレーション	実証試験
①	下水処理場の窒素排出量増加運転	通常高度処理を実施し排水中の栄養塩類を減らしているが、冬季に硝化抑制・脱窒抑制運転を実施することにより排水中の窒素濃度を上げる。	【長所】排水処理系統が民間事業場の工場排水の処理に比べて比較的単純であるため、濃度の制御がしやすい。また公共の施設であるため実施の管理がしやすい。当海域の窒素排出量上位の事業場は下水処理場が多いため対策の効果が大きいとみられる。 【短所】スカムの発生や BOD・大腸菌数の増加を招くことがあり、その際、薬剤の投入等により処理費用が増加する場合がある。	加古川下流浄化センターや二見浄化センターでは試験的に既に実施されているため、対策として今後も継続的に実施できる可能性があり、実証試験を実施する対策として適しているとみられる。	○	○
	民間事業場の窒素排出量増加運転	臨海部に多く立地する民間事業場の排水の栄養塩類濃度を上げるにより、広域的に基礎生産力の増加が期待できる。	【長所】当海域では、1日当たりの窒素負荷量が1事業場で加古川と同等の負荷量を有している事業場がある等、民間事業場の負荷量の割合が高い。 【短所】排水処理系統が複雑であり設備的に困難が多い。また、排水基準や総量規制基準の遵守を行政に指導されているため、リスクを伴う運転を避ける傾向にある。基準値を超過した際の責任の所在も問題となる。	左記に示したような短所があるため、実現には行政の支援や法改正等がなければ実施が難しいとみられる。そのため、当業務の中で実証試験として実施することは困難と考えられる。	△	×
	ため池の底さらい（池干し）	冬季にため池の水を抜く池干しの実施により、池に溜まった底泥や水に含まれる栄養分が河川や海域に供給される。	【長所】農業者と漁業者が協働で実施している取り組みもあり、一般市民へのキャンペーン効果が大きい。河川、海域に栄養を供給するとともにため池の維持管理にも良い。 【短所】池の管理主体の高齢化や権利等の問題により池干しを実施できる池が限定的である。また、播磨地域にはため池が多く存在するものの、池干しの実施による海域への栄養塩類の供給量は下水処理場による栄養塩類負荷と比較して少ない。	ため池管理者と漁業者、行政による検討会が設置され既に池干しの取り組みが実施されている。 対策効果の調査において海域の栄養塩濃度の変化を捉えられない可能性があり、実証試験の対象とする対策としては不適とみられる。	×	×
	ダム放流	ダムに溜まった栄養分を排出するために追加放流を実施し、これにより河川、海域に通常時以上の栄養分を供給する。	【長所】加古川水系にはかんがい用水や水道用水、工業用水を目的に大型のダムが作られており、1箇所当たりの栄養の貯蓄量はため池よりも大きい。また、放流はダム管理事務所によって管理されており、放流量等の制御が可能である。 【短所】水利権が複雑である。放流により河川水が増加するため安全面の調整が必要である。渇水時には放流が実施できない。	平成20年に平荘ダム、平成21年に糍屋ダムにおいて試験放流が実施されたが、ダムや河川の水利権が複雑であり調整に時間を要する。そのため、当業務の中で試験的に放流を実施することは困難であると考えられる。	×	×
②	加古川の河川水を泊川河口沖水路に導入	ポンプを使用することにより、加古川の河川水を泊川河口沖水路に放水し、エスチュアリー循環流を促進させることにより富栄養の港湾内の海水と貧栄養用の沿岸～沖合域の海水の交換を増加させる。	【長所】海水交換について潮汐の作用と連動させることにより相乗効果があるとみられる。また、大掛かりな設備の建設ではなく、簡易なポンプの稼働で効果が得られると考えられる。 【短所】河川水の放流先が移動することになるため、法律等の規制の問題や加古川流域協議会との調整も必要であるとみられ、実現には時間を要する可能性がある。	河川水を導入することより流量が変化することから、その影響について十分な検討が必要である。また、河川域への設置であれば水利権等の調査が必要であり、今年度内に実証試験を行うことは難しいとみられる。当海域での検討実績がないため、周辺への悪影響がないか事前にシミュレーション等で確認する必要がある。	○	×
	泊川河口沖水路の水を加古川に導入	ポンプを使用することにより、富栄養の泊川河口沖水路の水を加古川に放水し、加古川の流れの勢いを利用して放水した富栄養水を拡散させる。	【長所】加古川の流れを利用することから、少ないエネルギー（電気代等費用が安価）で広域に港湾内の富栄養水を拡散させることができる。また、港湾奥部の水を取り上げるにより、エスチュアリー循環流を促進させる効果もあるとみられる。 【短所】上記と同様に河川水を利用することから、法律等の規制の問題や加古川流域協議会との調整も必要であるとみられ、実現には時間を要する可能性がある。	上記と同様に河川水を導入することより流量が変化することから、その影響について十分な検討が必要である。また、法律や水利権等の調査が必要であり、今年度内に実証試験を行うことは難しいとみられる。当海域での検討実績がないため、周辺への悪影響がないか事前にシミュレーション等で確認する必要がある。	○	×
	密度流拡散装置による栄養塩類の拡散	港湾奥部において密度流拡散装置を用いて表層水と下層水を同時に取水及び強制混合して密度躍層付近に吐出することによって、吐出水が人工密度流となって広く拡散する。	【長所】攪拌及び揚水による水質改善及び底層の活性化が期待できる。また下層部の栄養塩揚水かつ躍層での拡散による栄養塩拡散機としての可能性がある。設置が比較的容易（手続き、現地での設置）である。 【短所】設置、運転管理の費用が掛かる。船舶を使った動作確認が必要である。	当海域での検討実績がないため、上記と同様に周辺への悪影響がないかシミュレーション等で確認してからでなければ現地に適用できないとみられる。	△	×
	未利用の水路の流れを制御することによる拡散促進	港湾奥部の止水域となっている水路について、潮汐に合わせた水門操作や流れの向きを制御できる特殊なシートを利用することにより、港湾奥部の水を効率的に沿岸～沖合域に拡散させる。	【長所】水門操作については既存の施設が利用でき、シートの利用については安価に実施可能とみられる。同様事例の知見があるため、効果のある程度予測することが出来る。 【短所】対象とする水路においては環境学習の場として利用されており、海水の流れを創出ことには調整が必要となる。また、水門操作について関係機関との調整がいる。	現在水路を環境学習の場として利用されていることから、そこで実証試験を実施することは難しいとみられる。また、上記の他の対策と比べて規模が大きいため調整に時間を要するとみられ、今年度中の実施は困難である。	△	×

※対策箇所（①、②）は P.2 の図 2 に対応している。

①：人為的に制御可能な排水処理等による栄養塩類の管理

②：河川等を利用した港湾内と沿岸～沖合域の海水交換の促進

#### 1.4 対策の抽出

表 1 に列挙した対策案の中から、シミュレーションを実施する対策と実証試験を実施する対策を抽出する。対策の抽出は当地域での対策の実現可能性を考慮するとともにモデル地域の対策として適しているか（他地域の参考となるか）等についても併せて考慮する必要があると考えられる。また、抽出の際に他に考慮すべき事項がないかご意見を伺いたい。

昨年度（平成 22 年度）の検討では「事業場排水の窒素排出量増加運転」と「河川等を利用した港湾内と沿岸～沖合域の海水交換の促進」の二つの対策が挙げられたが、表 1 を踏まえた結果としてこの二つの対策で検討を進めるとした場合、それぞれの具体的な方法について検討する。実証試験についても昨年度の検討と表 1 での検討を踏まえ、実証試験を実施する事業場を具体的に決めることとする。

#### シミュレーションを実施する対策

- 事業場排水の窒素排出量増加運転
  - ・ 事業場の排水負荷をコントロールしやすい施設である。
  - ・ 実証試験実施の協力が得られるとみられる事業場とする（類似試験の実績がある等）。
  - ・ 総量規制や排水規制等の基準値と現状の栄養塩類負荷量について、栄養塩濃度を増やせる余裕がある。⇒これらの条件に適合する事業場は下水処理場（加古川下流浄化センター）が考えられる。
  
- 河川等を利用した港湾内と沿岸～沖合域の海水交換の促進
  - ・ 対策の実現についての諸々の課題と費用等を考慮して、将来的な実現可能性があると考えられる。
  - ・ シミュレーションでの計算が可能であるとみられる。
  - ・ 河川や港湾内の富栄養水を拡散させる方法として効果が期待できる。⇒これらの条件に適合する対策は「加古川の河川水を泊川河口沖水路に導入する対策」と「泊川河口沖水路の水を加古川に導入する対策」が考えられる。

#### 実証試験を実施する対策

- 事業場排水の窒素排出量増加運転
  - ・ 実証試験を実施する際の費用は、対策の効果を測定するための水質調査分のみであり、対策を実施することによる費用（設置費用、ランニングコスト等）はほとんど発生しないものとする。
  - ・ 対策実施に向けた諸手続きに時間を要しないものとする。
  - ・ 地元自治体や実施主体の協力が得られる見通しがある。
  - ・ 過去に類似の取り組み実績があり、周辺環境等への悪影響が生じないと確認されている対策を抽出する。
  - ・ 統括検討委員会における物質収支モデルの精度向上に反映させるため、シミュレーションによっても対策効果が一定以上見込める。

⇒これらの条件に適合する事業場の対策は下水処理場（加古川下流浄化センター）の窒素排出量増加運転が考えられる。

### 1.5 シミュレーションの計算ケース

「下水処理場（加古川下流浄化センター）の窒素排出量増加運転試験」と「加古川の河川水を泊川河口沖水路に導入する対策」・「泊川河口沖水路の水を加古川に導入する対策」について、シミュレーションによる計算を実施するとした場合の計算ケースを以下に示す。

#### 下水処理場（加古川下流浄化センター）の窒素排出量増加運転試験

加古川下流浄化センターでは冬季に試験的な窒素排出量増加運転を実施しているため、窒素排出量増加運転を実施した場合の通常時と窒素排出量増加運転時の周辺海域における栄養塩類濃度分布の変化、窒素排出量増加運転を実施しなかった場合の周辺海域における栄養塩類濃度分布を確認する。なお、泊川河口近傍には民間事業場（製鉄所）の排水口があり、その影響を無視できないとみられるため、製鉄所の排水口からの排水量、栄養塩類濃度についてもデータを入力することとする。計算は以下の表 2 に示す条件で実施する。

表 2 シミュレーションの計算条件（窒素排出量増加運転試験）

	加古川下流浄化センター	製鉄所排水
計算対象期間	【通常時】3月～12月 【窒素排出量増加運転時】1月～2月	1月～12月（製鉄所は常時通常運転）
流入位置	N34.7321° E134.8118°（泊川河口）	N34.7284° E134.8207°（西排水口）
排水栄養塩類濃度（mg/L）	【通常時】 全窒素、全りん、COD は総量削減制度に係る日観測データを使用する。アンモニア態窒素、硝酸態窒素、亜硝酸態窒素は排水基準用観測データでの全窒素との比と総量規制の日観測データの全窒素の積から算出する。 【窒素排出量増加運転時】 全窒素は通常時の1.4倍、アンモニア態窒素は同様に4.1倍、硝酸態窒素は同様に1.4倍、亜硝酸態窒素は同様に2.0倍。全りん、CODは通常期と同じ濃度。（平成21、22年度の窒素排出量増加運転の実績値より設定）	総量削減制度に係る日観測結果と排水口における測定結果の関係から排水口の毎日の濃度を推定
排水流量（m <sup>3</sup> /日）	特定排出水量	特定排出水量と排水口での排水量の関係から毎日の排水量を推定

※加古川下流浄化センターの総量規制に係る流量・栄養塩類濃度と排水口でのそれは同じとして扱う

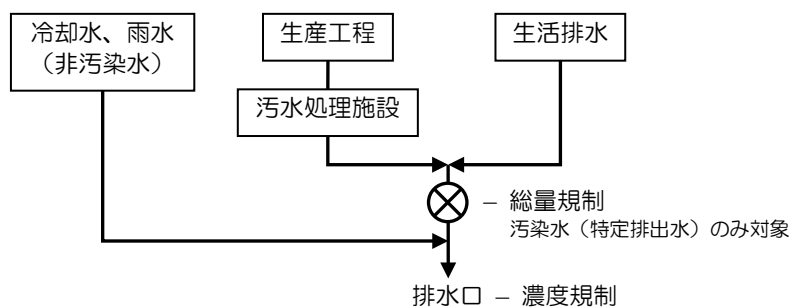


図 3 総量規制と濃度規制の関係図



図 4 加古川下流浄化センターと製鉄所排水口の位置関係

### 河川等を利用した港湾内と沿岸～沖合域の海水交換の促進

「加古川の河川水を泊川河口沖水路に導入する対策」と「泊川河口沖水路の水を加古川に導入する対策」については、流れの向き（加古川→泊川河口沖水路、泊川河口沖水路→加古川）を変化させることでそれぞれの効果が期待できる。計算は以下の表 3 に示す計算条件で実施する。

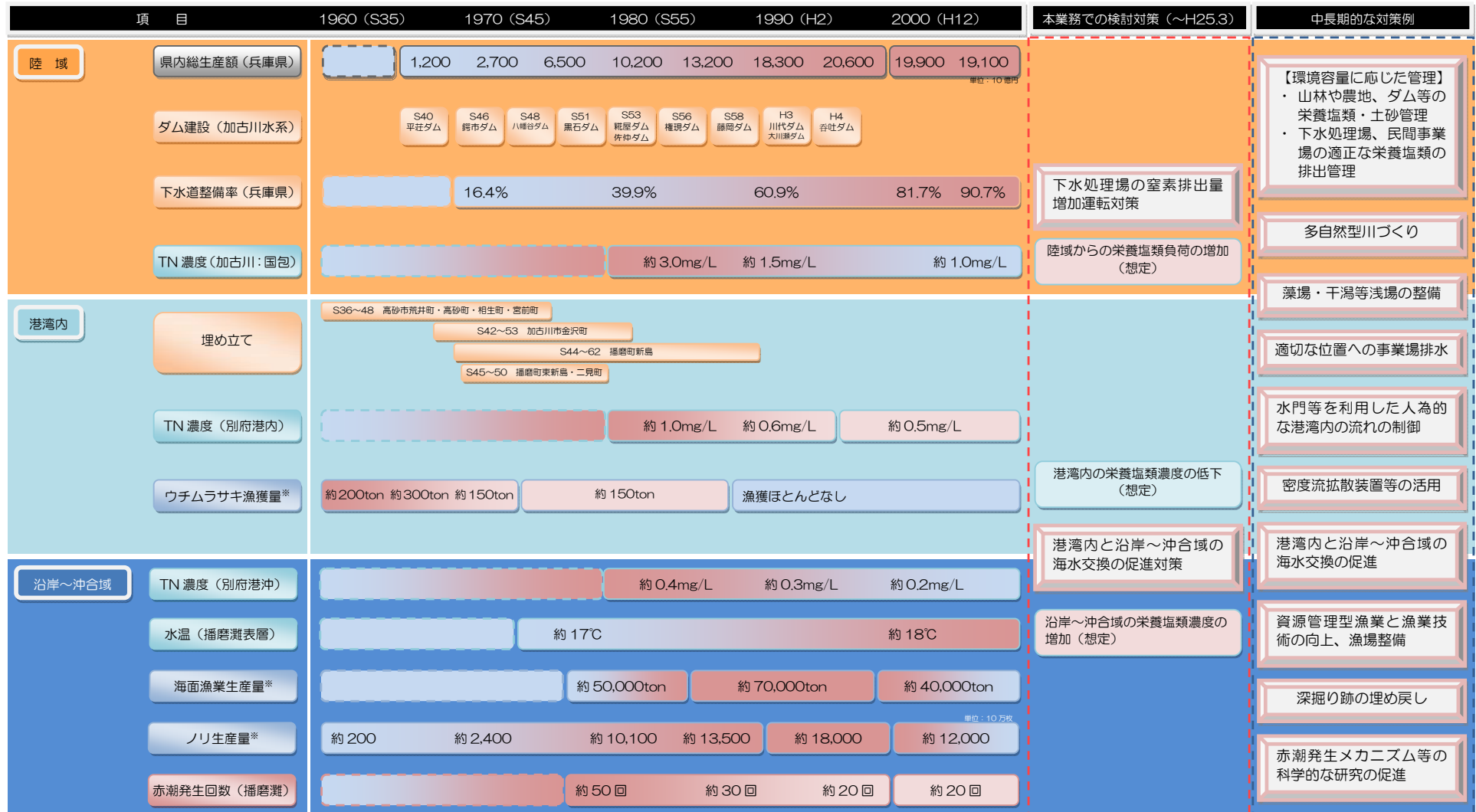
なお、取放水の位置を変化させた場合や潮汐によって流向を変化させた場合、加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転試験と組み合わせる等、計算ケースが多数考えられる。そのため、計算時間等の制約条件について統括検討委員会とも調整したうえで、シミュレーションを実施する計算ケースを決定する。

表 3 シミュレーションの計算条件（河川を利用した水交換）

項目	計算条件
計算対象期間	1月～2月
取放水位置（加古川）	N34.7315° E134.8112°（図 4 中赤両矢印）
取放水位置（泊川河口沖水路）	N34.7314° E134.8118°（図 4 中赤両矢印）
取放水位置（鉛直方向）	取水・放水ともに表層から 0～2m の範囲内
流量	10ton /分
流向	加古川→泊川河口沖水路 泊川河口沖水路→加古川
ポンプ稼働時間	計算対象期間中連続稼働

## 1.6 本業務で対象とする対策の位置付け

陸域と海域一体とした物質循環を検討するうえで当地域として中長期的に必要となってくると考えられる対策の例を図 5 に示す。本業務では物質循環の健全化に向けて地域として取り組む対策の方針案を決定するにあたり将来的なビジョンについても検討するが、実際にシミュレーションや現地実証試験で検証する対策は平成 24 年度までに実施可能な対策である。これらの対策は当地域で必要と考えられる対策の一部ではあるが、当業務の中で科学的に結果を検証することで、今後の検討を進めていくうえでの重要な検討材料になると考えられる。



データなし(調査が実施されていない、未取得等): [ ] ※ウチムラサキ漁獲量: 播磨地区 注) 赤潮発生回数(播磨灘)は、兵庫県、岡山県、徳島県、香川県を含む海域  
 海面漁業生産量: 兵庫県(瀬戸内海区) 出典: 「瀬戸内海と赤潮」(瀬戸内海漁業調整事務所)  
 ノリ生産量: 兵庫県

図 5 本業務での検討対策と中長期的な対策例



## 1.7 事業場の情報収集

播磨灘北東部地域においては、臨海部に位置する民間事業場からの栄養塩類負荷が陸域負荷に占める割合として大きいことが分かっており、民間事業場において排水中の栄養塩類を適正に管理していくことは当海域の健全化を目指すうえで重要と考えられる。

加古川下流浄化センターや二見浄化センター等の公共の下水処理施設では窒素排出量増加運転が試験的に実施されているが、民間の事業場についてはそれらの試験の実施可能性についても把握できていないのが現状である。そのため、民間事業場の排水に関する課題・問題の現状や将来展望についての情報を整理し、今後の検討に資することとする。

情報収集方法としては、播磨灘北東部海域に直接あるいはそれに近い状態で排水する総量規制対象事業場（下水処理場を除く）のうち、窒素・りん負荷量上位 10 事業場程度についてヒアリングを今年度中に実施し、窒素・りん等の排出の状況を把握するとともに、栄養塩類管理運転の可能性や課題等について検討することとする。なお、ヒアリングの結果については、企業名が特定されないように配慮した形で提示する。

民間事業場に対しての質問事項は以下のように考えているが、修正や追加等のご意見を伺いたい。

### 【民間事業場に対してのヒアリング項目（案）】

- ・ 窒素、りんが生じる工程と浄化処理方式
- ・ 負荷量の推移と総量規制基準値等の基準値との関係
- ・ 負荷量の時間変動の特徴（季節変動や年変動）
- ・ 負荷量（排水の栄養塩類濃度）の季節別管理の実施可否と課題
- ・ 規制値の範囲内で負荷量を増やすことのメリットとデメリット
- ・ 排水管理において最も考慮している基準（排水基準、総量規制基準、地域協定での基準等）
- ・ 排水口位置を変更する場合の課題（費用等）
- ・ 海域環境に対する認識
- ・ その他課題、問題等

[ヒアリング項目の設定理由]

### 窒素、りんが生じる工程と浄化処理方式

事業場の業種によっては栄養塩類の発生工程や発生量に特徴があるとみられる。業種毎のそれらの特徴を把握しておくことは、今後の対策を検討についての基礎資料となる。

### 負荷量の推移と総量規制基準値等の基準値との関係

過去からの栄養塩類負荷量と総量規制基準値の差の推移を把握することにより、事業場の栄養塩類増加運転の可能性についての検討材料とする。

### 負荷量の時間変動の特徴（季節変動や年変動）

事業場からの負荷量の時間的な変動の特徴を知り、海域の栄養塩類濃度の変動との関連性を検討するための材料とする。

### 負荷量（排水の栄養塩類濃度）の季節別管理の実施可否と課題

海域の栄養塩類濃度は時間的に変動していることから、海域の生態系にとって栄養塩類が過剰である時期や不足する時期も変化する。そのため、事業場の栄養塩類負荷量を季節的に管理することが技術的、運用的に可能かどうか把握するとともに、季節別管理の実施に対して障害となる事項について調べる。

### 規制値の範囲内で負荷量を増やすことのメリットとデメリット

栄養塩類排出量増加運転を実施する場合の事業場の長所と短所（問題点）を把握し、栄養塩類排出量増加運転の実施可能性について検討する。窒素排出量を増加させる（処理能力を低下させる）ことが処理費用の軽減に繋がる場合もあれば、逆に処理費用が増加する場合もあると考えられる。

### 排水管理において最も考慮している基準（排水基準、総量規制基準、地域協定での基準等）

排水に係る基準としては、水質汚濁防止法に基づく排水基準や府県の上乗せ排水基準、水質汚濁防止法・瀬戸内海環境保全特別措置法に基づく総量規制基準、地元との協定で決められた基準、また下水処理場においては流域別下水道整備総合計画の目標値も存在する。これらの基準値のうち各事業場の排水水質の管理にとって最も影響を与えている基準を調べ、今後の排水管理を検討するうえでの基礎資料とする。

### 排水口位置を変更する場合の課題（費用等）

播磨灘北東部海域等の港湾域において、臨海部に位置する事業場の排水は港湾内に排出されていることが多く、その影響で閉鎖性海域である港湾内では富栄養化が進行し易い状況にある。そこで、一つの対策法として排水口の位置を沖合域に変更する方法が考えられるが、その実現に際しての費用等の課題について整理する。

### 海域環境に対する認識

瀬戸内海においてはかつての富栄養化状態から水質改善が進み、栄養塩類濃度が全体として低くなってきている。そこで、事業場の海域環境の現状認識状況を把握することにより、今後の対策等の検討資料とする。

### その他課題、問題等

上記に挙げた 8 項目以外に、事業場の抱える排水に関する課題や問題がないかを確認する。

## 2 栄養塩類循環バランス向上対策の検証

### 2.1 概要

1.4 で抽出した対策については統括検討委員会においてシミュレーションモデルによる計算が実施される。その計算結果について地域検討委員会で効果の検証と有効性の評価を行い、地域として取り組む対策の方針案を示すこととする。

なお、計算結果が当地域で効果があると判断するためには、事前に各主体が納得できる考え方を整理しておく必要がある。そのため、ここでは「効果の検証」と「有効性の評価」の作業内容を整理する。図 6 に対策検証と有効性の評価（実現可能性等）の作業フロー図を示す。

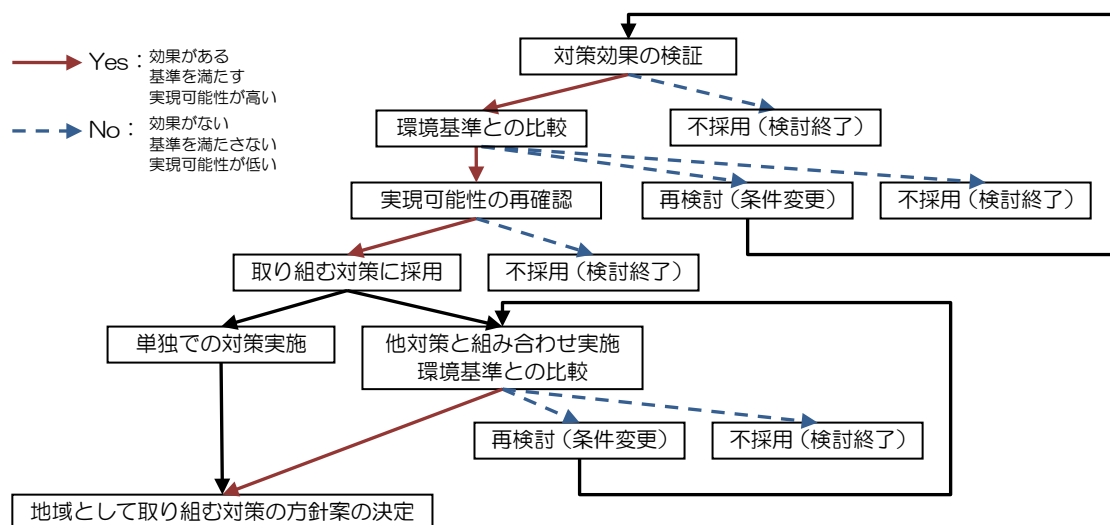


図 6 対策検証と有効性の評価の作業フロー

### 2.2 効果の検証と有効性の評価の方法

効果の検証と有効性の評価は当地域の物質循環健全性向上の観点から実施する。対策効果の検証は表 4 に示す各項目について機能の向上を目指す。効果の検証と有効性の評価についての考え方をそれぞれ以下に示す。また、図 7 に各領域での対策と検証の関係を示す。

#### 効果の検証

##### ○ 生態系の安定性を示す項目

- ・ 夏季に港湾内における底層付近の DO 濃度が増加しているか。

##### [検証方法]

短時間であっても貧酸素状態となると底生生物が死滅するため瞬間値で評価する。

##### [現象の概要]

港湾内と沿岸～沖合域との海水交換の増加により、港湾内の底層付近に高い DO 濃度の水が浸入するとともに、港湾内の栄養塩類濃度が低くなるため植物・動物プランクトンの発生量が減少し、死骸等による有機物の沈降量の減少、有機物分解に伴う酸素消費量の減少

と繋がる。

○ 物質循環の円滑さを示す項目

- 沿岸～沖合域ではクロロフィル a 濃度が上昇し、港湾内ではクロロフィル a 濃度が減少しているか。

[検証方法]

沿岸～沖合域では基礎生産力が低下する冬季、港湾内では水質環境が悪化する夏季の値で評価する。

[現象の概要]

事業場排水の窒素量の増加、港湾内と沿岸～沖合域との海水交換の増加により、沿岸～沖合域の栄養塩類濃度が上昇し、港湾内の栄養塩類濃度が減少する。そのため、沿岸～沖合域の栄養塩類濃度基礎生産力が増加し港湾内の基礎生産力が下がる。

- 栄養塩類の濃度分布について、偏在化が解消・緩和しているか。

[検証方法]

港湾内と沿岸～沖合域との栄養塩類濃度比の変化で評価する。また、各対策により供給された栄養塩類について、窒素排出量増加運転では沿岸～沖合域での増加運転起源の栄養塩類濃度の変化を把握し、海水交換の促進対策では沿岸～沖合域において港湾内起源の栄養塩類濃度、港湾において沿岸～沖合域起源の栄養塩類濃度の変化を把握することにより、対策の効果を検証する。

[現象の概要]

事業場排水の窒素量の増加、港湾内と沿岸～沖合域との海水交換の増加により、沿岸～沖合域の栄養塩類濃度が上昇し、港湾内の栄養塩類濃度が減少する。

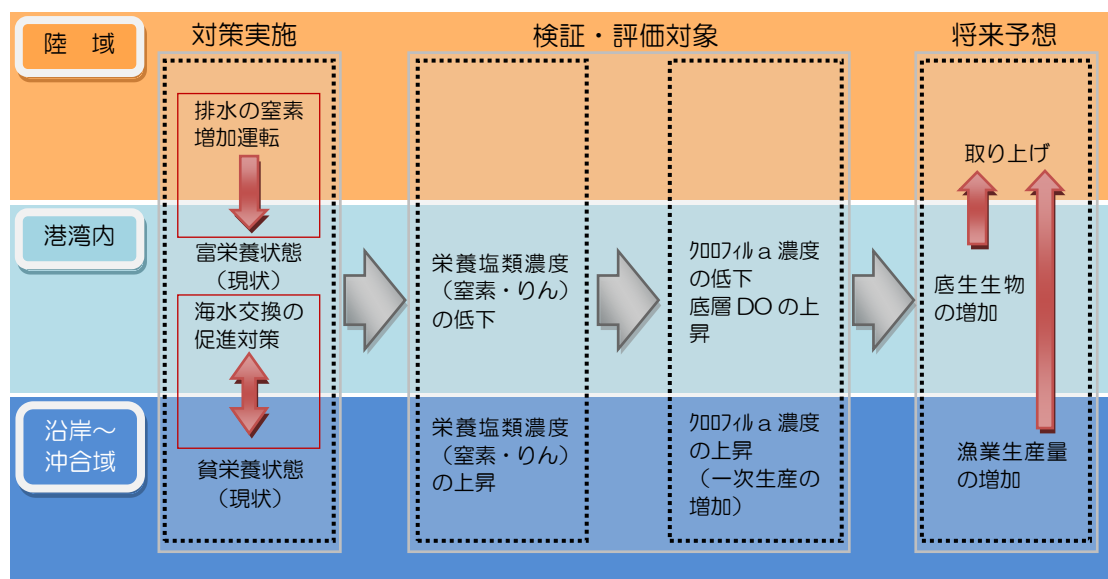


図 7 各領域での対策と検証の関係

## 有効性の評価

- ・ 地域の関係者の合意が得られ、今後地域として継続的に対策を実施することが可能であること。
- ・ 法規制の範囲内で対策を実施しても、十分な効果が表れていること。
- ・ 事業場については、対策の実施による費用負担の増加がなく、また本来事業の操業に影響がないこと。
- ・ 対策の実施により沿岸～沖合域では栄養塩類濃度の増加が予想されるが、計算により予測された栄養塩類濃度が環境基準を満たしていること。
- ・ 物理化学的な変化により、漁業や港湾利用者に対して悪影響が生じないこと。

表 4 対策の実施により期待される効果

項目	評価因子	効果	
生態系の安定性を示す項目	生物組成	漁獲生物の変化、生息種の変化	
	生息空間	藻場干潟面積の変化、人工海岸の割合	
	生息環境	<b>貧酸素水</b>	
物質循環の円滑さを示す項目	基礎生産	<b>クロロフィル a</b>	
	負荷・海水交換	<b>栄養塩類の濃度分布</b>	
	堆積・分解	底質環境、 <b>貧酸素水の出現状況</b>	
	除去（漁獲）	底生魚介類[カレイ、二枚貝（ウチムラサキ）]、ノリの生産量	

※太字は本業務で抽出した対策の効果を評価する項目

赤矢印は対策の実施により評価因子の向上が期待できる項目

緑矢印は対策の実施によっても評価因子が変化しないとみられる項目

## 2.3 検討材料

対策の効果の検証や有効性の評価について、多様な主体間でのコンセンサスを得るためには科学的な知見に基づくことが重要である。海域においては、環境基準や水産用水基準等の基準が設けられており、対策の実施により基準を満たさなくなることは避けなくてはならない。そのため、各種基準値を考慮しつつ、ノリの色落ちが生じない栄養塩類濃度や渦鞭毛藻・珪藻類の赤潮が発生しない栄養塩類濃度、底生生物が生息できる溶存酸素（DO）濃度等の知見を参考にして、効果検証を実施することが有効であると考えられる。表 5 と表 6 に環境基準、図 8 と表 7 に類型指定状況、表 8 に水産用水基準を参考に示す。また、図 9 と図 10 に当海域の栄養塩類濃度とクロロフィル a、底層 DO の値を示す。

第 1 回地域検討委員会から第 2 回地域検討委員会（11 月初旬を予定）の間にシミュレーション計算が一部実施されるため、第 2 回地域検討委員会では今回の検討委員会での議論を踏まえて結果の検証と評価を実施する。

表 5 生活環境の保全に関する環境基準（海域 ア）

項目 類型	利用目的の適応性	基準値				
		水素イオン 濃度 (pH)	化学的酸素 要求量 (COD)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	n-ヘキサン 抽出物質 (油分等)
A	水産 1 級 水浴 自然環境保全及び B 以下の欄に掲げるもの	7.8 以上 8.3 以下	2mg/L 以下	7.5mg/L 以上	1,000MPN/ 100mL 以下	検出されないこと。
B	水産 2 級 工業用水及び C の欄に掲げるもの	7.8 以上 8.3 以下	3mg/L 以下	5mg/L 以上	—	検出されないこと。
C	環境保全	7.0 以上 8.3 以下	8mg/L 以下	2mg/L 以上	—	—

水産 1 級のうち、生食用原料カキの養殖の利水点については、大腸菌群数 70MPN/100ml 以下とする。

(注)

- 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
- 2 水産 1 級：マダイ、ブリ、ワカメ等の水産生物用及び水産 2 級の水産生物用  
水産 2 級：ボラ、ノリ等の水産生物用
- 3 環境保全：国民の日常生活（沿岸の遊歩等を含む）において不快感を生じない限度

表 6 生活環境の保全に関する環境基準（海域 イ）

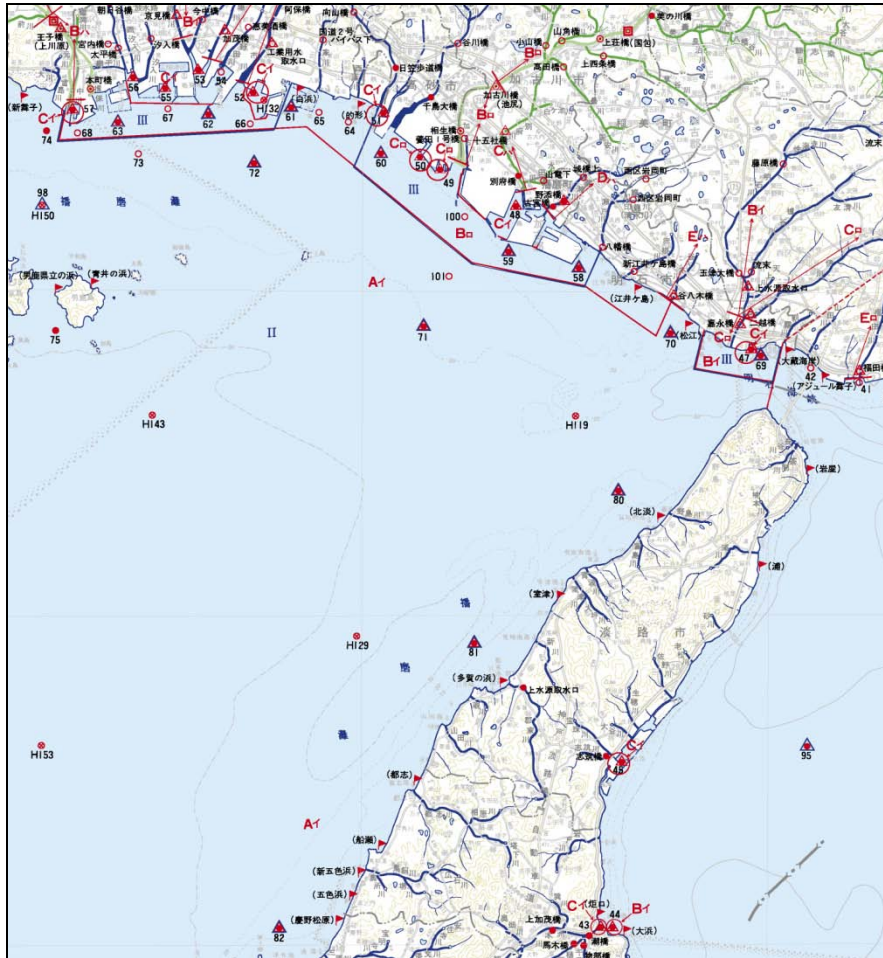
項目 類型	利用目的の適応性	基準値	
		全窒素	全りん
I	自然環境保全及び II 以下の欄に掲げるもの (水産 2 種及び 3 種を除く。)	0.2mg/L 以下	0.02mg/L 以下
II	水産 1 種 水浴及び III 以下の欄に掲げるもの (水産 2 種及び 3 種を除く。)	0.3mg/L 以下	0.03mg/L 以下
III	水産 2 種及び IV の欄に掲げるもの (水産 3 種を除く。)	0.6mg/L 以下	0.05mg/L 以下
IV	水産 3 種 工業用水 生物生息環境保全	1 mg/L 以下	0.09mg/L 以下

基準値は、年間平均値とする。

(注)

- 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
- 2 水産 1 種：底生魚介類を含め多様な水産生物がバランス良く、かつ、安定して漁獲される  
水産 2 種：一部の底生魚介類を除き、魚類を中心とした水産生物が多獲される  
水産 3 種：汚濁に強い特定の水産生物が主に漁獲される
- 3 生物生息環境保全：年間を通して底生生物が生息できる限度

※ 人の健康の保護に関する環境基準において、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素は 10mg/L 以下（年間平均値）と定められている。



出典：平成 20 年度兵庫県水質測定地点図（兵庫県農政環境部環境管理局水質課）

図 8 生活環境の保全に関する海域類型指定図

表 7 播磨灘の類型指定状況

水域名	類型	地点
播磨灘（イ）	Ⅲ	明石港沖
播磨灘（ロ）	Ⅲ	二見港沖、別府港沖、高砂西港沖
播磨灘（ハ）	Ⅲ	飾磨港沖、網干港沖
播磨灘（ニ）	Ⅱ	白浜沖、明石林崎沖、別府港沖合、東部工業港沖合、たつの市岩見沖
播磨灘北西部	Ⅱ	赤穂市中央部沖、赤穂市東部沖、姫路市家島町西部沖、長島西南沖、大多府島東南沖、鹿久居島東沖
淡路島西部・南部	Ⅱ	淡路市浜沖、淡路市撫沖、南あわじ市慶野沖、南あわじ市鳥取沖、南あわじ市白崎沖

出典：兵庫県農政環境部環境管理局水大気課資料より作成

表 8 水産用水基準 (2005 年度版)

項目	河川	湖沼	海域
pH	6.7~7.5	6.7~7.5	7.8~8.4
有機物 (BOD)	自然繁殖： 3mg/L 以下 (2mg/L 以下) 成育： 5mg/L 以下 (3mg/L 以下)	—	—
有機物 (COD)	—	自然繁殖： 4mg/L 以下 (2mg/L 以下) 成育： 5mg/L 以下 (3mg/L 以下)	一般：1mg/L 以下 ノリ養殖場：2mg/L 以下
SS	一般：25mg/L 以下 人為的：5mg/L 以下	サケ・マス・アユ： 1.4 mg/L 以下 温水性魚類： 3.0mg/L 以下	人為的：2mg/L
溶存酸素 (DO)	一般： 6mg/L 以上 サケ・マス・アユ： 7 mg/L 以上	一般： 6mg/L 以上 サケ・マス・アユ： 7mg/L 以上	一般： 6mg/L 以上 内湾夏季底層： 4.3 mg/L 以上
大腸菌群数	一般： 1,000MPN/100mL 以下	一般： 1,000MPN/100mL 以下	一般： 1,000MPN/100mL 以下 生食用カキ： 70MPN/100mL 以下
全窒素	—	サケ・アユ： 0.2mg/L 以下 ワカサギ： 0.6mg/L 以下 コイ・フナ： 1.0mg/L 以下	水産 1 種：0.3mg/L 以下 水産 2 種：0.6mg/L 以下 水産 3 種：1.0mg/L 以下 ノリ養殖[無機態窒素]： 0.07-0.1mg/L 以下
全りん	—	サケ・アユ： 0.01mg/L 以下 ワカサギ： 0.05mg/L 以下 コイ・フナ： 0.1mg/L 以下	水産 1 種：0.03mg/L 以下 水産 2 種：0.05mg/L 以下 水産 3 種：0.09mg/L 以下 ノリ養殖[無機態りん]： 0.007-0.014mg/L 以下
着色	光合成に必要な光の透過が妨げられないこと。忌避行動の原因とならないこと。		
水温	水産生物に悪影響を及ぼすほどの水温の変化がないこと。		
油分	水中には油分が検出されないこと。水面に油膜が認められないこと。		
有害物質	人の健康の保護に関する環境基準に定められている有害物質及び農薬、金属等について、基準値を下回ること。		
底質	河川・湖沼： 有機物などによる汚泥床、みずわたなどの発生をおこさないこと。 海域： 乾泥として、COD <sub>OH</sub> ：20mg/gdry 以下、硫化物 0.2mg/gdry 以下 n-ヘキサン抽出物 0.1%以下		
	微細な懸濁物が岩面、礫、または砂利などに付着し、種苗の着生、発生あるいはその発育を妨げないこと。 溶出試験（環告 14 号）により得られた検液の有害物質が水産用水基準の基準値の 10 倍を下回ること。		

COD：湖沼については酸性法、海域においてはアルカリ性法

( ) 内はサケ、マス、アユを対象とする場合

出典：水産用水基準 (2005 年版) (社) 日本水産資源保護協会



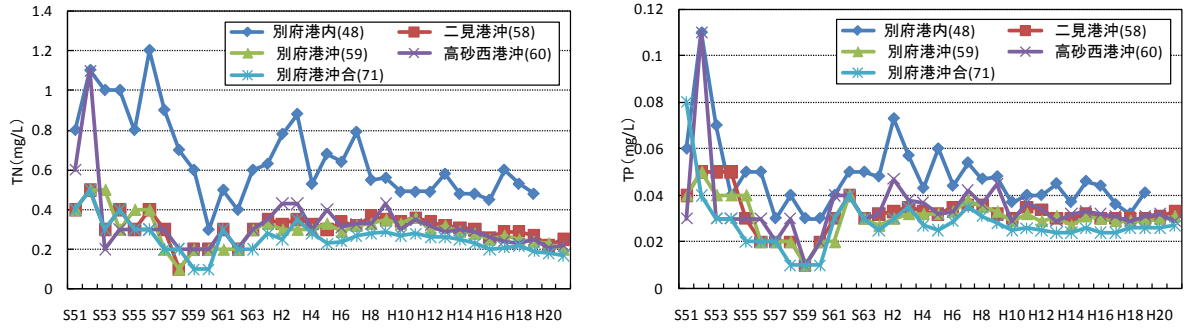


図 9 播磨灘海域の栄養塩類濃度の推移 (左：全窒素、右：全りん)

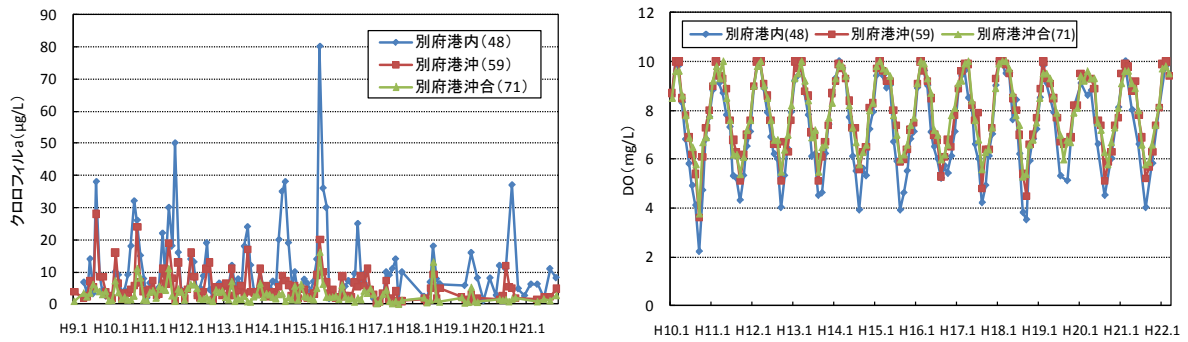


図 10 別府港周辺海域における環境情報 (左：クロロフィル a、右：底層 DO)