

播磨灘北東部地域ヘルシープラン（案）の検討

平成 24 年度は播磨灘北東部 WG の検討最終年度であり、平成 24 年度中に「播磨灘北東部地域ヘルシープラン」を策定することとしている。

ここでは、平成 23 年度に検討された「播磨灘北東部地域ヘルシープラン骨子（案）」に基づいて作成した「播磨灘北東部地域ヘルシープラン（案）」における検討事項について示す。

1 目次構成

1.1 構成

平成 23 年度の検討で播磨灘北東部地域ヘルシープラン骨子（案）を示したが、その後の検討結果等を踏まえて目次構成を変更した。変更点は次のとおりである。

- ・ プランの全体像を把握しやすいように最初にヘルシープラン策定の背景や位置付け等について記述することとした。
- ・ ヘルシープランにおいては「どのような地域を目指すか」という全体目標と、個別の対策の目標があり、混同する恐れがあったため、それらを分けて理解しやすい構成とした。
- ・ 当地域に存在する多くの計画の標準的な目次構成に合わせることで読みやすくした。

【 骨子(案)での目次 】

1. 背景
 - 1.1 海域の物質循環の重要性
 - 1.2 播磨灘北東部地域の概要
 - 1.3 播磨灘北東部地域の物質循環
 - 1.4 播磨灘北東部地域の課題と問題点
 - 1.5 播磨灘北東部地域ヘルシープランの役割
2. ヘルシープランの方向性
 - 2.1 対象とする事象
 - 2.2 播磨灘北東部地域で目標とする物質循環状態
3. ヘルシープランの基本方針
 - 3.1 各主体の役割
 - 3.2 主体間の連携
 - 3.3 対策の順応的管理
 - 3.4 法律等規制との関係
 - 3.5 持続的な実施のための仕組み
4. 播磨灘北東部地域における行動計画
 - 4.1 行動計画作成の背景
 - 4.2 対策のリストアップ
 - 4.3 対策の決定と目標の設定
 - 4.4 対策の実施
 - 4.4.1 実施主体
 - 4.4.2 予算の確保
 - 4.4.3 法律等の規制対応
 - 4.4.4 対策の実施方法
 - 4.5 モニタリング計画



【 新たな目次案 】

1. 播磨灘北東部地域ヘルシープランについて
 - 1.1 ヘルシープラン策定の背景
 - 1.2 ヘルシープラン策定の目的
 - 1.3 ヘルシープランの位置付け
2. 播磨灘北東部地域の現状と課題
 - 2.1 播磨灘北東部地域の概要
 - 2.2 播磨灘北東部地域の物質循環
 - 2.3 播磨灘北東部地域の課題と問題点
3. ヘルシープランの目標
4. ヘルシープランの基本方針
5. 播磨灘北東部地域における行動計画
 - 5.1 行動計画作成の背景
 - 5.2 対策のリストアップ
 - 5.3 対策の決定と目標の設定
 - 5.4 対策の実施
 - 5.4.1 実施主体
 - 5.4.2 実施に際しての留意事項等
 - 5.4.3 対策の実施方法
 - 5.5 モニタリング方法

1.2 ヘルシープランと関係するとみられた計画

播磨灘北東部地域ヘルシープランの策定に際し、当地域に関係する既存の計画との整合性が取れていることが重要であるとみられることから、表 1 に示す各計画について位置付け・理念、基本目標・整備方針、ヘルシープランとの関連内容について整理した（各計画の位置付け・理念、基本目標・整備方針、ヘルシープランとの関連内容は参考資料-1 を参照）。

表 1 関係する計画のリストアップ

| 関係省庁、県市 | 計画名（策定年月） |
|-----------------------|--|
| 国土交通省 | 加古川水系河川整備計画（H23.12） |
| 環境省 | 環境基本計画（H24.4） |
| | 瀬戸内海環境保全基本計画（H12.12） |
| 水産庁 | 水産基本計画（H24.3） |
| 兵庫県、岡山県、香川県 | 播磨灘地区水産環境整備マスタープラン（H23.8） |
| 兵庫県 | 播磨灘流域別下水道整備総合計画（H17.5） |
| | 化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減計画（兵庫県）（H24.2） |
| | 瀬戸内海の環境の保全に関する兵庫県計画（H20.5） |
| | 第 3 次兵庫県環境基本計画（H20.12） |
| | 兵庫地域公害防止計画（H24.3） |
| | 播磨沿岸海岸保全基本計画（H14.8） |
| | 都市計画区域マスタープラン 東播磨地域（H22.4） |
| | 兵庫県環境創造型農業推進計画（H21.4） |
| 明石市 | 明石市第 5 次長期総合計画（H23.3） |
| | 明石市水道ビジョン（H23.3） |
| | 明石市下水道基本計画（H22.3） |
| | 【あかし下水道計画ガイド（H22.3）】 |
| | 明石市地域防災計画（平成 23 年度修正） |
| | 明石市総合浸水対策計画（H21.3） |
| | 明石市都市計画マスタープラン（H23.6） |
| 第 2 次明石市環境基本計画（H24.4） | |
| 加古川市 | 加古川市総合計画（H23.4） |
| | 加古川市水道ビジョン 2018（H21.3） |
| | 加古川市地域防災計画 |
| | 加古川市都市計画マスタープラン（H23.4） |
| | 第 2 次加古川市環境基本計画（H23.3） |

1.3 各種計画とヘルシープランの関係

平成 23 年度に検討を実施した二つの対策（加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転、河川水を利用した海水交換の促進対策）について、各種計画の中での関連がある部分を表 2 に抽出した。

窒素排出量増加運転に関係した内容としては、瀬戸内海環境保全基本計画において「窒素及び燐の除去性能の向上を含めた高度処理の積極的な導入を図る」としているが、一方で水産基本計画や総量削減計画では栄養塩類の供給や季節別管理を促進するとされている。海水交換の促進対策に関係した内容としては、総量削減計画や瀬戸内海の環境の保全に関する兵庫県計画において、港内の水交換や健全な水循環機能の維持・回復を図ることとされており、水循環の健全化を推進する方向で共通している。

表 2 検討対策に係る各種計画の内容

| 加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転 | 河川水を利用した海水交換の促進対策 |
|--|--|
| <p><u>環境基本計画（環境省）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 生活排水処理を進めるに当たっては、地域の実情に応じて、より効率的な汚水処理施設の整備や既存施設の計画的な更新や再構築を進めるとともに、河川水を取水、利用した後の排水については、地域の特性に応じて見直しを含めた取排水システムの検討を行う。 <p><u>瀬戸内海環境保全基本計画（環境省）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 生活排水については、汚濁負荷量の削減を図るため下水道の整備や各種生活排水処理施設の整備を一層促進し、また、窒素及びリンの除去性能の向上を含めた高度処理の積極的な導入を図る。 <p><u>水産基本計画（水産庁）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ノリの色落ち対策として、必要な栄養塩を供給できるレベルに漁場の水質を維持・管理する手法の開発等を推進する。 <p><u>化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減計画（兵庫県）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 海域の状況を勘案しつつ、排水処理の高度化並びに適正な維持管理の徹底等の生活排水対策を推進する。 事業場からの栄養塩の排出負荷量について、排水規制や総量規制基準の遵守を前提に、季節別の栄養塩の管理を促進する。 <p><u>瀬戸内海の環境の保全に関する兵庫県計画（兵庫県）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 総量削減計画に基づく諸施策を積極的に実施する。 既に整備された下水処理施設については海域の状況を勘案しつつ高度処理の導入を進める。 <p><u>兵庫地域公害防止計画（兵庫県）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 流域別下水道整備総合計画に基づき、下水道の高度処理の実施などの流域下水道事業や下水汚泥広域処理事業を効率的かつ効果的に推進するとともに、公共下水道の整備の一層の促進を図る。 事業場からの栄養塩の排出負荷量について、排水基準や総量規制基準の遵守を前提に、ノリ等に必要栄養塩が不足する海域等において冬季に高めにする等、季節別の栄養塩の管理を促進する。 <p><u>都市計画区域マスタープラン 東播磨地域（兵庫県）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 生活環境の改善と海や河川の水質向上を図るため、「生活排水処理計画」に基づく下水道整備を進める。 <p><u>明石市下水道基本計画（明石市）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 量の増えた雨天時下水を高い効率で処理できる「雨天時活性汚泥法」を導入し、汚濁負荷量を一層削減する。 <p><u>加古川市都市計画マスタープラン（加古川市）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 市街化調整区域においては、地域の実情に応じた手法により下水道施設の整備を進める。 公共下水道雨水施設の整備を計画的に進める。 | <p><u>加古川水系河川整備計画（国土交通省）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 河川水の利用について、水利権の更新や変更の際し、水利権使用規則の遵守し、適正な水利権許可を行うことで水利用の適正化を図る。 <p><u>化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減計画（兵庫県）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 港内の水交換について、シミュレーションの実施等、海水交換の促進に向けた取組を行う。 <p><u>瀬戸内海の環境の保全に関する兵庫県計画（兵庫県）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 海域と陸域の連続性に留意して、健全な水循環機能の維持・回復を図る。 <p><u>兵庫地域公害防止計画（兵庫県）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 栄養塩濃度が高く、夏季に底層付近で溶存酸素濃度が減少している湾内の水交換について、シミュレーションの実施等、海水交換の促進に向けた取組を行う。 <p><u>明石市地域防災計画（明石市）、明石市総合浸水対策計画（明石市）</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 道路等への透水性舗装の拡大とともに、浸透枿や浸透側溝などの積極的な設置を推進し、水循環に配慮したまちづくりを進める。 |

2 内容

2.1 播磨灘北東部地域ヘルシープランについて

2.1.1 ヘルシープラン策定の背景

播磨灘北東部地域ヘルシープランの背景については、当地域における過去から現在までの変遷と、現状の課題について記載する。

播磨灘は東が淡路島、西が小豆島、南が四国で区切られた海域であり、北西部に家島諸島がある。播磨灘北東部の沿岸域においては高度経済成長期に人口と産業が集中し、多量の栄養塩類が海域に流入した結果、赤潮の発生等の環境問題が発生した。そのため、汚濁負荷量の総量を削減することにより水質環境基準を満足させることを目的とした COD、窒素、りん の総量削減等の各種規制が実施されてきた。

その成果として全窒素、全りん濃度についてはピーク時の半分以下程度にまで低下した。しかし、港湾内の栄養塩類濃度は依然として高く、逆に沿岸～沖合域の濃度は栄養塩類不足が一因とみられる養殖ノリの色落ちが生じる程にまで低下している。また、海面漁業生産量についてもピーク時の約半分にまで減少している。これらの事象は陸域、海域における栄養塩類等の循環バランスが崩れていることが要因と考えられている。また、臨海部の開発により人々と海の接点がなくなり、人々にとって海は遠い存在となっている状況にある。このようなことから、「海の水質」は良くなったが「海の豊さ」や「海への親しみ」が減退した現在の状況について、これまでの考え方による取り組みではなく、海陸一体として総合的に物質循環について考える必要があるとの機運が高まっている。

2.1.2 ヘルシープラン策定の目的

2.1.1 に示すような状況にある播磨灘北東部地域において、なぜヘルシープランを策定する必要があるかを記載する。

従来、水質環境基準の達成を目的とした富栄養化物質の排出規制や、生物生息環境の整備等を目的とした藻場・干潟の造成等の取組は、個別に事業が実施されており、森・川・海の物質循環を考慮した視点が欠けていた。生物多様性に富みかつ豊かで健全な海を復元するためには、地域全体を総合的に捉える視点が重要であり、多様な主体が参画して横断的に取組を推進していく必要がある。

播磨灘北東部地域ヘルシープランは物質循環の円滑化と生態系の安定性の向上を目指すにあたり、多様な実施主体がそれぞれの役割を認識して、効率的、効果的に方策を実施していくための計画書となることを目的とする。

2.1.3 ヘルシープランの位置付け

播磨灘北東部地域において栄養塩類に関係する計画としては表 1（参考資料-1 に詳細）に挙げたとおりである。ヘルシープランはこれらの計画と整合性が取れている必要があるが、今後これらの計画が見直される際にヘルシープランが参考にされることが望ましいため、ヘルシープランの内容は先進的であるとともに科学的な根拠に基づいたものである必要がある。ヘル

シープランの位置付けを図 1 に示す。

播磨灘北東部地域ヘルシープランは多様な主体が対策を実施していく際の計画書となるものであるが、計画の策定にあたっては、播磨灘北東部地域における栄養塩類等の物質循環に関連する内容が含まれている自治体の総合計画や環境基本計画、下水道基本計画、地域防災計画、都市計画マスタープラン等、多岐にわたって存在しているそれらの計画との整合性や、法律等の規制の遵守に留意した。

一方で、ヘルシープランは陸域と海域を一体として捉える考え方を導入するという、これまでの事業実施の在り方の枠組みにとらわれない新たな考え方で計画書であることから先進的な内容である必要がある。そのため、他の計画との整合性を図りつつも、“地域に対しての要望（提案）”の意味合いを含んでおり、他の計画とは異なった位置付けの計画（プラン）と言える。

また、既存の計画の見直しが検討される際には、当ヘルシープランを参考に内容が変更されることが、物質循環の円滑化や生態系の安定性を実現するうえで望ましいと考えられる。当ヘルシープランの内容を踏まえて基本計画や個別計画が変更された際には、再度ヘルシープランの整合性が確保されているか確認し、必要があれば当ヘルシープランについても修正を行う。

対策の効果検証については適宜実施していくこととするが、検証の結果として対策の実施方法に改善が必要であると考えられた場合は実施方法を見直す（順応的管理）。

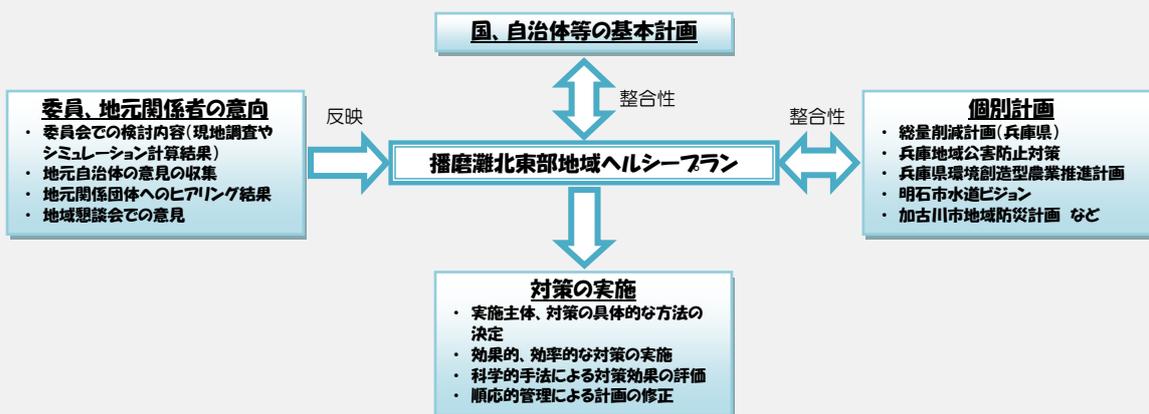


図 1 播磨灘北東部地域ヘルシープランの位置付け

2.2 播磨灘北東部地域の現状と課題

2.2.1 播磨灘北東部地域の概要

播磨灘北東部地域の栄養塩類の循環に係る基本的な情報として、陸域に関しては地形の情報、下水道整備率、加古川の栄養塩類濃度等について、海域に関しては栄養塩類濃度に加え表層のクロロフィル a 濃度、底層の DO 濃度、漁業生産量について示す。

播磨灘は瀬戸内海の東部に位置し、東が淡路島、西が小豆島、南が四国で区切られた海域であり、北西部に家島諸島がある。当プランで検討対象とする播磨灘北東部地域は播磨灘北東部海域（明石市～高砂市）とその海域の栄養塩類循環に影響を及ぼす陸域を含む地域としている。陸域部分は一級河川加古川の下流域に該当している。加古川は幹線流路延長 96km、流域面積 1,730km² であり、兵庫県に河口を持つ河川水系の中では、流路延長・流域面積ともに最大である。また、加古川河口から 12km の地点には治水と利水を目的とした加古川大堰が設置されている。

加古川の中・下流部は瀬戸内海型気候で年間の降水量が約 1,200mm と少ないため、農業用水の確保を目的に多くのため池が作られてきた。兵庫県は全国で最もため池の数が多く、播磨地域においては約 10,000 箇所が現存している。また、戦後の食糧増産を目的とした農地開発とかんがい用水確保のため、昭和 20 年代以降国営土地改良事業により鴨川ダム、糶屋ダム、川代ダム、大川瀬ダム、吞吐ダムが建設され、発展する播磨灘臨海工業地帯の工業用水を確保するため、兵庫県による加古川工業用水事業（平荘ダム、権現ダム）などの大規模利水事業が行われた。

臨海部の工業地帯は昭和 40 年頃から昭和 60 年頃にかけての大規模な埋立てにより整備された。なお、兵庫県を 10 区域に分けた場合の東播磨地区の製造品出荷額は兵庫県下で第 1 位である。



図 2 対象海域と埋立状況

下水道については流域下水道が整備されており、平成 22 年 3 月現在の加古川上流と加古川下流を合わせた下水道整備率は 92.9% であり、加古川流域では分流式下水道で大部分が整備されている。図 3 に加古川流域の下水道整備率の推移を示す。加古川下流浄化センターではステップ流入式多段硝化脱窒法による処理が行われている。

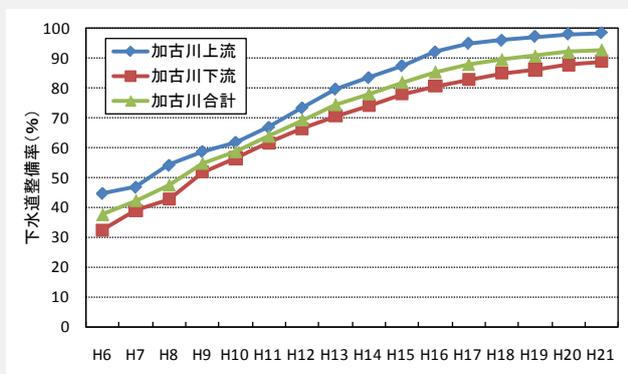


図 3 加古川流域の下水道整備率の推移

播磨灘北東部海域の沿岸部には重要港湾の東播磨港があり、播磨工業地帯として開発されている。また、加古川河口周辺は大部分が人工海岸となっている。播磨灘の潮の流れは鳴門海峡から小豆島に向かいそこで四国側と播磨灘北部に分岐するものと、姫路沖から明石海峡に向かって流れて鹿ノ瀬を囲むように時計回りに回るものがみられる。対象海域近傍では、この姫路沖から明石海峡に向かう流れの影響を受け、加古川からの流入水は、東または南東方向に移動する。

加古川では昭和 50 年代まで水質の悪化が問題となっていたが、その後水質改善が進んだ。BOD については、近年いずれの地点においても環境基準を満足している。形態別窒素濃度については硝酸性窒素が占める割合が高い。

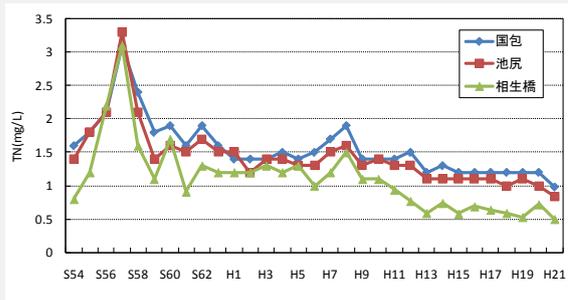


図 4 加古川の全窒素濃度の推移

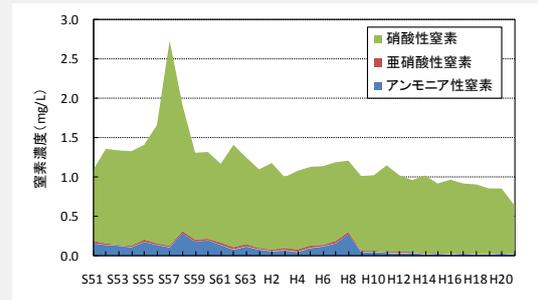


図 5 形態別窒素濃度の推移 (国包)

播磨灘の栄養塩類濃度は減少傾向にあり、昭和 50 年代の半程度まで減少した。港湾内と沖合域を比較すると、港湾内で栄養塩類濃度が高く、沖合域で栄養塩類濃度が低くなっている。形態別窒素について、港湾内と沖合域を比較すると、港湾内でアンモニア性窒素濃度が高くなっており、そのため港湾内の全窒素が沖合域より高くなっている。なお、海域では加古川と異なりアンモニア性窒素が占める割合が高い。

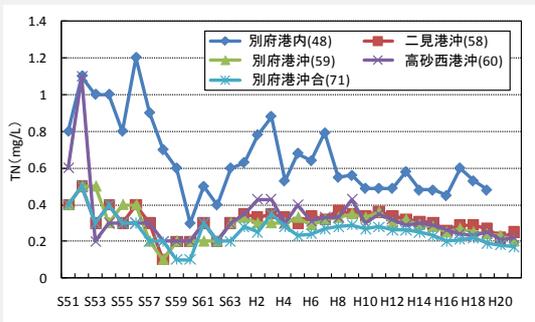


図 6 播磨灘海域の全窒素濃度の推移

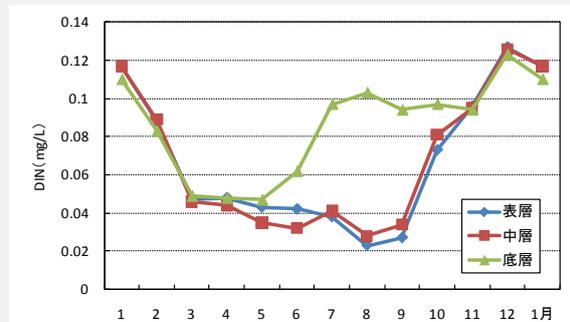


図 7 溶存態無機窒素濃度の季節変動

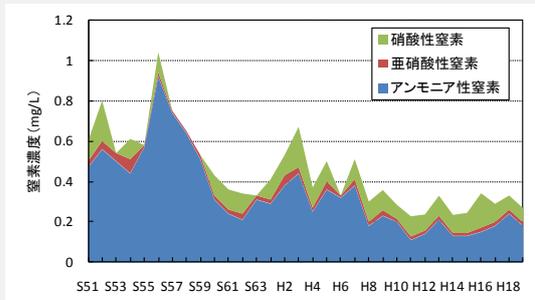


図 8 別府港内の形態別窒素濃度の推移

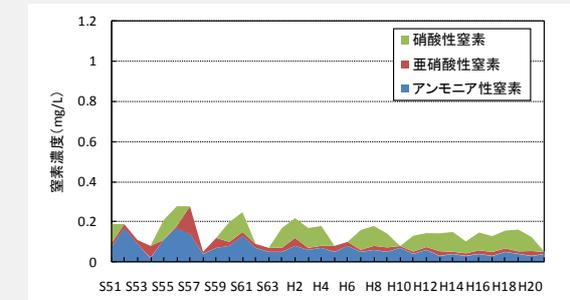


図 9 二見港沖の形態別窒素濃度の推移

別府港周辺の底層 DO の推移を図 10 に、表層クロロフィル a 濃度の推移を図 11 に示す。別府港内の底層では夏季に貧酸素化しているが、港外では港内ほどの貧酸素化は確認されていない。クロロフィル a 濃度については、別府港内で高く、沖合方向に向かって低くなっている。

これらの結果から、港湾内においては富栄養化が常態化し、夏季に底層の貧酸素化が生じる等の問題が起こっていると認められた。

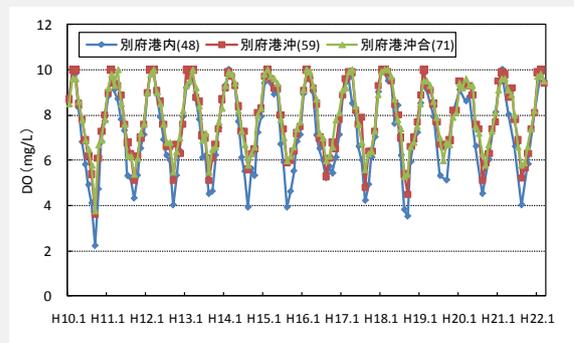


図 10 別府港周辺の底層 DO の推移

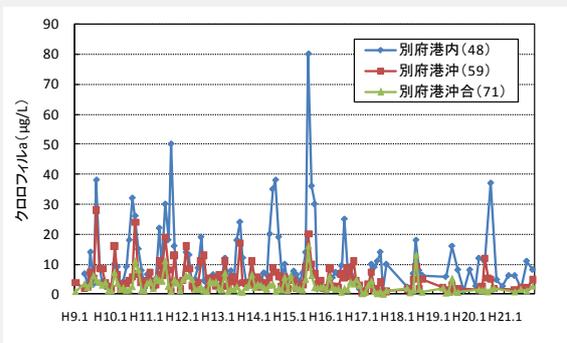


図 11 別府港周辺の表層クロロフィル a 濃度の推移

兵庫県の瀬戸内海区における海面漁業の生産量は、平成 7 年まで年間 7 万トンを超える年が頻繁にみられたが、それ以降は減少傾向にあり、平成 21 年の生産量は約 3 万トンであった。魚種別では、いかなご、しらすが多く、平成 21 年にはこの 2 種で海面漁業生産量の 42% を占めた。兵庫県の瀬戸内海区における海面養殖はノリ養殖が生産量の大部分を占めており、播磨灘では全国有数のノリの産地となっている。播磨灘のノリ養殖においては平成 11 年以降、毎年ノリの色落ちが発生している。特に平成 15 年と平成 19 年は深刻な色落ちが生じて生産量が大きく落ち込んだ。色落ちは栄養塩類が不足すると発生するため、海域の貧栄養化が色落ちの要因と言われている。なお、平成 19 年度のノリ生産枚数については貨物船沈没による油流出事故の影響も受けた数値である。

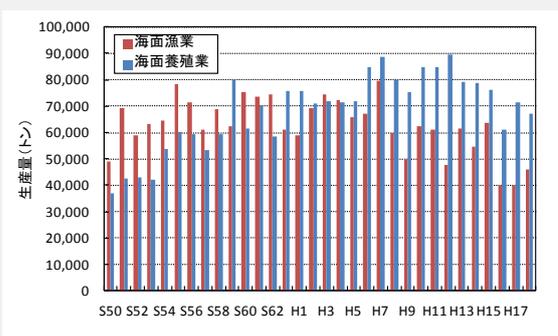


図 12 兵庫県（瀬戸内海区）の漁業生産量の推移

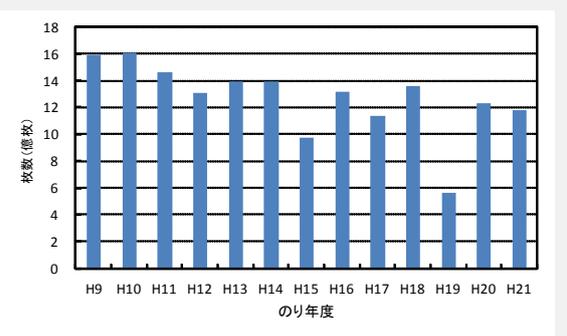
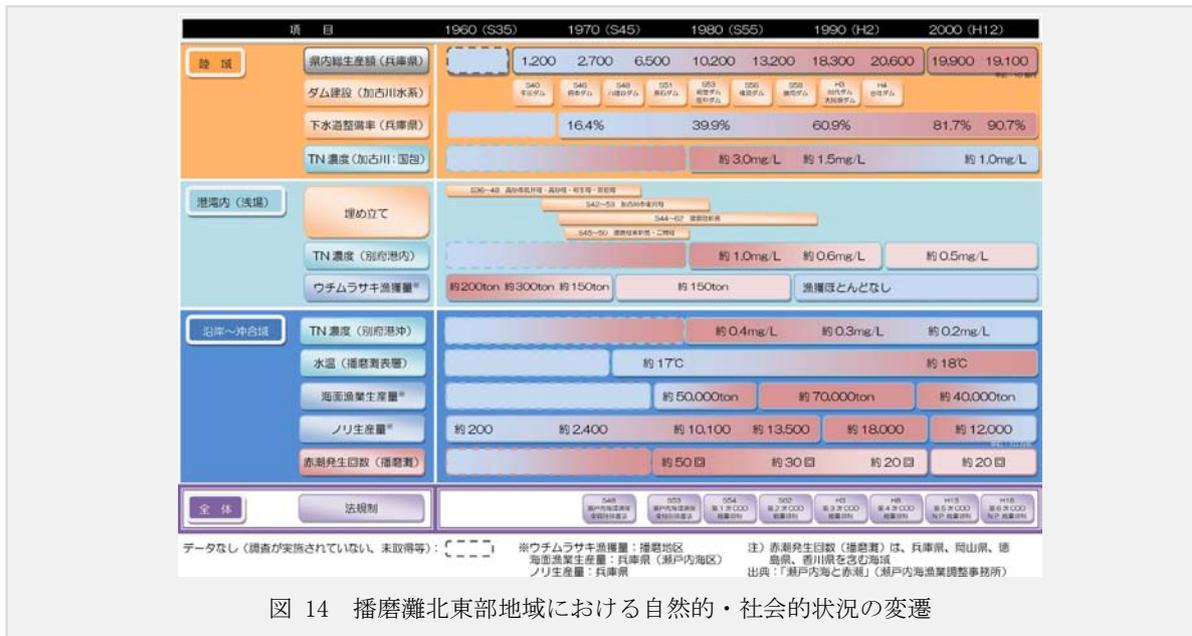


図 13 播磨灘のノリ生産枚数の推移

これらのことから、播磨灘北東部地域を陸域、港湾内、沿岸～沖合域に分けて過去からの自然的状況、社会的状況の変遷をまとめると、図 14 のように整理することができる。



2.2.2 播磨灘北東部地域の物質循環

当地域の物質循環については、情報収集結果や現地調査結果、シミュレーションモデルによる計算結果から概ね明らかになった（資料-4 を参照）。対象海域における沿岸域の栄養塩類濃度は加古川や事業場からの流入負荷の影響が大きいが、沖合域の栄養塩類濃度は陸域からの影響が小さく、隣接する湾灘からの影響が大きいことが特徴的である。また、港湾内が滞留化し富栄養化が生じていることも当地域の特徴として挙げられる。ここでは、これらの物質循環についてシミュレーションモデルによる要因解析結果も織り交ぜて説明する。

対象海域である播磨灘北東部海域においては、主に加古川からの流入と事業場（下水処理場を含む）から海域への直接排水による流入があり、それらの流入負荷が当海域への流入負荷の大部分を占めている。

平成 4 年度における加古川から播磨灘への 1 日当たりの全窒素負荷量は 6.1 トンであった。加古川の窒素濃度は昭和 50 年代後半の半分程度まで減少しており、流入負荷量もかつてより減少しているとみられる。

下水処理場の排水について、平成 21 年度における対象地域で窒素排出量の最も多い施設は中部析水苑（姫路市）で 1 日当たり 2.5 トンであり、加古川下流浄化センターは 0.7 トンであった。また、民間事業場について、平成 21 年度の全窒素排出量が最も多い事業場では 1 日当たり 5.0 トン排出しており、加古川と同程度の量であった。なお、当該事業場においては冷却水に大量の海水を使用しており、それと特定排水を混合して排出しているため、排水の全窒素濃度としては加古川下流浄化センターの濃度より低くなっている。

表 3 播磨灘北東部地域への全窒素、全りんの負荷量

| | | 全窒素 (トン/日) | 全りん (トン/日) |
|------------------|---------|---------------|---------------|
| 加古川 | 平成 4 年度 | 6.1 | 0.430 |
| 民間事業場 A | 平成 21 年 | 5.0 | 0.004 |
| 事業場（加古川下流浄化センター） | 平成 21 年 | 0.7 | 0.061 |

なお、兵庫県における窒素とリンの発生負荷量は減少傾向にある（図 15）。大阪湾を除く瀬戸内海については、窒素及びリンの環境基準を概ね達成し、COD も他の対象水域に比較して良好な状態となっている。そのため、第 6 次総量削減以降の窒素及びリンについて、大阪湾においては引き続き削減が必要であるが、それ以外の瀬戸内海においては現在の水質が悪化しないよう必要な対策を講じることとされている。

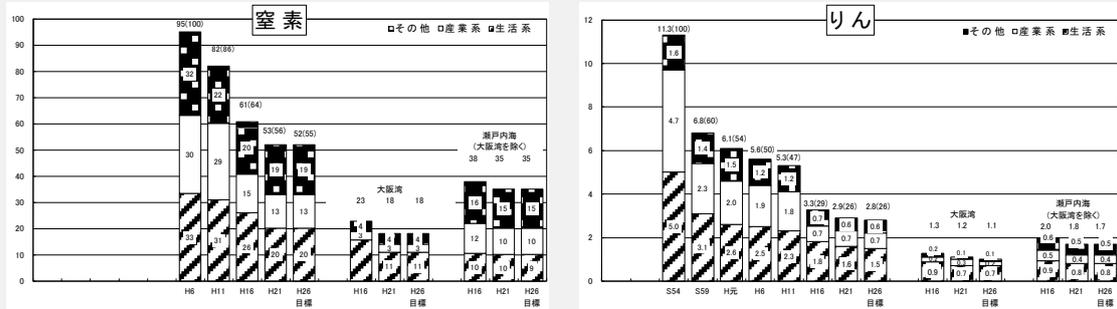


図 15 兵庫県における窒素・りん発生負荷量の推移（左：窒素 右：りん）

対象海域の流れの状況は、現地調査とシミュレーションモデルによる計算によって、特徴が捉えられている。加古川からの流入水の動態は、潮汐変動によって変化しており、下げ潮時に加古川河口から南東方向に流れ、上げ潮時に北西方向へ流れている。また、東播磨港内等の閉鎖性水域においては港外の沿岸へ沖合域と比較して流れが緩やかであり、海水が停滞している状況にある。また、窒素濃度の分布については、加古川や泊川河口沖水路から流入した高い濃度の水塊が下げ潮時に南東方向に広がり、上げ潮時に北西方向に広がっている。泊川河口沖水路内や東播磨港内等の閉鎖性水域においては窒素濃度が港外より高くなっている。

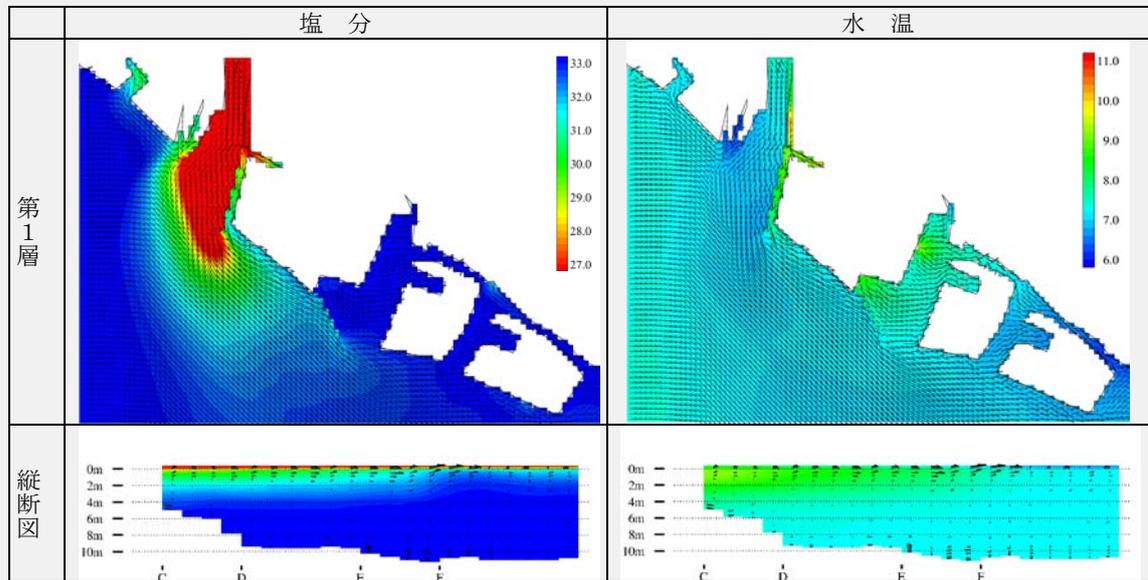


図 16 流況と塩分の水平分布と泊川河口沖水路内の縦断方向分布（大潮期：日平均）

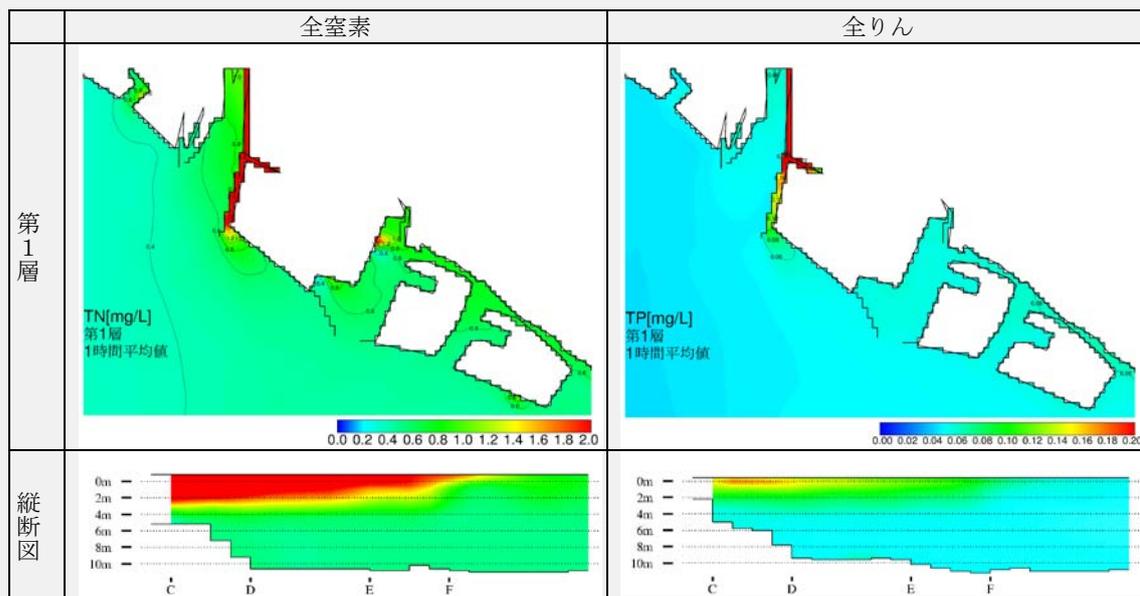
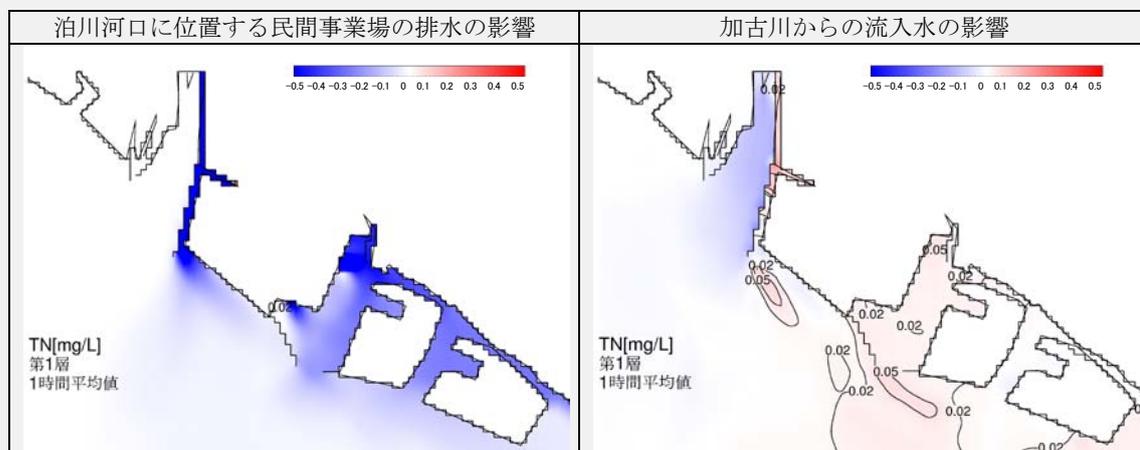


図 17 全窒素と全りんの水平的分布と泊川河口沖水路内の縦断方向分布（大潮期：日平均）

泊川河口沖水路内や東播磨港の栄養塩類濃度が高くなっている理由としては、シミュレーションによる要因解析により、事業場の排水の流入や港湾内の閉鎖性が高いことが要因の一端であると示されている。また、シミュレーション結果からは加古川の流れが港湾内外の海水交換を助長しているとみられ、加古川等の河川を有効に利用することも港湾内の環境改善に役立つと考えられる。



※民間事業場の排水量をゼロとした場合、または加古川の流入量をゼロとした場合の現況との差値

図 18 シミュレーションによる要因解析（全窒素の変化）

これらのことから、播磨灘北東部地域における陸域、港湾内、沿岸～沖合域で起こっている物質循環状況の概要は図 19 に示すように把握されている。

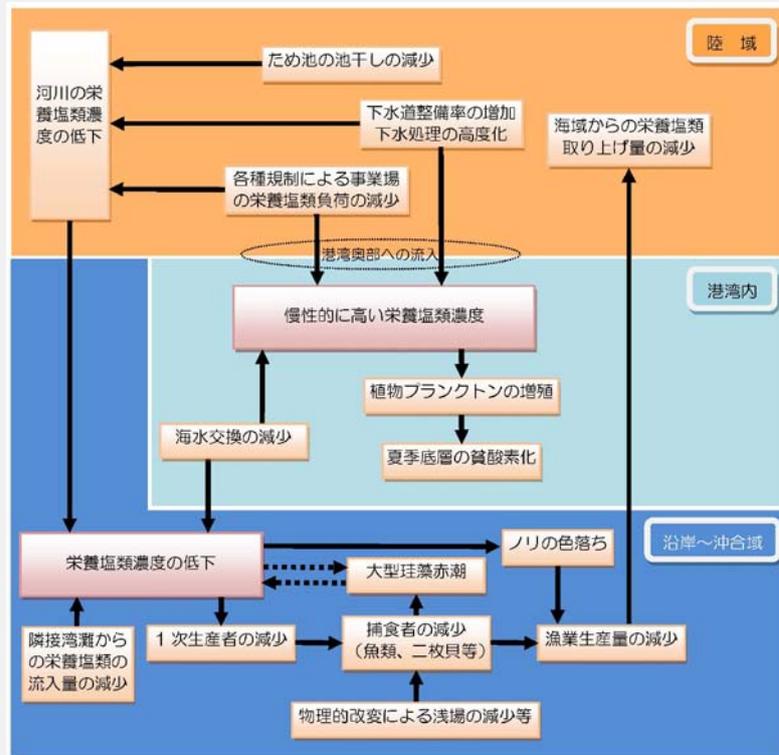


図 19 播磨灘北東部地域のインパクトレスポンスフロー

2.2.3 課題と問題点

「2.2.2 播磨灘北東部地域の物質循環」で示したように、当地域においては港湾内と沿岸～沖合域においてそれぞれ異なった問題が生じている。これらの問題の解決に向けて実施されている取組について整理し、播磨灘北東部地域における課題と問題の現状を示す。

播磨灘北東部地域では沿岸～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、臨海部に位置する事業場（下水処理場を含む）の排水が港湾内に流入し、港湾内外の海水交換が低調であることから、港湾内においては夏季に富栄養化が一因とみられる底層の貧酸素化が生じている。

【播磨灘北東部海域における問題点】

- ・ 港湾奥部の滞留域における栄養塩類濃度の高止まり、夏季の底層の貧酸素化
- ・ 沿岸～沖合域での栄養塩類濃度の低下

当海域では加古川や事業場からの栄養塩類の供給量が大きいにも関わらず、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ている。よって、播磨灘北東部海域における課題は、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と、港湾内と沿岸～沖合域の水交換を促進させることである。

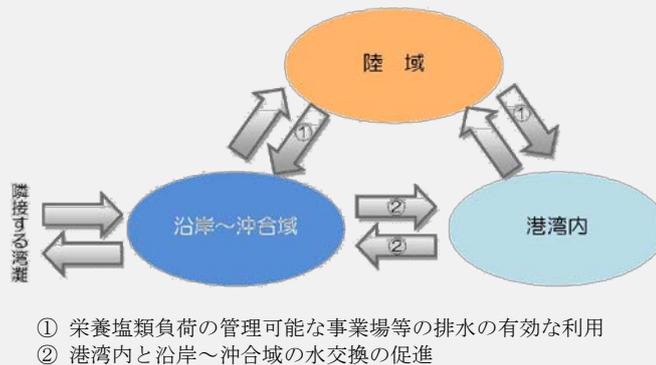


図 20 播磨灘北東部地域の物質循環のイメージと人為的な対策実施可能箇所

沿岸～沖合域における栄養塩類濃度が低下している問題への対応として、例えば当地域においては以下の取組が実施されている。

- ・ 下水処理場による窒素排出量増加運転（試行）
- ・ ため池の池干しの実施による海域への栄養塩類の供給
- ・ 底質の改善と上層への栄養分の供給を目的とした漁業者による海底耕耘の実施
- ・ 二枚貝の放流

これらの取組は海域に栄養塩類を供給する効果等があるとされるが、地域として効率的に実施する方法を検討することが重要である。播磨灘北東部地域ヘルシープランについては播磨灘北東部地域の現状と課題等を踏まえて、対策の効率的な実施計画を作成している。

2.3 ヘルシープランの目標

ヘルシープランの「目標」については、播磨灘北東部海域の物質循環の健全化や生態系の安定性を目指す中長期的な目標と、個別対策についての短期的で具体的な目標がある。ここでは、地域の最終的な目標である前者の目標について記載する。なお、平成 23 年度まで播磨灘 WG の基本方針としてきた『陸域・海域の栄養塩類の偏在化の改善等によって、海域の基礎生産力をベースとした生態系の安定化によるたく滑らかな物質循環の健全化』は当地域の目標として位置付ける。

前述の播磨灘北東部地域における現状の 2 点の問題（港湾奥部の滞留域における栄養塩類濃度の高止まり・夏季の底層の貧酸素化、沿岸～沖合域での栄養塩類濃度の低下）については、それらを解決しても即時に生態系の安定性が向上するものではなく、基礎生産力の回復から生態系の上位に位置する種の回復（生態系の安定化）までは時間を有する。そのため、生態系の安定化は中長期的な目標であり、栄養塩類の偏在化の解消は短期的な目標と言える。

栄養塩類の偏在化が改善することにより、沿岸～沖合域の基礎生産力の向上が期待されるが、それを持続させることにより生態系が機能を発揮し、物質循環についても健全な状態が実現可能となるとみられる。よって、播磨灘北東部地域ヘルシープランの中長期的な（最終的な）目標は次のとおりとする。

『陸域・海域の栄養塩類の偏在化の改善等によって、海域の基礎生産力をベースとした生態系の安定化によるたく滑らかな物質循環の健全化』

生態系の安定化に時間が掛かることを考慮すると、短期的な目標と中長期的な目標の期間は以下のとおり設定する。なお、計画の見直しは 5 年程度で行う。

短期：5 年以内

中長期：10 年

※ 兵庫県環境基本計画：展望する時期は平成 42 年頃 計画期間は概ね 10 年間 原則 5 年で見直し

2.4 ヘルシープランの基本方針

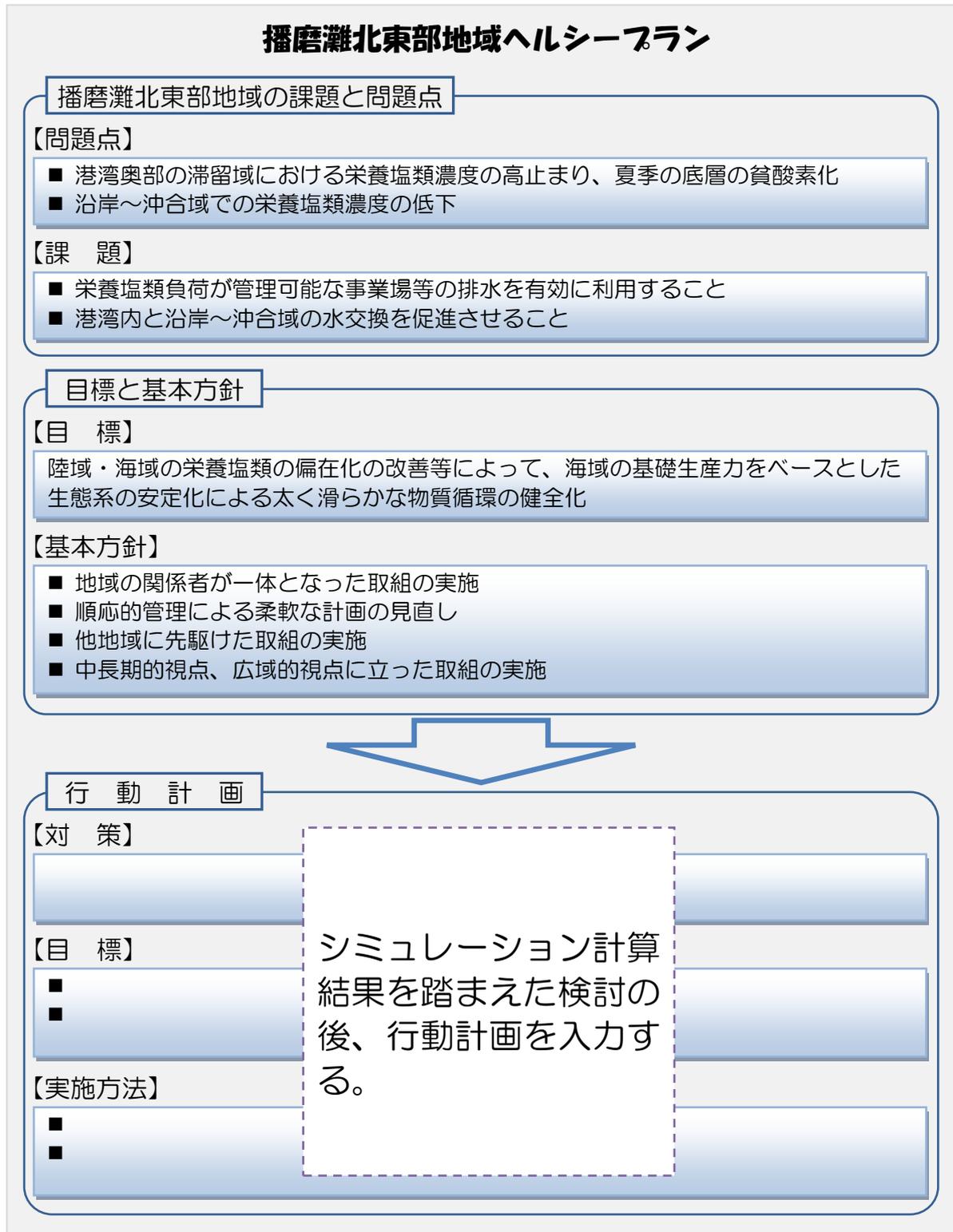
播磨灘北東部地域ヘルシープランでは、プランの目標を効果的、効率的に達成させるための基本方針を設定する。

播磨灘北東部地域ヘルシープランでは、プランの目標を効果的、効率的に達成するために、以下の基本方針を挙げて対策を進めることとする。

- ・ 地域の関係者が一体となった取組の実施
- ・ 順応的管理による柔軟な計画の見直し
- ・ 他地域に先駆けた取組の実施
- ・ 中長期的視点、広域的視点に立った取組の実施

2.5 播磨灘北東部地域における行動計画

行動計画は播磨灘北東部地域ヘルシープランの中で最も重要な要素である。行動計画に限って読んだ場合においても、全体の流れが分かるように最初に概要を入れる。下に例を示す。また、行動計画の内容については出来るだけ具体的に記載することとする。



2.5.1 行動計画作成の背景

行動計画には播磨灘北東部地域において生じている問題事象を解決し、物質循環の円滑化と生態系の安定性を実現させるための方法について記載するが、それを作成するに至った背景について述べる。

COD、窒素、リンの総量規制等の各種規制や下水道整備率の上昇、下水の高度処理化等の成果で、播磨灘北東部海域や一級河川加古川においては、かつての水質汚濁が最も深刻化していた頃と比較して約半分程度まで栄養塩類濃度が減少した。そのため、播磨灘の透明度が上昇する等“きれいな水”が実現されてきたが、一方で漁業生産量がピーク時の半分程度にまで落ち込み、また栄養塩類濃度が減少したことによるノリの色落ちが生じる等、“海の豊かさ”が乏しくなったとみられるような事象が生じている。水質が良くなったがこのような問題が起こっている一因として、栄養塩類の循環バランスが崩れてしまっていることが挙げられている。栄養塩類は一次生産者の基礎生産に必要な物質であり、一次生産者の増減は生態系全体に影響を与えるため、栄養塩類の適正な管理は非常に重要である。

播磨灘北東部海域においては陸域から加古川や事業場排水等を通じて大量の栄養塩類が供給されているが、栄養塩類は港湾内等の滞留域に偏って存在しており、沿岸～沖合域まで十分な量が供給されていない状況にある。そのため、当地域では、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や、港湾内と沿岸～沖合域の水交換を促進させることが課題である。

これまで実施されてきた対策は、個別の問題事象の解決を目的としており、地域全体における物質循環バランスの改善の視点がなかった。そこで、本ヘルシープランにおいては多様な主体による陸域海域を一体として捉えた対策を実施し、継続的にモニタリングを実施して、地域の物質循環の健全性を評価していくこととしている。

2.5.2 対策のリストアップ

当地域において生じている問題を解決するための対策をリストアップし、その中から実際に地域で取り組んでいく対策を抽出するための検討材料を示す。

当地域においては①港湾奥部の滞留域における栄養塩類濃度の高止まり、夏季の底層の貧酸素化、②沿岸～沖合域での栄養塩類濃度の低下の問題が挙げられている。これらの問題を解決する可能性があると考えられた対策案について、特徴と課題・問題点を表 4 に示す。対策については、既に地域で実施されている対策や現在実施されていないが一定の効果が期待できるものについて示している。また、①と②の問題のどちらへの対応を目的としている対策であるか、表中に示している。

表 4 問題解決のための対策案

| 対策名 | 特徴 | 課題、問題点 |
|----------------------------|---|---|
| 事業場排水の排水口位置の変更 【①、②】 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 加古川下流浄化センターの排水を加古川に直接流すことで、河川の流れを利用して沖合域まで栄養塩を拡散させる。 ・ 港湾奥部に排水している民間事業場の排水を港外に変えることにより、港湾内の富栄養化の防止と沿岸～沖合域の栄養塩類濃度の増加が期待される。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 排水口の位置を変えるには大規模な土木工事が必要となり费用的に難しい。 ・ 環境事故が発生した際に有害物質が広範囲に広がってしまう可能性がある。 ・ 港湾内への流入水量の減少により港湾内の停滞性が増加する可能性がある。 ・ ノリ区画によっては現状より栄養塩類濃度が減少する可能性がある。 |
| 加古川下流浄化得センターの窒素増加運転 【②】 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 通常は高度処理を実施しているが、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増加させる。 ・ 民間事業場に比べて排水の濃度管理が実施しやすい。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 播磨灘流総計画や排水基準、総量規制基準等の目標値や規制基準値を考慮する必要があり、濃度の増加分が限定的である。 ・ スカムの発生や DO の管理により現場作業量が増加する。 ・ 瀬戸内海環境基本計画や兵庫地域公害防止計画等の計画においては高度処理を進めるとされており、整合性に関しての説明が必要である。 |
| 民間事業場の排水の栄養塩類濃度の増加 【②】 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 臨海部に位置する民間事業場の排水の栄養塩類濃度を増やすことにより、海域の栄養塩濃度が増加することが期待される。 ・ 当海域における民間事業場の栄養塩類排出量が占める割合が高いため大きな効果が期待される。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 23 年度に実施した民間事業場を対象としたヒアリングの結果から、大部分の事業場では排水の濃度を増加させることは困難であると予想される。 |
| 出水時の流出負荷の平準化 【①、②】 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 下水処理に関する出水時の対応について、出水時に蓄えた栄養塩を出水後にコンスタントに供給されるような管理を実施する。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 出水時のオーバーフローの状況等、現況の水質や流量の把握が必要となる。 ・ 施設の更新費用の確保や関係機関との調整が必要である。 |
| ため池の池干し 【②】 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 冬季にため池の水を抜く池干しを実施し、池に溜まった栄養分を海域に供給する。 ・ 池干しの実施はため池の維持管理上において良い。 ・ 漁業者と農業者の協働による取組であり、社会的意義が大きい。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 池干しの実施による栄養塩類の供給量は河川や事業場からの供給量と比べると少量である。 ・ 池の管理主体の高齢化や権利等の問題で池干しを実施できる箇所が限られている。 |
| 河川を利用した海水交換促進対策 【①、②】 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 加古川の河川水を泊川河口沖水路内の底層に導水することにより、エスチュアリー循環流を促進させ、海水交換量を増加させる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 水路内の流量が増加し流れが変化するため、船舶への影響等について考慮する必要がある。 ・ 河川管理者あるいは港湾管理者の許可が必要となる。 ・ ポンプを使用する場合、設置費用や維持管理費用等について検討が必要である。 |
| 海水交換防波堤の設置 【①、②】 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 港内の水質改善のために波浪制御効果と海水交換機能を併せもつ防波堤を設置する。港内から港外への高栄養塩水の供給も期待される。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 設置費用が大きいと予想されるため、防波堤の改修に合わせて導入する等の工夫が必要となる。 ・ 精度の高い効果予測と、設置後の効果の検証が実施される必要がある。 |

① 港湾奥部の滞留域における栄養塩類濃度の高止まり、夏季の底層の貧酸素化

② 沿岸～沖合域での栄養塩類濃度の低下

2.5.3 対策の決定と目標の設定

「2.5.2 対策のリストアップ」に示した対策の中から、播磨灘北東部地域で取り組んでいく対策を決定する。対策の決定に当たっては次のことを考慮する。なお、シミュレーションモデルによる計算結果の検証が終わっていないため、検証が終わり次第、対策を決定し目標を設定する。

- ・ 科学的な検証に基づいた対策の効果が期待できる。
- ・ 実施が可能な主体が存在すると想定される。
- ・ 対策の現地への適用に当たり、現地での制約（許可、法律等）について問題がない。
- ・ 対策の実施により環境悪化や船舶の航行阻害等の悪影響が発生しない見込みである。
- ・ 費用負担者が現実的に負担可能な費用の範囲内で対策が実施できるとみられる。
- ・ 対策の効果について、モニタリングの実施により科学的に検証が可能である。
- ・ 地域で継続的に実施可能な対策である。
- ・ 社会的な同意を得られるだけの根拠等を持ち合わせている。
- ・ 対策の効果が短期的（5年以内）に得られると想定される。
- ・ 対策の実施やモニタリング等が多様な主体が参加して実施可能である。

また、目標の設定に当たっては次のことを考慮する。

- ・ 専門家以外でも分かりやすい目標を設定する。
- ・ 科学的知見に基づいた目標値を設定する。
- ・ 水質の目標を設定する場合、環境基準を満足する範囲内に設定する。
- ・ 目標の達成確認のためのモニタリング調査の内容が比較的容易になるように目標を設定する。
- ・ 個別対策の目標期間は5年以内程度の短期目標とする。
- ・ 中長期の目標（陸域・海域の栄養塩類の偏在化の改善等によって、海域の基礎生産力をベースとした生態系の安定化によるたく滑らかな物質循環の健全化）に繋がる短期的な目標を設定する。

2.5.4 対策の実施

対策の実施については、地域として取り組んでいく対策が未定であるため、「実施主体」、「実施に際しての留意事項等」、「対策の実施方法」のそれぞれの考え方について記載する。

「実施主体」の決定に当たっては次のことを考慮する。

- ・ 対策費用の負担が可能であり、また対策を円滑に実施可能な主体を選定する。
- ・ 対策の実施の意志、実施が可能かどうかを確認する。
- ・ 継続的な対策の実施が可能な主体とする。
- ・ 科学的な検証の実施が可能な主体とする。

「実施に際しての留意事項等」の記載に当たっては次のことを考慮する。

- ・ 法律、規制等に準拠する内容とする。
- ・ 対策の実施に掛かる費用の概算等の課題を記載する。
- ・ 対策の実施によるマイナスの影響が生じる可能性とその対応方法について記載する。
- ・ 対策の実施に当たって関係者との調整方法について記載する。

「対策の実施方法」の記載に当たっては次のことを考慮する。

- ・ 留意事項に配慮したうえで、対策の実施内容を設定する。
- ・ 対策の実施期間や実施規模等の設定については、当業務での情報収集や現地調査結果、シミュレーションモデルの計算結果に基づいて設定する。

2.5.5 モニタリング方法

対策を実施した際の効果検証のためのモニタリング方法は以下のことに留意して設定する。

- ・ 対策の効果を効率的に捉えられる地点、時期等について、当業務での情報収集や現地調査結果、シミュレーションモデルの計算結果に基づいて設定する。
- ・ 継続的にモニタリングが実施可能な方法とする。
- ・ 順応的管理手法を取り入れて、適切に計画の進捗状況を点検、評価し、取組の持続的改善を図る仕組みとする。

【出典】

- 図 2：兵庫県県土整備部土木局港湾課資料より作成
- 図 3：兵庫県県土整備部土木局下水道課資料より作成
- 図 4～6、図 8～11：公共用水域水質測定結果より作成
- 図 7：播磨灘の栄養塩環境とノリ養殖 海洋と生物, 31, P.147, 2009
- 図 12：兵庫県農林水産統計年報より作成
- 図 13：兵庫県ノリ共販資料より作成
- 図 15：兵庫県環境審議会水環境部会（平成 23 年 8 月 5 日）資料

【注釈】

- 図 7：表層・中層は昭和 49 年～平成 18 年の平均、底層は昭和 53 年～平成 18 年の平均
- 図 10：底層は底上 1m